

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-287191
(P2008-287191A)

(43) 公開日 平成20年11月27日(2008.11.27)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G02B 6/00	(2006.01)	G02B 6/00	376Z	2H036
G02B 6/40	(2006.01)	G02B 6/40		2H150

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-134772 (P2007-134772)	(71) 出願人	000005120 日立電線株式会社 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(22) 出願日	平成19年5月21日(2007.5.21)	(74) 代理人	100071526 弁理士 平田 忠雄
		(74) 代理人	100099597 弁理士 角田 賢二
		(74) 代理人	100119208 弁理士 岩永 勇二
		(74) 代理人	100124235 弁理士 中村 恵子
		(74) 代理人	100124246 弁理士 遠藤 和光
		(74) 代理人	100128211 弁理士 野見山 孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ、光ファイバの端面封止方法、光ファイバの接続構造及び光コネクタ

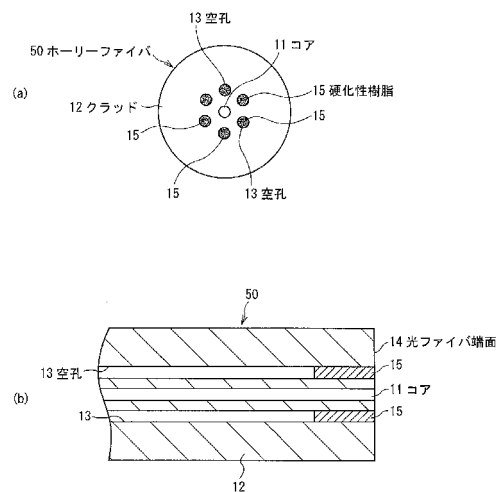
(57) 【要約】

【課題】信頼性の高い光ファイバ、光ファイバの端面封止方法、光ファイバの接続構造及び光コネクタを提供する。

【解決手段】ホーリーファイバ50は、中実に形成されたコア11と、コア11の周囲に設けられたクラッド12と、コア11の周囲に設けられた屈折率が略1の複数の空孔13からなり、光ファイバ端面14の空孔13に充填された硬化性樹脂15とを備えて構成されている。複数の空孔13の光ファイバ端面14の近傍内には、硬化後の透湿率が0.5g/cm²・24h以下の特性、またはガラスとの接着強度が5MPa以上、及び硬化後の硬さがショアDで50以上の特性を有する硬化性樹脂15が充填され、硬化が施されている。

【選択図】 図1

図1
(第1の実施の形態)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コアと、
前記コアの周囲に設けられたクラッドと、
前記クラッドに設けられた複数の空孔と、
硬化後の透湿率が $0.5 \text{ g / cm}^2 \cdot 24 \text{ h}$ 以下の特性を有して前記空孔の端部近傍に
充填された硬化性樹脂と、
を備えたことを特徴とする光ファイバ。

【請求項 2】

コアと、
前記コアの周囲に設けられたクラッドと、
前記クラッドに設けられた複数の空孔と、
ガラスとの接着強度が 5 MPa 以上で硬化後の硬さがショア D で 50 以上の特性を有し
て前記空孔の端部近傍に充填された硬化性樹脂と、
を備えたことを特徴とする光ファイバ。

10

【請求項 3】

前記硬化性樹脂は、硬化による体積収縮率が 5% 以下で、かつ硬化前の 25 での粘度
が $5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ファイバ。

【請求項 4】

前記硬化性樹脂は、紫外線硬化樹脂、常温硬化性樹脂または熱硬化性樹脂である請求項
1 または 2 に記載の光ファイバ。

20

【請求項 5】

前記硬化性樹脂は、硬化後の屈折率が前記クラッドの屈折率よりも低いことを特徴とす
る請求項 1 または 2 に記載の光ファイバ。

【請求項 6】

クラッドに複数の空孔を有する光ファイバを用意する第 1 の工程と、
硬化後の透湿率が $0.5 \text{ g / cm}^2 \cdot 24 \text{ h}$ 以下の硬化性樹脂を前記光ファイバの前記
複数の空孔の端部近傍に充填する第 2 の工程と、
充填された前記硬化性樹脂を硬化させる第 3 の工程と、
を備えたことを特徴とする光ファイバの端面封止方法。

