

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015年9月24日(24.09.2015)



(10) 国際公開番号  
WO 2015/141600 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 6/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/057585
- (22) 国際出願日: 2015年3月13日(13.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2014-055592 2014年3月18日(18.03.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社エンプラス(ENPLAS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3320034 埼玉県川口市並木2丁目30番1号 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 渋谷 和孝(SHIBUYA, Kazutaka).
- (74) 代理人: 鷲田 公一(WASHIDA, Kimihito); 〒1600023 東京都新宿区西新宿1-2-3-7 新宿ファーストウェスト8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

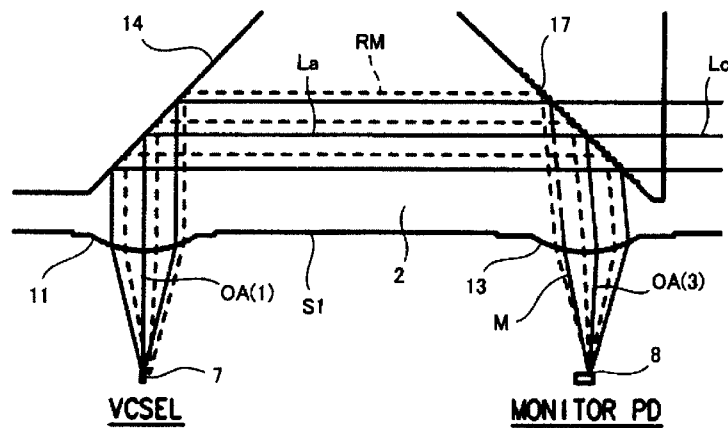
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OPTICAL RECEPTACLE AND OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: 光レセプタクルおよび光モジュール



(57) Abstract: This optical receptacle has the following: a first surface that includes a first optical surface via which light outputted from a light-emitting element is inputted and a third optical surface via which monitoring light is outputted towards a detection element; a reflective surface whereby the light inputted via the first optical surface is reflected in a direction parallel to a substrate; an optical separation unit whereby the light reflected off the reflective surface is separated into monitoring light headed towards the aforementioned first surface and signal light headed towards an end face of a light-transporting body; a transmitting surface through which the signal light separated out by the optical separation unit is transmitted via a space inside a concavity; a third surface that includes a second optical surface via which the signal light that has been transmitted through the transmitting surface is outputted towards the end face of the aforementioned light-transporting body; and a reflected-monitoring-light avoidance means, placed in the optical path between the optical separation unit and the abovementioned detection element, whereby reflected monitoring light that results when monitoring light that has reached the detection element reflects off a detection surface of said detection element is guided so as not to return to the abovementioned light-emitting element.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/141600 A1



---

本発明の光レセプタクルは、発光素子から出射された光を入射させる第1光学面と、検出素子に向けてモニター光を出射させる第3光学面とを含む第1の面と、第1光学面で入射した光を基板に沿った方向に反射させる反射面と、反射面で反射された光を第1の面に向かうモニター光と光伝送体の端面に向かう信号光とに分離する光分離部と、光分離部によって分離された信号光を、凹部内の空間を経て透過させる透過面と、透過面を透過した信号光を光伝送体の端面に向けて出射させる第2光学面を含む第3の面と、光分離部および検出素子間の光路上に配置され、検出素子に到達したモニター光が検出素子の検出面で反射した反射モニター光を発光素子に戻らないように誘導する反射モニター光回避手段とを備える。

## 明 細 書

**発明の名称**：光レセプタクルおよび光モジュール

### 技術分野

[0001] 本発明は、発光素子と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およびこれを備えた光モジュールに関する。

### 背景技術

[0002] 以前から、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、V C S E L : Vertical Cavity Surface Emitting Laser）などの発光素子を備えた光モジュールが用いられている。

[0003] このような光モジュールには、光レセプタクルと称される光モジュール部品が用いられている。この光レセプタクルは、発光素子から出射された通信情報を含む光を光ファイバーの端面に結合させることによって、光ファイバーを介した光送信に用いられる。

[0004] 本出願人は、基板実装型の光電変換装置に対応すべく、発光素子から出射された出射光の一部をモニター光として検出素子側に反射させるための反射面を形成するとともに、発光素子の光を光ファイバーの端面において基板に沿った方向に取り出すような光送信を簡便かつ適正に実現することができる光レセプタクル、およびこれを備えた光モジュールを提案している（特許文献1参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-137507号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] 前述した特許文献1に記載の光モジュールにおいて、更に検出素子からの反射光が発光素子に戻ることを防止して光学特性を高くすることが望まれている。

[0007] 本発明の目的は、本来の光学特性を維持しつつ、検出素子で反射した反射光が、発光素子に戻ることを防止して光学特性がさらに向上した光レセプタクルおよびこれを備えた光モジュールを提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0008] 前述した目的を達成するため、本発明に係る光レセプタクルは、発光素子および前記発光素子から発光された光を監視するためのモニター光を検出する検出素子が基板上に実装された光電変換装置と、光伝送体との間に配置され、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、前記検出素子に向けて前記モニター光を出射させる第3光学面とを含む第1の面と、前記第1光学面で入射した光を前記基板に沿った方向に反射させる反射面と、前記反射面で反射された光の光路上に配置された凹部の内面の一部であり、前記反射面で反射された光を前記第3光学面に向かう前記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する光分離部と、前記凹部の内面の一部であり、前記光分離部によって分離された前記信号光を、前記凹部内の空間を経て透過させる透過面と、前記透過面を透過した前記信号光を前記光伝送体の端面に向けて出射させる第2光学面を含む第3の面と、前記光分離部および前記検出素子の間の光路上に配置され、前記検出素子に到達した前記モニター光が前記検出素子の検出面で反射した反射モニター光を前記発光素子に戻らないように誘導する反射モニター光回避手段と、を備え、前記光分離部は、前記第1の面に対して第2の傾斜角となるように、所定の分割方向に所定の間隔で分割して配置され、前記反射面によって反射された前記発光素子から出射された光の一部の光が入射し、当該入射した一部の光を前記モニター光として反射させる分割反射面と、前記分割反射面の非配置領域に分割して配置され、前記反射面によって反射された前記発光素子の光のうちの前記一部の光以外の他の一部の光が入射し、当該入射した他の一部の光を透過させて前記信号光として前記第3の面側に向かわせる分割透過面と、を有する。

[0009] また、本発明に係る光モジュールは、発光素子および前記発光素子から発光された光を監視するためのモニター光を検出する検出素子が基板上に実装された光電変換装置と、本発明に係る光レセプタクルとを有する。

### 発明の効果

[0010] 本発明によれば、発光素子から出射され、検出素子の検出面で反射した光が発光素子に戻ることがないため、光モジュールの光学特性をさらに向上させることができる。また、本発明によれば、発光素子から出射された光を光伝送体の端面において基板に沿った方向に取り出すような監視をともなう光送信を、簡便かつ適正に実現することもできる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本発明の実施の形態1に係る光モジュールの構成を示す断面図である。

[図2]図2は、実施の形態1に係る光レセプタクルの平面図である。

[図3]図3は、実施の形態1に係る光レセプタクルの底面図である。

[図4]図4は、実施の形態1における光分離部の部分拡大断面図である。

[図5]図5 Aは、実施の形態1において、光伝送体の端面における信号光のスポット形状を示す図であり、図5 Bは、光伝送体の端面における信号光の強度分布を示す図である。

[図6]図6は、反射モニター光回避手段の一例を示す部分拡大断面図である。

[図7]図7は、反射モニター光回避手段の他の例を示す部分拡大断面図である。

[図8]図8は、第3光学面の中心軸を変化させない場合の分割反射面の傾斜角度の変化量と反射モニター光の光量の変化量の関係を示すグラフである。

[図9]図9は、実施の形態1の変形例に係る光モジュールの構成を示す断面図である。

[図10]図10は、実施の形態1の変形例に係る光レセプタクルの平面図である。

[図11]図11は、実施の形態1の変形例に係る光レセプタクルの底面図であ

る。

[図12]図12は、実施の形態1の変形例に係る光レセプタクルの右側面図である。

[図13]図13A、Bは、実施の形態1の実施例における光分離部の構成例1を示す図である。

[図14]図14A、Bは、実施の形態1の実施例における光分離部の構成例2を示す図である。

[図15]図15は、本発明の実施の形態2に係る光分離部の構成を示す図である。

[図16]図16A、Bは、実施の形態2の実施例における光分離部の構成例1を示す図である。

[図17]図17A、Bは、実施の形態2の実施例における光分離部の構成例2を示す図である。

[図18]図18A、Bは、実施の形態3における光分離部の構成を示す図である。

[図19]図19は、実施の形態3の変形例における第3凹部の構成を示す図である。

[図20]図20は、実施の形態4に係る光モジュールの構成を示す図である。

[図21]図21A～Cは、実施の形態4において、信号光の光路上の互いに異なる位置における信号光のスポット形状（断面形状）の変化を示したシミュレーションの結果を示す図である。

[図22]図22は、実施の形態4において、光ファイバーの端面における信号光の強度分布を示す図である。

[図23]図23Aは、実施の形態4の変形例1に係る光モジュールの構成を示す断面図であり、図23Bは、右側面図である。

[図24]図24は、実施の形態4の変形例2に係る光モジュールの構成を示す図である。

[図25]図25A～Cは、実施の形態4の変形例2において、信号光の光路上

の互いに異なる位置における信号光のスポット形状の変化を示したシミュレーションの図である。

[図26]図26Aは、実施の形態4の変形例3に係る光モジュールの構成を示す断面図であり、図26Bは、右側面図である。

[図27]図27は、実施の形態4の変形例4に係る光モジュールの構成を示す断面図である。

[図28]図28A～Cは、実施の形態4の変形例4において、信号光の光路上の互いに異なる位置における信号光のスポット形状の変化を示したシミュレーションの図である。

[図29]図29Aは、実施の形態4の変形例5に係る光モジュールの構成を示す断面図であり、図29Bは、右側面図である。

[図30]図30Aは、光分離部の他の例を示す斜視図であり、図30Bは、平面図である。

[図31]図31Aは、光分離部の部分拡大断面図であり、図31Bは、光分離部の光路を示す部分拡大断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下、添付した図面を参照して、本発明に係る光レセプタクルおよびこれを備えた光モジュールについて説明する。

[0013] [実施の形態1]

図1は、実施の形態1に係る光モジュール1の構成を示す断面図（図2に示されるA-A線の断面図に相当）である。図2は、光レセプタクル2の平面図である。図3は、光レセプタクル2の底面図である。

[0014] 図1に示されるように、実施の形態1に係る光レセプタクル2（光レセプタクル本体）は、光電変換装置3と光伝送体5との間に配置される。

[0015] 光電変換装置3は、基板実装型の光電変換装置である。光電変換装置3は、半導体基板（回路基板）6、発光素子7および検出素子8を有する。半導体基板（回路基板）6は、光レセプタクル2の下端面2aに対して平行に配置される。半導体基板（回路基板）6における光レセプタクル2側の面（上

面)には、この面に対して垂直方向(上方向)にレーザー光L aを出射(発光)させる1つの発光素子7が配置されている。発光素子7は、例えばVCSEL(垂直共振器面発光レーザー)である。また、半導体基板6における光レセプタクル2側の面上であって、発光素子7に対する図1における右方位置には、発光素子7から出射されたレーザー光L aの出力(例えば、強度や光量)を監視するためのモニター光Mを受光する1つの検出素子8が配置されている。検出素子8は、例えばフォトディテクターである。さらに、図示しないが、半導体基板6における光レセプタクル2側の面上には、検出素子8によって検出されたモニター光Mの強度や光量に基づいて発光素子7から出射(発光)されるレーザー光L aの出力を制御する制御回路等の電子部品が実装されている。電子部品は、配線を介して発光素子7および検出素子8と電氣的に接続されている。光電変換装置3は、例えば、半導体基板6と光レセプタクル2との間に配置された接着剤(例えば、熱硬化性樹脂や紫外線硬化性樹脂)などの公知の固定手段によって光レセプタクル2に取り付けられる。

[0016] 光伝送体5は、例えば光ファイバー、光導波路などである。本実施の形態では、光伝送体5は、光ファイバーである。また、光伝送体5は、シングルモードの光ファイバーであってもよいし、マルチモードの光ファイバーであってもよい。光伝送体5の端面5 a側の所定長さの部位は、この部位を保持する円筒状のフェルール9とともに、光レセプタクル2に形成された筒状の光伝送体取付部4内に着脱可能に取り付けられている。光伝送体5を保持したフェルール9が光レセプタクル2に取り付けられた状態において、光伝送体5における端面5 a側の部位(光伝送体取付部4内に収容された部位)は、半導体基板6に対して平行に配置される。

[0017] 光レセプタクル2は、光電変換装置3と光伝送体5との間に配置された状態で、発光素子7と光伝送体5の端面5 aとを光学的に結合させる。光レセプタクル2は、第1の面S 1と、反射面1 4と、光分離部1 7と、第3の面S 3と、反射モニター光回避手段とを有する。



[0018] 図1に示されるように、光レセプタクル2は、各種の光学面を有する主要部の外形が略直方体状に形成されている。すなわち、図1～図3に示されるように、光レセプタクル2の主要部は、下端面2a、上端面2b、左端面2c、右端面2d、前端面2eおよび後端面2fの各面によって大まかな外形を構成している。そして、上下の端面2a、2bは互いに平行に配置され、左右の端面2c、2dも互いに平行に配置されている。さらに、上下の端面2a、2bと左右の端面2c、2dとは、互いに垂直に配置されている。なお、前述した光伝送体取付部4は、右端面2dから右方に延出するように形成されている。ただし、このような構成に限定される必要はなく、例えば、光レセプタクル2を樹脂成形する場合には、左右の端面2c、2dに、金型からの離型のための抜きテーパを形成してもよい。

[0019] 図1に示されるように、光レセプタクル2の下端面2a上には、下端面2aに開口した断面略台形状の第1凹部10が形成されている。そして、第1凹部10の底面は、発光素子7から出射されたレーザー光Laが入射する第1光学面11および検出素子8に向けたモニター光Mが出射される第3光学面13を含む第1の面S1である。図1に示されるように、第1の面S1は、下端面2aと平行に形成されている。図1および図3に示されるように、第1の面S1上の図1および図3における左端部の近傍には、1つの第1光学面11が形成されている。図1および図3に示されるように、第1光学面11は、平面視形状が円形状であって、発光素子7側に凸面を向けた球面または非球面の凸レンズ面である。なお、第1光学面11上における光軸（中心軸）OA(1)は、発光素子7から出射されるレーザー光La（光束）の中心軸（中心光線）に一致することが好ましい。また、光軸OA(1)の軸方向は、第1の面S1に対して垂直であってもよい。

[0020] 図1に示されるように、第1光学面11には、光レセプタクル2に光電変換装置3が取り付けられた状態において、発光素子7から出射されたレーザー光Laが下方から入射する。そして、第1光学面11で入射したレーザー光Laは、コリメート光となって光レセプタクル2の内部を進行する。

[0021] また、図1および図2に示されるように、光レセプタクル2の上端面2bは、第1の面S1と反対側（図1における上方）に配置された第2の面S2である。そして、第2の面S2における第1光学面11に対してレーザー光L<sub>a</sub>の進行方向側の位置（図1における真上位置）には、上方に向かうにしたがって右方に傾く（光レセプタクル2の下端面2aから上端面2bに向かうにつれて、光伝送体取付部4に近づく）ような第1の面S1に対する所定の第1の傾斜角となるように配置された反射面14が形成されている。図1に示されるように、反射面14は、第2の面S2上に下方に向かって形成された断面略台形状の第2凹部15の斜面のみからなる。

