(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6345809号
(P6345809)
(45)発行日　平成30年6月20日(2018.6.20)　(24)登録日　平成30年6月1日(2018.6.1)

(51)Int.Cl.　　F I
G02B 6/42 (2006.01)　　G02B 6/42
G02B 6/28 (2006.01)　　G02B 6/28　T

請求項の数 11　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願2016-571274(P2016-571274)
(86)(22)出願日　平成27年10月29日(2015.10.29)
(65)公表番号　特表2017-529552(P2017-529552A)
(43)公表日　平成29年10月5日(2017.10.5)
(86)国際出願番号　PCT/KR2015/011471
(87)国際公開番号　WO2016/199984
(87)国際公開日　平成28年12月15日(2016.12.15)
審査請求日　平成28年12月1日(2016.12.1)
(31)優先権主張番号　10-2015-0082377
(32)優先日　平成27年6月11日(2015.6.11)
(33)優先権主張国　韓国(KR)

(73)特許権者　516361358
ジーピー　インコーポレーテッド.
ＧＰ　ＩＮＣ.
大韓民国、デジョン、ユソン－グ、テクノ１１－ロ、１７（タムリップ－ドン）
（Ｔａｍｎｉｐ－ｄｏｎｇ）１７，Ｔｅｃｈｎｏ　１１－ｒｏ，Ｙｕｓｅｏｎｇ－ｇｕ，Ｄａｅ－ｊｅｏｎ，Ｋｏｒｅａ
(74)代理人　110002262
ＴＲＹ国際特許業務法人
(72)発明者　パク　ギソン
大韓民国、デジョン、ユソン－グ、ガジョン－ロ４３、１０７－７０２（ハンウルアパート）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】波長多重化光受信モジュール

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
波長分割多重化（ＷＤＭ；Ｗａｖｅｌｅｎｇｔｈ　Ｄｉｖｉｓｉｏｎ　Ｍｕｌｔｉｐｌｅｘｉｎｇ）方式の光通信のための波長多重化光受信モジュールであって、
光線路の終端に形成された光ファイバーコネクターと結合するレセプタクルと、前記レセプタクルの内部空間に位置して入力光を平行光に変換する屈折率分布型レンズ（ＧＲＩＮ　ＬＥＮＳ）と、前記屈折率分布型レンズの前方側の前記レセプタクルの内部空間に位置するフェルールと、前記フェルールとレセプタクルとの間に配置される円筒状のスリーブと、を含み、前記フェルールと前記屈折率分布型レンズは、互いに対向する中心軸に対して垂直ではない面が加工され、前記屈折率分布型レンズは、前記フェルールを介して発散される分散光を平行光に変換する平行光レセプタクル部と、
平行四辺形状のガラスブロックと、前記ガラスブロックの一側面に形成されるコーティング部と、前記コーティング部が形成されたガラスブロックの他側面に形成される薄膜フィルターとが形成され、各波長別に光信号を分離するためのジグザグフィルター部と、
前記ジグザグフィルター部から分離されて発散される平行光状の光信号を焦点光状の光信号に変換するために、前記ジグザグフィルター部の後段に配置されるアレイレンズと、前記アレイレンズの後段に、前記平行光状の光信号と水平に配置され、前記アレイレンズから発散される各波長別の光信号による電気信号を検出するアレイ光検出素子と、前記アレイレンズから発散される焦点光の方向を前記アレイ光検出素子の方に変換する反射鏡と、上部面に前記ジグザグフィルター部、前記アレイレンズ、反射鏡、アレイ光検出素子が

載置されて整列されるようにする金属光学台とからなる光パッケージ部と、
前記光検出素子から検出された電気信号を増幅して出力させる伝達インピーダンスタイプのアレイ前置増幅素子と、前記アレイ前置増幅素子が載置されるアレイ前置増幅素子サブマウントと、モジュールハウジングとからなる前置増幅素子部と、を含む、波長多重化光受信モジュール。

【請求項２】
波長分割多重化（ＷＤＭ；Ｗａｖｅｌｅｎｇｔｈ　Ｄｉｖｉｓｉｏｎ　Ｍｕｌｔｉｐｌｅｘｉｎｇ）方式の光通信のための波長多重化光受信モジュールであって、
光線路の終端に形成された光ファイバーコネクターと結合するレセプタクルと、前記レセプタクルの内部空間に位置して入力光を平行光に変換する屈折率分布型レンズ（ＧＲＩＮ　ＬＥＮＳ）と、前記屈折率分布型レンズの前方側の前記レセプタクルの内部空間に位置するフェルールと、前記フェルールとレセプタクルとの間に配置される円筒状のスリーブと、を含み、前記フェルールと前記屈折率分布型レンズは、互いに対向する中心軸に対して垂直ではない面が加工され、前記屈折率分布型レンズは、前記フェルールを介して発散される分散光を平行光に変換する平行光レセプタクル部と、
平行四辺形状のガラスブロックと、前記ガラスブロックの一側面に形成されるコーティング部と、前記コーティング部が形成されたガラスブロックの他側面に形成される薄膜フィルターとが形成され、各波長別に光信号を分離するためのジグザグフィルター部と、
前記ジグザグフィルター部から分離されて発散される平行光状の光信号を焦点光状の光信号に変換するために、前記ジグザグフィルター部の後段に配置されるアレイレンズと、前記アレイレンズの後段に前記平行光状の光信号に対して垂直に配置され、前記アレイレンズから発散される焦点光による電気信号を検出するアレイ光検出素子と、前記アレイ光検出素子が垂直に取り付けられるアレイ光検出素子サブマウントと、上部面に前記ジグザグフィルター部、前記アレイレンズ、アレイ光検出素子、アレイ光検出素子サブマウントが載置されて整列されるようにする金属光学台とからなる光パッケージ部と、
前記光検出素子から検出された電気信号を増幅して出力させる伝達インピーダンスタイプのアレイ前置増幅素子と、前記アレイ前置増幅素子が載置されるアレイ前置増幅素子サブマウントと、モジュールハウジングとからなる前置増幅素子部と、を含む、波長多重化光受信モジュール。

