

(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2019-139147
(P2019-139147A)

(43) 公開日 令和1年8月22日 (2019.8.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 6/293 (2006.01)	G02B 6/293 301	2H137
G02B 6/32 (2006.01)	G02B 6/32	
G02B 6/26 (2006.01)	G02B 6/26	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2018-24262 (P2018-24262)
(22) 出願日 平成30年2月14日 (2018.2.14)

(71) 出願人 000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(74) 代理人 100088155
弁理士 長谷川 芳樹
(74) 代理人 100113435
弁理士 黒木 義樹
(74) 代理人 100136722
弁理士 ▲高▼木 邦夫
(74) 代理人 100174399
弁理士 寺澤 正太郎
(74) 代理人 100182006
弁理士 湯本 謙司

最終頁に続く

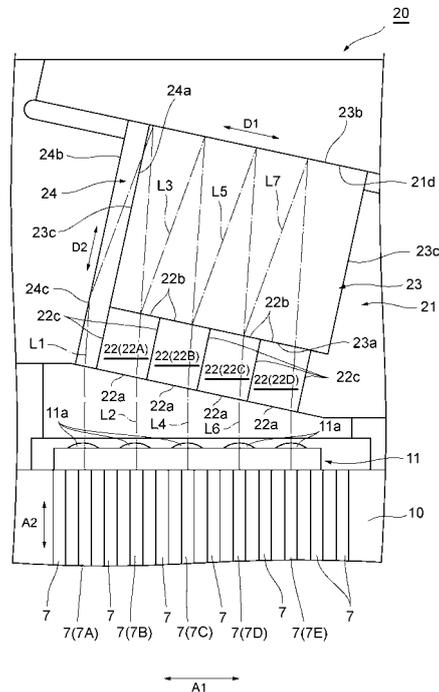
(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 製造性が良く且つ小型化を実現させることのできる光モジュールを提供する。

【解決手段】 フェルール10と、レンズアレイ11と、ベース21と、フィルタブロック22と、フィルタブロック22から見てレンズアレイ11の反対側にフィルタブロック22に面接触して配置される反射鏡ブロック23と、第1方向D1の一端に搭載されるリフレクタ24とを備え、リフレクタ24は、方向A2に対して傾斜する第2方向D2に沿って延びる反射面24bを有し、反射鏡ブロック23は、複数のフィルタブロック22に面接触する面と反対側に第1方向D1に沿って延びる反射面である第2面23bを有し、各フィルタブロック22は、光ファイバ7から出射した光、及び第2面23bにおいて反射した光のうち、特定波長の光L2、L4、L6、L7を透過すると共に特定波長以外の光L1、L3、L5を反射する。

【選択図】 図11



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光ファイバを備えると共に、前記複数の光ファイバのそれぞれからの光に対し合波及び分波の少なくともいずれかを行う光モジュールであって、

端面を有し、前記複数の光ファイバを保持し、前記端面に前記複数の光ファイバの先端面が露出するフェルールと、

前記フェルールの前記端面に取り付けられると共に、前記複数の光ファイバのそれぞれと光結合するレンズアレイと、

前記複数の光ファイバが並ぶ方向を含む平面に平行な底面を有し、前記レンズアレイを保持した状態で前記フェルールの前記端面に取り付けられるベースと、

前記複数の光ファイバが並ぶ方向に対して、傾斜する第 1 方向に沿って前記ベースの前記底面上に搭載される複数のフィルタブロックと、

前記ベースの前記底面上に搭載されると共に、前記複数のフィルタブロックから見て前記レンズアレイの反対側に前記複数のフィルタブロックに面接触して配置される反射鏡ブロックと、

前記ベースの前記底面上において、前記複数のフィルタブロックの前記第 1 方向の一端に搭載されるリフレクタと、

を備え、

前記リフレクタは、前記レンズアレイに対向すると共に前記複数の光ファイバの光軸方向に対して傾斜する第 2 方向に沿って延びる第 1 反射面を有し、

前記反射鏡ブロックは、前記複数のフィルタブロックに面接触する面と反対側に前記第 1 方向に沿って延びる第 2 反射面を有し、

前記複数のフィルタブロックのそれぞれは、前記複数の光ファイバのそれぞれから出射した光、及び前記第 2 反射面において反射した光のうち、特定波長の光を透過すると共に前記特定波長以外の光を反射する、光モジュール。

【請求項 2】

前記光ファイバが並ぶ方向に対する前記第 1 方向の角度は 12° である、請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 3】

前記複数のフィルタブロックのそれぞれに対する前記第 2 反射面から入射する光の入射角、及び前記レンズアレイから入射する光の入射角は、共に 8° である、請求項 1 又は 2 に記載の光モジュール。

【請求項 4】

前記光ファイバの光軸方向に対する前記第 2 方向の角度は 12° である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の光モジュール。

【請求項 5】

前記複数のフィルタブロック、前記反射鏡ブロック、及び前記リフレクタは、前記ベースの前記底面上において互いに密着する、

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光モジュールに関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、波長分割多重通信用光分波器が記載されている。波長分割多重通信用光分波器は、7本の光ファイバを有するファイバアレイユニットと、7個のコリメータレンズと、4個のWDM(Wavelength Division Multiplexing)フィルタと、2個のWDMフィルタの間に設けられる光伝搬媒体とを備える。波長分割多重通信用光分波器におい

10

20

30

40

50

て、1本の光ファイバから出射した光は、コリメータレンズを透過して平行波に変換され、WDMフィルタに到達する。WDMフィルタに到達した光のうち、特定波長の光は反射され、特定波長以外の光はWDMを透過する。複数のWDMフィルタのそれぞれにおいて反射した光は、コリメータレンズを透過して集束光に変換され、4本の光ファイバのそれぞれに集光される。

【0003】

特許文献2には、複数の光ファイバを備えた多芯コネクタとしてMTコネクタが記載されている。MTコネクタは、2本の光ファイバと、2本の光ファイバを保持する光ファイバ集合器と、2本の光ファイバ及び光ファイバ集合器の先端に設けられたレンズ集合器とを備える。レンズ集合器は、2本の光ファイバのうち的一方から出射した光が通るレンズを備える。また、引用文献2には、2個の光ファイバ集合器の間に誘電体多層膜が介在する構成が記載されており、2本の光ファイバのうち、特定波長の光は誘電体多層膜において反射し、特定波長以外の光は誘電体多層膜を透過する。誘電体多層膜において反射した光は、2本の光ファイバの他方に入射する。

10

【0004】

特許文献3には、プラグコネクタとソケットコネクタとを備えた光モジュールが記載されている。プラグコネクタ及びソケットコネクタのそれぞれには2本の光ファイバが通されている。プラグコネクタはソケットコネクタに嵌合する棒状のプラグを有し、ソケットコネクタはプラグが挿入されるガイドを有し、ガイドにプラグが嵌合した状態でプラグコネクタとソケットコネクタは互いに対向する。プラグコネクタ及びソケットコネクタが互いに対向する各端面には各光ファイバが露出している。また、プラグコネクタの端面とソケットコネクタの端面との間には波長選択フィルタが介在しており、波長選択フィルタは、各光ファイバから出射した光のうち、特定波長の光を透過すると共に特定波長以外の光を反射する。

20

【0005】

特許文献4には、光受信モジュールが記載されている。光受信モジュールは、パッケージ部の内部に配置された光分波器と、プリズムによって形成された反射器とを備える。光分波器は、波長多重化された信号光を、互いに異なる波長の複数の分波信号光に分波する。光分波器は、多層膜ミラーによって構成された反射部材と、多層膜フィルタによって構成されると共に互いに透過する波長が異なる4個の波長フィルタと、反射部材及び複数の波長フィルタを一体化する透明光学部材とを有する。波長多重化された信号光は、反射部材において反射し、1番目に配列された波長フィルタに到達する。1番目に配列された波長フィルタでは、特定波長の信号光を透過し、特定波長以外の信号光を反射する。1番目に配列された波長フィルタにおいて反射した光は、反射部材において再度反射し、2番目に配列された波長フィルタに到達する。2番目に配列された波長フィルタでは、特定波長の信号光を透過し、特定波長以外の波長の光を反射する。このように、各波長フィルタにおいて特定波長の信号光を透過すると共に特定波長以外の光を反射することによって、波長多重化された信号光を分波する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0006】

【特許文献1】特開2004-85860号公報

【特許文献2】特開2004-184429号公報

【特許文献3】特開2005-148279号公報

【特許文献4】特開2013-201473号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、複数の光ファイバを備えると共に光信号の合波又は分波を行う光モジュールでは、例えば光通信ネットワークの高速大容量化のためにWDM信号の多重度を増やすと

50

いう必要性に対して、光ファイバの多芯化の進行に伴い部品点数が増加し、小型化が難しいという現状がある。また、部品点数の増加に伴って光モジュールの製造を効率よく行うことが求められ、光モジュールの製造性の点で改善の余地がある。このように、光モジュールでは、製造性が良く且つ小型化を実現させることが求められている。

【 0 0 0 8 】

本発明は、製造性が良く且つ小型化を実現させることができる光モジュールを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

前述した問題を解決するため、本発明の一側面に係る光モジュールは、複数の光ファイバを備えると共に、複数の光ファイバのそれぞれからの光に対し合波及び分波の少なくともいずれかを行う光モジュールであって、端面を有し、複数の光ファイバを保持し、端面に複数の光ファイバの先端面が露出するフェルールと、フェルールの端面に取り付けられると共に、複数の光ファイバのそれぞれと光結合するレンズアレイと、複数の光ファイバが並ぶ方向を含む平面に平行な底面を有し、レンズアレイを保持した状態でフェルールの端面に取り付けられるベースと、複数の光ファイバが並ぶ方向に対して、傾斜する第1方向に沿ってベースの底面上に搭載される複数のフィルタブロックと、ベースの底面上に搭載されると共に、複数のフィルタブロックから見てレンズアレイの反対側に複数のフィルタブロックに面接触して配置される反射鏡ブロックと、ベースの底面上において、複数のフィルタブロックの第1方向の一端に搭載されるリフレクタと、を備え、リフレクタは、

レンズアレイに対向すると共に複数の光ファイバの光軸方向に対して傾斜する第2方向に沿って延びる第1反射面を有し、反射鏡ブロックは、複数のフィルタブロックに面接触する面と反対側に第1方向に沿って延びる第2反射面を有し、複数のフィルタブロックのそれぞれは、複数の光ファイバのそれぞれから出射した光、及び第2反射面において反射した光のうち、特定波長の光を透過すると共に特定波長以外の光を反射する。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、製造性が良く且つ小型化を実現させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態に係る光モジュールを示す斜視図である。

