

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年7月19日 (19.07.2007)

PCT

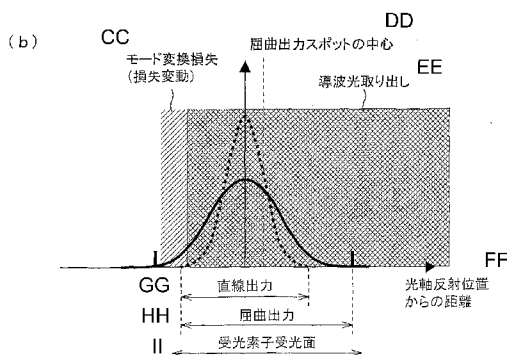
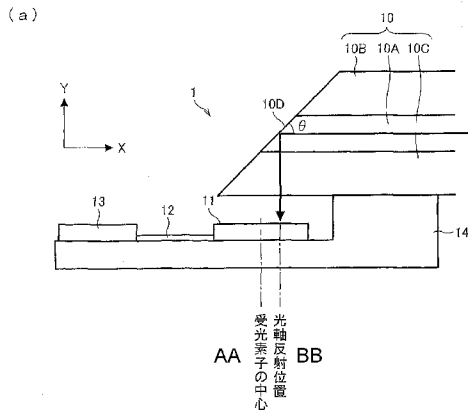
(10) 国際公開番号
WO 2007/080932 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 6/42 (2006.01) G02B 6/122 (2006.01) 6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 Kyoto (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/050268 (72) 発明者; および
- (22) 国際出願日: 2007年1月11日 (11.01.2007) (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 濱名 建太郎 (HAMANA, Kentaro). 榎並 顕 (ENAMI, Akira). 安田 成留 (YASUDA, Naru). 細川 速美 (HOSOKAWA, Hayami).
- (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2006-004064 2006年1月11日 (11.01.2006) JP (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所 (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オムロン株式会社 (OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL CABLE MODULE AND APPARATUS EMPLOYING IT

(54) 発明の名称: 光ケーブルモジュール及びそれを用いた機器



(57) Abstract: An optical cable module comprises an optical waveguide (10), a light receiving element (11), and a supporting substrate (14) arranged at the exit side end thereof. Relative positional relationship between the end portion of the optical waveguide (10) and the light receiving element (11) is fixed. End face at the optical waveguide (10) is not normal to the optical axis (X axis) but is cut obliquely to form an optical path conversion mirror (10D). When light (shown by a solid line in the drawing) passing through the center of optical axis cross-section of a core portion (10A) is reflected on the optical path conversion mirror (10D) and reaches the light receiving surface at an optical axis reflection position, the center of the light receiving element (11) is shifted from the optical axis reflection position in the optical cable module (1).

(57) 要約: 光ケーブルモジュールは、その出射側端部において、大略的に、光導波路(10)、受光素子(11)、支持基板(14)を備えて構成されている。光導波路(10)の端部は受光素子(11)との相対的な位置関係は固定される。光導波路(10)における端面は光軸(X軸)に対して垂直とならず、斜めに切断されて光路変換ミラー(10D)を形成する。コア部(10A)の光軸断面中心を通過する光(図中、実線にて示す)が、光路変換ミラー(10D)によって反射された後、受光面に到達する位置を光軸反射位置とする場合、光ケーブルモジュール(1)では、受光素子(11)の中心が光軸反射位置とずらされて配置される。

- AA... CENTER OF LIGHT RECEIVING ELEMENT
 BB... OPTICAL AXIS REFLECTION POSITION
 CC... MODE CONVERSION LOSS (LOSS VARIATION)
 DD... CENTER OF FLECTION OUTPUT SPOT
 EE... TAKE OUT OF WAVEGUIDE LIGHT
 FF... DISTANCE FROM OPTICAL AXIS REFLECTION POSITION
 GG... LINE OUTPUT
 HH... FLECTION OUTPUT
 II... LIGHT RECEIVING SURFACE OF LIGHT RECEIVING ELEMENT

WO 2007/080932 A1



(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光ケーブルモジュール及びそれを用いた機器

技術分野

[0001] 本発明は、光導波路を用いた光ケーブルモジュールに関するものであって、特に、高い柔軟性を有する光導波路を用いた光ケーブルモジュールに関する。

背景技術

[0002] 近年、高速で大容量のデータ通信が可能な光通信網が拡大している。今後、この光通信網は機器間から機器内への搭載が予想されている。そして、プリント配線基板を光配線として実現するために、アレイ化が可能な光導波路が期待されている。

[0003] 光導波路とは、屈折率の大きいコアと、該コアの周囲に接して設けられる屈折率の小さいクラッドとにより形成され、コアに入射した光信号を該コアとクラッドとの境界で全反射を繰り返しながら伝搬するものである。

[0004] そんな中、特に近年、曲がるディスプレイや、より小型、薄型の民生機器に搭載されるフレキシブルな(電気配線と同様に)光配線を光導波路で実現することが求められる。しかしながら、従来の光導波路は、例えばFTTHに用いられる光ケーブル等、ガラスまたは半導体からなり、フレキシブル性がないため、このような用途へは適さないものである。つまり、フィルム状の光導波路であることが望ましい。

[0005] 特に、本願出願人によっては、光導波路のコアおよびクラッドの材料に従来よりもさらに柔軟な材料を用いることによって、図12に示すような高い屈曲性を有する光導波路が開発されている。このような高い屈曲性を有する光導波路を用いれば、機器内の基板間でのデータ伝送をも光導波路にて行うことが可能になると考えられる。

[0006] このような柔軟性を有するフィルム光導波路を光ケーブルとして用いる場合、光電変換素子(受発光素子)と位置合わせをして光結合する必要がある。受発光素子とは、電気信号を光信号に変換して発信し、光信号を受信して電気信号に変換するものである。また、光導波路を光電変換素子と結合するに当たって、光導波路の端部を斜めに切断して、該光導波路の端面に光路変換ミラーを形成する構造が、通常良く用いられる。このような光路変換ミラーを有する光導波路では、コア部を伝達されてき

た信号光は、光路変換ミラーによって進行方向を変換されて受光素子に入射する。

特許文献1:日本国公開特許公報「特開2005-78027号公報(2005年3月24日公開)」

特許文献2:日本国公開特許公報「特開平11-153719号公報(1999年6月8日公開)」

発明の開示

- [0007] 図12に示すような高い屈曲性を有する光導波路を機器内の基板間でのデータ伝送に用いる場合には、その高い柔軟性を生かして、例えば携帯電話のヒンジ部など、曲げ伸ばしの多く発生する(光導波路の形状変化が頻繁に発生する)箇所でのフレキシブル配線としての使用が見込まれる。
- [0008] しかしながら、上記光導波路は、該光導波路の屈曲状態によって光伝送媒体(すなわちコア部)内部での光波状態が変化する。そして、この光波状態変化により、光路変換損失の変化や、スポットサイズ不整合損失の変化が生じる。すなわち、従来の光導波路では、該光導波路の変形によって大きな損失差が生じてしまうといった問題がある。この問題について具体的に説明すると以下の通りである。
- [0009] 先ず、光導波路のコア部に入射される信号光は、コア部の光軸にほぼ平行な光として入射されるが、実際にはコア部の光軸に平行な信号光ばかり入射されるわけではない。すなわち、図13に示すように、光導波路内を伝達される信号光は、コア部の光軸に対してある程度の角度分布を有する。そして、コア部の光軸に対して平行でない光は、コア部とクラッド層との境界面での反射をうけながらコア部内を伝播する。このとき、光導波路において光路の屈曲がなく、直線状の光路が維持されておれば、出射側での信号光の角度分布は入射側とほぼ同じになる。
- [0010] すなわち、光導波路が屈曲していない場合(図14(a)参照)は、受光面における信号光の光強度分布は、図14(b)に示すようなものとなる。この場合の光強度分布では、信号光の角度分布は小さく、ピーク光量の値が大きくなる。尚、図14において、 θ は信号光と光軸とのなす角を示しており、 θ_c は導波路臨界角(コア部とクラッド層との界面における臨界角)、 θ_c はミラー臨界角(光路変換ミラーにおける臨界角)を示している。

- [0011] 一方、図15に示すように、光導波路において光路の屈曲が生じている場合、信号光はこの屈曲箇所での反射により、その光軸に対する角度が変化する。このことは、出射側での信号光の角度分布の変化に繋がる。具体的には、光導波路において屈曲が生じている場合、光導波路を伝達される信号は、その屈曲箇所を通過することによってその屈曲方向における角度分布が広がることとなる。尚、ここでの屈曲方向とは、光導波路の光軸に垂直な断面において、屈曲した光軸を含む面と平行な方向を指す。
- [0012] このように、光導波路の出射側での信号光の角度分布が変化することによって、光路変換ミラーによって取り出される信号光の割合が変化する。すなわち、光導波路の端部を斜めに切断して形成される光路変換ミラーでは、その切断端面に対して臨界角度より小さい角度で入射された光については、該光路変換ミラーを透過する光が発生する。そして、出射側での信号光の角度分布が変化すると、当然ながら光路変換ミラーへの光の入射角度分布も変化し、該光路変換ミラーを透過する信号光の割合が変化する。具体的には、信号光の角度分布が広がると、光路変換ミラーを透過する信号光の割合が増える。つまり、光路変換ミラーでの光路変換損失が増大する。
- [0013] すなわち、光導波路が屈曲している場合(図14(c), (e)参照)は、受光面における信号光の光強度分布は、図14(d), (f)に示すようなものとなる。これらの場合の光強度分布では、信号光の角度分布は大きく、ピーク光量の値が小さくなる。また、信号光の角度分布が大きくなることにより、光路変換ミラーでの光路変換損失が増大している(図14(b), (d), (f)では、斜線ハッチング部分が光路変換ミラーでの光路変換損失領域を示している)。さらに、光導波路の屈曲部分が出力端に近接している場合(図14(c), (d)参照)は、信号光の角度分布の広がりに加えてピーク位置のずれも発生するが、光導波路の屈曲部分が出力端からある程度離れている場合(図14(e), (f)参照)は、信号光の角度分布の広がりのみが発生する。
- [0014] また、出射側での信号光の角度分布が広がれば、光導波路からの出射信号光の受光面に投影される出射光プロファイルが変化する。その結果、受光素子でのスポットサイズ不整合損失が発生する。
- [0015] このように、光導波路の形状変化に伴う信号光の光路変換損失やスポットサイズ不

整合損失は、受光素子で検出される信号光の光量変動を発生させる。検出される信号光の光量変動が大きい場合、受光部でのダイナミックレンジを広げるためにゲイン調整などの機能を設ける必要がある。その結果、上記光導波路を用いた機器では、サイズ、コスト、並びに消費電力の増大が生じる。これは、携帯電話をはじめとする民生機器において、基板間のデータ伝送用に光導波路を用いようとした場合に大きな弊害となる。

- [0016] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、光導波路の形状変化に伴う、信号光の光量変動を抑制できる光ケーブルモジュールを実現することにある。
- [0017] 本発明に係る光ケーブルモジュールは、上記目的を達成するために、コア部と、上記コア部の光軸周りにコア部を囲んでなるクラッド層とを有すると共に、少なくとも一方の端部には、端面での光反射によって信号光の光路を変換する光路変換ミラーが形成されている光導波路と、上記光導波路の端部との相対的な位置関係が固定された受光素子とを備えており、上記受光素子の中心は、コア部の光軸断面中心を通過する光が光路変換ミラーによって反射されて受光面に到達する第1の位置とずらされて配置されていることを特徴としている。
- [0018] 上記光導波路に屈曲がある場合には、該光導波路を進行する信号光の角度分布が広がり、上記光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域が比較的大きく発生する。このため、屈曲が無い場合の受光プロファイルと、屈曲がある場合の受光プロファイルとを比較すると、屈曲がある場合の受光プロファイルの方が広がるが、屈曲がある場合の受光プロファイルも光路変換ミラーによって領域が切り取られている側には広がらない。
- [0019] このため、従来のように受光素子の中心を光軸反射中心に合わせたままで、光導波路に屈曲がある場合の受光プロファイルを含めるように受光素子の受光面を広げると、光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域まで受光素子が広がる。このことは、光ケーブルモジュールにおける小型化の阻害要因となるとともに、受光素子の応答速度を低下させる要因ともなる。
- [0020] これに対し、上記の構成によれば、受光素子の中心が、コア部の光軸断面中心を

通過する光が光路変換ミラーによって反射されて受光面に到達する第1の位置(光軸反射位置)とずらされて配置される。これにより、受光素子は、光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域をできるだけ含まないように少なくし、光導波路に屈曲がない場合の受光プロファイルと、光導波路に屈曲がある場合の受光プロファイルとをスポットサイズ不整合損失を生じさせることなく受光可能となる。

