

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6299098号
(P6299098)

(45) 発行日 平成30年3月28日(2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日(2018.3.9)

(51) Int.Cl.		F 1			
G02B	6/42	(2006.01)	G02B	6/42	
G02B	6/26	(2006.01)	G02B	6/26	301
G02B	6/00	(2006.01)	G02B	6/00	C

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-152209 (P2013-152209)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成25年7月23日(2013.7.23)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2015-22247 (P2015-22247A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成27年2月2日(2015.2.2)	(74) 代理人	110001357
審査請求日	平成28年1月8日(2016.1.8)		特許業務法人つばさ国際特許事務所
前置審査		(72) 発明者	宮崎 廣仁
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	山田 和義
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	小川 剛
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

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】

光を出力する光素子と、
インタポーザに挿通された一端部を有し、前記一端部が前記光素子に光学的に結合された光通信用ファイバと

を備え、

前記光通信用ファイバは、先端面を含み、石英ガラスよりなるファイバ本体と、通信光に対する光透過率を抑制する光吸収材料を含む樹脂によって形成され、静電塗布法によって塗布することが可能な厚みを有する凸レンズ形状の光吸収層とを有し、

前記光通信用ファイバの前記一端部が、前記ファイバ本体の前記先端面に前記光吸収層を設けた構造とされ、

前記光素子は、前記光通信用ファイバの一端部との間に空間ができるように前記インタポーザに接続されると共に、前記光通信用ファイバの一端部に対向配置されることによつて光ダイレクトカップリング方式により光結合されている

光通信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、光通信に用いられる光通信モジュールに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

近年、各種の電子機器において、取り扱う情報量の増加に伴い、情報伝送路として、電気配線に変わって、光配線が使用される場合が多くなってきている。光配線としては、主に光ファイバが使用される場合が多い。この場合、例えば光ファイバの一端は、光送信モジュールを介して情報処理装置に接続される。この光送信モジュールは、情報処理装置から出力される電気信号を光信号に変換して光ファイバに光を射出する。光の射出には長距離での伝送損失の小さいレーザが主に使用される。また、この光ファイバの他端には、光受信モジュールが接続される。この光受信モジュールは、光ファイバを伝播した光信号を電気信号に変換する。この信号は非常に微弱であることが多いため、多くの場合、アンプによって増幅される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開平 7 - 2 9 4 7 7 9 号公報

【特許文献 2】特開平 1 1 - 3 2 6 6 8 9 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 8 - 9 8 3 1 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

近年ではまた、取り扱う情報量の増加に伴い、さらなる情報通信の高速化が強く求められてきている。例えば、スーパーコンピュータやデータセンタなどにおいては、様々な階層で、各種装置との接続が必要となってきた。その場合に、装置によっては、送信側と受信側の光パワーを適切に制御する必要が生じてくる。例えば、受信側の装置に、強い光パワーを射出した場合、光受信素子を破壊してしまう可能性が生じる。この場合、送信側において光出力パワーを弱くする制御を行うことが考えられる。しかしながら、LD (Laser Diode) 等の光素子自体の光出力パワーを弱くすると、光通信に必要な高周波特性が得られなくなるおそれがある。このため、構造的に光出力パワーの制御が可能な光ファイバの開発が望まれている。

20

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 ないし特許文献 3 では、LD 等の光素子との結合効率を高めるために光ファイバの先端部を凸レンズ状にすることが提案されているが、単純に凸レンズ状にただけでは光出力パワーの制御を行うことは困難である。

30

【 0 0 0 6 】

本開示の目的は、光出力パワーの制御を容易に実現できるようにした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】

【 0 0 0 8 】

本開示による光通信モジュールは、光素子と、一端部を有し、一端部が光素子に光学的に結合された光通信用ファイバとを備え、光通信用ファイバは、先端面を含み、石英ガラスよりなるファイバ本体と、通信光に対する光透過率を抑制する光吸収材料を含む樹脂によって形成され、静電塗布法によって塗布することが可能な厚みを有する凸レンズ形状の光吸収層とを有し、光通信用ファイバの一端部が、ファイバ本体の先端面に光吸収層を設けた構造とされているものである。

40

【 0 0 1 0 】

本開示による光通信モジュールでは、ファイバ本体の先端面に設けられた光吸収層によって、通信光に対する光透過率が抑制される。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本開示の光通信モジュールによれば、ファイバ本体の先端面に光吸収層を設け、通信光に対する光透過率を抑制するようにしたので、光出力パワーの制御を容易に実現できる。

50

なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本開示の一実施の形態に係るダイレクトカップリング方式の光通信モジュールの一構成例を示す断面図である。

