

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4905252号
(P4905252)

(45) 発行日 平成24年3月28日 (2012.3.28)

(24) 登録日 平成24年1月20日 (2012.1.20)

(51) Int. Cl. F I
GO 2 B 6/42 (2006.01) GO 2 B 6/42
HO 1 S 5/022 (2006.01) HO 1 S 5/022
HO 1 L 31/02 (2006.01) HO 1 L 31/02 B

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-136429 (P2007-136429)	(73) 特許権者	000005120
(22) 出願日	平成19年5月23日 (2007.5.23)		日立電線株式会社
(65) 公開番号	特開2008-292641 (P2008-292641A)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(43) 公開日	平成20年12月4日 (2008.12.4)	(74) 代理人	100068021
審査請求日	平成21年7月17日 (2009.7.17)		弁理士 絹谷 信雄
		(72) 発明者	石神 良明
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
			日立電線株式会社内
		審査官	奥村 政人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

セラミック基板の複数箇所に実装され上記セラミック基板表面に垂直な光軸を有する光半導体素子と、

各光半導体素子の光軸上に共通の反射光軸を有する反射面が形成された分割レンズブロックと、

各分割レンズブロック間を上記反射光軸方向に隔てる隙間とを備え、

上記分割レンズブロックは、それぞれ上記セラミック基板に取り付けられていることを特徴とする光通信モジュール。

【請求項2】

上記分割レンズブロックは、それぞれ上記隙間に臨む面が上記反射光軸に対して直角より傾斜していることを特徴とする請求項1記載の光通信モジュール。

【請求項3】

上記隙間に、上記分割レンズブロックより軟らかく、空気に比べて上記分割レンズブロックに屈折率が近い充填材が充填されていることを特徴とする請求項1又は2記載の光通信モジュール。

【請求項4】

上記分割レンズブロックは、それぞれ個別の高さ調整用スペーサを介して上記セラミック基板に取り付けられていることを特徴とする請求項1～3いずれか記載の光通信モジュール。

【請求項 5】

セラミック基板の複数箇所に実装され上記セラミック基板に垂直な光軸を有する光半導体素子と、

各光半導体素子の光軸上に共通の反射光軸を有する反射面が形成されたレンズブロックと、

該レンズブロックの上記セラミック基板と反対側面に形成された割り溝とを備え、
上記レンズブロックは、上記セラミック基板に取り付けられていることを特徴とする光通信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、温度による光軸ずれが少ない光通信モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

光通信モジュールにあつては、送信用の発光素子と受信用の受光素子など、複数の光半導体素子を備えることが多い。このような複数の光半導体素子を備える光通信モジュールには、送信用の光ファイバと受信用の光ファイバなど、複数本の光伝送用光ファイバが装備されるか又は光コネクタで光ファイバに接続可能に構成される。

【0003】

【特許文献 1】特許 3 1 3 4 8 5 0 号公報

20

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 3 0 6 1 1 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明者は、上記複数本の光伝送用光ファイバをより少なく集約して、1本の光伝送用光ファイバに複数の光半導体素子からの光を伝送させる構成を検討中である。

【0005】

例えば、図 6 に示した検討中の光通信モジュール 6 1 は、セラミック基板 2 の複数箇所に実装され上記セラミック基板 2 に垂直な光軸を有する光半導体素子 3 と、各光半導体素子 3 の光軸上に共通の反射光軸を有する反射面が形成されたレンズブロック 6 2 とを備える。

30

【0006】

レンズブロック 6 2 は、セラミック基板 2 に対して垂直な端面に上記反射光軸上に位置する対外用レンズ 7 c が形成され、セラミック基板 2 に対して平行な底面に、各光半導体素子 3 (3 a , 3 b) の光軸上に位置する対光半導体素子用レンズ 7 (7 a , 7 b) が形成され、反射光軸と各光半導体素子 3 の光軸との交差位置にそれぞれ反射面 4 が形成されたものである。