【図2】図2は、図1の光モジュールにおけるケーブルとリボンファイバとのジャケットを介した接続を示す平面図である。

【図3】図3は、図1の光モジュールの分解斜視図である。

【図4】図4は、図1の光モジュールのフェルール及びレンズアレイを示す斜視図である。

【図5】図5は、図1の光モジュールのフェルールの端面、及び光ファイバの先端面を示す斜視図である。

【図6】図6は、図1の光モジュールのフィルタブロック、反射鏡ブロック、リフレクタ、及びベースを示す平面図である。

【図7】図7は、図6のフィルタブロック、反射鏡ブロック、リフレクタ、及びベースを示す斜視図である。

【図8】図8は、図7のベースを光ファイバの光軸方向から見た斜視図である。

【図9】図9は、図7のベースを図8とは異なる方向から見た斜視図である。

【図10】図10は、図6のリフレクタ、反射鏡ブロック、フィルタブロック、レンズアレイ、及び光ファイバを通る光の光路を示す図である。

【図11】図11は、図6のリフレクタ、反射鏡ブロック、及びフィルタブロックを通る光の光路を示す図である。

【図12】図12は、本発明の第2実施形態に係る光モジュールを示す斜視図である。

【図13】図13は、図12の光モジュールのフェルール、レンズアレイ、及びTFB

10

20

30

40

50

ロックを示す斜視図である。

【図14】図14は、図13のフェルール及びTFBアセンブリを通る光の光路を示す図である。

【図15】図15は、図13のフェルール及びTFBアセンブリの光路を示す側面図である。

【図16】図16は、図13のフェルール及びTFBアセンブリを通る光の光路であって図14とは異なる光路を示す図である。

【図17】図17は、図13のフェルール及びTFBアセンブリの光路であって図15とは異なる光路を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

[本願発明の実施形態の説明]

最初に、本願発明の実施形態の内容を列記して説明する。本願発明の一実施形態に係る光モジュールは、複数の光ファイバを備えると共に、複数の光ファイバのそれぞれからの光に対し合波及び分波の少なくともいずれかを行う光モジュールであって、端面を有し、複数の光ファイバを保持し、端面に複数の光ファイバの先端面が露出するフェルールと、フェールの端面に取り付けられると共に、複数の光ファイバのそれぞれと光結合するレンズアレイと、複数の光ファイバが並ぶ方向を含む平面に平行な底面を有し、レンズアレイを保持した状態でフェールの端面に取り付けられるベースと、複数の光ファイバが並ぶ方向に対して、傾斜する第1方向に沿ってベースの底面上に搭載される複数のフィルタブロックと、ベースの底面上に搭載されると共に、複数のフィルタブロックから見てレンズアレイの反対側に複数のフィルタブロックに面接触して配置される反射鏡ブロックと、ベースの底面上において、複数のフィルタブロックの第1方向の一端に搭載されるリフレクタと、を備え、リフレクタは、レンズアレイに対向すると共に複数の光ファイバの光軸方向に対して傾斜する第2方向に沿って延びる第1反射面を有し、反射鏡ブロックは、複数のフィルタブロックに面接触する面と反対側に第1方向に沿って延びる第2反射面を有し、複数のフィルタブロックのそれぞれは、複数の光ファイバのそれぞれから出射した光、及び第2反射面において反射した光のうち、特定波長の光を透過すると共に特定波長以外の光を反射する。

【0013】

この光モジュールでは、リフレクタは、レンズアレイに対向すると共に光ファイバの光軸方向に対して傾斜する第2方向に沿って延びる第1反射面を有し、反射鏡ブロックは第1方向に沿って延びる第2反射面を有し、各フィルタブロックは受けた光のうち特定波長の光を透過すると共に特定波長以外の光を反射する。よって、1本の光ファイバからレンズアレイを介してリフレクタに向かう光は、第1反射面において反射して第2反射面に到達し、第2反射面において反射された後にフィルタブロックに入射する。フィルタブロックに入射した光のうち、特定波長の光はフィルタブロックを透過して光ファイバに到達し、特定波長以外の光はフィルタブロックにおいて反射して第2反射面に到達し、第2反射面において反射された後に別のフィルタブロックに入射する。このように、1本の光ファイバからリフレクタに向かう光を各フィルタブロック及び各光ファイバに分岐することができると共に、互いに異なる波長を有する複数の光を等間隔に光ファイバに入射させることができる。また、各光ファイバから各フィルタブロックに入射する光は、上記の光の光路と逆向きに進行するので、各フィルタブロック、反射鏡ブロック、リフレクタ及びレンズアレイを介して1本の光ファイバに合波することができる。この光モジュールでは、リフレクタ、反射鏡ブロック、及び複数のフィルタブロックがいずれもベース上に搭載される。従って、ベース上にリフレクタ、反射鏡ブロック、及び複数のフィルタブロックを効率よく配置することにより、各部品の小型化を維持しつつ、光を合波又は分波する光モジュールを効率よく製造することができる。よって、光モジュールの製造性を良好にすると共に小型化を実現させることができる。

【0014】

10

20

30

40

50

また、光ファイバが並ぶ方向に対する第1方向の角度は 12° であってもよい。この場合、光ファイバが並ぶ方向に対して複数のフィルタブロックを並べる方向が傾くので、複数のフィルタブロックを効率よく配置することができる。よって、製造性を一層良好にすると共に小型化を実現させることができる。

【0015】

また、複数のフィルタブロックのそれぞれに対する第2反射面から入射する光の入射角、及びレンズアレイから入射する光の入射角は、共に 8° であってもよい。このように、複数のフィルタブロック、及び反射鏡ブロックに対する光の屈折角を 8° とすることができる。

【0016】

また、光ファイバの光軸方向に対する第2方向の角度は 12° であってもよい。この場合、光ファイバの光軸方向に対するリフレクタの第1反射面の延在方向が 12° となる。よって、1本の光ファイバからの光を小さい角度で第1反射面に入射させることができる。

【0017】

また、複数のフィルタブロック、反射鏡ブロック、及びリフレクタは、ベースの底面上において互いに密着してもよい。この場合、ベース上に搭載される各部品が互いに密着する。従って、ベース上の各部品を密着した状態で搭載できるので、各部品を一層効率よく配置することができる。よって、光モジュールの小型化を実現させると共に製造性を更に高めることができる。

【0018】

[本願発明の実施形態の詳細]

本願発明の実施形態に係る光モジュールの具体例を、以下で図面を参照しながら説明する。なお、本発明は、以降の例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の範囲内における全ての変更が含まれることが意図される。以下の説明では、図面の説明において、同一又は相当する要素には同一の符号を付し、重複する説明を適宜省略する。

【0019】

(第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る光モジュール1を示す斜視図である。図1に示されるように、光モジュール1は、複数のコネクタ2と、各コネクタ2から延びる複数のケーブル3と、各ケーブル3のコネクタ2との反対側に位置するジャケット4と、ジャケット4からケーブル3の反対側に延び出すリボンファイバ5と、リボンファイバ5のジャケット4との反対側に位置するフェルール10と、フェルール10に取り付けられるTFB(Thin Film Filter Block)アセンブリ20とを備える。

【0020】

コネクタ2は、光コネクタであり、例えば、LCコネクタである。光モジュール1は、コネクタ2を備えることにより光モジュール1を他のデバイスに光学的に接続することが可能である。例えば、ケーブル3は各コネクタ2から延び出すパッチコードである。一例として、光モジュール1は複数のコネクタ2を備えており、複数のコネクタ2のうちの1つに光信号が入力される。1つのコネクタ2に入力される光信号はケーブル3、ジャケット4、リボンファイバ5、及びフェルール10を介してTFBアセンブリ20に到達する。TFBアセンブリ20は、入力された1つの光信号を反射及び透過して当該1つの光信号を複数の光信号に分波する。この場合、光モジュール1は光分波器である。

【0021】

具体例として、コネクタ2及びケーブル3は5個ずつ設けられている。光モジュール1では、複数(例えば4つ)のコネクタ2のそれぞれに光信号を入力することが可能であり、この場合、複数の光信号のそれぞれはケーブル3、ジャケット4、リボンファイバ5、及びフェルール10を介してTFBアセンブリ20に到達する。TFBアセンブリ20は、入力された複数の光信号を透過及び反射して当該複数の光信号を1つの光信号(例えば

10

20

30

40

50

WDM信号)に合波する。この場合、光モジュール1は光合波器である。このように、光モジュール1は、光分波器又は光合波器として用いられる。

【0022】

図2は、ケーブル3、ジャケット4及びリボンファイバ5を示す平面図である。図2に示されるように、ジャケット4には各ケーブル3の端部が挿入されており、リボンファイバ5はジャケット4からケーブル3の反対側に延び出している。各ケーブル3の内部には光ファイバ6が通されており、ジャケット4の内部において各光ファイバ6は各ケーブル3から延び出している。一方、リボンファイバ5は複数の光ファイバ7を備えており、ジャケット4の内部において各光ファイバ7はリボンファイバ5から延び出している。ジャケット4の内部において、ケーブル3の各光ファイバ6は、複数の光ファイバ7の一部のそれぞれに接続している。具体例として、5本の光ファイバ6のそれぞれは、12本の光ファイバ7のうち5本のそれぞれに接続している。

10

【0023】

図3は、フェルール10及びTFBアセンブリ20を示す分解斜視図である。図4は、マイクロレンズアレイであるレンズアレイ11が取り付けられたフェルール10を示す斜視図である。図5は、レンズアレイ11が外されたフェルール10を示す斜視図である。図3～図5に示されるように、リボンファイバ5の先端にはフェルール10が取り付けられており、フェルール10は前述した複数の光ファイバ7を保持している。複数の光ファイバ7は互いに等間隔となるように配置されている。例えば、フェルール10は、12本の光ファイバ7を保持する12芯MTコネクタを構成し、一例として、複数の光ファイバ7の間隔(中心線間の距離)は0.25mmである。フェルール10は、光ファイバ7の先端面7aが露出する端面12を有し、端面12にレンズアレイ11が取り付けられる。端面12は、光ファイバ7の延びる方向(光軸)に垂直な平面である。

20

【0024】

フェルール10の端面12は、例えば、長形状を呈し、平坦状とされている。端面12には、TFBアセンブリ20の後述するベース21が接続される一对のガイド孔12aが形成されている。端面12には、複数の光ファイバ7の先端面7aが端面12の長手方向に沿って配列されている。一对のガイド孔12aの一方は、複数の先端面7aの一端側に形成され、一对のガイド孔12aの他方は、複数の先端面7aの他端側に形成されている。すなわち、一对のガイド孔12aは、2つのガイド孔12aの間に複数の先端面7aが配置されるように形成されている。

30

【0025】

レンズアレイ11は、例えば、矩形板状を呈する。レンズアレイ11は、複数のレンズ部11aを有する。レンズ部11aは、光ファイバ7の先端面7aからの発散光をコリメート光に変換するコリメートレンズである。各レンズ部11aは、複数の光ファイバ7のうち、ケーブル3の光ファイバ6が接続されている光ファイバ7と光学的に結合する。具体例として、図2に示される12本の光ファイバ7のうち左から2番目、4番目、6番目、8番目及び10番目に位置する各光ファイバ7にレンズアレイ11の各レンズ部11aが光学的に結合する。すなわち、本実施形態では複数(12本)の光ファイバ7のうち一部(5本)のみを利用しており、利用する複数の光ファイバ7は1本おきに配置される。このため、利用する光ファイバ7同士の間隔は0.5mm(0.25mm×2)となる。従って、光ファイバ7と光学的に結合するために、レンズ部11a同士の間隔(中心間の距離)は一定となり、かつ、利用する光ファイバ7同士の間隔と一致するようにレンズアレイ11は形成されている。

