

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4952219号
(P4952219)

(45) 発行日 平成24年6月13日(2012.6.13)

(24) 登録日 平成24年3月23日(2012.3.23)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 6/42 (2006.01) G O 2 B 6/42

請求項の数 1 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-324131 (P2006-324131) (22) 出願日 平成18年11月30日(2006.11.30) (65) 公開番号 特開2008-139446 (P2008-139446A) (43) 公開日 平成20年6月19日(2008.6.19) 審査請求日 平成21年11月12日(2009.11.12)</p>	<p>(73) 特許権者 000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 (74) 代理人 100099069 弁理士 佐野 健一郎 (74) 代理人 100079843 弁理士 高野 明近 (72) 発明者 佐藤 俊介 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電 気工業株式会社 横浜製作所内 審査官 多田 春奈</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光信号を電気信号に変換する光学素子と外部接続のためのリードピンを実装したステムと、

光コネクタのフェルールを挿入保持するスリーブを実装するスリーブ実装部と、光を集光するレンズが気密封止で接着される凹所が形成されたレンズ実装部とを有し、前記ステムに実装された前記光学素子を前記ステムと協働して封止するレンズシェルキャップと、を備え、

前記レンズは、両端面が正方形または長方形のスクエアレンズで形成され、一側に前記フェルールの光ファイバ端が当接する平坦な当接面を有し、他側に前記凹所に嵌入する段差部を有し、該段差部上に前記光ファイバ端から出射した光を集光するレンズ部を有することを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光コネクタを接続するための光モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバを用いた光通信に用いられる光モジュールでは、光ファイバを伝達してきた光信号を光学素子に集光させている。このような光モジュールにおいて、光ファイバ端面

で生じる反射戻り光量は、光ファイバの石英と空気の屈折率差によりフレネル反射が - 14 d B 程度生じる。一方、高速・長距離伝送が必要な光モジュールにおいては、モジュール内で発生する反射戻り光量を - 27 d B 以下に抑える必要がある。

【0003】

光モジュール内の反射戻り光量を抑える構造に関し、例えば、図7及び図8に示すものが知られている。図7に示す光モジュール(例えば、特許文献1参照)は、光ファイバ101を搭載したスタブ102を用い、光コネクタに付随するフェルール103の先端103aを凸球面状に加工し、一方、このスタブ102の光コネクタ側端面102aも凸球面状に加工し、両凸部を物理接触(PC:Physical Contact)させる構造を採用して、フェルール103の光ファイバ104の端面でのフレネル反射を抑制している。導波路となる光ファイバ101は屈折率が光コネクタのフェルール103の光ファイバ104と同一であり、界面で物理的に接触しているため、原理上屈折率の相違によるフレネル反射は生じない。

10

【0004】

また、スタブ102の光コネクタ側の端面102aと反対側の端面102bでは、スタブ102の光ファイバ101と空気の屈折率差によるフレネル反射による反射戻り光が発生するが、それが光ファイバ内を伝播するのを防止するため、スタブ102の端面102bは斜め研磨されている。以上のようにして、光モジュール内の反射戻り光量を抑えるようにしている。

【0005】

一方、図8に示す光モジュール(例えば、特許文献2参照)は、光ファイバ201が内包されたフェルール202を受納するスリーブ203と、スリーブ203の反対側から光デバイス205を受納する光デバイス受納部204と、スリーブ203と光デバイス受納部204との間に形成された、スリーブ203側が凸状で光デバイス受納部204側が傾斜したファイバ接触部206とを有している。ここで、スリーブ203、光デバイス受納部204及びファイバ接触部206は一体で形成されている。

20

【0006】

特許文献2の光モジュールでは、ファイバ接触部206が凸状に形成されていることによって、スリーブ203によって形成された空間207にフェルール202を挿入した際に、凸状の面が光ファイバ201と物理接触(当接)し、光ファイバ201の端面でのフレネル反射を抑制している。また、ファイバ接触部206の傾斜面によって、ファイバ接触部206と空気の屈折率差による反射戻り光が光ファイバ201に再結合されることを防止している。

30

【特許文献1】特開平10-268164号公報

【特許文献2】米国特許第6,536,915号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

図7のような構造の場合、光モジュール内の反射戻り光量を抑えることができる一方で、光学部品として、少なくとも上述のスタブが余分に必要となってしまう、光モジュールのコスト増につながる恐れがある。

