

(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  
2020年9月17日(17.09.2020)



(10) 国際公開番号

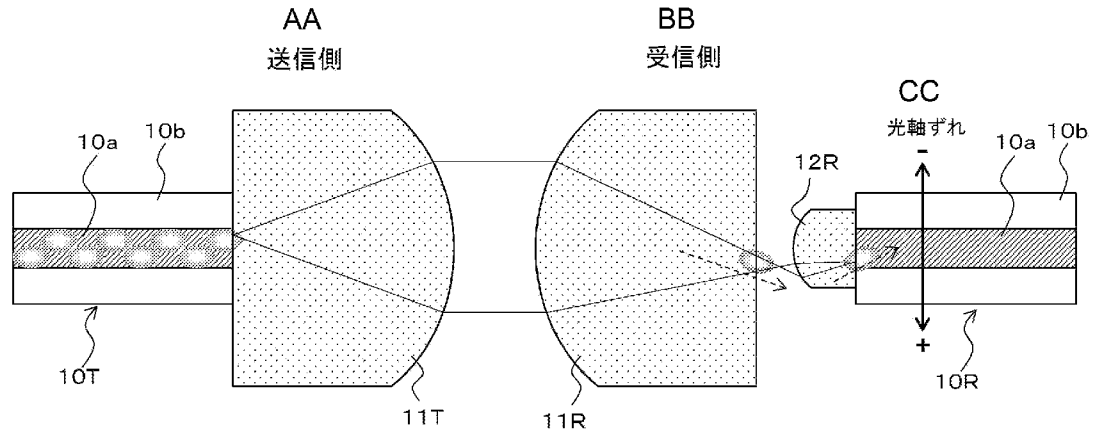
WO 2020/184094 A1

- (51) 国際特許分類:  
*G02B 6/26* (2006.01)      *G02B 6/36* (2006.01)  
*G02B 6/32* (2006.01)      *G02B 6/42* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                      PCT/JP2020/006380
- (22) 国際出願日:                      2020年2月18日(18.02.2020)
- (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 2019-042477    2019年3月8日(08.03.2019)    JP  
 特願 2019-104082    2019年6月4日(04.06.2019)    JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森田 寛(MORITA, Hiroshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 鳥羽 一彰(TOBA, Kazuaki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 山本 真也(YAMAMOTO, Masanari); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 尾山 雄介(OYAMA, Yusuke); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮田 正昭, 外(MIYATA, Masaaki et al.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀三丁目25番9号 Daiwa八丁堀駅前ビル西館8階 特許業務法人 大同特許事務所 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,

(54) Title: OPTICAL COMMUNICATION DEVICE, OPTICAL COMMUNICATION METHOD, AND OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 光通信装置、光通信方法および光通信システム

[図18]



AA Transmission side  
 BB Reception side  
 CC Optical axis displacement

(57) Abstract: The present invention can ease precision with respect to displacement and thus reduce costs. Communication is carried out using light having a second wavelength and having a component with a fundamental mode and at least a primary mode. Here, the second wavelength is a wavelength at which an optical waveguide can propagate the fundamental mode together with at least the primary mode. For example, the present invention is provided with a light path adjusting unit that adjusts a light path so that input light is guided towards the core of the optical waveguide.



WO 2020/184094 A1

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約 : 位置ずれの精度を緩和してコスト削減を図る。第1の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を備える。第2の波長を持つと共に基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信をする。ここで、第2の波長は、光導波路が基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る波長である。例えば、入力光を光導波路のコアに導くように光路を調整する光路調整部をさらに備える。

## 明 細 書

発明の名称：光通信装置、光通信方法および光通信システム

### 技術分野

[0001] 本技術は、光通信装置、光通信方法および光通信システムに関する。詳しくは、位置ずれの精度を緩和可能な光通信装置等に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、空間結合による光通信（例えば、特許文献1参照）が知られている。この光通信の場合、特に、シングルモードファイバにおいては、位置ずれにより光パワーの大きなロスが発生する。そのため、従来は、位置ずれを抑えるために部品の精度要求が高く、コストアップにつながっている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2017/056889号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 本技術の目的は、位置ずれの精度を緩和してコスト削減を図ることにある。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 本技術の概念は、

第1の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を備え、

第2の波長を持つと共に上記基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信をし、

上記第2の波長は、上記光導波路が上記基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る波長である

光通信装置にある。

[0006] 本技術においては、第1の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を備えるものである。例えば、光導波路は、光ファイバあるいはシリコン光導

波路である、ようにされてもよい。また、例えば、第1の波長は、波長分散がゼロとなる波長である、ようにされてもよい。また、例えば、第1の波長は、300 nmから5  $\mu$ mの間にある、ようにされてもよい。また、例えば、第1の波長は、1310 nm帯または1550 nm帯の波長である、ようにされてもよい。

[0007] そして、本技術においては、第2の波長を持つと共に基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信をするものである。ここで、第2の波長は、光導波路が基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る波長である。この場合、第2の波長は、第1の波長より短い。例えば、第2の波長は、850 nm帯の波長である、ようにされてもよい。

[0008] このように本技術においては、第1の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を備えるものであって、その光導波路が基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る第2の波長を持つと共に基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信をするものである。

[0009] そのため、第2の波長の光を用いて通信を行うものであり、光軸ずれによって発生する少なくとも1次モードの成分が基本モードの成分と共に光導波路を伝搬していくので、光軸ずれによる光パワーの結合ロスを低減することが可能となる。また、この場合、基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信を行うものであり、光導波路に入射される光の光軸ずれに対して、そのずれの方向によっては、第2の波長を用いるが基本モードの成分からなる光を用いて通信を行う場合に比べて光パワーの結合効率を高めることが可能となる。

[0010] なお、本技術において、例えば、入力光を光導波路のコアに導くように光路を調整する光路調整部をさらに備える、ようにされてもよい。この場合、例えば、光路調整部は、レンズによる屈折を利用して光路を調整する、ようにされてもよい。また、この場合、例えば、光路調整部は、光導波路の入射側に向かって口径が徐々に狭まっていくテーパ一面を持つ光路調整部材による反射を利用して光路を調整する、ようにされてもよい。また、この場合、

例えば、光路調整部は、光導波路の入射端のコアとクラッドとの間に設けられ、クラッドに接する面がコアと同じ口径から徐々に口径が広がっていくと共にコアからクラッドに向かって屈折率がコアと同じ屈折率からクラッドと同じ屈折率に順次変化していく光路調整部材を利用して光路を調整する、ようにされてもよい。また、この場合、例えば、光路調整部は、光導波路の入射側に設けられ、光軸上では光導波路のコアと同等の屈折率を持ち、光軸から垂直方向に離れるほど屈折率が下がるグラデーション構造の屈折率を持つ光路調整部材を利用して光路を調整する、ようにされてもよい。

[0011] このように入力光が光路調整されて光導波路のコアに導くようにされることで、基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信を行うことで発生する光パワーの結合ロスを低減することが可能となる。

[0012] また、本技術の他の概念は、

第1の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を持つ受信部と、  
上記受信部の上記光導波路に、第2の波長を持つと共に上記基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を入射する送信部を備え、  
上記第2の波長は、上記光導波路が上記基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る波長である  
光通信システムにある。

[0013] 本技術においては、受信部と送信部を備えるものである。受信部は、第1の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を持っている。送信部から、受信部の光導波路に、第2の波長を持つと共に基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光が入射される。ここで、第2の波長は、光導波路が基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る波長である。例えば、送信部は、送信機のレセプタクル、またはケーブルのプラグである、ようにされてもよい。

[0014] このように本技術においては、受信部が第1の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を持つものであって、送信部からその光導波路に、その光導波路が基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る第2の波長を

持つと共に基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光が入射されるものである。そのため、光軸ずれによる光パワーの結合ロスを低減することが可能となる。

### 図面の簡単な説明

- [0015] [図1]空間結合による光通信の概要を示す図である。
- [図2]光ファイバの基本的な構造と、ステップ型光ファイバのLP<sub>ml</sub>モードを示す図である。
- [図3]シングルモードで一般的な1310nmのケースで規格化周波数Vを考えた場合の図である。
- [図4]空間結合による光通信の例を示す図である。
- [図5]空間結合による光通信の例を示す図である。
- [図6]1310nmのシングルモードファイバに850nmの波長の光を入力した場合にLP<sub>01</sub>の基本モードとLP<sub>11</sub>の1次モードが存在し得ることを説明するための図である。
- [図7]入力光にはLP<sub>01</sub>の基本モードしか存在しない条件で光軸ずれが発生した場合について考えるための図である。
- [図8]入力光の波長が1310nmと850nmにおけるロス量のシミュレーション結果を記載したグラフである。
- [図9]光軸ずれがない状態では入力光には基本モードしか存在しないが、光軸ずれがある状態では基本モードの一部が1次モードへ変換されることを示す図である。
- [図10]ずれに応じて基本モードが1次モードへ変換されることを説明するためのグラフである。
- [図11]光ファイバ内を伝達する光の強度分布をシミュレーションした図である。
- [図12]ファイバ端面から光が出射される場合に進む角度について説明するための図である。
- [図13]空間結合による光通信を説明するための図である。

[図14]光ファイバの位置がレンズ対して垂直方向にずれる光軸ずれについて説明するための図である。

[図15]光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。

[図16]光ファイバの位置がレンズ対して垂直方向にずれる光軸ずれについて説明するための図である。

[図17]光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。

[図18]光ファイバの入射側に光路調整部としてのレンズを設けた例を示す図である。

[図19]光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。

[図20]基本モード（0次モード）成分と1次モード成分を分離して記載したグラフである。

[図21]光ファイバの入射側に光路調整部材を設けた例を示す図である。

[図22]光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。

[図23]基本モード（0次モード）成分と1次モード成分を分離して記載したグラフである。

[図24]光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。

[図25]光ファイバの入射端のコアとクラッドとの間に光路調整部材を設けた例を示す図である。

[図26]光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。

[図27]基本モード（0次モード）成分と1次モード成分を分離して記載したグラフである。

[図28]光ファイバの入射端のコアとクラッドとの間に光路調整部材を設けた

例を示す図である。

[図29]光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである

。

[図30]基本モード（0次モード）成分と1次モード成分を分離して記載したグラフである。

[図31]光ファイバの入射側に光路調整部材を設けた例を示す図である。

[図32]光軸がずれた場合でも光を中心方向へ戻すことができる理由を説明するための図である。

[図33]光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである

。

[図34]基本モード（0次モード）成分と1次モード成分を分離して記載したグラフである。

[図35]光ファイバの入射側に光路調整部材を設けた例を示す図である。

[図36]実施の形態としての送受信システムの構成例を示すブロック図である

。

[図37]送信機のコネクタとケーブルのコネクタの構成例を示す斜視図である

。

[図38]送信機のコネクタとケーブルのコネクタの構成例を示す斜視図である

。

[図39]送信機のコネクタおよびケーブルのコネクタの一例を示す断面図である。

[図40]送信機のコネクタとケーブルのコネクタが接続された状態を示す断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0016] 以下、発明を実施するための形態（以下、「実施の形態」とする）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 実施の形態
2. 変形例

## [0017] &lt;1. 実施の形態&gt;

## [本技術に関する基本説明]

まず、本技術に関する技術について説明をする。図1は、空間結合による光通信の概要を示している。この場合、送信側の光ファイバ10Tから出射された光はレンズ11Tでコリメート光に成形されて出射される。そして、このコリメート光が受信側のレンズ11Rで集光されて光ファイバ10Rに入射される。この光通信の場合、特に、シングルモードファイバにおいては、位置ずれにより光パワーの大きなロスが発生する。なお、光ファイバ10T、10Rは、光路となる中心部のコア10aと、その周囲を覆うクラッド10bの二重構造となっている。

[0018] 次に、モードの基本的な考え方について説明する。光ファイバ内をシングルモードで伝搬しようとする場合、モードが1つだけ存在するように、ファイバの屈折率やコア径といったパラメータを決める必要がある。

[0019] 図2(a)は、光ファイバの基本的な構造を示している。光ファイバは、コアと呼ばれる中心部をクラッドと呼ばれる層で覆った構造となっている。この場合、コアの屈折率 $n_1$ は高く、クラッドの屈折率 $n_2$ は低くされており、光はコアの中に閉じ込められて伝搬していく。

[0020] 図2(b)は、ステップ型光ファイバのLP<sub>m</sub>l (Linearly Polarized: 直線偏光) モードであり、規格化伝搬定数 $b$ を規格化周波数 $V$ の関数として示したものである。縦軸は規格化伝搬定数 $b$ であり、あるモードが通らない(遮断)状態では $b=0$ となり、光パワーがコア内に閉じ込められるほど(伝搬できるほど)、 $b$ は1に近づく。横軸は規格化周波数 $V$ で、以下の数式(1)で表すことができる。ここで、 $d$ はコア径、 $NA$ は開口数、 $\lambda$ は光の波長である。

$$V = \pi d NA / \lambda \quad \dots (1)$$

[0021] 例えば、 $V=2.405$ のときLP<sub>11</sub>が遮断される状態となるため、モードはLP<sub>01</sub>のみ存在することになる。従って、 $V=2.405$ 以下の状態がシングルモードとなる。ここで、LP<sub>01</sub>は基本モード(0次モード)であり

、以降LP11, LP21, . . . が、それぞれ、1次モード、2次モード、  
. . .となる。

[0022] 例えば、図3(a)のように、シングルモードで一般的な1310nmのケースで規格化周波数Vを考えてみる。ここで、コア径d、開口数NAをそれぞれ1310nm光ファイバの一般的なパラメータである $d = 8 \mu\text{m}$ 、 $NA = 0.1$ とし、ファイバを伝搬する光の波長を1310nmとすると、数式(1)から $V = 1.92$ となる。

[0023] 従って、図3(b)に示すように、規格化周波数Vは2.405以下となるため、LP01の基本モードのみ伝搬されることとなり、シングルモードとなる。ここで、コア径を大きくすると伝播できるモードが増えることになる。因みに、例えば、一般的なマルチモードファイバはコア径を50 $\mu\text{m}$ といった値にすることで数百のモードを伝搬させている。

[0024] 図1に示すような空間結合による光通信を考えた場合、シングルモードでは、コア径が小さいため、送信側/受信側の光結合部の位置合わせがシビアになり、正確に光軸を合わせるための精度要求が高くなるという問題がある。

[0025] この問題を解決するために、一般的に、高精度な部品を使用したり、光ファイバへの光入力部を加工することで光をファイバコアへ挿入し易くしたりする。しかし、高精度な部品はコストが高く、また加工を要するものは加工費が高くなるため、シングルモード通信用のコネクタやシステムは一般的にコストが高くなる。

[0026] 図4、図5は、光軸合わせの精度劣化要因の一例を示している。例えば、図4(a)に示すように、フェルール15T, 15Rと光ファイバ10T, 10Rを固定するための固定材16T, 16Rの量の不均一により、光軸ずれが発生する。また、例えば、図4(b)に示すように、レンズ11T, 11Rの整形精度不足により、光軸ずれが発生する。

[0027] また、図5(a), (b)に示すように、フェルール15T, 15Rに設けた位置合わせ用機構(凹部17T, 凸部17R)の精度不足により、光軸ずれが発生する。なお、図5(a), (b)に示す凸部17Rは、ピンであ

ることもある。

[0028] 本技術は、光軸合わせの精度を緩和してコスト削減を可能とするものである。本技術では、第1に、光ファイバは第1の波長では基本モードのみを伝搬し得るものとされ、この光ファイバが基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る第2の波長の光を用いて通信を行うように構成される。

[0029] 例えば、図3(a)と同じ条件の光ファイバに、1310nmではなく、850nmの波長の光を入力した場合、図6(b)に示すように、規格化周波数 $V=2.96$ となる。そのため、図6(a)に示すように、LP01の基本モードと、LP11の1次モードが存在し得ることになる。

[0030] 図7(a)に示すような光学系を組んだ際に、入力光にはLP01の基本モードしか存在しない条件で、受信側の光ファイバの位置が光軸に対して垂直方向にずれた場合(図7(a),(b)の矢印参照)、つまり光軸ずれが発生した場合について考える。

[0031] 図8は、その場合における光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。横軸は光軸ずれ量で、縦軸は結合効率を表している。ずれがない状態では、光ファイバ内へ100%のパワーが伝搬し、結合効率は1となる。そして、例えば、入力光に対して光ファイバ内へ50%しかパワーが伝搬されない場合は、結合効率は0.5となる。

[0032] 入力光の波長を1310nmと850nmで比較すると、850nmの場合の特性が良いことが分かる。この理由は、1310nmの場合には基本モードのみしか伝搬できないのに対して、850nmの場合、基本モードの他に1次モードも伝搬できるためである(図6(a)参照)。

[0033] つまり、光軸ずれがない状態では、図9(a)に示すように、入力光には基本モードしか存在しない。一方、光軸ずれがある状態では、図9(b)に示すように、基本モードの一部がクラッドとコアの屈折率差で生じる位相差を利用して1次モードへ変換される。1310nmの場合はこの1次モードを伝搬できないが、850nmの場合はこの1次モードも伝搬できることから、850nmの場合の特性が良くなる。

- [0034] 図10のグラフには、基本モード（0次モード）成分と1次モード成分を分離して記載しており、足し合わせたものがトータル（Total）の曲線となる。入力光は基本モードしか存在しないため、ずれに応じて基本モードが1次モードへ変換されていることが分かる。一方、1310nmの場合、図3（a）に示すように基本モードしか伝搬できないため、図8に示すように、基本モードが純粋に減少している。
- [0035] 図8において、1310nmと850nmについて、結合効率0.8（約-1dB）で比較すると約1.8倍、結合効率0.9（約-0.5dB）で比較すると約2.35倍も位置ずれに対する精度を緩和することができる。
- [0036] このように光ファイバを第1の波長（例えば1310nm）では基本モードのみを伝搬し得るものとし、この光ファイバが基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る第2の波長（例えば850nm）の光を用いて通信を行うように構成することで、光パワーの結合効率を高めることが可能となる。
- [0037] また、本技術では、第2に、基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信を行うように構成される。
- [0038] 図11は、光ファイバ内を伝達する光の強度分布をシミュレーションした図である。図11（a）は、基本モードの成分のみを持つ光を伝送する場合の例を示している。この場合、光ファイバのコアの中心が最も強度が高く、クラッドへ近づくほど強度が低くなる。図11（b）は、基本モードおよび1次モードの成分を持つ光を伝送する場合の例を示している。この場合、強度の高い箇所がコアの中心に対して一方向および他方向に、図示の例では上方向および下方向に交互に現れる。
- [0039] 図11（b）の状態にあるとき、図12に示すようにファイバ端面から光が出射される際に、その光は、コアの中心に対して強度の高い方にある角度を持って進むものとなる。
- [0040] 図1に示すような空間結合による光通信を考える。図13（a）のように、送信側のコア10aの中心から出た光は受信側のコア10aの中心へと結

合する。しかし、図13(b)のように、基本モードおよび1次モードの成分を持つ光を伝送する場合であって、送信側のコア10aの中心から上方向側へ強度分布が偏った光は受信側のコア10aの中心に対して下方向側へ結合する。

[0041] 図13(b)のような条件で、図14に示すように、受信側の光ファイバ10Rの位置がレンズ11Rに対して垂直方向にずれる光軸ずれが発生した場合について考える。この場合、図示の状態が光軸ずれ量がゼロの状態である。光軸ずれが正(+)方向である場合は、光の強度の高い箇所は光ファイバ10Rのコア10aに入り込む方向のため結合し易くなる。一方、光軸ずれが負(-)方向である場合は、光の進行方向とは逆側に光ファイバ10Rのコア10aが移動することになるため結合効率が下がる。

[0042] 図15は、入力光(送信側から出射される光)が基本モードおよび1次モードの成分を持っており、その割合が1対1である場合における光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。横軸は光軸ずれ量で、縦軸は結合効率を表している。図示の例では、基本モード(0次モード)と1次モードを分離して記載しており、足し合わせたものがトータル(Total)の曲線となる。基本モードのみだと負(-)方向でずれた場合に結合効率が著しく下がっているが、基本モードが1次モード成分へ変換されるおかげで、 $-1.5\mu\text{m}$ のずれ量で結合効率0.7程度となっている。

[0043] ここで、図13に示すような空間結合による光通信において、入力光(送信側から出射される光)に含まれる成分が基本モードのみの場合と、基本モードおよび1次モードが混在する場合について、図16に示すように、受信側の光ファイバ10Rの位置がレンズ11Rに対して垂直方向にずれる光軸ずれが発生した場合について考える。

[0044] 図17は、入力光が基本モードの成分のみを持つ場合と、入力光が基本モードおよび1次モードの成分を持つ場合における光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。横軸は光軸ずれ量で、縦軸は結合効率を表している。ここでは、基準を揃えるために、強度が最大となる箇所

の結合効率を1として規格化している。

- [0045] 入力光が基本モードおよび1次モードの成分を持つ場合、光軸ずれが正（＋）方向であるときは、入力光が基本モードの成分のみを持つ場合よりも、結合効率はよくなる。これは、上述したように、光軸ずれが正（＋）方向である場合は光の強度の高い箇所が光ファイバ10Rのコア10aに入り込む方向のため結合し易くなるからである。
- [0046] しかし、入力光が基本モードおよび1次モードの成分を持つ場合、光軸ずれが負（－）方向である場合は、入力光が基本モードの成分のみを持つ場合よりも、結合効率は悪化する。これは、上述したように光の進行方向とは逆側に光ファイバ10Rのコア10aが移動するためである。
- [0047] このように基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信を行うように構成することで、光軸ずれに対して、そのずれの方向によっては、基本モードの成分からなる光を用いて通信を行う場合に比べて、光パワーの結合効率を高めることが可能となる。この場合、入力光の進行方向と同方向へのみ光ファイバの軸ずれが許容できるように設計することで、基本モードの成分のみを持つ入力光よりも基本モードおよび1次モードの成分を持つ入力光の方が軸ずれに対して強くなる。
- [0048] また、本技術では、第3に、基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信を行う場合にあって、負（－）方向の光軸ずれに対して光パワーの結合効率を高めるために、入力光を光導波路のコアに導くように光路を調整する光路調整部を備えるように構成される。
- [0049] 図18は、光ファイバ10Rの入射側に、光路調整部としてのレンズ（凸レンズ）12Rを設けた例を示している。このようにレンズ12Rを設けることで、光軸に対して下方向へ外れる光をレンズ効果で光軸の中心方向へ戻すことができる。これにより、負（－）方向の光軸ずれに対し光パワーの結合効率を上げることができる。
- [0050] 図19は、レンズ12Rを設けたダブルレンズ（Double Lens）の場合と、レンズ12Rを設けないシングルレンズ（Single Lens）の場合における光パ

ワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。横軸は光軸ずれ量で、縦軸は結合効率を表している。負（－）方向の光軸ずれに対してダブルレンズの場合はシングルレンズの場合より結合効率が上がっている。なお、図20のグラフには、ダブルレンズの場合において、基本モード（0次モード）成分と1次モード成分を分離して記載しており、足し合わせたものがトータル（Total）の曲線となる。

[0051] このように負（－）方向の光軸ずれに対してダブルレンズの場合はシングルレンズの場合より結合効率が上がるのは、以下の効果によるものと考えられる。すなわち、光軸方向へ光を戻すことにより光ファイバ10Rが負（－）方向へずれた場合でも光はファイバの中心方向へ向かうため、シングルレンズよりも基本モードのそもそものロスを減らせる効果と、基本モードが1次モードへ変換される割合を上げることができる効果によるものである。結合効率0.7の場合で比べると、シングルレンズでは $-1.5\mu\text{m}$ であるのに対して、ダブルレンズでは $-4\mu\text{m}$ であり、2.7倍の精度緩和が可能であることが分かる。よってダブルレンズの方が精度緩和可能であり、部品のコストも削減できる。

[0052] 図21は、光ファイバ10Rの入射側に光路調整部材13Rを設けた例である。この光路調整部材13Rは、光ファイバ10Rのコア10aに向かって口径が徐々に狭まっていくテーパ一面13aを持つ中心部13R\_1と、その周りの外周部13R\_2からなっている。中心部13R\_1は光ファイバ10Rのコア10aと同じ部材で構成され、外周部13R\_2は光ファイバ10Rのクラッド10bと同じ部材で構成される。なお、ここでは同じ部材で構成されるとしたが、必ずしも同じ部材である必要はなく、同様の機能を果たす別部材で構成することも考えられる。

[0053] このように光ファイバ10Rの入射側に光路調整部材13Rを設けることで、光軸に対して下方向へ外れる光をテーパ一面13aで光軸側へ反射させて光軸の中心方向へ戻すことができる。これにより、上述のダブルレンズの場合と同様に、負（－）方向の光軸ずれに対し光パワーの結合効率を上げる

ことができる。

[0054] 図22は、光路調整部材13Rを設けた場合と、光路調整部材13Rを設けないシングルレンズ (Single Lens) の場合における光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。横軸は光軸ずれ量で、縦軸は結合効率を表している。負 (-) 方向の光軸ずれに対して光路調整部材13Rを設けた場合はシングルレンズの場合より結合効率が上がっている。なお、図23のグラフには、光路調整部材13Rを設けた場合において、基本モード (0次モード) 成分と1次モード成分を分離して記載しており、足し合わせたものがトータル (Total) の曲線となる。

[0055] 図24は、入力光が基本モードの成分のみを持つと共に光路調整部材13Rを設けない場合 (一点鎖線) と、入力光が基本モードの成分のみを持つと共に光路調整部材13Rを設ける場合 (破線) と、入力光が基本モードおよび1次モードの成分を持つと共に光路調整部材13Rを設ける場合 (実線) における光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。横軸は光軸ずれ量で、縦軸は結合効率を表している。ここでは、基準を揃えるために、強度が最大となる箇所の結合効率を1として規格化している。

[0056] 入力光が基本モードの成分のみを持つ場合で、光路調整部材13Rを設ける、あるいは設けずに比較すると、光路調整部材13Rを設ける場合、光路調整部材13Rを設けない方より、結合効率はよくなる。これは、コア10aから外れる光をテーパ面13aによってコア10aへ戻す働きがあるためである。

[0057] 光路調整部材13Rを設ける場合で、入力光を基本モードの成分のみを持つ場合、あるいは基本モードおよび1次モードの成分を持つ場合で比較すると、基本モードおよび1次モードの成分を持つ場合、基本モードの成分のみを持つ場合より、正 (+) 方向の軸ずれに対して結合効率はよくなる。これは、正 (+) 方向にずれた場合、光の強度の高い箇所は光ファイバ10Rのコア10a側へ入射されやすくなるためである。また、負 (-) 方向の光軸ずれがあった場合でも、テーパ面13aの入射端側の口のサイズがコア1

0 aのサイズよりも大きいため、コア10 aから外れる方向に進む光に対してもテーパ面13 aにより入力光が基本モードの場合と同程度拾えていることが分かる。

[0058] 図25は、光ファイバ10 Rの入射端のコア10 aとクラッド10 bとの間に光路調整部材14 Rを設けた例である。この光路調整部材14 Rは、クラッド10 bに接する面としてコア10 aに向かって口径が徐々に狭まっていくテーパ面14 aを持つと共に、コア10 aと接する面として円筒状の面14 bを持っている。この光路調整部材14 Rにおいて、円筒状の面14 bではコア10 aと同屈折率、テーパ面14 aではクラッド10 bと同屈折率であり、円筒状の面14 bからテーパ面14 aに向かって屈折率が順次変化していく、いわゆるグラデーション屈折率を持っている。

[0059] このように光ファイバ10 Rの入射端のコア10 aとクラッド10 bとの間に光路調整部材14 Rを設けることで、光軸に対して下方向へ外れる光を、テーパ面14 aを持つ光路調整部材14 Rで光軸側へ反射させて、光軸の中心方向へ戻すことができ、上述のダブルレンズの場合と同様に、負（－）方向の光軸ずれに対し光パワーの結合効率を上げることができる。

[0060] 図26は、光路調整部材14 Rを設けた場合と、光路調整部材14 Rを設けないシングルレンズ（Single Lens）の場合における光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。横軸は光軸ずれ量で、縦軸は結合効率を表している。負（－）方向の光軸ずれに対して光路調整部材14 Rを設けた場合はシングルレンズの場合より結合効率が上がっている。なお、図27のグラフには、光路調整部材14 Rを設けた場合において、基本モード（0次モード）成分と1次モード成分を分離して記載しており、足し合わせたものがトータル（Total）の曲線となる。

[0061] なお、詳細説明は省略するが、図21の光ファイバ10 Rの入射端に設ける光路調整部材13 Rの構成を、図25の光ファイバ10 Rの入射端と同様の構成にすること、あるいは図25の光ファイバ10 Rの入射端の構成を、図21の光ファイバ10 Rの入射端に設ける光路調整部材13 Rと同様の構

成にすることも考えられる。

[0062] 図28は、光ファイバ10Rの入射端のコア10aとクラッド10bとの間に光路調整部材21Rを設けた例である。この光路調整部材21Rは、クラッド10bに接する面としてコア10aから口径が徐々に広がっていくテーパ面21aを持つと共に、コア10aと接する面として円筒状の面21bを持っている。この光路調整部材21Rにおいて、円筒状の面21bではコア10aと同屈折率、テーパ面21aではクラッド10bと同屈折率であり、円筒状の面21bからテーパ面21aに向かって屈折率が順次変化していく、いわゆるグラデーション屈折率を持っている。

[0063] このように光ファイバ10Rの入射端のコア10aとクラッド10bとの間に光路調整部材21Rを設けることで、光軸が下方向や上方向にずれた場合でも光はクラッド10bを経由してテーパ部分に入り、さらにコア10aに結合させることができる。これにより、上述のダブルレンズの場合と同様に、負（-）方向の光軸ずれに対し光パワーの結合効率を上げることができる。

[0064] 図29は、光路調整部材21Rを設けた場合と、光路調整部材21Rを設けないシングルレンズ（Single Lens）の場合における光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。横軸は光軸ずれ量で、縦軸は結合効率を表している。例えば、負（-）方向の光軸ずれに対して光路調整部材21Rを設けた場合はシングルレンズの場合より結合効率が上がっている。なお、図30のグラフには、光路調整部材21Rを設けた場合において、基本モード（0次モード）成分と1次モード成分を分離して記載しており、足し合わせたものがトータル（Total）の曲線となる。

[0065] なお、詳細説明は省略するが、図21の光ファイバ10Rの入射端に設ける光路調整部材13Rの構成を、図28の光ファイバ10Rの入射端と同様の構成にすることも考えられる。

[0066] 図31は、光ファイバ10Rの入射側に光路調整部材22Rを設けた例である。この光路調整部材22Rは、屈折率分布を持つ部材である。この光路

調整部材 22R の屈折率は、光軸上では光ファイバ 10R のコア 10a と同等の屈折率を持ち、光軸から垂直方向に離れるほど屈折率が下がるグラデーション構造となっている。

[0067] このように光ファイバ 10R の入射側に光路調整部材 22R を設けることで、光路調整部材 22R に入った光はグラデーション効果により光軸方向へ曲がりながら進む。また、光軸がずれた場合でも光を中心方向へ戻すことができる。その理由は、図 32 の破線のように光路が光軸に対して下側へずれた場合に、光軸付近の光は屈折率差が少ないため曲がる量は少なく、光軸からより外れた光は屈折率差が大きいため曲がる量が大きく、よって光はコア 10a の中心付近に集まるためである。これにより、上述のダブルレンズの場合と同様に、負（-）方向の光軸ずれに対し光パワーの結合効率を上げることができる。

[0068] 図 33 は、光路調整部材 22R を設けた場合と、光路調整部材 22R を設けないシングルレンズ（Single Lens）の場合における光パワーの結合効率のシミュレーション結果を記載したグラフである。横軸は光軸ずれ量で、縦軸は結合効率を表している。例えば、負（-）方向の光軸ずれに対して光路調整部材 22R を設けた場合はシングルレンズの場合より結合効率が上がっている。なお、図 34 のグラフには、光路調整部材 22R を設けた場合において、基本モード（0次モード）成分と 1次モード成分を分離して記載しており、足し合わせたものがトータル（Total）の曲線となる。

[0069] 図 35 は、光ファイバ 10R の入射側に光路調整部材 19R を設けた例である。この光路調整部材 19R は、光ファイバ 10R のコア 10a に向かって口径が徐々に狭まっていくテーパ面 19a を持つ漏斗状空間 19b を持つ部材である。テーパ面 19a には、入力光を全反射させるために、ミラーが配置されている。このミラーに関しては、別個に生成されたものをテーパ面 19a に固定するだけでなく、テーパ面 19a に蒸着等で形成することも考えられる。

[0070] このように光ファイバ 10R の入射側に光路調整部材 19R を設けること

で、光軸に対して下方向へ外れる光をテーパ面19aで光軸側へ反射させて光軸の中心方向へ戻すことができる。これにより、上述のダブルレンズの場合と同様に、負（-）方向の光軸ずれに対し光パワーの結合効率を上げることができる。

[0071] なお、図35の例では、漏斗状空間19bには底部分が存在するが、この底部分をなくした貫通孔の状態とすることも考えられる。

[0072] [送受信システム]

図36は、実施の形態としての送受信システム100を示している。この送受信システム100は、送信機200と、受信機300と、ケーブル400を有している。送信機200は、例えば、パーソナルコンピュータ、ゲーム機、ディスプレイ、セットトップボックス、デジタルカメラ、携帯電話などのAVソースである。受信機300は、例えば、テレビ受信機、プロジェクタ等である。送信機200と受信機300は、ケーブル400を介して接続されている。

[0073] 送信機200は、発光部201と、レセプタクルとしてのコネクタ202と、発光部201で発光される光をコネクタ202に伝搬する光ファイバ203を有している。発光部201は、VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting LASER) 等のレーザー素子、またはLED (light emitting diode) 等の発光素子を備えている。発光部201は、図示しない送信回路で発生される電気信号（送信信号）を光信号に変換する。発光部201で発光された光信号は、光ファイバ203を通じてコネクタ202に伝搬される。

[0074] また、受信機300は、レセプタクルとしてのコネクタ301と、受光部302と、コネクタ301で得られた光を受光部302に伝搬する光ファイバ303を有している。受光部302は、フォトダイオード等の受光素子を備えている。受光部302は、コネクタ301から送られてくる光信号を電気信号（受信信号）に変換し、図示しない受信回路に供給する。

[0075] ケーブル400は、光ファイバ401の一端および他端に、プラグとしてのコネクタ402, 403を有する構成とされている。光ファイバ401の

一端のコネクタ402は送信機200のコネクタ202に接続され、この光ファイバ401の他端のコネクタ403は受信機300のコネクタ301に接続されている。

[0076] この実施の形態において、送信機200の光ファイバ203、受信機300の光ファイバ303およびケーブル400の光ファイバ401は、第1の波長では基本モードのみを伝搬するものとされる。また、これらの光ファイバは、第1の波長で波長分散がゼロとなるように構成されている。例えば、第1の波長は1310nmとされ、コア径 $d$ 、開口数NAがそれぞれ1310nm光ファイバの一般的なパラメータである $d=8\mu\text{m}$ 、 $NA=0.1$ とされ、規格化周波数 $V=1.92$ となるようにされている。これにより、これらの光ファイバは、1310nmの波長ではシングルモードファイバとして機能する(図3参照)。

[0077] また、この実施の形態において、第2の波長を持つと共に基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信をする。ここで、第2の波長は、上述の各光ファイバが基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る波長である。具体的には、第2の波長は850nmとされる。850nmの光が用いられる場合、これらの光ファイバでは、規格化周波数 $V=2.96$ となることから、基本モードの他に1次モードも伝搬し得るものとなり、ダブルモードファイバとして機能する(図6参照)。

[0078] 送信機200において、発光部201で発光される850nmの光(基本モードおよび1次モードの成分を持つ)は、1310nmシングルモードファイバである光ファイバ203によりコネクタ202へ伝搬される。

[0079] また、送信機200のコネクタ202とケーブル400のコネクタ402との接続箇所において、コネクタ402の部分には、入力光を光ファイバ401のコアに導くように光路を調整する光路調整部が備えられる。この光路調整部は、例えば、図18に示すレンズ12R、図21に示す光路調整部材13R、図25に示す光路調整部材14R、図28に示す光路調整部材21R、図31に示す光路調整部材22R、図35に示す光路調整部材19Rな

どである。コネクタ202から出射される850nmの光（基本モードおよび1次モードの成分を持つ）は、その光路調整部を通して、1310nmシングルモードファイバである光ファイバ401のコアに結合されて受信機300側へ伝搬される。

[0080] この場合、コネクタ202からコネクタ402の光ファイバ401のコアに向かわない入力光が光路調整部で光路調整されて光ファイバ401のコアに導かれると共に、このとき850nmの波長の光を使用することで1310nmの波長の光を使用する場合に比べて光ファイバ401で伝送し得る入射角が広がることから、光パワーの結合ロスを低減できる。また、この場合、光ファイバ401に入射される光の光軸ずれがあったとき、その光軸ずれによって発生する1次モードが基本モードと共に伝搬されるため、光パワーの結合ロスが低減され、位置ずれの精度を緩和してコスト削減を図ることが可能となる。

[0081] また、ケーブル400のコネクタ403と受信機300のコネクタ301との接続箇所においても同様である。この場合、コネクタ301の部分には、入力光を光ファイバ303のコアに導くように光路を調整する光路調整部が備えられる。そして、コネクタ403から出射される850nmの光（基本モードおよび1次モードの成分を持つ）は、その光路調整部を通して、1310nmシングルモードファイバである光ファイバ303のコアに結合されて受光部302へ伝搬される。

[0082] 図37は、送信機200のコネクタ202とケーブル400のコネクタ402の構成例を示す斜視図である。図38も、送信機200のコネクタ202とケーブル400のコネクタ402の構成例を示す斜視図であるが、図37とは逆の方向から見た図である。図示の例は、複数チャネルの光信号の並行伝送に対応したものであるが、詳細説明は省略するが、1チャネルの光信号の伝送に対応するものも同様に構成できる。なお、以下では、コネクタ402の部分に備えられる光路調整部がレンズ（図18参照）である場合について説明する。

- [0083] コネクタ202は、外観が略直方体状のコネクタ本体（フェルール）211を備えている。コネクタ本体211の背面側には、各チャンネルにそれぞれ対応した複数の光ファイバ203が水平方向に並んだ状態で接続されている。各光ファイバ203は、その先端側が光ファイバ挿入孔216に挿入されて固定されている。
- [0084] また、コネクタ本体211の上面側には長方形の開口部を持つ接着剤注入孔212が形成されている。この接着剤注入孔212から、光ファイバ203をコネクタ本体211に固定するための接着剤が注入される。
- [0085] また、コネクタ本体211の前面側には、長方形の開口部を持つ凹状の光出射部（光伝達空間）213が形成されており、その光出射部213の底部分に、各チャンネルにそれぞれ対応して複数のレンズ（凸レンズ）214が水平方向に並んだ状態で形成されている。これにより、レンズ214の表面が相手側のコネクタ等に不用意に当たって傷つくことが防止される。
- [0086] また、コネクタ本体211の前面側には、コネクタ402との位置合わせをするための凸状または凹状、図示の例では凹状の位置規制部215が一体的に形成されている。これにより、コネクタ402との接続時の光軸合わせを容易に行い得るようになる。
- [0087] コネクタ402は、外観が略直方体状のコネクタ本体411を備えている。このコネクタ本体411は、第1の光学部412および第2の光学部（フェルール）413が接続されて構成されている。このようにコネクタ本体411が第1の光学部412および第2の光学部413から構成されることで、図37、図38には図示されていないが、光路調整部としての第2のレンズ（凸レンズ）の製造などを容易に行うことができる。
- [0088] 第1の光学部412の前面側には、長方形の開口部を持つ凹状の光入射部（光伝達空間）415が形成されており、その光入射部415の底部分に、各チャンネルにそれぞれ対応して複数の第1のレンズ（凸レンズ）416が水平方向に並んだ状態で形成されている。これにより、第1のレンズ416の表面が相手側のコネクタ等に不用意に当たって傷つくことが防止される。

- [0089] また、第1の光学部412の前面側には、コネクタ202との位置合わせをするための凸状または凹状、図示の例では凸状の位置規制部417が一体的に形成されている。これにより、コネクタ202との接続時の光軸合わせを容易に行い得るようになる。なお、この位置規制部417は、第1の光学部412に一体的に形成されるものに限定されるものではなく、ピンを用いても良いし、他の手法で行うものであってもよい。
- [0090] 第2の光学部413の背面側には、各チャネルにそれぞれ対応した複数の光ファイバ401が水平方向に並んだ状態で接続されている。この場合、各光ファイバ401は、その先端側が光ファイバ挿入孔418に挿入されて固定されている。また、第2の光学部413の上面側には長方形の開口部を持つ接着剤注入孔414が形成されている。この接着剤注入孔414から、光ファイバ401を第2の光学部413に固定するための接着剤が注入される。
- [0091] 図39(a)は、送信機200のコネクタ202の一例を示す断面図である。図示の例では、位置規制部215(図37参照)の図示を省略している。この図39(a)を参照して、コネクタ202についてさらに説明する。
- [0092] コネクタ202は、コネクタ本体211を備えている。コネクタ本体211は、例えば合成樹脂またはガラスなどの光透過性材料、あるいは特定の波長を透過するシリコン等の材料からなり、レンズ付きフェルールの構成となっている。
- [0093] このようにコネクタ本体211がレンズ付きフェールの構成とされることで、光ファイバとレンズとの光軸合わせを容易に行うことができる。また、このようにコネクタ本体211がレンズ付きフェールの構成とされることで、多チャネルの場合でも、光ファイバをフェールに挿入するだけで、多チャネル通信を容易に実現できる。
- [0094] コネクタ本体211には、その前面側に、凹状の光出射部(光伝達空間)213が形成されている。そして、このコネクタ本体211には、この光出射部213の底部分に位置するように、各チャネルに対応したレンズ(凸レ

ズ) 214が水平方向に並んだ状態で一体的に形成されている。これにより、コネクタ本体211に設置される光ファイバ203のコア203aに対するレンズ214の位置精度を、複数チャネルにおいて全部同時に高めることができる。

[0095] また、コネクタ本体211には、背面側から前方に延びる光ファイバ挿入孔216が、各チャネルのレンズ214に合わせて、水平方向に並んだ状態で複数設けられている。光ファイバ203は、光路となる中心部のコア203aと、その周囲を覆うクラッド203bの二重構造となっている。

[0096] 各チャネルの光ファイバ挿入孔216は、そこに挿入される光ファイバ203のコア203aと対応するレンズ214の光軸が一致するように、成形されている。また、各チャネルの光ファイバ挿入孔216は、その底位置、つまり光ファイバ203を挿入した際に、その先端（入射端）の当接位置がレンズ214の焦点位置と合致するように、成形されている。

[0097] また、コネクタ本体211には、上面側から下方に延びる接着剤注入孔212が、水平方向に並んだ状態にある複数の光ファイバ挿入孔216の底位置付近に連通するように、形成されている。光ファイバ203が光ファイバ挿入孔216に挿入された後、接着剤注入孔212から接着剤217が光ファイバ203の周囲に注入されることで、光ファイバ203はコネクタ本体211に固定される。

[0098] 送信機200のコネクタ202において、レンズ214は、光ファイバ203から出射された光をコリメート光に成形して出射する機能を持つ。これにより、光ファイバ203の出射端から出射された光は、レンズ214に入射されてコリメート光に成形されて出射される。

[0099] 図39(b)は、ケーブル400のコネクタ402の一例を示す断面図である。図示の例では、位置規制部417(図37、図38参照)の図示を省略している。この図39(b)を参照して、コネクタ402についてさらに説明する。

[0100] コネクタ402は、第1の光学部412と第2の光学部413が接続され

て構成されたコネクタ本体411を備えている。

[0101] 第1の光学部412は、例えば合成樹脂またはガラスなどの光透過性材料、あるいは特定の波長を透過するシリコン等の材料からなっている。この第1の光学部412には、その前面側に、凹状の光入射部（光伝達空間）415が形成されている。そして、この第1の光学部412には、この光入射部415の底部分に位置するように、各チャネルに対応した第1のレンズ416が水平方向に並んだ状態で一体的に形成されている。これにより、第1の光学部412に対する第1のレンズ416の位置精度を高めることができる。

[0102] また、第1の光学部412の背面側には、凹状の空間420が形成されている。この空間420は、第2の光学部413の前面側で密閉されて密閉空間とされる。この場合、後述するように第2の光学部413の前面側に形成されている各チャネルの第2のレンズ421は、この密閉空間に位置した状態となる。

[0103] 第2の光学部413は、例えば合成樹脂またはガラスなどの光透過性材料、あるいは特定の波長を透過するシリコン等の材料からなり、レンズ付きフェルールの構成となっている。この第2の光学部413は、上述したように第1の光学部412と接続されてコネクタ本体411を構成するものである。熱が変化した際の2つの光学部での歪による光路ずれは熱膨張係数を揃えた方が抑えられることから、第2の光学部413の材料は第1の光学部412の材料と同一であることが好ましいが、別材料であってもよい。