40

【0026】

各光ファイバ7に対するレンズアレイ11の調心は、例えば、各光ファイバ7からの光をモニタしながら(当該光の強度が最大となるように)各光ファイバ7の光軸に直交する方向にレンズアレイ11を光ファイバ7に対して動かすことによって行われる(このような調心方法をアクティブ調心という)。例えば、光ファイバ7の光軸の方向をZ軸とすると、レンズアレイ11をX-Y平面内で移動させてアクティブ調心を行う。光ファイバ7

50

に対するレンズアレイ 11 の調心の後には、レンズアレイ 11 を端面 12 に接着剤（樹脂）によって固定する。なお、レンズアレイ 11 の調心に使用する光は、モニタに適した光を用いればよく、光モジュール 1 が分波あるいは合波する光信号とは入出力の向きや波長が異なる光であってもよい。

【0027】

図 3 に示されるように、TFB アセンブリ 20 は、フェルール 10 に取り付けられるベース 21 と、複数のフィルタブロック 22 と、フィルタブロック 22 から見てレンズアレイ 11 の反対側に配置される反射鏡ブロック 23 と、光ファイバ 7 又は反射鏡ブロック 23 からの光を反射するリフレクタ 24 とを備える。フィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23、及びリフレクタ 24 は、例えば、屈折率が 1.50 とされたガラスによって構成されている。複数のフィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23、及びリフレクタ 24 は、いずれもベース 21 上に搭載される。

【0028】

図 6 は、TFB アセンブリ 20 を示す平面図である。図 7 は、TFB アセンブリ 20 を示す斜視図である。図 8 は、TFB アセンブリ 20 をフェルール 10 側から見た斜視図である。図 6 ~ 図 8 に示されるように、フィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23、及びリフレクタ 24 は、いずれも直方体状を呈する。フィルタブロック 22 は、誘電体多層膜がコーティングされた誘電体多層膜コート面を有する多層膜ブロック（多層膜フィルタ）である。誘電体多層膜コート面は、後述するように、光の入射する方向（向き）に応じて、2 つの互いに異なる波長の光信号を 1 つの光信号に多重化（合波）したり、1 つの多重化された光信号を 2 つの互いに異なる波長の光信号に分離（分波あるいは分光）することができる。複数のフィルタブロック 22 は、複数の光ファイバ 7 が並ぶ方向 A1 に対して傾斜する第 1 方向 D1 に沿って配置される。方向 A1 に対する第 1 方向 D1 の角度は、複数のフィルタブロック 22 の屈折率に応じて設定され、例えば 12° である。

【0029】

複数のフィルタブロック 22 は互いに密着している。複数のフィルタブロック 22 のそれぞれは、複数の光ファイバ 7 のそれぞれ又は反射鏡ブロック 23 から光を受け、受けた光のうち特定波長の光を透過し、特定波長以外の光を反射する。複数のフィルタブロック 22 において、透過させる光の特定波長は互いに異なっている。従って、複数のフィルタブロック 22 のそれぞれによって互いに異なる波長の光に分波したり、互いに異なる波長の複数の光を各フィルタブロック 22 が受けて当該複数の光を合波したりすることが可能である。なお、WDM 信号の場合、複数のフィルタブロック 22 は、例えば、特定の波長を含むある帯域の波長について光を透過させ、その帯域以外の波長について光を反射させるような分光特性を有する誘電体多層膜コート面を使用できる。例えば、WDM 信号に含まれる個々の光信号の波長は所定の間隔以上で離れているので、複数のフィルタブロック 22 のカット特性（例えば、ある値より長い波長は透過させ、ある値よりも短い波長は反射させるといった分光特性の急峻さ）は光信号の波長の間隔に応じて設定される。

【0030】

反射鏡ブロック 23 は、反射鏡が設けられた反射鏡付きブロックである。反射鏡ブロック 23 は、第 1 方向 D1 に沿うように傾斜して配置されており、複数のフィルタブロック 22 のそれぞれに密着する。反射鏡ブロック 23 の第 1 方向 D1 の一方の端部はフィルタブロック 22 からはみ出しており、反射鏡ブロック 23 の第 1 方向 D1 の他方の端部はフィルタブロック 22 の端部に揃えられる。

【0031】

リフレクタ 24 は、光ファイバ 7 の光軸方向である方向 A2 に対して傾斜する第 2 方向 D2 に沿って延びるように配置される。なお、第 1 方向 D1 及び第 2 方向 D2 は互いに交差（例えば直交）している。方向 A2 に対する第 2 方向 D2 の角度は、リフレクタ 24 の屈折率に応じて設定され、例えば 12° である。以上のように、方向 A1 と第 1 方向 D1 との成す角度、及び方向 A2 と第 2 方向 D2 との成す角度が共に 12° であること、並びに、フィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23、及びリフレクタ 24 が屈折率 1.5 の

10

20

30

40

50

ガラスであることから、レンズアレイ 11 のレンズ部 11 a からコリメート光がリフレクタ 24 に入射するときの屈折角はスネルの法則により 8° となる。これにより、フィルタブロック 22 への光の入射角を 8° と十分に小さくすることにより、フィルタブロック 22 における光の選択透過を確実に行うことが可能となる。一般に、誘電体多層膜コート面は、分光特性に入射角依存性があるため、入射角を所定の値よりも小さくすることが好ましい。

【0032】

リフレクタ 24 は、複数のフィルタブロック 22 の第 1 方向 D1 の一端に搭載されると共に、レンズアレイ 11 のレンズ部 11 a に対向するように配置される。リフレクタ 24 は、1 つのフィルタブロック 22 と反射鏡ブロック 23 に密着する。また、複数のフィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23、及びリフレクタ 24 は互いに密着し、互いに接着剤（樹脂）によって固定される。この接着剤は、例えば硬化後の屈折率がガラスの屈折率（1.5）と同程度となる接着剤（樹脂）である。

10

【0033】

図 9 は、ベース 21 を示す斜視図である。図 8 及び図 9 に示されるように、ベース 21 は、方向 A1 及び方向 A2 に延びる矩形状を成しており、高さ方向である方向 A3 に厚みを有する。方向 A3 は、方向 A1 及び方向 A2 の双方に交差（例えば直交）する方向である。ベース 21 は、例えば、金属によって構成されており、ダイキャスト等、金型による成型加工によって形成される。この場合、ベース 21 にかかるコストを抑えることが可能となる。しかしながら、ベース 21 は、プラスチックによって構成されていてもよく、ベース 21 の材料は適宜変更可能である。但し、ベース 21 の材料は、温度の変化による応力の影響を抑制するため、フィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23、及びリフレクタ 24 の線膨張係数と合っているか、またはできるだけ近い線膨張係数を有する材料であることが好ましい。

20

【0034】

ベース 21 は、複数のフィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23、及びリフレクタ 24 が搭載される凹部 21 a を有する。この凹部 21 a にフィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23 及びリフレクタ 24 が搭載されることにより、搭載されたときにフィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23、及びリフレクタ 24 がベース 21 から方向 A3 に突出しないようにすることが可能となる。

30

【0035】

図 7 及び図 9 に示されるように、ベース 21 の凹部 21 a は、フィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23、及びリフレクタ 24 が接触する底面 21 b と、フィルタブロック 22 及びリフレクタ 24 が対面する第 1 内面 21 c と、反射鏡ブロック 23 が接触する第 2 内面 21 d と、第 1 内面 21 c の方向 A1 の両端それぞれから方向 A1 に更に延びる第 3 内面 21 e 及び第 4 内面 21 f とを有する。底面 21 b は、例えば方向 A1 及び方向 A2 に延在する平坦状とされている。底面 21 b は、複数の光ファイバ 7 のそれぞれの光軸を含む平面と平行となるように設定される。第 1 内面 21 c は第 1 方向 D1 及び方向 A3 に沿って平坦状に延びている。第 1 内面 21 c、第 2 内面 21 d、第 3 内面 21 e、及び第 4 内面 21 f は、底面 21 b に対して垂直に延びており、底面 21 b に対する垂直度を確保するために精密加工がなされている。

40

【0036】

第 1 内面 21 c 及び第 2 内面 21 d は、互いに平行に延びている。第 1 内面 21 c 及び第 2 内面 21 d は、その平行度を確保するため、共に精密加工がなされている。第 2 内面 21 d と底面 21 b の間には底面 21 b から窪む凹部 21 g が形成されている。凹部 21 g は、第 1 方向 D1 に沿って直線状に延びている。凹部 21 g は、ベース 21 の成型時のフレット又は TFB アセンブリ 20 の各 부품のチップング等による干渉を避けるために設けられる。

【0037】

図 8 及び図 9 に示されるように、ベース 21 の第 1 内面 21 c、第 3 内面 21 e 及び第

50

4内面21fの反対側には、フェルール10の端面12が対向する端面21hが形成されている。第1内面21c及び端面21hには貫通孔21jが形成されており、例えば、貫通孔21jは方向A1に長く延びる長形状とされている。貫通孔21jは、フィルタブロック22又はリフレクタ24とレンズアレイ11との間を通る光路のための孔である。

【0038】

端面21hには、レンズアレイ11を保持する凹部21kが形成されており、凹部21kは貫通孔21jを囲むように設けられる。凹部21kにレンズアレイ11が嵌り込むことによって、レンズアレイ11はベース21に保持される。凹部21kには、レンズアレイ11及びベース21を互いに接着する接着剤が入り込む。また、端面21hには、端面21hから方向A2に突出する一对のガイド21mが設けられている。一对のガイド21mは、凹部21kの方向A1の両側それぞれに設けられている。すなわち、一对のガイド21mは、2つのガイド21mの間に凹部21kが配置されるように設けられている。

【0039】

ガイド21mは、TFBアセンブリ20をフェルール10に取り付けるために設けられた突起である。各ガイド21mがフェルール10の各ガイド孔12aに嵌め込まれることにより、光ファイバ7の光軸方向(方向A2)におけるレンズアレイ11とTFBアセンブリ20との調心が行われると共に、フェルール10に対するTFBアセンブリ20の位置決めがなされる。このようなレンズアレイ11とTFBアセンブリ20との調心方法は、アクティブ調心のように光のモニタを必要とせず、パッシブ調心という。レンズアレイ11とフィルタブロック22及びリフレクタ24との間の光路を通る光はコリメート光となっているためパッシブ調心を可能としている。

