

(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2010-54984
(P2010-54984A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.
G02B 6/42 (2006.01)

F I
G02B 6/42

テーマコード(参考)
2H137

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-222012(P2008-222012)
(22) 出願日 平成20年8月29日(2008.8.29)

(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 100092657
弁理士 寺崎 史朗
(74) 代理人 100113435
弁理士 黒木 義樹
(74) 代理人 100108257
弁理士 近藤 伊知良
(74) 代理人 100122507
弁理士 柏岡 潤二

最終頁に続く

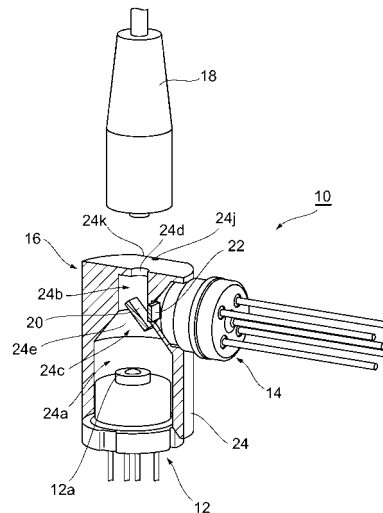
(54) 【発明の名称】 光モジュール及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 波長多重分割フィルタを搭載する構造の作成に特殊な加工が不要となる光モジュールを提供する。

【解決手段】 本発明の光モジュールは、単一の光ファイバと光学的に結合する光モジュールであり、第1の光デバイス、第2の光デバイス、WDMフィルタ、及び、本体部を備えている。WDMフィルタは、第1の波長の光を透過し第1の光デバイスと光ファイバとを光学的に結合させ、第2の波長の光を反射し第2の光デバイスと光ファイバとを光学的に結合させる。本体部は、第1の光デバイス、第2の光デバイス、及び、WDMフィルタを搭載するためのものであり、筒状をなしている。本体部の内孔を画成する面は、内孔の一部をテーパ状とする斜面を含んでいる。波長多重分割フィルタは、この斜面に搭載されている

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単一の光ファイバと光学的に結合する光モジュールであって、
 第 1 の光デバイス及び第 2 の光デバイスと、
 第 1 の波長の光を透過し前記第 1 の光デバイスと前記光ファイバとを光学的に結合させ、前記第 2 の波長の光を反射し前記第 2 の光デバイスと前記光ファイバとを光学的に結合させる波長多重分割フィルタと、
 前記第 1 の光デバイス、前記第 2 の光デバイス、及び、前記波長多重分割フィルタを搭載する筒状の本体部と、
 を備え、

前記本体部の内孔を画成する面は、該内孔の一部をテーパ状とする斜面を含んでおり、

前記波長多重分割フィルタは、前記斜面に搭載されている、
 光モジュール。

【請求項 2】

前記本体部は、第 1 の孔、該第 1 の孔より小径の第 2 の孔、前記第 1 の孔と前記第 2 の孔とを接続する接続孔を提供しており、

前記第 1 の孔、前記第 2 の孔、及び前記接続孔は同軸状に設けられており、

前記斜面は、前記接続孔を画成しており、

前記第 1 の光デバイスは、前記第 1 の孔内に配置されており、

前記第 2 の光デバイスは、前記本体部の側壁に支持されており、該側壁に設けられた側孔であって前記第 2 の孔まで延びる側孔を介して前記波長多重分割フィルタに光学的に結合されている、

請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 3】

前記本体部は、前記光ファイバと前記第 2 の孔内に位置する前記波長多重分割フィルタとを光学的に結合する光通過孔を提供しており、

前記光通過孔の軸線は、前記第 2 の孔の軸線からオフセットしている、

請求項 2 に記載の光モジュール。

【請求項 4】

前記本体部は、前記第 1 の孔と前記接続孔との間に、前記接続孔に連続し且つ前記第 1 の孔より小径の中間孔を提供しており、

前記波長多重分割フィルタの一端部は、前記斜面と前記中間孔を画成する面との境界に当接している、

請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の光モジュール。

【請求項 5】

単一の光ファイバと光学的に結合する双方向光モジュールを製造する方法であって、

第 1 の孔と、該第 1 の孔より小径の第 2 の孔と、該第 1 の孔と該第 2 の孔との間に位置する接続孔と、該第 2 の孔に対して該第 1 の孔と反対側に位置し、該第 1 の孔、該第 2 の孔、及び該接続孔の共通の軸線からオフセットしている光通過孔とを、本体部にドリルで形成する工程と、

ベースと、該ベースに支持されており前記第 1 の孔の径より小さい径をもつ胴部と、該胴部の中心軸線に対して傾斜する斜面をもつ先端部とを有する治具の該斜面上に、波長多重分割フィルタを配置する工程と、

前記波長多重分割フィルタの表面の一部に接着剤を塗布する工程と、

前記治具の胴部を覆うように前記先端部から前記本体部を被せる工程と、

前記光通過孔から前記波長多重分割フィルタを観察して、該波長多重分割フィルタと前記本体部との位置合わせを行う工程と、

前記接続孔を画成する前記本体部の斜面に前記波長多重分割フィルタを前記接着剤により接着する工程と、

10

20

30

40

50

を含む方法。

【請求項 6】

前記接着剤が、紫外線硬化型且つ熱硬化型の接着剤である、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記治具の前記ベースにはアライメントマークが設けられており、

前記位置合わせを行う工程では、該アライメントマークに対して前記本体部の方向が決定される、

請求項 5 又は 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記波長多重分割フィルタは、一对の端部を有しており、該一对の端部のうちの一方を含む領域で前記本体部の前記斜面に接着され、且つ、前記光通過孔から該波長多重分割フィルタを観察した場合に該光通過孔の境界と前記一对の端部のうち他方とが重なるときに、前記本体部の前記斜面に対して所定の接着長が確保される長さを有している、請求項 5 ~ 7 の何れか一項に記載の方法。

10

【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り、特に、光送信機能と光受信機能とを単一の光ファイバに対して備える一芯双方向光モジュールに好適な新規な構造に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、一芯双方向光モジュールが開示されている。この光モジュールは、単一の光ファイバに対して、波長 1.31 μm での光送信機能と、波長 1.48 μm 又は 1.55 μm での光受信機能と、を備えている。図 1 は、従来の一芯双方向光モジュールを概略的に示す図である。図 1 の (A) には、従来の一芯双方向光モジュールを分解して示す斜視図が示されており、図 1 の (B) には、従来の一芯双方向光モジュールにおける WDM (波長多重分割) ユニットの破断して示す斜視図が示されている。

【0003】

30

図 1 に示す光モジュール 100 は、光送信デバイス 110、光受信デバイス 120、及び、WDM (波長多重分割) ユニットの 130 を備えている。光送信デバイス 110 は、半導体レーザを内蔵しており、光受信デバイス 120 は、フォトダイオードを搭載している。光送信デバイス 110 及び光受信デバイス 120 は、同軸形状の WDM ユニットの 130 を介して組立てられている。WDM ユニットの 130 の先端には、光コネクタを受容するスリーブ、又は、外部機器とピグテールによる光結合が意図される場合にはピグテールユニット 140 が装着される。