40

これに対し、図8で例示したように、光学レンズと、光ファイバに当接することにより反射を抑制する反射抑制部と、スリーブとを一体成形することで部品点数を削減することは可能である。しかしながら、このような一体成形部品の構造は複雑であり、生産性に難がある。

【0008】

本発明は、上述のような実情に鑑みてなされたもので、部品点数が少なく製造性が高い構造で、反射戻り光のない高速通信を実現する光モジュールを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の光モジュールは、光信号を電気信号に変換する光学素子と外部接続のためのリードピンを実装したステムと、光コネクタのフェルールを挿入保持するスリーブを実装するスリーブ実装部と光を集光するレンズが気密封止で接着される凹所が形成されたレンズ実装部を有し、ステムに実装された光学素子をステムと協働して封止するレンズシェルキャップと、を備えている。

【0010】

前記のレンズは、両端面が正方形または長方形のスクエアレンズで形成され、一側にフェルールの光ファイバ端が当接する平坦な当接面を有し、他側に上記の凹所に嵌入する段差部を有し、該段差部上に前記の光ファイバ端から出射した光を集光するレンズ部を有している。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、光モジュールにおいて、光ファイバから出射された光を集光するレンズと光ファイバ端面を当接させることにより、フェルールの光ファイバ端面での反射戻り光の発生を抑制することができる。また、このレンズ及びレンズを保持するレンズキャップシェルにより光学素子を気密封止することで、製造性の高い構造のまま、光モジュールの構成部品を削減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明の光モジュールは、受光モジュールに用いて好適なもので、以下に、本光モジュールの一例を説明する。まず、図1及び図2を用いて、本発明による受光モジュールの構造について説明する。

20

図1は、本発明の受光モジュールの部分断面斜視図である。また、図2は、本発明の受光モジュールとフェルールとの係合状態を説明する図で、図2(A)は、フェルールが挿入された状態での受光モジュールの部分断面側面図を示し、図2(B)は、その状態でのフェルール先端近傍の部分拡大断面図を示している。

【0013】

本発明によれば、受光モジュール10は、例えば、図1及び図2に示すように、スリーブ3に挿入される光コネクタのフェルール2の光ファイバ1からの光信号を電気信号に変換するものであって、特に、光ファイバ1の端面と当接することにより端面での反射を抑制する反射抑制部分及び光を集光するレンズ部分が一体に形成されたレンズ4を備えている。さらに、フォトディテクタ(PD: Photo Detector)などの光学素子5を所定位置に搭載したステム6と、光学素子5と外部機器(図示せず)を接続するためにステム6から伸び出した複数のリードピン7と、レンズ4を保持すると共にレンズ4及びステム6と協働して光学素子5を封止するレンズキャップシェル8と、を備えている。また、レンズキャップシェル8には、光ファイバケーブルの端部に取付けられた光コネクタのフェルール2を挿入、固定するためのスリーブ3が実装される。

30

【0014】

図2に示すように、レンズ4のスリーブ3側に向く面は、受光モジュール10に挿入されるフェルール2の光ファイバ1の端面と物理的に当接(Physical Contact: PC)する。この光ファイバ1の端面と当接するレンズ4の一方の面(当接面)4aは、後述のように、光ファイバコアと同じ屈折率を有する材料を用いるなどして、光ファイバ1端面での光の反射を抑制するように形成されている。

40

【0015】

また、レンズ4の光学素子5と対向する他方の面4bには、光ファイバ1から出射された光を光学素子5に集光するレンズ部4cが設けられている。そして、このレンズ4はレンズキャップシェル8に接着され、レンズキャップシェル8、ステム6と共に光学素子5を気密封止している。従来複数の部品で実現していたレンズ機能、反射抑制機能及び光学素子封止機能を1つの光学部品(レンズ4)が担うことにより、部品数を削減することが

50

できる。

【0016】

また、レンズ4は、光ファイバ1の端面と当接する当接面4aを、後述の加工方法を用いて、例えば、正方形に形成することにより、スクエアレンズという言い方もできる。以下、光学部品であるレンズ4を、スクエアレンズ4と称して説明する。