【0040】

図10は、光ファイバ7、フェルール10、レンズアレイ11及びTFBアセンブリ20を示す平面図である。図10及び図11では、図示を分かりやすくするために光の光軸以外の部分を全て実線で示している。図10に示されるように、ガイド21mの外面とガイド孔12aの内面との間には、前述した調心(パッシブ調心)及び位置決めが可能な程度のクリアランスCが設けられる。前述の調心を行うときに、例えば、ベース21とフェルール10との接合部の周囲に接着剤としてUV樹脂を塗布し、このUV樹脂を硬化させることによってフェルール10とTFBアセンブリ20とを互いに接合する。

【0041】

図11は、図10のTFBアセンブリ20を拡大した平面図である。図10及び図11に示されるように、各フィルタブロック22は、レンズアレイ11側を向く第1面22aと、第1面22aの反対側(反射鏡ブロック23側)を向く第2面22bと、第1面22a及び第2面22bに直交する一对の側面22cとを有する。第2面22bは、分光特性を有する誘電体多層膜がコーティングされた多層膜コート面であり、第1面22a及び第2面22bは、共に精密加工がなされている。この精密加工によって第1面22aと第2面22bとの間隔が所望の間隔になると共に、第1面22a及び第2面22bの平行度が確保される。なお、第1面22aと第2面22bとの間隔の精度は $\pm 10 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。この場合、フィルタブロック22からの光の出射位置がずれて軸ずれを誘発する可能性を抑えることが可能となる。軸ずれは、例えばフィルタブロック22とレンズアレイ11との光学結合の結合効率を低下させ、光モジュール1の挿入損失を増大させる要因となる。

【0042】

前述したように、複数のフィルタブロック22は第1方向D1に沿って配列されており、第1方向D1の中央側に位置する2個のフィルタブロック22の側面22cは隣接するフィルタブロック22の側面22cに密着する。また、第1方向D1の一端(図10及び図11の左端)に位置するフィルタブロック22の上記一端側の側面22cはリフレクタ24に密着する。一方、第1方向D1の他端(図10及び図11の右端)に位置するフィルタブロック22の上記他端側の側面22cは露出した状態とされる。複数のフィルタブロック22のそれぞれの第1方向D1の長さ(側面22cの間隔)は、レンズアレイ11

10

20

30

40

50

のレンズ部 1 1 a の間隔に応じて設定される。

【 0 0 4 3 】

反射鏡ブロック 2 3 は、各フィルタブロック 2 2 に接触する第 1 面 2 3 a と、第 1 面 2 3 a の反対側を向く第 2 面 2 3 b と、第 1 面 2 3 a 及び第 2 面 2 3 b に直交する一対の側面 2 3 c とを有する。第 1 面 2 3 a、第 2 面 2 3 b 及びリフレクタ 2 4 側の側面 2 3 c は、共に精密加工がなされている。この精密加工により、第 1 面 2 3 a と第 2 面 2 3 b との平行度を確保し、第 2 面 2 3 b とリフレクタ 2 4 側の側面 2 3 c との垂直度を確保すると共に、第 1 面 2 3 a と第 2 面 2 3 b との間隔が所望の間隔となる。第 2 面 2 3 b は、ベース 2 1 の第 2 内面 2 1 d に密着する。第 2 面 2 3 b には、例えば、反射鏡となる金属が蒸着されており、第 2 面 2 3 b は、第 1 方向 D 1 に沿って延びる第 2 反射面に相当する。また、反射鏡ブロック 2 3 の一方の側面 2 3 c はリフレクタ 2 4 に密着し、他方の側面 2 3 c は露出した状態とされる。

10

【 0 0 4 4 】

リフレクタ 2 4 は、1 個のフィルタブロック 2 2 と反射鏡ブロック 2 3 とを跨ぐように第 2 方向 D 2 に延びている。リフレクタ 2 4 は、1 本の光ファイバ 7 からの光、又は第 2 面 2 3 b からの光を反射するために設けられる。リフレクタ 2 4 は、1 個のフィルタブロック 2 2 及び反射鏡ブロック 2 3 に密着する密着面 2 4 a と、密着面 2 4 a の反対側を向く反射面 2 4 b とを有し、密着面 2 4 a 及び反射面 2 4 b は互いに平行となっている。反射面 2 4 b は、光ファイバ 7 の光軸方向である方向 A 2 に対して傾斜する第 2 方向 D 2 に延びる第 1 反射面に相当し、入射された光を全反射させる。リフレクタ 2 4 の反射面 2 4 b の反射点 2 4 c は、リフレクタ 2 4 をベース 2 1 の第 2 内面 2 1 d に沿って方向 D 1 に動かすことによって調整可能である。反射点 2 4 c が、フィルタブロック 2 2 の第 2 面 2 2 b (多層膜) を第 1 方向 D 1 に延長した位置に位置するように、リフレクタ 2 4 はベース 2 1 に搭載される。

20

【 0 0 4 5 】

次に、TFB アセンブリ 2 0 及びフェルール 1 0 における光の光路について、光モジュール 1 が光分波器である場合、及び光モジュール 1 が光合波器である場合のそれぞれについて説明する。なお、説明の便宜上、複数のフィルタブロック 2 2 については、図 1 1 の左から順にフィルタブロック 2 2 A, 2 2 B, 2 2 C, 2 2 D として説明し、利用する光ファイバ 7 については、図 1 1 の左から順に光ファイバ 7 A, 7 B, 7 C, 7 D, 7 E と

30

【 0 0 4 6 】

まず、光モジュール 1 が光分波器である場合、例えば、1 本の光ファイバ 7 A からレンズアレイ 1 1 の 1 つのレンズ部 1 1 a を介してリフレクタ 2 4 に光 L 1 が入射する。光 L 1 は、例えば互いに波長の異なる 4 つの光信号を含む WDM 信号である。リフレクタ 2 4 に入射した光 L 1 はリフレクタ 2 4 の反射点 2 4 c において反射し、反射鏡ブロック 2 3 の第 2 面 2 3 b に到達する。第 2 面 2 3 b は複数の光ファイバ 7 が並ぶ方向 A 1 に対して傾いているため、第 2 面 2 3 b に到達した光 L 1 は第 2 面 2 3 b において反射してリフレクタ 2 4 に隣接するフィルタブロック 2 2 A に向かう。

【 0 0 4 7 】

フィルタブロック 2 2 A に向かう光 L 1 は、フィルタブロック 2 2 A の第 2 面 2 2 b に到達し、光 L 1 のうち特定波長 (第 1 波長) の光 L 2 のみがフィルタブロック 2 2 A を透過する。フィルタブロック 2 2 A を透過した光 L 2 は、レンズアレイ 1 1 のレンズ部 1 1 a を介して光ファイバ 7 B に集光される。一方、光 L 1 のうち特定波長 (第 1 波長) 以外の光 L 3 は、第 2 面 2 2 b において反射し、第 2 面 2 2 b は方向 A 1 に対して傾いているため、反射鏡ブロック 2 3 の第 2 面 2 3 b に向かう。第 2 面 2 3 b に到達した光 L 3 は、第 2 面 2 3 b において反射し、フィルタブロック 2 2 A に隣接するフィルタブロック 2 2 B に向かう。

40

【 0 0 4 8 】

フィルタブロック 2 2 B に向かう光 L 3 は、フィルタブロック 2 2 B の第 2 面 2 2 b に

50

到達し、光 L 3 のうち特定波長（第 2 波長）の光 L 4 のみがフィルタブロック 2 2 B を透過する。フィルタブロック 2 2 B を透過した光 L 4 は、レンズアレイ 1 1 のレンズ部 1 1 a を介して光ファイバ 7 C に集光される。一方、光 L 3 のうち特定波長（第 2 波長）以外の光 L 5 は、第 2 面 2 2 b において反射し、上記同様、反射鏡ブロック 2 3 の第 2 面 2 3 b に向かう。第 2 面 2 3 b に到達した光 L 5 は、第 2 面 2 3 b において反射しフィルタブロック 2 2 B に隣接するフィルタブロック 2 2 C に向かう。

【 0 0 4 9 】

フィルタブロック 2 2 C に向かう光 L 5 は、上記同様、第 2 面 2 2 b に到達し、光 L 5 のうち特定波長（第 3 波長）の光 L 6 のみがフィルタブロック 2 2 C を透過する。光 L 6 は、レンズアレイ 1 1 のレンズ部 1 1 a を介して光ファイバ 7 D に集光される。一方、光 L 5 のうち特定波長（第 3 波長）以外の光 L 7 は、第 2 面 2 2 b において反射し、第 2 面 2 3 b に向かう。光 L 7 は、第 2 面 2 3 b において反射しフィルタブロック 2 2 C に隣接するフィルタブロック 2 2 D に向かう。フィルタブロック 2 2 D における光の透過波長帯域は、光 L 7 を透過可能な波長（第 4 波長）とされているため、光 L 7 はフィルタブロック 2 2 D を透過する。フィルタブロック 2 2 D を透過した光 L 7 は、上記同様、光ファイバ 7 E に集光される。以上より、1 本の光ファイバ 7 A から入射した光 L 1 を、光 L 2、光 L 4、光 L 6、及び光 L 7 のそれぞれ互いに波長の異なる 4 つの光に分波することが可能である。光 L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、L 6、L 7 はコリメート光である。

10

【 0 0 5 0 】

ところで、第 1 波長、第 2 波長、第 3 波長、及び第 4 波長のそれぞれの値は任意に設定することができる。それぞれの値に応じて、複数のフィルタブロック 2 2 のそれぞれの誘電体多層膜コート面の分光特性を適宜設定する。例えば、波長の短い順（あるいは長い順）に第 1 波長、第 2 波長、第 3 波長、及び第 4 波長を設定した場合、フィルタブロック 2 2 A の第 2 面 2 2 b には、第 1 波長を透過帯域に含み、第 2 波長、第 3 波長、及び第 4 波長を反射帯域に含むような分光特性を有する誘電体多層膜コート面を形成し、フィルタブロック 2 2 B の第 2 面 2 2 b には、第 2 波長を透過帯域に含み、第 3 波長及び第 4 波長を反射帯域に含むような分光特性を有する誘電体多層膜コート面を形成し、フィルタブロック 2 2 C の第 2 面 2 2 b には、第 3 波長を透過帯域に含み、第 4 波長を反射帯域に含むような分光特性を有する誘電体多層膜コート面を形成する（フィルタブロック 2 2 D についても同様）。なお、この場合、光 L 3 は第 1 波長の光を含んでいないので、フィルタブロック 2 2 B の誘電体多層膜コート面の分光特性の透過領域は、第 1 波長を含んでいてもよく、光 L 5 は第 1 波長の光及び第 2 波長の光を含んでいないので、フィルタブロック 2 2 C の誘電体多層膜コート面の分光特性の透過領域は、第 1 波長及び第 2 波長を含んでいてもよい。