[0022] 図1に示されるように、発光素子7から出射され、第1光学面11で入射したレーザー光L<sub>a</sub>は、図1における下方から臨界角より大きな入射角で光レセプタクル2の内部側から反射面14に入射（内部入射）する。そして、反射面14は、レーザー光L<sub>a</sub>を、図1における右方に向かって全反射させる。

[0023] なお、反射面14の傾斜角は、設計および寸法精度測定の簡便化の観点から、第1の面S1を基準（0°）として図1における反時計回りに45°回転させた角度であることが好ましい。

[0024] さらに、図1および図2に示されるように、第2の面S2における反射面14に対して発光素子7から出射され、反射面14で反射したレーザー光L<sub>a</sub>の反射方向側の位置（右方位置）には、下方に向かって断面略台形状の第3凹部16が配置されている。

[0025] 第3凹部16の内面における反射面14に臨む部位（傾斜した部位）は、光分離部17である。光分離部17には、反射面14によって反射されたレーザー光L<sub>a</sub>が、光レセプタクル2の内部側から入射する。そして、光分離部17は、当該入射した発光素子7のレーザー光L<sub>a</sub>を、第1の面S1に向かうモニター光Mと、光伝送体5の端面5aに向かう信号光（光伝送体5に結合すべき光）L<sub>c</sub>とに分離する。

[0026] 図1に示されるように、光レセプタクル2の右端面2dにおける光伝送体

5の端面5aに臨む位置には、第3の面S3を兼ねた1つの第2光学面12が形成されている。第2光学面12は、第1光学面11と同様に平面視形状が円形状であって、光伝送体5の端面5a側に凸面を向けた球面または非球面の凸レンズ面である。なお、第2光学面12上における光軸（中心軸）OA(2)は、光伝送体5の端面5aの中心軸に一致することが好ましい。

[0027] 図1に示されるように、第2光学面12には、光分離部17によって分離された信号光Lcが、光レセプタクル2の内部側から入射する。そして、第2光学面12は、入射した信号光Lcを、収束させて光伝送体5の端面5aに向けて出射（集光）させる。

[0028] ここで、光分離部17について詳細に説明する。図4は、実施の形態1における光分離部17の部分拡大断面図である。図4に示されるように、光分離部17は、分割反射面18、分割透過面19および段差面20を有する。

[0029] 具体的には、図4に示されるように、分割反射面18は、第2光学面12（第3の面S3）側（図4における右方）に向かうにつれて第1の面S1側（図4における下方）に傾くように（第1の面S1に対して所定の第2の傾斜角となるように）傾斜している。また、分割反射面18は、所定の分割方向としての分割反射面18の傾斜方向（第2の傾斜角方向）に等間隔に配列されている。より具体的には、分割反射面18は、前記傾斜方向および分割反射面18の法線方向に直交する方向（図4における紙面垂直方向）に延在した複数の帯状の反射面部181を有する。各反射面部181は、全体として、第2の傾斜角となるように傾斜した同一の傾斜平面上に位置されている。なお、第2の傾斜角は、第1の面S1を基準（0°）として図4における時計回りに45°回転させた角度であることが好ましい。

[0030] 図4に示されるように、分割透過面19は、分割反射面18の非配置領域（主に、反射面部181間の間隙部）に配置されるとともに、反射面14に対して発光素子7のレーザー光Laの反射方向において正対するように配置されている。より具体的には、分割透過面19は、反射面部181の長手方向（図4における紙面垂直方向）に沿って延在した複数の帯状の透過面部1

91からなり、各透過面部191は、第1の面S1側において隣位する反射面部181に接続されているとともに、透過面部191に対するレーザー光Laの入射方向に直交するように配置されている。なお、各透過面部191は、第1の面S1に直交するように配置されていてもよい。

[0031] また、図4に示されるように、段差面20は、透過面部191とこれに第2の面S2側において隣位する反射面部181との間に配置されている。また、段差面20は、光分離部17に対する発光素子7のレーザー光Laの入射方向と平行に配置されている。

[0032] 光分離部17には、反射面14によって反射された発光素子7のレーザー光Laのうち、一部のレーザー光Laが、分割反射面18に臨界角よりも大きな入射角で入射し、当該一部のレーザー光La以外の他の一部のレーザー光Laが、分割透過面19に対して垂直に入射する。

[0033] そして、分割反射面18に入射した一部のレーザー光Laは、分割反射面18によってモニター光Mとして第1の面S1側に向けて全反射される。

[0034] 一方、分割透過面19に入射した他の一部のレーザー光Laは、分割透過面19によって信号光Lcとして、第2光学面12側に向けて透過する。このとき、分割透過面19に入射した他の一部のレーザー光Laは、分割透過面19に対して垂直に透過するため、信号光Lcに屈折は生じない。

[0035] また、このとき、段差面20がレーザー光Laの入射方向に平行に形成されているため、レーザー光Laは、段差面20へ入射することはない。

[0036] 図1および図2に示されるように、第3凹部16の内面における光分離部17に第3凹部16内の空間（空気層）を挟んで対向する部位（右内側面）は、透過面21である。透過面21には、光分離部17によって分離された信号光Lcが、第3凹部16内の空間を経て垂直に入射する。そして、透過面21は、入射した信号光Lcを、第2光学面12に向けて垂直に透過させる。このとき、信号光Lcは、透過面21を垂直に透過するため屈折しない。

[0037] また、図1および図3に示されるように、第1の面S1上の図1および図

3における右端部近傍位置には、1つの第3光学面13が形成されている。図1および図3に示されるように、第3光学面13は、第1光学面11と同様に平面視形状が円形状であって、検出素子8側に凸面を向けた球面または非球面の凸レンズ面である。なお、第3光学面13上における光軸（中心軸）OA（3）の軸方向は、第1の面S1に対して垂直であってもよい。

[0038] 図1に示されるように、第3光学面13には、分割反射面18によって全反射されたモニター光Mが、光レセプタクル2の内部側から入射する。そして、第3光学面13は、内部入射したモニター光Mを、収束させて検出素子8に向けて出射させる。

[0039] 更に、本実施の形態では、分割反射面18によって反射されたモニター光Mの光路と、検出素子8の受光面で反射されて発光素子7に向けて進行する反射モニター光RM（いわゆる戻り光）の光路（光分離部17と検出素子8の受光面との間の光路）との途中に、発光素子7を避けた位置に反射モニター光RMを誘導する反射モニター光回避手段が配置されている。図6は、反射モニター光回避手段の一例を示す部分拡大断面図である。図7は、反射モニター光回避手段の他の例を示す部分拡大断面図である。本実施の形態では、反射モニター光回避手段は、図6に示されるように、モニター光Mの光軸が第1の面S1に対して傾斜するように第2の傾斜角が設定されている分割反射面18である。また、反射モニター光回避手段は、図7に示されるように、中心軸が第1の面S1に対する法線方向と交わるように設定されている第3光学面13である。変化させる角度としては、発光素子7部分に到達する反射モニター光RMの光量が0となる角度にすることが好ましい。なお、反射モニター光回避手段は、モニター光Mの光軸が第1の面S1に対して傾斜するように第2の傾斜角が設定されている分割反射面18と、中心軸が第1の面S1に対する法線方向と交わるように設定されている第3光学面13との組み合わせであってもよい。

[0040] 以上の構成によれば、本実施の形態に係る光モジュール1では、第1の面S1で入射した発光素子7のレーザー光Laを反射面14によって反射させ

、光分離部 17 の分割反射面 18 による反射および光分離部 17 の分割透過面 19 による透過によってモニター光 M と信号光 Lc とに分離する。そして、モニター光 M については、第 1 の面 S1 から検出素子 8 側に出射させ、信号光 Lc については、第 3 の面 S3 から光伝送体 5 の端面 5a 側に出射させることができる。よって、モニター光 M の取得および光伝送体 5 の端面 5a における信号光 Lc の半導体基板 6 に沿った方向への取り出しを簡便に行うことができる。

[0041] また、本実施の形態に係る光モジュール 1 では、モニター光 M の光軸が検出素子 8 の検出面に対して傾斜するように分割反射面 18 が形成されているため、分割反射面 18 で反射したモニター光 M は、検出素子 8 の検出面に対して傾斜して到達する。検出面に到達したモニター光 M の一部の光は、反射モニター光 RM として、第 3 光学面 13 に向かって反射される。このとき、反射モニター光 RM の光軸は、第 3 光学面 13 の中心軸に対して傾斜している。よって、反射モニター光 RM は、発光素子 7 を避けた位置に誘導される（表 1 および図 8 参照）。

[0042]

[表1]

|                    |      | 分割反射面の傾斜角度 (°) |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
|                    |      | 3.0            | 2.5 | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.0 | -0.5 | -1.0 | -1.5 | -2.0 | -2.5 | -3.0 |
| 第3光学面の中心軸の傾斜角度 (°) | -5.0 | 0.0            | 0.2 | 1.0 | 1.5 | 2.1 | 1.6 | 1.1 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | -4.5 | 0.0            | 1.0 | 2.1 | 3.2 | 3.5 | 2.2 | 1.5 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | -4.0 | 0.0            | 0.0 | 3.7 | 4.2 | 4.8 | 3.5 | 2.1 | 0.2  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | -3.5 | 0.0            | 0.0 | 2.3 | 3.2 | 5.3 | 4.1 | 3.2 | 1.2  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | -3.0 | 0.0            | 0.0 | 0.6 | 2.4 | 4.6 | 4.3 | 4.2 | 2.1  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | -2.5 | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 4.2 | 3.5 | 3.5 | 1.3  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | -2.0 | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 3.9 | 3.1 | 2.0 | 1.3  | 0.3  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | -1.5 | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 4.2 | 5.6 | 5.4 | 3.7  | 2.2  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | -1.0 | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 6.4 | 7.3 | 8.5 | 6.5  | 3.9  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | -0.5 | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 6.2 | 6.2 | 4.2  | 3.1  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | 0.0  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 1.6 | 1.3 | 0.9  | 1.1  | 0.6  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | 0.5  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 3.4 | 4.5 | 5.4  | 4.3  | 2.1  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | 1.0  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 6.3 | 9.3 | 9.1  | 8.7  | 3.2  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | 1.5  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 5.2 | 5.3  | 4.3  | 2.1  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | 2.0  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 1.0 | 1.4  | 1.3  | 0.9  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | 2.5  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 3.4 | 3.5  | 3.1  | 1.3  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|                    | 3.0  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 5.9 | 4.5  | 8.3  | 4.2  | 0.7  | 0.0  | 0.0  |
|                    | 3.5  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 6.2 | 6.5  | 5.3  | 2.5  | 2.1  | 0.0  | 0.0  |
|                    | 4.0  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.0 | 1.2  | 1.5  | 0.7  | 1.4  | 0.0  | 0.0  |
| 4.5                | 0.0  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 2.3 | 3.1  | 1.4  | 1.0  | 0.5  | 0.0  |      |
| 5.0                | 0.0  | 0.0            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 3.2 | 5.1  | 3.1  | 4.0  | 0.2  | 0.0  |      |

[0043] 表1は、分割反射面18の傾斜角度を第2の傾斜角（45度）より0.5度ずつ変化させるとともに、第3光学面13の中心軸OA（3）を第1の面S1の法線方向より0.5度ずつ変化させた場合の発光素子7の位置における反射モニター光RMの光量の値を示している。反射モニター光RMの光量は、発光素子7から出射されたレーザー光Laの光量を100%とした場合の割合で示している。また、図6において、分割反射面18の傾斜角度を時計周りに変化させた場合をプラス（+）とし、分割反射面18の傾斜角度を反時計周りに変化させた場合をマイナス（-）とした。また、図6において、第3光学面の中心軸OA（3）を時計周りに変化させた場合をプラス（+）とし、第3光学面の中心軸OA（3）を反時計周りに変化させた場合をマイナス（-）とした。図8は、表1の第3光学面13の中心軸OA（3）を第1の面S1に対する法線方向と一致させた変化角度=0の状態（図6の構成）の光量を示している。図8においては、信号光Lcの光量（光量約50

%) およびモニター光Mの光量（光量約30%）も合わせて示した。

[0044] 図8は、第3光学面の中心軸を変化させない場合の分割反射面の傾斜角度の変化量と反射モニター光の光量の変化量の関係を示すグラフである。表1および図8に示されるように、図6に示される構成の場合においては、分割反射面18を+1.5度以上変化させるか、-2.0度以上変化させることにより、反射モニター光RMの発光素子7への戻りを確実に防止することができることがわかった。また、図6および図7の構成を共に合わせた場合においては、表1の光量が0となる広い領域で反射モニター光RMの発光素子7への戻りを確実に防止できることがわかった。反射モニター光回避手段の実際の設計においては、表1より選択して分割反射面18の角度変化量および第3光学面13の中心軸OA(3)の角度変化量を設定すればよい。分割反射面18の傾斜角度の変化量および第3光学面13の中心軸OA(3)の傾斜角度の変化量については、他方の設定値によるが、いずれも0.5度の変化で反射モニター光RMの発光素子7への戻りを防止できる。反射モニター光回避手段を利用することにより、半導体基板6に対して構成部品等を傾けて実装する必要がなく、更に各光学面11、12の高さ方向（軸方向）のフォーカス調整が不要となり、組立コストを低廉化できる。また、反射モニター光回避手段を後述する他の実施の形態および実施例にも同様に適応することによって、本実施の形態に係る光モジュール1と同様に機能させることができる。具体的には、他の実施の形態および実施例に係る光モジュール1においても、検出素子8からの反射光が発光素子7に戻ることを防止して光学特性を更に向上させることができる。

[0045] 図5Aは、実施の形態1において、光伝送体5の端面5aにおける信号光のスポット形状を示す図である。図5Aに示されるように、分割透過面19が分割して配置されていることによって、信号光Lcの進行方向に直交する断面の形状を全体として円形に近いものにすることができる。なお、同図における信号光Lcの断面の形状は、光伝送体5の端面5a上におけるスポット形状である。同図におけるX軸方向は、光伝送体5の端面5aの径方向に



おける反射面部 181 の長手方向を示しており、また、同図における Y 軸方向は、光伝送体 5 の端面 5 a の径方向における反射面部 181 の長手方向に直交する方向を示している。また、図 5 B は、光伝送体 5 の端面 5 a に仮定した Y Z 平面上における信号光 L c の強度分布を示している。同図における Z 軸方向は、端面 5 a の面法線方向（換言すれば、信号光 L c の入射方向）を示している。そして、このような信号光 L c を得ることができることにより、光伝送体 5 に径方向へのある程度の位置ズレが生じていたとしても、光の結合効率の著しい低下を防止することができる。よって、光モジュール 1 において、監視をともなう光送信を適正に行うことができる。また、このような適正な光送信が確保されることにより、光レセプタクル 2 に対する光伝送体 5 の位置精度を緩和できる。

[0046] さらに、本実施の形態に係る光モジュール 1 によれば、分割反射面 18 が同一平面上に配置されている。よって、光レセプタクル 2 を射出成形金型を用いて樹脂成形する場合における金型加工の際に、分割反射面 18 の形状転写面間に、分割透過面 19 および段差面 20 の形状転写面を工具（バイト等）を用いた前後（図 2 における上下）に延在した溝加工によって作り込めばよい。これにより、寸法精度が良好な金型を簡便、迅速かつ安価に得ることができる。また、このような場合に、不可避的となる段差面 20 を光路に平行に形成することによって、段差面 20 が光学性能に与える影響を極力少なくすることができる。