30

【請求項 7】

クラッドに複数の空孔を有する光ファイバを用意する第 1 の工程と、
ガラスとの接着強度が 5 MPa 以上で硬化後の硬さがショア D で 50 以上である硬化性
樹脂を前記光ファイバの前記複数の空孔の端部近傍に充填する第 2 の工程と、
充填された前記硬化性樹脂を硬化させる第 3 の工程と、
を備えたことを特徴とする光ファイバの端面封止方法。

【請求項 8】

前記硬化性樹脂は、硬化による体積収縮率が 5% 以下で、かつ硬化前の 25 での粘度
が $5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下であることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の光ファイバの端面封
止方法。

40

【請求項 9】

前記硬化性樹脂は、紫外線硬化樹脂、常温硬化性樹脂または熱硬化性樹脂であることを
特徴とする請求項 6 または 7 に記載の光ファイバの端面封止方法。

【請求項 10】

前記硬化性樹脂は、硬化後の屈折率が前記クラッドの屈折率よりも低いことを特徴とす
る請求項 6 または 7 に記載の光ファイバの端面封止方法。

【請求項 11】

前記請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の光ファイバの端面に、屈折率整合剤を介して上記
光ファイバとは別の光ファイバを突き合わせ接続したことを特徴とする光ファイバの接続
構造。

50

【請求項 1 2】

前記請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の光ファイバをフェルールに装着したことを特徴とする光コネクタ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、長手方向に延びる複数の空孔を有する光ファイバ、光ファイバの端面封止方法、光ファイバの接続構造及び光コネクタに関する。

【背景技術】**【0002】**

光通信ネットワーク及び光信号処理の高速化に伴って、更なる大容量の光ファイバが必要になっており、それを実現するものとして、コアの周囲のクラッドに光ファイバの長手方向に延びる多数の空孔を形成したフォトニッククリスタルファイバ (Photonic Crystal Fiber : PCF) が注目されている。

【0003】

全反射型 PCF の一例にホーリーファイバ (Holey Fiber : HF) があり、Ge が添加されたコアの周囲のクラッド内に複数の空孔を形成することによりクラッドの実効屈折率を下げる構造になっている。このホーリーファイバは、クラッドに屈折率が略 1 の空孔を形成したことにより、コアのクラッドに対する実効的な比屈折率差が約 32% であり、シングルモードファイバ (SMF) に比べて比屈折率差を大きくすることができる。

【0004】

また、光ファイバの接続は、従来より、メカニカルスプライス (mechanical splice) による突き合わせ接続やコネクタ接続が用いられている。コネクタ接続は、光ファイバの先端にフェルールが装着された光ファイバコネクタ同士を突き合わせて接続する方法である。

【0005】

ところで、空孔を有するホーリーファイバ等の光ファイバを、上記の接続方法で接続した場合、以下の問題がある。

【0006】

メカニカルスプライスによる突き合わせ接続の場合、光ファイバの端面間に介在させた屈折率整合剤が毛細管現象により空孔内に浸入する。コアと同程度の屈折率を有する屈折率整合剤が空孔内に浸入すると、空孔にコアが形成されたことになり、光が空孔のコアと結合し、接続損失が増加する。

【0007】

コネクタ接続の場合、光ファイバ端面及びフェルール端面に研磨処理を施す際に、空孔内に研磨屑が混入してしまい、コネクタの着脱を繰り返したとき、空孔内に入り込んだ研磨屑が光ファイバ端面に露出してコネクタ装着時に光ファイバ端面に割れや欠けを発生させ、長期信頼性が低下する。