【0004】

図 1 の (B) に示すように、WDM ユニットの 130 内には、WDM フィルタ 132、及び、カットフィルタ 134 が装着されている。光送信デバイス 110 から出射された光は、当該光送信デバイス 110 の先端に装着されているレンズ 112 により集光され、WDM フィルタ 132 を透過してピグテールユニット 140 内の光ファイバに結合する。一方、ピグテールユニット 140 内の光ファイバから出射した光は WDM フィルタ 132 により反射されて、WDM ユニットの 130 の側面に装着された光受信デバイス 120 に向かう。なお、図 1 には描かれていないが、光受信デバイス 120 の先端にもレンズがセットされており、ピグテールユニット 140 を出射して WDM フィルタ 132 で反射された受信光は、当該レンズで集光されて光受信デバイス 120 内のフォトダイオードに入射する。

40

【0005】

図 1 の (B) に示すように、WDM ユニットの 130 は円筒状の部材である。WDM ユニットの 130 の一方側の開口 130 a 内には送信デバイス 110 が受納されている。WDM

50

ユニット130の他方側の端面130bは、ピグテールユニット140を搭載するために平坦に加工されている。

【0006】

WDMユニット130には、開口130aに連続して、一方側から他方側へと向かう順に径を小さくした三つの内孔130c, 130d, 130eが形成されている。光送信デバイス110から出射された光は、これらの内孔130c, 130d, 130eを通過して、WDMフィルタ132に向かう。

【0007】

WDMユニット130の側面、即ち、内孔130c~130eの反対側には、WDMフィルタ132を搭載するための斜面130fが形成されている。即ち、斜面130fは、WDMユニット130の内孔130c~130eの一部を画成する面ではなく、WDMユニット130の側面の一部を画成している。

10

【0008】

この斜面130eは、ピグテールユニット140内のファイバの光軸と送信デバイス110の光軸とを結ぶ軸に対して、略45°の角度に傾斜させる必要がある。これは、送信デバイス110の出射光を光ファイバに結合させ、また、光ファイバからの受信光を受光デバイス120内のフォトダイオードに結合させるためである。

【特許文献1】特開2005-099482号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0009】

WDMフィルタ132を光学多層膜にて形成した場合には、光の入射角が、当該フィルタ132の反射特性、透過特性に影響を与える。光モジュール100では、WDMフィルタ132には、波長1.31μmの光を略100%透過し、且つ、波長1.48~1.55μmの波長の光を略100%反射する特性が要求される。したがって、光(出射光、入射光)の光軸に対して、WDMフィルタ132の光軸の角度が精密に調整されなければならない。

【0010】

図1に示す光モジュール100では、斜面130f、即ち、WDMフィルタ132の搭載面130fが、WDMユニット130の外部から精密研削(フライス加工)等により形成されている。すなわち、従来は、WDMユニット130を研削ドリル等に対して斜め(45°)にセットした上で平面加工することで、この斜面を形成していた。このように、従来の双方向光モジュールでは、WDMフィルタを搭載するための構造を、アセンブリ外部から特殊な工法を用いて加工する必要があった。

30

【0011】

本発明は、波長多重分割フィルタを搭載する構造の作成に特殊な加工が不要となる光モジュール、及び、当該光モジュールの製造方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の光モジュールは、単一の光ファイバと光学的に結合する光モジュールであり、第1の光デバイス、第2の光デバイス、波長多重分割フィルタ(WDMフィルタ)、及び、本体部を備えている。WDMフィルタは、第1の波長の光を透過し第1の光デバイスと光ファイバとを光学的に結合させ、第2の波長の光を反射し第2の光デバイスと光ファイバとを光学的に結合させる。本体部は、第1の光デバイス、第2の光デバイス、及び、WDMフィルタを搭載するためのものであり、筒状をなしている。本体部の内孔を画成する面は、内孔の一部をテーパ状とする斜面を含んでいる。波長多重分割フィルタは、この斜面に搭載されている。

40

【0013】

筒状の本体部の内孔はドリル加工等によって簡易に製造可能である。また、このドリルのテーパ状の先端面を利用することで簡易にテーパ状の内孔を形成することが可能で

50

ある。このテーパ状の内孔を画成する本体部の斜面にWDMフィルタを搭載することによって、波長多重分割フィルタを搭載する構造の作成に特殊な加工が不要となる。

【0014】

本発明の光モジュールは以下の構成を有し得る。即ち、本体部は、第1の孔、該第1の孔より小径の第2の孔、第1の孔と第2の孔とを接続する接続孔を提供している。第1の孔、第2の孔、及び接続孔は同軸状に設けられている。上記の斜面は、接続孔を画成している。第1の光デバイスは、第1の孔内に配置されている。第2の光アセンブリは、本体部の側壁に支持されており、当該側壁に設けられた側孔であって第2の孔まで延びる側孔を介して波長多重分割フィルタに光学的に結合されている。

【0015】

本体部は、光ファイバと第2の孔に位置する波長多重分割フィルタとを光学的に結合する光通過孔を提供しており、光通過孔の軸線は、第2の孔の軸線からオフセットしていることが好適である。

【0016】

本体部は、第1の孔と接続孔との間に接続孔に連続し且つ第1の孔より小径の中間孔を提供しており、波長多重分割フィルタの一端部は、斜面と中間孔を画成する面との境界に当接していることが好適である。この構成によれば、波長多重分割フィルタの位置決めが容易となる。

【0017】

本発明の別の側面は、単一の光ファイバと光学的に結合する双方向光モジュールを製造する方法に関するものである。本製造方法は、(a)第1の孔と、該第1の孔より小径の第2の孔と、該第1の孔と該第2の孔との間に位置する接続孔と、該第2の孔に対して該第1の孔と反対側に位置し、該第1の孔、該第2の孔、及び該接続孔の共通の軸線からオフセットしている光通過孔とを、本体部にドリルで形成する工程と、(b)ベースと、該ベースに支持されており第1の孔の径より小さい径をもつ胴部と、該胴部の中心軸線に対して傾斜する斜面をもつ先端部とを有する治具の該斜面上に波長多重分割フィルタを配置する工程と、(c)波長多重分割フィルタの表面の一部に接着剤を塗布する工程と、(d)治具の胴部を覆うように先端部から本体部を被せる工程と、(e)光通過孔から波長多重分割フィルタを観察して、該波長多重分割フィルタと本体部との位置合わせを行う工程と、(f)接続孔を画成する本体部の斜面に波長多重分割フィルタを接着剤により接着する工程と、を含む。