[0104] このように第2の光学部413がレンズ付きフェルールの構成とされることで、光ファイバ401と第2のレンズ421との光軸合わせを容易に行うことができる。また、このように第2の光学部413がレンズ付きフェルールの構成とされることで、多チャネルの場合でも、光ファイバ401をフェルールの構成とされることで、多チャネル通信を容易に実現できる。

[0105] 第2の光学部413には、その前面側に、各チャネルに対応した第2のレンズ421が水平方向に並んだ状態で一体的に形成されている。これにより

、第2の光学部413に設置される光ファイバ401のコア401aに対する第2のレンズ421の位置精度を、複数チャネルにおいて全部同時に高めることができる。

[0106] また、第2の光学部413には、背面側から前方に延びる光ファイバ挿入孔418が、各チャネルの第2のレンズ421に合わせて、水平方向に並んだ状態で複数設けられている。光ファイバ401は、光路となる中心部のコア401aと、その周囲を覆うクラッド401bの二重構造となっている。

[0107] 各チャネルの光ファイバ挿入孔418は、そこに挿入される光ファイバ401のコア401aと、それに対応する第2のレンズ421の光軸が一致するように、成形されている。また、各チャネルの光ファイバ挿入孔418は、その底位置、つまり光ファイバ401を挿入した際に、その先端（入射端）の当接位置が第2のレンズ421の焦点位置と合致するように、成形されている。

[0108] また、第2の光学部413には、上面側から下方に延びる接着剤注入孔414が、水平方向に並んだ状態にある複数の光ファイバ挿入孔418の底位置付近に連通するように、形成されている。光ファイバ401が光ファイバ挿入孔418に挿入された後、接着剤注入孔414から接着剤419が光ファイバ401の周囲に注入されることで、光ファイバ401は第2の光学部413に固定される。

[0109] 上述したように、第1の光学部412と第2の光学部413が接続されてコネクタ本体411が構成される。この接続方法として、ボスのような一方に凹部、もう一方に凸部を新に設けて嵌合する方法、あるいは画像処理システム等でレンズどうしの光軸位置を合わせて接着固定する方法等を探り得る。

[0110] コネクタ402において、第1のレンズ416は、入射されるコリメート光を集光する機能を持つ。また、第2のレンズ421は、入射される光を光ファイバ401のコア401aに導くように光路を調整する機能を持つ（図18参照）。この場合、コリメート光が第1のレンズ416に入射されて集

光され、この集光された光は、第2のレンズ421を通して、光ファイバ401の入射端に入射される。

[0111] 図40は、送信機200のコネクタ202とケーブル400のコネクタ402が接続された状態の断面図を示している。コネクタ202において、光ファイバ203を通じて送られてくる光はこの光ファイバ203の出射端から所定のNAで出射される。この出射された光はレンズ214に入射されてコリメート光に成形され、コネクタ402に向かって出射される。

[0112] また、コネクタ402において、コネクタ202から出射された光は第1のレンズ416に入射されて集光される。そして、この集光された光は、第2のレンズ421を通して、光ファイバ401の入射端に入射され、光ファイバ401を通じて送られていく。

[0113] なお、詳細説明は省略するが、図36におけるケーブル400のコネクタ403と受信機300のコネクタ301は、上述した送信機200のコネクタ202とケーブル400のコネクタ402の構成例と同様に構成される。

[0114] <2. 変形例>

なお、上述の実施の形態においては、第1の波長が1310nmとして説明したが、光源としてレーザー光源やLED光源の使用が考えられることから、第1の波長としては、例えば300nmから5 $\mu$ mの間にあることが考えられる。

[0115] また、上述の実施の形態においては、第1の波長が1310nmとして説明したが、この第1の波長が、1310nmを含む1310nm帯の波長であることも考えられる。また、上述の実施の形態においては、第1の波長が1310nmとして説明したが、この第1の波長が、1550nm、あるいは、1550nmを含む1550nm帯の波長であることも考えられる。また、第2の波長が850nmとして説明したが、この第2の波長が、850nmを含む850nm帯の波長であることも考えられる。

[0116] また、上述実施の形態においては、光導波路が光ファイバである例で説明したが、本技術は光ファイバ以外の光導波路、例えばシリコン光導波路等で

ある場合にも、適用できることは勿論である。

[0117] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0118] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏し得る。

[0119] なお、本技術は、以下のような構成もとることができる。

(1) 第1の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を備え、  
第2の波長を持つと共に上記基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信をし、

上記第2の波長は、上記光導波路が上記基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る波長である

光通信装置。

(2) 入力光を上記光導波路のコアに導くように光路を調整する光路調整部をさらに備える

前記(1)に記載の光通信装置。

(3) 上記光路調整部は、レンズによる屈折を利用して光路を調整する  
前記(2)に記載の光通信装置。

(4) 上記光路調整部は、上記光導波路の入射側に向かって口径が徐々に狭まっていくテーパ一面を持つ光路調整部材による反射を利用して光路を調整する

前記(2)に記載の光通信装置。

(5) 上記光路調整部は、上記光導波路の入射端のコアとクラッドとの間

に設けられ、上記クラッドに接する面が上記コアと同じ口径から徐々に口径が広がっていくと共に上記コアから上記クラッドに向かって屈折率が上記コアと同じ屈折率から上記クラッドと同じ屈折率に順次変化していく光路調整部材を利用して光路を調整する

前記（２）に記載の光通信装置。

（６）上記光路調整部は、上記光導波路の入射側に設けられ、光軸上では上記光導波路のコアと同等の屈折率を持ち、光軸から垂直方向に離れるほど屈折率が下がるグラデーション構造の屈折率を持つ光路調整部材を利用して光路を調整する

前記（２）に記載の光通信装置。

（７）上記第１の波長は、波長分散がゼロとなる波長である

前記（１）から（６）のいずれかに記載の光通信装置。

（８）上記第１の波長は、 $300\text{ nm}$ から $5\ \mu\text{m}$ の間にある

前記（１）から（７）のいずれかに記載の光通信装置。

（９）上記第１の波長は、 $1310\text{ nm}$ 帯または $1550\text{ nm}$ 帯の波長である

前記（８）に記載の光通信装置。

（１０）上記第２の波長は、 $850\text{ nm}$ 帯の波長である

前記（１）から（９）のいずれかに記載の光通信装置。

（１１）上記光導波路は、光ファイバである

前記（１）から（１０）のいずれかに記載の光通信装置。

（１２）上記光導波路は、シリコン光導波路である

前記（１）から（１０）のいずれかに記載の光通信装置。

（１３）第１の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を備える光通信装置において、第２の波長を持つと共に上記基本モードと共に少なくとも１次モードの成分を持つ光を用いて通信をし、

上記第２の波長は、上記光導波路が上記基本モードと共に少なくとも１次モードを伝搬し得る波長である

光通信方法。

(14) 入力光を上記光導波路のコアに導くように光路を調整する  
前記(13)に記載の光通信方法。

(15) 第1の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を持つ受信部  
と、

上記受信部の上記光導波路に、第2の波長を持つと共に上記基本モードと  
共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を入射する送信部を備え、

上記第2の波長は、上記光導波路が上記基本モードと共に少なくとも1次  
モードを伝搬し得る波長である

光通信システム。

(16) 入力光を上記光導波路のコアに導くように光路を調整する光路調  
整部をさらに備える

前記(15)に記載の光通信システム。

(17) 上記送信部は、送信機のレセプタクル、またはケーブルのプラグ  
である

前記(15)または(16)に記載の光通信システム。

## 符号の説明

- [0120] 10T, 10R・・・光ファイバ  
10a・・・コア  
10b・・・クラッド  
11T, 11R・・・レンズ  
12R・・・レンズ  
13R・・・光路調整部材  
13a・・・テーパ一面  
13R\_1・・・中心部  
13R\_2・・・外周部  
14R・・・光路調整部材  
14a・・・テーパ一面

- 14b . . . 円筒状の面
- 19R . . . 光路調整部材
- 19a . . . テーパー面
- 19b . . . 漏斗状空間
- 21R . . . 光路調整部材
- 21a . . . テーパー面
- 21b . . . 円筒状の面
- 22R . . . 光路調整部材
- 100 . . . 送受信システム
- 200 . . . 送信機
- 201 . . . 発光部
- 202 . . . コネクタ（レセプタクル）
- 203 . . . 光ファイバ
- 203a . . . コア
- 203b . . . クラッド
- 211 . . . コネクタ本体
- 212 . . . 接着剤注入孔
- 213 . . . 光出射部（光伝達空間）
- 214 . . . レンズ（凸レンズ）
- 215 . . . 位置規制部
- 216 . . . 光ファイバ挿入孔
- 217 . . . 接着剤
- 300 . . . 受信機
- 301 . . . コネクタ（レセプタクル）
- 302 . . . 受光部
- 303 . . . 光ファイバ
- 400 . . . ケーブル
- 401 . . . 光ファイバ

- 4 0 1 a . . . コア
- 4 0 1 b . . . クラッド
- 4 0 2 , 4 0 3 . . . コネクタ (プラグ)
- 4 1 1 . . . コネクタ本体
- 4 1 2 . . . 第 1 の光学部
- 4 1 3 . . . 第 2 の光学部
- 4 1 4 . . . 接着剤注入孔
- 4 1 5 . . . 光入射部 (光伝達空間)
- 4 1 6 . . . 第 1 のレンズ (凸レンズ)
- 4 1 7 . . . 位置規制部
- 4 1 8 . . . 光ファイバ挿入孔
- 4 1 9 . . . 接着剤
- 4 2 0 . . . 凹状の空間
- 4 2 1 . . . 第 2 のレンズ (凸レンズ)

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を備え、  
第2の波長を持つと共に上記基本モードと共に少なくとも1次モードの成分を持つ光を用いて通信をし、  
上記第2の波長は、上記光導波路が上記基本モードと共に少なくとも1次モードを伝搬し得る波長である  
光通信装置。
- [請求項2] 入力光を上記光導波路のコアに導くように光路を調整する光路調整部をさらに備える  
請求項1に記載の光通信装置。
- [請求項3] 上記光路調整部は、レンズによる屈折を利用して光路を調整する  
請求項2に記載の光通信装置。
- [請求項4] 上記光路調整部は、上記光導波路の入射側に向かって口径が徐々に狭まっていくテーパ面を持つ光路調整部材による反射を利用して光路を調整する  
請求項2に記載の光通信装置。
- [請求項5] 上記光路調整部は、上記光導波路の入射端のコアとクラッドとの間に設けられ、上記クラッドに接する面が上記コアと同じ口径から徐々に口径が広がっていくと共に上記コアから上記クラッドに向かって屈折率が上記コアと同じ屈折率から上記クラッドと同じ屈折率に順次変化していく光路調整部材を利用して光路を調整する  
請求項2に記載の光通信装置。
- [請求項6] 上記光路調整部は、上記光導波路の入射側に設けられ、光軸上では上記光導波路のコアと同等の屈折率を持ち、光軸から垂直方向に離れるほど屈折率が下がるグラデーション構造の屈折率を持つ光路調整部材を利用して光路を調整する  
請求項2に記載の光通信装置。
- [請求項7] 上記第1の波長は、波長分散がゼロとなる波長である

- 請求項 1 に記載の光通信装置。
- [請求項8] 上記第 1 の波長は、300 nm から 5  $\mu$ m の間にある  
請求項 1 に記載の光通信装置。
- [請求項9] 上記第 1 の波長は、1310 nm 帯または 1550 nm 帯の波長である  
請求項 8 に記載の光通信装置。
- [請求項10] 上記第 2 の波長は、850 nm 帯の波長である  
請求項 1 に記載の光通信装置。
- [請求項11] 上記光導波路は、光ファイバである  
請求項 1 に記載の光通信装置。
- [請求項12] 上記光導波路は、シリコン光導波路である  
請求項 1 に記載の光通信装置。
- [請求項13] 第 1 の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を備える光通信装置において、第 2 の波長を持つと共に上記基本モードと共に少なくとも 1 次モードの成分を持つ光を用いて通信をし、  
上記第 2 の波長は、上記光導波路が上記基本モードと共に少なくとも 1 次モードを伝搬し得る波長である  
光通信方法。
- [請求項14] 入力光を上記光導波路のコアに導くように光路を調整する  
請求項 13 に記載の光通信方法。
- [請求項15] 第 1 の波長では基本モードのみを伝搬する光導波路を持つ受信部と、  
上記受信部の上記光導波路に、第 2 の波長を持つと共に上記基本モードと共に少なくとも 1 次モードの成分を持つ光を入射する送信部を備え、  
上記第 2 の波長は、上記光導波路が上記基本モードと共に少なくとも 1 次モードを伝搬し得る波長である  
光通信システム。

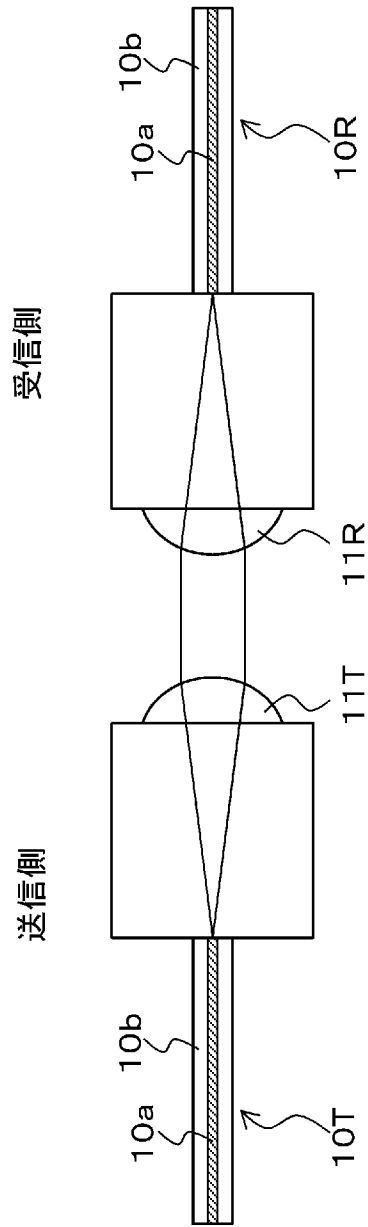
[請求項16] 入力光を上記光導波路のコアに導くように光路を調整する光路調整部をさらに備える

請求項15に記載の光通信システム。

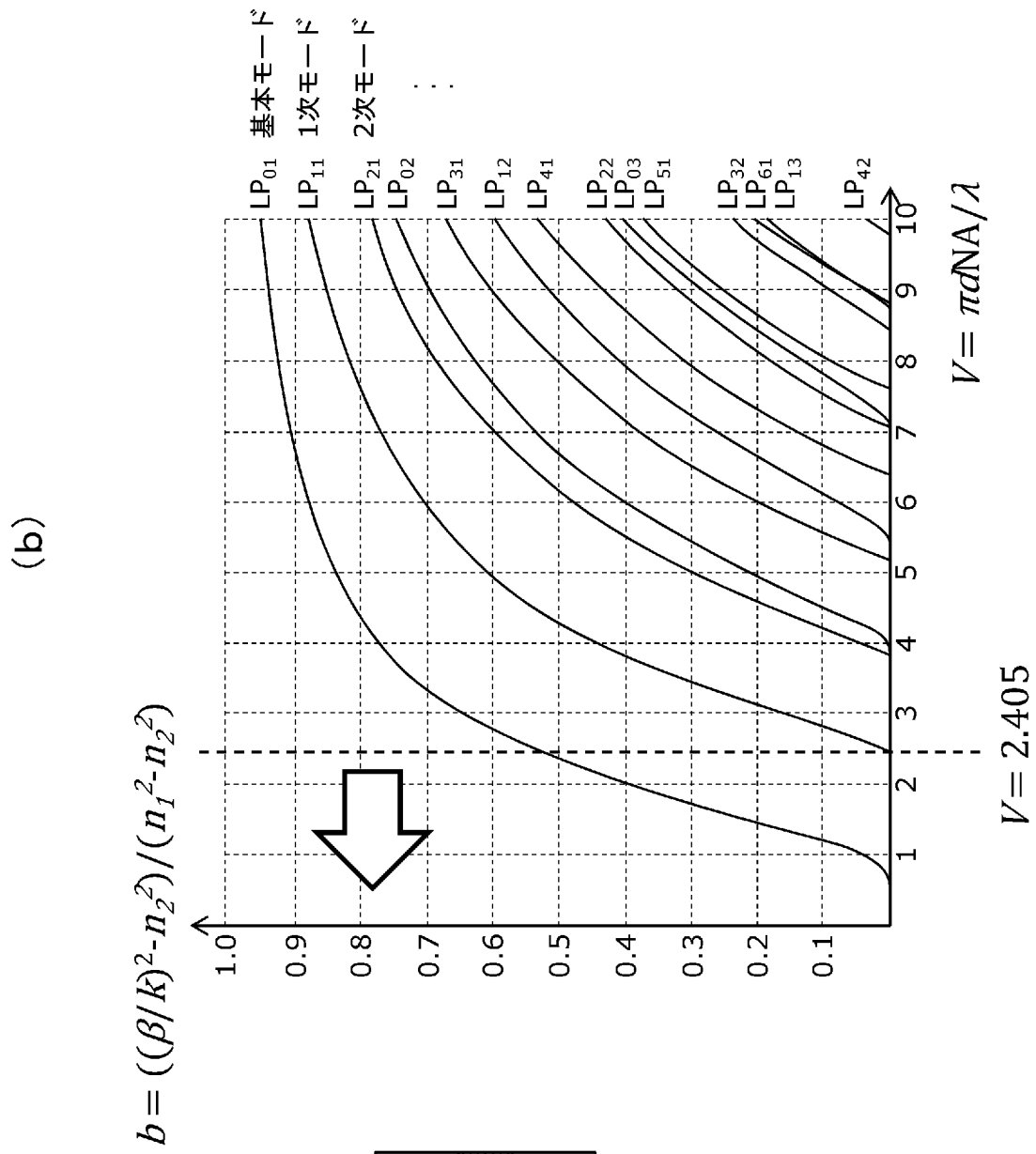
[請求項17] 上記送信部は、送信機のレセプタクル、またはケーブルのプラグである

請求項15に記載の光通信システム。

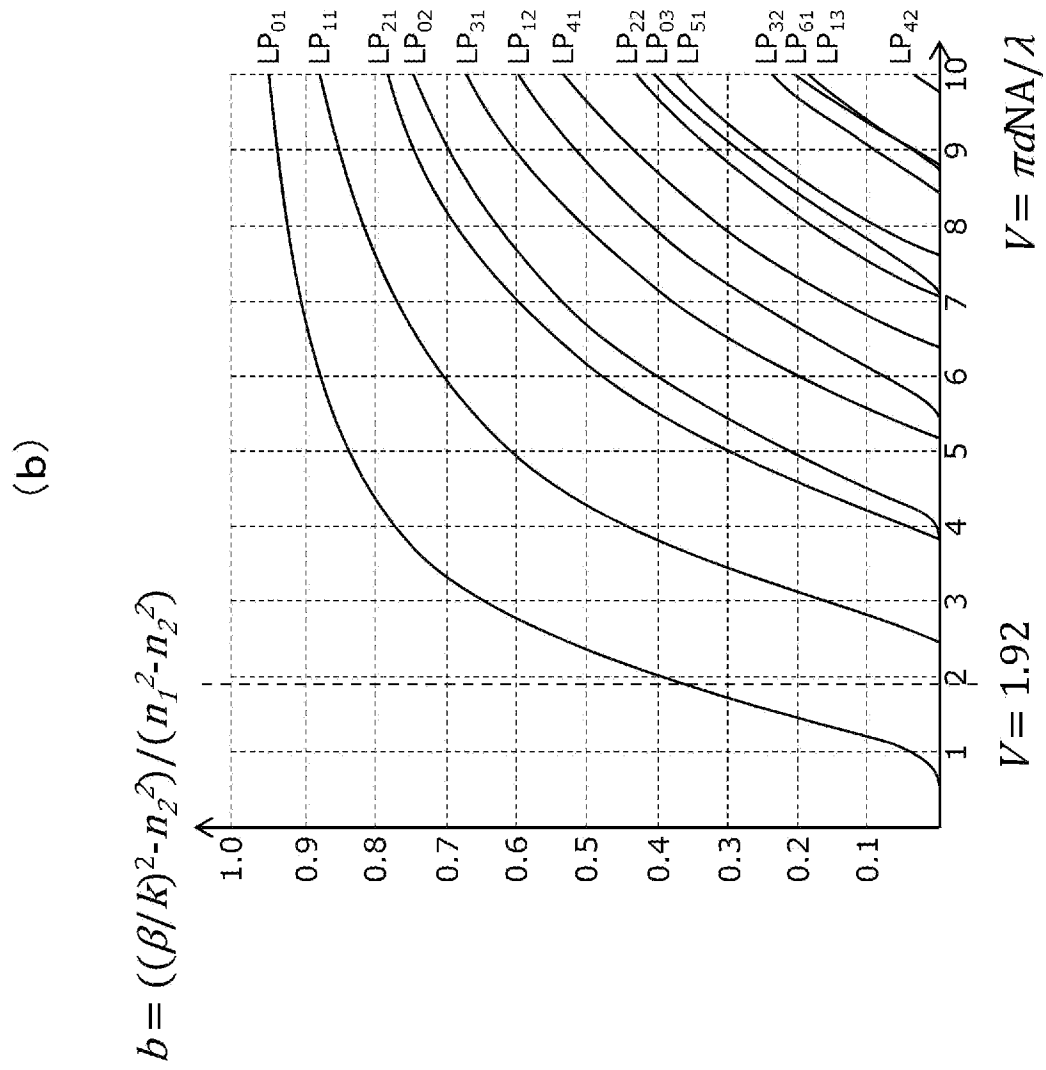
[図1]



[図2]



[図3]

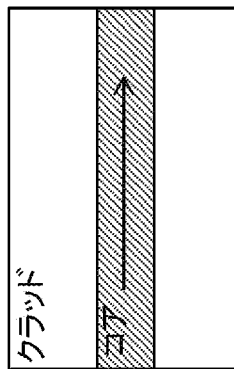


(a)