【0008】

これらの問題に対し、空孔にマッチングオイル、紫外線硬化性樹脂もしくは熱硬化性樹脂を注入して光ファイバの端面を封止することが行われている (例えば、特許文献 1、2 参照)。

【特許文献 1】 特開 2002 - 236234 号公報

【特許文献 2】 特開 2002 - 323625 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

しかし、従来の光ファイバの端面封止方法によると、硬化性樹脂を空孔に充填し、空孔内の硬化性樹脂を紫外線照射や熱により硬化させて光ファイバ端面の空孔を封止しているが、硬化性樹脂が湿気を透過しやすいと、湿度が高い環境下などにおいて封止部を透過し

10

20

30

40

50

た湿気が空孔内部で結露し、伝送損失を著しく増加させるという問題がある。

【0010】

また、従来の接続方法によると、硬化性樹脂とガラスとの接着強度が低いと、硬化時の硬化性樹脂の体積収縮により、樹脂と空孔内壁との間に空隙や剥離が生じやすくなり、メカニカルスプライスによる光ファイバの突き合わせ接続では、剥離などの隙間から屈折率整合剤が空孔内に浸入し、接続損失が大きくなる。

【0011】

また、従来の光コネクタによると、隙間に研磨剤や研磨屑が侵入して信頼性を低下させる。また、硬化性樹脂が柔らかすぎると、研磨時に樹脂面がガラス面より窪みやすくなり、研磨屑などが詰まって接続不良の原因になる。更に、硬化性樹脂の粘度が高すぎると、空孔に必要な長を充填するのに時間がかかり易くなると共に充填長が不均一になり易くなり、接続特性にばらつきを生じる。

10

【0012】

従って、本発明の目的は、信頼性の高い光ファイバ、光ファイバの端面封止方法、光ファイバの接続構造及び光コネクタを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は上記目的を達成するため、コアと、前記コアの周囲に設けられたクラッドと、前記クラッドに設けられた複数の空孔と、硬化後の透湿率が $0.5 \text{ g/cm}^2 \cdot 24 \text{ h}$ 以下の特性を有して前記空孔の端部近傍に充填された硬化性樹脂とを備えたことを特徴とする光ファイバを提供する。

20

【0014】

本発明は上記目的を達成するため、コアと、前記コアの周囲に設けられたクラッドと、前記クラッドに設けられた複数の空孔と、ガラスとの接着強度が 5 MPa 以上で硬化後の硬さがショアDで50以上の特性を有して前記空孔の端部近傍に充填された硬化性樹脂とを備えたことを特徴とする光ファイバを提供する。

【0015】

本発明は上記目的を達成するため、クラッドに複数の空孔を有する光ファイバを用意する第1の工程と、硬化後の透湿率が $0.5 \text{ g/cm}^2 \cdot 24 \text{ h}$ 以下の硬化性樹脂を前記光ファイバの前記複数の空孔の端部近傍に充填する第2の工程と、充填された前記硬化性樹脂を硬化させる第3の工程と、を備えたことを特徴とする光ファイバの端面封止方法を提供する。

30

【0016】

本発明は上記目的を達成するため、クラッドに複数の空孔を有する光ファイバを用意する第1の工程と、ガラスとの接着強度が 5 MPa 以上で硬化後の硬さがショアDで50以上である硬化性樹脂を前記光ファイバの前記複数の空孔の端部近傍に充填する第2の工程と、充填された前記硬化性樹脂を硬化させる第3の工程と、を備えたことを特徴とする光ファイバの端面封止方法を提供する。

【0017】

本発明は上記目的を達成するため、上記光ファイバの端面に、屈折率整合剤を介して上記光ファイバとは別の光ファイバを突き合わせ接続したことを特徴とする光ファイバの接続構造を提供する。

40

【0018】

本発明は上記目的を達成するため、上記光ファイバをフェルールに装着したことを特徴とする光コネクタを提供する。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、光ファイバ、光ファイバの端面封止方法、光ファイバの接続構造及び光コネクタの信頼性を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0020】