【0007】

ここでは、光半導体素子 3 は、発光素子 3 a と受光素子 3 b とする。

【0008】

40

反射光軸上、端面 (レンズブロック 6 2 の図示右側の面) に近い位置に送信光のみ選択的に反射する発光素子用反射面 4 a が形成され、端面から遠い位置に受信光を反射する受光素子用反射面 4 b が形成されるものとする。各反射面 4 (4 a , 4 b) は、セラミック基板 2 に対して 4 5 度の傾斜を有する。

【0009】

そして、発光素子用反射面 4 a には、発光素子 3 a の送信光 (波長 1) のみを選択的に反射し、受光素子 3 b で受光する受信光 (波長 2) は透過させる光学フィルタ 1 6 が設置されている。ここで、波長 1 と波長 2 の波長が異なり、光学フィルタ 1 6 は波長に応じて反射させたり透過させたりする機能を有すればよく、本実施形態では多層膜フィルタを用いている。

50

【0010】

ところで、レンズブロック62は、アクリル系樹脂、PC（ポリカーボネイト）系樹脂、COP（シクロオレフィンポリマ）系樹脂、PEI（ポリエーテルイミド）などを主材料としており、温度膨張係数が例えば、60ppm/である。一方、セラミック基板2は、セラミックを主材料としており、温度膨張係数が例えば7ppm/である。つまり、レンズブロック62とセラミック基板2とで、温度膨張係数が大きく異なる。

【0011】

これに対して、光通信モジュール61の使用温度範囲は、例えば、0～80である。このため、レンズブロック62とセラミック基板2は、使用温度範囲の上限と下限とで顕著な寸法の相違を生じる。具体例で示すと、常温（20）にて、レンズブロック62における対光半導体素子用レンズ7の間隔L1が5mmとし、セラミック基板2における光半導体素子3の間隔L2が5mmとする。温度が70になると、レンズ間隔L1の増加分L1と素子間隔L2の増加分L2の差は、

$$\begin{aligned} L1 - L2 &= (60 - 7) \text{ ppm/} \times (80 - 20) \times 5 \text{ mm} \\ &= 0.0159 \text{ mm} (15.9 \mu\text{m}) \end{aligned}$$

となる。つまり、80では、20のときと比較してレンズ間隔L1と素子間隔L2が約16μmも違うことになる。

【0012】

コア径（直径）50μmのマルチモード光ファイバを使用したとすると、マルチモード光ファイバから直径（）40μmの光ビームが出射される（図8参照）。この光ビームを対受光素子用レンズ7bを用いて1：1の結像をした場合、受光素子3bには光ビームが40μmのスポットサイズで入射する。

【0013】

これに対し、伝送速度10Gbit/secクラスの光通信に用いられる受光素子3bの一例であるフォトダイオード（PD）の受光径（直径）は、現状60μmである。したがって、発光素子3aの一例であるVCSEL（面発光レーザ）の光軸が対光半導体素子用レンズ7の光軸に対し温度によらず固定的に一致していると仮定すると、80においてPDの光軸が対光半導体素子用レンズ7の光軸から約16μmずれると、PDに入射する受信光のスポットサイズ（直径）は40μmであるため、PDの受光径からはみ出してしまふ。このため、温度変化によって大きな損失を受けてしまふ（図7参照）。

【0014】

そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、温度による光軸ずれが少ない光通信モジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的を達成するために本発明の光通信モジュールは、セラミック基板の複数箇所に実装され上記セラミック基板表面に垂直な光軸を有する光半導体素子と、各光半導体素子の光軸上に共通の反射光軸を有する反射面が形成された分割レンズブロックと、各分割レンズブロック間を上記反射光軸方向に隔てる隙間とを備え、上記分割レンズブロックは、それぞれ上記セラミック基板に取り付けられているものである。

【0016】

上記分割レンズブロックは、それぞれ上記隙間に臨む面が上記反射光軸に対して直角より傾斜していてもよい。

【0017】

上記隙間に、上記分割レンズブロックより軟らかく、空気に比べて上記分割レンズブロックに屈折率が近い充填材が充填されていてもよい。

【0018】

上記分割レンズブロックは、それぞれ個別の高さ調整用スペーサを介して上記セラミック基板に取り付けられていてもよい。

【0019】

10

20

30

40

50

また、本発明の光通信モジュールは、セラミック基板の複数箇所に実装され上記セラミック基板に垂直な光軸を有する光半導体素子と、各光半導体素子の光軸上に共通の反射光軸を有する反射面が形成されたレンズブロックと、該レンズブロックの上記セラミック基板と反対側面に形成された割り溝とを備え、上記レンズブロックは、上記セラミック基板に取り付けられているものである。