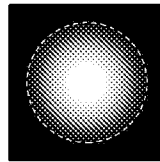
伝搬光波長 : 1310nm

コア径 : 8 $\mu$ m

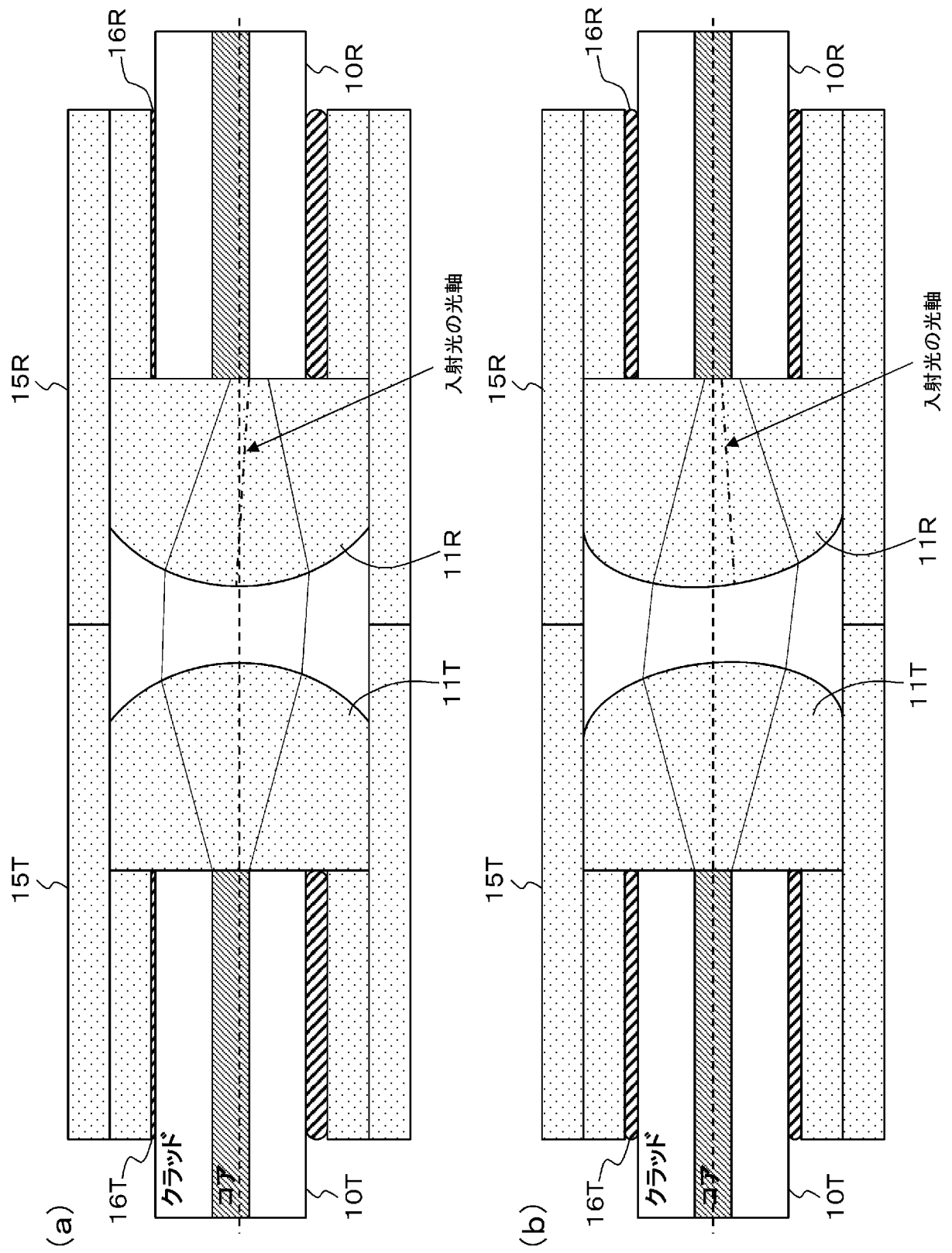
NA : 0.1



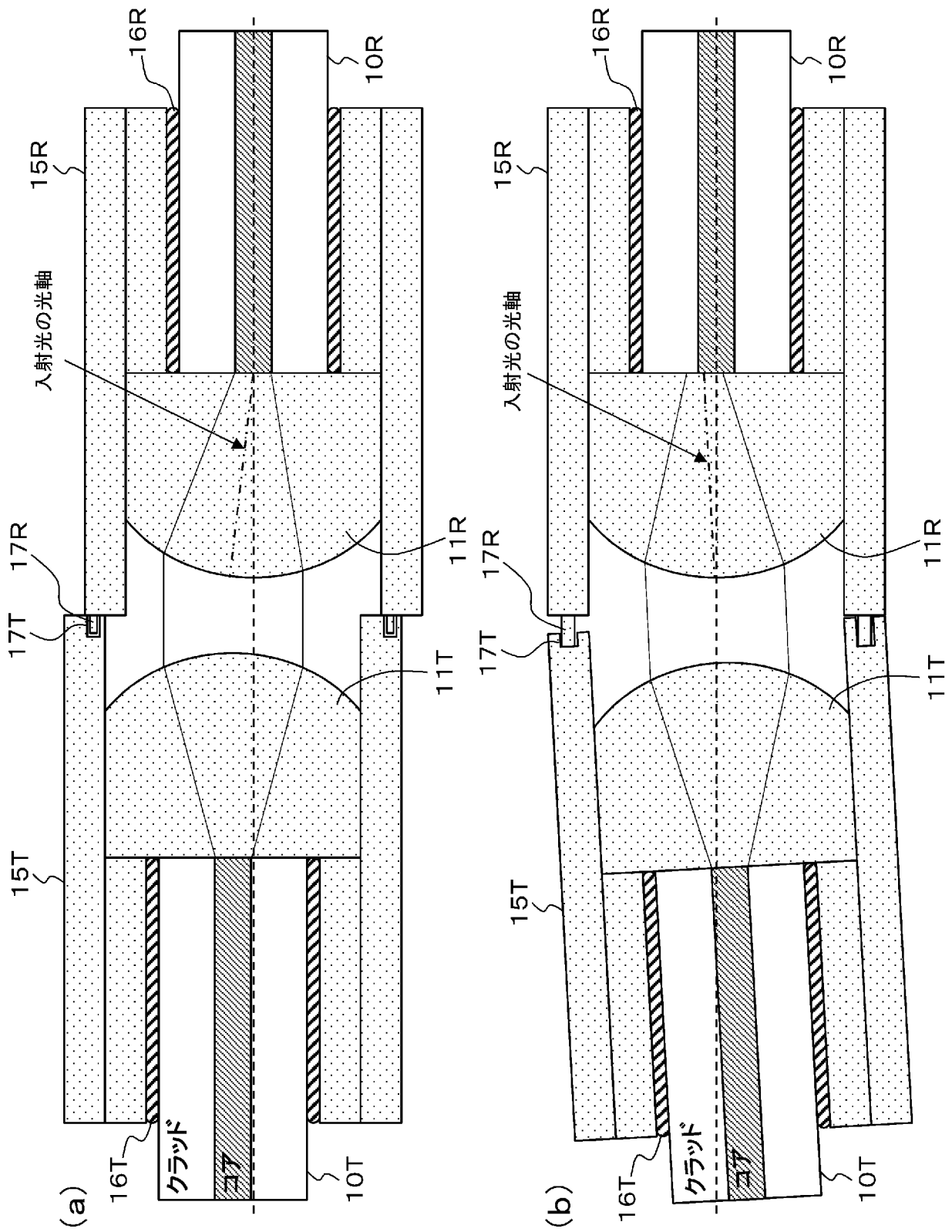
基本モード



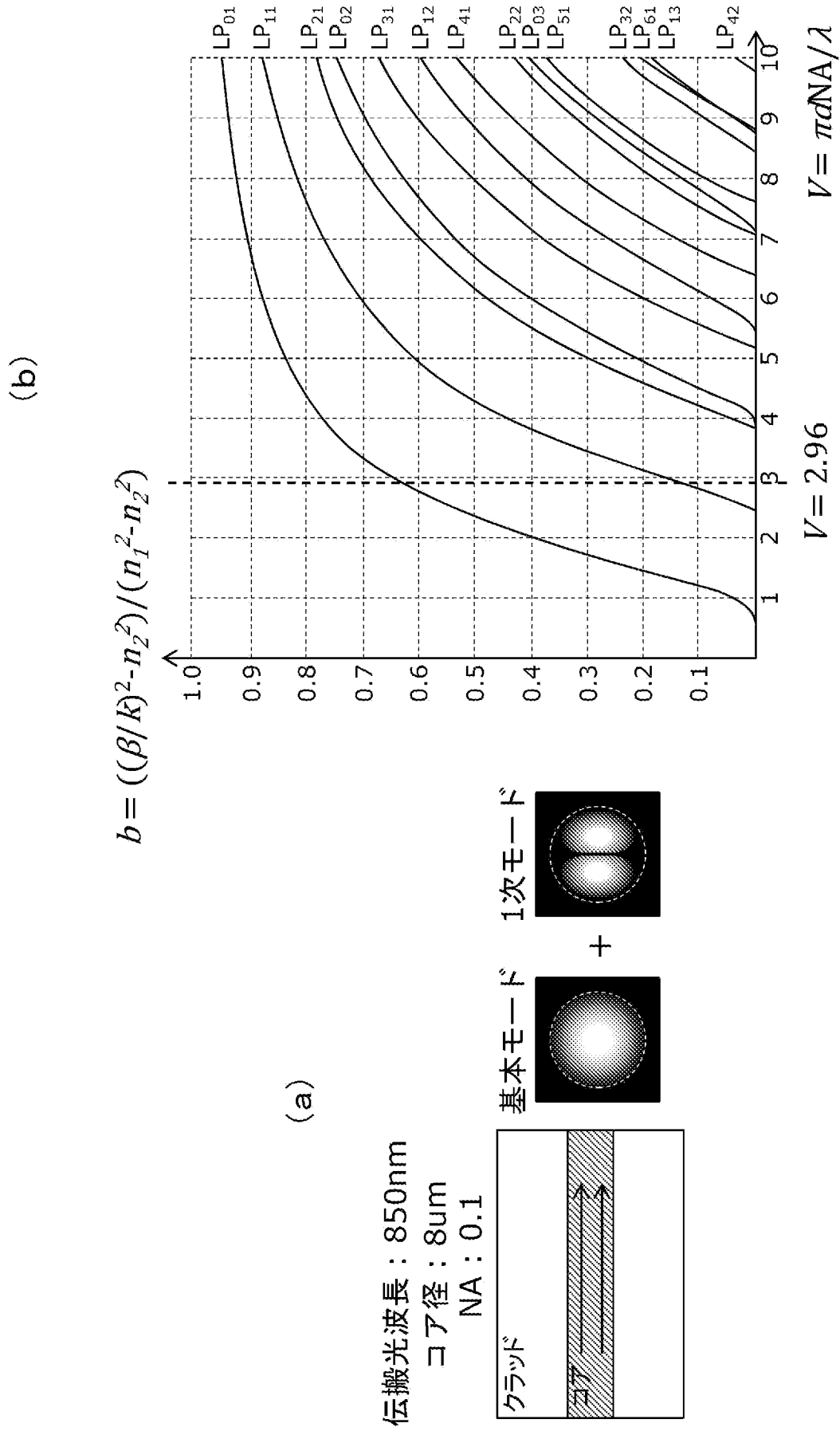
[図4]



[図5]

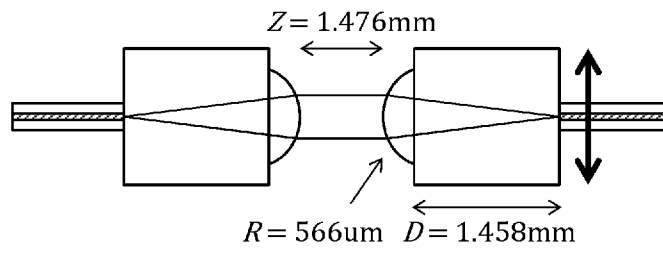


[図6]

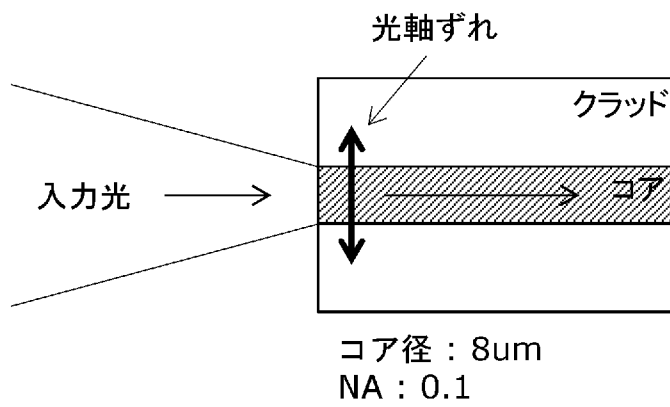


[図7]

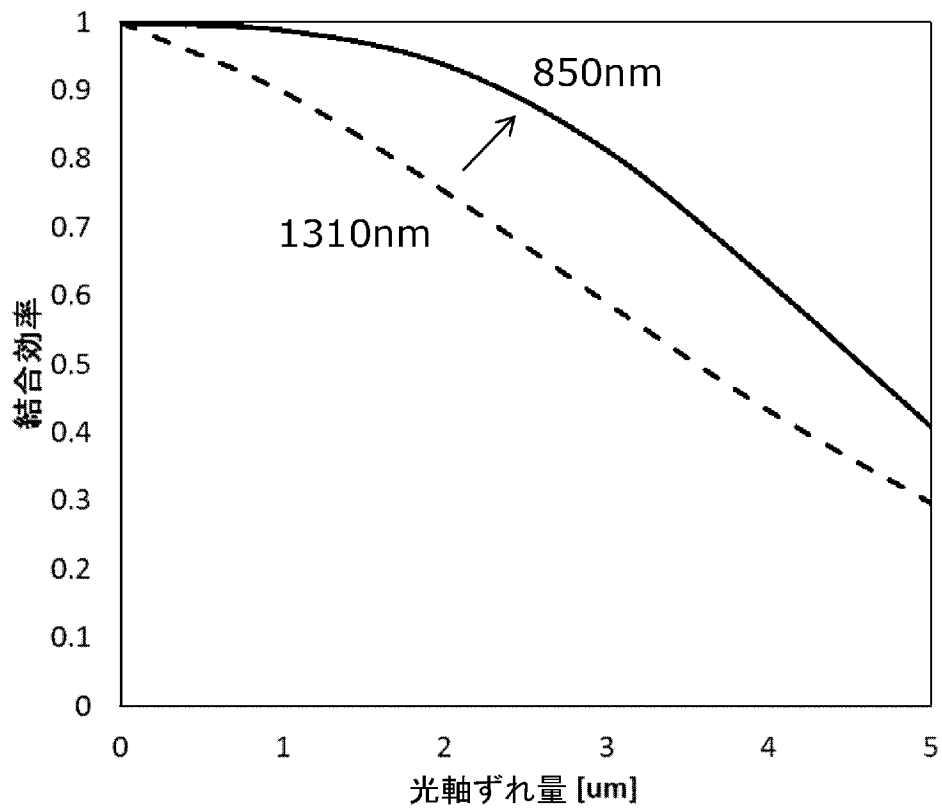
(a)



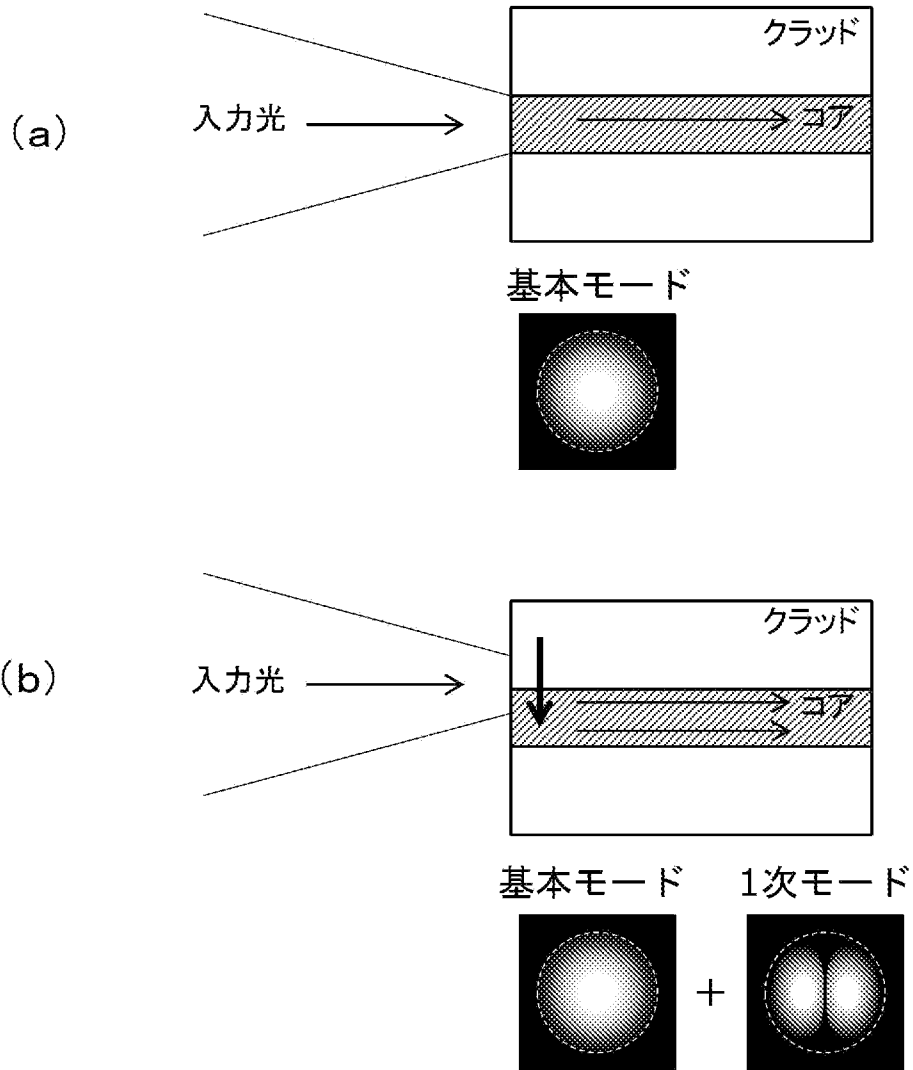
(b)



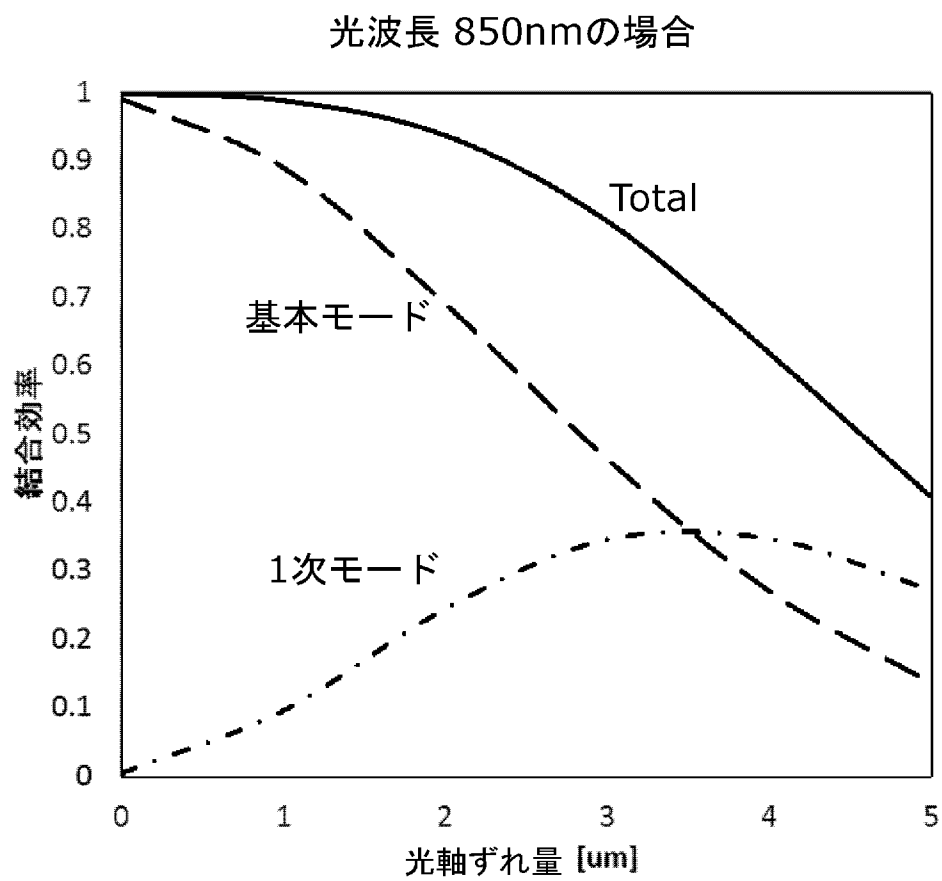
[図8]



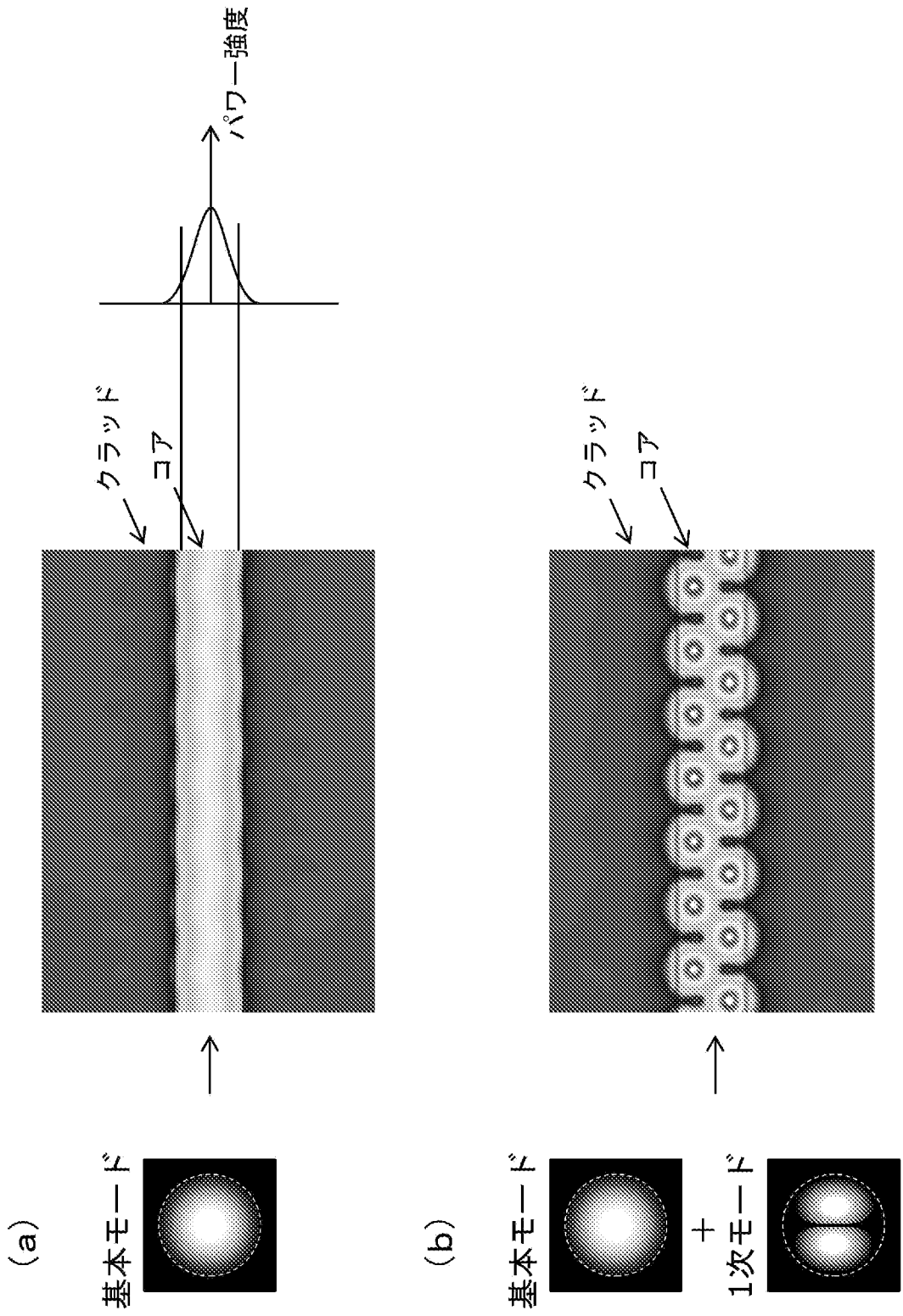
[図9]