[0047] また、第 1 光学面 11 および第 2 光学面 12 によって、発光素子 7 と光伝送体 5 の端面 5 a との光学的な結合を効率良く行うことができるとともに、第 3 光学面 13 によって、モニター光 M を検出素子 8 に効率良く結合させることができる。

[0048] また、本実施の形態に係る光モジュール 1 は、第 1 光学面 11 が入射したレーザー光 L a を光束径が一定のコリメート光（平行光）に変換するように形成されているため、光レセプタクル 2 の内部においてコリメート光のみを扱うことができる。これにより、光レセプタクル 2 にコリメート光 L a、L

c、Mの進行方向への寸法誤差が生じたとしても、光伝送体5の端面5aおよび検出素子8への結合光量（換言すれば、結合効率）と、光伝送体5および検出素子8への入射光の集光点の位置とを適正に確保できる。この結果、光モジュール1は、光学性能を維持しながら、光レセプタクル2の寸法精度を緩和して容易に製造できる。

[0049] なお、反射面14上および分割反射面18上に、必要に応じて光反射率が高い金属（例えば、Al、Ag、Au）の薄膜等からなる反射膜を形成してもよい。部品点数の削減を優先させたい場合には、前述のように、全反射のみを利用した構成を採用することが好ましい。

[0050] また、設計の簡便化および光結合効率の安定性の向上の観点から、各透過面部191は、長手方向に直交する方向において互いに同幅に形成するとともに、分割方向に等間隔で形成することが好ましい。

[0051] 以下、本発明の他の実施の形態や実施例等を説明する。

[0052] （変形例）

次に、本実施の形態の変形例について、図9～図12を参照して説明する。図9は、実施の形態1の変形例に係る光モジュール1の構成を示す断面図である。図10は、実施の形態1の変形例に係る光レセプタクル2の平面図である。図11は、実施の形態1の変形例に係る光レセプタクル2の底面図である。図12は、実施の形態1の変形例に係る光レセプタクル2の右側面図である。

[0053] 本変形例における光モジュール1および光レセプタクル2は、レンズアレイ型である。また、本変形例における光モジュール1および光レセプタクル2は、図1～図5に示された光モジュール1および光レセプタクル2の要部構成を備えつつ、更に監視をともなう光送信の多チャンネル化に対応したものである。

[0054] 本変形例に係る光電変換装置3における発光素子7および検出素子8は、図9における紙面垂直方向に沿って複数（12個）整列されている。また、光伝送体5は、発光素子7および検出素子8の整列方向と同じ方向に沿って

発光素子 7 および検出素子 8 と同じ数配列されている。なお、図 9 において、各光伝送体 5 は、多芯一括型のコネクタ 2 9 内に收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 2 に取り付けられている。

[0055] そして、光電変換装置 3 および光伝送体 5 の構成に応じて、光レセプタクル 2 は、各発光素子 7 - 各光伝送体 5 間の光路および各発光素子 7 - 各検出素子 8 間の光路を形成し得るように、図 9 の紙面垂直方向における寸法が基本構成に比べて大きく形成されている。具体的には、第 1 ~ 第 3 の面 S 1 ~ S 3、反射面 1 4 および光分離部 1 7 は、発光素子 7 ごとのレーザー光 L a の光路を形成し得るように、図 6 の紙面垂直方向に大きく形成されている。また、第 1 ~ 第 3 光学面 1 1 ~ 1 3 についても、発光素子 7、光伝送体 5 の端面 5 a および検出素子 8 にそれぞれ対応する位置に、発光素子 7、光伝送体 5 および検出素子 8 と同じ数ずつ形成されている。

[0056] 実施の形態 1 の変形例に係る光モジュールによれば、発光素子 7 ごとのレーザー光 L a を、光分離部 1 7 において発光素子 7 ごとの信号光 L c とモニター光 M とに分離することができる。また、信号光 L c ごとに、図 5 A に示されるようなスポット形状を得ることができるので、監視をともなう多チャンネルの光送信を簡便かつ適正に行うことができる。

[0057] (実施例 1)

次に、本実施の形態の実施例として、光分離部 1 7 の構成例 1、2 について説明する。

[0058] 図 1 3 A、B は、実施の形態 1 の実施例における光分離部 1 7 の構成例 1 を示す図である。図 1 3 A に示されるように、光分離部 1 7 の構成例 1 では、反射面部 1 8 1 の傾斜角度は、第 1 の面 S 1 に対して時計回りに約 45° 回転させた角度である。また、透過面部 1 9 1 は、第 1 の面 S 1 に直交するように形成した。さらに、反射面部 1 8 1 における第 1 の面 S 1 に直交する方向の寸法 a と透過面部 1 9 1 の同方向の寸法 b との比率 a : b は、1 : 1 となるように設定した。

[0059] 図 1 3 B に示されるように、このような場合には、互いに隣位する反射面

部 1 8 1 と透過面部 1 9 1 との組において、光の反射率と透過率とを 5 0 % ずつにすることができる。

[0060] 図 1 4 A、B は、実施の形態 1 の実施例における光分離部 1 7 の構成例 2 を示す図である。図 1 4 A に示されるように、光分離部 1 7 の構成例 2 では、図 1 3 A と同様に、反射面部 1 8 1 の傾斜角度は、第 1 の面 S 1 に対して時計回りに約 4 5 ° 回転させた角度とした。また、透過面部 1 9 1 は、第 1 の面 S 1 に直交するように形成した。さらに、反射面部 1 8 1 における第 1 の面 S 1 に直交する方向の寸法 a と透過面部 1 9 1 の同方向の寸法 b との比率 a : b は、1 : 3 となるように設定した。

[0061] 図 1 4 B に示されるように、このような場合には、互いに隣位する反射面部 1 8 1 と透過面部 1 9 1 との組において、光の反射率を 2 5 %、透過率を 7 5 % とすることができる。

[0062] [実施の形態 2]

実施の形態 2 に係る光レセプタクルおよびこれを備えた光モジュールについて、実施の形態 1 との差異を中心に、図 1 5 ~ 図 1 7 を参照して説明する。図 1 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る光分離部 1 7 の構成を示す図である。図 1 6 A、B は、実施の形態 2 の実施例における光分離部 1 7 の構成例 1 を示す図である。図 1 7 A、B は、実施の形態 2 の実施例における光分離部 1 7 の構成例 2 を示す図である。

[0063] 図 1 5 に示されるように、実施の形態 2 における分割反射面 1 8 は、第 1 の面 S 1 に直交する方向（図 1 5 における縦方向）に分割されている。

[0064] また、実施の形態 2 において、透過面部 1 9 1 は、第 1 の面 S 1 側において隣位する反射面部 1 8 1 に接続されているとともに、第 2 の面 S 2 側において隣位する反射面部 1 8 1 にも接続されている。

[0065] その他の構成および適用し得る変形例は、実施の形態 1 と同様であるので、詳細は省略する。

[0066] 実施の形態 2 に係る光モジュールによれば、反射面部 1 8 1 と透過面部 1 9 1 とを接続させることによって、光分離部 1 7 を光学的に必要な面のみに

よって構成することができる（実施の形態1の段差面20を除去できる）。よって、光レセプタクル2を金型を用いて樹脂成形する場合には、光分離部17と金型との接触面積を小さくして、良好な離型性を確保することができる。また、光分離部17における信号光Lcの透過方向の寸法を小さくできる。

[0067] （実施例2）

次に、実施の形態2の実施例として、光分離部17の構成例1、2について説明する。

[0068] 図16Aに示されるように、光分離部17の構成例1では、反射面部181の傾斜角度は、第1の面S1に対して時計回りに約45°回転させた角度である。また、透過面部191は、第1の面S1に直交するように形成した。さらに、反射面部181における第1の面S1に直交する方向の寸法aと透過面部191の同方向の寸法bとの比率a:bは、1:1となるように形成した。

[0069] 図16Bに示されるように、このような場合には、互いに隣位する反射面部181と透過面部191との組において、光の反射率と透過率とを50%ずつにすることができる。

[0070] 図17Aに示されるように、光分離部17の構成例2では、図16Aと同様に、反射面部181の傾斜角度は、第1の面S1に対して時計回りに約45°回転させた角度である。また、透過面部191は、第1の面S1に直交するように形成した。さらに、反射面部181における第1の面S1に直交する方向の寸法aと透過面部191の同方向の寸法bとの比率a:bは、1:3となるように形成した。

[0071] 図17Bに示されるように、このような場合には、互いに隣位する反射面部181と透過面部191との組において、光の反射率を25%、透過率を75%とすることができる。

[0072] [実施の形態3]

次に、図18および図19を参照して、本発明の実施の形態3に係る光レ

セプタクルおよびこれを備えた光モジュールについて、実施の形態1との差異を中心に説明する。図18A、Bは、実施の形態3における光分離部17の構成を示す図である。図19は、実施の形態3の変形例における第3凹部16の構成を示す図である。

[0073] 図18Aの縦断面図および図18Bの左側面図に示されるように、本実施の形態において、分割反射面18の分割方向は、分割反射面18の傾斜方向（第2の傾斜角方向）および面法線方向に直交する方向である。

[0074] 図18に示されるように、本実施の形態における分割反射面18は、傾斜方向に延在した複数の反射面部181を有する。

[0075] また、分割透過面19は、第1の面S1に直交する方向に延在するとともに信号光Lcの入射方向に直交するように配置された複数の透過面部191を有する。

[0076] また、透過面部191と当該透過面部191に隣位する反射面部181との間には、光分離部17に対する発光素子7のレーザー光Laの入射方向に平行な段差面20が形成されている。

[0077] なお、図18に示されるように、分割透過面19は、分割反射面18の左端部と同位置に形成されているが、図19に示されるように、分割透過面19は、分割反射面18の右端部と同位置に形成してもよい。

[0078] その他の構成および適用し得る変形例は、実施の形態1と同様であるので、詳細は省略する。

[0079] 実施の形態3に係る光モジュールによれば、各反射面部181を同一傾斜平面上に配置することができるとともに、各透過面部191を同一垂直平面上に配置することができるため設計が容易となる。また、実施の形態3に係る光モジュールは、段差面20が光路と平行に形成されているため、段差面20が光学性能に与える影響を極力少なくすることができる。

[0080] [実施の形態4]

次に、図20～図29を参照して、本発明の実施の形態4に係る光レセプタクル2およびこれを備えた光モジュール1について、実施の形態1との差

異を中心に説明する。図20は、実施の形態4に係る光モジュール1の構成を示す図である。図22は、実施の形態4において、光伝送体5の端面における信号光の強度分布を示す図である。

[0081] 図20に示されるように、本実施の形態においては、第1光学面11は、実施の形態1のようにレーザー光Laをコリメートする替わりに、レーザー光Laをコリメート光以外の収束光に収束させて反射面14に向けて進行させる。

[0082] より具体的には、図20の構成においては、第1光学面11が、発光素子7から到達したレーザー光Laを、進行方向前方に向かうにしたがって光束径が漸増するような収束光に変換するようになっている。このような本実施の形態の構成は、実施の形態1の構成に対して、第1光学面11の正のパワーを弱くすること等によって実現してもよい。

[0083] 図21A~Cは、本実施の形態の構成において、信号光Lcの光路上の互いに異なる位置における信号光Lcのビームスポット形状のシミュレーション結果を示した図である。具体的には、図21Aは、図20において透過面21の直後の光路上に仮定された平面Sa上における信号光Lcのスポット形状を示したものである。また、図21Bは、図20において第2光学面12の直前の光路上に仮定された平面Sb上における信号光Lcのスポット形状を示した図である。さらに、図21Cは、光伝送体5の端面5a上における信号光Lcのスポット形状を示した図である。

[0084] 図21に示されるように、本実施の形態においては、分割透過面19を反映して分割直後（図21A）においては明確に短冊状に区切られていた信号光Lcのスポット形状は、前方（光伝送体5側）に進行するほど短冊同士の間隔を狭めるように変形され（図21B）、最終的には、光伝送体5の端面5a上において、区切りが無い完全に単一の円形スポットになる（図21C）。これは、第1光学面11においてレーザー光Laが進行にともなって拡径するような収束光（非コリメート光）に変換されていることによるものである。

[0085] また、このような非コリメート光を採用したことにより、本実施の形態によれば、図22に示されるように、光伝送体5の端面5aにおける信号光Lcの強度分布を、中心軸側（最大強度側）から周辺側に向かうにしたがって強度が漸減するような形状にすることができる。このような強度分布は、光分離部17による分離前（発光素子7から出射された時点も含む）におけるレーザー光Laの強度分布とほぼ相似形となっている。

[0086] このような本実施の形態の構成によれば、実施の形態1に比べて、結合効率を更に向上させることができ、また、光伝送体5の径方向への位置ズレにともなう光の結合効率の低下を更に有効に緩和することができる。さらに、光強度の均一化によって、光伝送体5を折り曲げて使用する場合における放射損失（曲げ損失）を緩和することができる。これにより、監視をともなう光送信を更に適正に行うことができる。

[0087] また、本実施の形態によれば、信号光Lcを、進行にともなって拡径させることができるので、第2光学面12上に異物の付着や傷の形成が生じている場合においても、第2光学面12上における信号光Lcの光スポットに対する異物／傷の面積占有率を低減することができる。これにより、第2光学面12上の異物／傷が結合効率に与える影響を有効に緩和することができる。

[0088] なお、本実施の形態には、以下に示すような種々の変形例が含まれる。

[0089] （変形例1）

例えば、図23Aの断面図および図23Bの右側面図に示されるように、複数の第1光学面11、複数の第2光学面12および複数の第3光学面13を有するレンズアレイ型の光モジュール1において、図20と同様の非コリメート光を適用してもよい。

[0090] なお、本変形例の具体的な構成は、第1光学面11の面形状を除いては実施の形態1の変形例（図9～図12参照）と同様であるため説明を省略する。

[0091] 本変形例によれば、複数の発光素子7から出射された各レーザー光Laに



基づく複数の光伝送体5ごとの信号光Lcは、それぞれ図21に示されるようなスポット形状を呈することができる。よって、実施の形態1の変形例に比べて、監視をともなう多チャンネルの光送信を更に適切に行うことができる。

[0092] (変形例2)

図24は、実施の形態4の変形例2に係る光モジュールの構成を示す図である。また、図24に示されるように、変形例2に係る光モジュール1では、発光素子7から出射され、第1光学面11で入射したレーザー光Laを、進行方向前方に向かうにつれて光束径が漸減するような収束光（非コリメート光）としてもよい。なお、第1光学面11で入射したレーザー光Laを、進行方向前方に向かうにつれて光束径が漸減するような収束光とするには、実施の形態1において第1光学面11の正のパワーを強くすることなどによって実現してもよい。

[0093] 図25A~Cは、前述した変形例1、2において、信号光Lcの光路上の互いに異なる位置における信号光Lcのビームスポット形状のシミュレーション結果を示した図である。図25Aは、図24において透過面21の直後の光路上に仮定された平面Sa上におけるスポット形状を示した図であり、図25Bは、図24において第2光学面12の直前の光路上に仮定された平面Sb上におけるスポット形状を示した図であり、図25Cは、光伝送体5の端面5a上におけるスポット形状を示した図である。

[0094] 図25A~Cに示されるように、変形例1、2においても、図21に示される実施の形態1に係る光モジュール1と同様に、分割透過面19の透過直後において短冊状に区切られていた信号光Lcのスポット形状を、最終的に光伝送体5の端面5a上において、完全に単一の円形スポットにすることができる。

[0095] 以上のように、変形例1、2に係る光モジュール1によれば、図20の構成と同様に、光伝送体5の端面5aにおける信号光Lcの強度分布を改善することができるので、実施の形態1に比べて、監視をともなう光送信を更に