[0021] また、本発明に係る他の光ケーブルモジュールは、上記目的を達成するために、コア部と、上記コア部の光軸周りにコア部を囲んでなるクラッド層とを有すると共に、少なくとも一方の端部には、端面での光反射によって信号光の光路を変換する光路変換ミラーが形成されている光導波路と、上記光導波路の端部との相対的な位置関係が固定された受光素子とを備えており、上記光路変換ミラーは、上記光導波路の出力光が該光導波路の屈曲の有無に関わらずほぼ均一となるように形成されていることを特徴としている。

[0022] 上記の構成によれば、上記光導波路の出力光が該光導波路の屈曲の有無に関わらずほぼ均一となることから、上記受光素子における受光光量を均一化することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の実施形態を示すものであり、(a)は実施の形態1にかかる光ケーブルモジュールの要部構成を示す断面図である。(b)は上記光ケーブルモジュールの受光面における信号光の光強度分布と受光素子の位置関係を示す図である。

[図2](a)は、光導波路において屈曲がない状態での、光路変換ミラーでの反射状態を示す図である。(b)は、光導波路において屈曲がある状態での、光路変換ミラーでの反射状態を示す図である。

[図3]光導波路に屈曲が無い場合とある場合とでの、光ケーブルモジュールの受光面における信号光のプロファイルを模式的に表す図である。

[図4]本発明の実施形態を示すものであり、(a)は実施の形態1にかかる光ケーブルモジュールの変形例を示す断面図である。(b)は上記光ケーブルモジュールの光導波路において屈曲がない状態とある状態との、受光面における信号光の光強度分布を示す図である。

[図5]本発明の実施形態を示すものであり、(a)は実施の形態2にかかる光ケーブルモジュールの要部構成を示す断面図である。(b)は上記光ケーブルモジュールにおいて、導波路内における信号光の光強度分布と、光路変換ミラーによって取り出される導波光分布領域との関係を示す図である。

[図6]光導波路に屈曲がある場合において、光路変換ミラーの傾斜角度が異なることによる受光プロファイルの相違を模式的に表す図である。

[図7]光導波路に屈曲が生じていない場合と屈曲が生じている場合とにおける、受光効率変動および光路変換ミラーの傾斜角度 θ の関係を示すグラフである。

[図8]本発明の実施形態を示すものであり、(a)は実施の形態2にかかる光ケーブルモジュールの変形例を示す断面図である。(b)は上記光ケーブルモジュールにおいて、導波路内における信号光の光強度分布と、光路変換ミラーによって取り出される導波光分布領域との関係を示す図である。

[図9]光導波路において屈曲がない状態とある状態との、受光プロファイルを示す図である。

[図10]光路変換ミラーを多層反射膜とした光導波路の構成例を示す断面図である。

[図11](a)は、光路変換ミラーによる光の出射側に遮断層を設けた光導波路の構成例を示す断面図である。(b)は、光路変換ミラーによる光の出射側に遮断溝を設けた光導波路の構成例を示す断面図である。

[図12]光導波路モジュールの斜視図である。

[図13]光導波路のコア部に入射される信号光における角度分布を示す図である。

[図14](a)は、屈曲がない状態の光導波路の側面図である。(b)は、(a)に示す光導波路における受光面での信号光の光強度分布を示す図である。(c)は、屈曲部分が出力端に近接している状態の光導波路の側面図である。(d)は、(c)に示す光導波路における受光面での信号光の光強度分布を示す図である。(e)は、屈曲部分が出力端からある程度離れている状態の光導波路の側面図である。(f)は、(e)に示す光導波路における受光面での信号光の光強度分布を示す図である。

[図15]光導波路において光路の屈曲が生じている場合における、信号光の角度変化を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0024] [実施の形態1]

本発明の一実施形態について図面に基づいて説明すると以下の通りである。先ず、本実施の形態1に係る光ケーブルモジュールの一構造例を図1(a), (b)を参照して説明する。

[0025] 図1(a)に示す光ケーブルモジュール1は、その出射側端部において、大略的に、光導波路10、受光素子11、支持基板14を備えて構成されている。光導波路10の端部は支持基板14に対して接着等によって固定されており、光導波路10の端部と受光素子11との相対的な位置関係は固定された状態にある。さらに、光ケーブルモジュール1は、受光素子11が出力する電気信号の取り出しを容易にするため、電気配線12、電気接続部13を備えていてもよい。

[0026] 尚、光ケーブルモジュール1における逆側の端部は、受光素子11の変わりに発光素子を備えた構成を有する、信号入射側端部とされる。信号入射側端部は、従来の光ケーブルモジュールと同様の構成を採用することができる。

[0027] 先ず、光導波路10は、コア部10A、上クラッド層10B、および下クラッド層10Cにより構成されている。すなわち、光導波路10は、上クラッド層10Bおよび下クラッド層10Cによってコア部10Aを挟み込む積層構造を有している。光導波路10によって伝達される光信号は、コア部10Aと上クラッド層10Bとの界面、またはコア部10Aと下クラッド層10Cとの界面で反射を受けながら、コア部10A内を進行する。尚、図1(a)においては、光導波路10の端部付近において、光導波路10の長手方向(光軸方向)をX軸方向、コア部10A、上クラッド層10B、および下クラッド層10Cの積層方向をY軸方向とする。

[0028] 光導波路10における端面は光軸(X軸)に対して垂直とならず、斜めに切断されて光路変換ミラー10Dを形成する。具体的には、光導波路10の端面は、XY平面に対して垂直であり、かつ、X軸に対しては角度 θ ($\theta < 90^\circ$)をなすように傾斜されている。これにより、コア部10を伝達されてきた信号光は、光路変換ミラー10Dにて反射され、その進行方向を変えて受光素子11に向けて出射される。尚、光路変換ミラー10Dの傾斜角度 θ は、該光路変換ミラー10Dと受光素子11との位置合わせが容易と

なるように、通常は 45° に設定されている。尚、光路変換ミラーは、光導波路10の端部に対してミラー部を外付けするものであってもよい。

[0029] 光ケーブルモジュール1において注目すべき点は、光導波路10と受光素子11との位置関係である。すなわち、光路変換ミラーを有する光導波路と受光素子との位置関係について、従来では、コア部10Aの光軸断面中心を通過する光(図中、実線で示す)を想定し、この光が光路変換ミラーによって反射された後、受光面に到達する位置(以下、光軸反射位置と称する)が、受光素子の中心位置となるようにしていた。これに対し、本実施の形態に係る光ケーブルモジュール1では、受光素子11の中心が光軸反射位置とずらされて配置されている点に特徴を有する。

[0030] 具体的には、光ケーブルモジュール1において、受光素子11の中心は、光軸反射位置よりも光導波路10の端部側にずらされている。ここで、受光素子11の中心を光軸反射位置とずらして配置する理由について、以下に詳細に説明する。

[0031] 先ず、図2(a)に、光導波路10において屈曲がない状態、すなわち、光導波路10を伝播する信号光の角度分布が小さい状態での、光路変換ミラーでの反射状態を示す。また、図2(b)に、光導波路10において屈曲がある状態、すなわち、光導波路10を伝播する信号光の角度分布が大きい状態での、光路変換ミラーでの反射状態を示す。

[0032] 光導波路10に屈曲がない状態では、図2(a)に示すように、光路変換ミラー10Dに入射される信号光の殆どは該光路変換ミラー10Dの全反射条件を満たし(光路変換ミラーを形成する端面に対して臨界角よりも浅い角度で入射し)、受光面側に光路を変換される。一方、光導波路10に屈曲がある状態では、図2(b)に示すように、光路変換ミラー10Dに入射される信号光の角度分布が広がることにより、該光路変換ミラー10Dの全反射条件を満たさずに透過する光が発生する。言い換えれば、光導波路10に屈曲がある状態では、光路変換ミラー10Dに入射される信号光の一部は、光路変換ミラーによって反射されることなく切り取られる。

[0033] この結果、光ケーブルモジュール1の受光面における信号光の光強度分布は、図1(b)に示すようなものとなる。また、光ケーブルモジュール1の受光面における信号光のプロファイル(以下、受光プロファイル)を模式的に表すと、図3に示すようなものと

なる。光導波路10に屈曲がない場合の受光プロファイルと、光導波路10に屈曲がある場合の受光プロファイルとを比較すると、信号光の角度分布が広い分、光導波路10に屈曲がある場合の受光プロファイルの方が広がっている。このため、受光素子11における受光面は、光導波路10に屈曲がない場合の受光プロファイルのみを想定し、この受光プロファイルが収まるような面積を有するのみでは、光導波路10に屈曲が生じた場合の受光プロファイルの広がりに対応できず、スポットサイズ不整合損失が生じる。

[0034] 一方、光導波路10に屈曲がある場合の受光プロファイルでは、光路変換ミラーによって切り取られる領域が比較的大きく発生する。屈曲が無い場合の受光プロファイルと、屈曲がある場合の受光プロファイルとを比較すると、屈曲がある場合の受光プロファイルの方が広がっているが、屈曲がある場合の受光プロファイルも光路変換ミラーによって領域が切り取られている側には広がらない。

[0035] このため、従来のように受光素子の中心を光軸反射中心に合わせたままで、光導波路に屈曲がある場合の受光プロファイルを含めるように受光素子の受光面を広げると、光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域まで受光素子が広がる。このことは、光ケーブルモジュールにおける小型化の阻害要因となるとともに、受光素子の応答速度を低下させる要因ともなる。

[0036] これに対し、本実施の形態1に係る光ケーブルモジュール1では、受光素子11の中心が光軸反射位置よりも光導波路10の端部側、すなわち光路変換ミラーによって信号光の切り取りが発生すると反対側にずらされて配置される。これにより、受光素子11は、光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域をできるだけ含まないように少なくし、光導波路に屈曲がない場合の受光プロファイルと、光導波路に屈曲がある場合の受光プロファイルとをスポットサイズ不整合損失を生じさせることなく受光可能となる。

[0037] 尚、受光素子11の中心は、屈曲がある場合の受光プロファイル(屈曲出力スポット)の中心と一致させることで、最小限の受光面積で上記の効果を得ることができる。但し、受光素子11の中心は、屈曲がある場合の受光プロファイルの中心と完全に一致させなくてもよい。上記説明では、単に、屈曲がある場合の受光プロファイルと説明し

たが、受光プロファイルの広がり具合は、屈曲の程度によって異なる。このため、光ケーブルモジュール1の使用形態の中で、受光プロファイルが最も広くなる場合に合わせ、受光素子11の受光面積を設定すればよい。また、受光素子における形状は、上記光導波路の屈曲時における出力光の拡大方向に長手軸を有する形状であることが好ましく、矩形形状、楕円形状、ひし形形状など、種々の形状が採用可能であり、特に限定されるものではない(図3では、矩形形状の受光素子を例示)。

[0038] 次に、本実施の形態1に係る光ケーブルモジュールの変形例を図4(a), (b)に示す。図4(a)に示す光ケーブルモジュール2は、図1(a)に示す光ケーブルモジュール1に類似した構成を有するため、光ケーブルモジュール1と同一の部材に対しては共通の部材番号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0039] 図4(a)に示す光ケーブルモジュール2が図1(a)の光ケーブルモジュール1と異なる点は、受光素子11に変えて受光素子21を備えている点にある。受光素子21は、その中心が光軸反射位置とずらされて配置されている。ここで、受光素子21の配置について、以下に詳細に説明する。

[0040] 先ず、図4(b)に、光導波路10において屈曲がない状態と、光導波路10において屈曲がある状態との、受光面における信号光の光強度分布を示す。図4(b)では、横軸に光軸反射位置からの距離を示し、縦軸に光強度を示している。

[0041] 図4(b)から明らかなように、光導波路10において屈曲がない状態での信号光の光強度分布(ガウシアン分布またはランバーシアン分布となる)では、信号光の広がりが小さく、中央部(ピーク値)での光強度が高くなっている。一方、光導波路10において屈曲がある状態での信号光の光強度分布では、信号光の広がりが大きく、中央部(ピーク値)での光強度が低くなっている。

[0042] このような場合、屈曲がない場合の信号光の光強度分布と屈曲がある場合の信号光の光強度分布とは、その光強度が一致する箇所が存在する。光ケーブルモジュール2では、この光強度が一致する箇所に受光素子21の中心がほぼ一致するように、受光素子21を配置する。これにより、受光素子21による受光光量は、光導波路における屈曲の有無に関わらずほぼ均一となり、受光素子21は、をスポットサイズ不整合損失を生じさせない。

[0043] 尚、受光素子21は、その受光面積が小さいほど屈曲の有無に関わらず均一な受光光量を得ることができる。但し、受光素子21の受光面積を小さくしすぎると信号光の受光光量が低下するため、受光素子21の受光面積は、必要とされる受光光量をも考慮してその受光面積を決定することが好ましい。また、光強度が一致する箇所と受光素子21の中心とは完全に一致させる必要はなく、これらを僅かにずらすことによって、屈曲のある場合とない場合とでより均一な受光光量を得られることもある。

[0044] [実施の形態2]

本発明の他の実施形態について図面に基づいて説明すると以下の通りである。先ず、本実施の形態2に係る光ケーブルモジュールの一構造例を図5(a), (b)を参照して説明する。