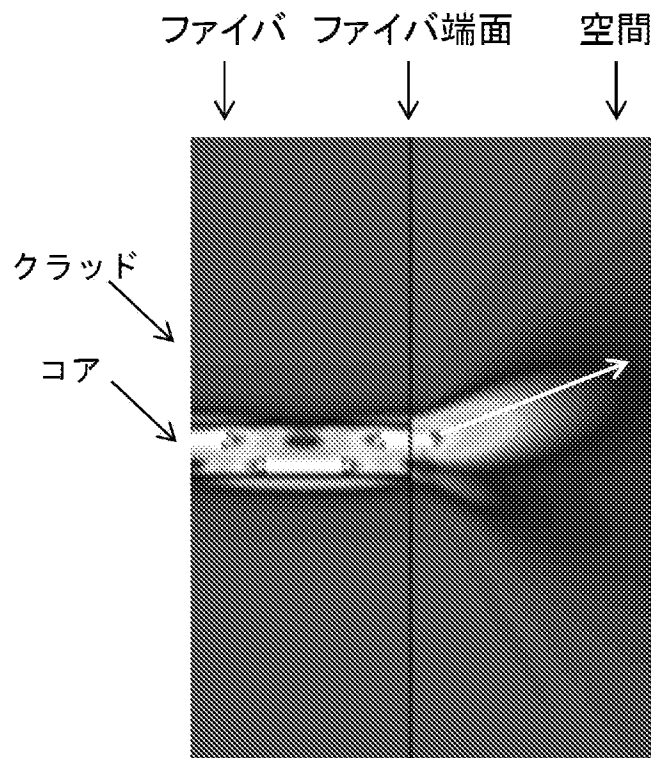
[図10]



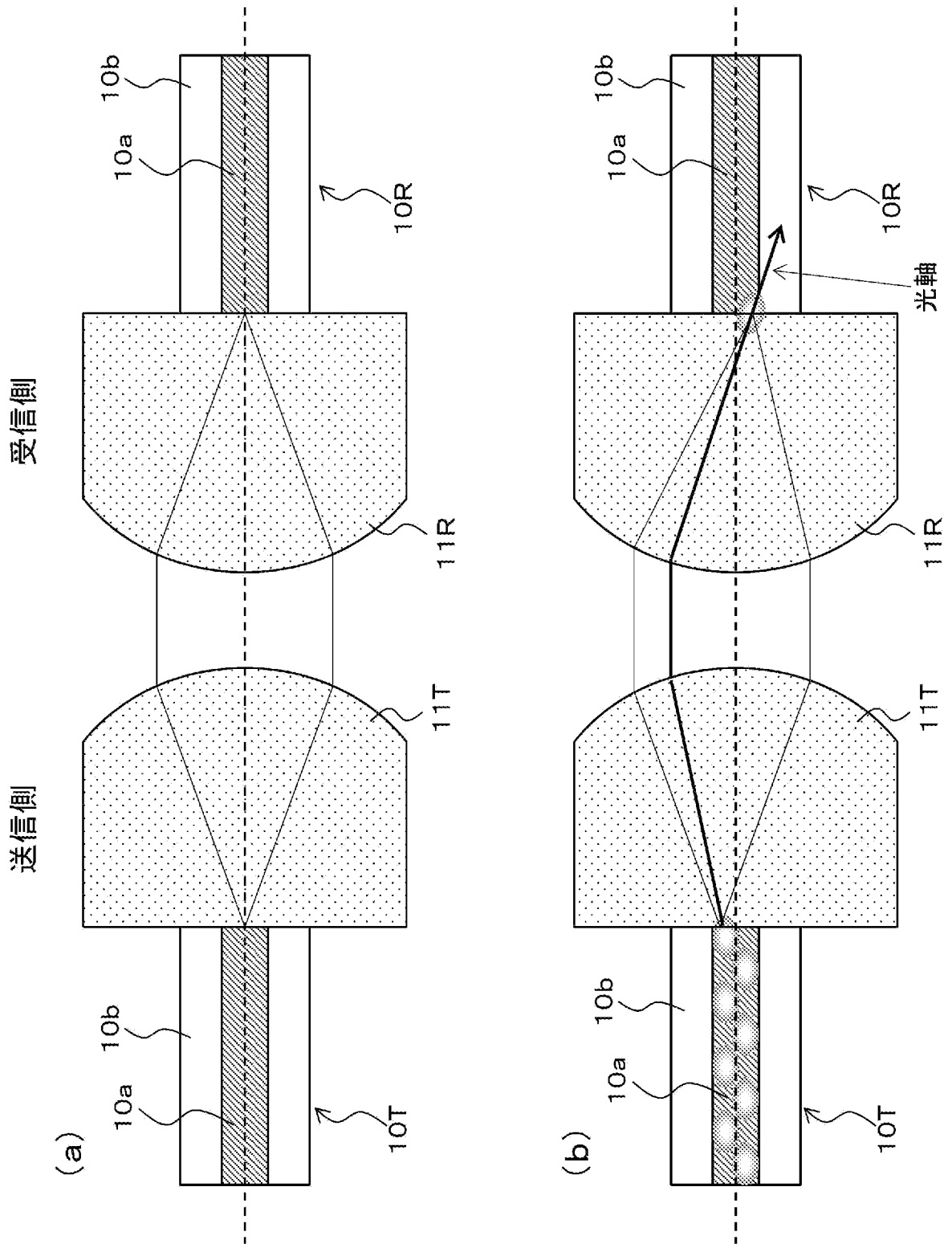
[図11]



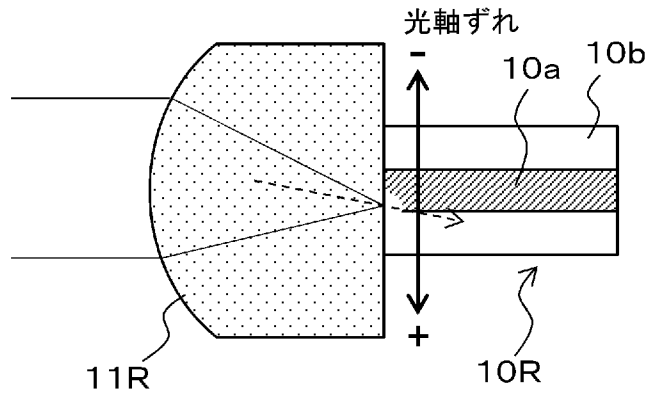
[図12]



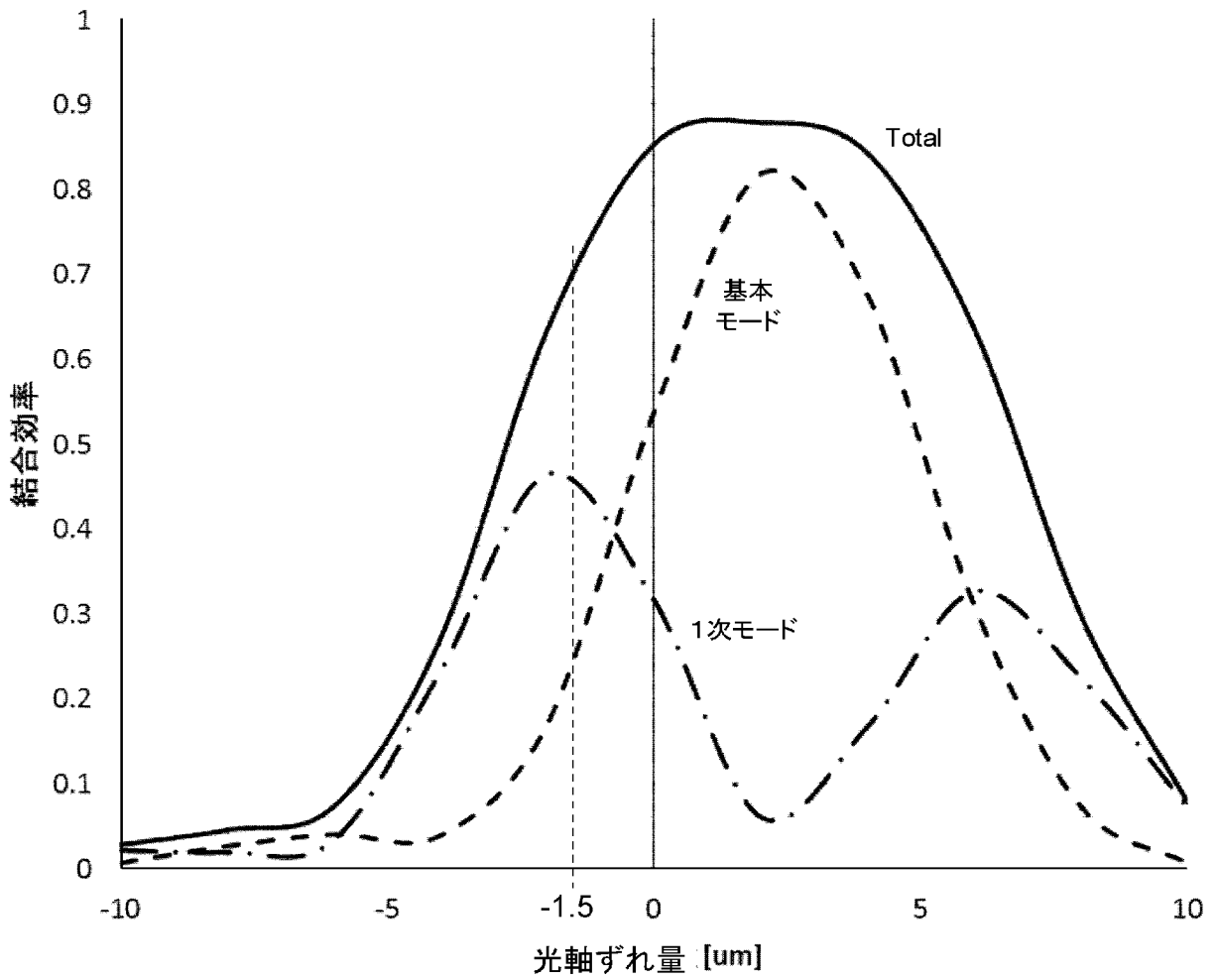
[図13]



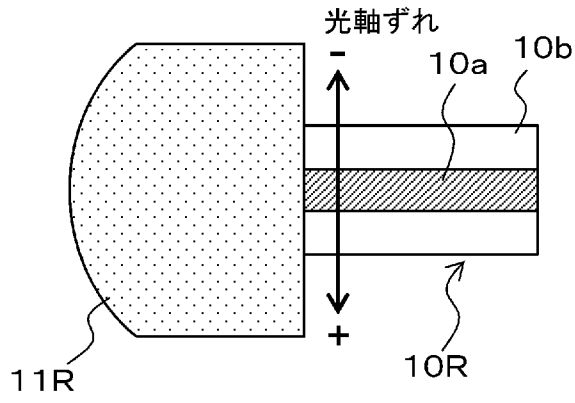
[図14]



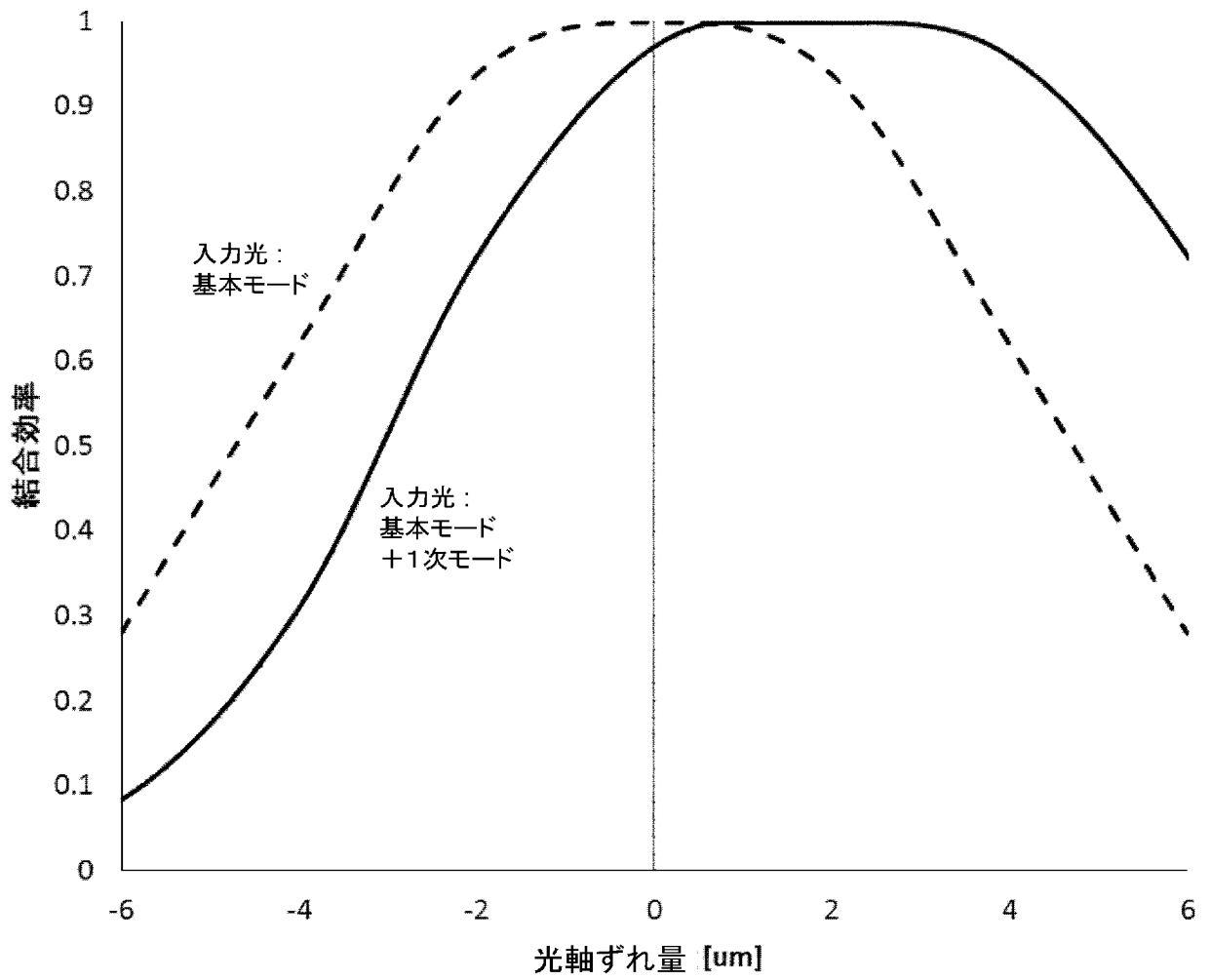
[図15]



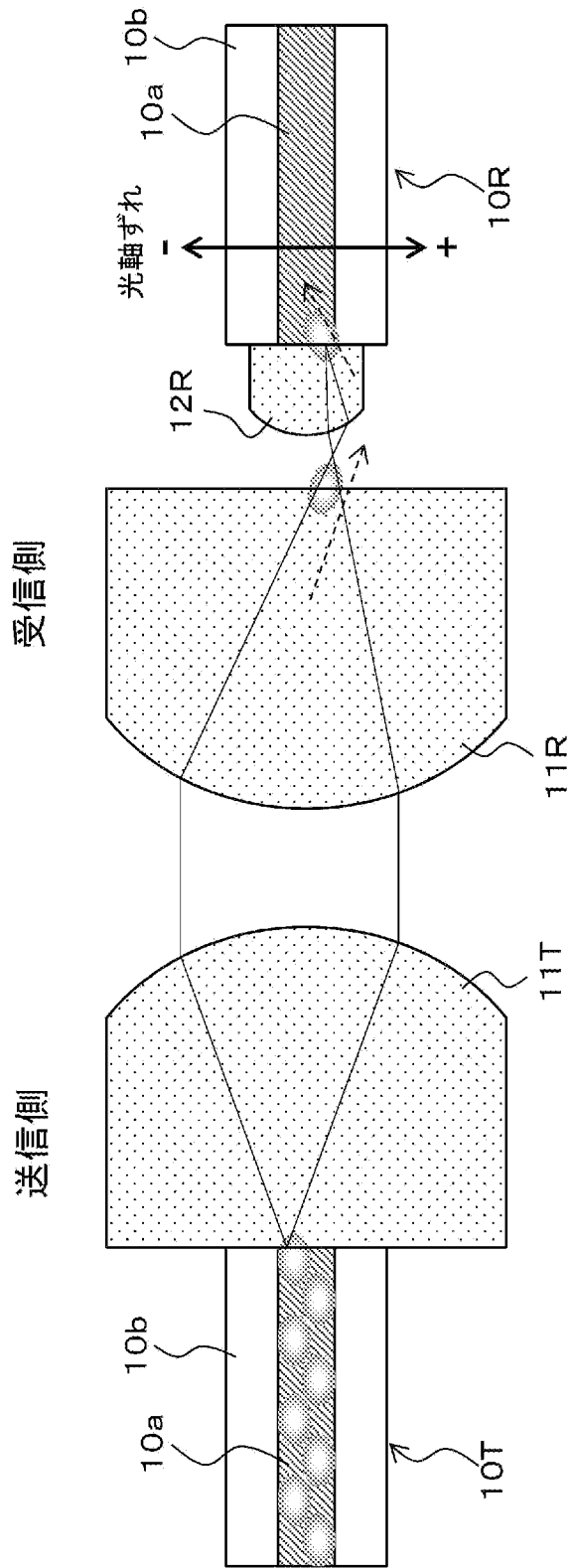
[図16]



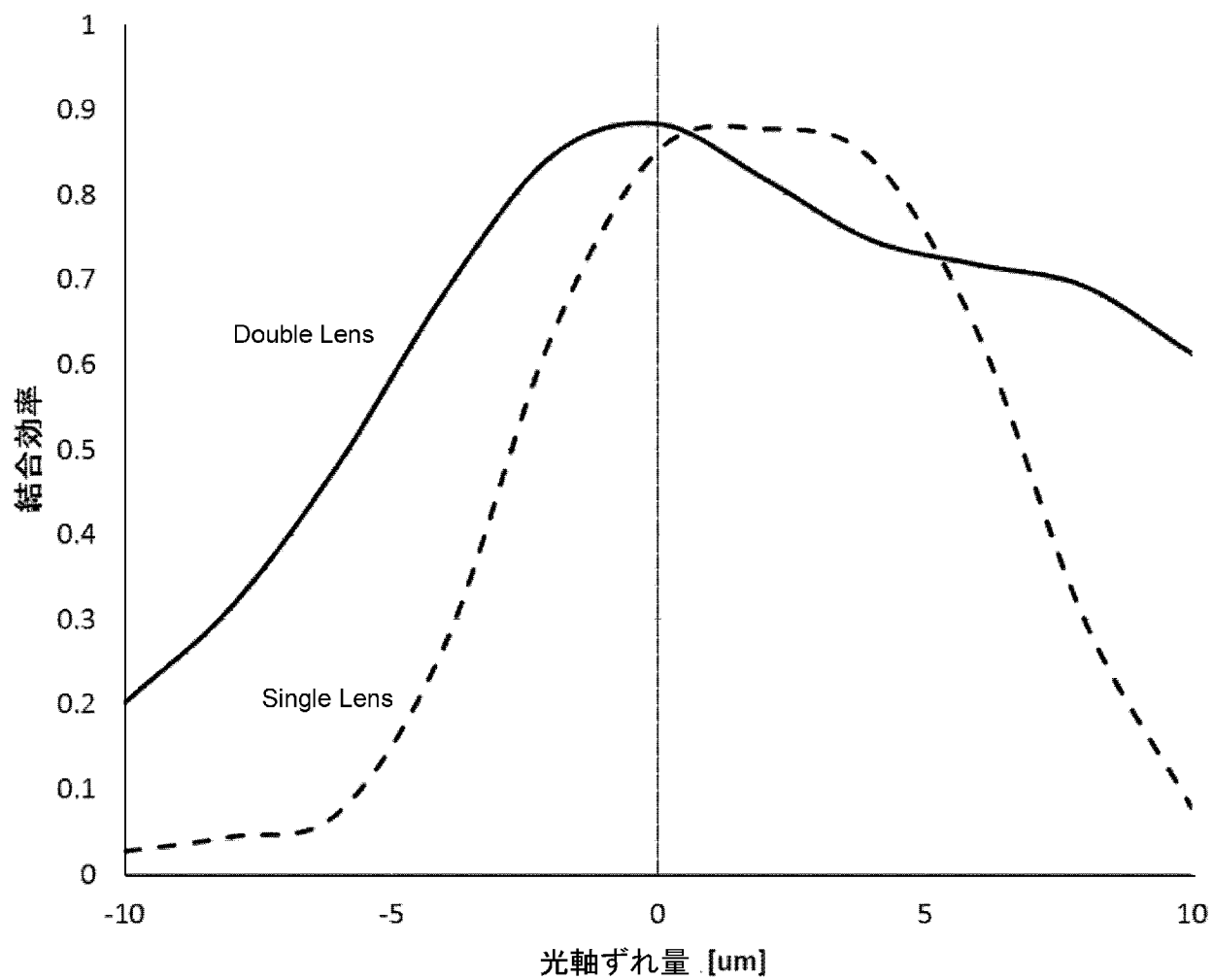
[図17]