【請求項３】
波長分割多重化（ＷＤＭ；Ｗａｖｅｌｅｎｇｔｈ　Ｄｉｖｉｓｉｏｎ　Ｍｕｌｔｉｐｌｅｘｉｎｇ）方式の光通信のための波長多重化光受信モジュールであって、
光線路の終端に形成された光ファイバーコネクターと結合するレセプタクルと、前記レセプタクルの内部空間に位置して入力光を平行光に変換する屈折率分布型レンズ（ＧＲＩＮ　ＬＥＮＳ）と、前記屈折率分布型レンズの前方側の前記レセプタクルの内部空間に位置するフェルールと、前記フェルールとレセプタクルとの間に配置される円筒状のスリーブと、を含み、前記フェルールと前記屈折率分布型レンズは、互いに対向する中心軸に対して垂直ではない面が加工され、前記屈折率分布型レンズは、前記フェルールを介して発散される分散光を平行光に変換する平行光レセプタクル部と、
平行四辺形状のガラスブロックと、前記ガラスブロックの一側面に形成されるコーティング部と、前記コーティング部が形成されたガラスブロックの他側面に形成される薄膜フィルターとが形成され、各波長別に光信号を分離するためのジグザグフィルター部と、
前記ジグザグフィルター部から分離されて発散される平行光状の光信号を下方に垂直に屈折させる反射鏡と、前記反射鏡の下側に前記反射鏡と平行に配置され、前記反射鏡により反射された平行光状の光信号を焦点光状の光信号に変換するアレイレンズと、前記アレイレンズの下側に前記アレイレンズと平行に配置され、前記アレイレンズから発散される焦点光状の光信号による電気信号を検出するアレイ光検出素子と、上部面に前記ジグザグフィルター部が載置されて整列され、前記反射鏡、前記アレイレンズ、前記アレイ光検出素子が所定の間隔をおいて互いに平行に載置されて整列されるようにする金属光学台とからなる光パッケージ部と、

前記光検出素子から検出された電気信号を増幅して出力させる伝達インピーダンスタイプのアレイ前置増幅素子と、前記アレイ前置増幅素子が載置されるアレイ前置増幅素子サブマウントと、モジュールハウジングとからなる前置増幅素子部と、を含む、波長多重化光受信モジュール。

【請求項４】

前記平行光レセプタクル部は、

前記レセプタクルの内部空間、屈折率分布型レンズ、フェルールおよびスリーブは、いずれも同じ中心軸を有するように位置する、請求項１から３のいずれか１項に記載の波長多重化光受信モジュール。

【請求項５】

前記コーティング部は、前記屈折率分布型レンズの後段部に位置する前記ガラスブロックの一側面に形成されるにあたり、前記屈折率分布型レンズから光が入力される所定の領域に形成される無反射膜コーティング部と、前記無反射膜コーティング部が形成された領域以外の他の領域に形成される反射膜コーティング部とに区分して形成される、請求項１から３のいずれか１項に記載の波長多重化光受信モジュール。

【請求項６】

前記反射鏡は、一面に反射膜がコーティングされた平面状の反射鏡またはシリコン半導体の上にＶ溝をエッチングにより形成し、そのエッチングされた傾斜面に反射膜コーティングを施したシリコンＶ溝反射鏡のいずれか一つに形成される、請求項１に記載の波長多重化光受信モジュール。

【請求項７】

前記アレイ光検出素子は、平行光状の光信号を焦点光状の光信号に転換するレンズが光検出素子に一体に形成されてなるレンズ集積式光検出素子に形成される、請求項２に記載の波長多重化光受信モジュール。

【請求項８】

前記金属光学台には、前記ジグザグフィルター部、前記アレイレンズ、アレイ光検出素子、反射鏡がそれぞれ部分的に挿入されて整列されるようにするための整列溝部、または突出傾斜面や多層の段差からなる載置部が選択的にまたは組み合わされて形成される、請求項１から３のいずれか１項に記載の波長多重化光受信モジュール。

【請求項９】

前記平行光レセプタクル部、前記ジグザグフィルター部、前記光パッケージ部および前記前置増幅素子部は、それぞれ別に作製され、これらを互いに組み立てることで形成される、請求項１から３のいずれか１項に記載の波長多重化光受信モジュール。

【請求項１０】

前記平行光レセプタクル部は、前記前置増幅素子部のモジュールハウジングの一面の中心から離脱した外側に偏って組み立て（形成）られる、請求項９に記載の波長多重化光受信モジュール。

【請求項１１】

前記平行光レセプタクル部が、前記前置増幅素子部のモジュールハウジングの一面に組み立てられる際に、平行光レセプタクル部を介して入力される光によるアレイ光検出素子の出力電気信号値を読み取り、最大の電気信号値が得られる位置に平行光レセプタクル部を固定する能動整列方式により組み立てられる、請求項１０に記載の波長多重化光受信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、波長多重化光受信モジュールに関し、より詳細には、薄膜フィルターを用いた波長多重化光受信モジュールに関する。

【背景技術】

【０００２】

データの需要が徐々に増加するにつれて光通信の速度と容量もまた急激に増加する傾向にあり、既に、単波長の光信号を使用して、１０Ｇｂｐｓ以上の伝送容量を有する光通信システムが商用化され使用されている。しかし、近年、メトロおよび基幹伝送網では、１本の光ファイバーに４０Ｇｂｐｓまたは１００Ｇｂｐｓの伝送容量が求められており、１本の光ファイバーに１０Ｇｂｐｓまたは２５Ｇｂｐｓの伝送速度を有する互いに異なる４個の波長の光信号を多重化して、４０Ｇｂｐｓまたは１００Ｇｂｐｓのデータを伝送する波長分割多重化（ＷＤＭ；Ｗａｖｅｌｅｎｇｔｈ Ｄｉｖｉｓｉｏｎ Ｍｕｌｔｉｐｌｅｘｉｎｇ）方式の光通信が使用されている。

【０００３】

かかる波長分割多重化方式の光通信では、４個の波長のレーザ光を波長分割多重化する光送信モジュールと光線路を介して伝送されてきた光信号をそれぞれの波長に逆多重化し、これを光検出素子で電気信号に検出し、検出した電気信号を増幅させる「波長分割多重化光受信モジュール」が光通信システムの最も核心的な部品として構成される。かかる波長多重化光受信モジュールは、光線路の終端に位置した光ファイバーコネクターと光受信モジュールを結合するレセプタクルと、光結合レンズと、受信した互いに異なる波長の光信号を逆多重化し、それぞれの波長に分離するための逆多重化素子と、それぞれの波長に分離した光を電気信号（光電流）に変換するための光検出素子と、これらの電気信号を増幅させるための伝達インピーダンスタイプの増幅素子と、からなっている。

【０００４】

かかる波長多重化光受信モジュールは、逆多重化素子の種類に応じて、以下のように二つのタイプに大別される。第１のタイプの波長分割多重化光受信モジュールは、図１に示されているように、逆多重化素子としてアレイ導波路格子（ＡＷＧ；Ａｒｒａｙｅｄ Ｗａｖｅｇｕｉｄｅ Ｇｒａｔｉｎｇ）素子１４を使用して、多重化された光をそれぞれの波長にそれぞれ分離し、それぞれ分離した波長による光信号を、光検出素子１６と前置増幅素子１８を使用して電気信号に変換した後、増幅して出力させる形態を有する。