適正に行うことができる。

[0096] (変形例3)

図26Aは、実施の形態4の変形例3に係る光モジュールの構成を示す断面図であり、図26Bは、右側面図である。さらに、変形例2に示した非コリメート光（進行にしたがって縮径する収束光）は、図26Aの断面図および図26Bの右側面図に示すようなレンズアレイ型の構成に適用してもよい。

[0097] 本変形例によれば、複数の発光素子7ごとのレーザー光Laに基づく複数の光伝送体5ごとの信号光Lcが、それぞれ図25に示したようなスポット形状を呈することができるので、実施の形態1の変形例に比べて、監視をともなう多チャンネルの光送信を更に適切に行うことができる。

[0098] (変形例4)

また、第2の変形例に示した非コリメート光は、第2光学面12への到達前において効果的に収束されているため、第2光学面12において光伝送体5の端面5aへの結合のために一気に収束させる必要性が無い場合がある。この場合には、第2光学面12に取えて大きなパワーを付与する必要はなくなり、面形状を簡素化（平面に近く）することができる。そして、このような考えを発展させたのが本変形例の構成である。図27は、実施の形態4の変形例4に係る光モジュールの構成を示す断面図である。

[0099] すなわち、図27に示されるように、本変形例の構成においては、変形例2と同様の進行にともなって縮径する非コリメート光を適用した上で、第3の面S3が、第2光学面12を有しない平面に形成されている。

[0100] ここで、図28A～Cは、このような本変形例の構成において、信号光Lcの光路上の互いに異なる位置における信号光Lcのビームスポット形状のシミュレーション結果を示したものである。具体的には、図28Aは、図27において透過面21の直後の光路上に仮定された平面Sa上におけるスポット形状を示した図であり、図28Bは、図27において第3の面S3の直前の光路上に仮定された平面Sb上におけるスポット形状を示した図であり

、図28Cは、光伝送体5の端面5a上におけるスポット形状をそれぞれ示した図である。

[0101] 図28に示されるように、本変形例においても、図21と同様に、分割透過面19の透過直後において短冊状に区切られていた信号光Lcのスポット形状を、最終的に光伝送体5の端面5a上において、完全に単一の円形スポットにすることができる。

[0102] 本変形例によれば、第2光学面12を要しなくなるので、実施の形態1に比べて、監視をともなう光送信を更に適正に行うことができるとともに、形状の簡素化によるコストの削減が可能となる。

[0103] (変形例5)

図29Aは、実施の形態4の変形例5に係る光モジュールの構成を示す断面図であり、図29Bは、右側面図である。図29A、Bに示されるように、実施の形態4の変形例5に係る光モジュール1は、第4の変形例に示した第2光学面12を設けないレンズアレイ型の構成としてもよい。

[0104] なお、本発明は、前述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の特徴を損なわない限度において種々変更することができる。

[0105] 例えば、前述した各実施の形態に示したコリメート光および非コリメート光は、第1光学面11の面形状の代わりに、若しくは面形状に加えて、発光素子7によるレーザー光Laの出射角の調整等によって実現してもよい。

[0106] (変形例6)

本変形例は、光分離部として他の構成の光分離部330を示すものである。

[0107] 図30および図31は、光分離部330の構成を示す図である。図30Aは、光分離部330の斜視図であり、図30Bは、光分離部330の平面図である。図31Aは、図4と同様の光分離部330の部分拡大断面図であり、図31Bは、光分離部330の光路を示す部分拡大断面図である。図31Bでは、光レセプタクル2内の光路を示すために光レセプタクル2の断面へのハッチングを省略している。

[0108] 図30および図31に示されるように、光分離部330は、複数の分割反射面331と、複数の分割透過面332と、複数の分割段差面333と、複数の端面334とを有する。分割反射面331と、分割透過面332および分割段差面333とは、マトリックス状となるように第1の方向および第1の方向に直交する第2の方向において交互に配置されている。ここで「第1の方向」とは、後述の分割反射面331の傾斜方向である（図30に示される矢印D1参照）。また、「第2の方向」とは、分割反射面331に沿い、かつ第1の方向に直交する方向である（図30に示される矢印D2参照）。

[0109] 分割反射面331は、反射面14で反射した光Laの光軸に対する傾斜面である。分割反射面331は、光レセプタクル2の天面から底面に向かうにつれて光伝送体5に近づくように傾斜している。本実施の形態では、分割反射面331の傾斜角は、反射面14で反射した光Laの光軸に対して45°である。複数の分割反射面331は、同一平面上に配置されている。また、分割反射面331は、第1の方向および第2の方向に所定の間隔で配置されている。第1の方向において隣り合う分割反射面331の間には、分割透過面332および分割段差面333が配置されている。一方、第2の方向において隣り合う分割反射面331の間には、分割透過面332、分割段差面333および一对の端面334が配置されている。第1の方向および第2の方向における分割反射面331間の間隔は、特に限定されない。本実施の形態では、第1の方向および第2の方向における分割反射面331間の間隔は、同じである。

[0110] 分割透過面332は、分割反射面331と異なる位置に形成されており、反射面14で反射した光Laの光軸に対する垂直面である。分割透過面332も、第1の方向および第2の方向に所定の間隔で配置されている。複数の分割透過面332は、第1の方向において互いに平行に配置されており、第2の方向において同一平面上に配置されている。

[0111] 分割段差面333は、反射面14で反射した光Laの光軸に平行な面であり、分割反射面331と分割透過面332とを接続している。分割段差面3

33も、第1の方向および第2の方向に所定の間隔で配置されている。複数の分割透過面332は、第1の方向において互いに平行に配置されており、第2の方向において同一平面上に配置されている。

[0112] 端面334は、反射面14で反射した光Laの光軸に平行な面であり、かつ分割透過面332および分割段差面333に垂直な面である。端面334は、分割透過面332および分割段差面333の第2の方向の両端に配置されており、分割透過面332および分割段差面333の両端と分割反射面331を接続している。複数の端面334は、第1の方向において同一平面上に配置されており、第2の方向において互いに平行に配置されている。

[0113] 分割透過面332および分割段差面333の間には、稜線が形成される。第1の方向において隣接する複数の稜線は、互いに平行に配置されている。また、第2の方向において隣接する複数の稜線は、同一の直線上に配置されている。本実施の形態では、分割透過面332および分割段差面333のなす角度のうち、小さい角度は、 $90^\circ$ である。また、分割透過面332および分割反射面331のなす角度のうち小さい角度は $135^\circ$ である。また、分割段差面333および分割反射面331のなす角度のうち小さい角度も、 $135^\circ$ である。すなわち、分割透過面332および分割段差面333は、同じ形の長方形に形成されている。

[0114] 図31Bに示されるように、分割反射面331には、反射面14で反射した光Laが、臨界角より大きな入射角で内部入射する。分割反射面331は、入射した光Laを第3の面S3に向けて反射させて、モニター光Mを生成する。一方、分割透過面332は、反射面14で反射した光Laを透過させ、光伝送体5の端面5aに向かう信号光Lcを生成する。信号光Lcは、第2凹部15に出射される。このとき、分割透過面332は光Laに対して垂直面であるため、信号光Lcは屈折しない。なお、分割段差面333および端面334は光Laの入射方向に平行に形成されているため、分割段差面333および端面334には光Laは入射しない。

[0115] 光分離部330で生成される信号光Lcとモニター光Mとの光量比は、特

に限定されない。信号光L<sub>c</sub>とモニター光Mとの光量比は、光分離部330に入射するレーザー光L<sub>a</sub>に対する分割透過面332および分割反射面331の面積比に比例する。たとえば、図31Bに示される断面の分割透過面332と平行な方向における、分割透過面332の寸法d<sub>1</sub>と、分割反射面331の寸法d<sub>2</sub>との比率を1:1と仮定する。この場合、信号光L<sub>c</sub>およびモニター光Mは、光分離部330に入射する光を100%とした場合に50%ずつ生成される。

[0116] このようにして第1の方向および第2の方向の両方向において交互になるように、分割反射面331および分割透過面332を配置すると、図示を省略するが、分割透過面332を反映して分割直後においては、信号光L<sub>c</sub>のスポット形状がマトリックス模様としてスポット全体に亘って均一に区切られることとなり、例えば図21Aに示すような横縞模様に区切られる場合に比較して発光素子7の角度強度分布の影響を受けにくくなるという効果を奏する。

[0117] 以上のように、本実施の形態に係る光レセプタクル2は、発光素子7から出射されたレーザー光L<sub>a</sub>を、反射面14によって半導体基板6の表面に沿って反射させ、かつ分割反射面331による反射および分割透過面332による透過によってモニター光Mと信号光L<sub>c</sub>とに分離する。モニター光Mについては、第2の面S<sub>2</sub>から検出素子8に向けて出射させ、信号光L<sub>c</sub>については、進行方向を変えることなく、第3の面S<sub>3</sub>から光伝送体5の端面5aに向けて出射させる。よって、光レセプタクル2は、発光素子7から出射されたレーザー光L<sub>a</sub>を監視するモニター光Mを取得しつつ、光伝送体5の端面5aにおける信号光L<sub>c</sub>の方向を半導体基板6に沿った方向にすることができる。また、光レセプタクル2は、発光素子7の角度強度分布の影響を受けにくいものとなる。

[0118] 本出願は、2014年3月18日出願の特願2014-055592に基づく優先権を主張する。当該出願明細書および図面に記載された内容は、すべて本願明細書に援用される。

## 産業上の利用可能性

[0119] 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

- [0120]
- 1 光モジュール
  - 2 光レセプタクル
  - 3 光電変換装置
  - 4 光伝送体取付部
  - 5 光伝送体
  - 6 半導体基板
  - 7 発光素子
  - 8 検出素子
  - 9 フェルール
  - 10 第1凹部
  - 11 第1光学面
  - 12 第2光学面
  - 13 第3光学面
  - 14 反射面
  - 15 第2凹部
  - 16 第3凹部
  - 17、330 光分離部
  - 18、331 分割反射面
  - 19、332 分割透過面
  - 20 段差面
  - 21 透過面
  - 29 コネクタ
  - 181 反射面部
  - 191 透過面部

- 3 3 3 分割段差面
- 3 3 4 端面
- 2 a 下端面
- 2 b 上端面
- 2 c 左端面
- 2 d 右端面
- 2 e 前端面
- 2 f 後端面
- 5 a 端面
- L a コリメート光（レーザー光）
- L c 信号光
- M モニター光
- O A 光軸（中心軸）
- R M 反射モニター光
- S 1 第1の面
- S 2 第2の面
- S 3 第3の面
- S a、S b 平面



## 請求の範囲

### [請求項1]

発光素子および前記発光素子から発光された光を監視するためのモニター光を検出する検出素子が基板上に実装された光電変換装置と、光伝送体との間に配置され、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、前記検出素子に向けて前記モニター光を出射させる第3光学面とを含む第1の面と、

前記第1光学面で入射した光を前記基板に沿った方向に反射させる反射面と、

前記反射面で反射された光の光路上に配置された凹部の内面の一部であり、前記反射面で反射された光を前記第3光学面に向かう前記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する光分離部と、

前記凹部の内面の一部であり、前記光分離部によって分離された前記信号光を、前記凹部内の空間を経て透過させる透過面と、

前記透過面を透過した前記信号光を前記光伝送体の端面に向けて出射させる第2光学面を含む第3の面と、

前記光分離部および前記検出素子との間の光路上に配置され、前記検出素子に到達した前記モニター光が前記検出素子の検出面で反射した反射モニター光を前記発光素子に戻らないように誘導する反射モニター光回避手段と、

を備え、

前記光分離部は、

前記第1の面に対して第2の傾斜角となるように、所定の分割方向に所定の間隔で分割して配置され、前記反射面によって反射された前記発光素子から出射された光の一部の光が入射し、当該入射した一部の光を前記モニター光として反射させる分割反射面と、

前記分割反射面の非配置領域に分割して配置され、前記反射面によって反射された前記発光素子の光のうちの前記一部の光以外の他の一部の光が入射し、当該入射した他の一部の光を透過させて前記信号光として前記第3の面側に向かわせる分割透過面と、

を有する、  
光レセプタクル。

[請求項2] 前記反射モニター光回避手段は、前記モニター光の光軸が前記第1の面に対して傾斜するように前記第2の傾斜角が設定されている前記分割反射面である、請求項1に記載の光レセプタクル。

[請求項3] 前記反射モニター光回避手段は、  
前記モニター光の光軸が前記第1の面に対して傾斜するように前記第2の傾斜角が設定されている前記分割反射面と、

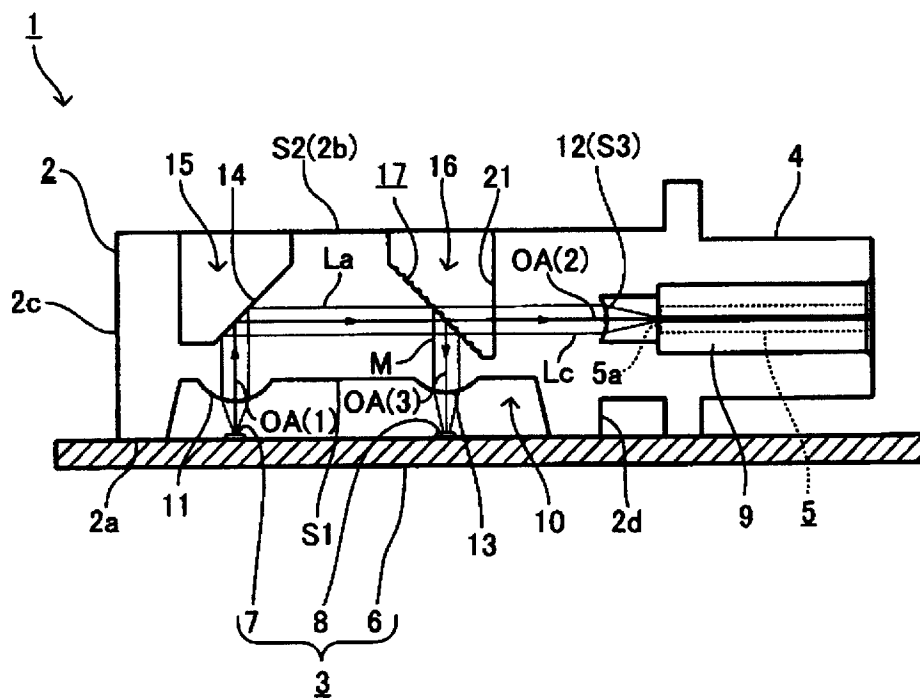
中心軸が前記第1の面に対する法線方向と交わるように設定されている前記第3光学面と、である、

請求項1に記載の光レセプタクル。

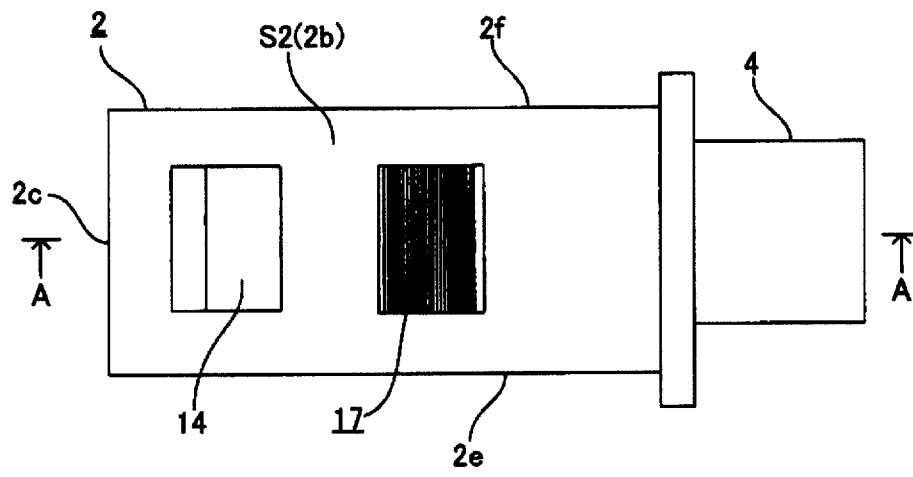
[請求項4] 発光素子および前記発光素子から発光された光を監視するためのモニター光を検出する検出素子が基板上に実装された光電変換装置と、  
前記基板上に配置された請求項1～3のいずれか1項に記載の光レセプタクルと、