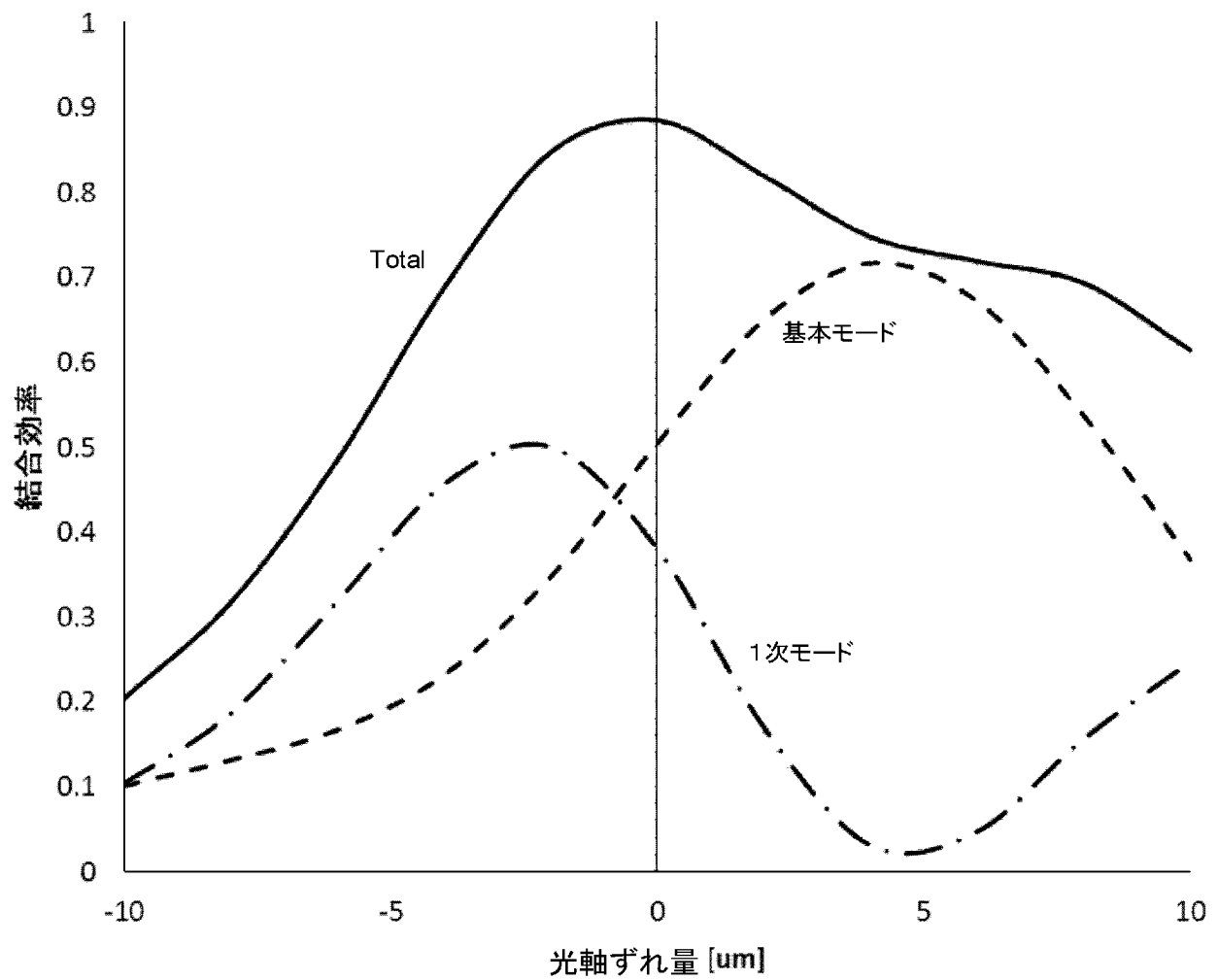
[図18]



[図19]

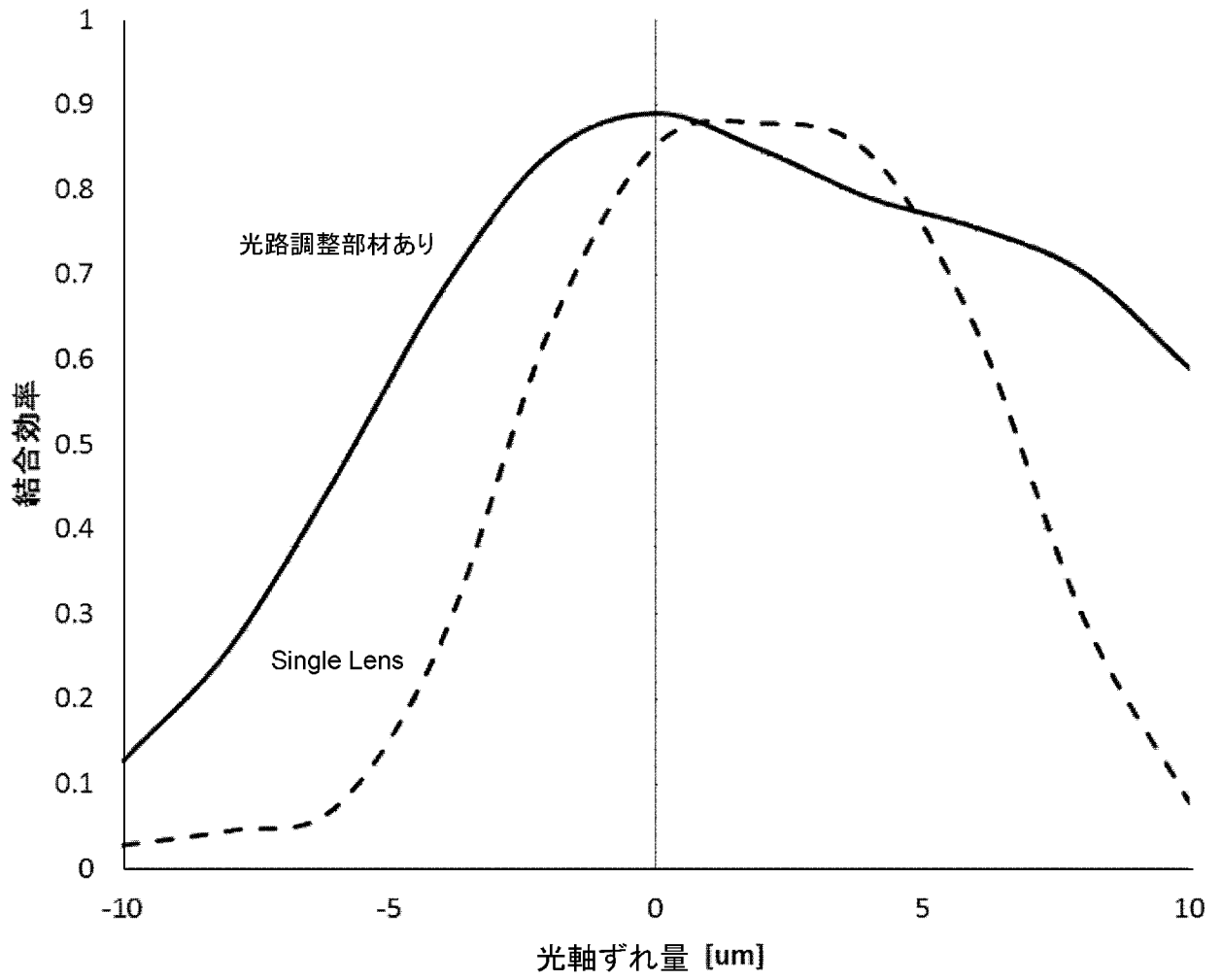


[図20]

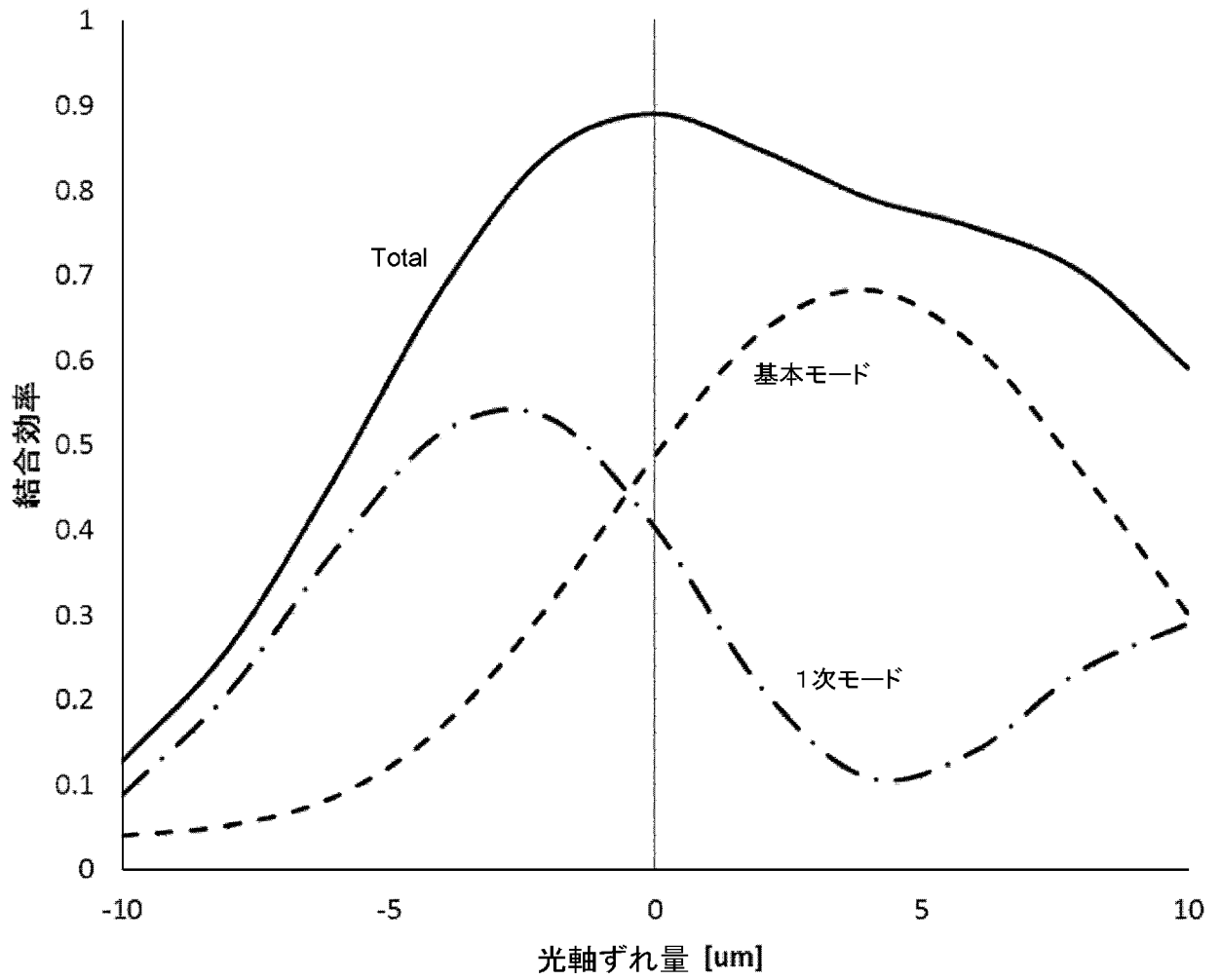




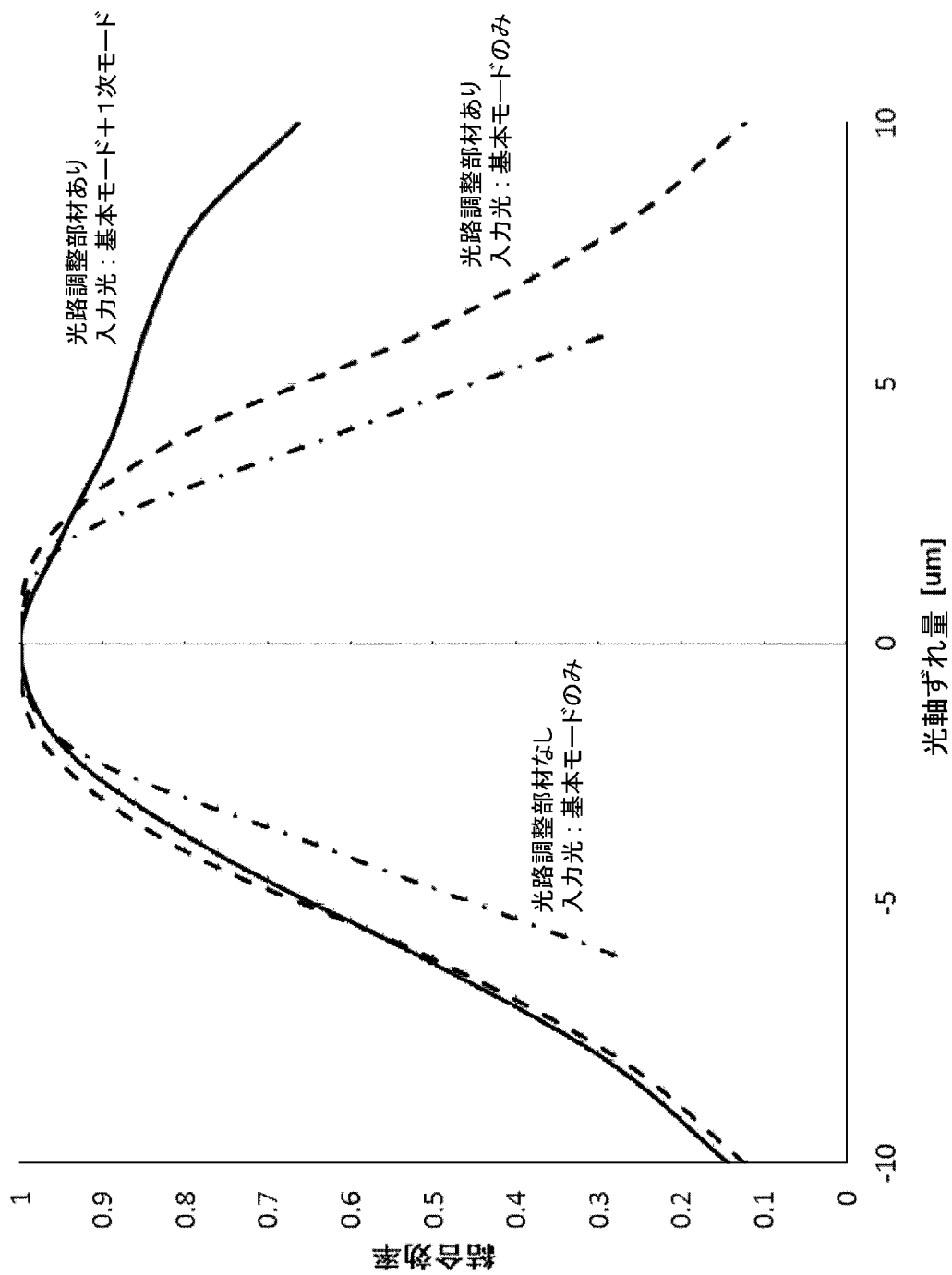
[図22]



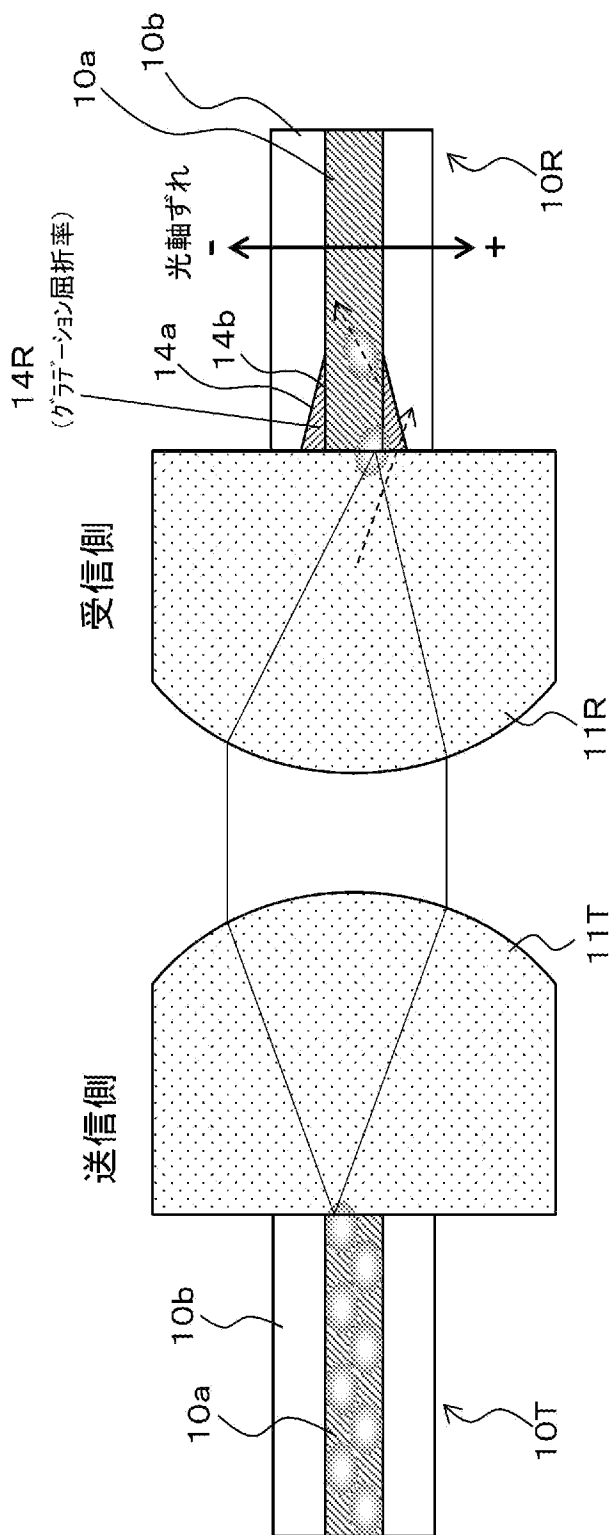
[図23]



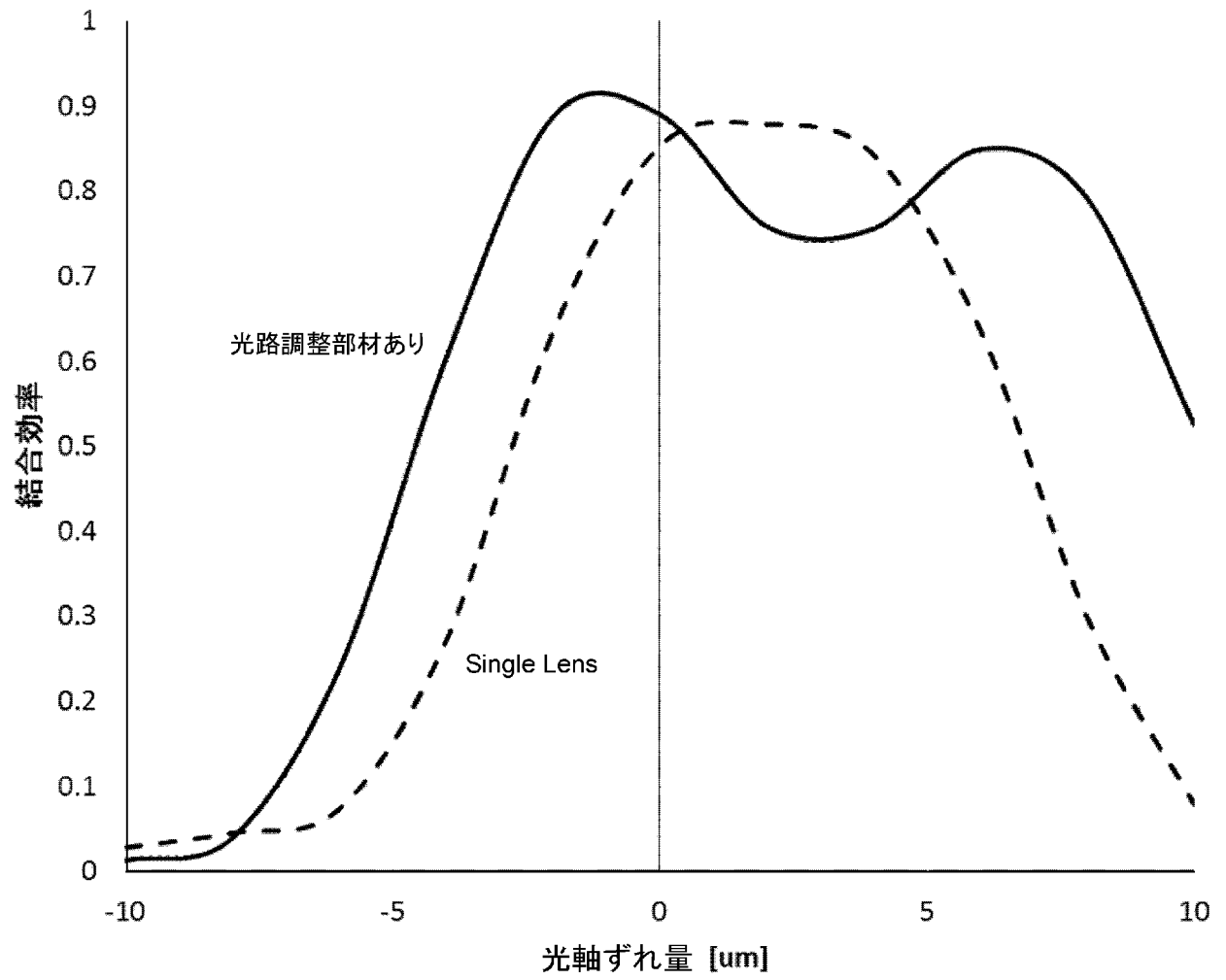
[図24]