[0045] 図5(a)に示す光ケーブルモジュール3は、その出射側端部において、大略的に、光導波路30、受光素子31、支持基板34を備えて構成されている。光導波路30の端部は支持基板34に対して接着等によって固定されており、光導波路30の端部と受光素子31との相対的な位置関係は固定された状態にある。さらに、光ケーブルモジュール3は、受光素子31が出力する電気信号の取り出しを容易にするため、電気配線32、電気接続部33を備えていてもよい。

[0046] 光ケーブルモジュール3における光導波路30は、光ケーブルモジュール1における光導波路10と同様に、コア部30A、上クラッド層30B、および下クラッド層30Cにより構成されている。また、光導波路30における端面は光軸(X軸)に対して垂直とならず、斜めに切断されて光路変換ミラー30Dを形成する。具体的には、光導波路10の端面は、XY平面に対して垂直であり、かつ、X軸に対しては角度 θ ($\theta < 90^\circ$)をなすように傾斜されている。これにより、コア部30を伝達されてきた信号光は、光路変換ミラー30Dにて反射され、その進行方向を変えて受光素子31に向けて出射される。

[0047] ここで、光導波路30が光導波路10に対して異なる点は、光路変換ミラー30Dの傾斜角度 θ が、該光路変換ミラー30Dにおける信号光の切取り量を考慮して設定されている点にある。

[0048] すなわち、実施の形態1でも述べたように、光導波路30が屈曲し、光路変換ミラー30Dに入射される信号光の角度分布が広がると、光導波路30が屈曲し邸内場合に比

べて、該光路変換ミラー30Dに対して深い角度で入射する光が増大する。このため、本実施の形態2に係る光ケーブルモジュール3では、光路変換ミラー30Dの傾斜角度 θ を小さくし、光路変換ミラー30Dによって切り取られる信号光量を低減する点に特徴を有している。

[0049] 図5(a)に示す光ケーブルモジュール3において、受光素子31の受光面における信号光の光強度分布と、光路変換ミラー30Dによって取り出される導波光分布領域との関係は、図5(b)に示すようなものとなる。すなわち、図5(b)から明らかなように、光ケーブルモジュール3では、光導波路30に屈曲がある場合とない場合との何れにおいても、受光素子31が光導波路30を伝達されてくる信号光のほぼ全てを受光できるように、光路変換ミラー30Dとコア部30Aの光軸とのなす角が設定される。

[0050] 光導波路に屈曲がある場合において、光路変換ミラーの傾斜角度 θ が異なることによる受光プロファイルの相違を模式的に表すと図6に示すようなものとなる。

[0051] 図6において、光路変換ミラーの傾斜角度 θ が大きい場合(例えば $\theta = 45^\circ$)の受光プロファイルでは、光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域が比較的大きくなる。一方、光路変換ミラーの傾斜角度 θ が小さい場合(例えば $\theta = 35^\circ$)の受光プロファイルでは、光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域が小さくなる。

[0052] このように、光導波路に屈曲が生じることによって信号光の角度分布が広がっても、光路変換ミラーの傾斜角度 θ が小さく設定してあれば、該光路変換ミラーによって切り取られる信号光量は小さくなる。すなわち、光路変換ミラーの傾斜角度 θ を小さくすることで光路変換損失を低減でき、光導波路における屈曲の有無に関わらず受光光量を均一化することができる。尚、光ケーブルモジュール3において、光路変換ミラー30Dの傾斜角度 θ は、 $37\sim 43^\circ$ 程度に設定することが好ましい。

[0053] 光路変換ミラーの傾斜角度 θ が小さくなると、出力光スポットサイズが大きくなり、それを受光しようとする受光素子が大きくなってしまふ。その結果、通信速度が遅くなってしまふ問題が生じる。一方、光路変換ミラーの傾斜角度 θ が大きくなると、光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域が大きくなり、光路変換損失が増大してしまふ問題が生じる。

- [0054] 光導波路に屈曲が生じていない場合(直線時)と屈曲が生じている場合(屈曲時)における、受光効率変動および光路変換ミラーの傾斜角度 θ (ミラー角度)の関係を図7に示す。光導波路に屈曲が生じていない場合と屈曲が生じている場合との受光効率変動の差をできるだけ抑えるためには、受信回路に影響を与えない程度の許容範囲を考慮すると、光路変換ミラーの傾斜角度 θ は、 $37\sim 43^\circ$ 程度に設定することが好ましい。
- [0055] また、光ケーブルモジュール3においては、光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域が小さい。このため、受光素子31は、該受光素子31の中心が光軸反射位置(コア部の光軸断面中心を通過する光を想定し、この光が光路変換ミラーによって反射された後、受光面に到達する位置)と一致するように配置されてもよい。但し、僅かでも光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域が発生するのであれば、実施の形態1に示すように、受光素子31の中心を光軸反射位置とずらして配置してもよい。
- [0056] 次に、本実施の形態2に係る光ケーブルモジュールの変形例を図8(a)、(b)に示す。図8(a)に示す光ケーブルモジュール4は、図5(a)に示す光ケーブルモジュール3に類似した構成を有するため、光ケーブルモジュール3と同一の部材に対しては共通の部材番号を付し、その詳細な説明は省略する。
- [0057] 図8(a)に示す光ケーブルモジュール4が図5(a)の光ケーブルモジュール3と異なる点は、光導波路30に変えて光導波路40を備えている点にある。また、光導波路40は、光路変換ミラー40Dの傾斜角度 θ を大きくし、光路変換ミラー40Dによって切り取られる信号光量を増大させている点に特徴を有している。
- [0058] 図8(a)に示す光ケーブルモジュール4において、受光素子31の受光面における信号光の光強度分布と、光路変換ミラー40Dによって取り出される導波光分布領域との関係は、図8(b)に示すようなものとなる。すなわち、図8(b)から明らかなように、光ケーブルモジュール3では、光導波路30に屈曲がある場合とない場合との何れにおいても、受光素子31が光導波路30を伝達されてくる信号光のほぼ半分を受光できるように、光路変換ミラー40Dとコア部40Aの光軸とのなす角が設定される。この構成にすることによって、受光素子をさらに小さくすることが可能となり、通信速度を高

速化できる。

- [0059] 光導波路40において、光路変換ミラー40Dによって切り取られる信号光量を増大させる理由について、以下に詳細に説明する。
- [0060] 先ず、図9に、光導波路40において屈曲がない状態と、光導波路40において屈曲がある状態との、受光プロファイルを示す。図9において注目すべきは、光路変換ミラー40Dによって信号光が切り取られる領域が、光軸反射位置を境界としている点である。この場合、光導波路40における屈曲の有無に関わらず、光導波路40を伝達される信号光の約1/2が光路変換ミラー40Dによって切り取られる。
- [0061] すなわち、光ケーブルモジュール4では、光路変換ミラー40Dによって信号光が切り取られる領域の境界が、光軸反射位置とほぼ一致するように、光路変換ミラー40Dの傾斜角度 θ が設定されている。これにより、光路変換ミラー40Dによって切り取られる信号光量の変動が無くなり(もしくは低減し)、光導波路における屈曲の有無に関わらず受光光量を均一化することができる。
- [0062] 尚、光路変換ミラー40Dによって信号光が切り取られる領域の境界が、光軸反射位置と一致するためには、光路変換ミラー40Dの傾斜角度 θ が該光路変換ミラー40Dの臨界角と等しくなるようにすればよい。光導波路に通常使用される材料の屈折率を考慮すれば、光路変換ミラー40Dの傾斜角度 θ は50~60°に設定されることが好ましい。
- [0063] また、光ケーブルモジュール4における受光素子31は、実施の形態1と同様に、光導波路40に屈曲がある場合の受光プロファイルの中心と、該受光素子31の中心とを一致させることで、最小限の受光面積で、スポットサイズ不整合損失を生じさせることなく信号光を受光可能となる。
- [0064] また、図5(a)および図8(a)に示す光ケーブルモジュール3および4では、光路変換ミラーの傾斜角度 θ を適切に設定することで、該光路変換ミラーでの信号光の損失量を制御している。しかしながら、これ以外にも、図10に示すように、光導波路の光路変換ミラーを多層反射膜とすることによっても、損失量を制御することが可能である。多層反射膜とは、屈折率の異なる2種以上の薄膜を多層に積層して構成される膜であり、組み合わせる薄膜によって、高次モード成分を適当な量だけ損失させるこ

とができるため、図6や図9に示すような受光プロファイルを適宜得ることができる。

[0065] さらに、図11(a), (b)に示すように、光導波路の下クラッド層の底部(光路変換ミラーによる光の出射側)において遮断層(反射層、吸収層、または散乱層)や遮断溝を設けることによっても、任意に信号光の損失を制御することができ、図6や図9に示すような受光プロファイルを適宜得ることができる。

[0066] 以上のように、本実施の形態1および2に係る光ケーブルモジュールは、該光ケーブルモジュールの光導波路の形状変化に伴う、信号光の光量変動を抑制できる。このため、上記光ケーブルモジュールを機器内の基板間をデータ伝送するフレキシブル配線として好適に用いることができる。例えば、上記光ケーブルモジュールは、携帯電話のヒンジ部においてフレキシブル配線として用いることも可能となる。もちろん、本発明の光ケーブルモジュールの適用分野はこれだけにとどまらず、ノートパソコン、PDA、液晶TV、デスクトップモニタ、プリンタ、車載電装機器、サーバ、ルータ、試験機、その他の民生機器や汎用機器に使用することが可能である。

[0067] 以上のように、本発明に係る光ケーブルモジュールは、コア部と、上記コア部の光軸周りにコア部を囲んでなるクラッド層とを有すると共に、少なくとも一方の端部には、端面での光反射によって信号光の光路を変換する光路変換ミラーが形成されている光導波路と、上記光導波路の端部との相対的な位置関係が固定された受光素子とを備えており、上記受光素子の中心は、コア部の光軸断面中心を通過する光が光路変換ミラーによって反射されて受光面に到達する第1の位置とずらされて配置されている。

[0068] 上記光導波路に屈曲がある場合には、該光導波路を進行する信号光の角度分布が広がり、上記光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域が比較的大きく発生する。このため、屈曲が無い場合の受光プロファイルと、屈曲がある場合の受光プロファイルとを比較すると、屈曲がある場合の受光プロファイルの方が広くなるが、屈曲がある場合の受光プロファイルも光路変換ミラーによって領域が切り取られている側には広がらない。

[0069] このため、従来のように受光素子の中心を光軸反射中心に合わせたままで、光導波路に屈曲がある場合の受光プロファイルを含めるように受光素子の受光面を広げ

ると、光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域まで受光素子が広がる。このことは、光ケーブルモジュールにおける小型化の阻害要因となるとともに、受光素子の応答速度を低下させる要因ともなる。

- [0070] これに対し、上記の構成によれば、受光素子の中心が、コア部の光軸断面中心を通過する光が光路変換ミラーによって反射されて受光面に到達する第1の位置(光軸反射位置)とずらされて配置される。これにより、受光素子は、光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域をできるだけ含まないように少なくし、光導波路に屈曲がない場合の受光プロファイルと、光導波路に屈曲がある場合の受光プロファイルとをスポットサイズ不整合損失を生じさせることなく受光可能となる。
- [0071] また、上記光ケーブルモジュールにおいては、上記受光素子は、上記第1の位置に対して、上記光導波路の屈曲時における出力光の拡大方向にずらされている構成とすることができる。
- [0072] また、上記光ケーブルモジュールにおいては、上記受光素子の中心は、上記光導波路の屈曲時における出力光のスポット中心と一致するように配置されていることが好ましい。
- [0073] 上記の構成によれば、受光素子の中心を、光導波路に屈曲がある場合の受光プロファイルの中心と一致させることで、最小限の受光面積で上記の効果を得ることができる。
- [0074] また、上記光ケーブルモジュールにおいては、上記受光素子の中心は、上記光導波路の非屈曲時における出力光と上記光導波路の屈曲時における出力光との光強度がほぼ等しくなる位置に配置されている構成とすることができる。
- [0075] 上記光導波路において屈曲がない状態での信号光の光強度分布では、信号光の広がりが小さく、中央部での光強度が高くなる。一方、光導波路において屈曲がある状態での信号光の光強度分布では、信号光の広がりが大きく、中央部での光強度が低くなる。
- [0076] このような場合、屈曲がない場合の信号光の光強度分布と屈曲がある場合の信号光の光強度分布とは、その光強度が一致する箇所が存在する。上記の構成によれば、この光強度が一致する箇所に受光素子の中心がほぼ一致するように、受光素子

を配置する。これにより、受光素子による受光光量は、光導波路における屈曲の有無に関わらずほぼ均一となり、受光素子は、をスポットサイズ不整合損失を生じさせない。

[0077] また、本発明に係る他の光ケーブルモジュールは、コア部と、上記コア部の光軸周りにコア部を囲んでなるクラッド層とを有すると共に、少なくとも一方の端部には、端面での光反射によって信号光の光路を変換する光路変換ミラーが形成されている光導波路と、上記光導波路の端部との相対的な位置関係が固定された受光素子とを備えており、上記光路変換ミラーは、上記光導波路の出力光が該光導波路の屈曲の有無に関わらずほぼ均一となるように形成されている。