を備える、光モジュール。

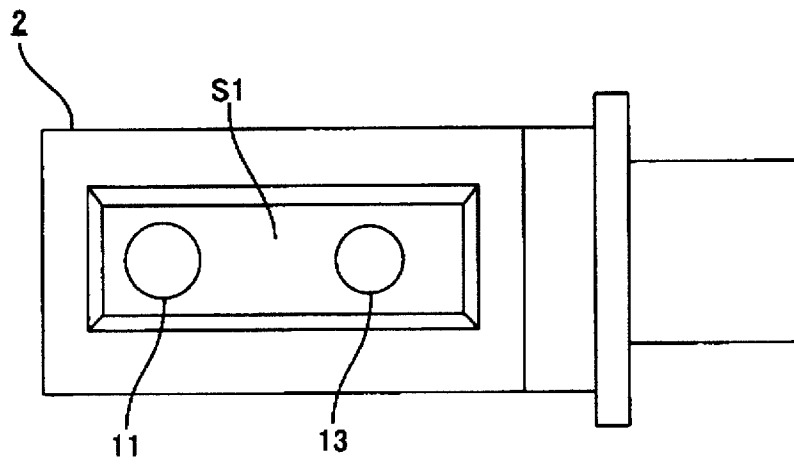
[図1]



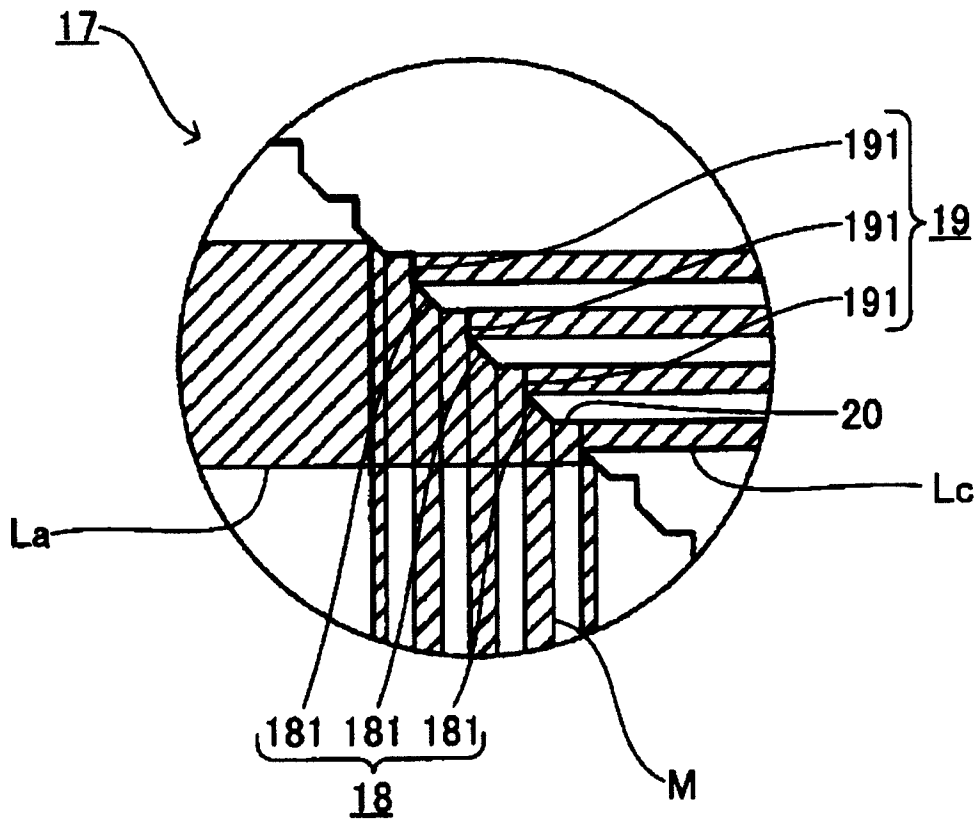
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

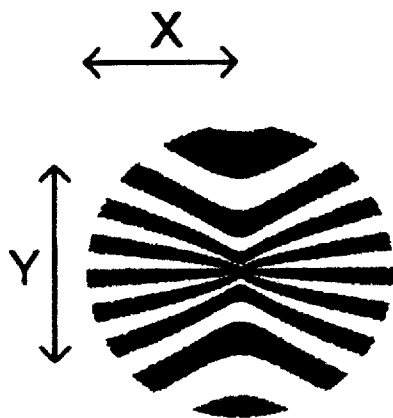


図5A

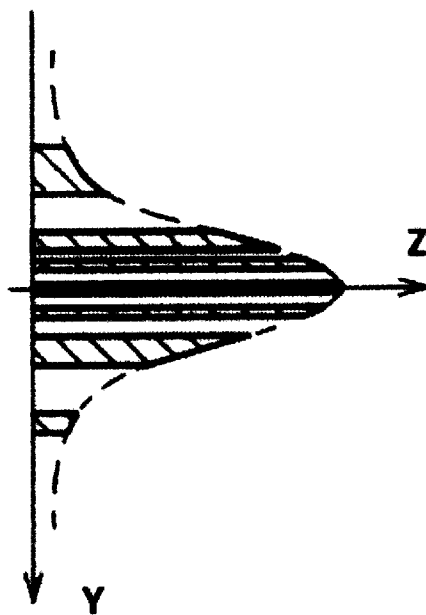
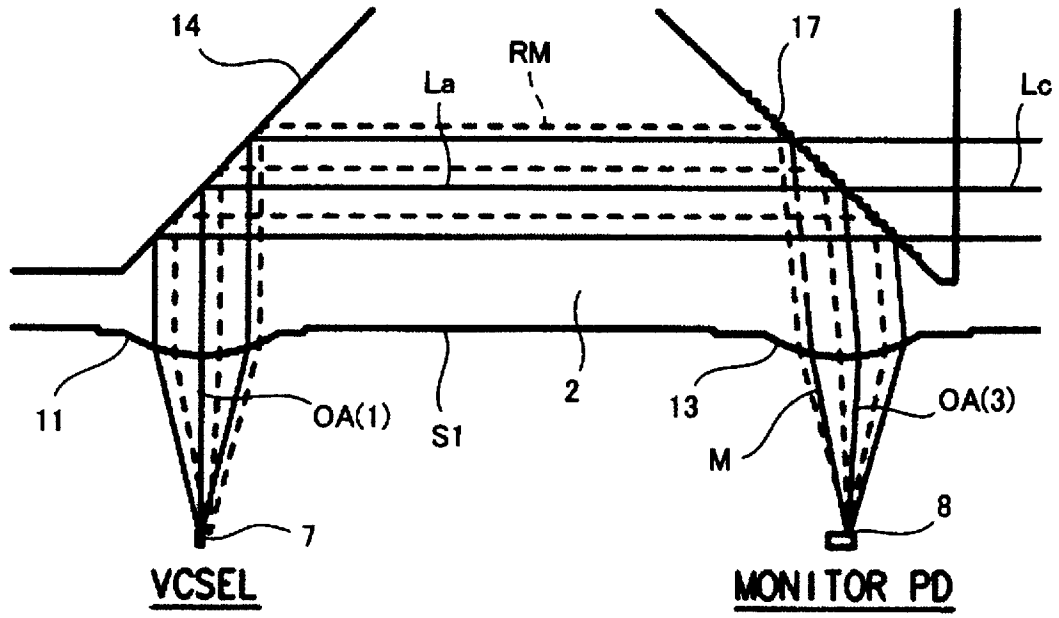


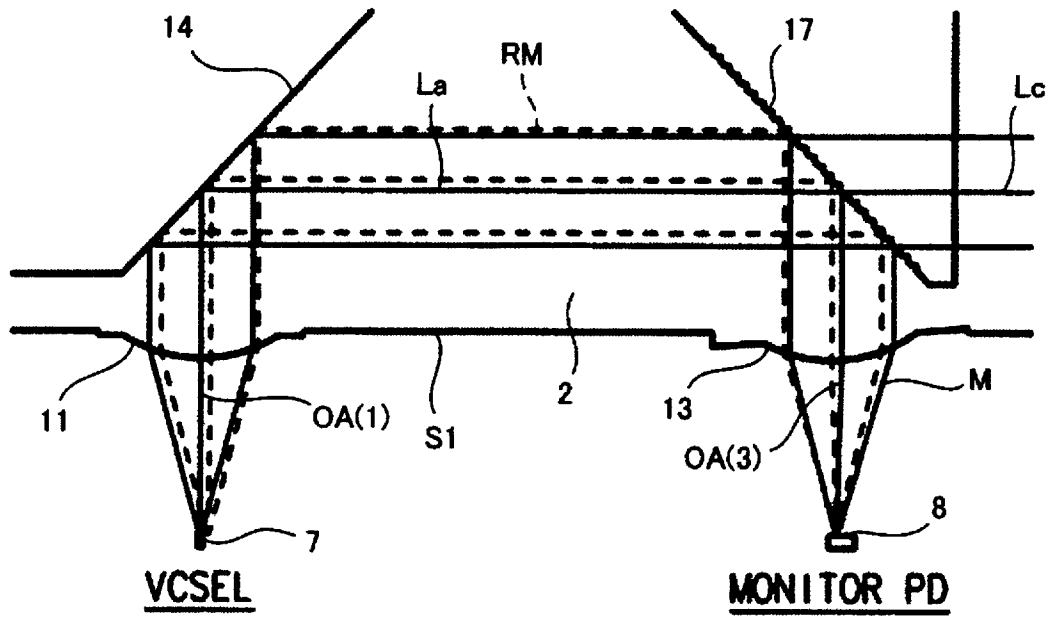
図5B

[図6]

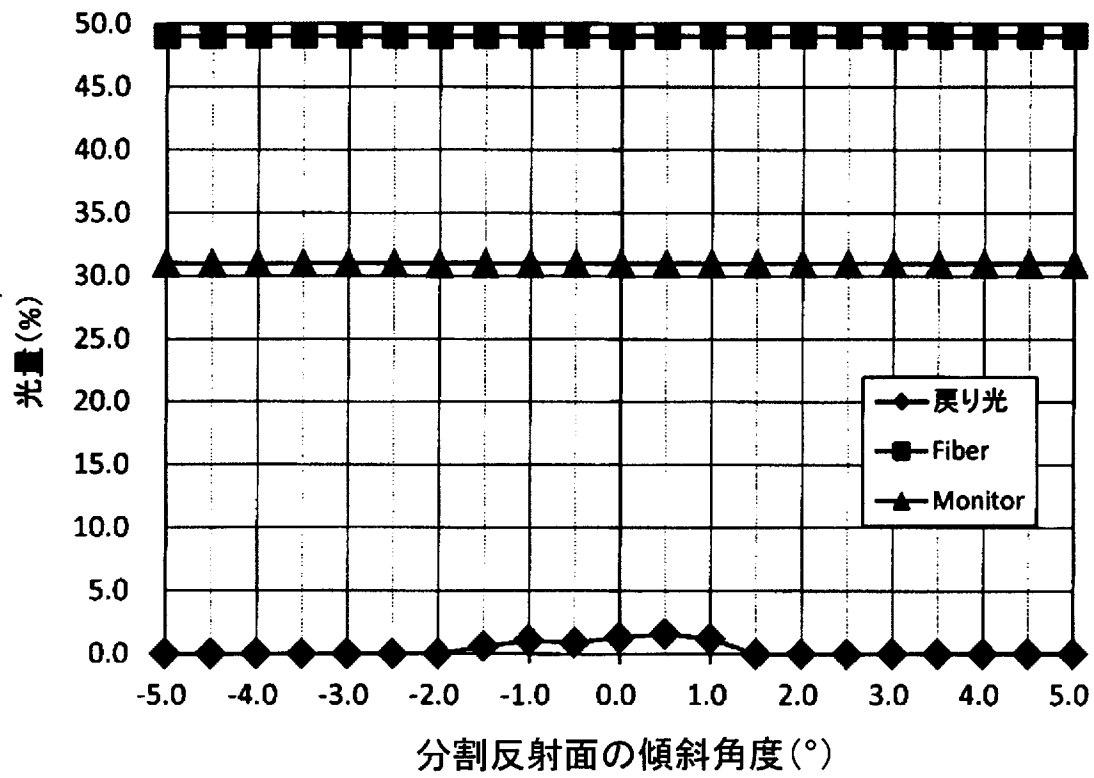




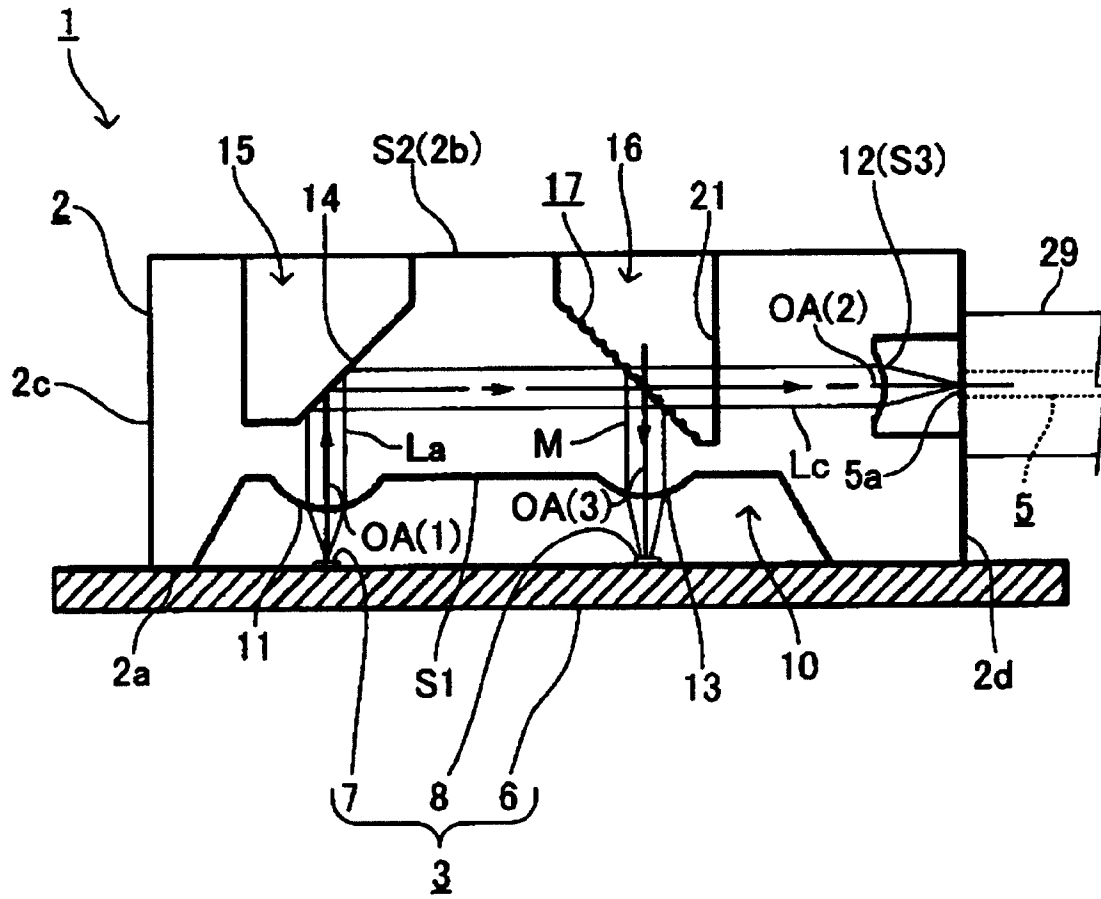
[図7]



