

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6943660号  
(P6943660)

(45) 発行日 令和3年10月6日(2021.10.6)

(24) 登録日 令和3年9月13日(2021.9.13)

(51) Int. Cl. F I  
**GO2B 6/42 (2006.01)** GO2B 6/42  
**HO1S 5/022 (2021.01)** HO1S 5/022

請求項の数 6 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-138328 (P2017-138328)                  (22) 出願日 平成29年7月14日 (2017.7.14)                  (65) 公開番号 特開2019-20575 (P2019-20575A)                  (43) 公開日 平成31年2月7日 (2019.2.7)                  審査請求日 令和2年6月8日 (2020.6.8)</p>	<p>(73) 特許権者 000208765                  株式会社エンプラス                  埼玉県川口市並木2丁目30番1号                  (74) 代理人 110002952                  特許業務法人鷲田国際特許事務所                  (72) 発明者 今 亜耶乃                  埼玉県川口市並木2丁目30番1号 株式                  会社エンプラス内                   審査官 山本 元彦</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光レセプタクルおよび光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光素子および前記発光素子から出射された出射光を監視するための検出素子を含む光電変換装置と、光伝送体との間に配置されたときに、前記発光素子と前記光伝送体の端面とを光学的に結合するための光レセプタクルであって、

前記発光素子から出射された光を入射させる第1光学面と、

前記第1光学面で入射した光の一部を、前記光伝送体の端面に向かう信号光として透過させる第1透過部と、

前記第1光学面で入射した光の他の一部を、前記検出素子に向かうモニター光と前記光伝送体の端面に向かう信号光とに分離させる光分離部と、

前記第1透過部を透過した信号光と前記光分離部で分離された信号光とを、前記光伝送体の端面に向けて出射させる第2光学面と、

前記光分離部で分離されたモニター光を前記検出素子に向けて出射させる第3光学面と

、

を有し、

前記光分離部は、

前記第1光学面で入射した光の光軸に対する傾斜面であって、前記光分離部に入射した光の一部を、前記モニター光として前記第3光学面に向けて反射させる反射部と、

前記反射部と隣接して配置され、前記光分離部に入射した光の他の一部を、前記信号光として透過させる第2透過部と、

を有し、

前記第1光学面で入射し、前記第2光学面で出射する光の光軸を中心軸とし、前記中心軸から前記第1光学面と第2光学面のうち大きいほうの半径と同じ距離だけ離れた面を外縁とする領域を光学有効領域としたとき、前記第1透過部および前記第2透過部は、前記光学有効領域内にあり、

前記第2透過部と前記第1透過部は、前記第1光学面で入射した光の光軸を介して接しており、

前記第1光学面で入射した光の光軸に対して垂直な断面において、前記第2透過部は、前記第1透過部と合わさって、前記第1光学面で入射した光の光軸を中心として取り囲むように配置されている、

光レセプタクル。

【請求項2】

前記第1光学面で入射した光の光軸に対して垂直な断面において、前記第2透過部は、弓形である、

請求項1に記載の光レセプタクル。

【請求項3】

前記第2透過部を透過した信号光は、前記第2光学面で初めて前記光レセプタクルの外部に出射される、

請求項1または2に記載の光レセプタクル。

【請求項4】

前記第2透過部は、前記第1光学面と前記第2光学面との間の光路上に配置され、かつ前記光分離部で分離された信号光の光軸に対して垂直な透過面をさらに有し、

前記光レセプタクルは、前記透過面と前記第2光学面との間の光路上に配置され、かつ前記透過面から前記光レセプタクルの外部に出射された前記信号光を、前記光レセプタクルの内部に再度入射させる第4光学面をさらに有する、

請求項1または2に記載の光レセプタクル。

【請求項5】

前記第1光学面と前記第1透過部との間の光路上、および前記第1光学面と前記光分離部との間の光路上に配置され、前記第1光学面で入射した光を前記第1透過部および前記光分離部に向かって反射させるための反射面をさらに有する、

請求項1～4のいずれか一項に記載の光レセプタクル。

【請求項6】

基板と、前記基板上に配置された発光素子と、前記基板上に配置され、前記発光素子から出射された出射光を監視するための検出素子とを有する光電変換装置と、

請求項1～5のいずれか一項に記載の光レセプタクルと、

を有し、

前記第1透過部および前記第2透過部は、前記発光素子から出射され、前記第1光学面で入射した光の光束内にある、

光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光レセプタクルおよび光モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光ファイバーや光導波路などの光伝送体を用いた光通信には、面発光レーザー（例えば、VCSSEL: Vertical Cavity Surface Emitting Laser）などの発光素子を備えた光モジュールが使用されている。光モジュールは、発光素子から出射された通信情報を含む光を、光伝送体の端面に入射させる光レセプタクルを有する。

【0003】

10

20

30

40

50

また、光モジュールには、温度変化に対する発光素子の出力特性の安定化や光出力の調整を目的として、発光素子から出射された光の強度や光量を監視（モニター）するための検出素子を有するものがある。

【0004】

たとえば、特許文献1には、発光素子および検出素子を含む光電変換装置と、発光素子と光伝送体の端面とを光学的に接続させる光レセプタクルとを有する光モジュールが記載されている。光レセプタクルは、発光素子から出射された光を入射させる第1の面と、第1の面で入射した光を光伝送体の端面に向かって反射させるための第1の反射面と、第1の反射面で反射した光の一部を、光伝送体の端面に向かう信号光として透過させる透過部と、第1の反射面で反射した光の残部を、検出素子に向かうモニター光として反射させる第2の反射面と、透過部を透過した信号光を、光伝送体の端面に集光するように出射する第2の面と、第2の反射面で反射されたモニター光を、検出素子に向けて出射させる第3のレンズ面と、を有する。

10

【0005】

特許文献1に記載の光モジュールでは、発光素子から出射された光は、第1の面で入射する。第1の面で入射した光は、第1の反射面で反射された後、一部は信号光として透過部を透過し、残部は、モニター光として第2の反射面で反射される。透過部を透過した信号光は、光伝送体の端面に向けて第2の面から出射される。一方、第2の反射面で反射されたモニター光は、検出素子の受光面に向けて第3のレンズ面から出射される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2013-24918号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に示される光モジュールでは、光レセプタクルにおける第2の反射面（以下、「反射部」という）の高さ方向の位置が狙いの位置から少しでもずれていると（反射部の位置精度が低いと）、透過部を信号光として透過する光と、反射部でモニター光として反射される光との分光比率が比較的大きく変動しやすい。このような分光比率の変動を少なくするためには、光レセプタクルにおける反射部の位置精度をできるだけ高くすることが望まれる。しかしながら、そのような光レセプタクルを得ようとする、製造に用いられる金型コストが増大しやすいという問題があった。