【図2】一実施の形態に係る光通信用ファイバの一構成例を示す断面図である。

【図3】一実施の形態に係る光通信システムの一構成例を示すブロック図である。

【図4】光通信用ファイバの先端面に光吸収層を設けなかった場合における光通信モジュールの駆動電流と光出力との関係の一例を示す特性図である。

10

【図5】光通信用ファイバの先端面に光吸収層を設けた場合における光通信モジュールの駆動電流と光出力との関係の一例を示す特性図である。

【図6】光通信用ファイバの先端面に光吸収層を設けなかった場合における、光通信用ファイバの先端面への入射光の様子の一例を示す説明図である。

【図7】光通信用ファイバの先端面に光吸収層を設けなかった場合における、光通信用ファイバの先端面からの戻り光の様子の一例を示す説明図である。

【図8】光通信用ファイバの先端面に光吸収層を設けた場合における、光通信用ファイバの先端面への入射光の様子の一例を示す説明図である。

【図9】光通信用ファイバの先端面に光吸収層を設けた場合における、光通信用ファイバの先端面からの戻り光の様子の一例を示す説明図である。

20

【図10】光通信用ファイバの先端面に光吸収層を設けなかった場合における光通信用ファイバと光素子との結合効率の特性の一例を示す特性図である。

【図11】光通信用ファイバの先端面に光吸収層を設けた場合における光通信用ファイバと光素子との結合効率の特性の一例を示す特性図である。

【図12】光通信用ファイバの先端面に光吸収層を設けなかった場合における光通信モジュールの駆動電流と光出力との関係の一例を示す特性図である。

【図13】光通信用ファイバの先端面に厚み10 μ mの光吸収層を設けた場合における光通信モジュールの駆動電流と光出力との関係の一例を示す特性図である。

【図14】光通信用ファイバの先端面に厚み20 μ mの光吸収層を設けた場合における光通信モジュールの駆動電流と光出力との関係の一例を示す特性図である。

30

【図15】光通信用ファイバの先端面に厚み30 μ mの光吸収層を設けた場合における光通信モジュールの駆動電流と光出力との関係の一例を示す特性図である。

【図16】光通信用ファイバに光吸収層を設けなかった場合における、ダイレクトカップリング方式の光通信モジュールの一構成例を示す断面図である。

【図17】レンズカップリング方式の光通信モジュールの一構成例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本開示の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 構成

40

1.1 光通信モジュールの構成

1.2 光吸収層の形成方法

1.3 光通信システムの構成

2. 作用

3. 効果

4. その他の実施の形態

【0014】

[1. 構成]

(1.1 光通信モジュールの構成)

図1は、本開示の一実施の形態に係るダイレクトカップリング方式の光通信モジュール

50

の全体構成の一構成例を示している。図2は、図1に示した光通信モジュールにおける光通信用ファイバ10の一構成例を示している。

【0015】

この光通信モジュールは、モジュール基板1と、光素子20と、シリコンインタポーザ51とを備えている。シリコンインタポーザ51は、モジュール基板1の上に固定されている。シリコンインタポーザ51には光通信用ファイバ10の一端部16が挿通され、光通信用ファイバ10が樹脂等の封止部材52によって固定されている。モジュール基板1には、後述する図3に示すようなLDD (Laser Diode Driver) 22またはTIA (Trans Impedance Amplifier) 32等の回路素子が電氣的に接続される。

【0016】

光素子20は、後述する図3に示すようなVCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) 21等の光出力素子、またはPD (Photo Diode) 31等の受光素子である。光通信用ファイバ10は、先端部(一端部16)が光学的に結合されるように光素子20に対向配置されている。光素子20は接続ピン53を介してシリコンインタポーザ51に固定されると共に、モジュール基板1に電氣的に接続されている。

【0017】

光通信用ファイバ10は、図2に示すように、コア11およびクラッド12を含むファイバ本体13と、ファイバ本体13の先端面14に設けられた光吸収層15とを有している。光吸収層15は、通信光に対する光透過率を抑制するためのものである。光吸収層15は、半円形の凸レンズ形状であることが好ましい。

【0018】

光吸収層15は例えば、ファイバ本体13の先端面14に光吸収材料を塗布することにより形成されている。光吸収材料としては、少なくとも通信光の波長域の光を吸収する物質、例えばカーボンや光吸収色素である。光吸収材料としてはまた、カーボンや光吸収色素などの物質を含有した樹脂であってもよい。ファイバ本体13としては、その直径 a が $80\ \mu\text{m}$ または $125\ \mu\text{m}$ のものが通常よく用いられている。光吸収層15の厚みは、ファイバ本体13の直径 a の半分以下であることが好ましい。

【0019】

(1.2 光吸収層15の形成方法)

上述したように光吸収層15は例えば、光吸収材料として、カーボンや光吸収色素などの物質を含有した樹脂を、ファイバ本体13の先端面14に塗布することにより形成することができる。カーボンや光吸収色素などの物質を含有した樹脂を用いた場合、その含有量によって、光透過率を制御することが非常に容易となる。また塗布方法に適した粘度に調整することも容易である。塗布方法としては例えば、ディスペンサ法や静電塗布法を用いることができる。ここでは塗布する量が、 $n\text{L}$ (ナノリットル) オーダと非常に少ないことから、静電塗布での方法を述べる。