【発明の効果】

【0020】

本発明は次の如き優れた効果を発揮する。

【0021】

(1) 温度による光軸ずれが少ない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0023】

図1に示されるように、本発明に係る光通信モジュール1は、セラミック基板2の複数箇所に実装され上記セラミック基板2表面に垂直な光軸を有する光半導体素子3と、各光半導体素子3の光軸上に共通の反射光軸を有する反射面4が形成された分割レンズブロック5と、各分割レンズブロック5間を上記反射光軸方向に隔てる隙間6とを備えたものである。

【0024】

ここでは、光半導体素子3は、発光素子3aと受光素子3bとする。

【0025】

反射光軸上、端面S1(図示右側の分割レンズブロック5の右の面)に近い位置に送信光のみ選択的に反射する発光素子3a用の反射面4aが形成され、端面から遠い位置に受信光を反射する受光素子3b用の反射面4bが形成されるものとする。各反射面4(4a, 4b)は、セラミック基板2に対して45度の傾斜を有する。

【0026】

そして、反射面4aには、光学フィルタ16が設置されている。光学フィルタ16の機能は図6と同じであり、前述した通りである。

【0027】

反射面4aが形成された分割レンズブロック5を発光側レンズブロック5a、受光素子3b用の反射面4bが形成された分割レンズブロック5を受光側レンズブロック5bと呼ぶことにする。

【0028】

発光側レンズブロック5aは、セラミック基板2に対して垂直な端面に、反射光軸上に位置する対外用レンズ7cが形成され、セラミック基板2に対して平行な底面に、発光素子3aの光軸上に位置する対発光素子用レンズ7aが形成される。受光側レンズブロック5bは、セラミック基板2に対して平行な底面に、受光素子3bの光軸上に位置する対受光素子用レンズ7bが形成される。

【0029】

分割レンズブロック5は、図6の光通信モジュールにおけるレンズブロックを隙間によって分割したものである。両分割レンズブロックは図6の光通信モジュールにおけるレンズブロックと同様に樹脂を主材料とする。

【0030】

上記構成の作用効果を説明する。

【0031】

前述と同様に、常温(20℃)にて、両分割レンズブロック5における対光半導体素子用レンズ7(対発光素子用レンズ7aと対受光素子用レンズ7b)の間隔L1が5mmとし、セラミック基板2における光半導体素子3の間隔L2が5mmとする。発光素子3a

10

20

30

40

50

の光軸が対発光素子用レンズ7 aの光軸に対し温度によらず固定的に一致していると仮定すると、80 においても発光素子3 aの光軸が対発光素子用レンズ7 aの光軸に一致する。

【0032】

温度上昇により、発光側レンズブロック5 aは受光側レンズブロック5 bに向かって膨張するが、発光側レンズブロック5 aと受光側レンズブロック5 bとの間に隙間6があるため、発光側レンズブロック5 aの膨張の影響は受光側レンズブロック5 bに及ばない。

【0033】

一方、受光側レンズブロック5 bも膨張するが、発光側レンズブロック5 aとは別体であって、発光側レンズブロック5 aとの間に隙間6があることにより、受光素子3 bの光軸が対受光素子用レンズ7 bの光軸に対し温度によらず固定的に一致していることが出来る。このとき、80 においても受光素子3 bの光軸が対受光素子用レンズ7 bの光軸に一致する。

【0034】

よって、80 においてもレンズ間隔L1と素子間隔L2は、ともにほぼ5 mmのままであり、対受光素子用レンズ7 bと受光素子3 bの光軸ずれ、及び対発光素子用レンズ7 aと発光素子3 aの光軸ずれは生じない。

【0035】

実際には、光半導体素子3の光軸が対光半導体素子用レンズ7の光軸に対し温度によらず固定的に一致することはないとしても、両分割レンズブロック5が個別に形成され、温度膨張係数が大きい両分割レンズブロック5間に隙間6があることにより、レンズ間隔L1と素子間隔L2の温度による違いが緩和されることになる。隙間6の大きさは両分割レンズブロック5がそれぞれ隙間6の方向に膨張する大きさを上回っていれば十分である。