20

30

【 0 0 5 1 】

光モジュール 1 が光合波器である場合は、光モジュール 1 が光分波器である場合とは光の進行方向が逆となっている。具体的には、光ファイバ 7 B、7 C、7 D、7 E のそれぞれからレンズアレイ 1 1 の各レンズ部 1 1 a を介してフィルタブロック 2 2 A、2 2 B、2 2 C、2 2 D のそれぞれに光 L 2、光 L 4、光 L 6、及び光 L 7 のそれぞれが入射する。フィルタブロック 2 2 A、2 2 B、2 2 C、2 2 D のそれぞれは、光 L 2、光 L 4、光 L 6、及び光 L 7 のそれぞれを透過する。

40

【 0 0 5 2 】

フィルタブロック 2 2 D を透過した第 4 波長の光 L 7 は、第 2 面 2 3 b において反射し、フィルタブロック 2 2 C に到達して第 2 面 2 2 b にて反射すると共に第 3 波長の光 L 6 と合波して光 L 5 となる。光 L 5 は、第 2 面 2 3 b において反射し、フィルタブロック 2 2 B に到達して第 2 面 2 2 b にて反射すると共に第 2 波長の光 L 4 と合波して光 L 3 となる。光 L 3 は、第 2 面 2 3 b において反射し、フィルタブロック 2 2 A に到達して第 2 面 2 2 b にて反射すると共に第 1 波長の光 L 2 と合波して光 L 1 となる。そして、光 L 1 は、第 2 面 2 3 b において反射してリフレクタ 2 4 の反射点 2 4 c に到達し、反射点 2 4 c において反射した後に、レンズアレイ 1 1 のレンズ部 1 1 a によって光ファイバ 7 A に集

50

光される。以上より、4本の光ファイバ7B, 7C, 7D, 7Eのそれぞれから入射した互いに波長の異なる光L2、光L4、光L6、及び光L7を、1つの光L1(WDM信号)に合波することが可能である。

【0053】

続いて、光モジュール1から得られる作用効果について詳細に説明する。光モジュール1では、リフレクタ24は、レンズアレイ11に対向すると共に光ファイバ7の光軸方向である方向A2に対して傾斜する第2方向D2に沿って延びる反射面24bを有し、反射鏡ブロック23は第1方向D1に沿って延びる反射面である第2面23bを有し、各フィルタブロック22は受けた光のうちそれぞれ特定波長の光のみを透過すると共に特定波長以外の波長を反射する。よって、1本の光ファイバ7Aからレンズアレイ11を介してリフレクタ24に向かう光L1は、反射面24bにおいて反射して第2面23bに到達し、第2面23bにおいて反射された後にフィルタブロック22Aに入射する。

10

【0054】

フィルタブロック22Aに入射した光L1のうち、特定波長(第1波長)の光L2はフィルタブロック22Aを透過して光ファイバ7Bに到達し、特定波長(第1波長)以外の光L3はフィルタブロック22Aにおいて反射され別のフィルタブロック22Bに入射する。このように、1本の光ファイバ7Aからリフレクタ24に向かう光L1を各フィルタブロック22A, 22B, 22C, 22D及び各光ファイバ7B, 7C, 7D, 7Eに分岐することができると共に、互いに異なる波長を有する複数の光L2, L4, L6, L7を等間隔に光ファイバ7B, 7C, 7D, 7Eに入射させることができる。

20

【0055】

また、各光ファイバ7B, 7C, 7D, 7Eから各フィルタブロック22A, 22B, 22C, 22Dに入射する互いに異なる波長の光L2, L4, L6, L7は、上記の光の光路と逆向きに進行するので、各フィルタブロック22A, 22B, 22C, 22D、反射鏡ブロック23、リフレクタ24及びレンズアレイ11を介して1本の光ファイバ7Aに合流させることができる。

【0056】

更に、光モジュール1では、リフレクタ24、反射鏡ブロック23、及び複数のフィルタブロック22がいずれもベース21上に搭載される。従って、ベース21上にリフレクタ24、反射鏡ブロック23、及び複数のフィルタブロック22を効率よく配置することにより、各部品の小型化を維持しつつ、光を合波又は分波する光モジュール1を効率よく製造することができる。よって、製造性を良好にすると共に光モジュール1の小型化を実現させることができる。

30

【0057】

また、光ファイバ7が並ぶ方向A1に対する第1方向D1の角度は12°である。従って、光ファイバ7が並ぶ方向A1に対して複数のフィルタブロック22を並べる方向が傾くので、複数のフィルタブロック22を効率よく配置することができる。よって、製造性を良好にすると共に光モジュール1の小型化を実現させることができる。

【0058】

また、複数のフィルタブロック22のそれぞれに対する光の入射角は8°である。このように、複数のフィルタブロック22光の入射角を小さくすることによって誘電体多層膜コート面の分光特性への入射角依存性の影響を低減することができる。

40

【0059】

また、光ファイバ7の光軸方向である方向A2に対する第2方向D2の角度は12°である。従って、光ファイバ7の光軸方向に対するリフレクタ24の反射面24bの延在方向が12°となる。よって、1本の光ファイバ7Aからの光L1を小さい角度で反射面24bに入射させることができる。

【0060】

また、複数のフィルタブロック22、反射鏡ブロック23、及びリフレクタ24は、ベース21上において互いに密着する。すなわち、ベース21上に搭載される各部品が互い

50

に密着する。従って、ベース 2 1 上の各部品を密着した状態で搭載できるので、各部品を一層効率よく配置することができる。よって、光モジュール 1 の小型化を実現させると共に製造性を更に高めることができる。

【0061】

(第2実施形態)

次に、第2実施形態に係る光モジュールについて説明する。以降の説明では、重複を回避するため、第1実施形態と重複する説明を適宜省略する。図12は、第2実施形態に係る光モジュール31を示す斜視図である。図12に示されるように、光モジュール31は、複数の第1コネクタ32Aと、複数の第2コネクタ32Bと、各第1コネクタ32Aから延びる複数の第1ケーブル33Aと、各第2コネクタ32Bから延びる複数の第2ケーブル33Bと、第1ケーブル33A及び第2ケーブル33Bに接続されたジャケット34と、ジャケット34から延び出すリボンファイバ35と、リボンファイバ35のジャケット34との反対側に位置するフェルール40と、フェルール40に取り付けられるTFBアセンブリ50とを備える。

10

【0062】

光モジュール31は、光信号を合波及び分波する合分波モジュール(光合分波器)である。例えば、第1コネクタ32Aは合波側光コネクタであり、第2コネクタ32Bは分波側光コネクタである。具体的には、N個(Nは3以上の自然数)の第1コネクタ32Aのうち、N-1個の第1コネクタ32Aから光モジュール31に互いに異なる波長の光信号が入力されたとき、TFBアセンブリ50は、入力されたN-1個の互いに異なる波長の光信号を1つの光信号(WDM信号)に合波する。TFBアセンブリ50が合波して得られた1つの光信号は、残り1個の第1コネクタ32Aから光モジュール31の外部に出力される。

20

【0063】

また、M個(Mは3以上の自然数)の第2コネクタ32Bのうち、1個の第2コネクタ32Bから光モジュール31に光信号(WDM信号)が入力されたとき、TFBアセンブリ50は、入力された1つの光信号をM-1個の光信号に分波する。TFBアセンブリ50が分波して得られたM-1個の光信号は、残りM-1個の第2コネクタ32Bのそれぞれから光モジュール31の外部に出力される。このように、光モジュール31は、光信号の合波と分波とを共に行うことが可能な合分波モジュールである。なお、光信号の流れの詳細については後述する。

30

【0064】

第1コネクタ32A及び第2コネクタ32Bの構成は、例えば、前述したコネクタ2の構成と同一であり、第1ケーブル33A及び第2ケーブル33Bの構成は前述したケーブル3の構成と同一である。第1ケーブル33A及び第2ケーブル33Bのそれぞれは、ジャケット34の下段及び上段のそれぞれに接続されている。第1ケーブル33A及び第2ケーブル33Bのそれぞれはジャケット34から互いに分岐して延びている。

【0065】

図13は、ジャケット34、リボンファイバ35、フェルール40及びTFBアセンブリ50を示す斜視図である。図14は、フェルール40及びTFBアセンブリ50を拡大した図である。図13及び図14に示されるように、リボンファイバ35は、例えば、2×12リボンファイバである。リボンファイバ35の先端にはフェルール40が取り付けられており、フェルール40は複数の光ファイバ37を保持している。

40

【0066】

例えば、フェルール40は、24本の光ファイバ37を保持する24芯MTコネクタを構成する。リボンファイバ35及びフェルール40では、12本の光ファイバ37が方向A1に沿って配列されており、方向A1に沿って並ぶ12本の光ファイバ37の組が上下2列に二組設けられる。すなわち、方向A1に沿って並ぶ12本の光ファイバ37の組は、高さ方向である方向A3に沿って二組設けられる。

【0067】

50

フェルール 40 の端面にはレンズアレイ 41 が取り付けられる。レンズアレイ 41 の構成は、例えば前述したレンズアレイ 11 の構成と同様であり、コリメートレンズであるレンズ部の数がレンズアレイ 11 とは異なっている。レンズアレイ 41 では、方向 A1 に沿って 12 個のレンズ部が配列されており、方向 A1 に沿って並ぶ 12 個のレンズ部の組が上下 2 列に二組設けられる。レンズアレイ 41 のレンズ部の配列は、フェルール 40 における光ファイバ 37 の配列に対応している。第 2 実施形態では、24 本の光ファイバ 37 のうちの 10 本（上側の配列のうち 5 本と下側の配列のうち 5 本）を利用する。

【0068】

TFB アセンブリ 50 は、フェルール 40 に取り付けられるベース 51 と、複数のフィルタブロック 52 と、フィルタブロック 52 から見てレンズアレイ 41 の反対側に配置される反射鏡ブロック 53（合分波ブロック）と、光ファイバ 37 又は反射鏡ブロック 53 からの光を反射するリフレクタ 54 とを備える。ベース 51、フィルタブロック 52、反射鏡ブロック 53 及びリフレクタ 54 のそれぞれの構成及び機能は、例えば、前述したベース 21、フィルタブロック 22、反射鏡ブロック 23 及びリフレクタ 24 のそれぞれの構成及び機能と同様である。

10

【0069】

TFB アセンブリ 50 及びフェルール 40 における光の光路について図 14 及び図 15 を参照しながら説明する。図 15 は、TFB アセンブリ 50 及びフェルール 40 を光ファイバ 37 が並ぶ方向 A1 から見た側面図である。図 14 及び図 15 に示されるように、TFB アセンブリ 50 及びフェルール 40 では、方向 A3 の一方側（例えば図 15 の上側）における光の進行方向と、方向 A3 の他方側（例えば図 15 の下側）における光の進行方向とが互いに逆とされている。例えば、方向 A3 の一方側には第 1 コネクタ 32A の光が通り、方向 A3 の他方側には第 2 コネクタ 32B の光が通る。方向 A3 の一方側を通る光の光路と、方向 A3 の他方側を通る光の光路とは、互いに干渉しない程度に離間している。