【0020】

静電塗布法では、液材を収容した容器に噴霧ノズルを設け、噴霧ノズルと被塗布物との間に電圧を印加して静電力で噴霧ノズル先端から液材を微小液滴として引き出す。静電塗布法では、静電力を利用して、非常に細いノズルより噴霧粒径を微粒化するため、薄膜の形成が可能である。ノズル径や印加する電圧値は、塗布量や塗布を行う物質の特性によって、変化をさせることが可能である。

【0021】

光通信用ファイバ10のファイバ本体13は、例えば石英ガラスで構成される。静電塗布法によって、塗布する物質(光吸収材料)の液滴を帯電させると、非常に精度の良い厚さで、ファイバ本体13の先端面14に光吸収材料を塗布することが可能である。また塗布量過多となってしまった場合、逆電圧を印加することにより、膜厚を減らすという制御も可能である。また、塗布された光吸収材料の表面張力によって、凸レンズ状に形成することが可能となる。光吸収材料は、ファイバ本体13の直径 a の半分以下の厚みで塗布を行うことが望ましい。そうすることにより、凸レンズ状に形成することが容易となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

光吸収率の制御（光透過率の制御）は、光吸収材料でおおよその調合を行い、その後、光吸収材料の塗布厚で制御を行うと、ばらつきを抑えることが可能となる。

【 0 0 2 3 】

〔 1 . 3 光通信システムの構成 〕

本実施の形態に係る光通信用ファイバ 1 0 および光通信モジュールは、例えばカメラとレコーダとの間の通信や、データセンタにおけるデータ通信に用いることができる。

【 0 0 2 4 】

図 3 は、本開示の一実施の形態に係る光通信システムの一構成例を示している。この光通信システムは、第 1 の光通信モジュール 1 0 0 と、第 2 の光通信モジュール 2 0 0 とを備えている。第 1 の光通信モジュール 1 0 0 と第 2 の光通信モジュール 2 0 0 は、光通信用ファイバ 1 0 を介して接続されている。例えば、光通信用ファイバ 1 0 の一端部 1 6 が第 1 の光通信モジュール 1 0 0 に光学的に結合されると共に、他端部が第 2 の光通信モジュール 2 0 0 に光学的に結合されている。第 1 の光通信モジュール 1 0 0 は、第 1 の機器 1 0 1 に接続され、第 1 の機器 1 0 1 との間でデータの送受信が可能となっている。第 2 の光通信モジュール 2 0 0 は第 2 の機器 2 0 1 に接続され、第 2 の機器 2 0 1 との間でデータの送受信が可能となっている。

10

【 0 0 2 5 】

第 1 の光通信モジュール 1 0 0 は、モジュール基板 1 と、送信部 2 と、受信部 3 と、電気インタフェース 4 と、電気インタフェース 5 と、光コネクタ 6 とを備えている。第 2 の光通信モジュール 2 0 0 も、第 1 の光通信モジュール 1 0 0 と同様の構成要素を備えていてもよい。

20

【 0 0 2 6 】

送信部 2 は、電気インタフェース 4 を介してモジュール基板 1 に電氣的に接続されている。送信部 2 は、V C S E L 2 1 と、L D D 2 2 と、制御部 2 3 と、モニタ部 2 4 とを有している。V C S E L 2 1 は、光通信用の通信光を出力するものである。V C S E L 2 1 は、光コネクタ 6 を介して光通信用ファイバ 1 0 に光学的に結合されている。モニタ部 2 4 は、V C S E L 2 1 から出力される光をモニタするものである。L D D 2 2 は V C S E L 2 1 を駆動するものである。制御部 2 3 は、送信部 2 の各部の制御を行うものである。

【 0 0 2 7 】

受信部 3 は、電気インタフェース 5 を介してモジュール基板 1 に電氣的に接続されている。受信部 3 は、P D 3 1 と、T I A 3 2 と、制御部 3 3 と、モニタ部 3 4 とを有している。P D 3 1 は、通信光を受信して電気信号に変換して出力するものである。P D 3 1 は、光コネクタ 6 を介して光通信用ファイバ 1 0 に光学的に結合されている。モニタ部 3 4 は、P D 3 1 が受信した光をモニタするものである。T I A 3 2 は、P D 3 1 から出力された電気信号を増幅するものである。制御部 3 3 は、受信部 3 の各部の制御を行うものである。

30

【 0 0 2 8 】

〔 2 . 作用 〕

比較例として、図 1 6 および図 1 7 に示した光通信モジュールを参照して、本実施の形態に係る光通信用ファイバ 1 0 および光通信モジュールの作用を説明する。図 1 6 に示した光通信モジュールは、本実施の形態に係る光通信モジュールと同様、ダイレクトカップリング方式の光通信モジュールとなっている。図 1 7 に示した光通信モジュールは、レンズカップリング方式の光通信モジュールとなっている。図 1 6 および図 1 7 に示した光通信モジュールは、先端部に光吸収層 1 5 を有する光通信用ファイバ 1 0 に代えて、光吸収層 1 5 が設けられていない光通信用ファイバ 1 0 A を備えている。