【0036】

次に、図1の実施形態における他の特徴とその作用効果を説明する。

【0037】

発光側レンズブロック5 a及び受光側レンズブロック5 bは、それぞれ隙間6に臨む面が反射光軸に対して直角より傾斜している。両分割レンズブロック5の隙間6に臨む面は互いに平行であり、反射光軸に対して直角な仮想面に対して5～15度の傾斜を有する。

【0038】

このように隙間6に臨む面が反射光軸に対して直角より傾斜しているため、分割レンズブロック5内から隙間6に出射した光が対向する分割レンズブロック5の面で部分的に反射したとき、この部分的な反射光は正規の反射光軸から逸れる。よって、部分的な反射光による通信の障害を防止することができる。

【0039】

図2に示されるように、光通信モジュール1の隙間6には、分割レンズブロック5より軟らかく、空気に比べて分割レンズブロック5に屈折率が近い充填材8を充填してもよい。充填材8は、例えば、屈折率が分割レンズブロック5の樹脂とほぼ等しいシリコーン樹脂である。

【0040】

このように、隙間6に、空気に比べて分割レンズブロック5に屈折率が近い充填材8が充填されていることにより、分割レンズブロック5内から隙間6に出射した光が対向する分割レンズブロック5に入射するとき、部分的に反射する光が少なくなる。一方、この充填材8は、分割レンズブロック5より軟らかいので、両分割レンズブロック5がそれぞれ隙間6の方向に膨張したとき、容易に変形して、分割レンズブロック5に位置ずれや歪みを与えることがない。

【0041】

また、隙間6に充填材8が充填されているので、光通信モジュール1の外部からの埃や水分が隙間6に入り込むことがなく、これら異物による通信の障害を防止することができる。

10

20

30

40

50

【0042】

本発明では、レンズ間隔L1及び素子間隔L2を5mmと広く形成したことにより、発光素子3aを駆動する図示しない発光素子ドライバの数GHz以上の高周波駆動電流（例えば、数10mA程度）によって生じるノイズが受光素子3bの微弱な出力（例えば、数μA程度）に影響を与えるのを防止することができる。

【0043】

さらに、本発明では、レンズ間隔L1及び素子間隔L2を5mmと広く形成したことにより、変形例として、発光素子3aと受光素子3bの間に電磁波吸収材15（図2参照）を配設することが容易となる。この電磁波吸収材15により、発光素子3aを駆動する図示しない発光素子ドライバの駆動電流（例えば、数10mA程度）によって生じるノイズが受光素子3bの微弱な出力（例えば、数μA程度）に影響を与えるのを効果的に防止することができる。電磁波吸収材15としては、炭素やフェライトをゴムやウレタンと複合化して形成した材料を用い、幅2mm程度で、厚さはセラミック基板2の表面からレンズブロック5a, 5bの間隔と同等の0.5mmに加工して用いる。

10

【0044】

図3に示されるように、分割レンズブロック5は、高さ調整用スペーサ9を介してセラミック基板2に取り付けてもよい。高さ調整用スペーサ9は、光半導体素子3と対光半導体素子用レンズ7との距離を調整するために、セラミック基板2と分割レンズブロック5との間に挿入するものである。

【0045】

図4に示されるように、発光側レンズブロック5a及び受光側レンズブロック5bは、それぞれ個別の高さ調整用スペーサ9a, 9bを介してセラミック基板2に取り付けるとよい。これにより、発光素子3aと対発光素子用レンズ7aとの距離及び受光素子3bと対受光素子用レンズ7bとの距離が個別に調整できる。

20

【0046】

高さ調整用スペーサ9は、セラミック又は分割レンズブロック5と同じ樹脂で形成するとよい。高さ調整用スペーサ9をセラミックで形成するときは、温度膨張係数がセラミック基板2と同じになるので、高さ調整用スペーサ9とセラミック基板2の伸びの大きさは温度によらず一致する。よって、高さ調整用スペーサ9は発光側レンズブロック5aを載せる部分と受光側レンズブロック5bを載せる部分が一体（つまり、分割されていない構造）であってもよい。