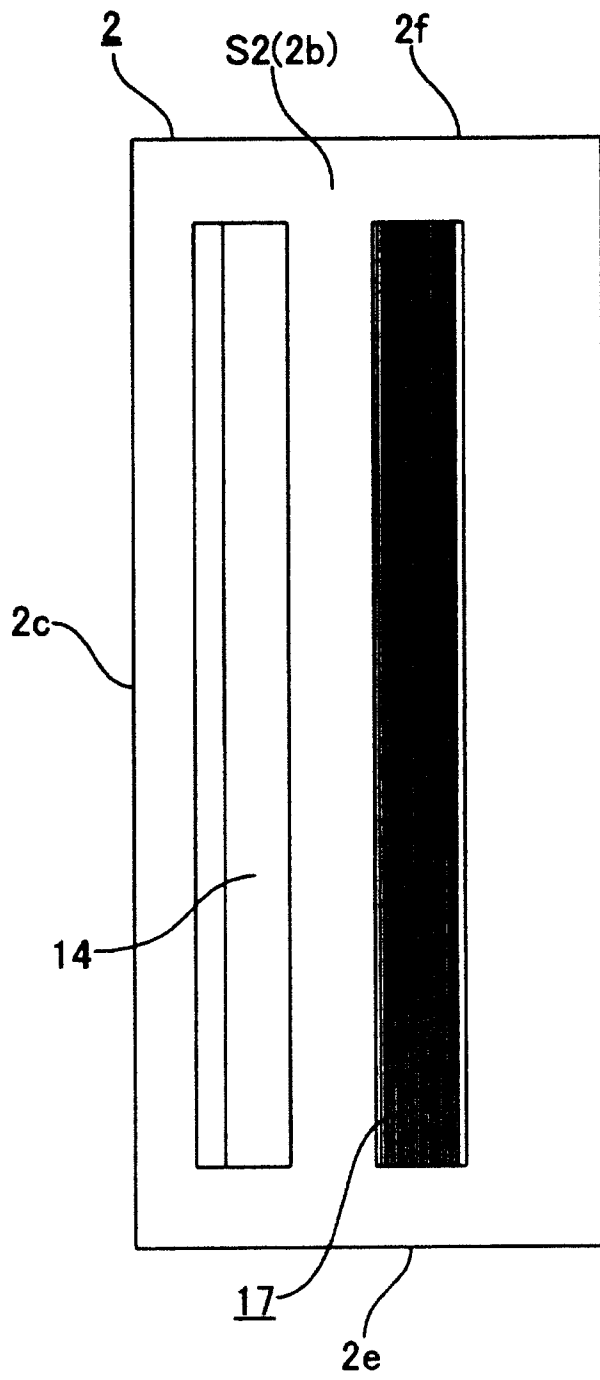
[図8]



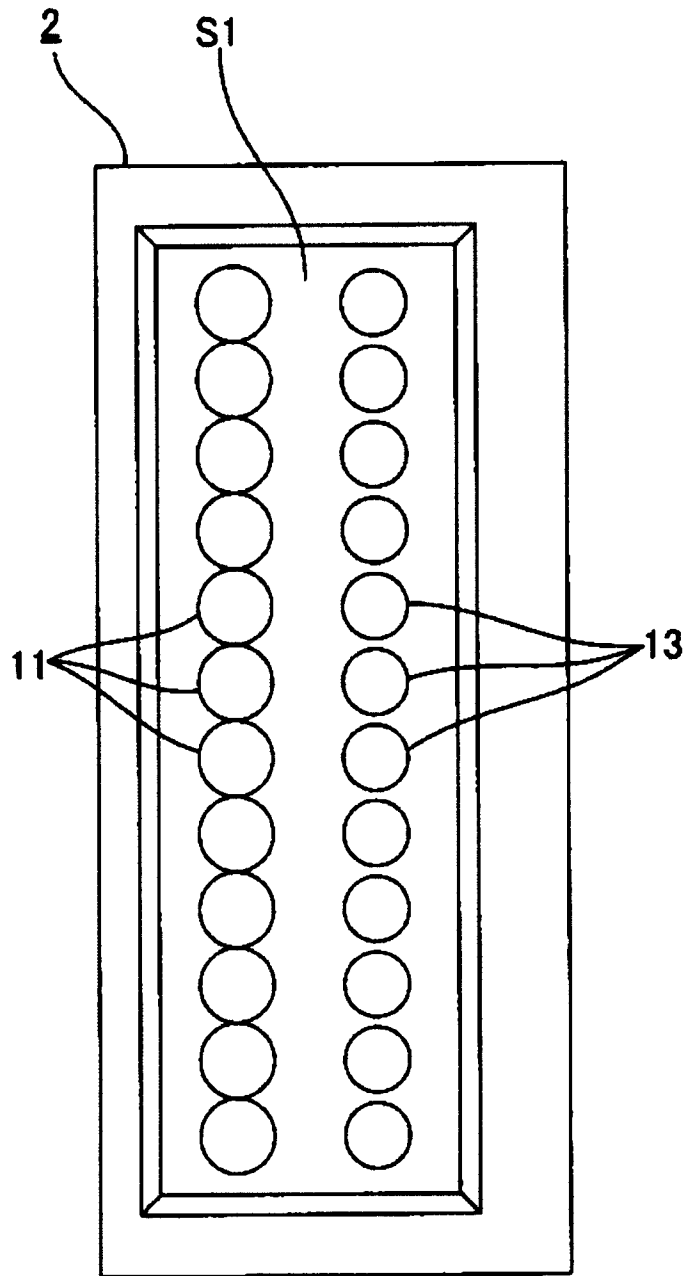
[図9]



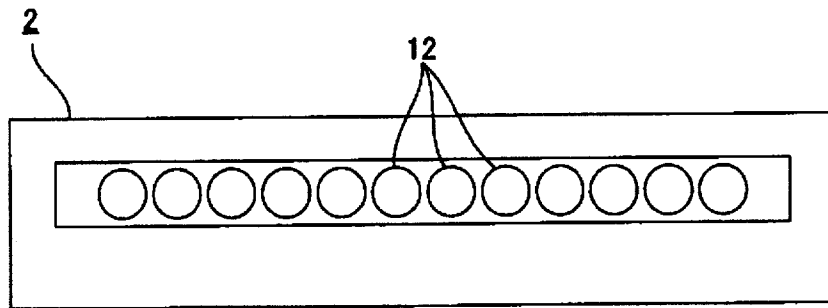
[図10]



[図11]



[図12]



[图13]

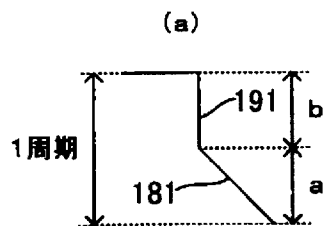


图13A

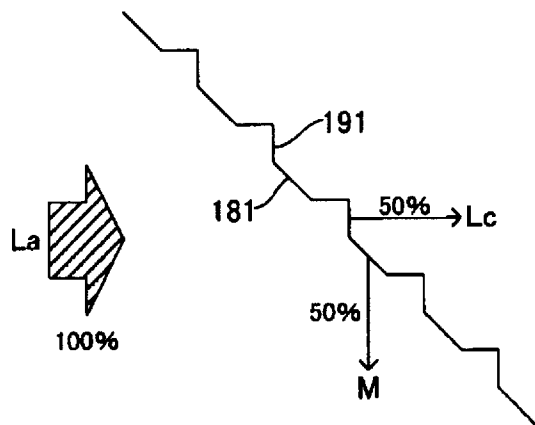


图13B

[図14]

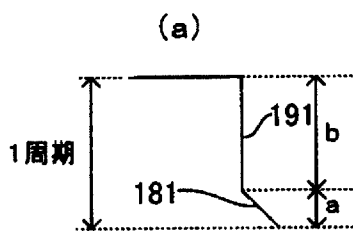


図14A

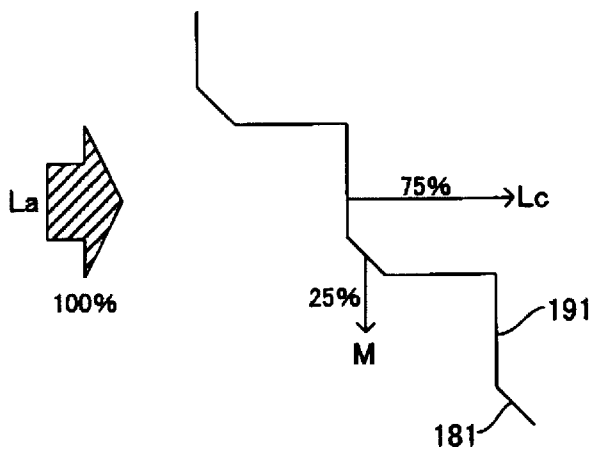
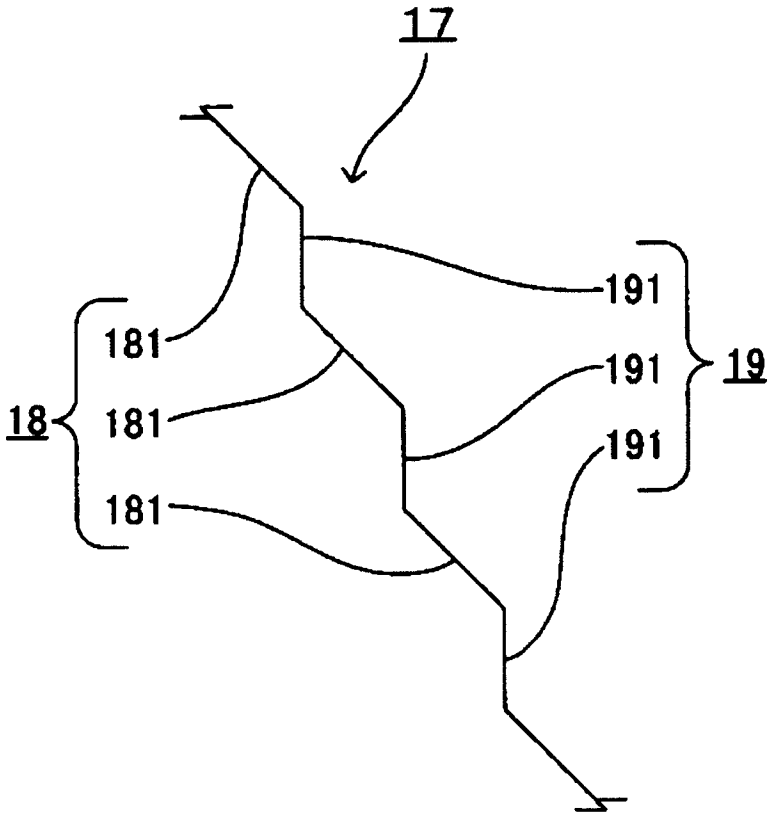


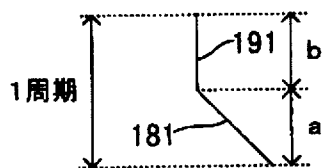
図14B



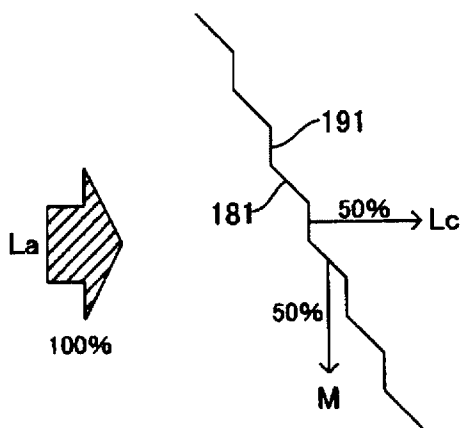
[図15]



[図16]



[図] 16A



[図] 16B

[图17]

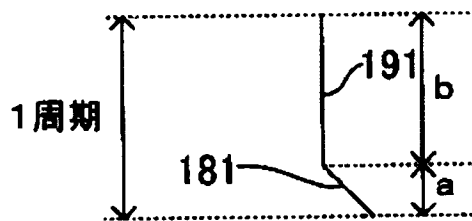


图17A

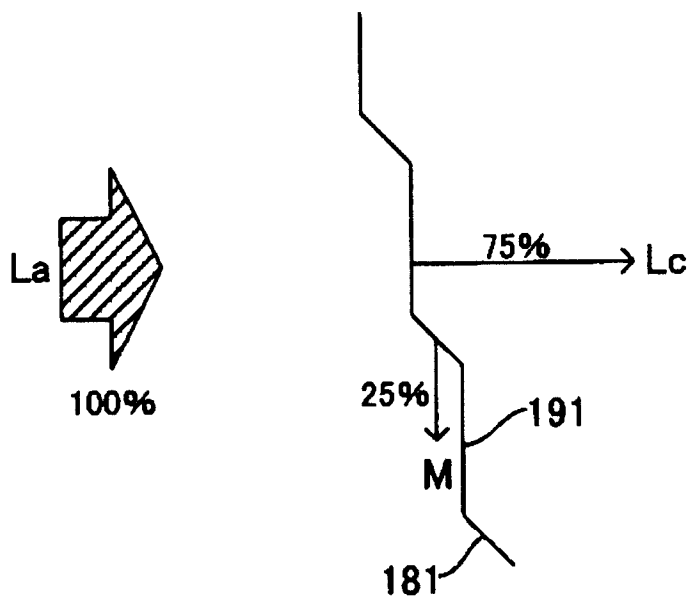


图17B

[図18]