【0017】

光信号を電気信号へ変換する受光モジュール10は、光学素子5を収納する、ステム部材(光学素子5, ステム6, リードピン7)、キャップ部材(レンズキャップシェル8, スクエアレンズ4)及びスリーブ部材(スリーブ3)を含むパッケージを備える。光学素子5は、ステム6上に搭載される。ステム6にはレンズキャップシェル8のレンズ実装部8cにレンズ4が取付けられたキャップ部材が接合され、光学素子5が封止される。そして、レンズキャップシェル8のスリーブ実装部8dには、レンズ4と対向するように光ファイバ1(フェルール2)を挿入保持するためのスリーブ3が接合される。

10

【0018】

このように、ステム6、レンズキャップシェル8及びスリーブ3を接合固定することにより、スリーブ3内に挿入されるフェルール2の光ファイバ1と、レンズキャップシェル8内の光学素子5とが、スクエアレンズ4を介して光結合する。

また、スクエアレンズ4の光ファイバ1の当接する当接面4aでは、スリーブ調芯工程時に、光軸と垂直な平面(XY面)の調芯作業を行うが、その作業時に光ファイバ1とスクエアレンズ4が当接し続けるように平坦な面(フラット面)としている。

20

【0019】

ここで、スリーブ3の調芯工程について説明すると、スリーブ3をレンズキャップシェル8に被せ、スリーブ3に光コネクタに付随するフェルール2(光ファイバ1付)を挿入し、このフェルール2の先端をスクエアレンズ4に当接させる。光コネクタの他端(光ファイバケーブルの他端)から実際に光をファイバコアに入射させ、当該PC端から光を放射させステム6上のPDなどの光学素子5に入射させる。

【0020】

上記PC状態を保持したまま、スリーブ3とレンズキャップシェル8との間の嵌め込み余裕の範囲内でXY面内で微調する。そして、光学素子5での光電流が所定値を超える点を見出し、当該箇所がスリーブ3と光学素子5(あるいはレンズキャップシェル8)との間で光学調芯が為された位置と推定する。本発明においては、光軸方向(Z軸方向)の調芯は、スリーブ3及びレンズキャップシェル8の幾何学的寸法のみで実現している。

30

【0021】

次に、スクエアレンズ及びレンズキャップシェルについて、図3~図5を用いて更に説明する。図3は、本発明の光モジュールのスリーブが取付けられる前のCANパッケージ状態の光デバイスを説明する図で、図3(A)は、光デバイスの斜視図を示し、図3(B)は、その部分断面斜視図を示している。図4は、スクエアレンズを説明する図で、図4(A)は、スクエアレンズの斜視図を示し、図4(B)は、側面図を示している。図5は、スクエアレンズとレンズキャップシェルとの関係を説明する断面斜視図である。

【0022】

スクエアレンズ4を保持するレンズキャップシェル8とステム6とは、上述のように接着されており、図3(A)に示すように、光デバイスのCANパッケージを構成している。レンズキャップシェル8とステム6との接着は、例えば、抵抗溶接により行われ、また、通常、レンズキャップシェル8もステム6も金属製である。そして、この光デバイスは、図3(B)に示すように、CANパッケージ内部に、光学素子5を封止している。スクエアレンズ4は、例えば、シールガラスを用いてレンズキャップシェル8にガラス封止される。

40

【0023】

また、スクエアレンズ4に構成されているレンズ部4cとレンズキャップシェル8の中心軸は、一致していることが望ましい。そのために、図4に示すように、スクエアレンズ

50

4には直径R1の円筒状の段差部4dが設けられており、その段差部4dの中心にレンズ部4cが形成されている。一方、レンズキャップシェル8の中心には、図5に示すように、段差部4dが挿入される、直径R2の孔(凹所)8aが形成されている。

【0024】

このような構成で、凹所8aの内径R2と段差部4dの円筒の外径R1が略同じになるように同等の精度で加工し、レンズキャップシェル8に段差部4dを嵌入することで、部品間の同軸状態を確保することができる。よって、スクエアレンズ4とレンズキャップシェル8で構成されるレンズキャップの製造時に、レンズ中心とキャップシェル中心の軸合わせが容易となり、製造工程を簡易化することができる。

【0025】

また、このように構成することにより、スクエアレンズ4の下段面(レンズ面側の面であって段差部4dの低い位置の面)4eは、レンズキャップシェル8の上面8bに支えられることになり、スクエアレンズ4に光軸方向の荷重が加えられた際に、レンズキャップシェル8で支えることができるようになっている。