30

【0047】

高さ調整用スペーサ9を分割レンズブロック5と同じ樹脂で形成するときは、温度膨張係数が分割レンズブロック5と同じで、セラミック基板2と相違することになるので、発光側レンズブロック5aを載せる部分と受光側レンズブロック5bを載せる部分を個別に分けるとよい。このとき、受光側レンズブロック5bとその高さ調整用スペーサ9bを一体形成し、発光側レンズブロック5aとその高さ調整用スペーサ9aを一体形成することができる。これによって、高さ調整が不要となるので、製造が容易となる。

【0048】

次に、本発明の他の実施形態を図5により説明する。

40

【0049】

図5に示されるように、本発明に係る光通信モジュール11は、セラミック基板2の複数箇所に実装され上記セラミック基板2に垂直な光軸を有する光半導体素子3と、各光半導体素子3の光軸上に共通の反射光軸を有する反射面4が形成されたレンズブロック12と、該レンズブロック12の上記セラミック基板2と反対側面に形成された割り溝13とを備えたものである。

【0050】

セラミック基板2及び光半導体素子3については、図1のものと同じであるので、説明は省略し、レンズブロック12とその割り溝13について説明する。

【0051】

50

レンズブロック 12 は、図 1 のものと異なり、発光側と受光側が一体になっている。しかし、図 6 のものとも異なり、割り溝 13 を有する。割り溝 13 は、レンズブロック 12 を発光側と受光側を完全に分割するのではなく、セラミック基板 2 とは反対側の面のみを分割し、セラミック基板 2 に臨む底面では一体に繋がるようにしたものである。

【0052】

割り溝 13 を金型を用いてレンズブロック 12 に一体に形成する場合、型くずれなどを防止するため、割り溝 13 の光軸方向の幅は 0.5 mm 以上にする。

【0053】

温度上昇により、セラミック基板 2 とレンズブロック 12 とが膨張するとき、温度膨張係数の違いにより、セラミック基板 2 よりレンズブロック 12 のほうが大きく膨張する。図 3 に示したようにセラミック基板 2 とレンズブロック 12 は高さ調整用スペーサ 9 を介して固定されているので、レンズブロック 12 の底面には縮む方向に力が働く。

【0054】

このとき、発光素子 3a の光軸が対発光素子用レンズ 7a の光軸に一致している状態と、受光素子 3b の光軸が対受光素子用レンズ 7b の光軸に一致している状態が維持される。よって、光半導体素子 3 と対光半導体素子用レンズ 7 のずれによる通信の障害は回避される。

【0055】

セラミック基板 2 のほうがレンズブロック 12 よりも剛性が大きいので、膨張差によって発生する変形は主にレンズブロック 12 で発生する。もし、割り溝 13 がなければ、レンズブロック 12 は大きく膨張するのに対しセラミック基板 2 の膨張は小さいため、セラミック基板 2 上に実装したレンズブロック 12 に対して圧縮応力が加わる。このため、レンズブロック 12 が本来あるべき形状から全体的にアンバランスに縮むので、光軸が所定のルートを通らなくなってしまう。しかし、割り溝 13 があれば、割り溝 13 の底部の薄肉部 14 に力が集中し、薄肉部 14 のみが歪むので、レンズブロック 12 全体としては、歪みを少なくすることができる。これはレンズブロック 12 の薄肉部 14 を限りなく薄くすることを考えると、レンズブロック 12 が 2 つに分割されている構造に近づくことから明らかである。従って、レンズブロック 12 の光軸の変位量を小さくすることができる。

【0056】

なお、このレンズブロック 12 の薄肉部 14 は、金型で形成することを考え、レンズブロック 12 の薄肉部 14 の薄さの限界は 50 μm である。また、レンズブロック 12 の薄肉部 14 は、上記したように厚くなる（つまり、割り溝 13 の高さ方向が低くなる）とレンズブロック 12 に加わる応力が大きくなるため、可能な限りレンズブロック 12 の薄肉部 14 は薄い方がよく、レンズブロック 12 の高さ h （図 5 参照）の 1/10 以下にすることが望ましい。本実施の形態では、レンズブロック 12 の薄肉部 14 の厚さは 50 μm とした。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図 1】本発明の一実施形態を示す光通信モジュールの側断面図である。