40

【 0 0 2 9 】

図 1 7 に示した光通信モジュールは、45°ミラーレンズアレイ 4 1 と、固定部品 4 2 と、固定部品 4 3 と、固定部品 4 4 とを備えている。固定部品 4 2、固定部品 4 3、および固定部品 4 4 は、モジュール基板 1 に対して固定されている。固定部品 4 2 と固定部品

50

43との間には、光通信ファイバ10Aの一端部が挿通されて固定されている。モジュール基板1の上には、光素子20および回路素子30が配置されている。モジュール基板1、光素子20および回路素子30はそれぞれ、互いに電氣的に接続されている。回路素子30は図3に示すようなLDD22またはTIA32等である。光素子20は、図3に示すようなVCSEL21等の光出力素子、またはPD31等の受光素子である。光通信ファイバ10Aと光素子20は、45°ミラーレンズアレイ41を介して光学的に結合されている。

【0030】

図17に示したようなレンズカップリング方式の光通信モジュールでは、例えば45°ミラーレンズアレイ41のレンズ自体に光吸収特性を持たせることで、光出力パワーの低減を行うことができる。しかし、レンズ部品を用いることによって、部品点数が増え、コストアップにつながる。また、部品点数が増えることにより、各部品の精密な位置合わせが必要となり、製造工程が煩雑となる。

10

【0031】

そこで、図16に示したような、レンズ部品を使用しない、ダイレクトカップリング方式の光通信モジュールが考えられる。しかしながら、光素子20と光通信ファイバ10Aとをダイレクトにカップリングさせるため、レンズカップリング方式の光通信モジュールのようにレンズ部品に光吸収特性を持たせることができず、光出力パワーの低減を行うことが困難である。この場合、光素子20自体の光出力パワーを弱くすると、光通信に必要な高周波特性が得られなくなるおそれがある。また、光通信ファイバ10Aの先端面14からの戻り光L2の影響がある。

20

【0032】

図6は、図16に示したダイレクトカップリング方式の光通信モジュールにおいて、光素子20から光通信ファイバ10Aの先端面14に入射する入射光L1の様子の一例を示している。図7は、同様の光通信モジュールにおいて、光通信ファイバ10Aの先端面14からの戻り光L2の様子の一例を示している。これらに対して、図8は、本実施の形態に係る光通信モジュールにおいて、光素子20から光通信ファイバ10Aの先端面14に入射する入射光L1の様子の一例を示している。図7は、本実施の形態に係る光通信モジュールにおいて、光通信ファイバ10Aの先端面14からの戻り光L2の様子の一例を示している。

30

【0033】

図16に示した光通信モジュールにおいて、光通信ファイバ10Aの先端面14からの戻り光L2については、光素子20と光通信ファイバ10Aとの間の距離Zを離せば、低減させることができるが、カップリングによる損失が大きくなってしまう。また、カップリングによる損失を小さくさせるために、光素子20と光通信ファイバ10Aとの間の距離Zを近づけると、図4に示すとおり、戻り光L2の影響により、光出力パワーが揺らいでしまう。図4は、図16に示したダイレクトカップリング方式の光通信モジュールにおける駆動電流(横軸)と光出力(縦軸)との関係の一例を示している。図4は、駆動電流の電流値を0.1mAずつ変化させながら、光出力値を測定した結果である。

【0034】

そこで、本実施形態では、図2に示したようにファイバ本体13の先端面14に凸レンズ形状の光吸収層15を設けることにより、先端面14からの戻り光L2の影響を軽減して損失を抑制しつつ、光出力パワーの制御を行うことを可能にしている。

40

【0035】

ファイバ本体13の先端面14に通信光の波長域の光を吸収する光吸収層15を設け、その光吸収材料の含有量を制御することで、光透過率を制御することができる。これにより、光出力パワーの制御を行うことができる。

【0036】

ここで、光吸収層15によって光出力パワーの制御を行うことのメリットを説明する。例えば、スーパーコンピュータやデータセンタなどにおいては、様々な階層で、各種装置と

50

の接続が必要となってきた。その場合に、装置によっては、送信側と受信側の光パワーを制御する必要が生じてくる。例えば、受信側の装置に、強い光パワーを射出した場合、光受信素子を破壊してしまう可能性が生じる。例えば、IEEE Std. 802.3ae 10GBASE-SR において、Class 1では、 $0.2 < P_w < 0.78 \text{ mW} (-5 \sim 75)$ と規定されている。

【0037】

光出力パワーについては、光出力素子の特性で決まってしまう、細かく制御することは難しい。光出力素子の駆動電流を下げることにより、光出力パワーを下げることは可能であるが、駆動電流を下げることにより、高周波波形 10GBASE-R アイマスクをクリアできなくなる。そこで、駆動電流を下げずに、光吸収層 15 を設けることによって、通信光を単に減衰させることにより、高周波波形 10GBASE-R アイマスクのマージンを維持した特性を得ることが可能となる。