30

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、光レセプタクルにおける反射部の位置ずれに伴う、信号光とモニター光との分光比率の変動を少なくし、反射部の要求位置精度を緩和しうる光レセプタクルを提供することを目的とする。また、本発明の目的は、光レセプタクルを有する光モジュールを提供することでもある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る光レセプタクルは、1または2以上の発光素子および前記発光素子から出射された出射光を監視するための1または2以上の検出素子を含む光電変換装置と、1または2以上の光伝送体との間に配置されたときに、前記発光素子と前記光伝送体の端面とを光学的に結合するための光レセプタクルであって、前記発光素子から出射された光を入射させる1または2以上の第1光学面と、前記第1光学面で入射した光の一部を、前記光伝送体の端面に向かう信号光として透過させる1または2以上の第1透過部と、前記第1光学面で入射した光の他の一部を、前記検出素子に向かうモニター光と前記光伝送体の端面に向かう信号光とに分離させる光分離部と、前記第1透過部を透過した信号光と前記光分離部で分離された信号光とを、前記光伝送体の端面に向けて出射させる1または2以上の第2光学面と、前記光分離部で分離されたモニター光を前記検出素子に向けて出射させ

40

50

る1または2以上の第3光学面と、を有し、前記光分離部は、前記第1光学面で入射した光の光軸に対する傾斜面であって、前記光分離部に入射した光の一部を、前記モニター光として前記第3光学面に向けて反射させる反射部と、前記反射部と隣接して配置され、前記光分離部に入射した光の他の一部を、前記信号光として透過させる第2透過部と、を有し、前記第1光学面で入射し、前記第2光学面で出射する光の光軸を中心軸とし、前記中心軸から前記第1光学面と第2光学面のうち大きいほうの半径と同じ距離だけ離れた面を外縁とする領域を光学有効領域としたとき、前記第1透過部および前記第2透過部は、前記光学有効領域内にある、構成を採る。

【0010】

本発明に係る光モジュールは、基板と、前記基板上に配置された1または2以上の発光素子と、前記基板上に配置され、前記発光素子から出射された出射光を監視するための1または2以上の検出素子とを有する光電変換装置と、本発明に係る光レセプタクルと、を有し、前記第1透過部および前記第2透過部は、前記発光素子から出射され、前記第1光学面で入射した光の光束内にある、構成を採る。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、光レセプタクルにおける反射部の位置ずれに伴う、信号光とモニター光との分光比率の変動を少なくし、反射部の要求位置精度を緩和しうる光レセプタクルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、実施の形態1に係る光モジュールの断面図である。

【図2】図2A、Bは、実施の形態1に係る光レセプタクルの構成を示す斜視図である。

【図3】図3A～Cは、実施の形態1に係る光レセプタクルの構成を示す図である。

【図4】図4は、実施の形態1に係る光レセプタクルの構成を示す部分拡大断面図である。

【図5】図5は、比較用の光モジュールの断面図である。

【図6】図6は、図5のB-B線断面において、第1光学面で入射した光と透過部との位置関係を示す断面図である。

【図7】図7は、図1の光分離部近傍の部分拡大断面図である。

【図8】図8は、図7のB-B線断面において、第1光学面で入射した光と、第1透過部および第2透過部との位置関係を示す断面図である。

【図9】図9は、実施の形態2に係る光モジュールの断面図である。

【図10】図10A～Cは、実施の形態2に係る光レセプタクルの構成を示す図である。

【図11】図11は、実施の形態2に係る光レセプタクルの構成を示す部分拡大断面図である。

【図12】図12は、実施の形態3に係る光モジュールの断面図である。

【図13】図13A、Bは、実施の形態3に係る光レセプタクルの構成を示す斜視図である。

【図14】図14A～Cは、実施の形態3に係る光レセプタクルの構成を示す図である。

【図15】図15は、変形例に係る光モジュールの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明に係る実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0014】

[実施の形態1]

(光モジュールの構成)

図1は、実施の形態1に係る光モジュール100の断面図である。図1には、光モジュール100の光路を示している。なお、図1では、光レセプタクル140内の光路を示すために光レセプタクル140の断面へのハッチングを省略している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

図 1 に示されるように、光モジュール 1 0 0 は、発光素子 1 2 2 を含む基板実装型の光電変換装置 1 2 0 と、光レセプタクル 1 4 0 と、を有する。光モジュール 1 0 0 は、送信用の光モジュールであり、光レセプタクル 1 4 0 に光伝送体 1 6 0 がフェルルール 1 6 2 を介して結合（以下、接続ともいう）されて使用される。光伝送体 1 6 0 の種類は、特に限定されず、光ファイバー、光導波路などが含まれる。本実施の形態では、光伝送体 1 6 0 は、光ファイバーである。光ファイバーは、シングルモード方式であってもよいし、マルチモード方式であってもよい。光伝送体 1 6 0 の数は、特に限定されない。本実施の形態では、光伝送体 1 6 0 の数は、1 本である。

## 【 0 0 1 6 】

光電変換装置 1 2 0 は、基板 1 2 1 と、1 個の発光素子 1 2 2 と、1 個の検出素子 1 2 3 と、を有する。

## 【 0 0 1 7 】

基板 1 2 1 は、たとえば、ガラスコンポジット基板やガラスエポキシ基板、フレキシブル基板などである。基板 1 2 1 上には、発光素子 1 2 2 と、検出素子 1 2 3 とが配置されている。

## 【 0 0 1 8 】

発光素子 1 2 2 は、基板 1 2 1 上に配置されており、発光素子 1 2 2 が配置された基板 1 2 1 の設置部に対して垂直方向にレーザー光を出射する。発光素子 1 2 2 の数は、特に限定されない。本実施の形態では、発光素子 1 2 2 の数は、1 個である。また、発光素子 1 2 2 の位置も、特に限定されない。発光素子 1 2 2 は、例えば垂直共振器面発光レーザー（VCSEL）である。

## 【 0 0 1 9 】

検出素子 1 2 3 は、発光素子 1 2 2 から出射された出射光 L の出力（例えば、強度や光量）を監視するためのモニター光 L m を受光する。検出素子 1 2 3 は、例えばフォトディテクターである。検出素子 1 2 3 の数は、特に限定されない。本実施の形態では、検出素子 1 2 3 の数は、1 個である。また、検出素子 1 2 3 からの反射光が光レセプタクル 1 4 0 内に戻ることを防止する観点から、検出素子 1 2 3 へ入射するモニター光 L m の光軸は、検出素子 1 2 3 の検出面 1 2 6 に対して傾斜していてもよい。

## 【 0 0 2 0 】

光レセプタクル 1 4 0 は、光電変換装置 1 2 0 の基板 1 2 1 上に配置されている。光レセプタクル 1 4 0 は、光電変換装置 1 2 0 と光伝送体 1 6 0 との間に配置された状態で、発光素子 1 2 2 の発光面 1 2 4 と光伝送体 1 6 0 の端面 1 2 5 とを光学的に結合（以下、接続ともいう）させる。以下、光レセプタクル 1 4 0 の構成について詳細に説明する。