【0026】

実際、コネクタ同士の密着を強固にするために、光コネクタのフェルール及びそれを受ける端面には、バネによる光軸方向の荷重がかかるように設計されている。光コネクタの規格の一つであるLCコネクタの場合、その荷重は10N(ニュートン)と規定されている。上記の構成では、その荷重を、スクエアレンズ4を介してレンズキャップシェル8が支えるようになっている。そして、上述のようにスクエアレンズ4をレンズキャップシェル8にガラス封止した場合で、スクエアレンズの下段面4eがない場合(すなわち、光学部品としてのスクエアレンズ4が直方体形状でなく直径R1の円柱形状である場合)には、前記の荷重の大部分が比較的脆いガラス封止部分に掛かってしまうことになるが、スクエアレンズ4に下段面4eを設けることで、その荷重をレンズキャップシェル8(の上面8b)にも分散させることができる。

【0027】

なお、スクエアレンズ4の厚さTは、スクエアレンズ4のレンズ部4c側の面で生じる光の反射がスクエアレンズ4内で十分拡散されるように、適切に設定されている。スクエアレンズ4が厚くなれば、スクエアレンズ4のレンズ部4c側の面での反射光量は減るので、例えば、スクエアレンズ4として石英ガラスを用いるのであれば、厚さを500 μ m以上とし、そこでの反射光量を-30dB以下にするようにすればよい。

【0028】

続いて、本発明に係るスクエアレンズの作成方法について説明する。

フェルール2の光ファイバ1とスクエアレンズ4の界面(図2参照)で発生する、両者の屈折率の差異に起因するフレネル反射を抑制するために、スクエアレンズ4の屈折率は、光ファイバ1のコアと ± 0.11 の範囲で一致していることが好ましい。光ファイバのコア材は、例えば、石英ガラス(屈折率=1.45)であるので、スクエアレンズ4の材料に同じ石英ガラスを用いることができる。

【0029】

レンズ部4c及び円筒状の段差部4dの加工方法としては、例えば、その母体である反射抑制部分と同じ材料からレンズ部4cを一体成形する方法(以下、第1の加工方法)や、レンズ部4cとその他の部分を屈折率の異なる材料で成形する方法(以下、第2の加工方法)などを適用することができる。

【0030】

第1の加工方法、すなわち、反射抑制部分の材料である石英ガラスをそのまま加工してレンズ部4c及び円筒状の段差部4dを成形する場合、例えば、マスキングとエッチングなどの半導体加工技術を用いて、円筒状の突起を形成し、続いて、同様に半導体加工技術を用いて、回折格子(フレネルレンズを含む)などのレンズ部4cが段差部4d状に形成されるようにする方法が考えられる。その他に、エッチングあるいはミリングにより半球レンズなどのレンズ部4c及び円筒状の段差部4dを加工する方法など、種々の方法が考

10

20

30

40

50

えられる。

【0031】

上記第1の加工方法により、同じ材料でレンズ部4cと反射抑制部分(段差部4dを含む)が一体成形されたスクエアレンズ4を得ることができる。この際、スクエアレンズ4のレンズ部4cは、例えば、球面状レンズ、非球面状レンズ、あるいは回折格子レンズ(フレネルレンズ)などの平面形状のレンズなど、各種形態に加工される。

【0032】

また、スクエアレンズ4に石英ガラスを用いる場合、例えば、その外形について半導体プロセスで用いられているシリコン(Si)ウェハを模した形状を有する石英ウェハガラスを、その材料として採用できる。石英ウェハガラスは、半導体加工技術などのウェハ加工技術が採用でき、図6に示すように、スクエアレンズ4を一度に多く作製することができるので、スクエアレンズ4の材料として好適である。

10

【0033】

図6は、スクエアレンズの材料として石英ウェハガラスを用いた場合に、その加工過程中に形成されるスクエアレンズアレイの一例を示す図である。

石英ウェハガラスに対して、半導体加工技術を用いて、マスキング、露光、現像、エッチングなどを繰り返し行うことで、図6に示すように、所望の突起形状及びレンズ形状を有するスクエアレンズ4をアレイ状に大量に得ることができる。このスクエアレンズアレイ4'をダイシングすることにより、本発明に係るスクエアレンズ4に個別に加工される。この場合、スクエアレンズの外形を、例えば、図5に示すように正方形(あるいは長方形)とすることが好ましく、これにより、石英ウェハガラスから無駄なくスクエアレンズ4を製造することができる。