【０００５】

具体的に、アレイ導波路格子素子１４を用いた波長多重化光受信モジュール（以下、「光受信モジュール」と略称）は、フェルール１２が挿入されたレセプタクル１１の部分が、光ファイバーコネクター（図示せず）と締結され、多重化した光信号が光受信モジュールの内部に入力されると、非球面レンズ１３を使用して光をアレイ導波路格子素子１４の光導波路に結合して入射させることになり、アレイ導波路格子素子１４内で光信号がそれぞれの波長に分離されてそれぞれの異なる出力ポートを介して発散する。

【０００６】

アレイ導波路格子素子１４の光導波路から出力されて発散されるそれぞれの波長は、レンズ１５によりそれぞれの光信号の検出を担当する光検出素子１６の受光領域に収まり、光検出素子１６は、収まった波長に応じて検出された電気信号を、後段に位置してワイヤボンディング（図示せず）で連結された伝達インピーダンスタイプの多数の前置増幅素子１８でそれぞれの信号を増幅して出力させる。

【０００７】

かかる第１の形態に係る従来の光受信モジュールの場合、レセプタクル１１に入力された光信号が、最終的に光検出素子１６に入力されるまでの光経路において多くの光損失が生じることが最大の欠点である。光損失は、非球面レンズ１３を使用して、入力光をアレイ導波路格子素子１４の光導波路に入射させるときに発生するだけでなく、アレイ導波路格子素子１４の内部においても大きく発生する。

【０００８】

そのため、アレイ導波路格子素子１４の内部で発生する光損失を低減するためには、アレイ導波路格子素子１４の入力端の共通ポートから出力端のそれぞれの波長のポートに至る光導波路の曲がりを最小化するように設計しなければならない。しかしながら、このようにする場合、アレイ導波路格子素子１４のサイズが増加し、全体の光受信モジュールのサイズが増加するという問題が生じる。通常、かかるアレイ導波路格子素子１４を使用し

た光受信モジュールは、ほとんどの場合、全体の光挿入損失が２ｄＢ以上と大きい。

【０００９】

一方、他の形態に係る光受信モジュールとしては、図２に示されているように、多重化した光の波長を４個の波長に分離するための逆多重化素子でそれぞれの波長のみを通過させる薄膜フィルター２５‐１～２５‐４を用いた光受信モジュールがある。

【００１０】

この際、薄膜フィルター２５‐１～２５‐４を含んでなる逆多重化素子は、通常、当業界において「ジグザグフィルター」と称し、ジグザグフィルターは、図２ａに示されているように、所定の角度を有するように加工されたガラスブロック２４と、ガラスブロック２４の一側に所定の間隔で取り付けられる薄膜フィルター２５‐１～２５‐４と、薄膜フィルター２５‐１～２５‐４と対応するガラスブロック２４の他側面に取り付けられる反射膜コーティングされた他の反射ブロック２４‐１と、からなり、それぞれの波長の光信号がジグザグフィルターの内部で反射して、該当する波長の光のみが薄膜フィルター２５‐１～２５‐４を通り抜けるようにする原理を有する。

【００１１】

かかるジグザグフィルターを用いた従来の光受信モジュール２０の動作原理について簡単に説明すると、レセプタクル２１内のフェルール２２を通過して入力された光信号は、空気との屈折率の差によって広がり、このように広がる光信号は、非球面レンズ２３によって平行光Ｌとなる。

【００１２】

この平行光がジグザグフィルターを通過すると、それぞれの波長の光信号に分離されて出力され、それぞれの波長の光信号は、アレイレンズ２６を通過して焦点光に変化されて発散され、発散された各光信号は、４５度に傾いて取り付けられた反射鏡２７によって反射され、金属光学台３２の上に水平に取り付けられた光検出素子２８に入力される。

【００１３】

光検出素子２８は、入力された各波長の光信号に応じて検出された電気信号を、後段に位置してワイヤボンディング（図示せず）で連結された伝達インピーダンスタイプの多数の前置増幅素子２９でそれぞれの信号を増幅して出力させる。

【００１４】

かかるジグザグフィルターを使用した従来の光受信モジュール２０は、アレイ導波路格子素子１４を使用する光受信モジュール１０に比べて光信号の挿入損失を大幅に低減することができ、且つ逆多重化素子自体のサイズもまたより小さくすることができるという利点がある。

【００１５】

しかし、かかる薄膜フィルター２５‐１～２５‐４を使用した光受信モジュール２０は、図３のように、ジグザグフィルターの挿入損失および帯域通過波長の特性が、薄膜フィルターに入射される光信号の入射角度に大きく左右され（図３を参照すると、光の入射角度（ＡＯＩ；Ａｎｇｌｅ　ｏｆ　Ｉｎｃｉｄｅｎｃｅ）が１０度に設計された薄膜フィルターにおいて、＋／－０．１度の入射角度の変化がある場合、２ｄＢ程度の挿入損失が発生）、且つ光検出素子２８で焦点光の入力正確度によって測定される電気信号の偏差が激しいという欠点があった。

【００１６】

そのため、薄膜フィルターに対する入射角度の変化による挿入損失と、光検出素子から測定される電気信号の偏差を最小化するためには、入射角度の変化が最小化するように発散光を平行光としてジグザグフィルターに入射させる凸レンズ状の非球面レンズ２３と、ジグザグフィルターを通過し、それぞれの波長に分離された平行光を光検出素子２８の受光領域に正確に入射させるためのアレイレンズ２６の位置と角度の整列が非常に重要であった。

【００１７】

しかし、今までの非球面レンズ２３と、アレイレンズ２６の位置と角度の整列は、それ

ぞれ手作業で光検出素子２８から検出される電気信号を測定すると共に整列（能動整列）させたため、時間的、投入人力的に非常に非効率的で、これに伴い、製造コストが上昇し、且つ生産性が大幅に低下するという問題があった。

【００１８】

したがって、前記のような問題を解決すると共に性能および生産性を向上させることができ、製造コストとサイズを最小化することができる新たな構造の光受信モジュールが求められている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１９】

本発明は、上記で導き出された問題を解決するためのものであり、薄膜フィルターを使用した波長多重化光受信モジュールを具現するにあたり、金属光学台上において非球面レンズとアレイレンズとの整列が容易に行われ、且つ全般的なモジュールの構成の数、サイズ、製造工程および製造コストを減少させることができる波長多重化光受信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】