## 【 0 0 2 1 】

（光レセプタクルの構成）

図 2 A および B、図 3 A ~ C ならびに図 4 は、本実施の形態に係る光レセプタクル 1 4 0 の構成を示す図である。図 2 A は、光レセプタクル 1 4 0 の斜視図であり、図 2 B は、図 2 A の部分拡大斜視図である。図 3 A は、光レセプタクル 1 4 0 の平面図であり、図 3 B は、底面図であり、図 3 C は、正面図である。図 4 は、本実施の形態に係る光レセプタクルの構成を示す部分拡大断面図である。

## 【 0 0 2 2 】

図 2 A、B および図 3 A ~ C に示されるように、光レセプタクル 1 4 0 は、透光性を有し、発光素子 1 2 2 の発光面 1 2 4 から出射された出射光 L の一部を、信号光 L s として光伝送体 1 6 0 の端面 1 2 5 に向けて出射させ、他の一部を、モニター光 L m として検出素子 1 2 3 に向けて出射させる。光レセプタクル 1 4 0 は、第 1 光学面 1 4 1、反射面 1 4 2、第 1 透過部 1 4 3、光分離部 1 4 4、第 2 光学面 1 4 5、および第 3 光学面 1 4 6 を有する。光分離部 1 4 4 は、反射部 1 4 4 A および第 2 透過部 1 4 4 B を有する。本実施の形態では、第 1 光学面 1 4 1、第 1 透過部 1 4 3、第 2 透過部 1 4 4 B、第 2 光学面 1 4 5 および第 3 光学面 1 4 6 の数は、それぞれ 1 個である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 3 】

光レセプタクル 1 4 0 は、光通信に用いられる波長の光に対して透光性を有する材料を用いて形成される。そのような材料の例には、ポリエーテルイミド ( P E I ) や環状オレフィン樹脂などの透明な樹脂が含まれる。また、例えば、光レセプタクル 1 4 0 は、射出成形により製造される。

## 【 0 0 2 4 】

第 1 光学面 1 4 1 は、発光素子 1 2 2 から出射された出射光 L を屈折させて光レセプタクル 1 4 0 の内部に入射させる光学面である。第 1 光学面 1 4 1 は、発光素子 1 2 2 から出射された出射光 L を、コリメート光、収束光、または拡散光に変換させうる。本実施の形態では、第 1 光学面 1 4 1 は、発光素子 1 2 2 から出射された出射光 L をコリメート光に変換させる。本実施の形態では、第 1 光学面 1 4 1 の形状は、発光素子 1 2 2 に向かって凸状の凸レンズ面である。また、第 1 光学面 1 4 1 の平面視形状は、円形状である。第 1 光学面 1 4 1 の中心軸は、発光素子 1 2 1 の発光面 1 2 4 に対して垂直であることが好ましい。また、第 1 光学面 1 4 1 の中心軸は、発光素子 1 2 2 から出射された出射光 L の光軸と一致することが好ましい。

10

## 【 0 0 2 5 】

反射面 1 4 2 は、光レセプタクル 1 4 0 の天面側に形成された傾斜面であり、第 1 光学面 1 4 1 と第 1 透過部 1 4 3 との間の光路上および第 1 光学面 1 4 1 と光分離部 1 4 4 との間の光路上に配置されている。反射面 1 4 2 は、第 1 光学面 1 4 1 で入射した光 ( 発光素子 1 2 2 から出射された出射光 L ) を、第 1 透過部 1 4 3 および光分離部 1 4 4 に向かって反射させる。反射面 1 4 2 は、光レセプタクル 1 4 0 の底面から天面に向かうにつれて、光伝送体 1 6 0 に近づくように傾斜している。本実施の形態では、反射面 1 4 2 の傾斜角度は、第 1 光学面 1 4 1 で入射した出射光 L の光軸に対して  $45^\circ$  である。反射面 1 4 2 には、第 1 光学面 1 4 1 で入射した出射光 L が、臨界角より大きな入射角で内部入射する。これにより、反射面 1 4 2 は、入射した出射光 L を基板 1 2 1 の表面に沿う方向に全反射させる。

20

## 【 0 0 2 6 】

第 1 透過部 1 4 3 は、第 1 光学面 1 4 1 で入射した光の一部を、光伝送体 1 6 0 の端面 1 2 5 に向かう信号光 L s として透過させる領域である。第 1 透過部 1 4 3 は、光分離部 1 4 4 の第 2 透過部 1 4 4 B と接するように配置されている。

30

## 【 0 0 2 7 】

光分離部 1 4 4 は、第 1 光学面 1 4 1 で入射した光の他の一部 ( 好ましくは残部 ) を、第 3 光学面 1 4 6 ( または検出素子 1 2 3 ) に向かうモニター光 L m と、第 2 光学面 1 4 5 ( または光伝送体 1 6 0 の端面 1 2 5 ) に向かう信号光 L s とに分離させる。光分離部 1 4 4 は、反射部 1 4 4 A と、第 2 透過部 1 4 4 B とを有する。

## 【 0 0 2 8 】

反射部 1 4 4 A は、光レセプタクル 1 4 0 の天面側に配置されている。反射部 1 4 4 A は、第 1 光学面 1 4 1 で入射した光の光軸に対する傾斜面であり、光分離部 1 4 4 に入射した前記他の一部の光の一部を第 3 光学面 1 4 6 に向けて反射させる。本実施の形態では、反射部 1 4 4 A は、光レセプタクル 1 4 0 の天面から底面に向かうにつれて第 2 光学面 1 4 5 ( 光伝送体 1 6 0 ) に近づくように傾斜した傾斜面である。傾斜面の傾斜角は、第 1 光学面 1 4 1 で入射した光の光軸に対して  $45^\circ$  である。

40

## 【 0 0 2 9 】

第 2 透過部 1 4 4 B は、反射部 1 4 4 A と隣接して配置され、光分離部 1 4 4 に入射した前記他の一部の光の一部 ( 反射部 1 4 4 A で反射される光以外の光 ) を、信号光 L s として透過させる。第 2 透過部 1 4 4 B は、第 1 透過部 1 4 3 と接していることが好ましい。

## 【 0 0 3 0 】

本実施の形態では、第 1 光学面 1 4 1 で入射した光の光軸付近に、第 1 透過部 1 4 3 と光分離部 1 4 4 ( 第 2 透過部 1 4 4 B ) との境界部 1 4 8 が位置している ( 後述する図 8

50

参照)。

【0031】

第1光学面141で入射し、第2光学面145で出射する光の光軸を中心軸Cとし、中心軸Cから第1光学面141と第2光学面145のうち大きいほうの光学面の半径 $R_{max}$ と同じ距離だけ離れた面を外縁とする領域を光学有効領域Aとしたとき、第1透過部143および第2透過部144Bは、いずれも光学有効領域A内にある(図4参照)。本実施の形態では、光学有効領域Aは、中心軸Cから第2光学面145の半径と同じ距離だけ離れた面を外縁とする円柱状の領域である。それにより、第1透過部143および第2透過部144Bを、第1光学面141で入射し、かつ第2光学面145から出射される光の光束内に包含させることができる(図1および8参照)。