20

【0034】

また、第2の加工方法、すなわち、石英ガラスを用いて反射抑制部分及び段差部4dを加工し、石英ガラスより高屈折率を持つ他の材料を用いてレンズ部4cの加工を行う場合、例えば、半導体加工技術を用いるなどして予めスクエアレンズ4に段差部4dを形成しておき、半球レンズを石英ガラス(段差部4d)の表面に貼り付ける方法が考えられる。その他に、同様にしてスクエアレンズ4に段差部4dを形成しておいた上で、透明な紫外線(UV)硬化樹脂などの樹脂を必要量塗布して表面張力にてレンズ形状にした後硬化させる方法、石英ガラス上に透明樹脂を射出成形により形成する方法、石英ガラス表面にマスク加工を施し高屈折率のガラス材料を蒸着させることにより回折格子を形成する方法など、種々の方法が考えられる。

30

【0035】

上記第2の加工方法により、屈折率の異なる材料でレンズ部4cと反射抑制部分(段差部4dを含む)が成形されたスクエアレンズ4を得ることができる。この際、スクエアレンズ4のレンズ部4cは、第1の加工方法と同様に、例えば、球面状レンズ、非球面状レンズ、回折格子やフレネルレンズなどの平面形状のレンズなど、各種形態に加工される。

【0036】

この他に、スクエアレンズ4の材料として、高い屈折率を有するSiウェハ(屈折率=約3.5)を用いることができる。Siウェハは、石英ウェハガラスを用いたときと同様に加工され、図6に示すようなスクエアレンズアレイ4'として形成され、その後ダイシングされ、本発明に係るスクエアレンズとして形成される。ただし、Siウェハを用いる場合は、光ファイバのコアとSiウェハとの屈折率差を補償するために、スクエアレンズの光ファイバが当接する面(PC面)にはAR(Anti-Reflective)コート加工を施すことが好ましい。ARコート加工としては、例えば、上記PC面にフッ化マグネシウムなどを真空蒸着させて透明な薄膜を作り、光の干渉を利用して反射光を打ち消すようにする。

40

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の受光モジュールの部分断面斜視図である。

50

【図2】本発明の受光モジュールとフェルールとの係合状態を説明する図である。

【図3】本発明の光モジュールのスリーブが取付けられる前のCANパッケージ状態の光デバイスを説明する図である。

【図4】スクエアレンズを説明する図である。

【図5】スクエアレンズとレンズキャップシェルとの関係を説明する断面斜視図である。

【図6】スクエアレンズアレイの一例を示す図である。

【図7】従来構造の光モジュールを示す図である。

【図8】従来構造の光モジュールを示す図である。

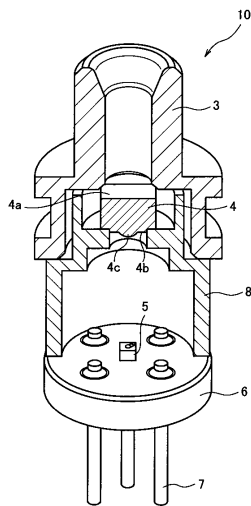
【符号の説明】

【0038】

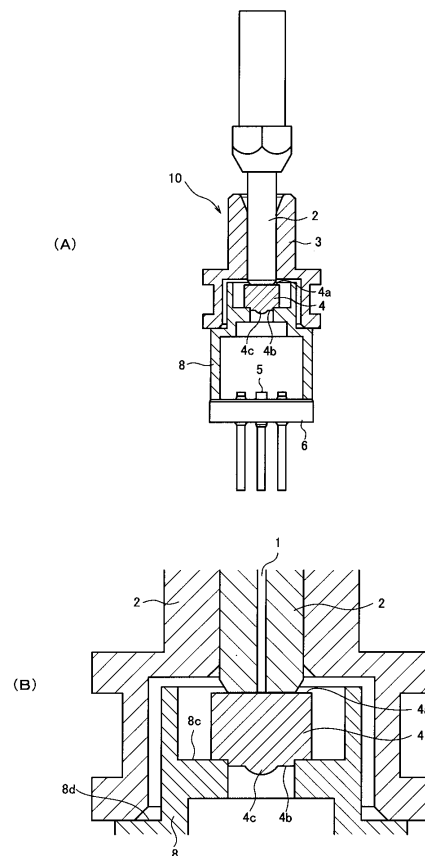
1 ... 光ファイバ、2 ... フェルール、3 ... スリーブ、4 ... スクエアレンズ、4' ... スクエアレンズアレイ、4 ... レンズ、4 a ... 一方の面（当接面）、4 b ... 他方の面、4 c ... レンズ部、4 d ... 段差部、4 e ... 下段面、5 ... 光学素子、6 ... ステム、7 ... リードピン、8 ... レンズキャップシェル、8 a ... 凹所、8 b ... 上面、8 c ... レンズ実装部、8 d ... スリーブ実装部、10 ... 受光モジュール。