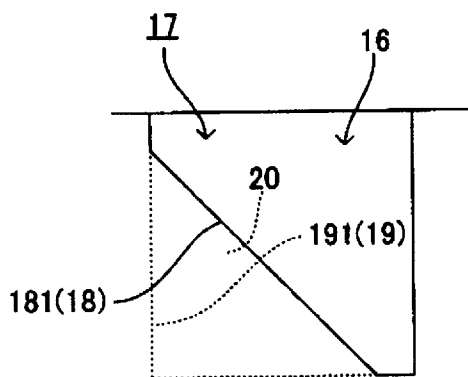


図18A

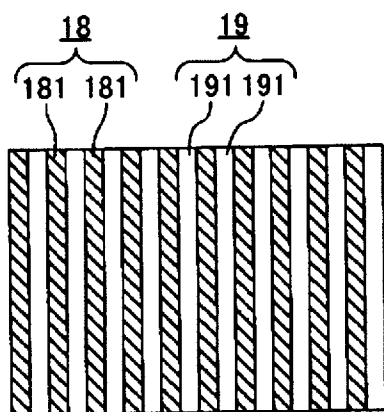
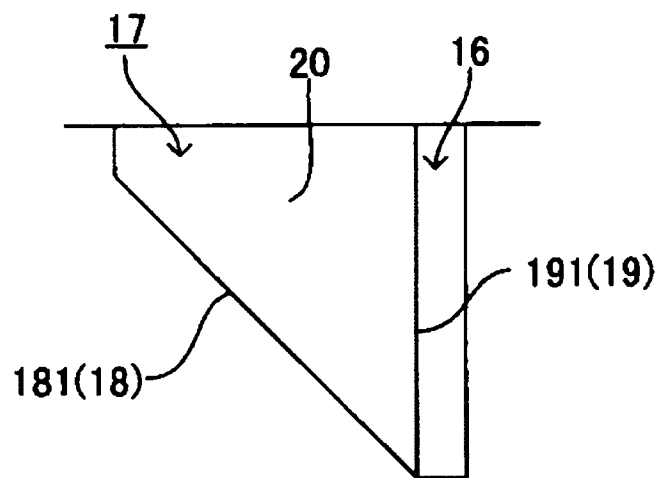
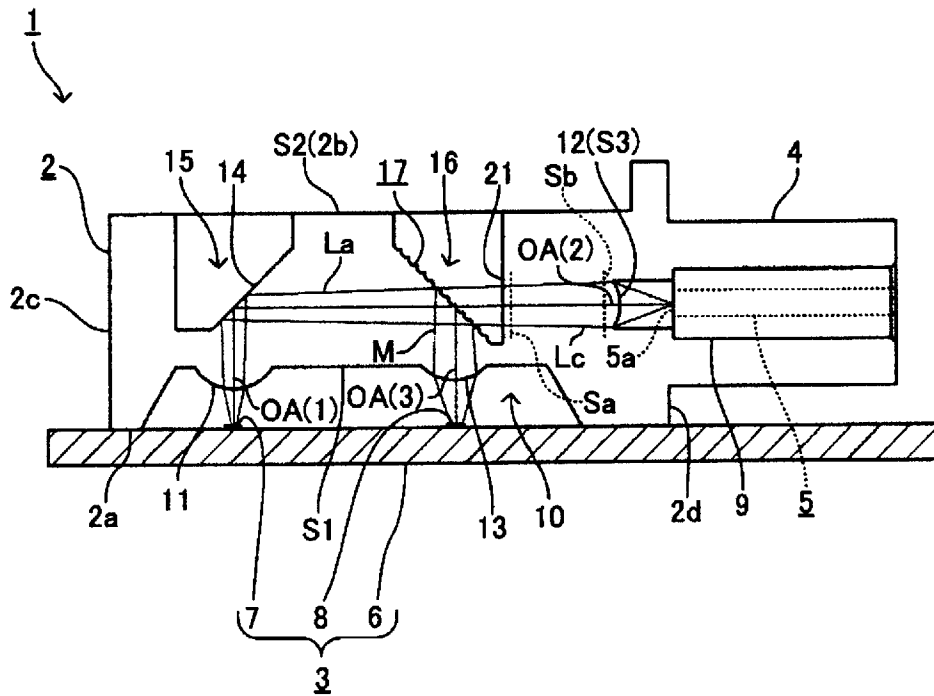


図18B

[図19]



[図20]



[図21]

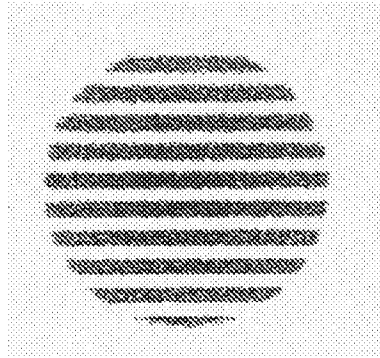


図21A

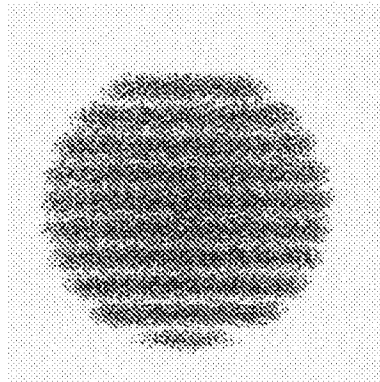


図21B

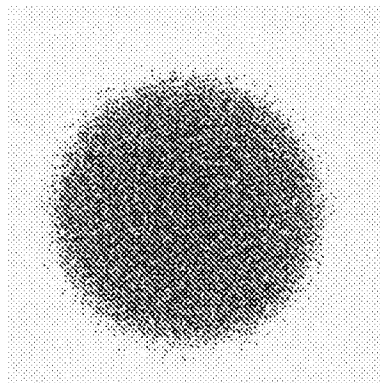
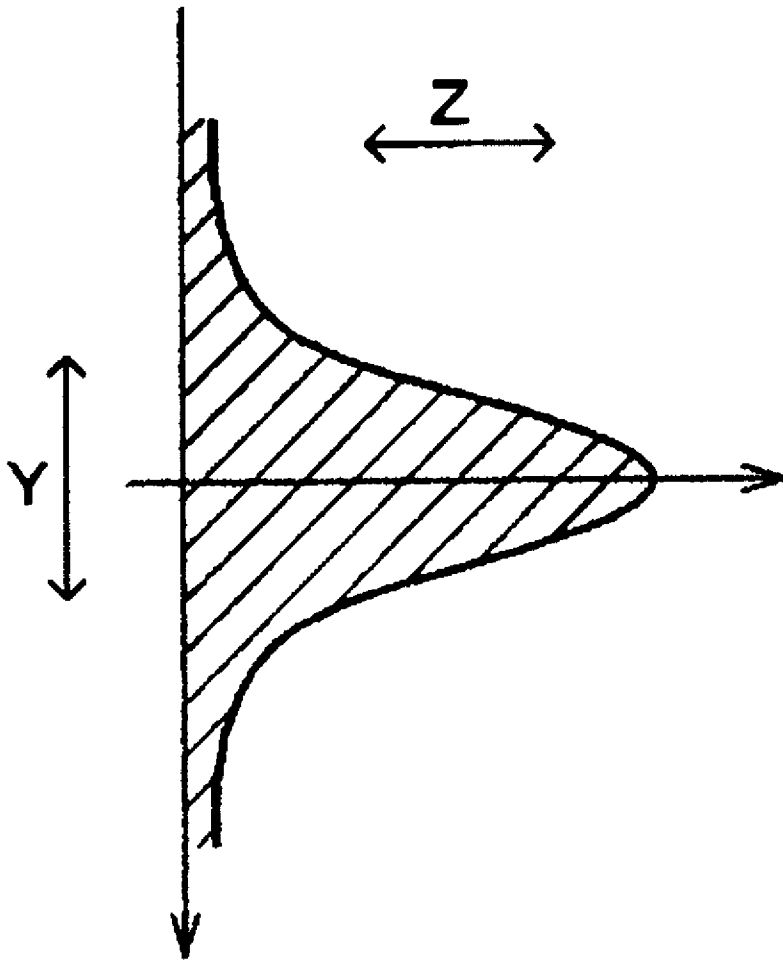


図21C

[図22]





[図23]

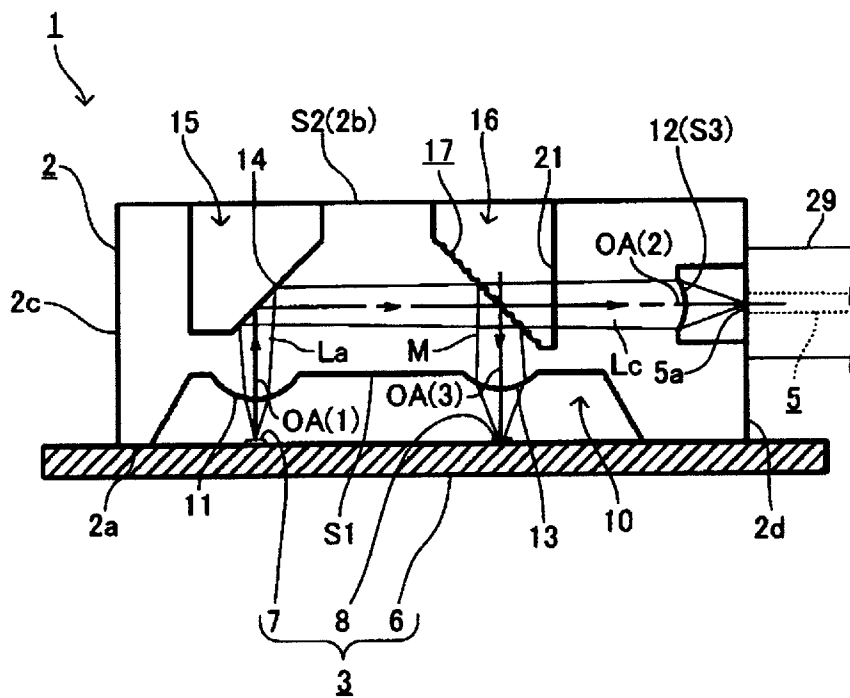


図23A

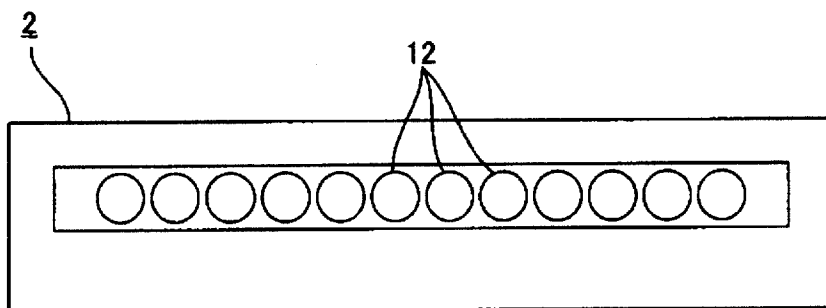
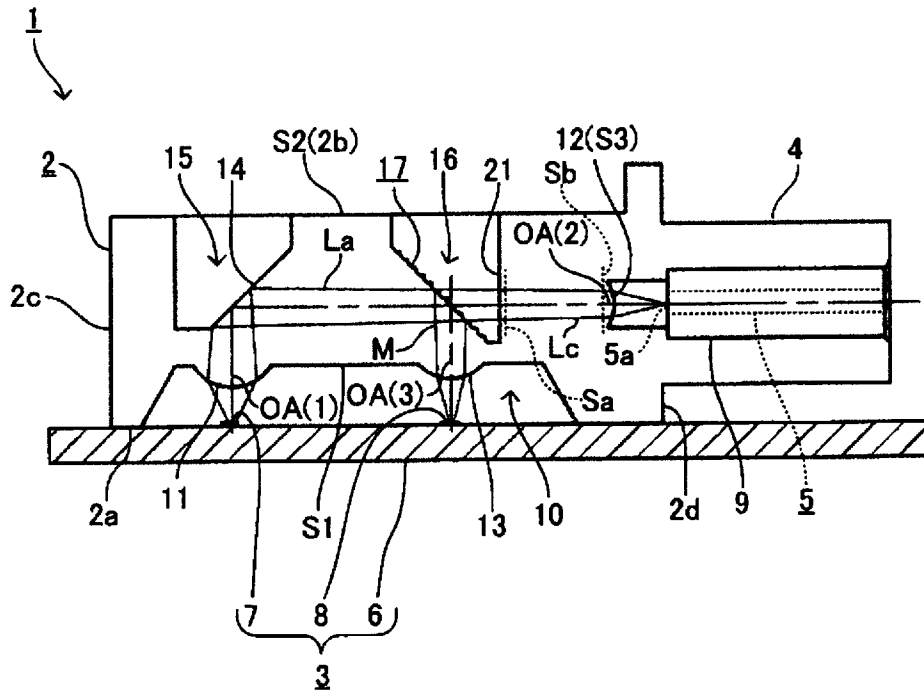


図23B

[図24]



[図25]

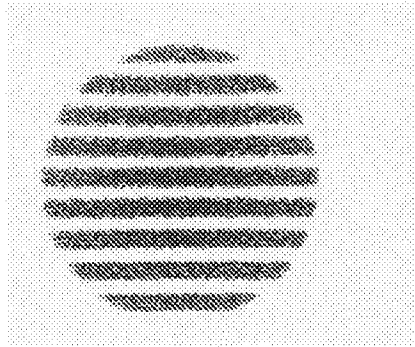


図25A

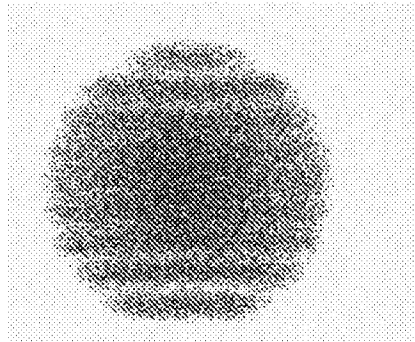


図25B

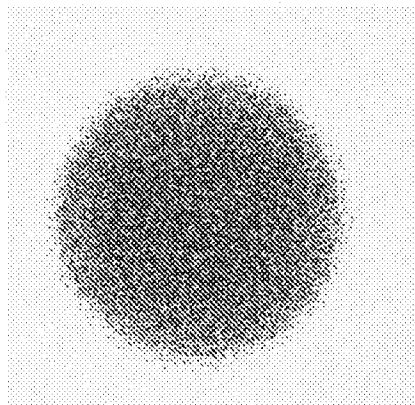


図25C

[図26]