【００２０】

本発明の一側面によれば、波長分割多重化（ＷＤＭ；Ｗａｖｅｌｅｎｇｔｈ　Ｄｉｖｉｓｉｏｎ　Ｍｕｌｔｉｐｌｅｘｉｎｇ）方式の光通信のための波長多重化光受信モジュールであって、光線路の終端に形成された光ファイバーコネクターと結合するレセプタクルと、前記レセプタクルの内部空間に位置して入力光を平行光に変換する屈折率分布型レンズ（ＧＲＩＮ　ＬＥＮＳ）を含む平行光レセプタクル部と、平行四辺形状のガラスブロックと、前記ガラスブロックの一側面に形成されるコーティング部と、前記コーティング部が形成されたガラスブロックの他側面に形成される薄膜フィルターとが形成され、各波長別に光信号を分離するためのジグザグフィルター部と、前記ジグザグフィルター部から分離されて発散される平行光状の光信号を焦点光状の光信号に変換するために、前記ジグザグフィルター部の後段に配置されるアレイレンズと、前記アレイレンズの後段に、前記平行光状の光信号と水平に配置され、前記アレイレンズから発散される各波長別の光信号による電気信号を検出するアレイ光検出素子と、前記アレイレンズから発散される焦点光の方向を前記アレイ光検出素子の方に変換する反射鏡と、上部面に前記ジグザグフィルター部、前記アレイレンズ、反射鏡、アレイ光検出素子が載置されて整列されるようにする金属光学台とからなる光パッケージ部と、前記光検出素子から検出された電気信号を増幅して出力させる伝達インピーダンスタイプのアレイ前置増幅素子と、前記アレイ前置増幅素子が載置されるアレイ前置増幅素子サブマウントと、モジュールハウジングとからなる前置増幅素子部と、を含む波長多重化光受信モジュールが提供され得る。

【００２１】

本発明の他の側面によれば、波長分割多重化（ＷＤＭ；Ｗａｖｅｌｅｎｇｔｈ　Ｄｉｖｉｓｉｏｎ　Ｍｕｌｔｉｐｌｅｘｉｎｇ）方式の光通信のための波長多重化光受信モジュールであって、光線路の終端に形成された光ファイバーコネクターと結合するレセプタクルと、前記レセプタクルの内部空間に位置して入力光を平行光に変換する屈折率分布型レンズ（ＧＲＩＮ　ＬＥＮＳ）を含む平行光レセプタクル部と、平行四辺形状のガラスブロックと、前記ガラスブロックの一側面に形成されるコーティング部と、前記コーティング部が形成されたガラスブロックの他側面に形成される薄膜フィルターとが形成され、各波長別に光信号を分離するためのジグザグフィルター部と、前記ジグザグフィルター部から分離されて発散される平行光状の光信号を焦点光状の光信号に変換するために、前記ジグザグフィルター部の後段に配置されるアレイレンズと、前記アレイレンズの後段に前記平行光状の光信号に対して垂直に配置され、前記アレイレンズから発散される焦点光による電気信号を検出するアレイ光検出素子と、前記アレイ光検出素子が垂直に取り付けられるアレイ光検出素子サブマウントと、上部面に前記ジグザグフィルター部、前記アレイレンズ、アレイ光検出素子、アレイ光検出素子サブマウントが載置されて整列されるようにす

る金属光学台とからなる光パッケージ部と、前記光検出素子から検出された電気信号を増幅して出力させる伝達インピーダンスタイプのアレイ前置増幅素子と、前記アレイ前置増幅素子が載置されるアレイ前置増幅素子サブマウントと、モジュールハウジングとからなる前置増幅素子部と、を含む波長多重化光受信モジュールが提供され得る。

【００２２】

本発明のさらに他の実施例によれば、波長分割多重化（ＷＤＭ；Ｗａｖｅｌｅｎｇｔｈ Ｄｉｖｉｓｉｏｎ Ｍｕｌｔｉｐｌｅｘｉｎｇ）方式の光通信のための波長多重化光受信モジュールであって、光線路の終端に形成された光ファイバーコネクターと結合するレセプタクルと、前記レセプタクルの内部空間に位置して入力光を平行光に変換する屈折率分布型レンズ（ＧＲＩＮ ＬＥＮＳ）を含む平行光レセプタクル部と、平行四辺形状のガラスブロックと、前記ガラスブロックの一側面に形成されるコーティング部と、前記コーティング部が形成されたガラスブロックの他側面に形成される薄膜フィルターとが形成され、各波長別に光信号を分離するためのジグザグフィルター部と、前記ジグザグフィルター部から分離されて発散される平行光状の光信号を下方に垂直に屈折させる反射鏡と、前記反射鏡の下側に前記反射鏡と平行に配置され、前記反射鏡により反射された平行光状の光信号を焦点光状の光信号に変換するアレイレンズと、前記アレイレンズの下側に前記アレイレンズと平行に配置され、前記アレイレンズから発散される焦点光状の光信号による電気信号を検出するアレイ光検出素子と、上部面に前記ジグザグフィルター部が載置されて整列され、前記反射鏡、前記アレイレンズ、前記アレイ光検出素子が所定の間隔をおいて互いに平行に載置されて整列されるようにする金属光学台とからなる光パッケージ部と、前記光検出素子から検出された電気信号を増幅して出力させる伝達インピーダンスタイプのアレイ前置増幅素子と、前記アレイ前置増幅素子が載置されるアレイ前置増幅素子サブマウントと、モジュールハウジングとからなる前置増幅素子部と、を含む波長多重化光受信モジュールが提供され得る。

【発明の効果】

【００２３】

本発明の様々な実施例による波長多重化光受信モジュールは、光受信モジュールの製造に伴う能動整列工程を最小化することができ、光受信モジュールの多数の個別のアセンブリー型の構成が個別に製造および組み立てられて形成されることで、全般的なモジュールの生産性（製造歩留まり）を向上させることができる。

【００２４】

また、製造歩留まりの向上と共に、優れた特性の光受信モジュールを低コストで大量生産することができ、光受信モジュールを重要部品として使用する光トランシーバの価格も減少させることができ、最終的に光受信モジュール市場の活性化と波長多重化技術を用いて光通信のデータ伝送容量を増加させることに大きく寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２５】

【図１】従来のアレイ導波路格子（ＡＷＧ；Ａｒｒａｙｅｄ Ｗａｖｅｇｕｉｄｅ Ｇｒａｔｉｎｇ）素子を用いた波長分割多重化光受信モジュールを示す平面図である。

【図２】従来の薄膜フィルターを用いた波長分割多重化光受信モジュールを示す平面図および断面図である。

【図３】図２における薄膜フィルターを用いた波長分割多重化光受信モジュールの帯域通過薄膜フィルター（Ｂａｎｄ Ｐａｓｓ Ｆｉｌｔｅｒ）の光の入射角度による挿入損失曲線を示すグラフである。