【0018】

本製造方法によれば、WDMユニットに特殊な加工が不要な本体部を用いて、当該本体部の内孔の斜面に波長多重分割フィルタを精度良く装着することが可能である。

【0019】

本製造方法では、接着剤として紫外線硬化型且つ熱硬化型の接着剤を用いることができる。このような接着剤は、本体部と波長多重分割フィルタとの位置合わせを行った後に、硬化させることができるので、本体部への波長多重分割フィルタの装着をより容易なものとすることができる。

【0020】

本製造方法では、治具のベースにアライメントマークを設けておき、位置合わせを行う工程では、アライメントマークに対して本体部の方向を決定することができる。これにより、本体部と波長多重分割フィルタとの回転方向における位置合わせを容易に達成することが可能である。

【0021】

また、本製造方法では、波長多重分割フィルタが、一对の端部を有しており、当該一对の端部のうちの一方を含む領域で本体部の斜面に接着され、且つ、光通過孔から波長多重分割フィルタを観察した場合に光通過孔の境界と一对の端部のうち他方が重なるときに、本体部の斜面に対して所定の接着長が確保される長さを有していることが好適である。

【0022】

10

20

30

40

50

かかる長さを有する波長多重分割フィルタによれば、光通過孔から波長多重分割フィルタを観察しつつ本体部と波長多重分割フィルタとの位置合わせを行うことによって、本体部に対する波長多重分割フィルタの接着長を容易に所定の長さとすることができる。このように接着長を定めることによって、ドリル加工された斜面に装着された波長多重分割フィルタの角度を容易に所望の角度とすることができる。

【発明の効果】

【0023】

以上説明したように、本発明によれば、波長多重分割フィルタを搭載する構造の作成に特殊な加工が不要となる光モジュール、及び、当該光モジュールの製造方法が提供される。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附すこととする。

【0025】

図2は、一実施形態に係る光モジュールを分解し、且つ、一部破断して示す斜視図である。図2に示す光モジュール10は、第1の光デバイス12、第2の光デバイス14、WDMユニット16、及び、ピグテールユニット18を備えている。

【0026】

本例では、第1の光デバイス12は、光送信デバイスであり、半導体レーザといった発光素子を有している。本例の第1の光デバイス12は、第1の波長の光を出射する。第1の波長とは、例えば、 $1.31\mu\text{m}$ の波長である。

20

【0027】

第2の光デバイス14は、光受信デバイスであり、フォトダイオードといった受光素子を有しており、ピグテールユニット18から出射される第2の波長の光を受光する。第2の波長とは、例えば、 $1.48\mu\text{m}$ 又は $1.55\mu\text{m}$ の波長である。

【0028】

なお、本発明の光モジュールは、光デバイスの数に応じてWDMフィルタを設けることによって複数の光デバイスを備えることができる。また、複数の光デバイスは、光送信デバイス及び光受信デバイスの何れであってもよい。

30

【0029】

光モジュール10では、WDMユニット16に第1の光デバイス12及び第2の光デバイス14が搭載されている。第2の光デバイス14は、第1の光デバイス12とピグテールユニット18の光ファイバとを結ぶ光軸に対して交差する方向においてWDMユニット16に装着されている。

【0030】

WDMユニット16内には、WDMフィルタ20、及び、カットフィルタ22が搭載されている。WDMフィルタ20は、第1の波長の光を透過し、第2の波長の光を透過する特性を有している。また、カットフィルタ22は、第1の波長の光を遮断し、第2の波長の光を透過する特性を有している。これら特性に関しては、図1に示した従来の光モジュールと同様である。

40

【0031】

本光モジュール10では、WDMフィルタ20を搭載するための構造が、従来の光モジュールと異なっている。図3は、その一端側から見た場合の一実施形態に係るWDMユニットの平面図を示している。図4は、一実施形態に係るWDMユニットの縦断面図である。

【0032】

図3及び図4に示すように、WDMユニット16は、本体部24を有している。本体部24には、上述したWDMフィルタ20及びカットフィルタ22が搭載されている。本体部24は、筒状の部材であり、当該本体部24には、第1の孔24a、第2の孔24b、

50

接続孔 24c、及び光通過孔 24d が形成されている。第 1 の孔 24a、接続孔 24c、及び第 2 の孔 24b は、同軸に設けられている（Z1 軸を共有している）。

【0033】

第 1 の孔 24a は、図 2 に示すように、本体部 24 の一端側に位置している。この第 1 の孔 24a は、第 1 の光デバイス 12 を受納する空間となっている。第 1 の孔 24a の径は、第 2 の孔 24b の径より大きく、これら第 1 の孔 24a と第 2 の孔 24b との間には、接続孔 24c が位置している。したがって、接続孔 24c は、テーパ状の孔となっている。この接続孔 24c を画成する斜面 24e に、WDM フィルタ 20 が搭載されている。当該 WDM フィルタ 20 は、第 2 の孔 24b の内部にまで延在している。

【0034】

第 1 の孔 24a、第 2 の孔 24b、接続孔 24c、及び光通過孔 24d は、通常の切削加工（ドリル加工）のみで形成可能である。即ち、これらの孔を本体部 24 に形成する際には、まず、小径の第 2 の孔 24b を小径ドリルで形成する。次いで、第 2 の孔 24b をガイド孔として、大径の第 1 の孔 24a を、大径ドリルで形成する。この第 1 の孔 24a の加工は、本体部 24 の中程で停止させる。この停止位置は、ドリルの研削精度程度で構わない。また、第 1 の孔 24a の形成には、先端のテーパ角が所定の角度を有するドリルを用いる。

【0035】

以上のような二段階のドリル加工により、第 1 の孔 24a、第 2 の孔 24b、及び接続孔 24c を、本体部 24 の内部に形成することができる。接続孔 24c のテーパ角、即ち、斜面 24e が軸線 Z1 に対して成す角度は、ドリルの先端テーパ角により実質的に決定される。この角度を有する斜面 24e に接着剤を用いて WDM フィルタ 20 を貼り付けることにより、本体部 24 の側面に特別な加工を施すことなく、WDM フィルタ 20 を所定の角度で本体部 24 に実装することが可能となる。

【0036】

また、本体部 24 には、上述したように光通過孔 24d が形成されている。光通過孔 24d は、第 2 の孔 24b に連続しており、本体部 24 の他端まで形成されている。この光通過孔 24d の径は、第 2 の孔 24b の径より小さくなっている。

【0037】

また、光通過孔 24d の中心軸線 Z2 は、第 1 の孔 24a、第 2 の孔 24b、及び接続孔 24c の軸線 Z1 に対してオフセットされている。即ち、図 3 及び図 4 に示すように、光通過孔 24d を画成する面のうち、カットフィルタ 22 が装着されている側の面は、第 2 の孔 24b を画成する面に連続している。一方、光通過孔 24d を画成する面のうち、カットフィルタ 22 が装着されている側とは反対側の面は、第 2 の孔 24b を画成する面に段差 24f を介して繋がっている。