10

【0038】

また、光吸収層 15 を凸レンズ形状にすることで、光透過率を制御するだけでなく、付随する効果を得ることができる。その付随する効果について以下に説明する。

【0039】

まず、図 2 のような凸レンズ形状の光吸収層 15 を設けなかった場合、カップリングによる損失を小さくさせるために、光素子 20 と光通信ファイバ 10A との間の距離 Z を近づけると、図 4 に示すとおり、戻り光 L2 の影響により、光出力パワーが揺らぐ現象が生じる。

20

【0040】

しかし、図 2 のように凸レンズ形状の光吸収層 15 を $20 \mu\text{m}$ の厚みで塗布すると、図 5 に示すとおり、戻り光 L2 の影響による光パワーの揺らぎがほとんど観察されなくなる。これは凸レンズ形状により、図 9 に示すとおり、戻り光 L2 の影響を抑制していることが考えられる。なお、図 5 は、本実施の形態に係る光通信モジュールにおける駆動電流（横軸）と光出力（縦軸）との関係の一例を示している。図 5 は、図 4 と同様に、駆動電流の電流値を 0.1 mA ずつ変化させながら、光出力値を測定した結果である。

【0041】

さらに、結合評価を行った結果、図 10 および図 11 に示すとおり、光吸収層 15 を設けた方が、先端面 14 に垂直な方向のトレランス（距離 Z）を大きくした場合でも、本実施の形態に係る構造の方が、結合効率の損失が小さいことが判明した。これも光吸収層 15 のレンズ効果により、実質的に先端面 14 に垂直な方向のトレランスが拡大したものと考察される。なお、図 10 は、図 16 に示したダイレクトカップリング方式の光通信モジュールにおける光通信ファイバ 10A と光素子 20 との結合効率の特性の一例を示している。図 11 は、本実施の形態に係る光通信モジュールにおける光通信ファイバ 10 と光素子 20 との結合効率の特性の一例を示している。図 10 および図 11 において、横軸はファイバの先端面 14 に平行な方向のオフセット量、縦軸は結合効率を示している。

30

【0042】

図 12 ~ 図 15 に、光通信ファイバ 10 の先端面 14 に設ける光吸収層 15 の厚みの違いによる、光出力の特性の違いを示す。図 12 は光吸収層 15 を設けなかった場合（光吸収層 15 の厚みが 0）、図 13 は光吸収層 15 の厚みが $10 \mu\text{m}$ の場合、図 14 は光吸収層 15 の厚みが $20 \mu\text{m}$ の場合、図 15 は光吸収層 15 の厚みが $30 \mu\text{m}$ の場合の特性を示している。図 12 ~ 図 15 において、横軸は駆動電流、縦軸は光出力を示している。図 12 ~ 図 15 のそれぞれにおいて、先端面 14 に垂直な方向のトレランス（距離 Z）が $10 \mu\text{m}$ 、 $20 \mu\text{m}$ 、および $30 \mu\text{m}$ の場合の光出力の値を示している。

40

【0043】

図 12 ~ 図 15 の特性から、光吸収層 15 の厚みを変えることにより、光透過率を制御することができることが分かる。これにより、光出力パワーの制御を行うことができる。

【0044】

[3 . 効果]

50

以上のように、本実施の形態によれば、ファイバ本体 13 の先端面 14 に光吸収層 15 を設け、通信光に対する光透過率を抑制するようにしたので、光出力パワーの制御を容易に実現できる。本実施の形態に係る光通信用ファイバ 10 を用いることで、光通信用ファイバ 10 が使用される機器において、損失を抑制しつつ、小型化と高密度化とを実現することができる。また、通常のダイレクトカップリング方式の光通信モジュール（図 16）では、カップリングによる損失を小さくさせるために、光通信用ファイバ 10 A と光素子 20 との間の距離 Z を近づけると戻り光 L2 の懸念が生じるが、本技術により、戻り光 L2 の影響を大きく低減させることができる。さらに、本技術により、光通信用ファイバ 10 の先端面 14 に垂直な方向のトレランス（距離 Z）を大きくした場合でも、結合効率の損失が小さい、という効果も得られる。

10

なお、本明細書に記載された効果はあくまでも例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

【0045】

< 4 . その他の実施の形態 >

本開示による技術は、上記実施の形態の説明に限定されず種々の変形実施が可能である。

【0046】

例えば、本技術はダイレクトカップリング方式の光通信モジュールに限らず、図 17 に示したようなレンズカップリング方式の光通信モジュールにも適用可能である。

【0047】

例えば、本技術は以下のような構成を取ることができる。

20

(1)

先端面を有するファイバ本体と、
前記ファイバ本体の前記先端面に設けられ、通信光に対する光透過率を抑制する光吸収層と
を備える光通信用ファイバ。

(2)

前記光吸収層は、凸レンズ形状である
上記 (1) に記載の光通信用ファイバ。

(3)

前記光吸収層の厚みは、前記ファイバ本体の直径の半分以下である
上記 (1) または (2) に記載の光通信用ファイバ。

30

(4)

前記光吸収層は、前記ファイバ本体の先端面に光吸収材料を塗布することにより形成されたものである
上記 (1) ないし (3) のいずれか 1 つに記載の光通信用ファイバ。

(5)