10

【0032】

一般的に、発光素子122からの出射光は、光軸に近づくほど高い強度を有する。そのため、光軸近傍において、光分離部144の高さ方向の位置が少しでもずれると、モニター光 $L_m$ と信号光 $L_s$ の分光比率が比較的大きく変動しやすい。したがって、光分離部144の位置精度に伴う分光比率の変動を少なくする観点では、第1光学面141で入射した光Lの光軸に対して垂直な断面(反射面142で反射された光の光軸に対して垂直な断面)において、第2透過部144Bは、少なくとも第1光学面141で入射した光Lの光軸近傍を包含するように(光Lの光軸近傍を中心として取り囲むように)配置されることが好ましい。

【0033】

第1光学面141で入射した光Lの光軸に対して垂直な断面において、第2透過部144Bの断面形状は、特に限定されず、弓形であってもよいし、多角形(三角形、矩形など)であってもよい。弓形とは、円弧または楕円弧の両端部を直線で結んだ形状であり、その例には、半円形などが含まれる。本実施の形態では、第1光学面141で入射した光Lの光軸が、第1透過部143と第2透過部144Bとの境界部148上にあるため、第2透過部144Bの断面形状は、第1光学面141で入射した光Lの光軸と当該境界部148との交点を中心とする半円形状であることが好ましい(図2Bおよび8参照)。

20

【0034】

前述の通り、第1光学面141で入射した光Lの光軸に対して垂直な断面において、第2透過部144Bの断面積は、光学有効領域Aの断面積よりも小さい。具体的には、第2透過部144Bの断面積は、光学有効領域Aの断面積の18~36%であることが好ましく、18~29%であることがより好ましい。第2透過部144Bの断面積が18%以上であると、光分離部144(または反射部144A)の位置が高さ方向にずれたときの、分光比率の変動を一層少なくしうる。第2透過部144Bの断面積が36%以下であると、反射部144Aでモニター光 $L_m$ として反射される光が少なくなりすぎるのを抑制できる。

30

以下、高さ方向とは、光レセプタクル140の底面と天面とを結ぶ方向であって、第1透過部143または第2透過部144Bを透過する光の光軸に対して垂直な方向をいう。

【0035】

本実施の形態では、第2透過部144Bは、それを透過した信号光 $L_s$ が、第2光学面145で初めて光レセプタクル140の外部に出射されるように配置されている(図1参照)。すなわち、第2透過部144Bは、第2透過部144Bと第2光学面145との間の光路上に配置された、第2透過部144Bを透過する光を光レセプタクル140の外部に出射させる透過面を有していない。

40

【0036】

本実施の形態では、前述の通り、第1光学面141で入射した光Lの一部は、第1透過部143を透過し、光伝送体160の端面125に向かう信号光 $L_s$ となる。第1光学面141で入射した光の他の一部(好ましくは残部)は、光分離部144へ入射し、その一部は、反射部144Aで反射されて、検出素子に向かうモニター光 $L_m$ となり、反射部144Aで反射された光以外の光の一部(好ましくは反射部144Aで反射された光以外の

50

光)は、第2透過部144Bを透過し、光伝送体160の端面125に向かう信号光L<sub>s</sub>となる。

【0037】

信号光L<sub>s</sub>とモニター光L<sub>m</sub>との光量比は、所望の光量の信号光L<sub>s</sub>を得つつ、発光素子122から出射された光Lの強度や光量を監視することができるモニター光L<sub>m</sub>を得ることができれば、特に限定されない。本実施の形態では、信号光L<sub>s</sub>は、第1透過部143を透過する信号光と、第2透過部144Bを透過する信号光とを足し合わせたものである。信号光L<sub>s</sub>とモニター光L<sub>m</sub>との光量比は、信号光L<sub>s</sub>：モニター光L<sub>m</sub>＝6：4～8：2であることが好ましい。信号光L<sub>s</sub>とモニター光L<sub>m</sub>との光量比は、信号光L<sub>s</sub>：モニター光L<sub>m</sub>＝7：3であることがさらに好ましい。

10

【0038】

第2光学面145は、第1透過部143を透過した信号光L<sub>s</sub>と、光分離部144で分離された信号光L<sub>s</sub>とを、光伝送体160の端面125に向けて出射させる光学面である。本実施の形態では、第2光学面145は、光レセプタクル140の正面に、光伝送体160の端面125と対向するように配置されている。第2光学面145の形状は、光伝送体160の端面125に向かって凸状の凸レンズ面である。これにより、第1光学面141で入射され、第1透過部143を透過した信号光L<sub>s</sub>と、光分離部144で分離された信号光L<sub>s</sub>とを集光させて、光伝送体160の端面125に効率良く接続させることができる。

【0039】

20

第3光学面146は、光レセプタクル140の底面側に、検出素子123と対向するように配置されている。本実施の形態では、第3光学面146は、検出素子123に向かって凸状の凸レンズ面である。第3光学面146は、光分離部144の反射部144Aで分離されたモニター光L<sub>m</sub>を収束させて検出素子123に向けて出射させる。これにより、モニター光L<sub>m</sub>を検出素子123に効率良く結合させることができる。第3光学面146の中心軸は、検出素子123の受光面(基板121)に対して垂直であることが好ましい。

【0040】

(作用)

本実施の形態に係る光モジュール100の作用について、比較用の光モジュールと対比しながら説明する。図5は、比較用の光モジュール10の構成を示す断面図である。比較用の光モジュール10は、光レセプタクル14が第2透過部を有しない以外は本実施の形態に係る光モジュール100と同様に構成されている。図6は、図5のB-B線断面において、第1光学面41で入射した光Lと第1透過部43との位置関係を示す断面図である。図7は、図1の光分離部144近傍の部分拡大断面図である。図8は、図7のB-B線断面において、第1光学面141で入射した光Lと、第1透過部143および第2透過部144Bとの位置関係を示す断面図である。

30

【0041】

図5に示されるように、比較用の光モジュール10では、発光素子122から出射された出射光Lは、第1光学面41で光レセプタクル40に入射される。第1光学面41で入射した光は、反射面42で反射された後、一部は、第1透過部43を透過し、光伝送体160に向かう信号光L<sub>s</sub>となり、他の一部(好ましくは残部)は、反射部44Aで反射されて、検出素子123に向かうモニター光L<sub>m</sub>となる。第1透過部43を透過し、光伝送体160に向かう信号光L<sub>s</sub>は、第2光学面45から出射されて、光伝送体160の端面125に到達する。一方、検出素子123に向かうモニター光L<sub>m</sub>は、第3光学面46から出射されて、検出素子123へ到達する。

40

【0042】

このような比較用の光モジュール10では、図6に示されるように、たとえば、光レセプタクル14における反射部44Aの位置ずれにより、第1光学面141で入射する光の位置が、第1透過部43に対して上方にずれると(矢印参照)、高強度の中心付近の光が