【0038】

光通過孔 24d の中心軸線 Z2 が第 1 の孔 24a 及び第 2 の孔 24b とはオフセットされている理由は以下の通りである。第 1 の光デバイス 12 からの光は、レンズ 12a の光軸に対して角度をもって出射される。これは、第 1 の光デバイス 12 から出射された光が反射光となって再び第 1 の光デバイス 12 に入射して雑音源となることを避けるためである。このように第 1 の光デバイス 12 から出射される光を効率よくピグテールユニット 18 に結合させるために、光通過孔 24d の軸線 Z2 は、第 1 の孔 24a、第 2 の孔 24b、及び接続孔 24c の軸線 Z1 からオフセットされている。WDM フィルタ 20 は、この軸線 Z2 上に位置するように第 2 の孔 24b の内部にまで延び、且つ、斜面 24e に装着されている。

【0039】

また、本体部 24 には、当該本体部 24 の側面から第 2 の孔 24b まで延びる側孔 24g が形成されている。この側孔 24g 内に第 2 の光デバイス 14 が挿入されることにより、第 2 の光デバイス 14 は、本体部 24 の側壁に支持されている。また、側孔 24g 内には、第 2 の孔 24b と第 2 の光デバイス 14 との間で、当該側孔 24g を塞ぐように、

10

20

30

40

50

カットフィルタ 2 2 が設けられている。具体的には、側孔 2 4 g は、本体部 2 4 の側面から第 2 の孔 2 4 b に向けて順に径が小さくなる複数の孔を含んでいる。カットフィルタ 2 2 は、当該複数の孔のうち連続する二つの孔によって提供される段面に装着されている。

【 0 0 4 0 】

以下、本体部 2 4 と WDM フィルタ 2 0 との位置関係について、より詳細に説明する。図 5 は、本体部の一部と WDM フィルタとを拡大して示す断面図である。図 6 は、WDM フィルタと本体部との接触状態を示す図である。図 6 の (A) には、第 2 の孔 2 4 b を画成する面と斜面 2 4 e との境界に対する WDM フィルタ 2 0 の接触状態が示されている。図 6 の (B) には、WDM フィルタ 2 0 の一端部における斜面 2 4 e との接触状態が示されている。

10

【 0 0 4 1 】

本体部 2 4 の接続孔 2 4 c はドリル加工により形成されるので、その水平断面は円形である。即ち、斜面 2 4 e の水平断面は円形である。また、第 2 の孔 2 4 b を画成する面と斜面 2 4 e との境界での斜面 2 4 e の曲率は、WDM フィルタ 2 0 の一端部との接触位置を含む水平断面での斜面 2 4 e の曲率とは異なっている。即ち、後者の曲率は、前者の曲率より大きくなっている。

【 0 0 4 2 】

WDM フィルタ 2 0 は、本例では、矩形の平面形状を有する板状の光学部品であり、WDM フィルタ 2 0 を構成する面のうち、斜面 2 4 e に対面する面 2 0 a は、略平面である。WDM フィルタ 2 0 は、一对の第 1 の端部を含んでおり、また、当該第 1 の端部に対して交差する方向に延びる一对の第 2 の端部を含んでいる。

20

【 0 0 4 3 】

図 6 の (A) に示すように、WDM フィルタ 2 0 は、第 2 の孔 2 4 b を画成する面と斜面 2 4 e との境界では、斜面 2 4 e に対して、一对の第 2 の端部における二点 P 1 及び P 2 で点接触する。また、点 P 1 及び P 2 を含む水平断面において、WDM フィルタ 2 0 と斜面 2 4 e との間には、ギャップ G 1 が発生する。WDM フィルタ 2 0 と斜面 2 4 e との間のギャップ G 1 の距離 L 1 は、第 2 の孔 2 4 b を画成する面との境界における斜面 2 4 e の径と、WDM フィルタ 2 0 の幅 W_f とによって定まる。したがって、第 2 の孔 2 4 b を画成する面との境界における斜面 2 4 e の径が 1 . 6 mm であり、WDM フィルタ 2 0 の幅 W_f が 0 . 8 5 mm である場合には、距離 L 1 は約 7 0 μ m となる。

30

【 0 0 4 4 】

また、図 6 の (B) に示すように、WDM フィルタ 2 0 は、一对の第 1 の端部のうちの一方においても、その両側の二点 P 3 及び P 4 で斜面 2 4 e と点接触する。したがって、WDM フィルタ 2 0 の一端部と斜面 2 4 e との間にもギャップ G 2 が発生する。このように、WDM フィルタ 2 0 の一对の第 1 の端部間を通る中心軸線と本体部 2 4 の軸線 Z 1 との位置関係がねじれを生じない限り、WDM フィルタ 2 0 は四点で斜面 2 4 e と接触する。

【 0 0 4 5 】

図 7 は、本体部の中心軸線に平行な断面における WDM フィルタと本体部との位置関係を示す図である。図 7 の (A) には、WDM フィルタ 2 0 の中央を通過する断面における WDM フィルタ 2 0 と本体部 2 4 との位置関係が示されており、図 7 の (B) には、WDM フィルタ 2 0 の一对の第 2 の端部のうち一方を含む断面における WDM フィルタ 2 0 と本体部 2 4 との位置関係が示されている。

40

【 0 0 4 6 】

図 7 に示すように、斜面 2 4 e は、ドリル先端の形状を反映して僅かに凹面となっている。また、図 7 の (A) に示すように、WDM フィルタ 2 0 の中央部と斜面 2 4 e との間には、斜面 2 4 e の円形の水平断面形状を反映して、5 0 ~ 1 0 0 μ m にわたるギャップ G 1 ~ G 2 が発生している。

【 0 0 4 7 】

一方、図 7 の (B) に示すように、WDM フィルタ 2 0 の一对の第 2 の縁部においては

50

、斜面 2 4 e の凹面形状を反映して中央にギャップが発生しているが、その大きさは約 5 μm と僅かである。後述するように、WDM フィルタ 2 0 は斜面 2 4 e に接着剤を用いて装着されるが、この 5 μm のギャップは接着剤の塗布厚程度の値であり、接着剤により充填されてしまう。したがって、WDM フィルタ 2 0 は、ポイドを生じることなく本体部 2 4 に装着され得る。

【 0 0 4 8 】

以下、WDM フィルタ 2 0 を本体部 2 4 に装着した場合の位置的誤差について詳述する。図 5 及び図 6 に示すように、第 1 の孔 2 4 a を形成する際に用いたドリル先端のテーパ角を θ_0 とし、第 2 の孔 2 4 b の径を R とし、WDM フィルタ 2 0 の幅、即ち、一对の第 2 の端部間の距離を W_f とし、WDM フィルタ 2 0 と斜面 2 4 e との重なり長、即ち、WDM フィルタ接着長を L_a とすると、軸線 Z 1 に対する WDM フィルタ 2 0 の傾斜角（フィルタ搭載角度）、及び、そのバラツキの幅は、以下の式で表される。

$$\theta_0 \sim A_1 \cdot \theta_0 + A_2 \cdot R / R + A_3 \cdot W_f / W_f + A_4 \cdot L_a / L_a$$