[0078] 上記の構成によれば、上記光導波路の出力光が該光導波路の屈曲の有無に関わらずほぼ均一となることから、上記受光素子における受光光量を均一化することができる。

[0079] また、上記光ケーブルモジュールにおいては、上記光路変換ミラーは、上記光導波路を伝達されてくる信号光のほぼ全てを受光素子に向けて出力する構成とすることができる。

[0080] また、上記光ケーブルモジュールにおいては、上記光路変換ミラーは、上記光導波路の端部を斜めに切断した端面にて形成されており、上記光路変換ミラーとコア部の光軸とのなす角が $37\sim 43^\circ$ の範囲に形成されていることが好ましい。

[0081] 上記の構成によれば、光導波路に屈曲が生じることによって信号光の角度分布が広がっても、光路変換損失を低減し、光導波路を伝達されてくる信号光のほぼ全てを受光素子に向けて出力することで、上記受光素子における受光光量を均一化することができる。

[0082] 光導波路を伝達されてくる信号光のほぼ全てを受光素子に向けて出力するには、光路変換ミラーの傾斜角度を小さく、例えば $37\sim 43^\circ$ の範囲に設定することで、該光路変換ミラーによって切り取られる信号光量を小さくし、光路変換損失を低減することができる。

[0083] また、上記光ケーブルモジュールにおいては、上記光路変換ミラーは、上記光導波路を伝達されてくる信号光のほぼ半分を受光素子に向けて出力する構成とすること

ができる。

- [0084] また、上記光ケーブルモジュールにおいては、上記光路変換ミラーは、上記光導波路の端部を斜めに切断した端面にて形成されており、上記光路変換ミラーとコア部の光軸とのなす角が $50\sim 60^\circ$ の範囲に形成されていることが好ましい。
- [0085] 上記の構成によれば、光導波路に屈曲が生じることによって信号光の角度分布が広がっても、光導波路を伝達されてくる信号光のほぼ半分を受光素子に向けて出力することで、上記受光素子における受光光量を均一化することができる。
- [0086] 光導波路を伝達されてくる信号光のほぼ半分を受光素子に向けて出力するには、光路変換ミラーの傾斜角度を大きく、例えば $50\sim 60^\circ$ の範囲に設定することで、該光路変換ミラーによって切り取られる信号光量を大きくし、光路変換損失を増大させる。

請求の範囲

- [1] コア部と、上記コア部の光軸周りにコア部を囲んでなるクラッド層とを有すると共に、少なくとも一方の端部には、端面での光反射によって信号光の光路を変換する光路変換ミラーが形成されている光導波路と、
- 上記光導波路の端部との相対的な位置関係が固定された受光素子とを備えており、
- 上記受光素子の中心は、コア部の光軸断面中心を通過する光が光路変換ミラーによって反射されて受光面に到達する第1の位置とずらされて配置されていることを特徴とする光ケーブルモジュール。
- [2] 上記受光素子は、上記第1の位置に対して、上記光導波路の屈曲時における出力光の拡大方向にずらされていることを特徴とする請求項1に記載の光ケーブルモジュール。
- [3] 上記受光素子の中心は、上記光導波路の屈曲時における出力光のスポット中心とほぼ一致するように配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光ケーブルモジュール。
- [4] 上記受光素子の中心は、上記光導波路の非屈曲時における出力光と上記光導波路の屈曲時における出力光との光強度がほぼ等しくなる位置に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光ケーブルモジュール。
- [5] コア部と、上記コア部の光軸周りにコア部を囲んでなるクラッド層とを有すると共に、少なくとも一方の端部には、端面での光反射によって信号光の光路を変換する光路変換ミラーが形成されている光導波路と、
- 上記光導波路の端部との相対的な位置関係が固定された受光素子とを備えており、
- 上記光路変換ミラーは、上記光導波路の出力光の強度が該光導波路の屈曲の有無に関わらずほぼ均一となるように形成されていることを特徴とする光ケーブルモジュール。
- [6] 上記受光素子が上記光導波路を伝達されてくる信号光のほぼ全てを受光するように、上記光路変換ミラーとコア部の光軸とのなす角が設定されていることを特徴とす

る請求項5に記載の光ケーブルモジュール。

- [7] 上記光路変換ミラーは、上記光導波路の端部を斜めに切断した端面にて形成されており、
上記光路変換ミラーとコア部の光軸とのなす角が $37\sim 43^\circ$ の範囲に形成されていることを特徴とする請求項1または5に記載の光ケーブルモジュール。
- [8] 上記受光素子が上記光導波路を伝達されてくる信号光のほぼ半分を受光するように、上記光路変換ミラーとコア部の光軸とのなす角が設定されていることを特徴とする請求項5に記載の光ケーブルモジュール。
- [9] 上記光路変換ミラーは、上記光導波路の端部を斜めに切断した端面にて形成されており、
上記光路変換ミラーとコア部の光軸とのなす角が $50\sim 60^\circ$ の範囲に形成されていることを特徴とする請求項8に記載の光ケーブルモジュール。
- [10] 上記受光素子は、上記光導波路の屈曲時における出力光の拡大方向に長手軸を有する形状であることを特徴とする請求項1または5に記載の光ケーブルモジュール。
- [11] 上記請求項1ないし10の何れかに記載の光ケーブルモジュールを備えていることを特徴とする機器。

補正書の請求の範囲

[2007年5月8日 (08. 05. 2007) 国際事務局受理]

[1] (補正後) コア部と、上記コア部の光軸周りにコア部を囲んでなるクラッド層とを有すると共に、少なくとも一方の端部には、端面での光反射によって信号光の光路を変換する光路変換ミラーが形成されている光導波路と、

上記光導波路の端部との相対的な位置関係が固定された受光素子とを備えており、

上記受光素子の中心は、コア部の光軸断面中心を通過する光が光路変換ミラーによって反射されて受光面に到達する第1の位置とずらされて配置されており、

上記光導波路の屈折時における上記光路変換ミラーによって信号光が切り取られる領域の境界と上記受光素子の受光面の境界とが近接するように、上記受光素子が上記光導波路の屈折時における出力光の拡大方向にずらされて配置されていることを特徴とする光ケーブルモジュール。

[2] (削除)

[3] (補正後) コア部と、上記コア部の光軸周りにコア部を囲んでなるクラッド層とを有すると共に、少なくとも一方の端部には、端面での光反射によって信号光の光路を変換する光路変換ミラーが形成されている光導波路と、

上記光導波路の端部との相対的な位置関係が固定された受光素子とを備えており、

上記受光素子の中心は、コア部の光軸断面中心を通過する光が光路変換ミラーによって反射されて受光面に到達する第1の位置とずらされて配置されており、

上記受光素子の中心は、上記光導波路の屈曲時における出力光のスポット中心とほぼ一致するように配置されていることを特徴とする光ケーブルモジュール。

[4] (補正後) コア部と、上記コア部の光軸周りにコア部を囲んでなるクラッド層とを有すると共に、少なくとも一方の端部には、端面での光反射によって信号光の光路を変換する光路変換ミラーが形成されている光導波路と、

上記光導波路の端部との相対的な位置関係が固定された受光素子とを備えており、

上記受光素子の中心は、コア部の光軸断面中心を通過する光が光路変換ミラーによって反射されて受光面に到達する第1の位置とずらされて配置されており、

上記受光素子の中心は、上記光導波路の非屈曲時における出力光と上記光導波路の屈曲時における出力光との光強度がほぼ等しくなる位置に配置されていることを特徴

とする光ケーブルモジュール。

[5] (削除)

[6] (削除)

[7] (補正後) 上記光路変換ミラーは、上記光導波路の端部を斜めに切断した端面にて形成されており、

上記光路変換ミラーとコア部の光軸とのなす角が $37 \sim 43^\circ$ の範囲に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の光ケーブルモジュール。

[8] (削除)

[9] (補正後) 上記光路変換ミラーは、上記光導波路の端部を斜めに切断した端面にて形成されており、

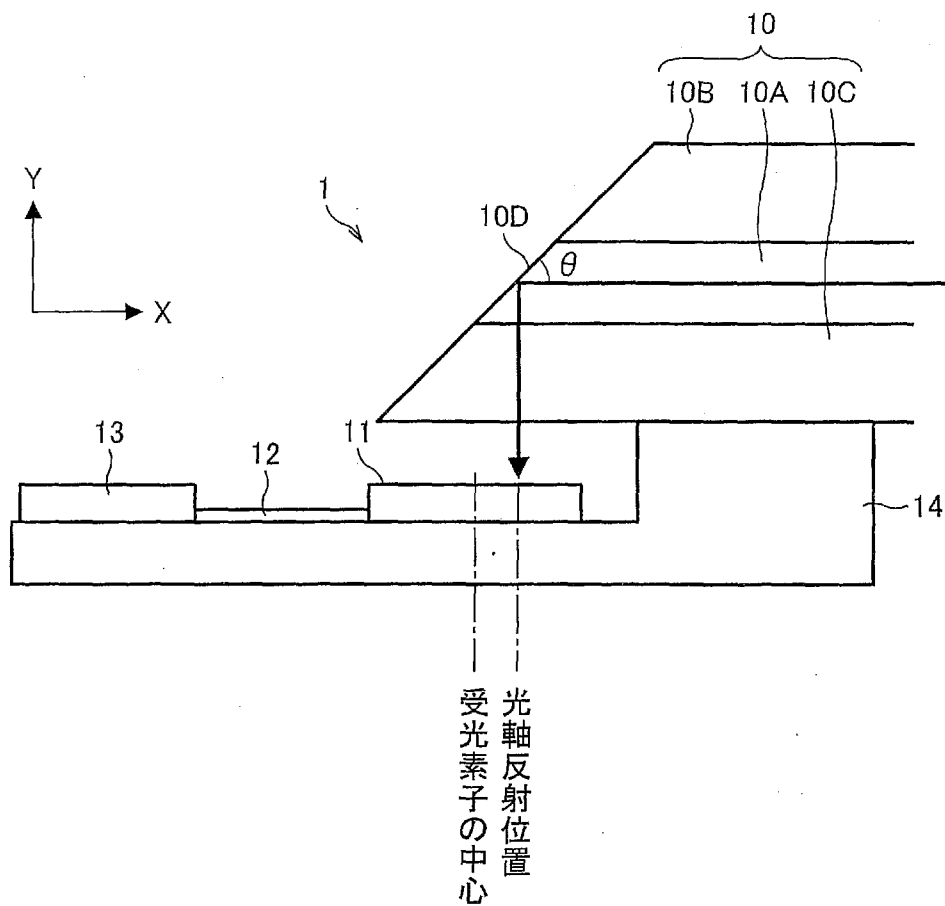
上記光路変換ミラーとコア部の光軸とのなす角が $50 \sim 60^\circ$ の範囲に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の光ケーブルモジュール。

[10] (補正後) 上記受光素子は、上記光導波路の屈曲時における出力光の拡大方向に長手軸を有する形状であることを特徴とする請求項1, 3, 4の何れかに記載の光ケーブルモジュール。

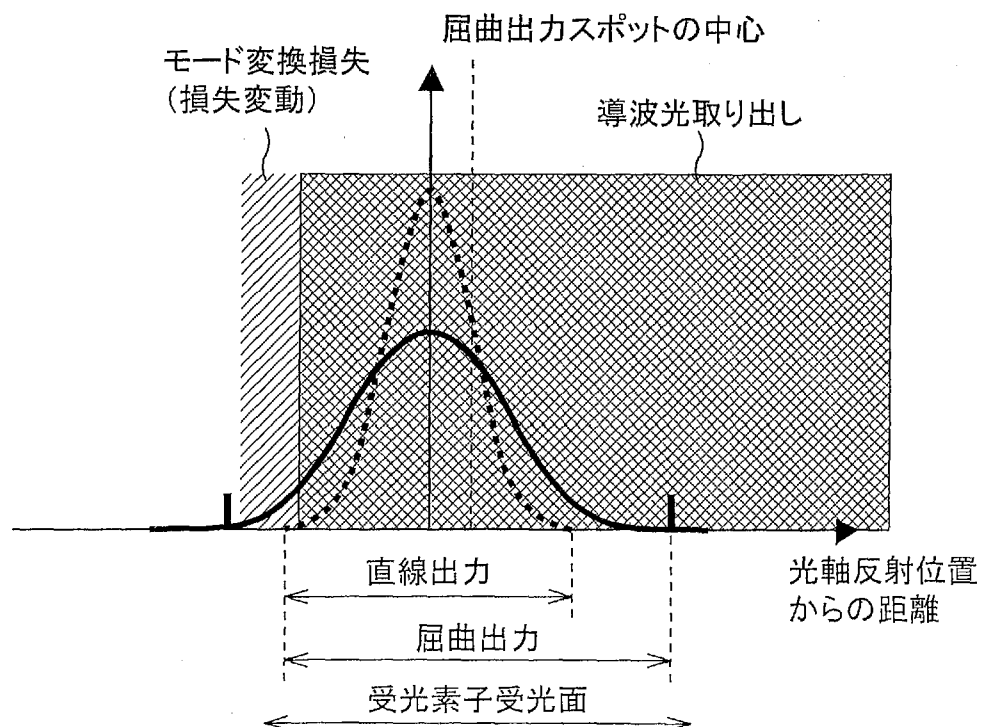
[11] (補正後) 上記請求項1, 3, 4, 7, 9, 10の何れかに記載の光ケーブルモジュールを備えていることを特徴とする機器。