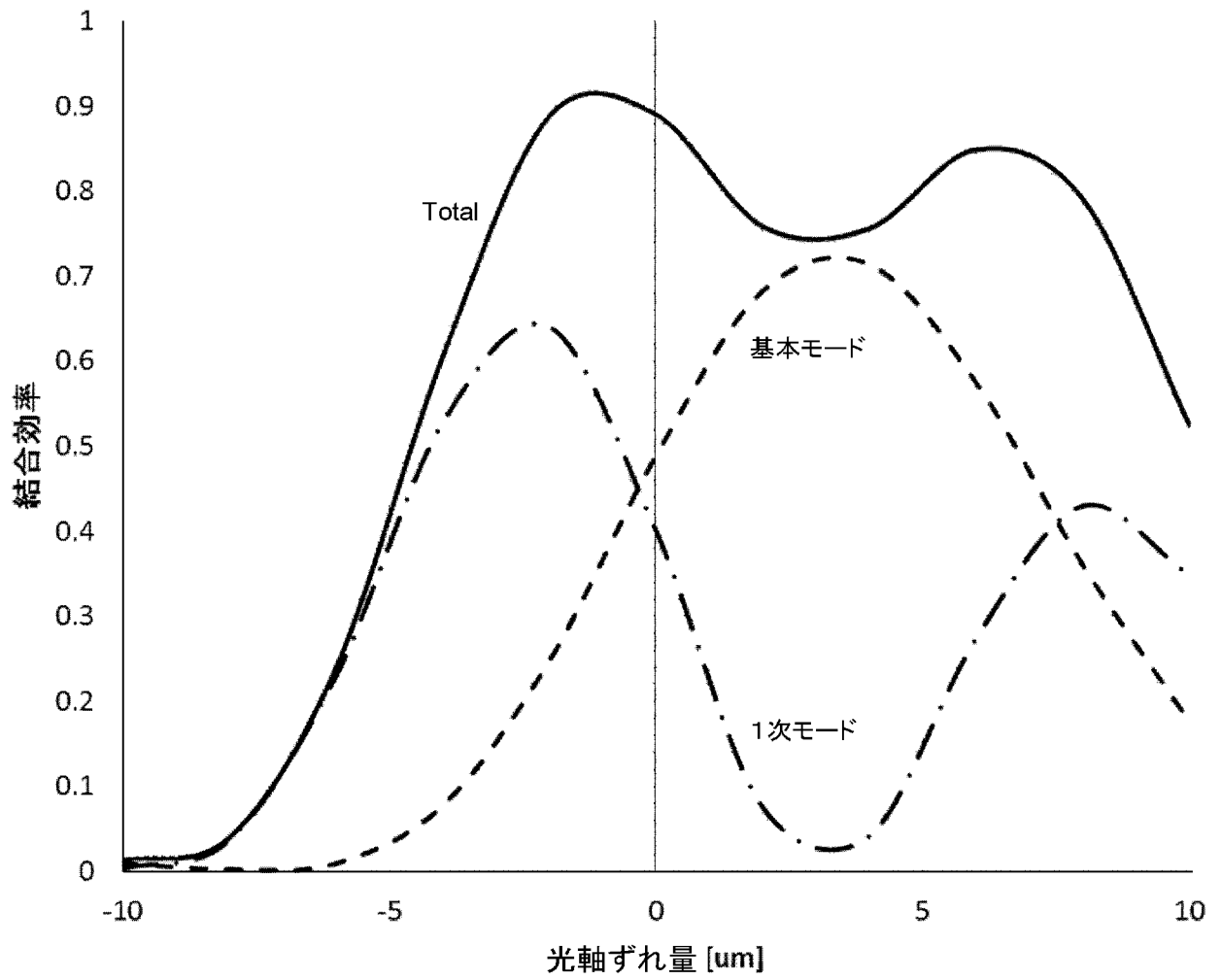
[図25]



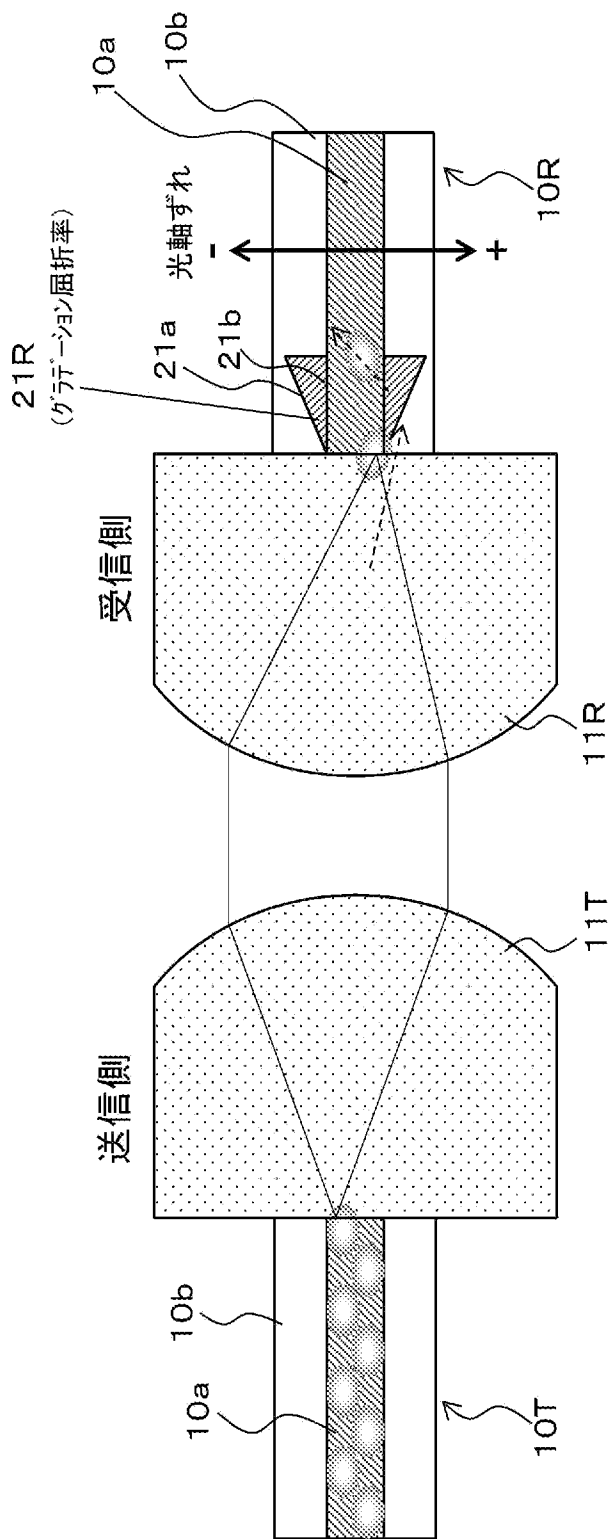
[図26]



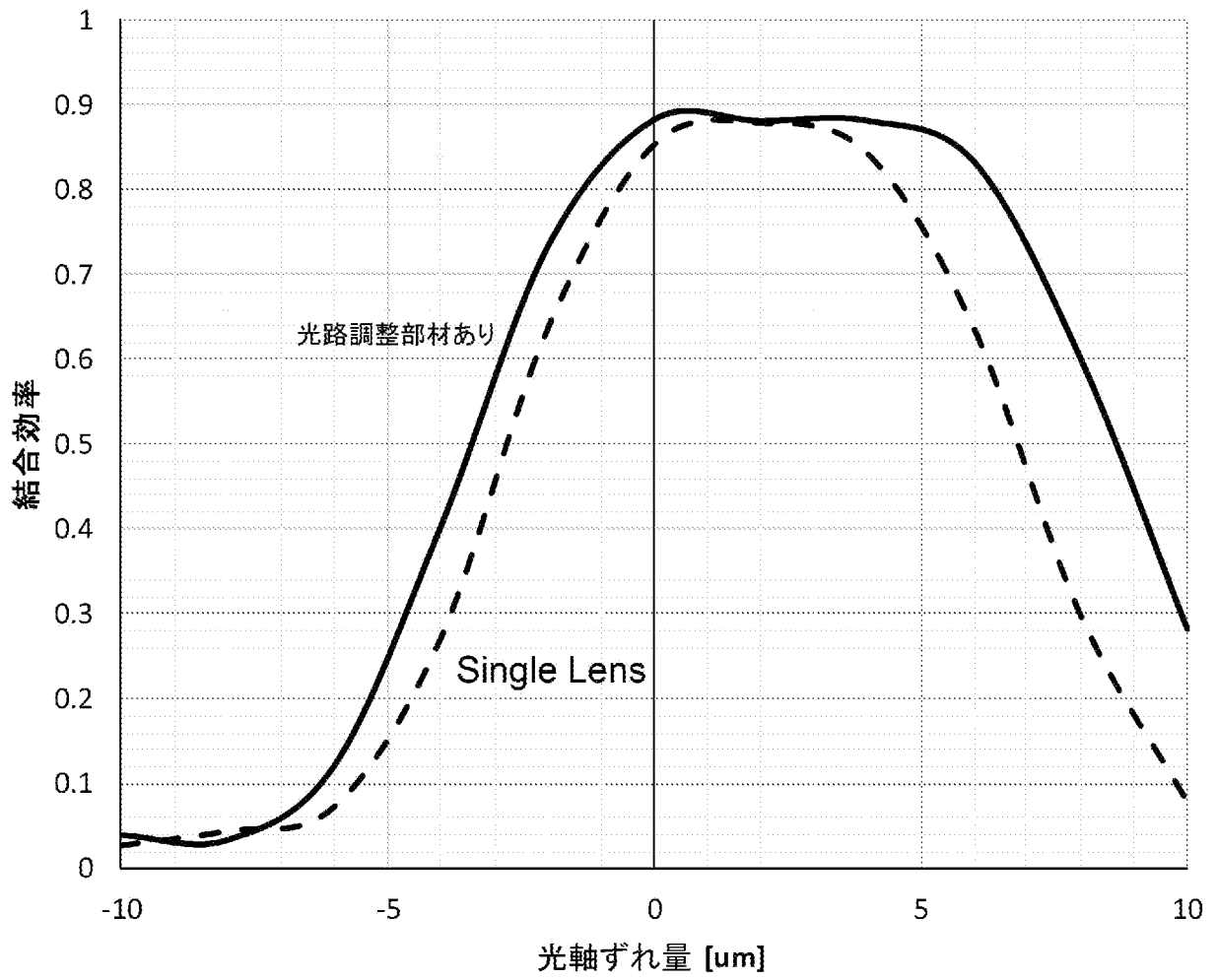
[図27]



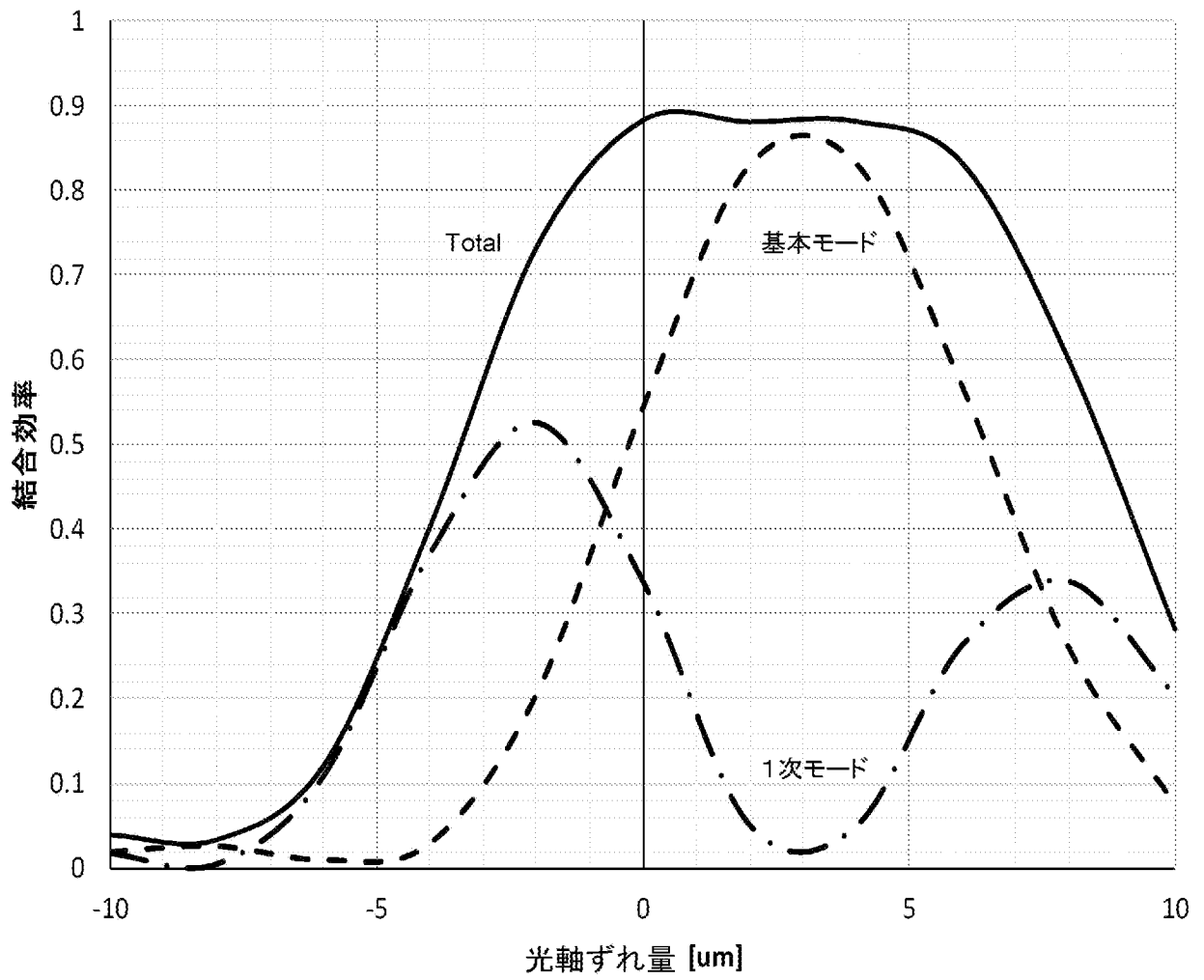
[図28]



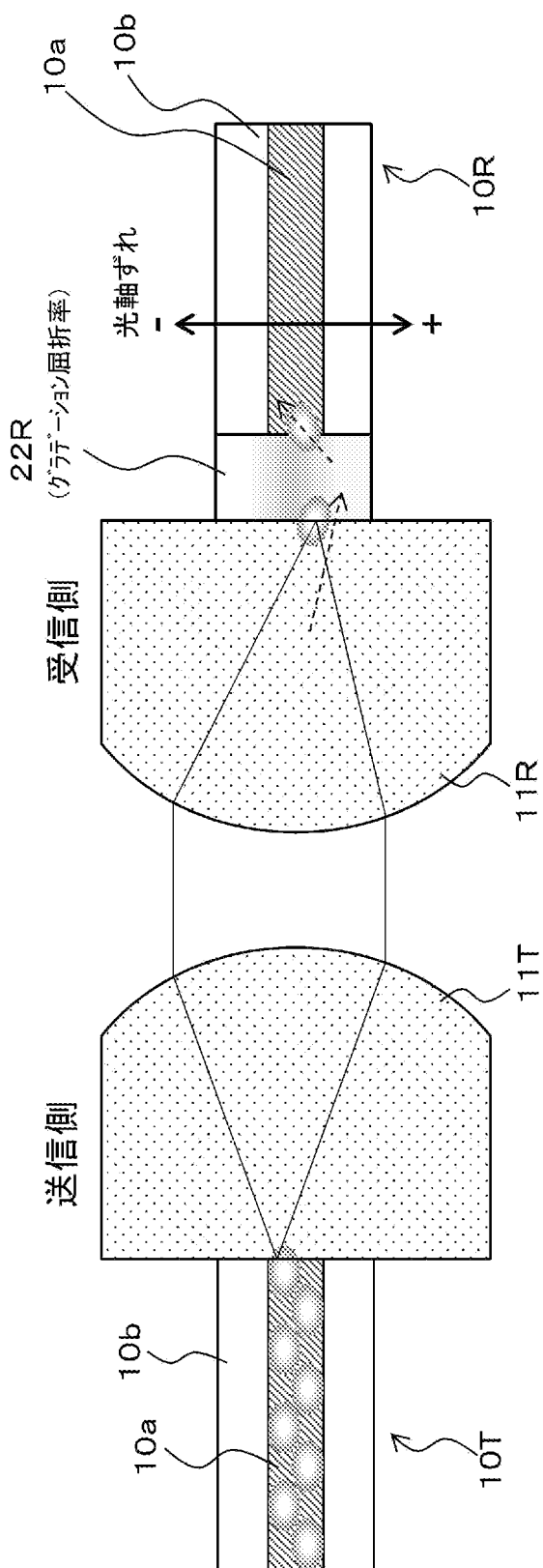
[図29]



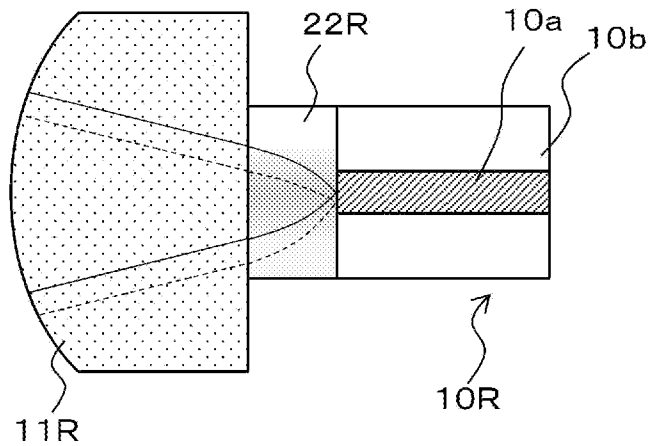
[図30]



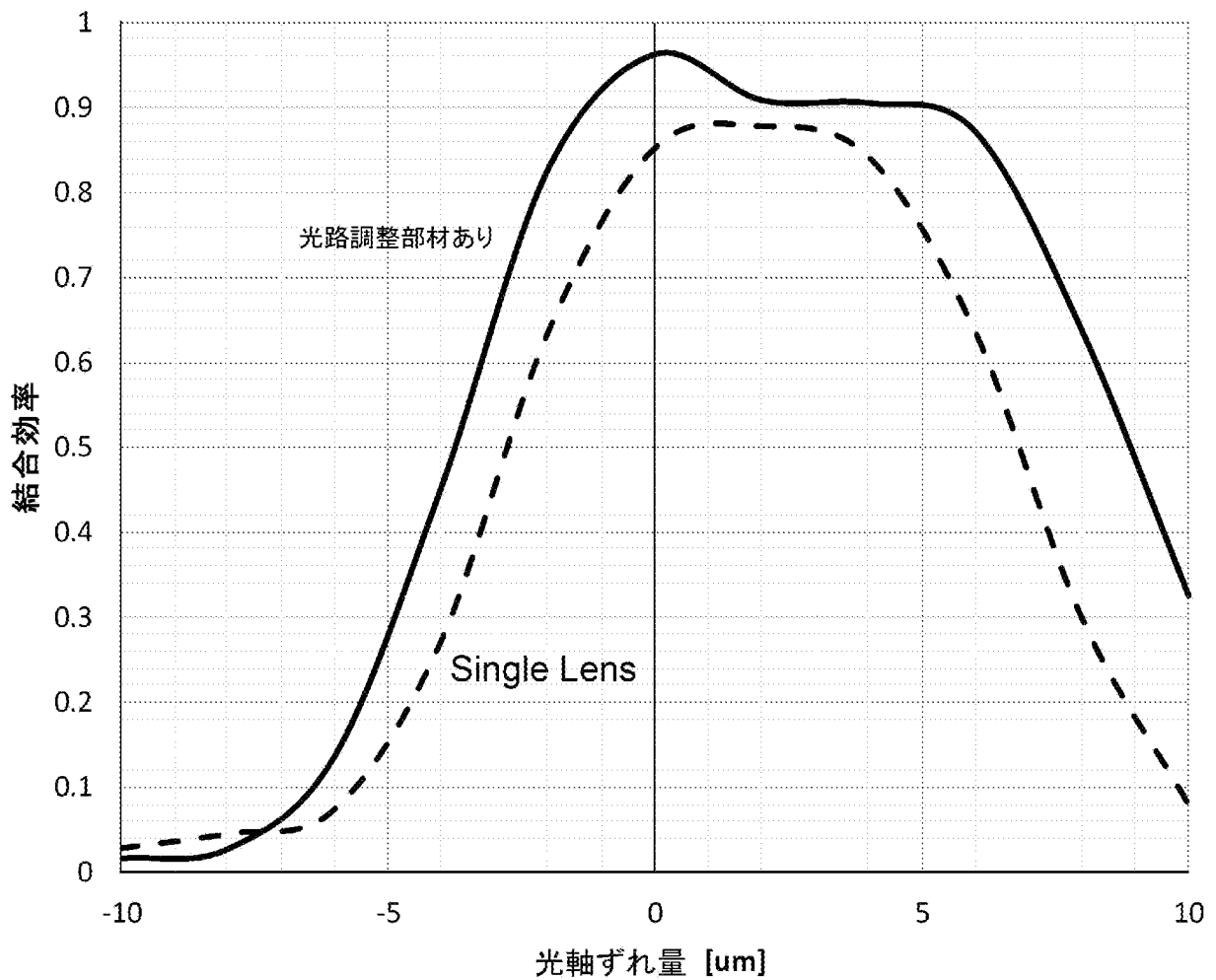
[図31]



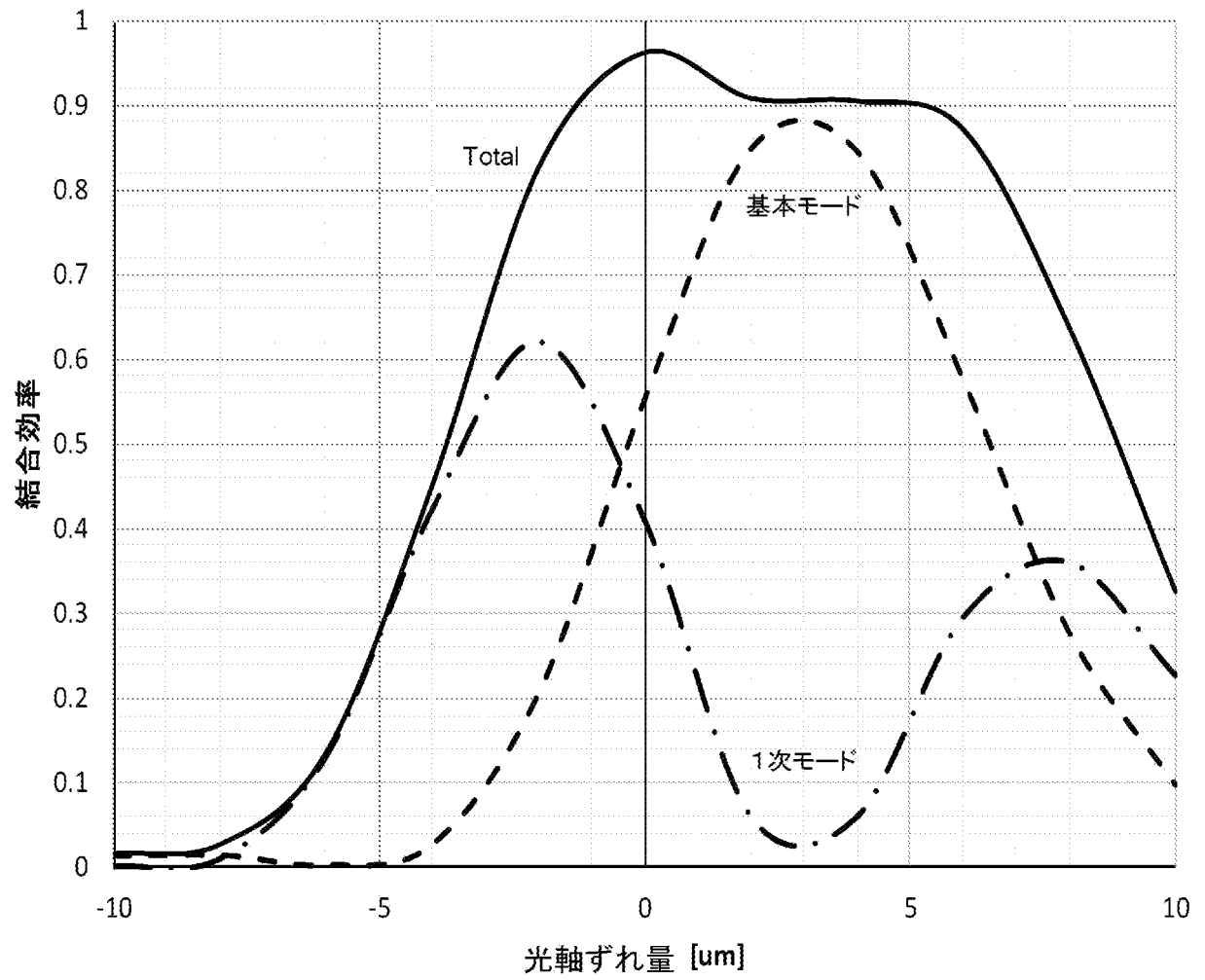
[図32]