【 0 0 4 9 】

実際にドリルを用いて第 1 の孔 2 4 a 及び接続孔 2 4 c を加工する場合には、後述するようにドリル先端角 θ_0 は一様に定まらないが、ここでは、任意の縦断面を想定した場合の斜面 2 4 e の両端を結ぶ直線と軸線 Z 1 とが成す角を θ_0 として採用した。また、上式において、バラツキの寄与を与える係数 $A_1 \sim A_4$ は、実際の体系に基づいて計算した理論値とした。なお、上式において、 θ_0 を付した要素は、対応するパラメータのバラツキを示している。また、 θ_0 は、目標とする WDM フィルタ搭載角であり、 42.2° である。

【 0 0 5 0 】

上式を用いて、パラメータ θ_0 、R、 W_f 、及び L_a について対応のバラツキを含めて計算を行い、フィルタ搭載角度 θ_0 を導出した結果を、図 8 に示す。図 8 は、WDM フィルタ接着長 L_a とフィルタ搭載角度 θ_0 の関係を、 W_f 及び θ_0 をパラメータとして示している。即ち、図 8 は、目標のフィルタ角度 42.2° に対して、バラツキの大きいパラメータであるドリル先端のテーパ角 θ_0 及び WDM フィルタの幅 W_f をパラメータとして、WDM フィルタ接着長 L_a とフィルタ搭載角度 θ_0 の関係を示している。なお、図 8 では、テーパ角 θ_0 を $39 \pm 0.5^\circ$ とし、幅 W_f を $0.85 \pm 0.05 \text{ mm}$ としている。これら二つのパラメータ θ_0 及び W_f は、WDM ユニット 1 6 に本質的に起因するバラツキ要因である。これに対して、図 8 は、WDM フィルタの接着長 L_a を横軸にとっており、当該 L_a を $0.475 \text{ mm} \sim 0.575 \text{ mm}$ としている。即ち、図 8 は、 θ_0 及び W_f をパラメータとし、WDM フィルタの接着長 L_a を 0.525 mm に対して $\pm 50 \mu\text{m}$ のバラツキとして WDM フィルタの搭載角度 θ_0 のバラツキを求めたものである。

【 0 0 5 1 】

ピグテールユニット 1 8 に対する第 1 の光デバイス 1 2 及び第 2 の光デバイス 1 4 の光結合効率、特に第 2 の光デバイス 1 4 との間の効率を考慮すると、WDM フィルタ 2 0 の搭載角度に許容されるバラツキは、目標とする 42.2° に対して $\pm 1.5^\circ$ である。図 8 に示すように、種々のパラメータのバラツキを考慮したフィルタ搭載角度 θ_0 は、目標とするフィルタ搭載角度 42.2° に対して、 $\pm 1.1^\circ$ の範囲に収まっている。したがって、斜面 2 4 e に WDM フィルタ 2 0 を搭載する光モジュール 1 0 は、十分に仕様を満足できるものである。

【 0 0 5 2 】

以下、本光モジュールの 1 0 の製造方法について説明する。本製造方法は、接着長のバラツキを、上述した $\pm 50 \mu\text{m}$ の範囲とするものである。本製造方法では、まず、本体部 2 4 を上述したようにドリル加工することによって、当該本体部 2 4 に、第 1 の孔 2 4 a、第 2 の孔 2 4 b、接続孔 2 4 c、及び、側孔 2 4 g といった孔が形成される。

【 0 0 5 3 】

次いで、本製造方法では、WDM フィルタが治具上に搭載される。図 9 は、WDM フィルタを搭載するための治具を示す斜視図である。図 1 0 は、WDM フィルタを搭載するための治具の一部を拡大して示す斜視図である。図 9 及び図 1 0 に示すように、WDM フィ

10

20

30

40

50

ルタ 20 を搭載するための治具 30 は、ベース 30 a、胴部 30 b、及び先端部 30 c を有している。

【0054】

ベース 30 a は、板状の部分であり、その主面上に沿って本体部 24 を移動させることができる。また、ベース 30 a の主面上には、アライメントマーカ− 30 f が形成されている。このアライメントマーカ− 30 f は、後述するように本体部 24 の回転方向の位置合わせのために用いられる。

【0055】

ベース 30 a には、胴部 30 b が支持されている。胴部 30 b は、中心軸線 Z3 方向に延びる柱状をなしており、第 1 の孔 24 a より小さい径を有している。この胴部 30 b は、ベース 30 a の主面に直行する方向に延びている。

10

【0056】

胴部 30 b の先端側には、先端部 30 c が設けられている。先端部 30 c は、斜面 30 d を有している。この斜面 30 d は、胴部 30 b の中心軸線 Z3 に対して傾斜する面である。この斜面 30 d の傾斜角は、WDM ユニット 16 の本体部 24 の斜面 24 e の角度に対応する角度である。また、先端部 30 c には、斜面 30 d に直行する当接面 30 e が設けられている。

【0057】

本製造方法では、このような構造の治具 30 の斜面 30 d に WDM フィルタ 20 が搭載される。また、斜面 30 d 上に配置された際に、WDM フィルタ 20 は一端部の端面が当接面 30 e に当接することによって、WDM フィルタ 20 は、治具 30 上に安定して搭載される。なお、当接面 30 e の幅は WDM フィルタ 20 の幅に略一致しており、これによって、WDM フィルタ 20 を、その幅方向において、治具 30 に対して位置合わせすることができる。

20

【0058】

図 11 は、WDM ユニットの本体部を治具に被せる工程を示す図である。本製造方法では、次いで、図 11 に示すように、WDM フィルタ 20 の一端部側の表面上に接着剤 32 が塗布される。そして、図 11 に示すように、本体部 24 が、胴部 30 b を覆うように、先端部 30 c 側から、胴部 30 b 及び先端部 30 c に被せられる。

【0059】

次いで、本製造方法では、WDM フィルタ 20 と本体部 24 との位置合わせが行われる。この位置合わせは、回転方向における WDM フィルタ 20 と本体部 24 との位置合わせ、及び、WDM フィルタ 20 の本体部 24 の斜面 24 e に対する位置合わせとを含んでいる。

30

【0060】

図 12 は、WDM ユニットの本体部と WDM フィルタとの回転方向における位置合わせを行う工程を示す図である。図 12 に示すように、本体部 24 の先端の面には、マーカ− 24 j (図 2 も参照のこと) が形成されている。このマーカ− 24 j 及びアライメントマーカ− 30 f の相対的な位置関係は、当該マーカ− 24 j 及びアライメントマーカ− 30 f が一直線上に並んだときに、治具 30 上に搭載された WDM フィルタ 20 が本体部 24 に対して回転方向に所定の位置に配置されるような、位置関係となっている。かかるマーカ− 24 j 及びアライメントマーカ− 30 f を用いて、治具 30 のベース 30 a の主面上で本体部 24 を回転させることにより、WDM フィルタ 20 と本体部 24 との回転方向の位置決めが達成される。