[図1]

(a)

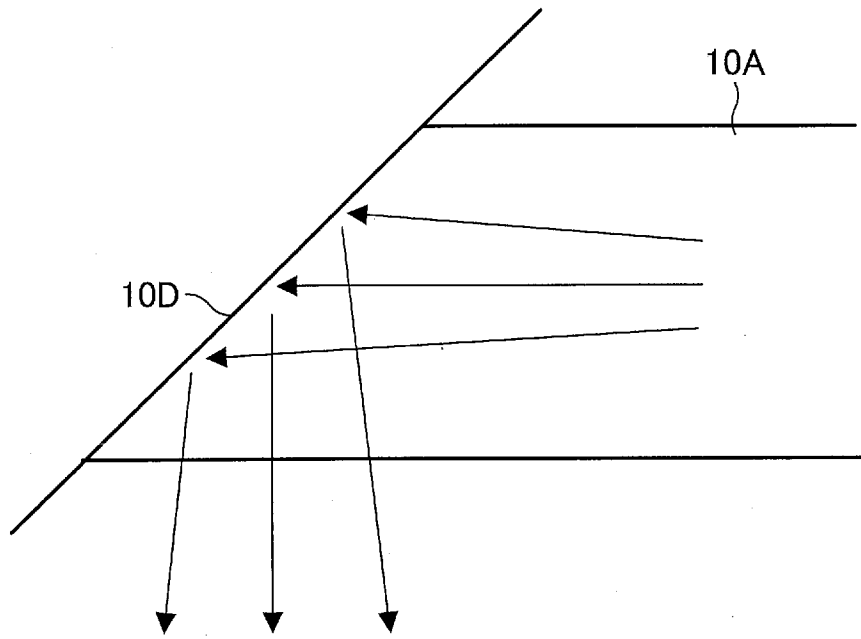


(b)

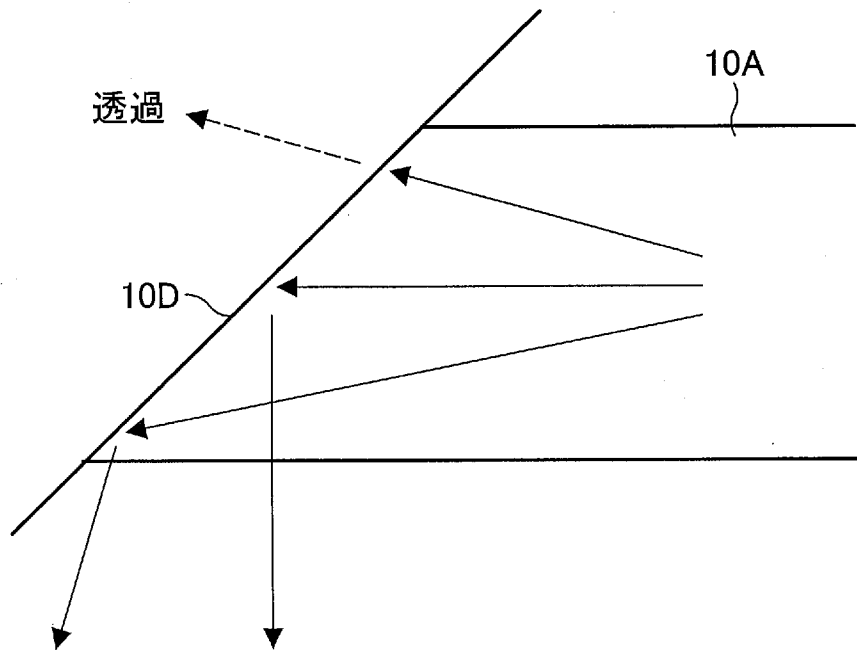


[圖2]

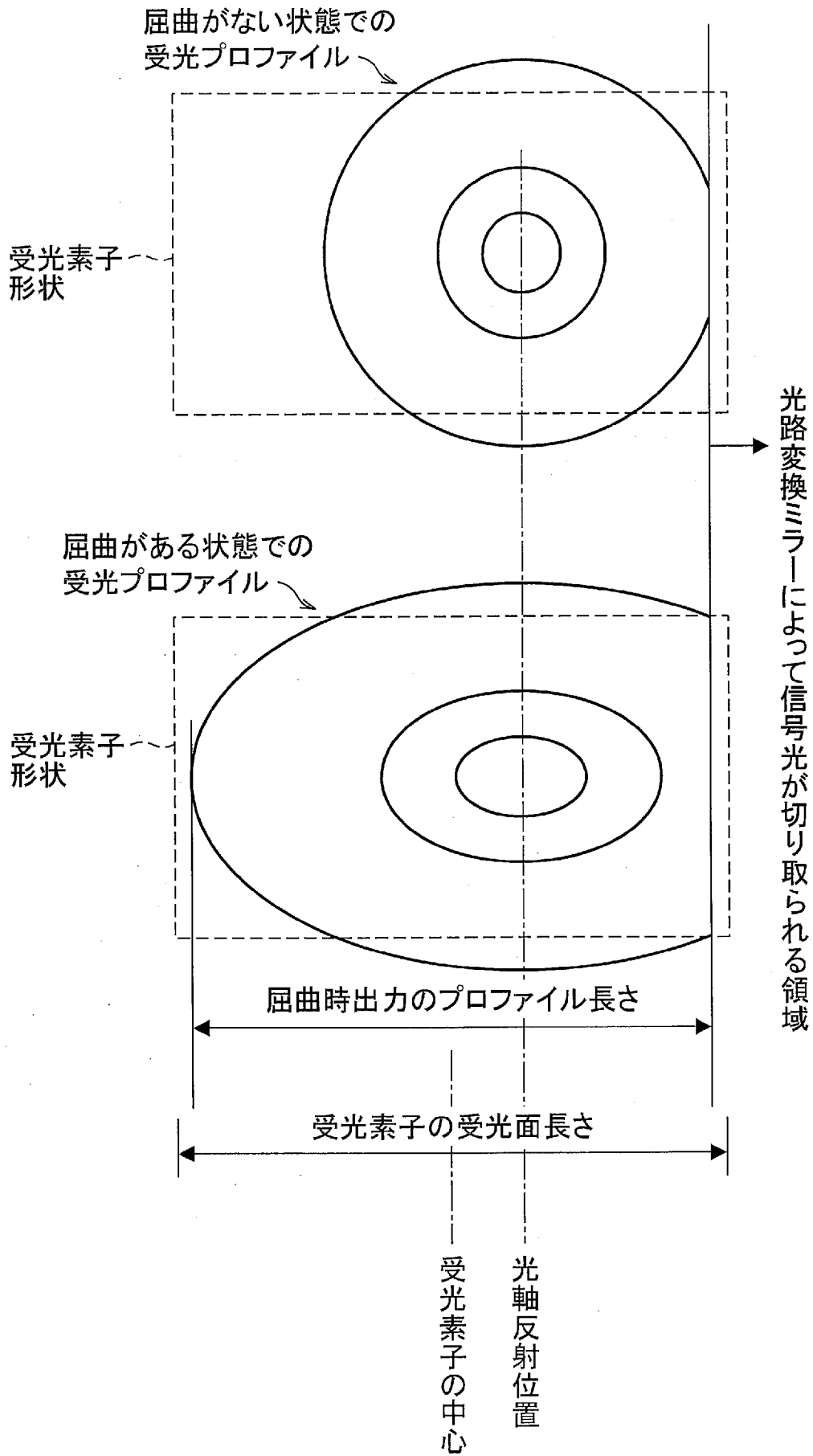
(a)



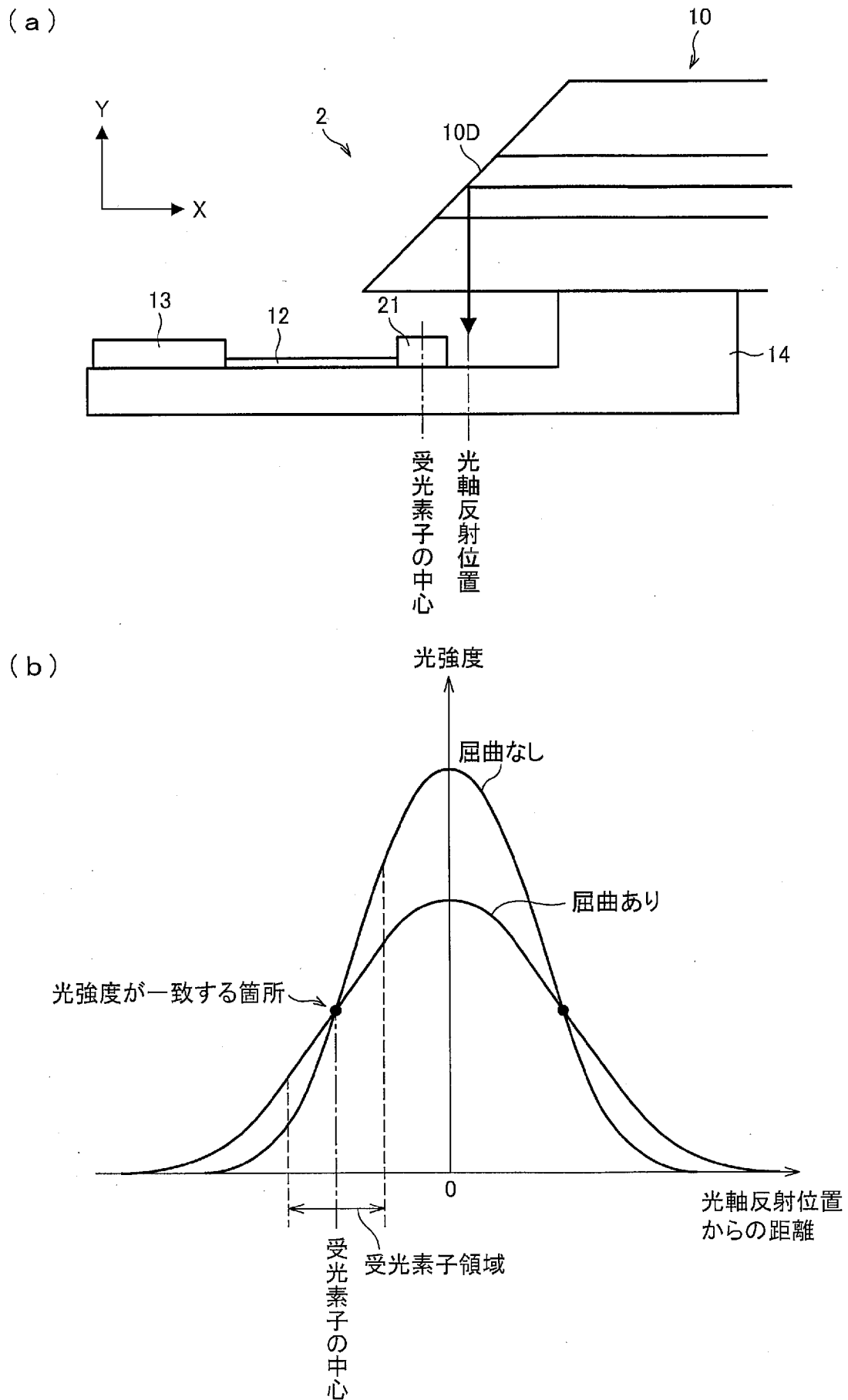
(b)



[図3]

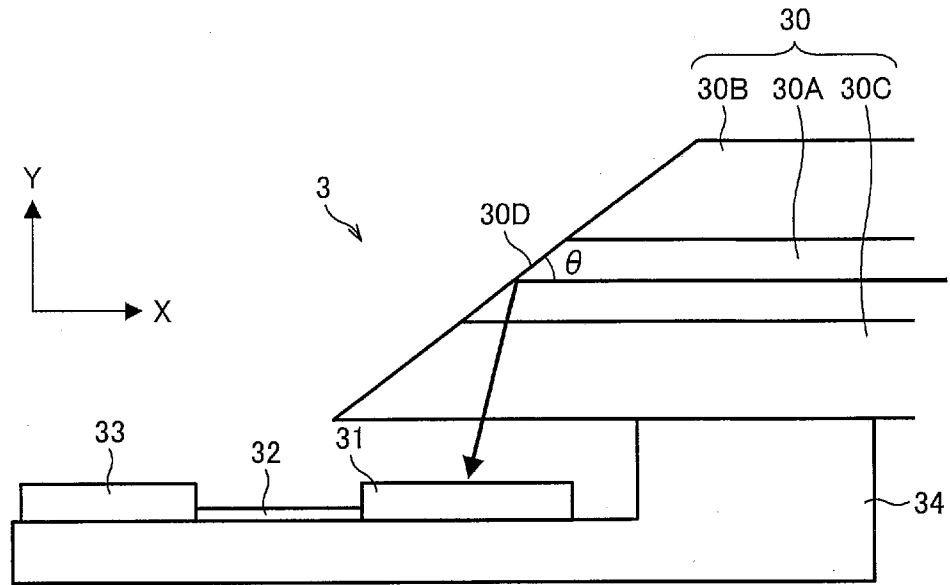


[図4]