【図４】本発明の一実施例による波長分割多重化光受信モジュールを示す平面図および断面図である。

【図５】図４における光パッケージ部にシリコンＶ溝反射鏡が適用された状態を示す断面図である。

【図６】図１における波長分割多重化光受信モジュールの組立工程を説明するための組立説明図である。

【図７】本発明の他の実施例による波長分割多重化光受信モジュールを示す断面図である。
【図８】図７における光パッケージ部にレンズ集積式光検出素子が適用された状態を示す断面図である。
【図９】本発明のさらに他の実施例による波長分割多重化光受信モジュールの平行光レセプタクル部および光パッケージ部を示す平面図および断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２６】
以下、本発明の好ましい実施例を添付の図面を参照して詳細に説明する。以下に紹介する実施例は、当業者に本発明の思想を十分に伝達するために例として提供されるものである。したがって、本発明は、以下に説明する実施例に限定されず、他の形態に具体化されてもよい。また、図面において、構成要素の幅、長さ、厚さなどは、便宜上、誇張して表現することがある。なお、明細書の全体にわたり、同じ参照符号は、同じ構成要素を示す。
【００２７】
図４は本発明の一実施例による波長分割多重化光受信モジュールを示す平面図および断面図である。図５は図４の光パッケージ部にシリコンＶ溝反射鏡が適用された状態を示す断面図である。
【００２８】
まず、図４を参照すると、本発明の一実施例による波長多重化光受信モジュール（以下、「光受信モジュール」と略称する）は、平行光レセプタクル部１１０と、ジグザグフィルター部１２０と、光パッケージ部１３０と、前置増幅素子部１４０と、を含んでなる。
【００２９】
平行光レセプタクル部１１０は、光線路の終端に位置した光コネクター（図示せず）と光受信モジュールとを連結するための構成であって、円筒状のレセプタクル１１１と、レセプタクルの内部に位置するフェルール１１２と、レセプタクル１１１とフェルール１１２との間に位置する円筒状のスリーブ１１３と、フェルール１１２の後段側のレセプタクル１１１の内部に位置する屈折率分布型レンズ（ＧＲＩＮ　ＬＥＮＳ）１１４と、を含む。この際、前記フェルール１１２、スリーブ１１３および屈折率分布型レンズ１１４は、レセプタクル１１１の内部において互いに同じ中心軸を有する。
【００３０】
かかる平行光レセプタクル部１１０は、フェルールとスリーブのみからなる従来のレセプタクル部と比較して、屈折率分布型レンズ１１４をさらに挿入したことを特徴としており、この際、フェルール１１２と屈折率分布型レンズ１１４は、互いに対向する一面が加工されてもよい。かかる屈折率分布型レンズ１１４は、フェルール１１２を介して発散される分散光を平行光に変換する機能をする。かかる屈折率分布型レンズ１１４は、完璧な平行光を作製するための焦点距離の位置が屈折率分布型レンズ１１４の長さに応じて決定されるため、所望の規格の屈折率分布型レンズ１１４を利用すればよいことから、設計および作製の容易性が上昇することができる。また、屈折率分布型レンズ１１４は、円筒状の構造を有するレセプタクル１１１の内部に同じ円筒状構造のフェルール１１２と、別の整列工程なくレセプタクル１１１に挿着される構造を有することで、機械的な精度だけでも正確な位置に固定させる工程のみが求められ、これにより、別の能動整列がなくても比較的完璧な平行光を作製することができる。
【００３１】
かかる平行光レセプタクル部１１０は、従来の光受信モジュールにおいて平行光を作製するために構成される非球面凸レンズと、前記非球面凸レンズを正確な焦点距離に位置させるために光検出素子の光電流を測定して、非球面凸レンズの位置を探し固定させる能動整列方式を使用するに伴う組立工程の複雑性の増加と製造歩留まりの低下の問題を解消できる利点を有する。
【００３２】

ジグザグフィルター部１２０は、各波長別に光信号を分離するための逆多重化素子として、平行四辺形状のガラスブロック１２３と、ガラスブロック１２３の一側面に所定の間隔で形成され、該当する帯域の光信号を通過させる薄膜フィルター１２４‐ｘ：１２４‐１～１２４‐４と、を含んでなり得る。この際、薄膜フィルター１２４‐ｘ：１２４‐１～１２４‐４が形成されたガラスブロック１２３の他側面には、コーティング部１２１、１２２が形成されてもよい。

【００３３】

コーティング部１２１、１２２は、屈折率分布型レンズ１１４を介して光信号が入射される領域と対応する所定の領域に形成される無反射膜コーティング部１２１と、無反射膜コーティング部が形成された領域以外の他の領域に形成される反射膜コーティング部１２２とに分けて形成されてもよい。

【００３４】

この際、ガラスブロック１２３の一側に形成される無反射膜コーティング部１２１は、屈折率分布型レンズ１１４を介して入射される光信号がガラスブロック１２３に反射することによる損失を最小化する役割を果たし、反射膜コーティング部１２２は、反対側に形成された薄膜フィルター１２４‐１から反射してきた光信号がまた反射し、次の薄膜フィルター１２４‐２～１２４‐４に入射されるようにする役割を果たす。

【００３５】

かかるジグザグフィルター部１２０は、まず、所定の屈折率と厚さを有するガラス板の一側面の一部の領域に無反射膜コーティング部１２１を形成し、同じ面の他の領域には、反射膜コーティング部１２２を形成してから所定のサイズを有するように切り取った後、切り取ったガラスブロックをその断面が平行四辺形の形状を有するように精密な角度で研磨した後、予め作製された薄膜フィルター１２４‐ｘ：１２４‐１～１２４‐４をガラスブロック１２３のコーティング部が形成された一側面と対応する他側面の所定の位置に順に取り付ける工程により作製することができる。

【００３６】

かかる形態の構造および作製過程によるジグザグフィルター部１２０は、別の反射膜を作製してガラスブロックの側面に取り付ける形態を有する従来の構造に比べて、必要となる部品数量を減少し、組立工程も単純化することで、ジグザグフィルター部の製造コストを削減することができる。

【００３７】

光パッケージ部１３０は、アレイレンズ１３１と、反射鏡１３２と、アレイ光検出素子１３３と、金属光学台１３４と、を含んでなり得る。

【００３８】

この際、アレイレンズ１３１は、発散光を焦点光に変換するレンズを一つの部品に集積化したものであり、アレイ光検出素子１３３は、光検出素子を一つの部品に集積化したものであって、その役割は従来のものと類似し得る。

【００３９】

反射鏡１３２は、アレイ光検出素子１３３の上部側に位置してアレイレンズ１３１によって発散される焦点光をアレイ光検出素子１３３に屈折させるための構成であり、一面に反射膜がコーティングされたロッド状の鏡からなり、所定の角度（約４５度）に傾くように位置してもよい。

【００４０】

金属光学台１３４は、ジグザグフィルター部１２０、アレイレンズ１３１、反射鏡１３２およびアレイ光検出素子１３３が載置され固定される構成要素であり、各構成がそれぞれ載置されて整列および固定されるように、整列溝部１３５と載置部１３５ａが加工形成され得る。具体的に、金属光学台１３４の上部側には、ジグザグフィルター部１２０のガラスブロック１２３、アレイレンズ１３１およびアレイ光検出素子１３３と対応する形状の整列溝が加工形成されてもよい。また、アレイ光検出素子１３３の上部側に反射鏡１３２が所定の角度で傾いて載置されるようにするための載置部１３５ａが突出形成されても