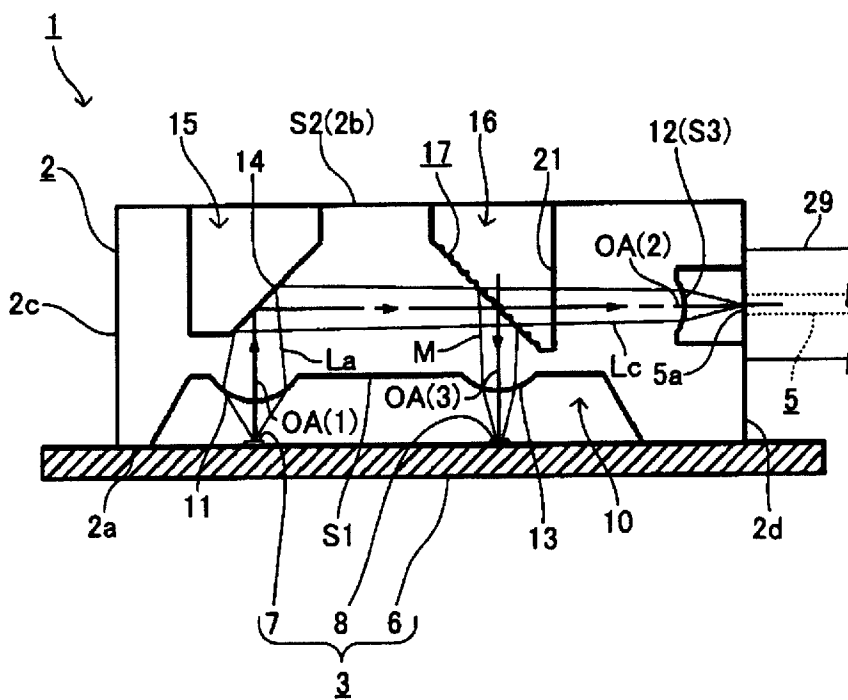


図26A

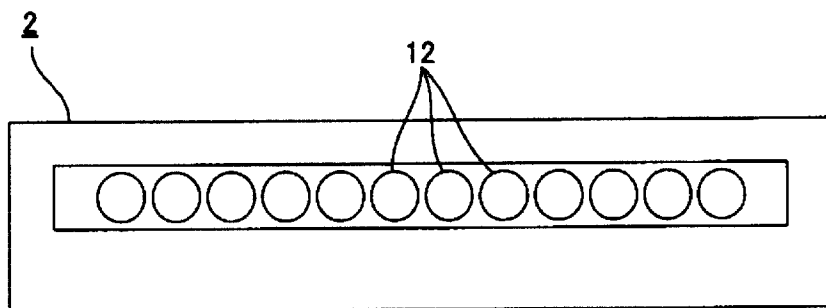
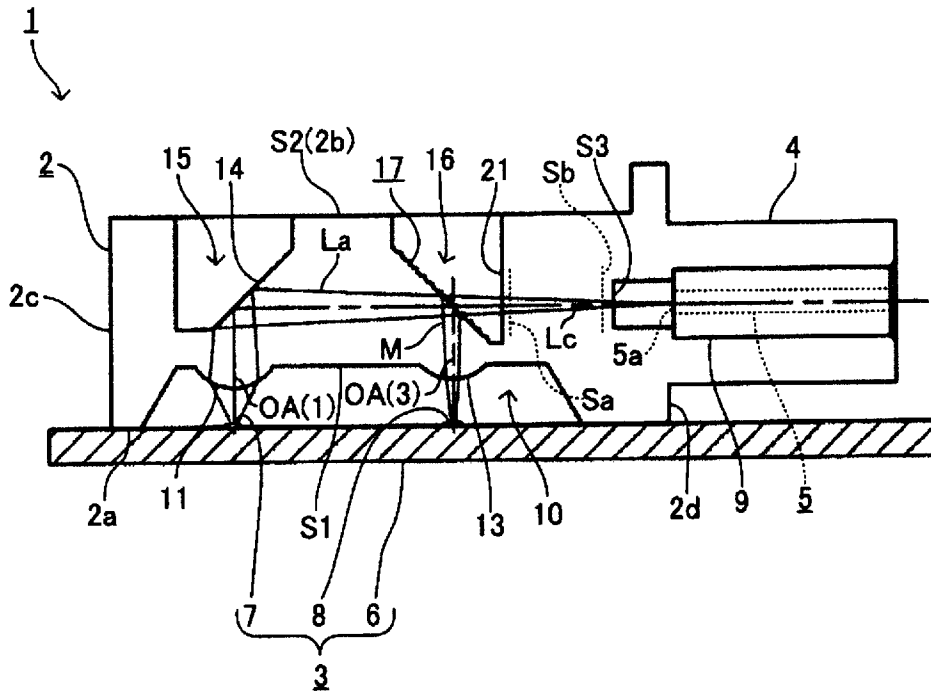
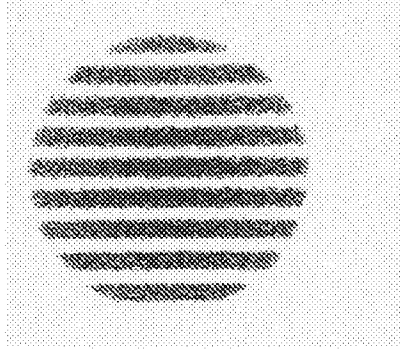


図26B

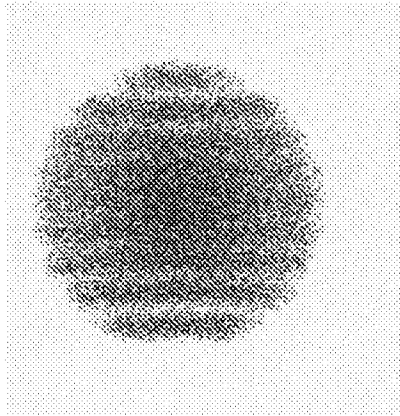
[図27]



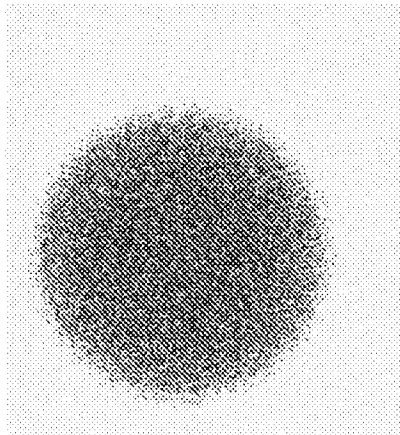
[図28]



[図]28A



[図]28B



[図]28C

[図29]

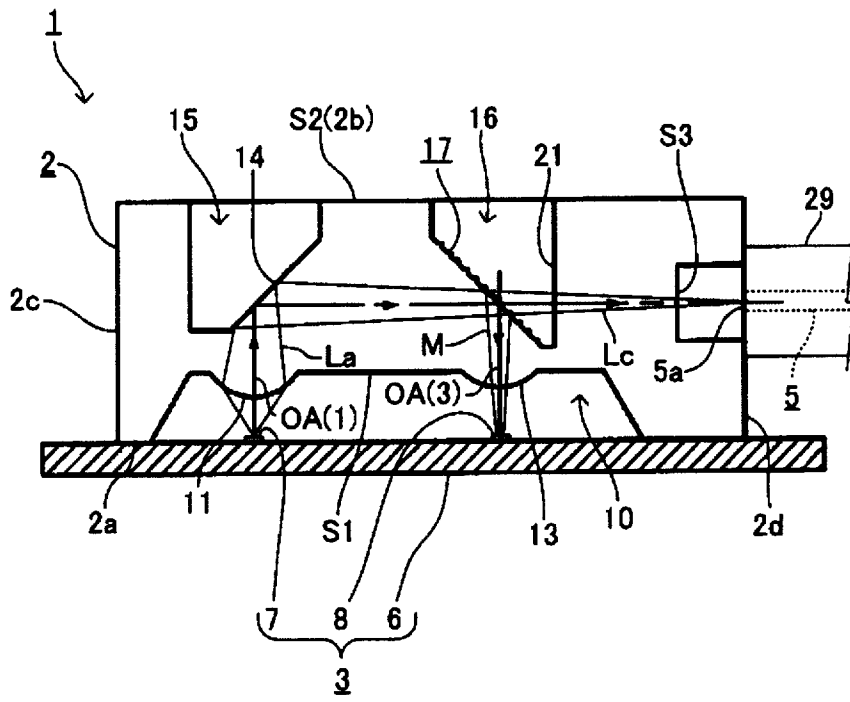


図29A

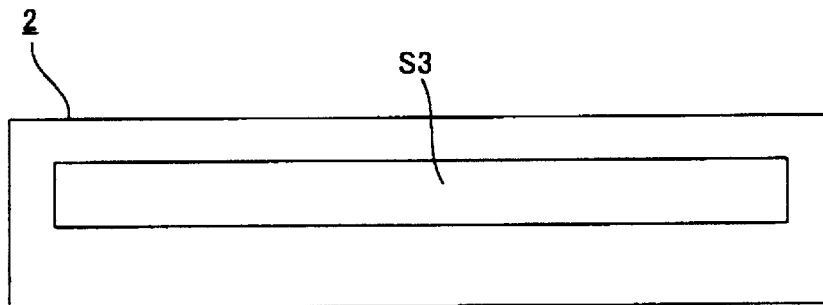
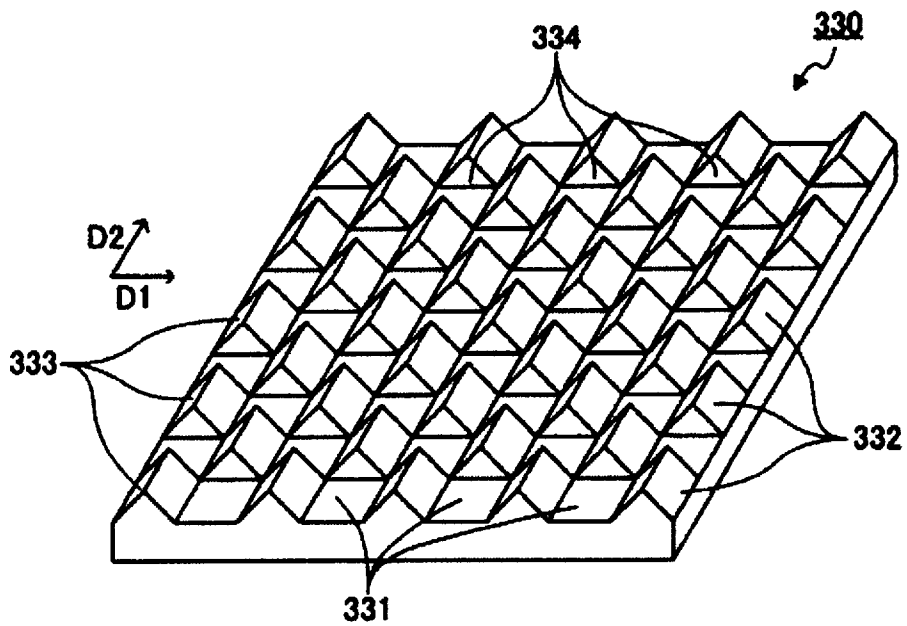
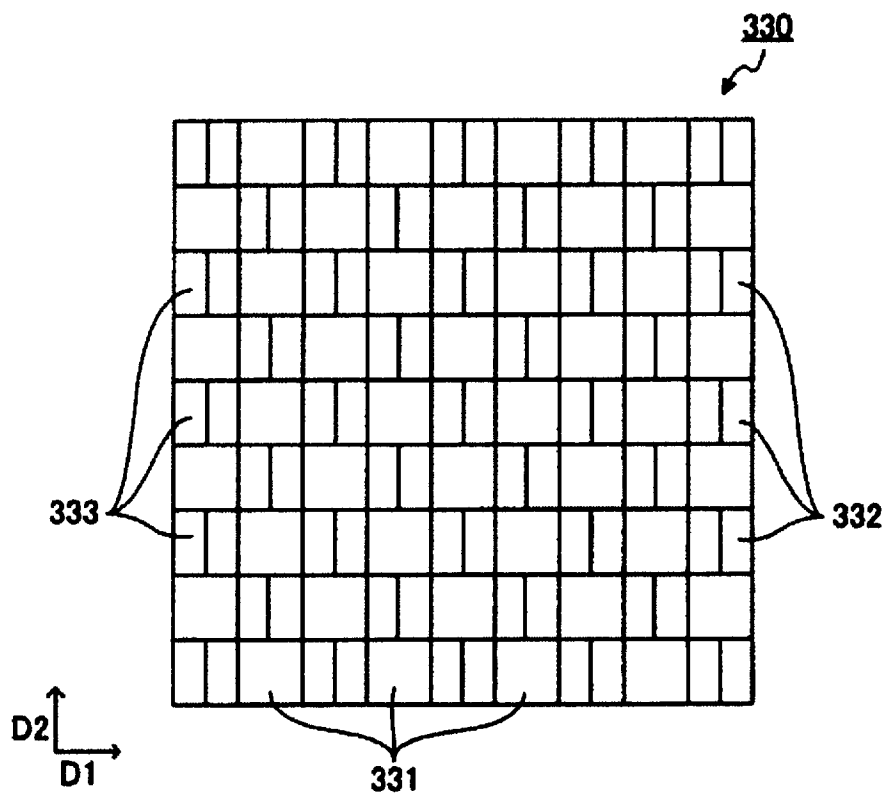


図29B

[図30]



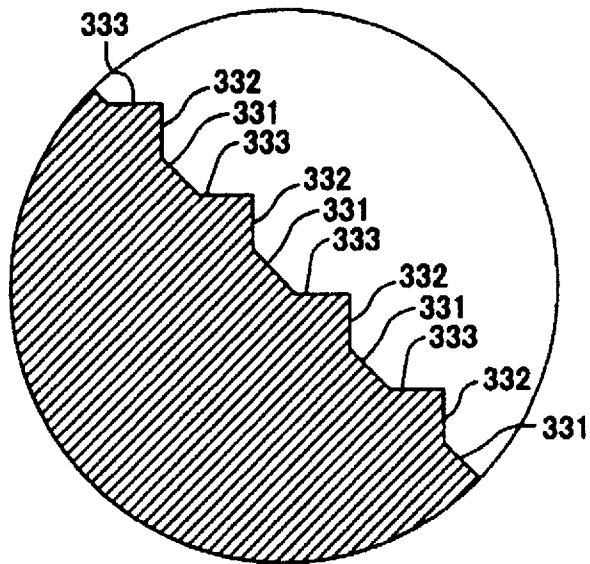
[図]30A



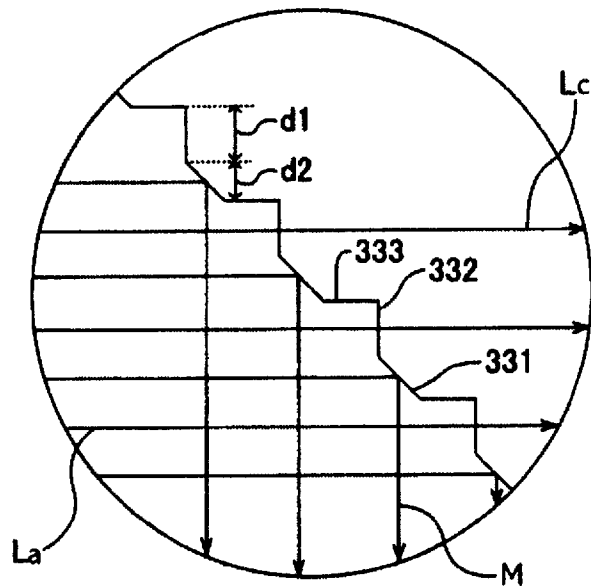
[図]30B



[図31]



[図] 31A



[図] 31B

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/057585

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G02B6/42(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G02B6/42, H01S5/022, H01L31/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y<br>A    | JP 2013-137507 A (Enplas Corp.),<br>11 July 2013 (11.07.2013),<br>paragraphs [0042] to [0068]; fig. 1 to 5<br>& US 2014/0328558 A1 & WO 2013/080783 A1<br>& EP 2787379 A1 & TW 201331658 A<br>& CN 103959122 A | 1, 2, 4<br>3          |
| Y<br>A    | JP 2000-28850 A (Rohm Co., Ltd.),<br>28 January 2000 (28.01.2000),<br>paragraphs [0012], [0014]; fig. 2(b)<br>(Family: none)   | 1, 2, 4<br>3          |

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone   |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date   | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family  |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  |  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  |  |

|   |  |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search<br>12 May 2015 (12.05.15) | Date of mailing of the international search report<br>19 May 2015 (19.05.15) |
|---|--|

|  |   |
|--|---|
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |
|--|---|

|   |  |  |
|---|--|--|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))<br>Int.Cl. G02B6/42(2006.01)i   |  |  |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))<br>Int.Cl. G02B6/42, H01S5/022, H01L31/02   |  |  |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2015年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2015年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2015年  |  |  |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)   |  |  |
| C. 関連すると認められる文献   |  |  |
| 引用文献の<br>カテゴリー*   | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求項の番号   |
| Y<br>A  | JP 2013-137507 A (株式会社エンプラス) 2013.07.11, 段落【0042】 - 【0068】, 【図1】 - 【図5】 & US 2014/0328558 A1 & WO 2013/080783 A1 & EP 2787379 A1 & TW 201331658 A & CN 103959122 A | 1, 2, 4<br>3   |
| Y<br>A  | JP 2000-28850 A (ローム株式会社) 2000.01.28, 段落【0012】, 【0014】, 【図2】(b) (ファミリーなし)  | 1, 2, 4<br>3   |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。  |  |  |
| * 引用文献のカテゴリー<br>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの<br>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)<br>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 |  | の日の後に公表された文献<br>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 国際調査を完了した日<br>12.05.2015  | 国際調査報告の発送日<br>19.05.2015   |  |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (ISA/J P)<br>郵便番号100-8915<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号   | 特許庁審査官 (権限のある職員)<br>吉田 英一<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3294   | 2X 9124  |