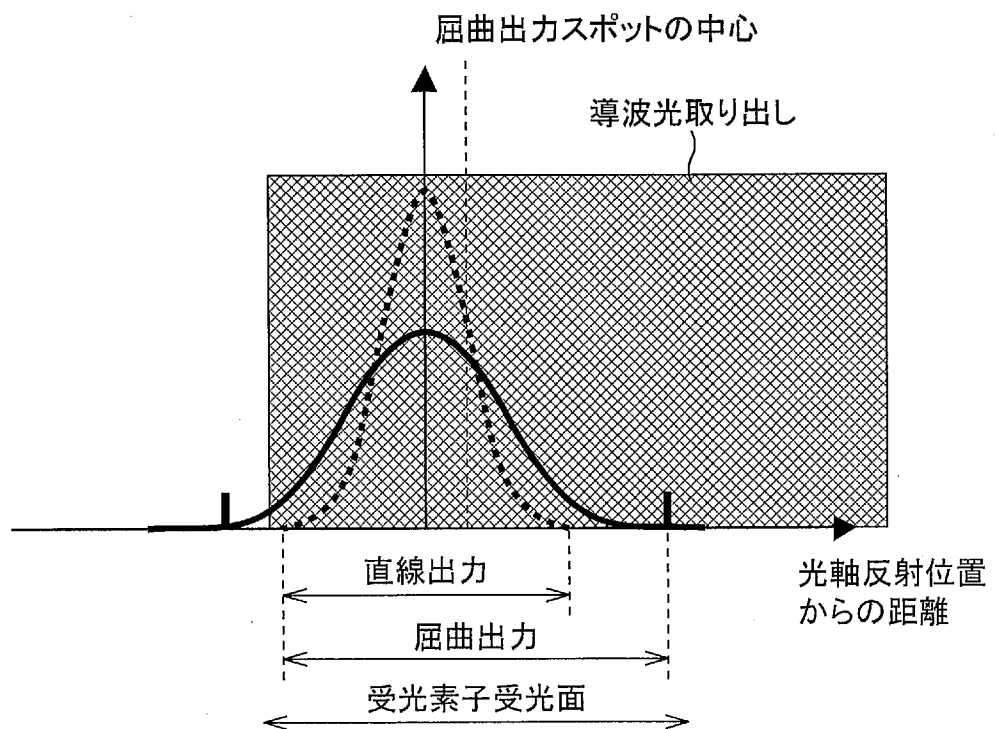


[図5]

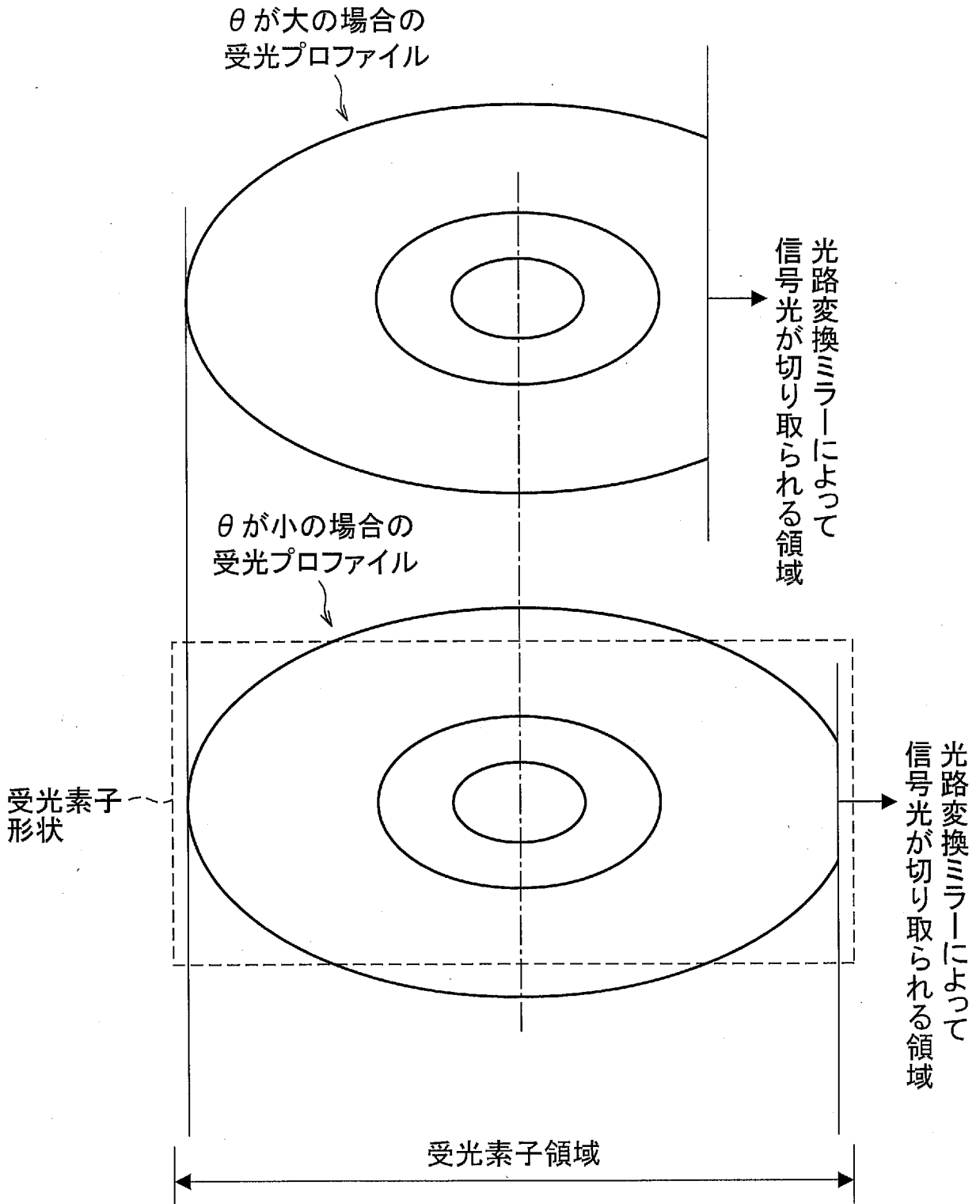
(a)



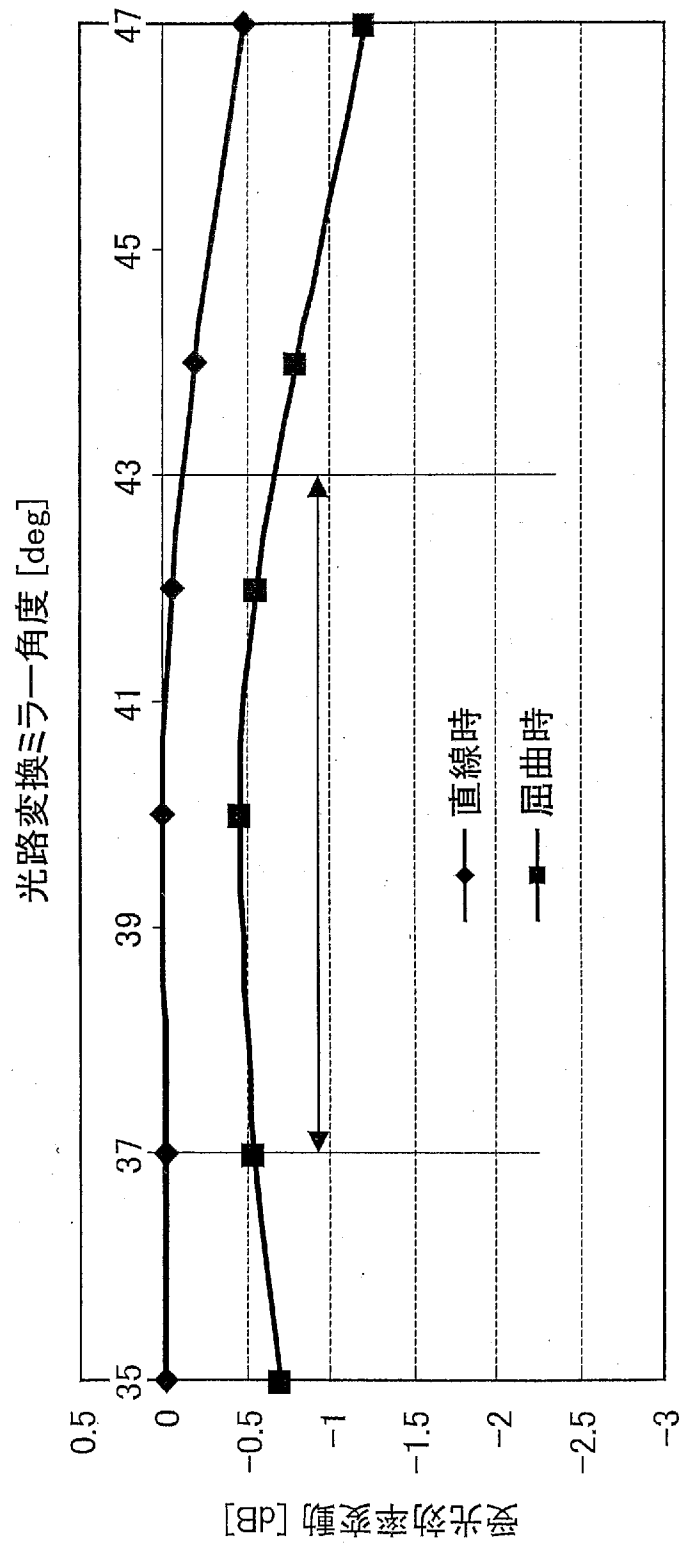
(b)



[図6]

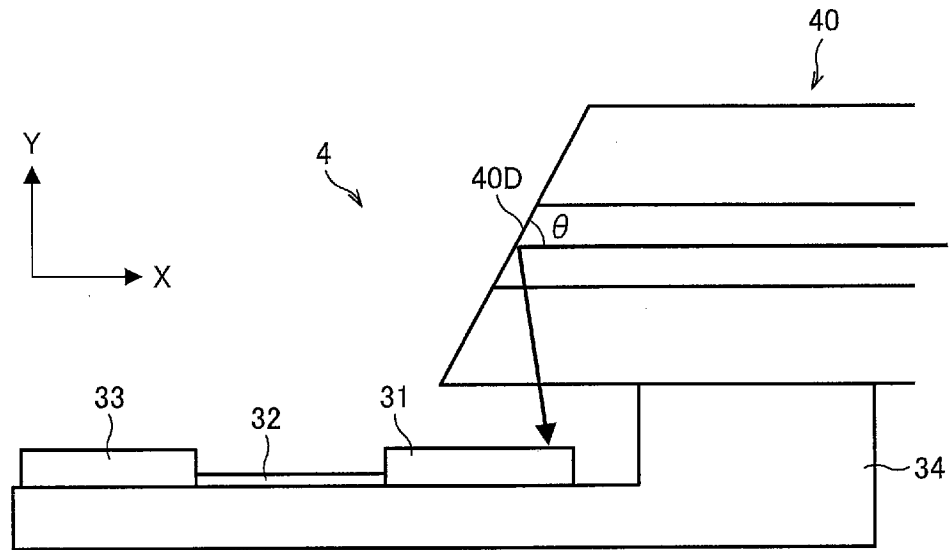


[図7]