20

【0070】

4 個の第 1 コネクタ 32A のそれぞれから互いに波長の異なる光信号が光モジュール 31 に入力されると、4 本の光ファイバ 37 のそれぞれからレンズアレイ 41 を介して 4 個のフィルタブロック 52 のそれぞれに各光信号が入射する。各フィルタブロック 52 は各光を透過する。4 つのフィルタブロック 52 のうち、リフレクタ 54 に隣接しない 3 つのフィルタブロック 52 を透過した光は、反射鏡ブロック 53 の第 2 面 23b において反射し、隣接するフィルタブロック 52 に入射すると共にフィルタブロック 52 を透過した光と合波する。

30

【0071】

一方、4 つのフィルタブロック 52 のうち、リフレクタ 54 に隣接するフィルタブロック 52 を透過した光は、反射鏡ブロック 53 の第 2 面 23b において反射してリフレクタ 54 の反射点 24c に到達する。反射点 24c に到達した光は、反射点 24c において反射した後にレンズアレイ 41 を介して 1 本の光ファイバ 37 に集光される。以上のように、光モジュール 31 では、4 本の光ファイバ 37 のそれぞれから入射した互いに波長の異なる光信号を 1 つの多重化された光信号（WDM 信号）に合波することが可能である。

40

【0072】

図 16 は、方向 A3 の他方側（例えば図 15 の下側）における光ファイバ 37、及び光ファイバ 37 を通る光の光路を示している。図 15 及び図 16 に示されるように、1 本の第 2 コネクタ 32B から多重化された光信号が光モジュール 31 に入力されると、1 本の光ファイバ 37 を介してリフレクタ 54 に当該光が入射する。リフレクタ 54 に入射した光は、リフレクタ 54 の反射点 24c において反射し、反射鏡ブロック 53 の第 2 面 23b に到達する。第 2 面 23b に到達した光は第 2 面 23b において反射してリフレクタ 54 に隣接するフィルタブロック 52 に到達する。

【0073】

フィルタブロック 52 に到達した光のうち、特定波長（第 1 波長）の光のみがフィルタ

50

ブロック 5 2 を透過する。フィルタブロック 5 2 を透過した光は、レンズアレイ 4 1 を介して光ファイバ 3 7 に集光される。一方、フィルタブロック 5 2 に到達した光のうち、特定波長（第 1 波長）以外の光は、フィルタブロック 5 2 において反射し、反射鏡ブロック 5 3 の第 2 面 2 3 b に向かう。第 2 面 2 3 b に到達した光は、第 2 面 2 3 b において反射し、上記フィルタブロック 5 2 に隣接するフィルタブロック 5 2 に到達する。フィルタブロック 5 2 に到達した光のうち、特定波長（第 2 波長）の光のみが、前述と同様、当該フィルタブロック 5 2 を透過しレンズアレイ 4 1 を介して光ファイバ 3 7 に集光される。以上のように、図 1 1 において説明したときと同様、光モジュール 3 1 では、1 本の光ファイバ 3 7 から入射した多重化された光信号をそれぞれ第 1 波長、第 2 波長、第 3 波長、及び第 4 波長を有する 4 つの光信号に分波することが可能である。

10

【 0 0 7 4 】

以上、第 2 実施形態に係る光モジュール 3 1 では、1 本の光ファイバ 3 7 からリフレクタ 5 4 に向かう光を各光ファイバ 3 7 に分岐することができると共に、互いに異なる波長を有する複数の光を等間隔に各光ファイバ 3 7 に入射させることができる。また、複数の光ファイバ 3 7 のそれぞれから各フィルタブロック 5 2 に入射する光は、前述した光の光路とは逆向きに進行するので、各フィルタブロック 5 2、反射鏡ブロック 5 3、リフレクタ 5 4 及びレンズアレイ 4 1 を介して 1 本の光ファイバ 3 7 に合波させることができる。

【 0 0 7 5 】

更に、光モジュール 3 1 では、1 つのフェルール 4 0、及び 1 つの T F B アセンブリ 5 0 によって光の合波及び分波を同時に行うことができる。なお、図 1 5 では、フェルール 4 0 の上側に合波側光コネクタである第 1 コネクタ 3 2 A の光が通り、フェルール 4 0 の下側に分波側光コネクタである第 2 コネクタ 3 2 B の光が通る例を説明した。しかしながら、図 1 7 に示されるように、フェルール 4 0 の上側に第 2 コネクタ 3 2 B の光が通り、フェルール 4 0 の下側に第 1 コネクタ 3 2 A の光が通ってもよく、この場合も同様の作用効果が得られる。

20

【 0 0 7 6 】

以上、本発明に係る光モジュールの各実施形態について説明したが、本発明は前述した実施形態に限定されない。すなわち、本発明が特許請求の範囲に記載された要旨の範囲内において種々の変形及び変更が可能であることは、当業者によって容易に認識される。例えば、前述の実施形態では、L C コネクタであるコネクタ 2、及びパッチコードであるケーブル 3 について説明したが、コネクタ及びケーブルは、L C コネクタ及びパッチコード以外のものであってもよく適宜変更可能である。

30

【 0 0 7 7 】

また、前述の実施形態では、フェルール 1 0 がリボンファイバ 5、ジャケット 4 及びケーブル 3 を介してコネクタ 2 に接続されている例について説明したが、フェルールとコネクタとの接続構造は、リボンファイバ 5、ジャケット 4 及びケーブル 3 に限られず適宜変更可能である。

【 0 0 7 8 】

また、前述の実施形態では、フェルール 1 0 が 1 2 本の光ファイバ 7 を保持しており、T F B アセンブリ 2 0 が 1 2 本の光ファイバ 7 のうち 5 本を利用する例について説明し、更に、フェルール 4 0 が 2 4 本の光ファイバ 3 7 を保持しており、T F B アセンブリ 5 0 が 2 4 本の光ファイバ 3 7 のうち 1 0 本を利用する例について説明した。しかしながら、フェルールが保持する光ファイバの本数、及び T F B アセンブリが利用する光ファイバの本数は適宜変更可能である。但し、1 2 本の光ファイバ 7 を保持するフェルール 1 0 を備える場合には、フェルールとして既製品の 1 2 芯 M T フェルールを用いることが可能である。また、2 4 本の光ファイバ 3 7 を保持するフェルール 4 0 を備える場合には、フェルールとして既製品の 2 4 芯 M T フェルールを用いることが可能である。

40

【 0 0 7 9 】

また、前述の実施形態では、T F B アセンブリ 2 0 が利用する光ファイバ 7 の本数、及びレンズアレイ 1 1 のレンズ部 1 1 a の個数が 5 個であり、フィルタブロック 2 2 の個数

50

が4個であり、1つの入射光を4つの出射光に分波すると共に、4つの入射光を1つの入射光に合波する光モジュール1について説明した。しかしながら、TFBアセンブリが利用する光ファイバの本数、レンズアレイのレンズ部の個数、及びフィルタブロックの個数は適宜変更可能である。また、合波又は分波する光の数も適宜変更可能である。

【0080】

また、前述の実施形態では、凹部21aを有するベース21について説明したが、ベースの形状、大きさ、及び材料は適宜変更可能である。更に、前述の実施形態では、フェルール10がガイド孔12aを有し、ベース21がガイド孔12aに嵌り込むガイド21mを有する例について説明した。しかしながら、ベースがガイド孔を有し、フェルールが当該ガイド孔に嵌り込むガイドを有していてもよい。

10

【0081】

また、前述の実施形態では、方向A1に対する第1方向D1の角度、及び方向A2に対する第2方向D2の角度が12°であり、フィルタブロック22の屈折角、反射鏡ブロック23の屈折角、及びリフレクタ24の屈折角が8°である例について説明した。しかしながら、前述した各角度、フィルタブロックの屈折角、反射鏡ブロックの屈折角、及びリフレクタの屈折角は、上記の値に限られずフィルタブロック22、反射鏡ブロック23、及びリフレクタ24の材料の屈折率に応じて適宜変更可能である。

【符号の説明】

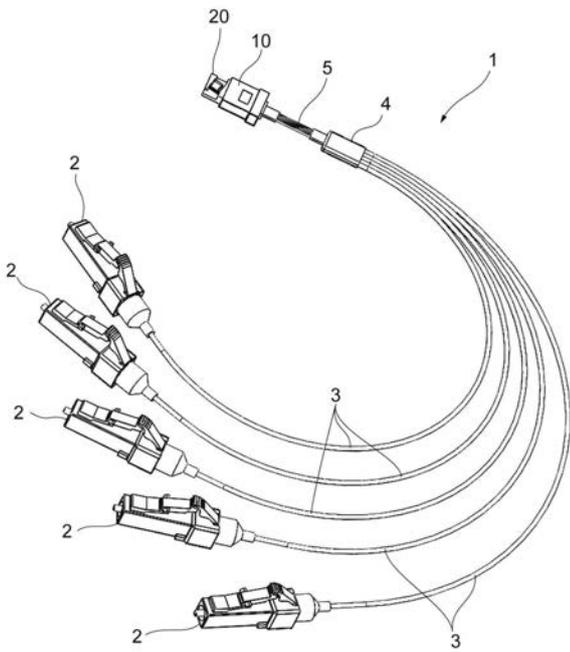
【0082】

1, 31 ... 光モジュール、2 ... コネクタ、3 ... ケーブル、4, 34 ... ジャケット、5, 35 ... リボンファイバ、6, 7, 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 37 ... 光ファイバ、7a ... 先端面、10, 40 ... フェルール、11, 41 ... レンズアレイ、11a ... レンズ部、12 ... 端面、12a ... ガイド孔、20, 50 ... TFBアセンブリ、21, 51 ... ベース、21a ... 凹部、21b ... 底面、21c ... 第1内面、21d ... 第2内面、21e ... 第3内面、21f ... 第4内面、21g ... 凹部、21h ... 端面、21j ... 貫通孔、21k ... 凹部、21m ... ガイド、22, 22A, 22B, 22C, 22D, 52 ... フィルタブロック、22a ... 第1面、22b ... 第2面、22c ... 側面、23, 53 ... 反射鏡ブロック、23a ... 第1面、23b ... 第2面、23c ... 側面、24, 54 ... リフレクタ、24a ... 密着面、24b ... 反射面、24c ... 反射点、32A ... 第1コネクタ、32B ... 第2コネクタ、33A ... 第1ケーブル、33B ... 第2ケーブル、A1, A2, A3 ... 方向、C ... クリアランス、D1 ... 第1方向、D2 ... 第2方向、L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 ... 光。