よい。

【００４１】

かかるそれぞれの構成品の整列および載置のための整列溝部１３５と載置部１３５ａが加工された金属光学台１３４は、各構成品、特に、アレイレンズ１３１の場合、従来の能動整列を行う必要なく機械的な精度だけで各構成要素の位置を整列することができ、反射鏡１３２の場合、角度の調節、載置のための別の構成要素を設ける必要がなくなり、製造工程にかかる時間およびコストを低減して生産効率性が向上することができる。また、金属光学台１３４の整列溝部１３５および載置部１３５ａに各構成品が整列および載置されることで、外力による構成品の損傷および整列状態の変形などが防止され、光パッケージ部の機械的耐久性も向上することができる。

【００４２】

前置増幅素子部１４０は、光受信モジュールハウジング１４１と、伝達インピーダンスタイプの前置増幅（ＴＩＡ）素子が一つの構成に集積化したアレイ前置増幅素子１４２と、アレイ前置増幅素子１４２が載置されるアレイ前置増幅素子サブマウント１４３と、を含んでなり得る。

【００４３】

図５は図４における光パッケージ部にＶ溝エッチングされたシリコン半導体が適用された状態を示す断面図である。

【００４４】

一方、図５に示されているように、光パッケージ部にアレイレンズ１３１によって発散される焦点光をアレイ光検出素子１３３が位置した下方に屈折させるための平板状の反射鏡１３６の代わりに、シリコンＶ溝反射鏡１３６が構成されてもよい。かかるシリコンＶ溝反射鏡１３６は、シリコン半導体の上にＶ溝をエッチングにより形成し、そのエッチングされた傾斜面に反射膜コーティングを施したものであり、シリコンＶ溝反射鏡１３６は、通常の平板状の反射鏡１３２に比べて低いコストで大量生産が可能であるという利点があり、反射鏡１３６を利用することに比べて、光パッケージ部１３０の価格を低減する面においてより効率的に作用することができる。

【００４５】

ただし、シリコンＶ溝反射鏡１３６を使用して光をアレイ光検出素子１３３の方に屈折させる場合には、反射角度として４５度ではなく、シリコンの湿式エッチングの際に現れる傾斜面の角度である約５４．７度となる。かかる場合、アレイ光検出素子１３３に入射される光が、９０度ではなく、約８０．３度に入射される特徴があるが、これは、反射鏡の位置による調整が可能であるため、出力光電流値にはあまり影響（または変化）がない。

【００４６】

本発明の一実施例による光受信モジュールを構成する平行光レセプタクル部１１０、ジグザグフィルター部１２０、光パッケージ部１３０および前置増幅素子部１４０は、それぞれ別のアセンブリーに作製および組み立てが可能であり、これらの組立工程について図６を参照して説明する。

【００４７】

図６は図１における波長分割多重化光受信モジュールの組立工程を説明するための組立説明図である。

【００４８】

まず、ジグザグフィルター部１２０を光パッケージ部１３０の所定の位置に取り付ける組立ステップ‐１の工程が行われる。この際、組立ステップ‐１の工程を行う際、ジグザグフィルター部１２０とアレイレンズ１３１との距離は、モジュールの特性に影響を及ぼさないが、ジグザグフィルター部１２０のズレ具合は、光損失および波長特性に大きな影響を及ぼすことになる。一方、本発明に係る金属光学台１３４は、整列溝３１５が形成されているため、整列溝３１５にジグザグフィルター部１２０を載置させるだけでもジグザグフィルター部１２０のズレを最小化した状態で組み立てが行われ得る。

【００４９】
組立ステップ‐１によりジグザグフィルター部１２０が組み立てられた光パッケージ部１３０を前置増幅素子部１４０の内部の所定の位置に取り付ける組立ステップ‐２の工程が行われる。この組立工程の精度は、光受信モジュールの光学的特性に影響を及ぼさないため、正確な位置精度が求められない。また、前置増幅素子部１４０の内部に組み立てられた光パッケージ部１３０のアレイ光検出素子は、前置増幅素子部１４０のアレイ前置増幅素子１４２とはワイヤボンディングにより連結される（図面上省略）。
【００５０】
最後に、前記組立ステップ‐２により完成されたジグザグフィルター部１２０、光パッケージ部１３０および前置増幅素子部１４０が組み立てられた組立品に平行光レセプタクル部１１０を組み立てる組立ステップ‐３の工程が行われる。この組立工程では、平行光レセプタクル部１１０のレセプタクルを介して光を入力させて、該当するアレイ光検出素子の出力電気信号（光電流）値を読み取り、最大の電気信号値が得られる位置に平行光レセプタクル部１１０を固定する能動整列方式に組み立てなければならない。この際、少なくとも２箇所以上のアレイ光検出素子の電気信号値が所定基準以上の値に出力されるように能動整列しなければならず、平行光Ｌの光経路が最も短い光検出素子と最も長い光検出素子（例：１２４‐１、１２４‐４）の電気信号値を測定すると共に整列することが効果的であり得る。
【００５１】
以下では、本発明の他の実施例による波長分割多重化光受信モジュールについて説明する。
【００５２】
図７は本発明の他の実施例による波長分割多重化光受信モジュールを示す断面図である。図８は図７の光パッケージ部にレンズ集積式光検出素子が適用された状態を示す断面図である。
【００５３】
図７を参照すると、本発明の他の実施例による光受信モジュールは、本発明の一実施例と比較して、光パッケージ部１３０を構成する部品の一つであるアレイ光検出素子１３３が金属光学台２３４の上面に取り付けられた形態ではなく、アレイ光検出素子サブマウント２３７に垂直に取り付けられている形態を有することを特徴とする。かかる構造によると、アレイ光検出素子２３３に入射される光の方向を屈折させる必要がないため、一実施例の光パッケージ部に構成された反射鏡１３２またはシリコンＶ溝反射鏡１３６のような構成要素が必要なくなり、よりコンパクトな光受信モジュールの製造が可能となる。
【００５４】
一方、図８に示されている本発明の他の実施例による光受信モジュールのアレイ光検出素子２３３のレンズ集積式光検出素子２３８を使用することを特徴とする。レンズ集積式光検出素子２３８は、光検出素子の受光領域の背面にレンズが一体型にモジュール化したものであり、従来、光検出素子の前面を介して受光領域に光が入力されたとすると、レンズ集積式光検出素子は、レンズを介して入力される光を光検出素子の背面を介して受光領域に光を入力させる構造である。
【００５５】
このようにレンズ集積式光検出素子２３８を使用する光パッケージ部２３０では、ジグザグフィルター部２２０を通過した平行光Ｌを焦点光に変換するためのアレイレンズが別に必要ないことから、作製工程を単純化し、作製モジュールのサイズを減少させることができる。
【００５６】
以下では、本発明のさらに他の実施例による波長分割多重化光受信モジュールについて説明する。
【００５７】
図９は本発明のさらに他の実施例による波長分割多重化光受信モジュールの平行光レセ