40

【0061】

図 13 は、WDM フィルタの本体部の斜面に対する位置合わせを行う工程を示す図である。図 12 に示すように WDM フィルタ 20 と本体部 24 との回転方向の位置合わせが行われた後、図 13 に示すように、治具 30 のベース 30 a の主面上に沿って、本体部 24 を平行移動させることにより、斜面 24 e に対して WDM フィルタ 20 が位置決めされる。

50

【 0 0 6 2 】

この際には、光通過孔 2 4 d からの観測を行うことによって、WDM フィルタ 2 0 が斜面 2 4 e に対して位置決めされる。ここで、WDM フィルタ 2 0 は、上述した一对の第 1 の端部のうち一方を含む領域で斜面 2 4 e に接着される。当該一对の第 1 の端部間の距離、即ち、WDM フィルタ 2 0 の長さは、光通過孔 2 4 d から WDM フィルタ 2 0 を観察した場合に、光通過孔 2 4 d の境界と一对の第 1 の端部のうち他方とが重なるときに、斜面 2 4 e に対して所定の接着長が確保されるような長さとなっている。

【 0 0 6 3 】

したがって、光通過孔 2 4 d から WDM フィルタ 2 0 を観察しつつ、WDM フィルタ 2 0 の一对の第 1 の端部のうち他方が、光通過孔 2 4 d の境界と重なるように、本体部 2 4 を移動させることによって、WDM フィルタ 2 0 の斜面 2 4 e に対する位置合わせが達成される。これにより、WDM フィルタ 2 0 の斜面 2 4 e に対する接着長が、上述した $\pm 50 \mu\text{m}$ のバラツキの範囲の所定の長さとなる。その結果、WDM フィルタ 2 0 の傾斜角が所望の角度で位置決めされる。

【 0 0 6 4 】

図 1 4 は、WDM フィルタを本体部に接着する工程を示す図である。図 1 4 に示すように、次いで、本製造方法では、光源 3 4 からの紫外線光 L が、光通過孔 2 4 d を介して接着剤 3 2 に照射されることによって、当該接着剤が硬化される。これにより、WDM フィルタ 2 0 が本体部 2 4 の斜面 2 4 e に固定される。なお、紫外線硬化性に加えて熱硬化性を有する接着剤を用いることにより、WDM フィルタ 2 0 の斜面 2 4 e に対する接着強度をより高めることができる。

【 0 0 6 5 】

図 1 5 は、カットフィルタを装着する工程を示す図である。図 1 5 に示すように、本製造方法では、次いで、カットフィルタ 2 2 が、本体部 2 4 の側孔 2 4 g の所定箇所に配置され、接着剤 3 2 と同様の接着剤により本体部 2 4 に対して固定される。最後に、WDM ユニット 1 6 を熱処理、例えば、120 で加熱することにより、接着剤を硬化させることにより、WDM ユニット 1 6 の組立が完成する。

【 0 0 6 6 】

そして、第 1 の光デバイス 1 2、第 2 の光デバイス 1 4、及びピグテールユニット 1 8 が WDM ユニット 1 6 の所定箇所に固定されることによって、光モジュール 1 0 の組立が完了する。

【 0 0 6 7 】

なお、WDM フィルタ 2 0 と本体部 2 4 との回転方向の位置合わせは以下のように行われてもよい。図 1 6 は、WDM ユニットの本体部と WDM フィルタとの回転方向における位置合わせを行う別の方法を示す図である。本体部 2 4 の側面の一部を平面 2 4 k (図 2 を参照) に加工しておく。また、図 1 6 に示すように、治具 3 0 のベース 3 0 a の主面上に、当該平面 2 4 k を当接するための平面 3 0 h を有するブロック 3 0 g を設けておく。

【 0 0 6 8 】

そして、ブロック 3 0 g の平面 3 0 h に本体部 2 4 の平面 2 4 k を当接させることにより、治具 3 0 に搭載された WDM フィルタ 2 0 と本体部 2 4 との回転方向における位置合わせを実現することができる。

【 0 0 6 9 】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることなく種々の変形が可能である。例えば、本発明の光モジュールは、WDM ユニット 1 6 に代えて、図 1 7 に示す WDM ユニット 1 6 B を用いることができる。図 1 7 は、別の実施形態に係る WDM ユニットの示す縦断面図である。

【 0 0 7 0 】

上述した WDM ユニット 1 6 の本体部 2 4 には、第 1 の孔 2 4 a と第 2 の孔 2 4 b との間に一つのテーパ形状の接続孔 2 4 c が形成されていた。このような本体部 2 4 に代えて、図 1 7 に示す WDM ユニット 1 6 B の本体部 2 4 B のように、第 1 の孔 2 4 a と第 2

10

20

30

40

50

の孔 2 4 b との間に二段のテーパ形状の孔を形成してもよい。

【 0 0 7 1 】

図 1 7 に示すように、本体部 2 4 B には、WDM ユニット 1 6 の本体部 2 4 と同様に、第 1 の孔 2 4 a、第 2 の孔 2 4 b、接続孔 2 4 c、及び光通過孔 2 4 d が形成されている。また、本体部 2 4 B には、第 1 の孔 2 4 a と接続孔 2 4 c との間に、中間孔 2 4 h が形成されている。この中間孔 2 4 h は、接続孔 2 4 c に連続しており、その径は、接続孔 2 4 c の下端の径と同様であり、且つ、第 1 の孔 2 4 a の径よりは小さい。また、本体部 2 4 には、中間孔 2 4 h と第 1 の孔 2 4 a とを接続する別の接続孔 2 4 i が形成されている。本体部 2 4 B の他の構成は、本体部 2 4 と同様であり、本体部 2 4 B に対する WDM フィルタ 2 0 及びカットフィルタ 2 2 の装着位置も、光モジュール 1 0 における同装着位置と同様である。

10

【 0 0 7 2 】

本体部 2 4 B では、WDM フィルタ 2 0 の一端部が、中間孔 2 4 h を画成する面と斜面 2 4 e との間の境界に突き当てられている。したがって、本体部 2 4 B によれば、中間孔 2 4 h の径を適切に設定することによって、WDM フィルタ 2 0 の斜面 2 4 e に対する接着長 L_a を一義的に決定することができる。したがって、WDM ユニット 1 6 B は、WDM フィルタ 2 0 の組立のプロセスを簡略化することに寄与し得る。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 3 】