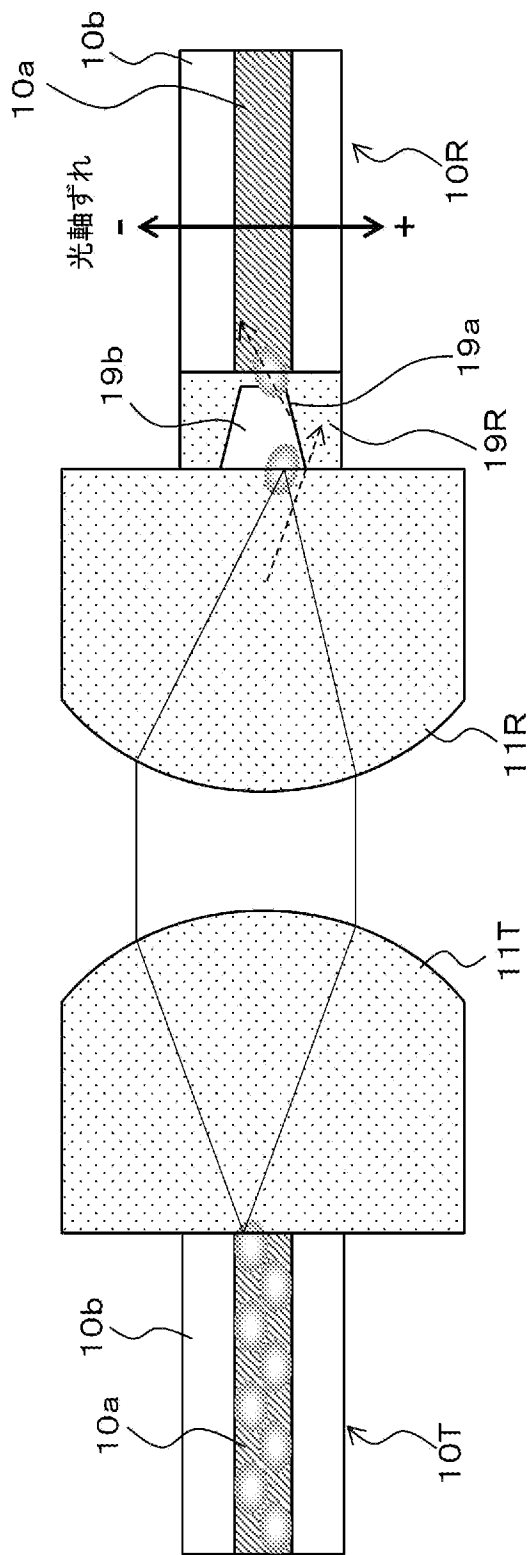
[図33]



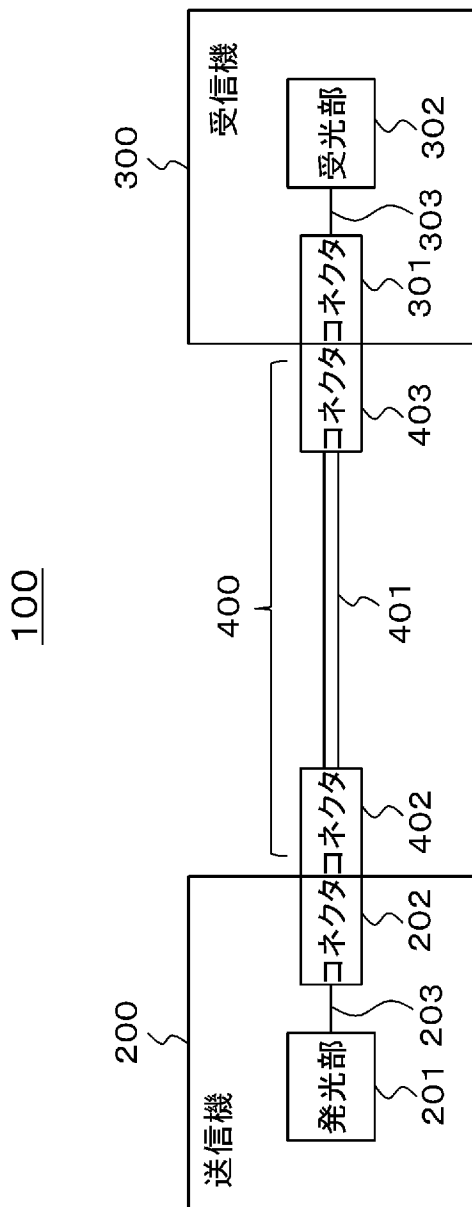
[図34]



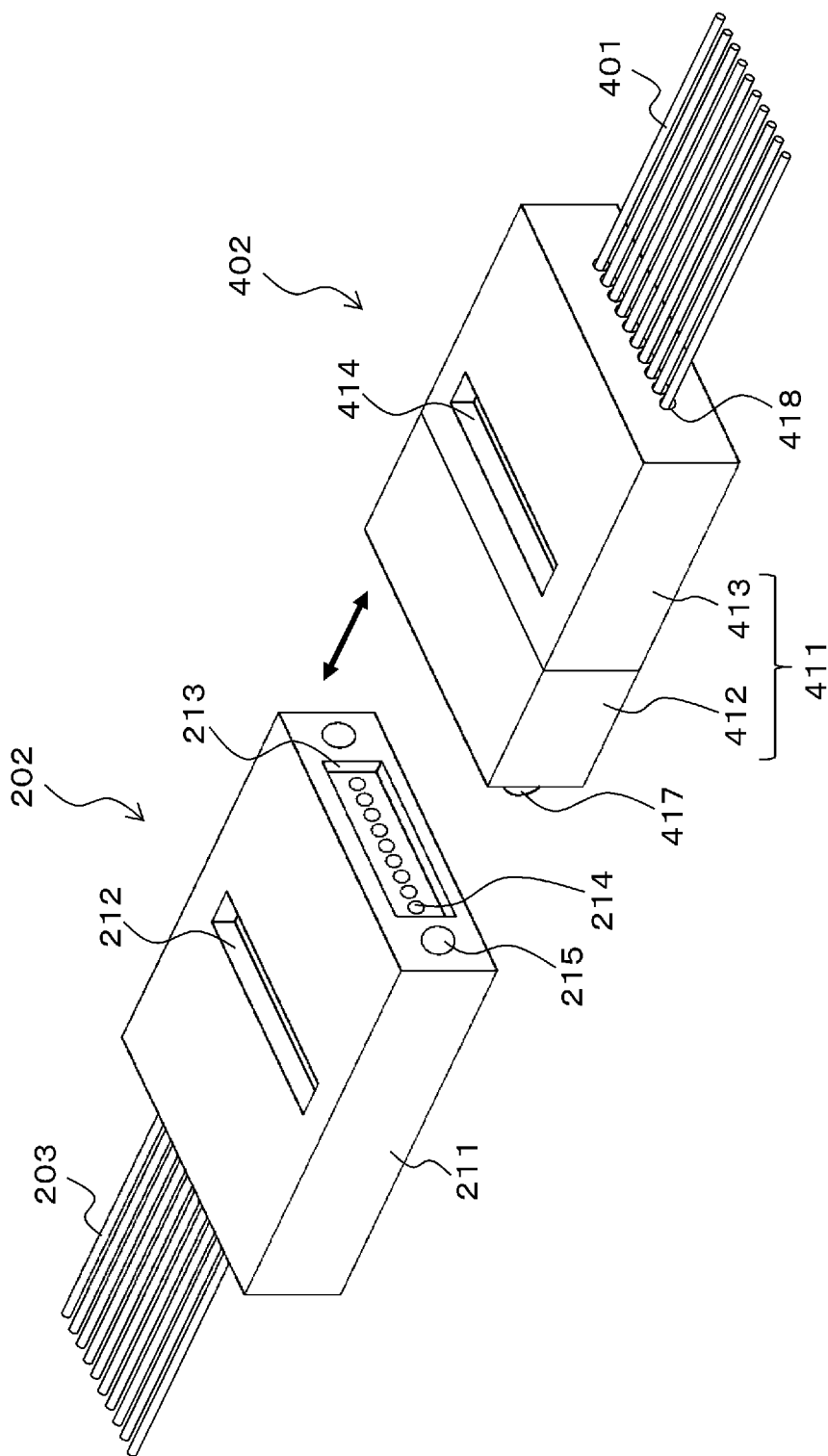
[図35]



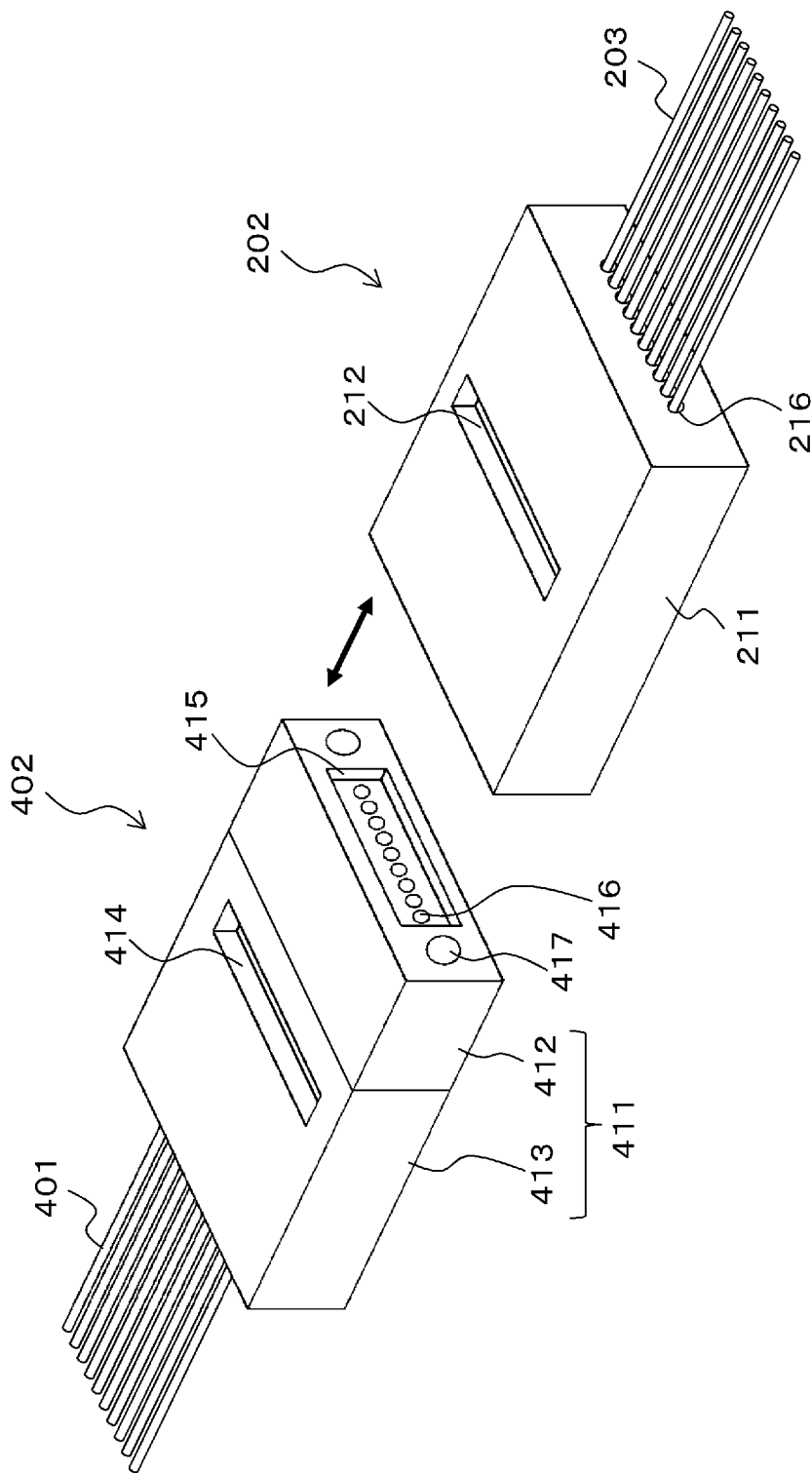
[図36]



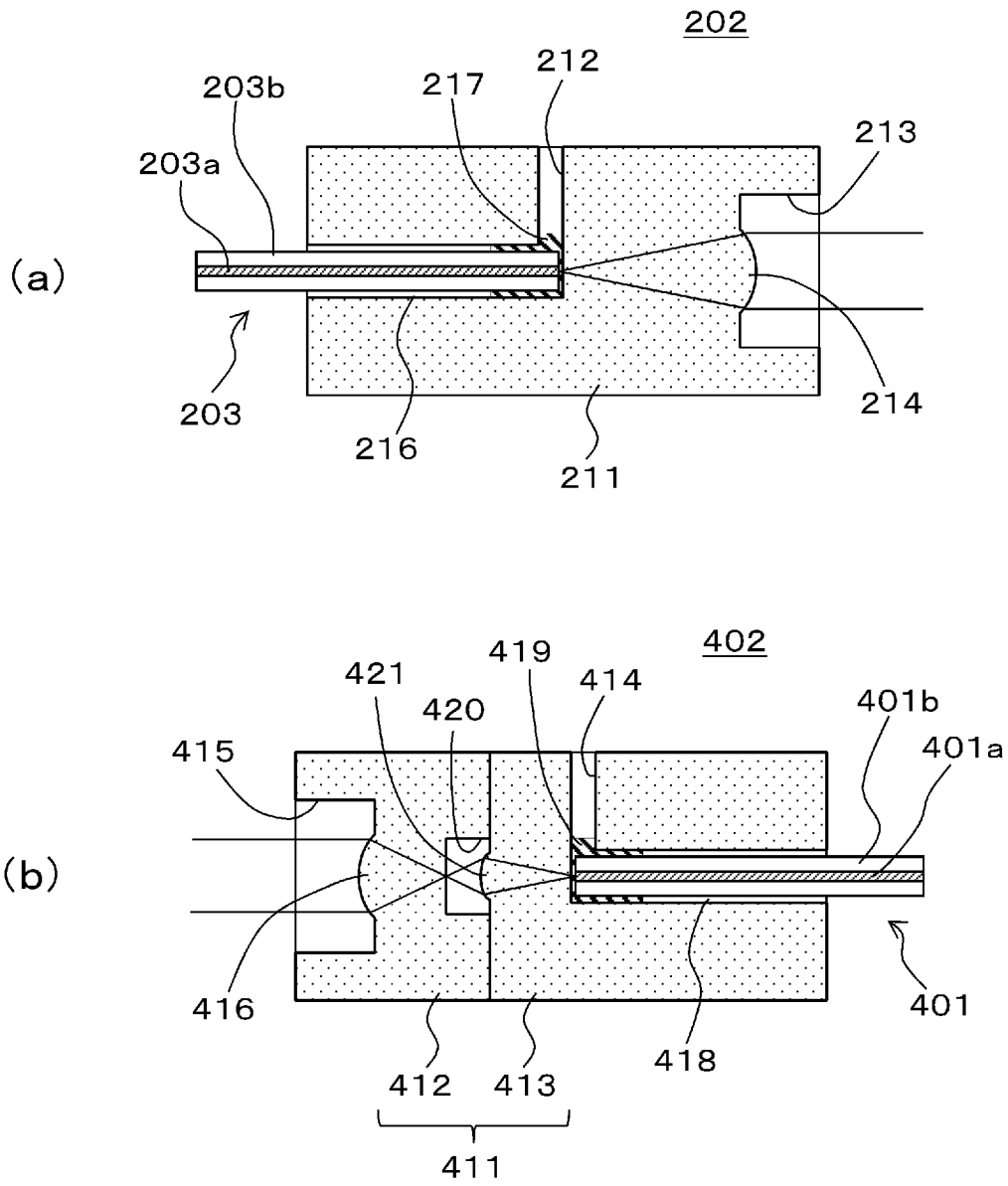
[図37]



[図38]



[図39]





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/006380

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 G02B 6/26(2006.01)i; G02B 6/32(2006.01)i; G02B 6/36(2006.01)i; G02B 6/42(2006.01)i  
 FI: G02B6/26; G02B6/32; G02B6/42; G02B6/36  
 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)  
 G02B6/24; G02B6/255; G02B6/12-6/14; G02B6/26-6/34; G02B6/36-6/43

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
X Y A	WO 2018/027267 A1 (MACQUARIE UNIVERSITY) 15.02.2018 (2018-02-15) page 10, line 10 to page 13, line 22, page 18, line 24 to page 20, line 7, fig. 4, 9-10	1, 2, 4, 7-17 3, 6 5
Y A	JP 2005-049768 A (FUJITSU LTD.) 24.02.2005 (2005-02-24) paragraphs [0021]-[0069], fig. 1-8	3, 6 5
A	JP 2004-286959 A (TDK CORPORATION) 14.10.2004 (2004-10-14) paragraphs [0064]-[0074], fig. 14-15	1-17
A	WO 2005/114278 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 01.12.2005 (2005-12-01) paragraphs [0135]-[0137], fig. 5	5

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 17 April 2020 (17.04.2020)	Date of mailing of the international search report 19 May 2020 (19.05.2020)
---	--

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

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/006380

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/027267 A1	15 Feb. 2018	US 2019/0222309 A1	
JP 2005-049768 A	24 Feb. 2005	(Family: none)	
JP 2004-286959 A	14 Oct. 2004	US 2004/0184756 A1	
		paragraphs [0077]-[0086], fig. 14-15	
WO 2005/114278 A1	01 Dec. 2005	US 2008/0193082 A1	
		paragraphs [0520]-[0522], fig. 5	
		EP 1757964 A1	
		CN 1957277 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））                  G02B 6/26(2006.01)i; G02B 6/32(2006.01)i; G02B 6/36(2006.01)i; G02B 6/42(2006.01)i                  FI: G02B6/26; G02B6/32; G02B6/42; G02B6/36</p>																													
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））                  G02B6/24; G02B6/255; G02B6/12-6/14; G02B6/26-6/34; G02B6/36-6/43</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																			
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																												
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年																												
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年																												
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																												
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X Y A</td> <td>WO 2018/027267 A1 (MACQUARIE UNIVERSITY) 15.02.2018 (2018 - 02 - 15) 第10頁第10行-第13頁第22行, 第18頁第24行-第20頁第7行, 図4, 9-10</td> <td>1, 2, 4, 7-17 3, 6 5</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2005-049768 A (富士通株式会社) 24.02.2005 (2005 - 02 - 24) [0021]-[0069], 図1-8</td> <td>3, 6 5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2004-286959 A (TDK株式会社) 14.10.2004 (2004 - 10 - 14) [0064]-[0074], 図14-15</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2005/114278 A1 (松下電器産業株式会社) 01.12.2005 (2005 - 12 - 01) [0135]-[0137], 図5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			引用文献の 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 請求項の番号	X Y A	WO 2018/027267 A1 (MACQUARIE UNIVERSITY) 15.02.2018 (2018 - 02 - 15) 第10頁第10行-第13頁第22行, 第18頁第24行-第20頁第7行, 図4, 9-10	1, 2, 4, 7-17 3, 6 5	Y A	JP 2005-049768 A (富士通株式会社) 24.02.2005 (2005 - 02 - 24) [0021]-[0069], 図1-8	3, 6 5	A	JP 2004-286959 A (TDK株式会社) 14.10.2004 (2004 - 10 - 14) [0064]-[0074], 図14-15	1-17	A	WO 2005/114278 A1 (松下電器産業株式会社) 01.12.2005 (2005 - 12 - 01) [0135]-[0137], 図5	5	* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“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	
引用文献の 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 請求項の番号																											
X Y A	WO 2018/027267 A1 (MACQUARIE UNIVERSITY) 15.02.2018 (2018 - 02 - 15) 第10頁第10行-第13頁第22行, 第18頁第24行-第20頁第7行, 図4, 9-10	1, 2, 4, 7-17 3, 6 5																											
Y A	JP 2005-049768 A (富士通株式会社) 24.02.2005 (2005 - 02 - 24) [0021]-[0069], 図1-8	3, 6 5																											
A	JP 2004-286959 A (TDK株式会社) 14.10.2004 (2004 - 10 - 14) [0064]-[0074], 図14-15	1-17																											
A	WO 2005/114278 A1 (松下電器産業株式会社) 01.12.2005 (2005 - 12 - 01) [0135]-[0137], 図5	5																											
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																												
“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	“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																												
“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	“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																												
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献																												
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献																													
“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																													
<p>国際調査を完了した日</p> <p>17.04.2020</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>19.05.2020</p>																												
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>奥村 政人 2L 4752</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3295</p>																												

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/006380

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2018/027267	A1	15.02.2018	US	2019/0222309	A1	
JP	2005-049768	A	24.02.2005	(ファミリーなし)			
JP	2004-286959	A	14.10.2004	US	2004/0184756	A1	
				[0077]-[0086], 図14-15			
WO	2005/114278	A1	01.12.2005	US	2008/0193082	A1	
				[0520]-[0522], 図5			
				EP	1757964	A1	
				CN	1957277	A	