プタクル部３２０および光パッケージ部３３０を示す平面図および断面図である。

【００５８】

図９を参照すると、本発明のさらに他の実施例による光受信モジュールは、上述の一実施例による光受信モジュールと比較して、光パッケージ部において差があるため、光パッケージ部３３０についてのみ説明する。

【００５９】

本発明のさらに他の実施例による光パッケージ部３３０は、そのジグザグフィルター部３２０と反射鏡３３３との間に位置したアレイレンズ３３１が反射鏡３３２とアレイ光検出素子３３３との間に配置されるようにその位置を移動させたことを特徴とする。この際、アレイレンズ３３１は、アレイ光検出素子３３３と垂直方向の同一線上に平行に配置される。

【００６０】

なお、アレイレンズ３３１とアレイ光検出素子３３３との距離は、アレイレンズ３３１の焦点距離にアレイ光検出素子３３３が位置するように金属光学台３３４の両縁部の所定の位置に段差を設けてアレイレンズ３３１を整列させる。これは、一実施例で説明した載置部と対応することができる。

【００６１】

上述のような本発明の様々な実施例による光受信モジュールは、光受信モジュールの製造に伴う能動整列工程を最小化することができ、光受信モジュールにおける多数の個別のアセンブリー型の構成が個別に製造および組み立てられて形成されることで、全般的なモジュールの生産性（製造歩留まり）を向上させることができる。

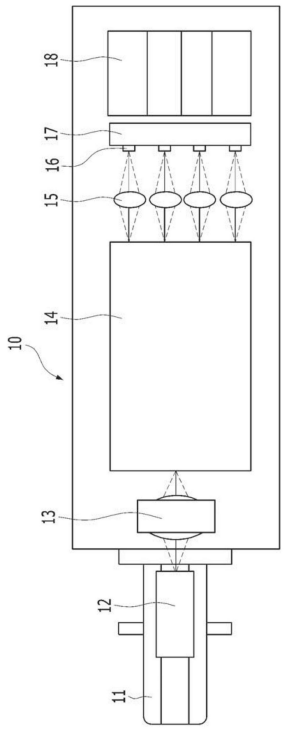
【００６２】

また、モジュールの小型化が可能で、構成要素を減少させることで製造工程および製造コストを低減することができ、光受信モジュールを重要部品として使用する光トランシーバの価格も減少させることができ、最終的に光受信モジュール市場の活性化と波長多重化技術を用いて光通信のデータ伝送容量を増加させることに大きく寄与することができる。

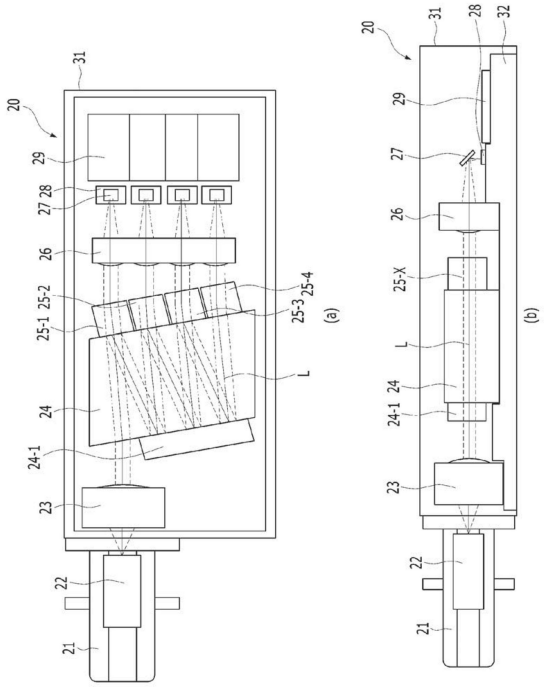
【００６３】

上述の本発明は、本発明が属する技術分野において通常の知識を有する者にとって本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で様々な置換、変形および変更が可能であり、上述の実施例および添付の図面により限定されず、様々な変形が行われ得るように各実施例の全部または一部が選択的に組み合わされて構成されてもよい。

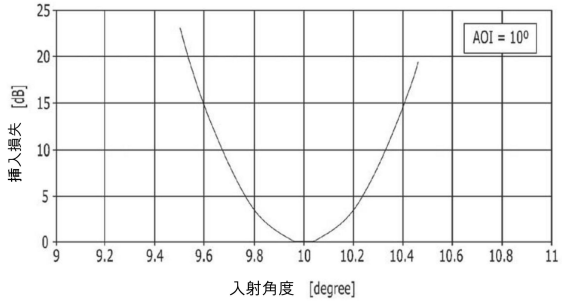
【図１】


18
17
16
15
14
10
13
12
11

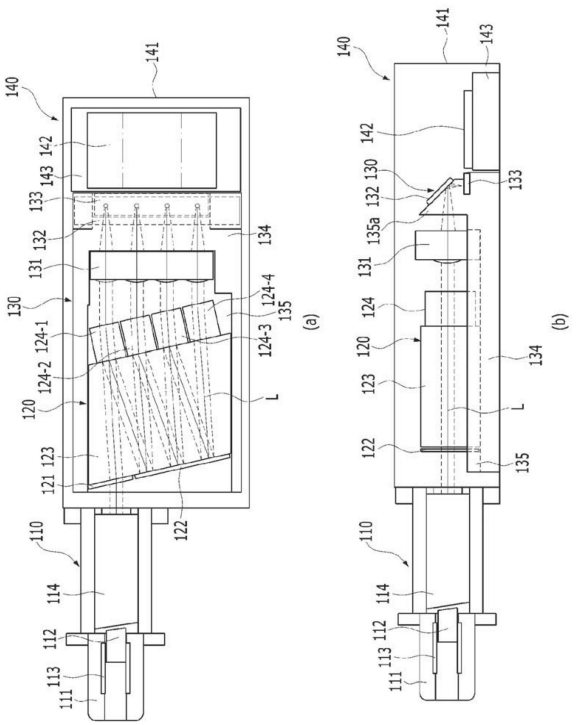
【図２】


20
31
29
27
28
26
25-1
25-2
25-3
25-4
L
24
24-1
23
22
21
(a)
20
31
28
32
29
27
26
25-X
L
24
24-1
23
22
21
(b)