【 図 1 】 従来の一芯双方向光モジュールを概略的に示す図である。

20

【 図 2 】 一実施形態に係る光モジュールを分解し、且つ、一部破断して示す斜視図である。

【 図 3 】 一端側から見た場合の一実施形態に係る WDM ユニットの平面図を示している。

【 図 4 】 一実施形態に係る WDM ユニットの縦断面図である。

【 図 5 】 本体部の一部と WDM フィルタとを拡大して示す断面図である。

【 図 6 】 WDM フィルタと本体部との接触状態を示す図である。

【 図 7 】 本体部の中心軸線に平行な断面における WDM フィルタと本体部との位置関係を示す図である。

【 図 8 】 WDM フィルタの接着長と WDM フィルタの搭載角度との関係を示すグラフである。

30

【 図 9 】 WDM フィルタを搭載するための治具を示す斜視図である。

【 図 1 0 】 WDM フィルタを搭載するための治具の一部を拡大して示す斜視図である。

【 図 1 1 】 WDM ユニットの本体部を治具に被せる工程を示す図である。

【 図 1 2 】 WDM ユニットの本体部と WDM フィルタとの回転方向における位置合わせを行う工程を示す図である。

【 図 1 3 】 WDM フィルタの本体部の斜面に対する位置合わせを行う工程を示す図である。

【 図 1 4 】 WDM フィルタを本体部に接着する工程を示す図である。

【 図 1 5 】 カットフィルタを装着する工程を示す図である。

【 図 1 6 】 WDM ユニットの本体部と WDM フィルタとの回転方向における位置合わせを行う別の方法を示す図である。

40

【 図 1 7 】 別の実施形態に係る WDM ユニットの縦断面図である。

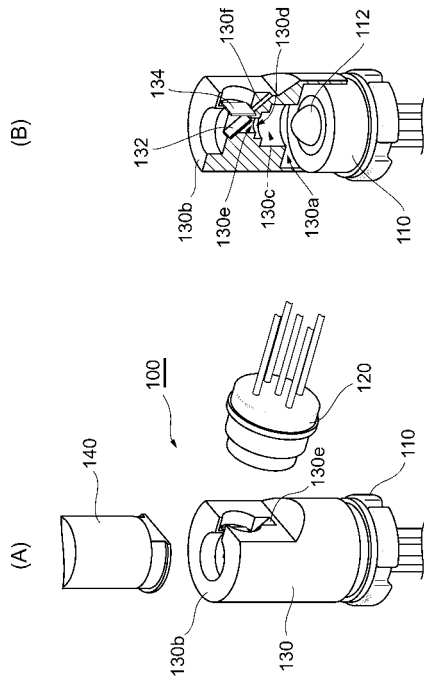
【 符号の説明 】

【 0 0 7 4 】

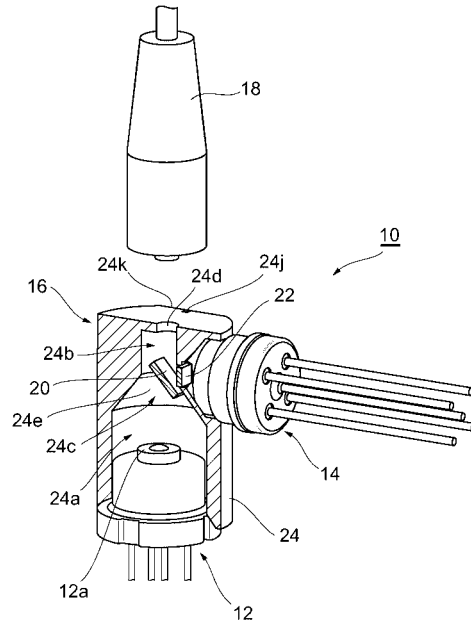
1 0 ... 光モジュール、 1 2 ... 第 1 の光デバイス、 1 4 ... 第 2 の光デバイス、 1 6 ... WDM ユニット、 1 8 ... ピグテールユニット、 2 0 ... WDM フィルタ、 2 2 ... カットフィルタ、 2 4 ... 本体部、 2 4 a ... 第 1 の孔、 2 4 b ... 第 2 の孔、 2 4 c ... 接続孔、 2 4 d ... 光通過孔、 2 4 e ... 斜面、 2 4 g ... 側孔、 2 4 j ... マーカー、 2 4 k ... 平面、 3 0 ... 治具、 3 0 a ... ベース、 3 0 b ... 胴部、 3 0 c ... 先端部、 3 0 d ... 斜面、 3 0 e ... 当接面、 3 0 f ... アライメントマーカー、 3 2 ... 接着材、 3 4 ... 光源。