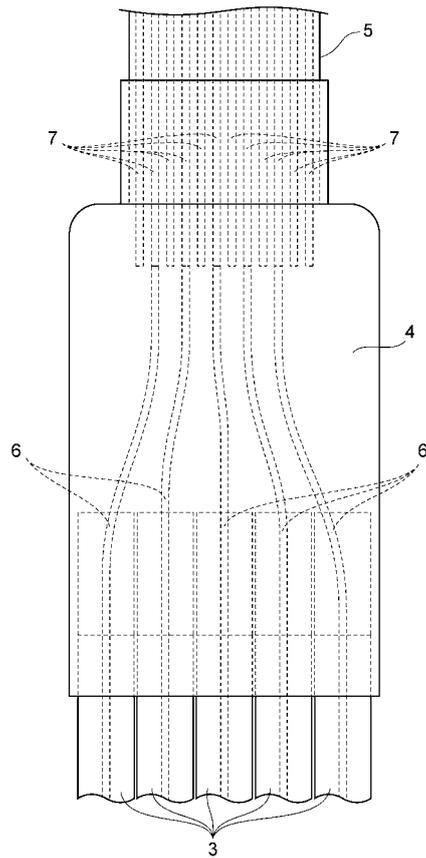
20

30

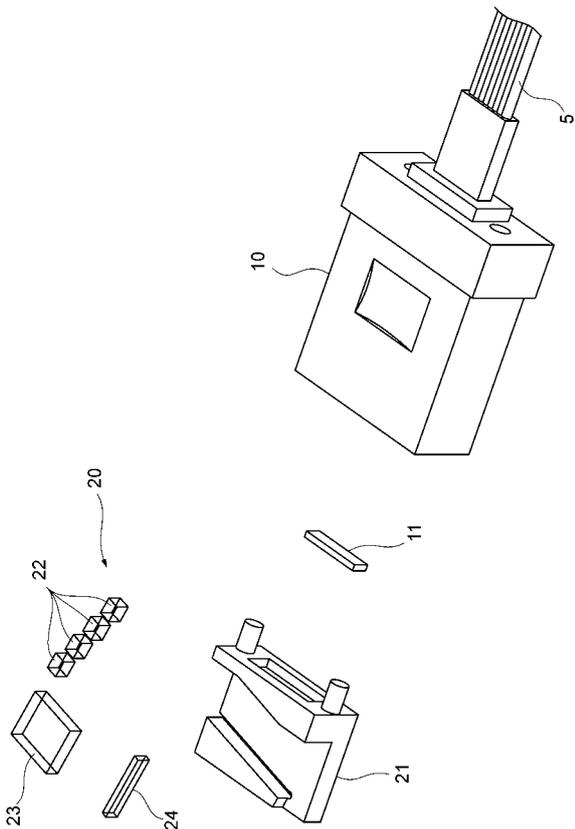
【 図 1 】



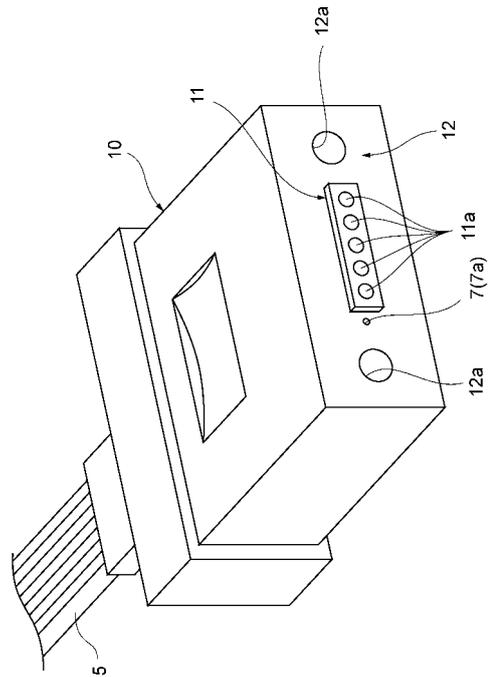
【 図 2 】



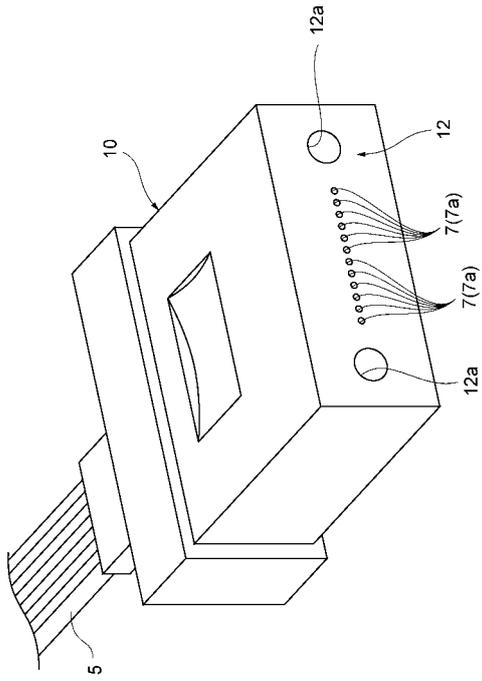
【 図 3 】



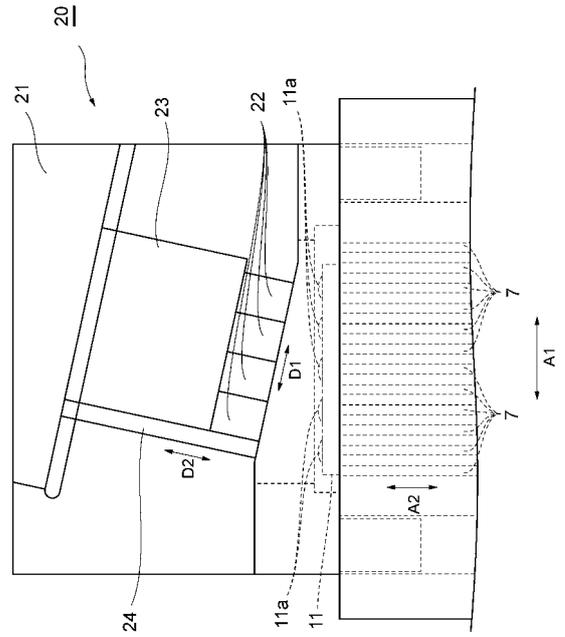
【 図 4 】



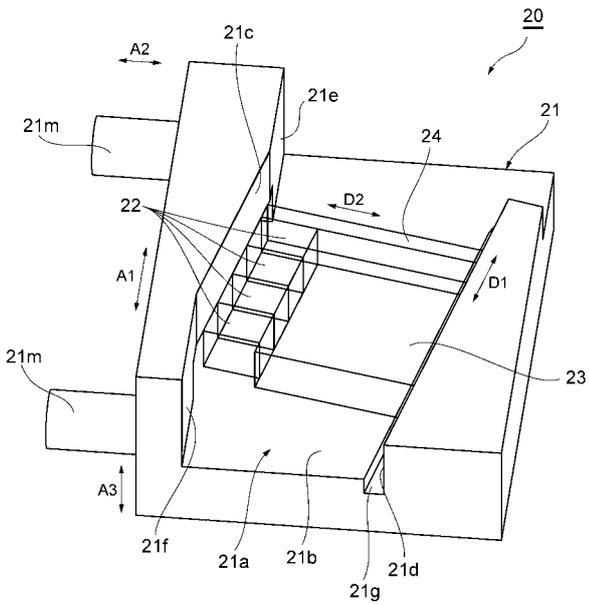
【 図 5 】



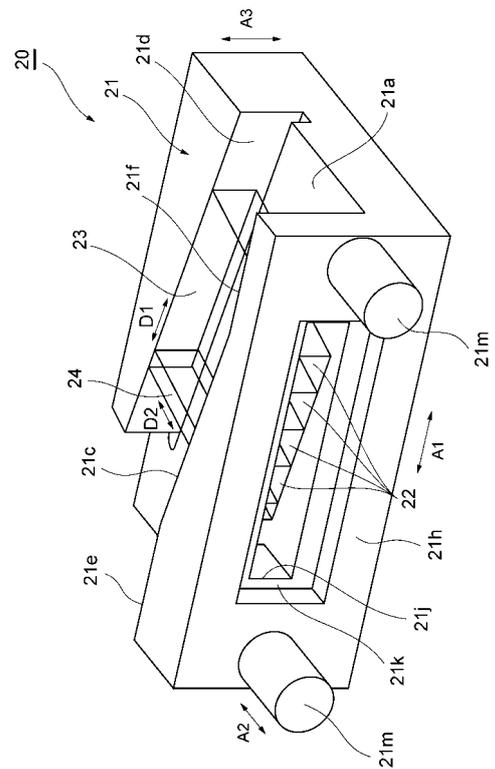
【 図 6 】



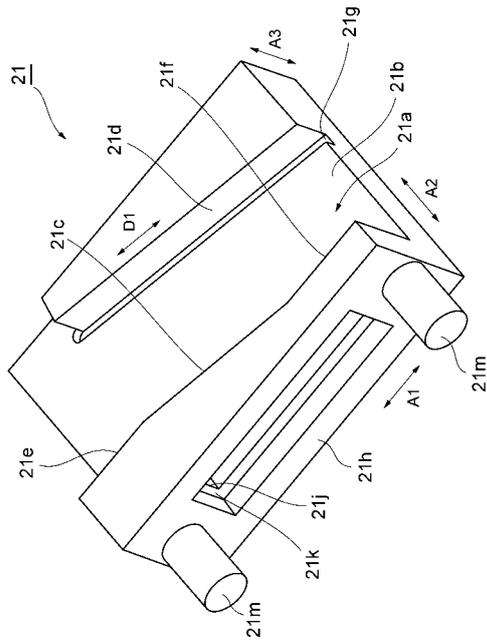
【 図 7 】



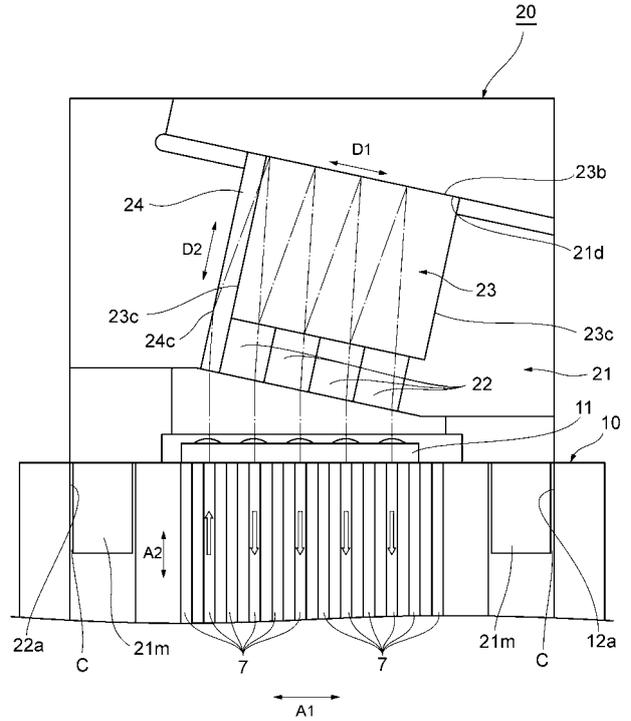
【 図 8 】



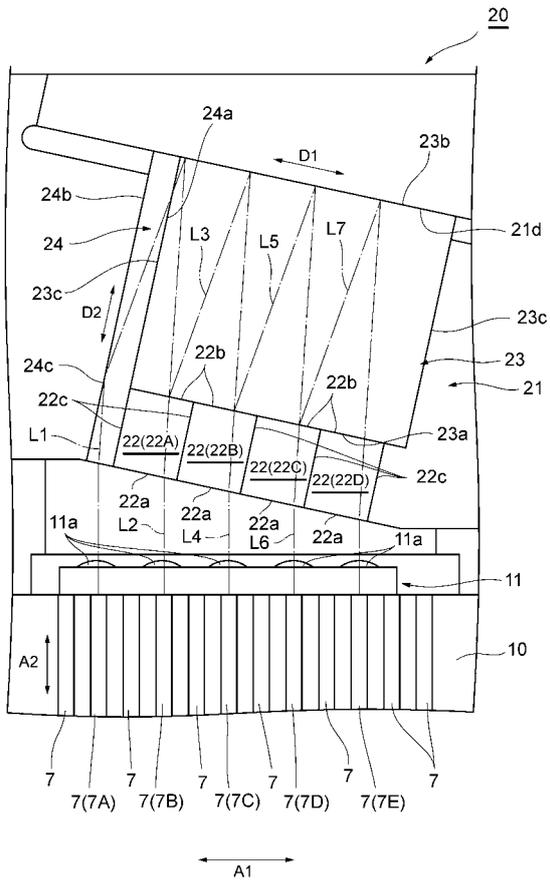
【 図 9 】



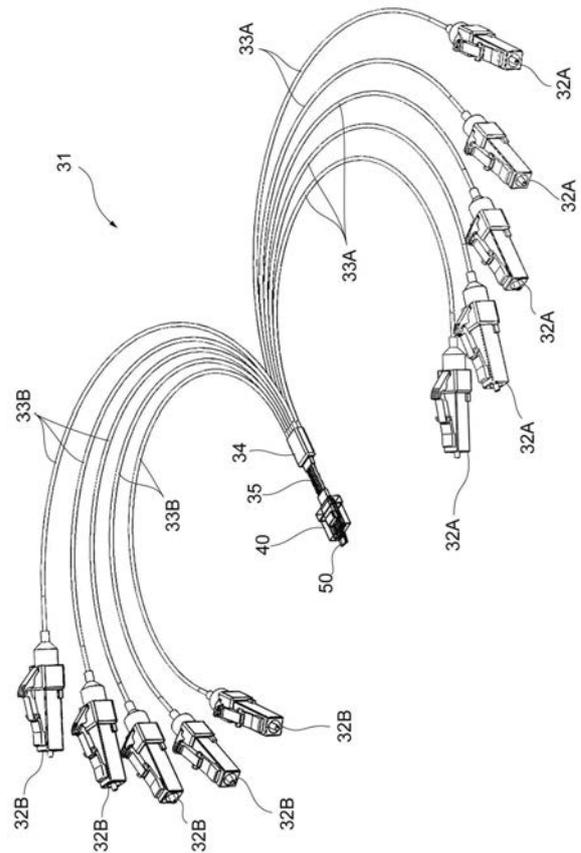
【 図 10 】



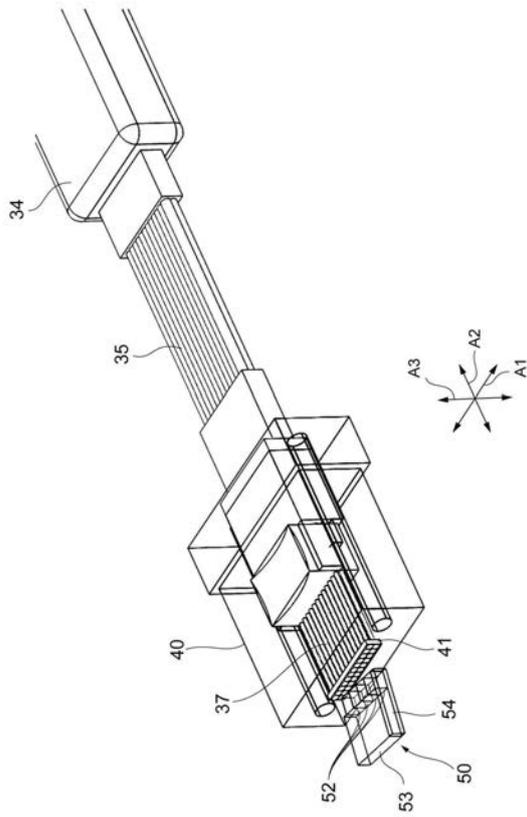
【 図 11 】