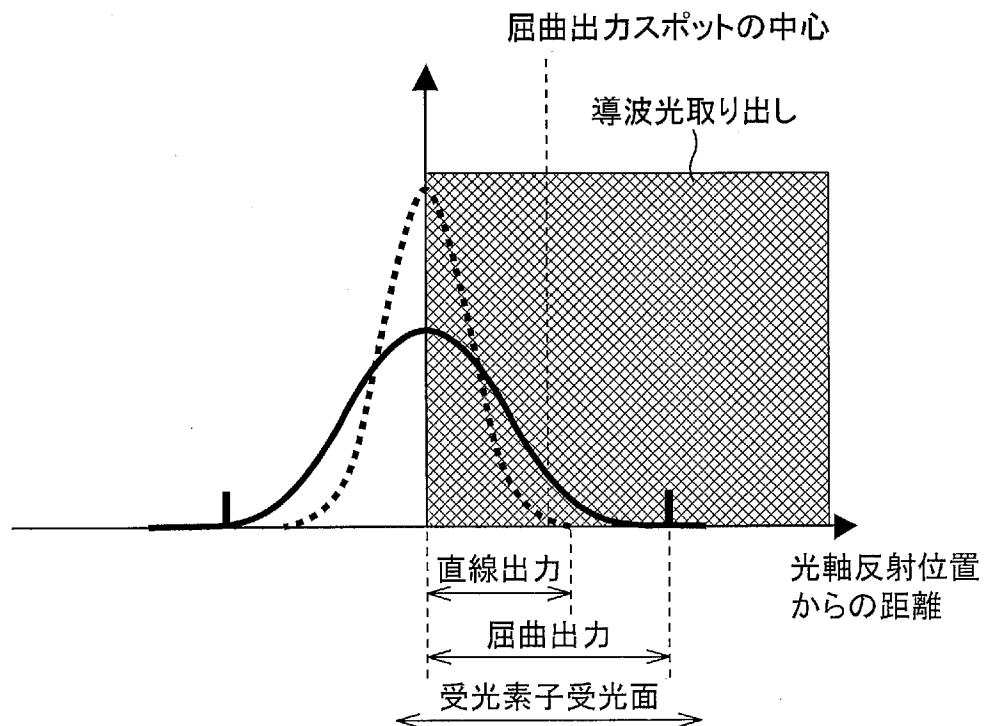


[図8]

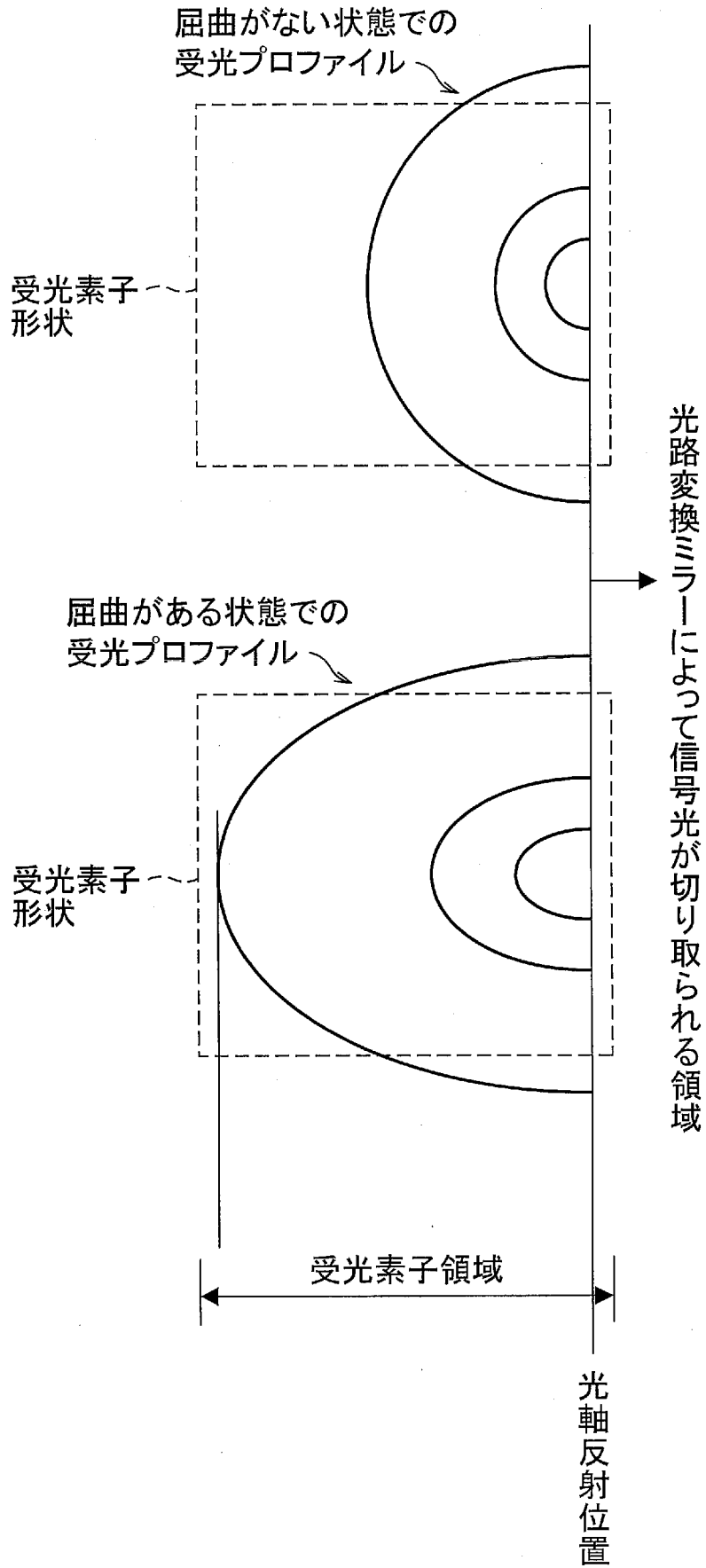
(a)



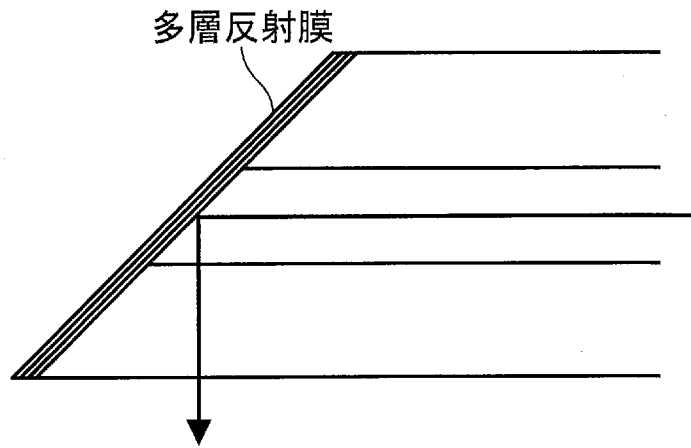
(b)



[図9]

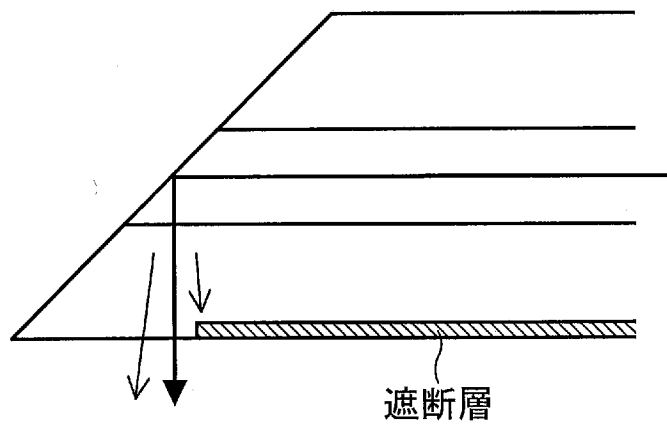


[図10]

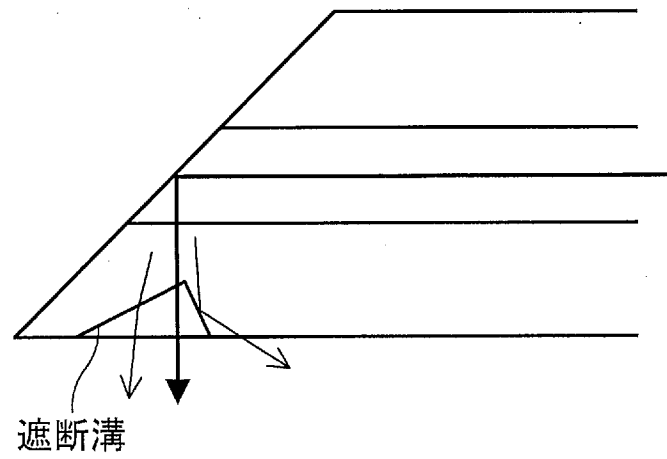


[図11]

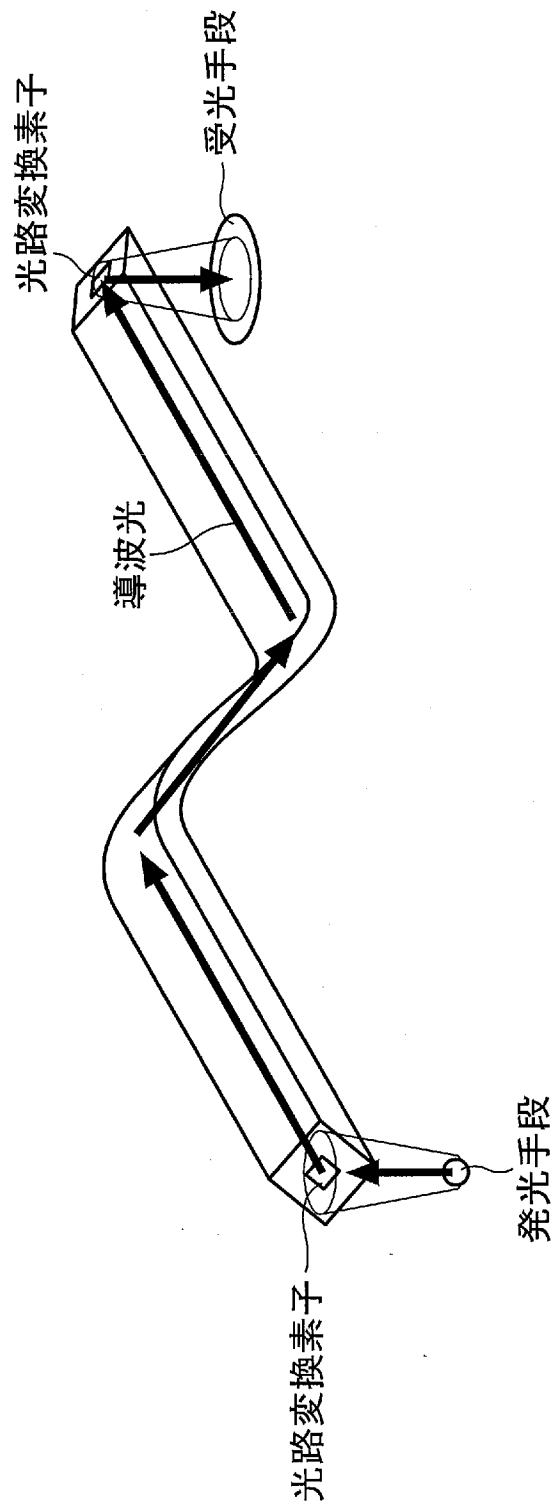
(a)



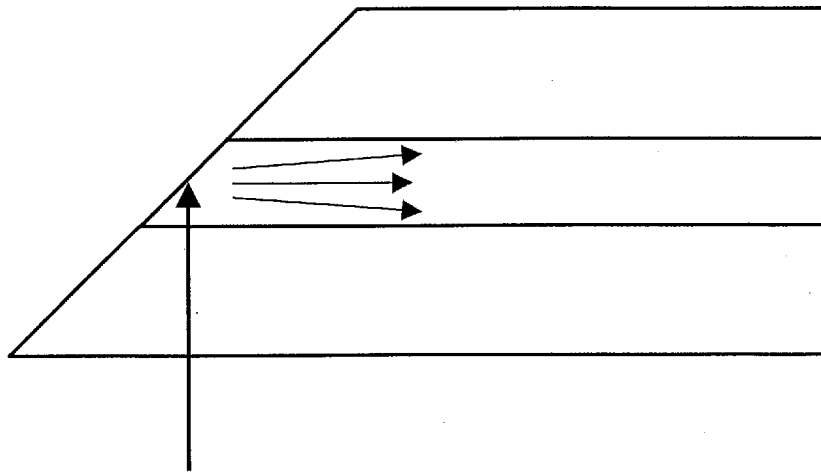
(b)



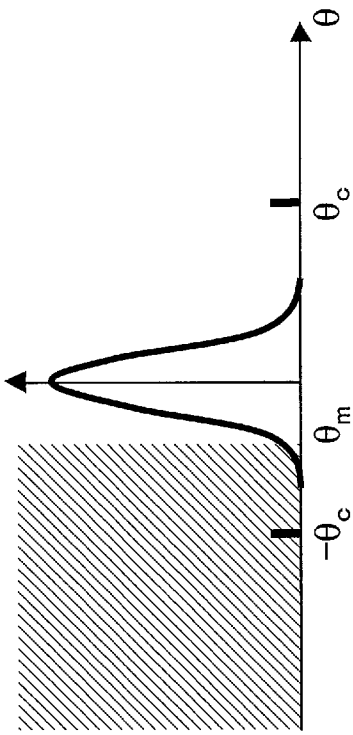
[図12]