50

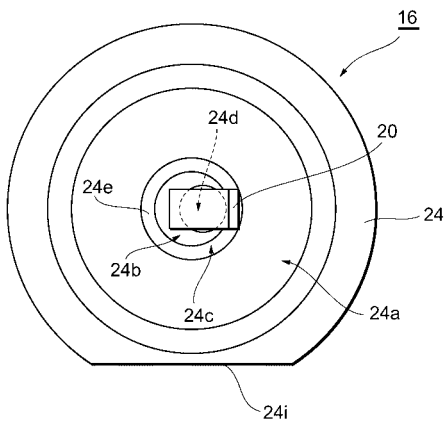
【 図 1 】



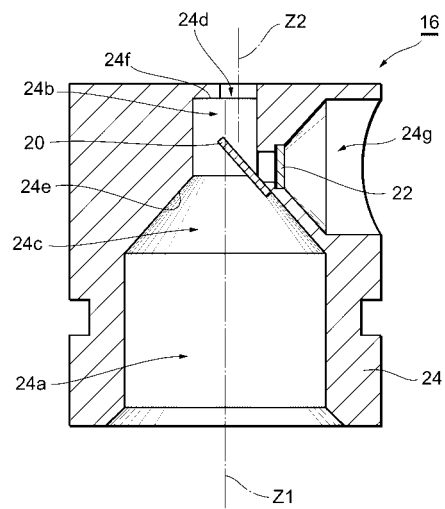
【 図 2 】



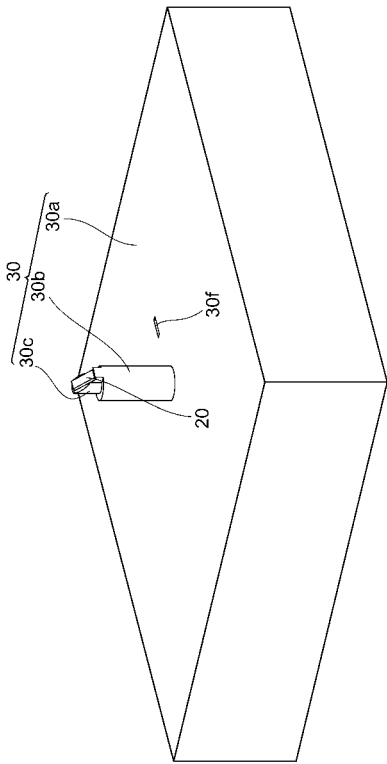
【 図 3 】



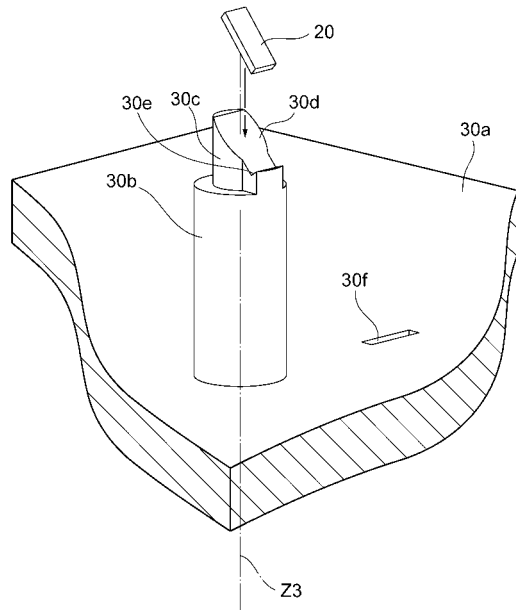
【 図 4 】



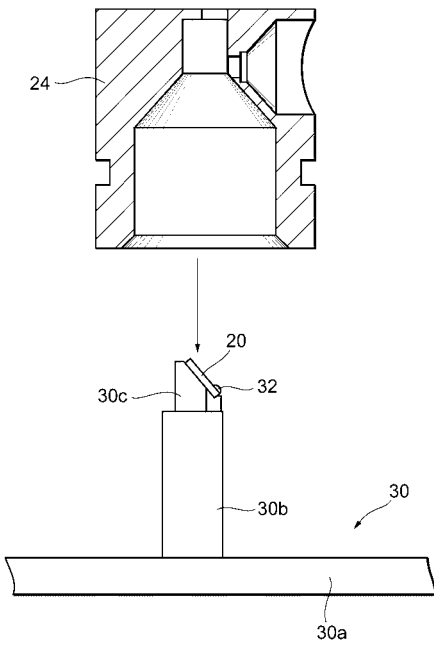
【 図 9 】



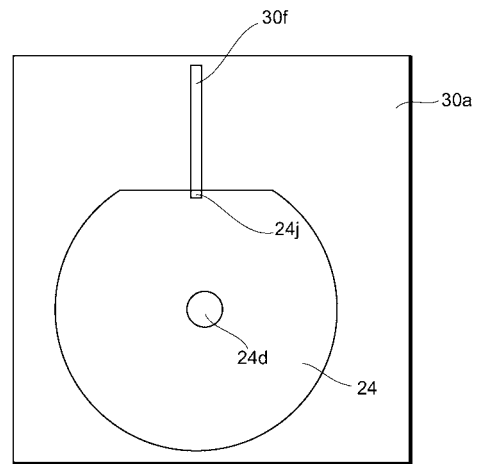
【 図 10 】



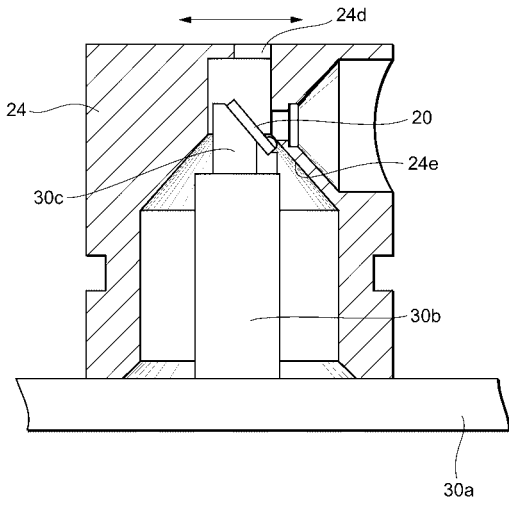
【 図 11 】



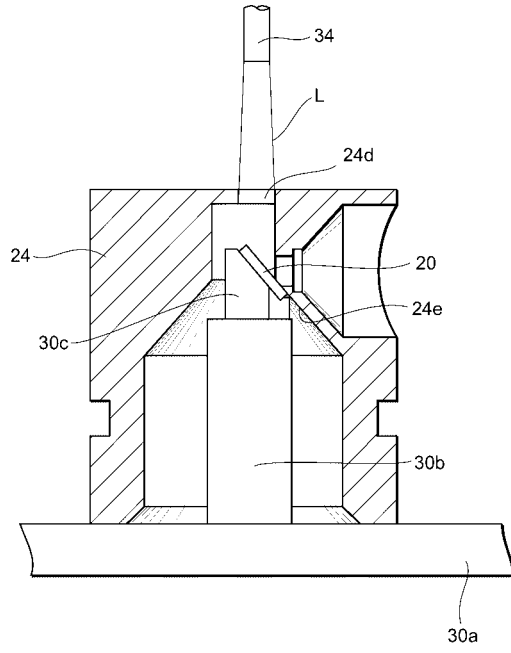
【 図 12 】



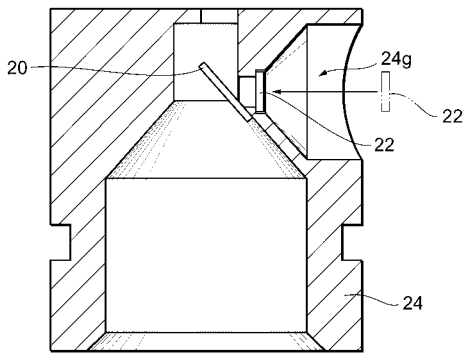
【 図 1 3 】



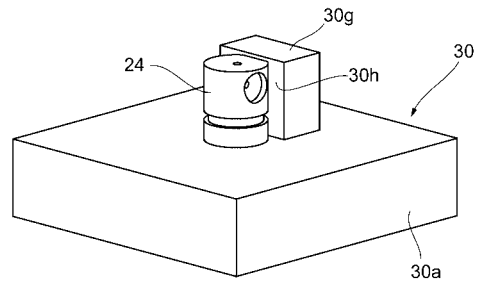
【 図 1 4 】



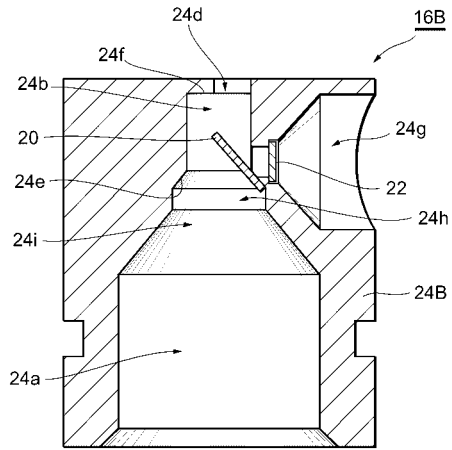
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 17 】



フロントページの続き

(72)発明者 木原 利彰

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 中西 裕美

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

Fターム(参考) 2H137 AA01 AB05 AB06 AC14 BA01 BB02 BB12 BB22 BC32 CA03
CA15A CA15D CA15F CA18D CA46 CC02 CC03 EA02 GA02