50



第1透過部43を透過せず、反射部144Aで反射されるため、信号光L<sub>s</sub>の強度が顕著に減少しやすい。つまり、第1透過部43を透過する信号光L<sub>s</sub>と、反射部44で反射されるモニター光L<sub>m</sub>との分光比率の変動が比較的大きい。

【0043】

これに対して、図1および7に示されるように、本実施の形態に係る光モジュール100では、発光素子122から出射された出射光Lは、第1光学面141で光レセプタクル140に入射される。第1光学面141で入射した光は、反射面142で反射された後、一部は、第1透過部143を透過して、光伝送体160に向かう信号光L<sub>s</sub>となり、他の一部（好ましくは残部）は、光分離部144に入射する。光分離部144に入射した光の一部は、反射部144Aで反射されて、検出素子123に向かうモニター光L<sub>m</sub>となり、反射部144Aで反射された光以外の光の一部（好ましくは反射部144Aで反射された光以外の光）は、第2透過部144Bを透過して、光伝送体160に向かう信号光L<sub>s</sub>となる。第1透過部143を透過した信号光L<sub>s</sub>および第2透過部144Bを透過した信号光L<sub>s</sub>は、第2光学面145から出射されて、光伝送体160の端面125に到達する。一方、検出素子123に向かうモニター光L<sub>m</sub>は、第3光学面146から出射されて、検出素子123へ到達する。

10

【0044】

このような本実施の形態に係る光モジュール100では、図8に示されるように、たとえば、光レセプタクル140における光分離部144の位置ずれにより、第1光学面141で入射する光の位置が、第1透過部143に対して上方にずれても（矢印参照）、高強度の中心付近の光が第2透過部144Bを透過し、第2光学面145へ向かうので、信号光L<sub>s</sub>の強度の減少が少ない。つまり、信号光L<sub>s</sub>とモニター光L<sub>m</sub>との分光比率の変動を少なくすることができる。

20

【0045】

（シミュレーション）

光レセプタクル140における光分離部144の高さ方向の位置を変えたときの、発光素子122から出射された光Lの量に対するモニター光L<sub>m</sub>の割合を、シミュレーションした。

【0046】

図1に示されるように、本実施の形態に係る光モジュール100において、光分離部144の高さ方向の位置を、基準位置（0mm）から上方向に0.02mmまで0.002mm毎にずらしたときの、発光素子122から出射される出射光Lに対するモニター光L<sub>m</sub>の割合（％）を、解析ソフトを用いてシミュレーションした。なお、基準位置は、第1透過部143と第2透過部144Bとの境界部148（図8参照）と、第1光学面141で入射した光Lの光軸とが重なる位置とした。

30

また、比較用として、第2透過部を有しない以外は本実施の形態に係る光モジュール100と同様に構成された比較用の光レセプタクルを用いた光モジュール10（図5参照）についても同様にシミュレーションした。

【0047】

シミュレーションでは、発光素子122として、開口数（NA：numerical aperture）が0.25、発光径 8 μmの垂直共振器面発光レーザー（VCSEL）を用いた。光伝送体160として、開口数（NA）が0.20、コア径 50 μmの光ファイバーを用いた。シミュレーション結果を表1に示す。

40

【0048】

【表 1】

		発光素子 1 2 2 からの出射光量に対する モニター光の割合 (%)	
		本実施の形態	比較用
光分離部 1 4 4 または 4 4 の高さ方向の位置 (mm)	0. 0 0 0	1 4. 1	1 4. 1
	0. 0 0 2	1 2. 7	1 2. 5
	0. 0 0 4	1 1. 4	1 1. 1
	0. 0 0 6	1 0. 1	9. 7
	0. 0 0 8	9. 0	8. 4
	0. 0 1 0	8. 0	7. 3
	0. 0 1 2	7. 1	6. 2
	0. 0 1 4	6. 3	5. 2
	0. 0 1 6	5. 6	4. 3
	0. 0 1 8	5. 0	3. 6
	0. 0 2 0	4. 6	2. 9

10

## 【 0 0 4 9 】

表 1 に示されるように、本実施の形態に係る光モジュール 1 0 0 では、目標とするモニター光の割合（たとえば、5 ~ 1 4 %）とするためには、光分離部 1 4 4 の高さ方向の位置が 0 ~ 0 . 0 1 8 mm の範囲内であればよいことがわかる。

20

## 【 0 0 5 0 】

これに対して、比較用の光レセプタクル 1 0 では、目標とするモニター光の割合（たとえば、5 ~ 1 4 %）とするためには、光分離部 4 4 の高さ方向の位置が 0 ~ 0 . 0 1 4 mm の範囲になければならないことがわかる。

## 【 0 0 5 1 】

つまり、目標とするモニター光の割合とするために許容される光分離部 1 4 4 の高さ方向の位置の範囲が、本実施の形態に係る光モジュールのほうが広いこと、すなわち、光レセプタクルに要求される光分離部 1 4 4 の位置精度を緩和できることがわかる。

## 【 0 0 5 2 】

(効果)

以上のように、本実施の形態に係る光モジュール 1 0 0 では、第 1 透過部 1 4 3 だけでなく、第 2 透過部 1 4 4 B をさらに有する。それにより、光レセプタクル 1 4 0 における光分離部 1 4 4 の位置ずれが生じてても、モニター光 L m と信号光 L s との分光比率の変動を少なくすることができる。それにより、光レセプタクル 1 4 0 における光分離部 1 4 4 の要求位置精度を緩和することができる。

30

## 【 0 0 5 3 】

[ 実施の形態 2 ]

(光モジュールの構成)

実施の形態 2 に係る光モジュール 2 0 0 は、光レセプタクル 2 4 0 の構成が実施の形態 1 に係る光モジュール 1 0 0 と異なる。具体的には、本実施の形態に係る光レセプタクル 2 4 0 は、第 2 透過部 2 4 4 B の形状が異なり、かつ第 4 光学面 1 4 7 をさらに有する点が、実施の形態 1 に係る光レセプタクル 1 4 0 と異なる。そこで、第 2 透過部 2 4 4 B と第 4 光学面 1 4 7 についてのみ説明し、実施の形態 1 と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

40

## 【 0 0 5 4 】

図 9 は、実施の形態 2 に係る光モジュール 2 0 0 の断面図である。図 9 には、光モジュール 2 0 0 の光路を示している。なお、図 9 では、光レセプタクル 2 4 0 内の光路を示すために光レセプタクル 2 4 0 の断面へのハッチングを省略している。

## 【 0 0 5 5 】

図 9 に示されるように、光モジュール 2 0 0 は、発光素子 1 2 2 を含む基板実装型の光

50

電変換装置 120 と、光レセプタクル 240 と、を有する。

【0056】

(光レセプタクルの構成)