光素子と、
一端部を有し、前記一端部が前記光素子に光学的に結合された光通信用ファイバと
を備え、
前記光通信用ファイバは、先端面を有するファイバ本体と、通信光に対する光透過率を抑制する光吸収層とを有し、
前記光通信用ファイバの前記一端部が、前記ファイバ本体の前記先端面に前記光吸収層を設けた構造とされている
光通信モジュール。

40

(6)

前記光素子と前記光通信用ファイバの一端部とが光ダイレクトカップリング方式により結合されている

上記 (5) に記載の光通信モジュール。

(7)

50

前記光素子は、光を出力する素子である
上記(5)または(6)に記載の光通信モジュール。

(8)

第1の光通信モジュールと、
第2の光通信モジュールと、

一端部が前記第1の光通信モジュールに光学的に結合されると共に、他端部が前記第2の光通信モジュールに光学的に結合された光通信用ファイバとを備え、

前記光通信用ファイバは、先端面を有するファイバ本体と、通信光に対する光透過率を抑制する光吸収層とを有し、

前記光通信用ファイバの前記一端部が、前記ファイバ本体の前記先端面に前記光吸収層を設けた構造とされている

光通信システム。

【符号の説明】

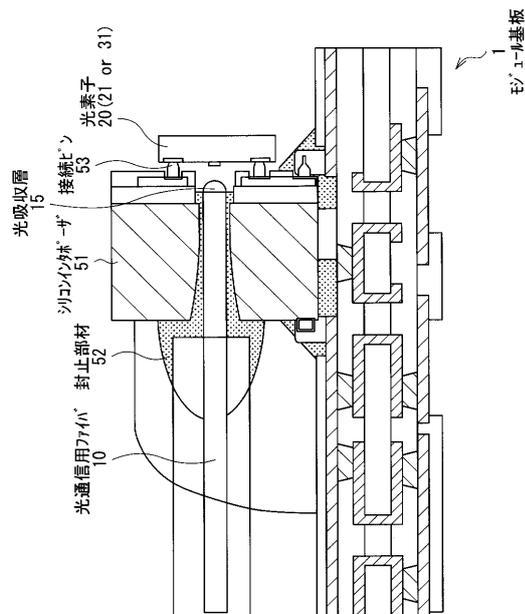
【0048】

1...モジュール基板、2...送信部、3...受信部、4...電気インタフェース、5...電気インタフェース、6...光コネクタ、10, 10A...光通信用ファイバ、11...コア、12...クラッド、13...ファイバ本体、14...先端面、15...光吸収層、16...一端部、20...光素子、21...VCSEL、22...LDD、23...制御部、24...モニタ部、30...回路素子、31...PD、32...TIA、33...制御部、34...モニタ部、41...45°ミラーレンズアレイ、42...固定部品、43...固定部品、44...固定部品、51...シリコンインタポータ、52...封止部材、53...接続ピン、100...第1の光通信モジュール、101...第1の機器、200...第2の光通信モジュール、201...第2の機器、L1...入射光、L2...戻り光、a...直径。