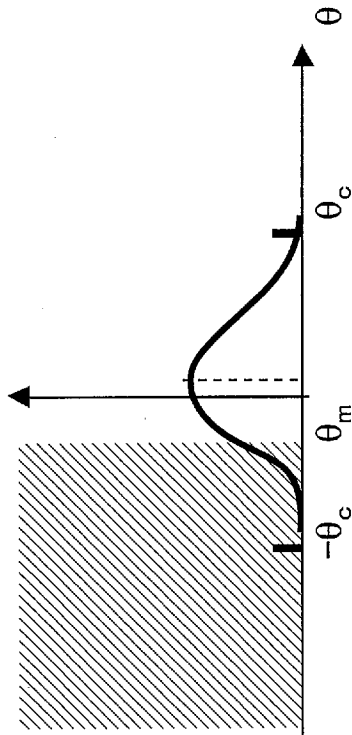
[図13]



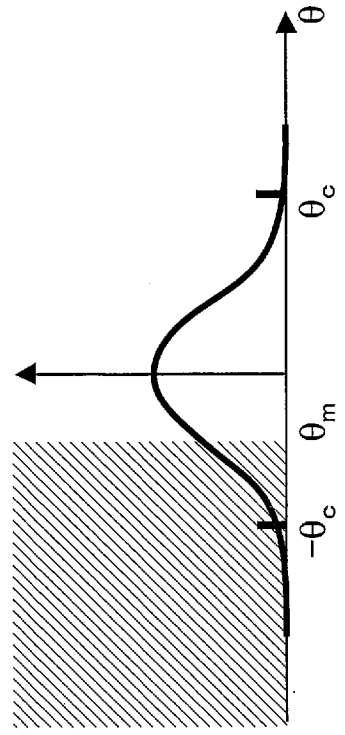
[図14]



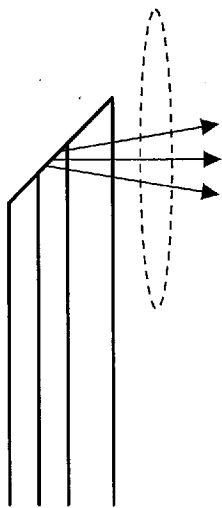
(b)



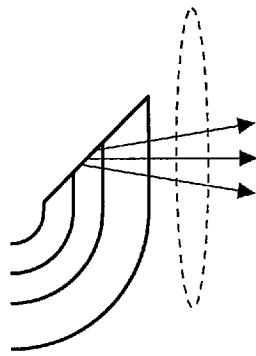
(d)



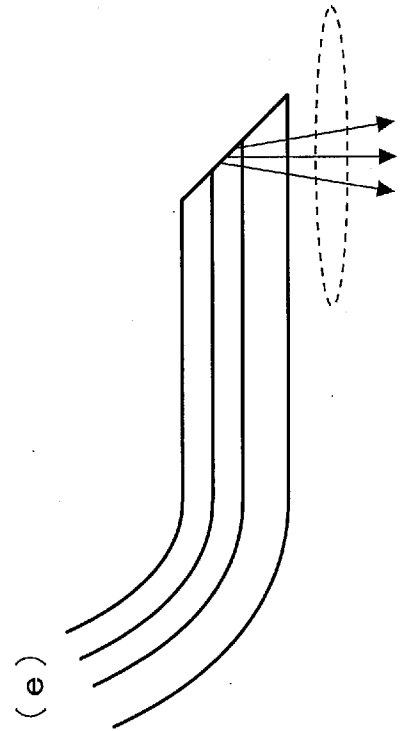
(f)



(a)

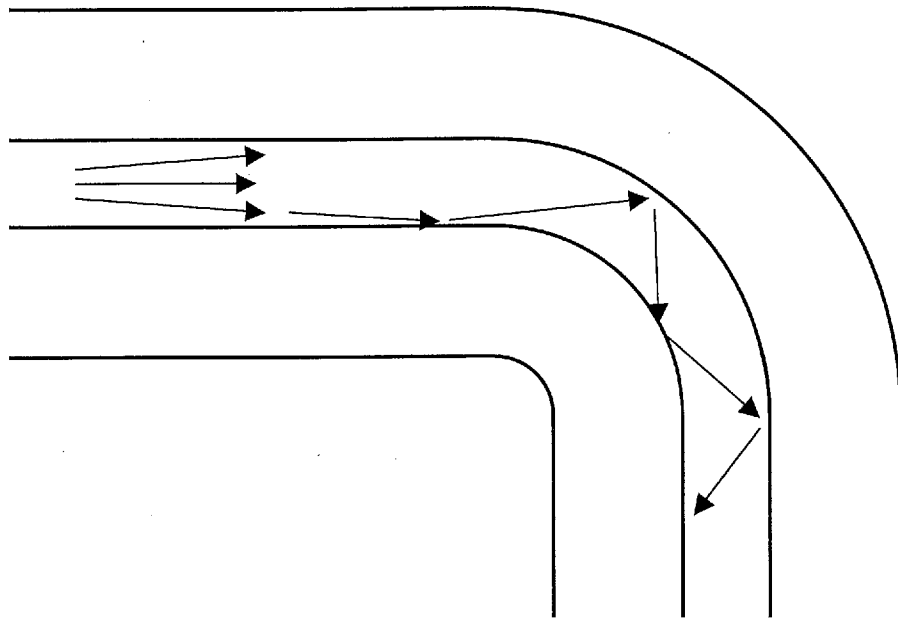


(c)



(e)

[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/050268

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B6/42(2006.01) i, G02B6/122(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)
G02B6/00-6/43, H01L31/0232

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 1996-2007
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JST7580 (JDream2), JSTPlus (JDream2)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 11-23894 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 29 January, 1999 (29.01.99), Par. Nos. [0017] to [0027]; Fig. 1 (Family: none)	1-3, 11 4-10
X A	JP 2003-207694 A (NEC Corp.), 25 July, 2003 (25.07.03), Par. Nos. [0007] to [0009]; Figs. 5, 6 & US 2003/138223 A1	1-3, 11 4-10
X A	JP 2000-171671 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 23 June, 2000 (23.06.00), Par. Nos. [0095] to [0098]; Figs. 11, 12 & US 6547451 B1 & EP 1008880 A3	1-3, 11 4-10

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
06 February, 2007 (06.02.07)

Date of mailing of the international search report
20 February, 2007 (20.02.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/050268

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2005-164801 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 23 June, 2005 (23.06.05), Par. No. [0021]; Fig. 4 (Family: none)	1, 2, 11 3-10
X A	JP 4-340509 A (Fujitsu Ltd.), 26 November, 1992 (26.11.92), Par. Nos. [0007], [0019] to [0025], [0050], [0052]; Figs. 1, 3, 8, 10 (Family: none)	1, 5-7, 10, 11 1-4, 8, 9
X A	US 2003/10904 A1 (LUO, X.S.), 16 January, 2003 (16.01.03), Par. Nos. [0043], [0076]; Figs. 4, 5 & US 2003/10905 A1	5-11 1-4
X A	JP 55-48718 A (Austlian Telecommunications Commission), 08 April, 1980 (08.04.80), Full text; Figs. 25 to 28 & US 4381882 A & DE 2938649 A & AU 5084179 A	5-11 1-4
X A	JP 11-26783 A (NEC Corp.), 29 January, 1999 (29.01.99), Par. Nos. [0019] to [0021]; Fig. 5 & US 6062741 A	5-7, 10, 11 1-4, 8, 9
X A	JP 2-167508 A (Fujitsu Ltd.), 27 June, 1990 (27.06.90), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	5-7, 10, 11 1-4, 8, 9
X A	JP 2000-9968 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 January, 2000 (14.01.00), Par. No. [0033]; Fig. 3 (Family: none)	5-7, 10, 11 1-4, 8, 9
X A	JP 61-68212 U (Yokogawa-Hewlett-Packard, Ltd.), 10 May, 1986 (10.05.86), Full text; Figs. 1, 2 & EP 177928 A1	5, 6, 10, 11 1-4, 7-9
X A	JP 4-30581 A (Fujitsu Ltd.), 03 February, 1992 (03.02.92), Page 3, upper left column, lines 13 to 19; Fig. 1 (Family: none)	5, 6, 10, 11 1-4, 7-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/050268

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2001-166186 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 June, 2001 (22.06.01), Par. No. [0050]; Fig. 2 (Family: none)	5, 6, 10, 11 1-4, 7-9
X A	JP 2001-242331 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 07 September, 2001 (07.09.01), Par. Nos. [0006] to [0010]; Fig. 1 (Family: none)	5, 6, 10, 11 1-4, 7-9
X A	US 2004/202478 A1 (MELCHIOR, L.), 14 October, 2004 (14.10.04), Par. Nos. [0034], [0041], [0042]; Fig. 4 & DE 10307763 A	5, 8, 9, 11 1-4, 6, 7, 10
X A	JP 2003-295000 A (NGK Insulators, Ltd.), 15 October, 2003 (15.10.03), Par. No. [0049]; Figs. 4, 6 (Family: none)	5, 8, 9, 11 1-4, 6, 7, 10
X A	JP 2003-294992 A (NGK Insulators, Ltd.), 15 October, 2003 (15.10.03), Par. No. [0049]; Fig. 4 (Family: none)	5, 8, 9, 11 1-4, 6, 7, 10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B6/42(2006.01)i, G02B6/122(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B6/00-6/43, H01L31/0232			
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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) JST7580(JDream2), JSTPlus(JDream2)			
C. 関連すると認められる文献			
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 請求の範囲の番号	
X A	JP 11-23894 A (沖電気工業株式会社) 1999.01.29 段落【0017】 - 【0027】, 第1図 (ファミリーなし)	1-3, 11 4-10	
X A	JP 2003-207694 A (日本電気株式会社) 2003.07.25 段落【0007】 - 【0009】, 第5,6図 & US 2003/138223 A1	1-3, 11 4-10	
X A	JP 2000-171671 A (松下電器産業株式会社) 2000.06.23 段落【0095】 - 【0098】, 第11,12図 & US 6547451 B1 & EP 1008880 A3	1-3, 11 4-10	
<input checked="" 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 「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 「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 「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) 「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 「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 「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 「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 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 06.02.2007		国際調査報告の発送日 20.02.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) ▲高▼ 芳徳	2 X 9 8 1 3
		電話番号 03-3581-1101	内線 3294

C (続き) . 関連すると認められる文献		
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 請求の範囲の番号
X A	JP 2005-164801 A (日本電信電話株式会社) 2005.06.23 段落【0021】，第4図 (ファミリーなし)	1, 2, 11 3-10
X A	JP 4-340509 A (富士通株式会社) 1992.11.26 段落【0007】，【0019】 - 【0025】，【0050】 【0052】，第1, 3, 8, 10 図 (ファミリーなし)	1, 5-7, 10, 11 1-4, 8, 9
X A	US 2003/10904 A1 (LUO, X. S.) 2003.01.16 段落 [0043], [0076]，第4, 5 図 & US 2003/10905 A1	5-11 1-4
X A	JP 55-48718 A (オーストラリアン テレコミュニケーションズ コミッション) 1980.04.08 全文，第25-28 図 & US 4381882 A & DE 2938649 A & AU 5084179 A	5-11 1-4
X A	JP 11-26783 A (日本電気株式会社) 1999.01.29 段落【0019】 - 【0021】，第5 図 & US 6062741 A	5-7, 10, 11 1-4, 8, 9
X A	JP 2-167508 A (富士通株式会社) 1990.06.27 全文，第1-9 図 (ファミリーなし)	5-7, 10, 11 1-4, 8, 9
X A	JP 2000-9968 A (松下電器産業株式会社) 2000.01.14 段落【0033】，第3 図 (ファミリーなし)	5-7, 10, 11 1-4, 8, 9
X A	JP 61-68212 U (横河・ヒューレット・パツカード株式会社) 1986.05.10 全文，第1, 2 図 & EP 177928 A1	5, 6, 10, 11 1-4, 7-9
X A	JP 4-30581 A (富士通株式会社) 1992.02.03 第3 頁左上欄 13-19 行，第1 図 (ファミリーなし)	5, 6, 10, 11 1-4, 7-9
X A	JP 2001-166186 A (松下電器産業株式会社) 2001.06.22 段落【0050】，第2 図 (ファミリーなし)	5, 6, 10, 11 1-4, 7-9
X A	JP 2001-242331 A (日本電信電話株式会社) 2001.09.07 段落【0006】 - 【0010】，第1 図 (ファミリーなし)	5, 6, 10, 11 1-4, 7-9
X A	US 2004/202478 A1 (MELCHIOR, L.) 2004.10.14 段落 [0034], [0041], [0042]，第4 図 & DE 10307763 A	5, 8, 9, 11 1-4, 6, 7, 10

C (続き) . 関連すると認められる文献		
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 請求の範囲の番号
X A	JP 2003-295000 A (日本碍子株式会社) 2003. 10. 15 段落【0049】 , 第 4, 6 図 (ファミリーなし)	5, 8, 9, 11 1-4, 6, 7, 10
X A	JP 2003-294992 A (日本碍子株式会社) 2003. 10. 15 段落【0049】 , 第 4 図 (ファミリーなし)	5, 8, 9, 11 1-4, 6, 7, 10