図 10A ~ C および図 11 は、本実施の形態に係る光レセプタクル 240 の構成を示す図である。図 10A は、光レセプタクル 240 の平面図であり、図 10B は、底面図であり、図 10C は、正面図である。図 11 は、本実施の形態に係る光レセプタクル 240 の構成を示す部分拡大断面図である。

【0057】

図 10A ~ C および図 11 に示されるように、光レセプタクル 240 は、光分離部 244 の第 2 透過部 244B の形状が異なり、かつ光分離部 244 (光分離部 244 の透過面 244C) と第 2 光学面 145 との間の光路上に配置された第 4 光学面 147 をさらに有する以外は図 1 に示される実施の形態 1 に係る光レセプタクル 140 と同様に構成されている。

10

【0058】

第 2 透過部 244B は、第 1 光学面 141 と第 2 光学面 145 との間の光路上に配置された、光分離部 244 で分離された信号光 Ls の光軸に対して垂直な透過面 244C を有する。ここでいう垂直な面とは、光分離部 244 で分離された信号光 Ls の光軸に垂直な線に対して  $\pm 5^\circ$  以下の面、好ましくは  $0^\circ$  の面を指す。透過面 244C は、光分離部 244 で分離された信号光 Ls を、光レセプタクル 240 の外部に出射させる。

【0059】

第 4 光学面 147 は、光レセプタクル 240 の天面側に形成された、光分離部 244 で分離された信号光 Ls の光軸に対して垂直な面である。垂直な面とは、光分離部 244 で分離された信号光 Ls の光軸に垂直な線に対して  $\pm 5^\circ$  以下の面、好ましくは  $0^\circ$  の面をいう。第 4 光学面 147 は、透過面 244C と第 2 光学面 145 との間の光路上に配置されている。第 4 光学面 147 は、光分離部 244 で分離され、光レセプタクル 240 の外部に出射された信号光 Ls を、光レセプタクル 240 内部に再度入射させる。これにより、光伝送体 160 の端面 125 に向かう信号光 Ls を屈折させることなく光レセプタクル 140 内に再度入射させることができる。

20

【0060】

(作用)

図 9 に示されるように、本実施の形態に係る光モジュール 200 では、第 1 光学面 141 で入射した光は、反射面 142 で反射された後、一部は、第 1 透過部 143 を透過して、光伝送体 160 に向かう信号光 Ls となり、他の一部 (好ましくは残部) は、光分離部 244 に入射する。光分離部 244 に入射した光の一部は、反射部 144A で反射されて、検出素子 123 に向かうモニター光 Lm となり、反射部 144A で反射された光以外の光の一部 (好ましくは反射部 144A で反射された光以外の光) は、第 2 透過部 244B を透過し、光伝送体 160 に向かう信号光 Ls として、透過面 244C から光レセプタクル 240 の外部に出射される。第 2 透過面 244C から出射された信号光 Ls は、第 4 光学面 147 で、光レセプタクル 240 の内部に再度入射する。そして、第 4 光学面 147 で再度入射した信号光 Ls と第 1 透過部 143 を透過した信号光 Ls は、第 2 光学面 145 から出射されて、光伝送体 160 の端面 125 に到達する。

30

40

【0061】

このように、本実施の形態に係る光モジュール 200 では、実施の形態 1 と同様に、たとえば、光レセプタクル 240 における光分離部 244 の位置ずれにより、第 1 光学面 141 で入射する光の位置が第 1 透過部 143 に対して上方にずれても、高強度の中心付近の光が第 2 透過部 244B を透過し、第 2 光学面 145 へ向かうので、信号光 Ls の強度の減少が少ない。つまり、信号光 Ls とモニター光 Lm との分光比率の変動を少なくすることができる。

【0062】

(効果)

50

以上のように、本実施の形態に係る光モジュール200では、実施の形態1と同様に、光レセプタクル240における光分離部244の位置ずれが生じて、モニター光Lmと信号光Lsとの分光比率の変動を少なくすることができる。それにより、光レセプタクル240における光分離部244の要求位置精度を緩和することができる。

【0063】

[実施の形態3]

(光モジュールの構成)

実施の形態3に係る光モジュール300は、光レセプタクル340がレンズアレイ型であり、光送信の多チャンネル化に対応できる構成となっている点で、実施の形態1に係る光モジュール100と異なる。以下、実施の形態1と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

10

【0064】

図12は、実施の形態3に係る光モジュール300の断面図である。図12に示されるように、光モジュール300は、発光素子122を含む基板実装型の光電変換装置320と、光レセプタクル340と、を有する。

【0065】

本実施の形態に係る光モジュール300では、光伝送体160は、多芯一括型のコネクタ内に収容された状態で公知の取付手段を介して光レセプタクル340に取り付けられている。本実施の形態では、4本の光伝送体160が、一定間隔で1列に配列されている。なお、光伝送体160は、2列以上に配列されていてもよい。

20

【0066】

光電変換装置320は、基板121と、複数の発光素子122と、複数の検出素子123と、を有する。発光素子122および検出素子123の数は、複数であれば特に限定されない。本実施の形態では、発光素子122および検出素子123の数は、それぞれ4個である。

【0067】

4個の発光素子123は、基板121上に1列に配列されている。図12では、4個の発光素子122は、紙面に垂直な方向に1列に配列されている。4個の発光素子122は、一定間隔で光伝送体160の配列方向に沿って配列されている。

【0068】

4個の検出素子123は、基板121上に配置されている。4個の検出素子123は、4個の発光素子122に対応して一定間隔で1列に配列されている。

30

【0069】

(光レセプタクルの構成)

図13A、Bおよび図14A～Cは、本実施の形態に係る光レセプタクル340の構成を示す図である。図13Aは、光レセプタクル340の正面側からみた斜視図であり、図13Bは、背面側からみた斜視図である。図14Aは、光レセプタクル340の平面図であり、図14Bは、底面図であり、図14Cは、正面図である。

【0070】

図13A、Bおよび図14A～Cに示されるように、本実施の形態に係る光レセプタクル340は、複数の第1光学面141、反射面142、複数の第1透過部143、複数の反射部144A、複数の第2透過部144B、複数の第2光学面145および複数の第3光学面146を有する。本実施の形態では、第1光学面141、第2光学面145、第1透過部143、第2透過部144Bおよび第3光学面146の数は、それぞれ4個である。

40

【0071】

(効果)

本実施の形態に係る光モジュール300は、実施の形態1の効果に加え、監視を伴う光送信の多チャンネル化に対応することができる。

【0072】

50

なお、上記実施の形態 1～3 では、光レセプタクル 140、240、340 がいずれも反射面 142 を有する例を示したが、これに限定されない。

【0073】

図 15 は、変形例に係る光モジュール 400 の断面図である。図 15 に示されるように、光モジュール 400 は、発光素子 122 を含む光電変換装置 420 と、光レセプタクル 440 と、を有する。光レセプタクル 440 は、第 1 光学面 141 が、光レセプタクル 440 の背面に配置され、かつ反射面 142 を有しない以外は図 1 の光レセプタクル 140 と同様に構成されうる。光電変換装置 420 の基板 421 は、発光素子 122 が、光レセプタクル 440 の第 1 光学面 141 に対向し、かつ検出素子 123 が第 3 光学面 146 に対向するように配置される。