【図 2】本発明の一実施形態を示す光通信モジュールの側断面図である。

【図 3】本発明の一実施形態を示す光通信モジュールの正面図である。

【図 4】本発明の一実施形態を示す光通信モジュールの斜視図である。

【図 5】本発明の他の実施形態を示す光通信モジュールの側断面図である。

【図 6】本発明者が検討中の光通信モジュールの側断面図である。

【図 7】スポットサイズと受光径の関係を説明する図である。

【図 8】スポットサイズを説明する図である。

【符号の説明】

【0058】

- 1 光通信モジュール
- 2 セラミック基板

10

20

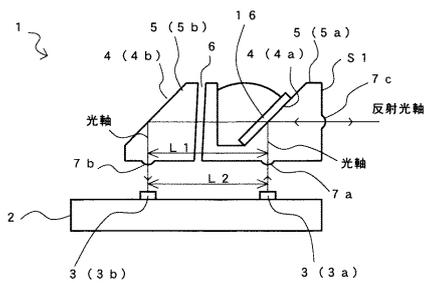
30

40

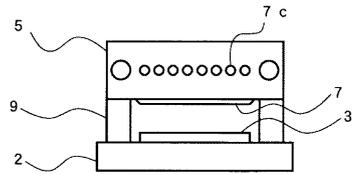
50

- 3 光半導体素子
- 4 反射面
- 5 分割レンズブロック
- 6 隙間
- 7 対光半導体素子用レンズ
- 8 充填材
- 9 高さ調整用スペーサ

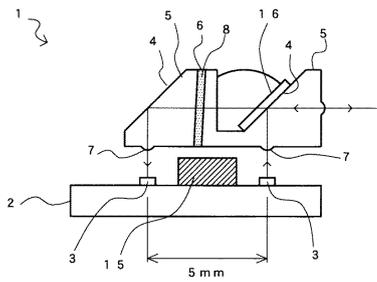
【図1】



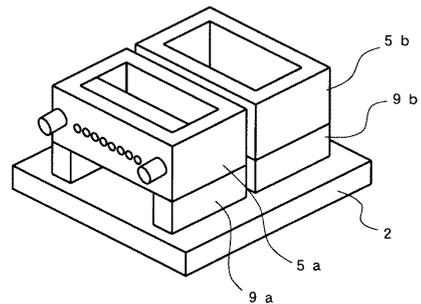
【図3】



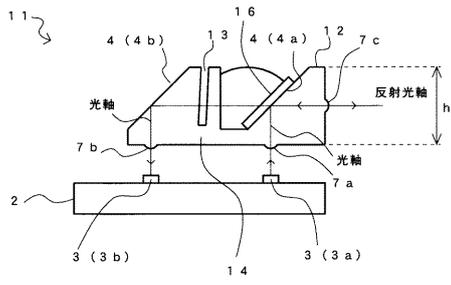
【図2】



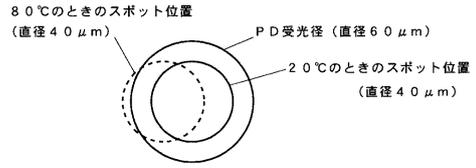
【図4】



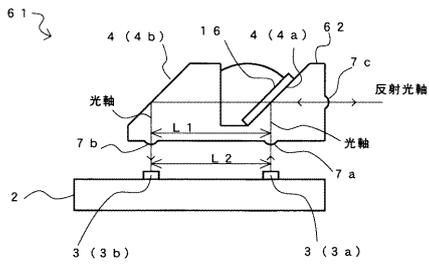
【図5】



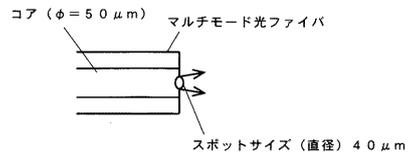
【図7】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-338291(JP,A)
特開平11-275022(JP,A)
特開平02-084605(JP,A)
特表2006-520491(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 6/00-6/54