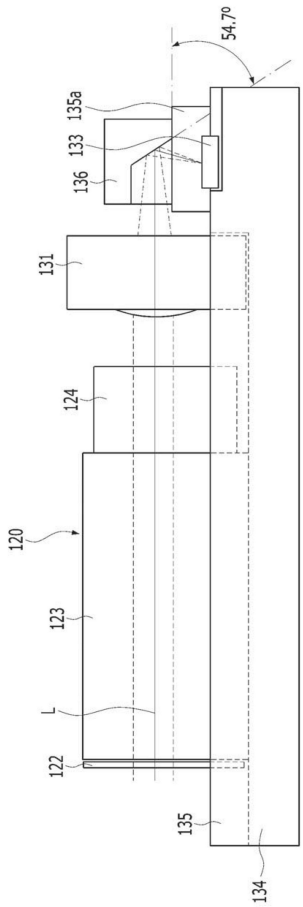
【図３】


AOI = 10°
挿入損失 [dB]
入射角度 [degree]
25
20
15
10
5
0
9
9.2
9.4
9.6
9.8
10
10.2
10.4
10.6
10.8
11

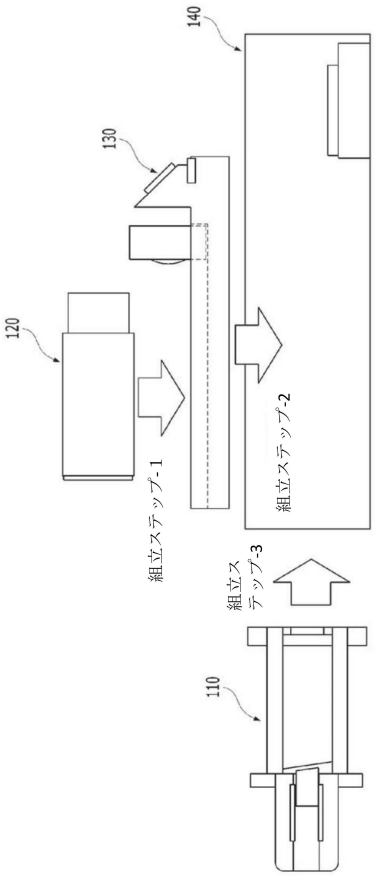
【図４】


140
141
142
143
133
132
131
130
124-1
124-2
120
123
121
110
114
112
113
111
134
124-4
135
124-3
L
122
(a)
140
141
143
142
130
133
132
135a
131
124
120
123
122
110
114
112
113
111
134
L
135
(b)

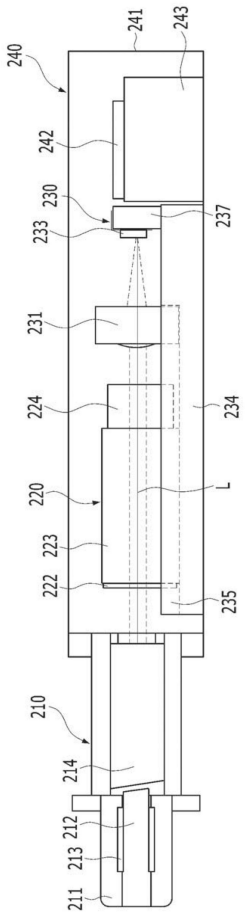
【図５】


54.7°
135a
133
136
131
124
120
123
L
122
135
134

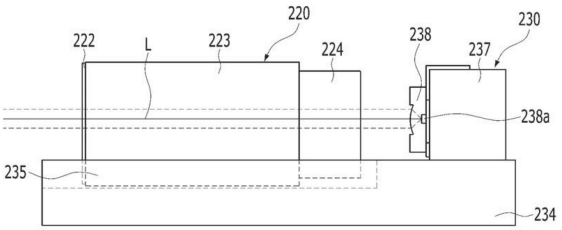
【図６】


140
130
120
組立ステップ-1
組立ステップ-2
組立ステップ-3
110

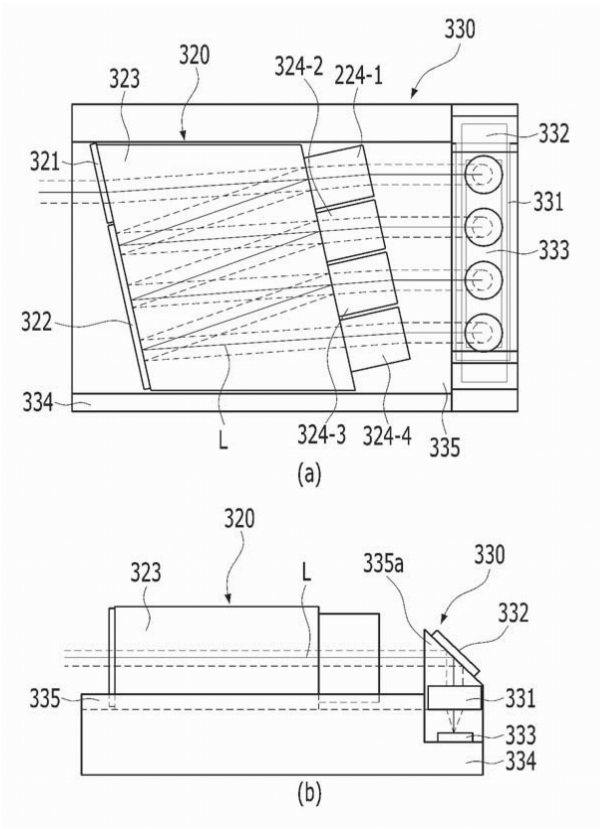
【図７】


241
243
240
242
230
237
233
231
224
234
220
L
223
222
235
210
214
212
213
211

【図８】


220
222
L
223
224
238
237
230
238a
235
234

【図９】


330
320
323
324-2
224-1
332
321
331
333
322
334
L
324-3
324-4
335
(a)
320
323
L
335a
330
332
335
331
333
334
(b)

フロントページの続き

(72)発明者　イ　ギルドン
大韓民国、チュンチョンナムード、ゴンジューシ、ボンヨン２－ロ、３４（シングァン－ドン）
(72)発明者　キム　ソクテ
大韓民国、ジョルラブクード、チョンジューシ、トクチン－グ、ソルネ－ロ１２４、２０２－１４０８（ソンチョン－ドン１－ガ、ヒョンデ　２チャ　アパート）
(72)発明者　パク　ジュンヒ
大韓民国、デジョン、ソーグ、チョンサ－ロ６５、１０１－１２０８（ウォルピョン－ドン、ファンシル　タウン）
(72)発明者　パク　ホサン
大韓民国、デジョン、ユソン－グ、ジョンミン－ロ　１４ボン－ギル、４２、３０１（ジョンミン－ドン）

審査官　右田　昌士

(56)参考文献　特開２０１３－１７１１６１（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１９８９５８（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２７６７３６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１３７４７５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－１２２４３９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－０９６８７８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－１２５０４５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１３７４７６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－０３２６５８（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０８４８８２４４（ＵＳ，Ｂ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｂ　　６／２６　－　６／２７
Ｇ０２Ｂ　　６／２８
Ｇ０２Ｂ　　６／３０　－　６／３４
Ｇ０２Ｂ　　６／４２　－　６／４３