10

【0074】

また、上記実施の形態 1～3 では、光レセプタクル 140、240、340 の天面側において、反射面 142 と反射部 144B とが接しないように配置される例を示したが、これに限定されず、反射面 142 と反射部 144B とが接するように配置されてもよい。

【0075】

また、上記実施の形態 1～3 では、光レセプタクル 140、240、340 において、第 1 光学面 141、第 2 光学面 145 および第 3 光学面 146 の形状が、いずれも凸レンズ面である例を示したが、これに限定されず、たとえば、平面などであってもよい。また、第 1 光学面 141、第 2 光学面 145 および第 3 光学面 146 の平面視形状が、いずれも円形状である例を示したが、これに限定されない。

20

【0076】

また、上記実施の形態 3 では、図 13A および B において、4 個の第 1 光学面 141 を、いずれも送信用の第 1 光学面 141 として使用（光モジュール 300 を送信用の光モジュールとして使用）する例を示したが、これに限定されない。たとえば、4 個の第 1 光学面 141 を、いずれも受信用の第 1 光学面 141 として使用（光モジュール 300 を、受信用の光モジュールとして使用）してもよいし、右側と左側のいずれか一方の 2 個の第 1 光学面 141 を、受信用の第 1 光学面 141 として使用（光モジュール 300 を、送信用と受信用を兼ねた光モジュールとして使用）してもよい。

【0077】

また、上記実施の形態 1 および 3 では、第 2 透過部 144B を挟んで反射部 144A と対向する面が傾斜面である例を示したが、これに限定されず、光分離部 144 で分離された信号光 Ls の光軸に対して垂直な面であってもよい。垂直な面とは、光分離部 144 で分離された信号光 Ls の光軸に垂直な線に対して ±5° 以下の面、好ましくは 0° の面をいう。

30

【産業上の利用可能性】

【0078】

本発明に係る光レセプタクルおよび光モジュールは、光伝送体を用いた光通信に有用である。

【符号の説明】

【0079】

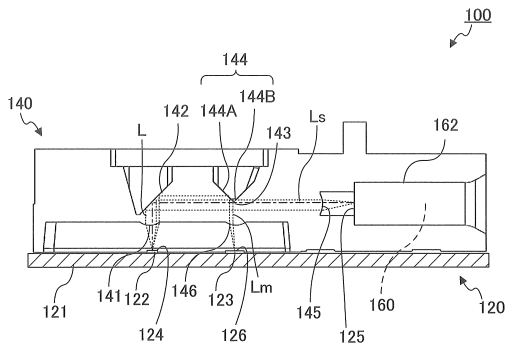
- 100、200、300、400 光モジュール
- 120、320、420 光電変換装置
- 121、421 基板
- 122 発光素子
- 123 検出素子
- 124 発光面
- 125 端面
- 140、240、340、440 光レセプタクル
- 141 第 1 光学面
- 142 反射面

40

50

- 1 4 3 第 1 透過部
- 1 4 4、2 4 4 光分離部
- 1 4 4 A 反射部
- 1 4 4 B、2 4 4 B 第 2 透過部
- 1 4 5 第 2 光学面
- 1 4 6 第 3 光学面
- 1 4 7 第 4 光学面
- 1 4 8 境界部
- 1 6 0 光伝送体
- 1 6 2 フェルール
- 2 4 4 C 透過面
- L 出射光
- L m モニター光
- L s 信号光
- A 光学有効領域
- R m a x 半径

【 図 1 】



【 図 2 】

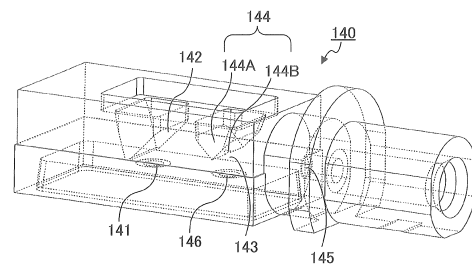


図 2A

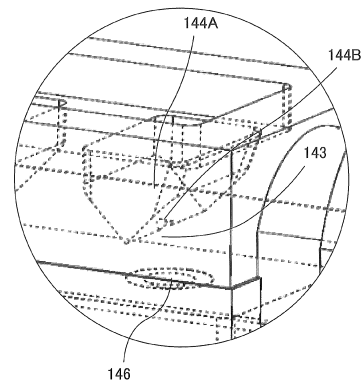


図 2B

【 図 3 】

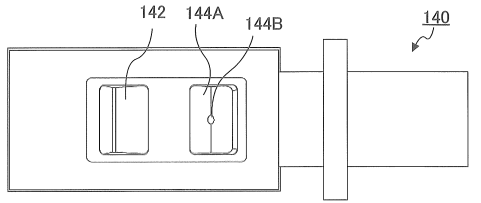


図 3A

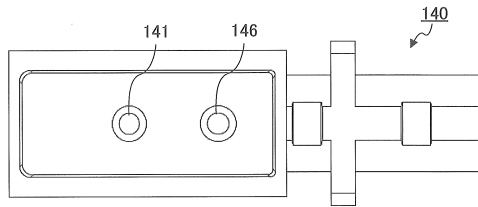


図 3B

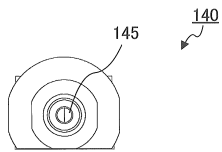
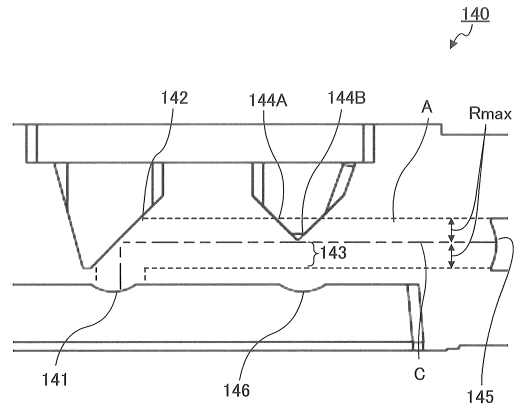
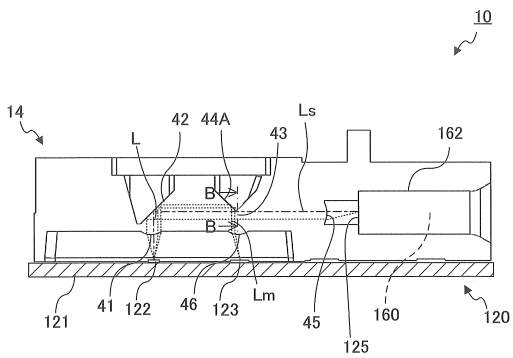