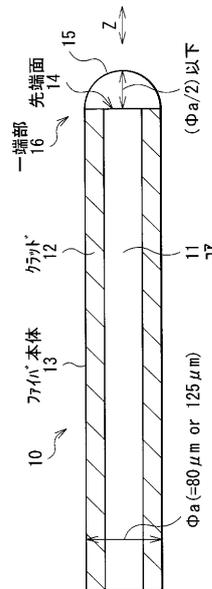
10

20

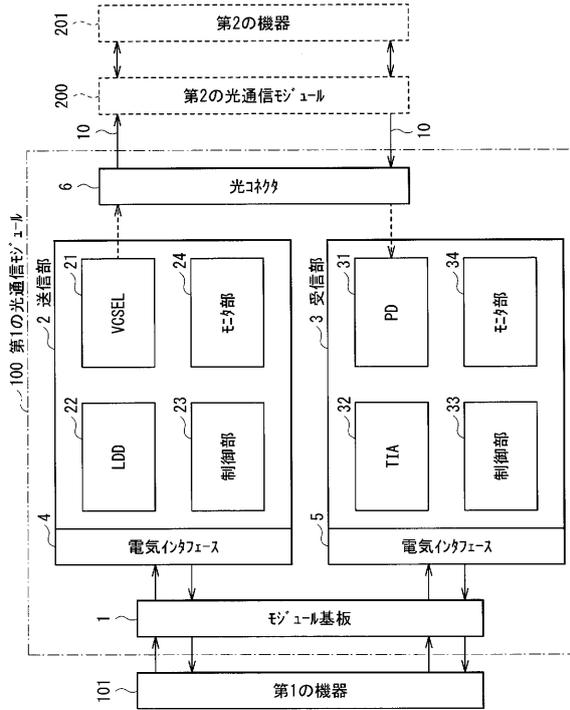
【図1】



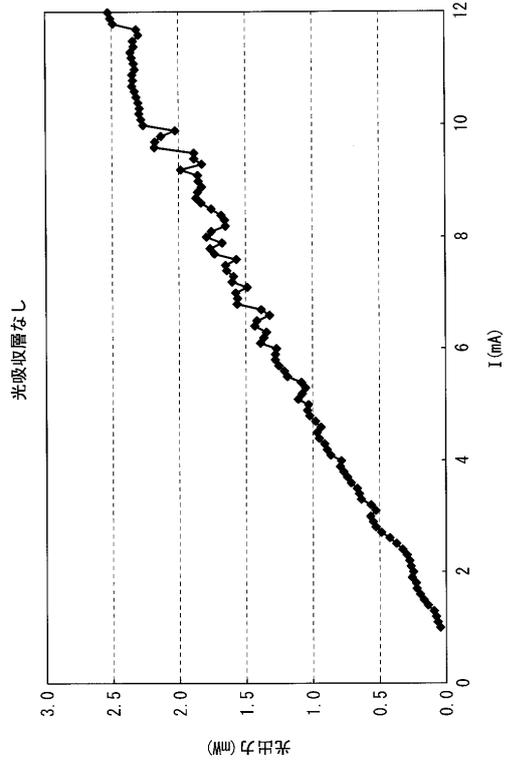
【図2】



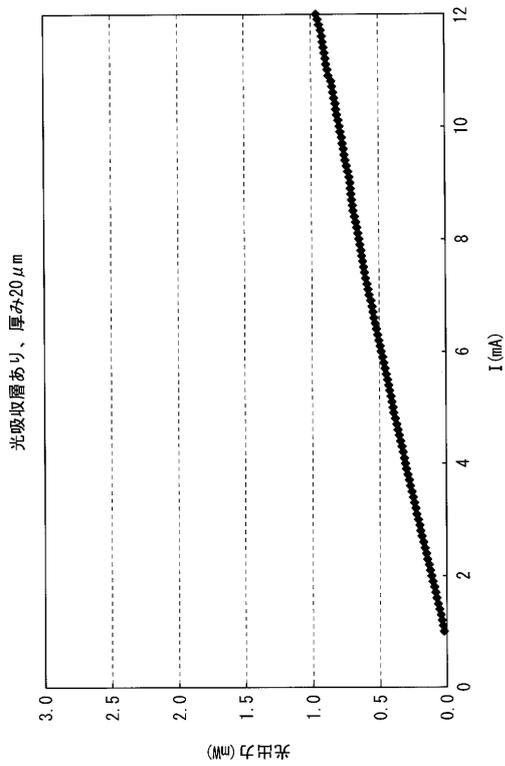
【図3】



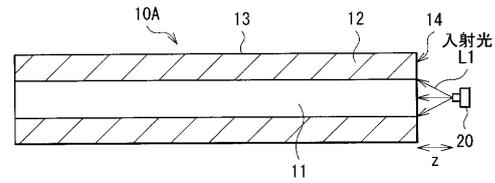
【図4】



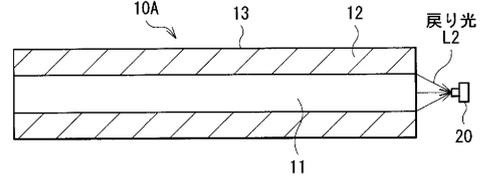
【図5】



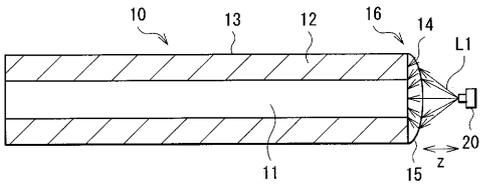
【図6】



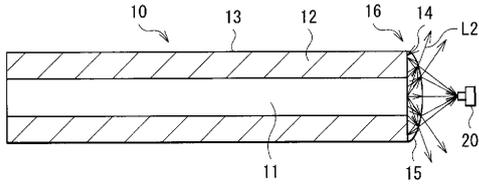
【図7】



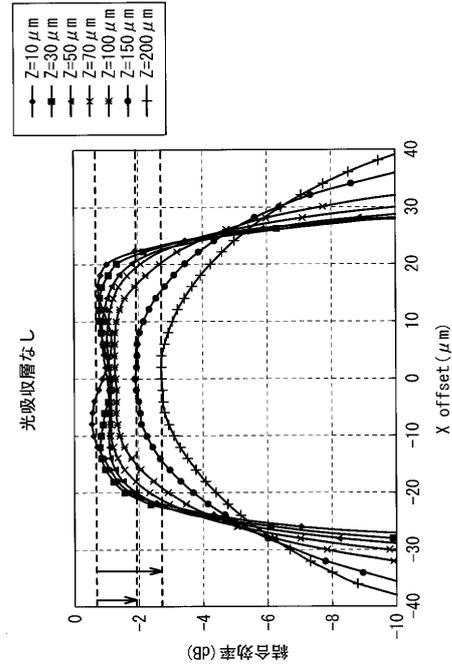
【図8】



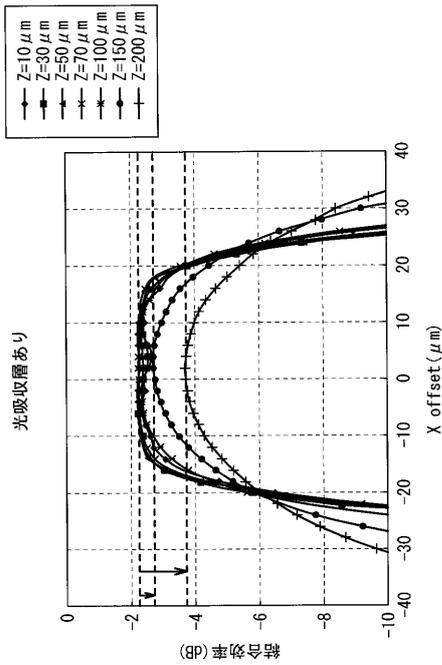
【図9】



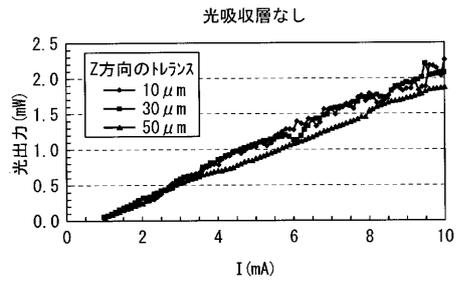
【図10】



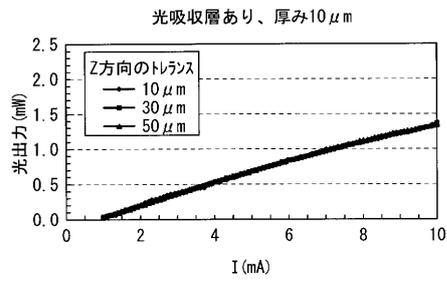
【図11】



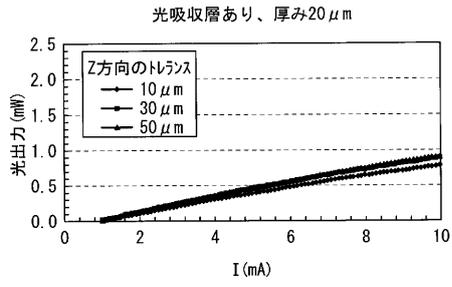