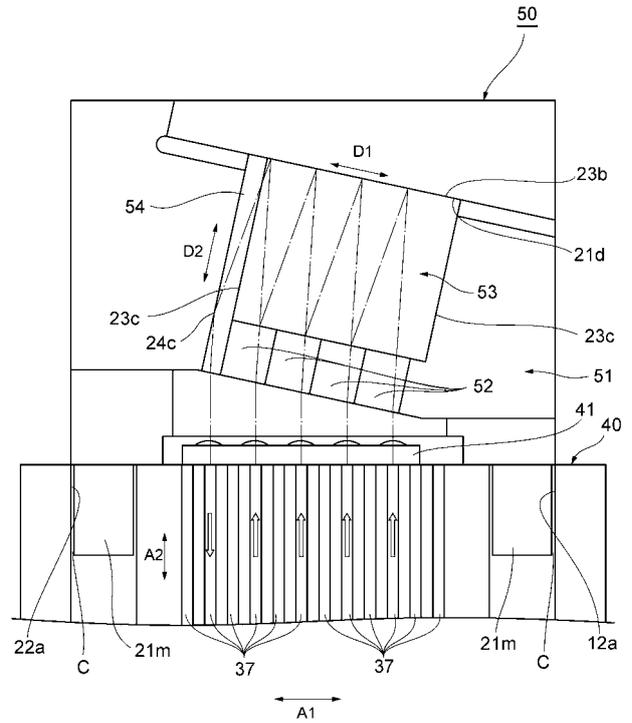
【 図 12 】



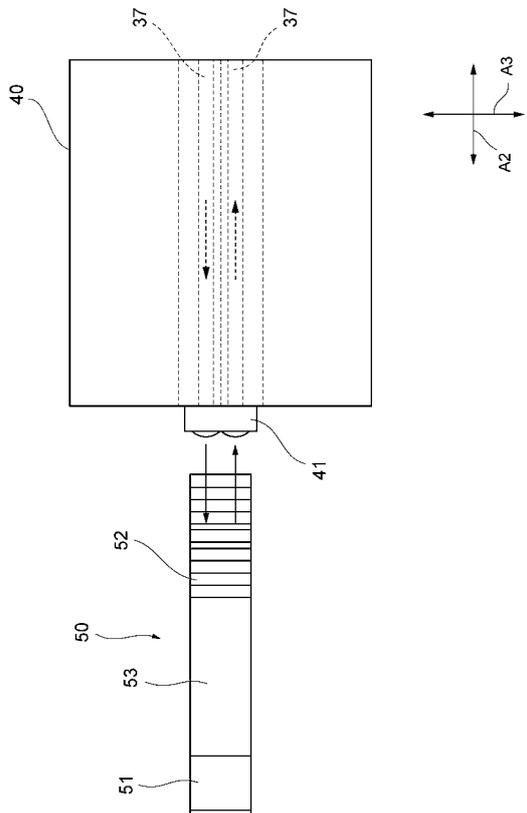
【 図 1 3 】



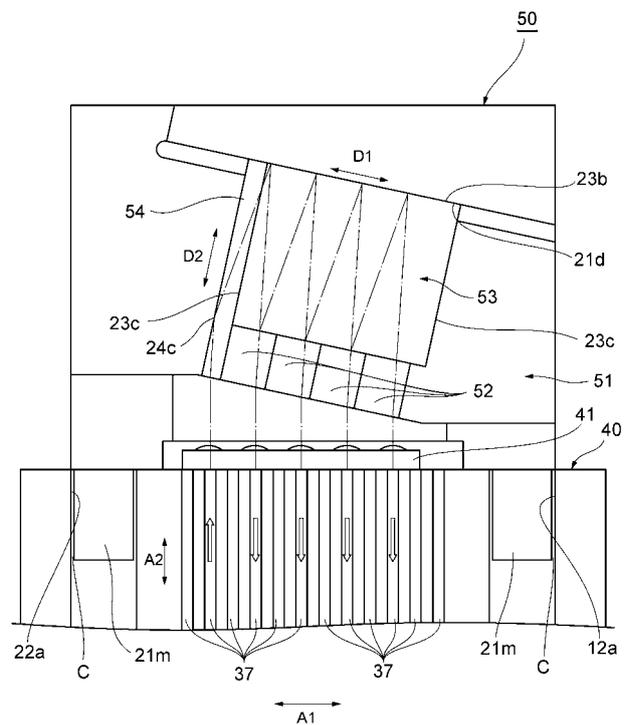
【 図 1 4 】



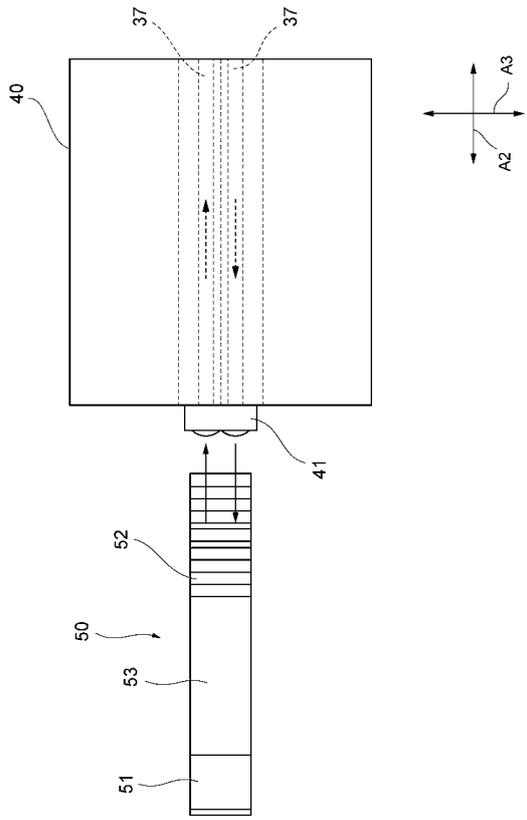
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 17 】



フロントページの続き

(72)発明者 倉島 宏実

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内

(72)発明者 沖 和重

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内

(72)発明者 石井 邦幸

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内

(72)発明者 河村 裕史

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内

Fターム(参考) 2H137 AB01 BA15 BC07 BC08 BC32 BC51 BC61 CA12C CB06 CB26
CB32 CC01 CD33 DB08