図 3C

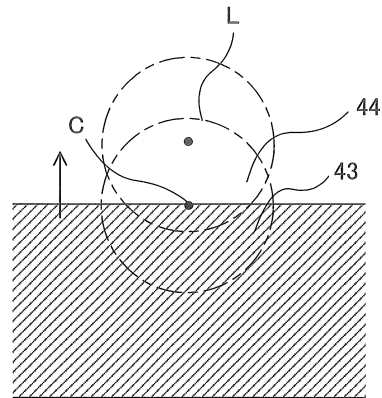
【 図 4 】



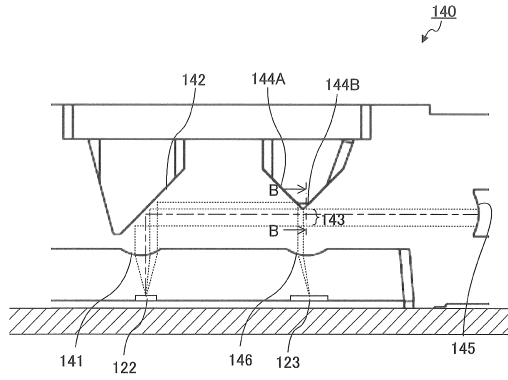
【 図 5 】



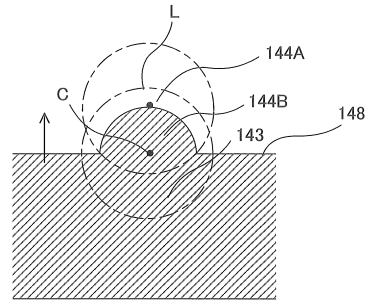
【 図 6 】



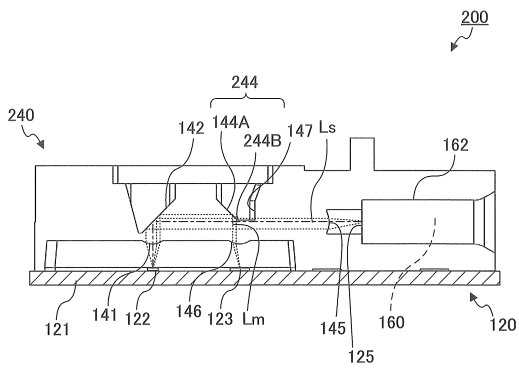
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

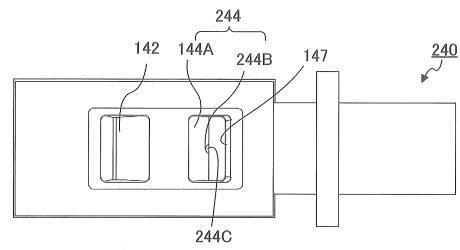


図 10A

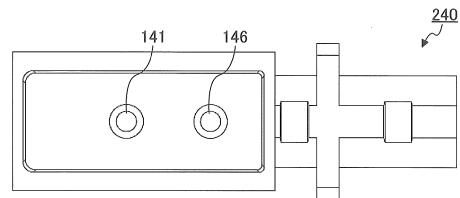


図 10B

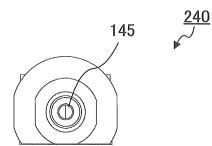
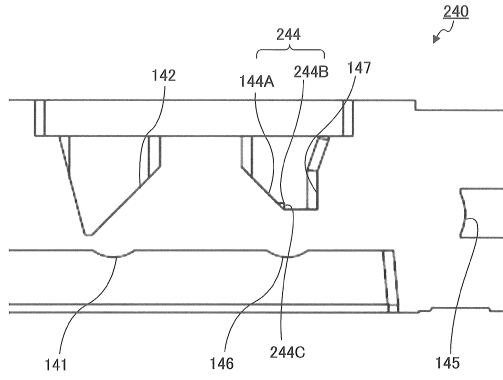


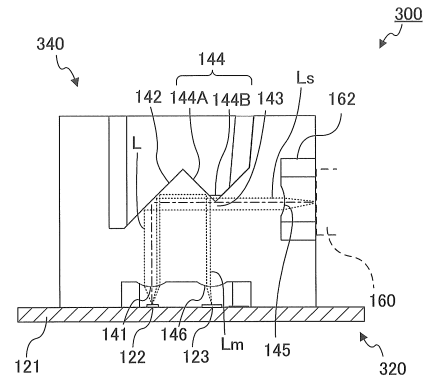
図 10C



【図11】



【図12】



【図13】

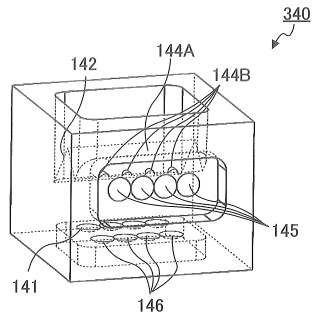


図13A

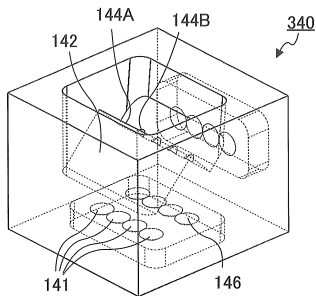


図13B

【図14】

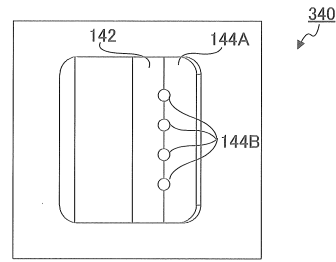


図14A

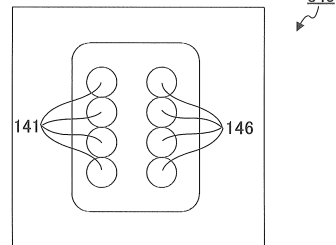


図14B

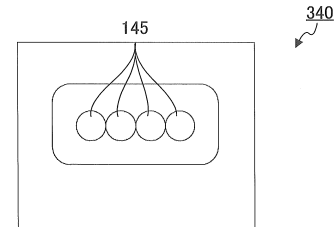
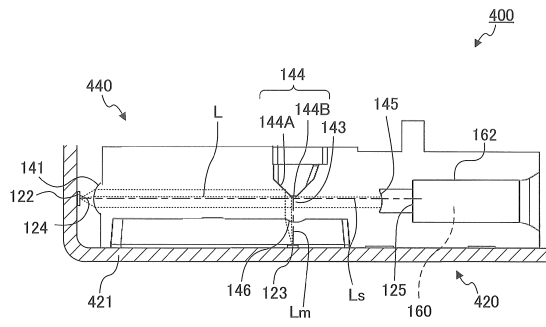


図14C

【 図 15 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2016/104302(WO, A1)  
特開2012-163903(JP, A)  
特開2013-061587(JP, A)  
特開2013-024918(JP, A)  
国際公開第2017/057035(WO, A1)  
特開昭62-237409(JP, A)  
米国特許出願公開第2017/0168250(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/26 - 6/27、6/30 - 6/34、6/42 - 6/43  
H01S 5/00 - 5/40  
H01L 31/12