【図12】



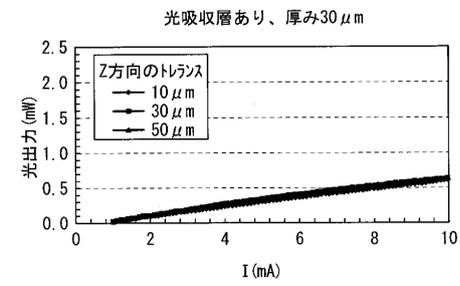
【図13】



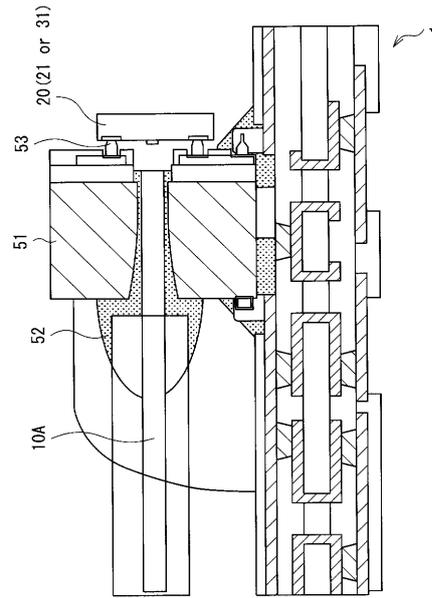
【図14】



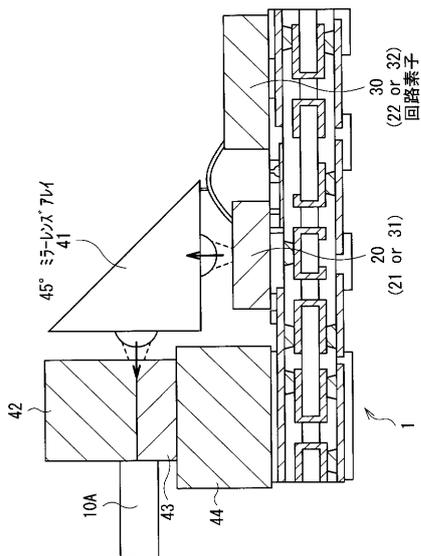
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 金山 富士夫
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 右田 昌士

(56)参考文献 特開平07-294779(JP,A)
特開2000-171659(JP,A)
特開平01-120508(JP,A)
特開2010-191234(JP,A)
特開2007-183383(JP,A)
米国特許第05113476(US,A)
実開昭61-044703(JP,U)
特表2009-537014(JP,A)
特表2009-505691(JP,A)
特開平11-083619(JP,A)
特開平02-080929(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	6/00	-	6/036
G02B	6/10		
G02B	6/245	-	6/25
G02B	6/26	-	6/27
G02B	6/30	-	6/34
G02B	6/42	-	6/54