10

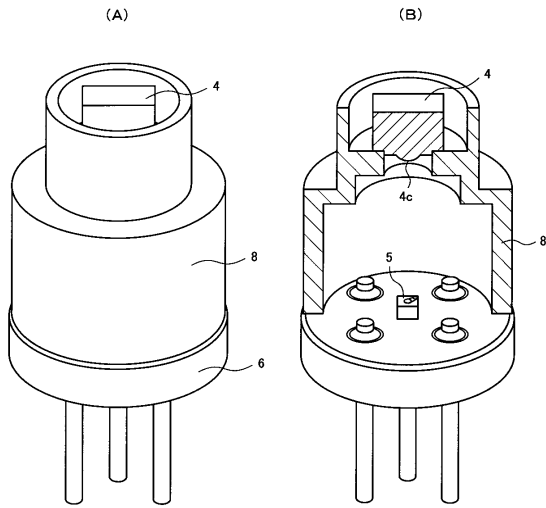
【図1】



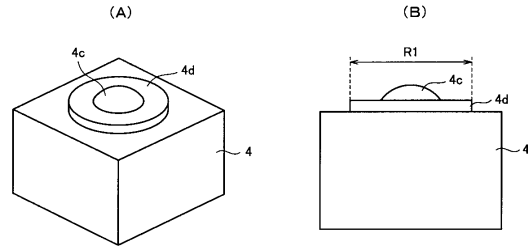
【図2】



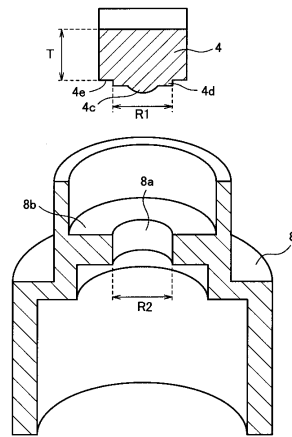
【 図 3 】



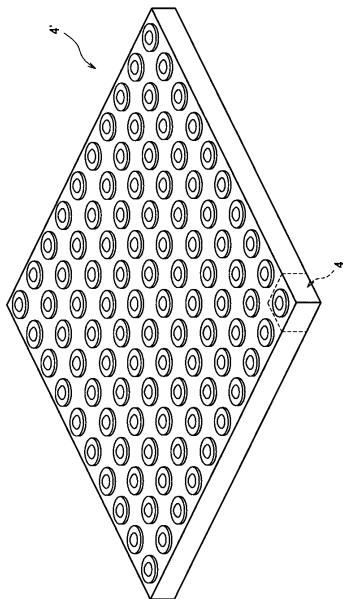
【 図 4 】



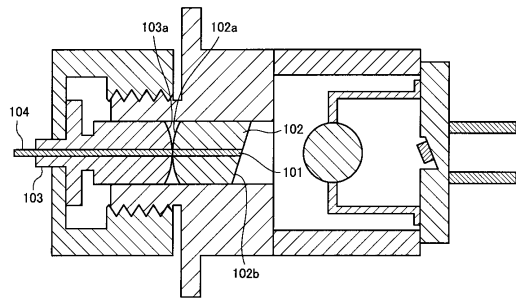
【 図 5 】



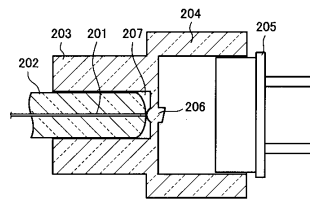
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 実開平02-062745(JP,U)
特開平04-208906(JP,A)
実開平03-026103(JP,U)
特開昭59-015211(JP,A)
特開2005-080310(JP,A)
特開2001-194558(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/26、 6/30 - 6/34、 6/42、
H01S 5/00 - 5/50