[第1の実施の形態]

(光ファイバの構成)

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る光ファイバであり、(a)は正面図、(b)は側面断面図である。

【0021】

この光ファイバは、中実に形成されたコア11と、コア11の周囲に設けられたクラッド12と、コア11の周囲に設けられた屈折率が略1の複数の空孔13からなるホーリーファイバ50であり、ホーリーファイバ50は光ファイバ端面14の空孔13に充填された硬化性樹脂15とを備えて構成されている。図1(a)および(b)において、コア11の端面はホーリーファイバ50の端面と同一面を形成するように設けられている。

10

【0022】

硬化性樹脂15は、硬化性樹脂15の硬化後の透湿率が $0.5\text{ g/cm}^2 \cdot 24\text{ h}$ 以下の特性のものを用いている。硬化性樹脂15の透湿率が $0.5\text{ g/cm}^2 \cdot 24\text{ h}$ より大きくなると、湿度が高くなる環境において、空孔13内に結露等が生じやすくなり、損失増加が生じやすくなる。好ましくは、透湿率が $0.3\text{ g/cm}^2 \cdot 24\text{ h}$ 以下である。

【0023】

ここで、透湿率とは、JIS Z 0208防湿包装材料の透湿度試験方法(カップ法)に準拠し、条件B:温度 40 ± 5 、湿度 $90 \pm 2\%$ の試験により得られるものである。試料厚さは $50 \pm 5\text{ }\mu\text{m}$ のものを用いた。

20

【0024】

更に、硬化性樹脂15は、ガラスとの接着強度が 5 MPa 以上で、硬化後の硬さがショアDで50以上のものを用いている。硬化性樹脂15のガラスに対する接着強度が 5 MPa より小さいと、空孔13で硬化させた際に、硬化性樹脂15の体積収縮などにより硬化性樹脂15とガラス界面間に空隙が生じやすくなると共に、光ファイバ端面14を研磨処理する際の振動などにより、剥離が生じやすくなる。

【0025】

また、ガラスとの接着強度が 5 MPa 以上であっても、硬化性樹脂15の硬化後の硬さがショアDで50より小さいと、光ファイバ端面14を研磨処理する際に、樹脂部が削れ易くなって樹脂面が窪み、研磨剤や研磨屑が詰まることで、コネクタ接続の信頼性が著しく低下する。ここで、ガラスとの接着強度とは、引張剪断接着強度で、2枚のスライドガラス($25\text{ W} \times 75\text{ D} \times 1\text{ H mm}$)の片端長さ 10 mm の面を硬化性樹脂で貼り合わせ、硬化させた後、互いのガラスを反対方向に、速度 10 mm/min で引張り、破壊する力をいう。

30

【0026】

更に、硬化性樹脂15は、硬化による体積収縮率が5%以下で、かつ硬化前の粘度が $5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下のものを用いている。硬化性樹脂15の体積収縮率が5%を超えると、空孔13内の硬化性樹脂15に空隙が発生しやすくなる。また、樹脂とガラス界面に空隙や剥離が生じやすくなる。

【0027】

硬化性樹脂15は、硬化前の粘度が $5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上のものを用いた場合、空孔13内への充填作業がしづらくなると共に、それぞれの空孔13に均一に充填することが難しくなる。従って、好ましくは、 $0.1 \sim 3\text{ Pa}\cdot\text{s}$ である。また、粘度が $0.1\text{ Pa}\cdot\text{s}$ よりも低くなると、毛細管現象が加速され、充填長を一定に保つことが難しくなる。

40

【0028】

また、メカニカルスプライスによってホーリーファイバ50の接続を行う場合、ホーリーファイバ50の端面近傍に充填した硬化性樹脂15に空隙や剥離が発生していると、接続面に設けた屈折率整合剤が空隙や剥離部に浸入し、接続損失が大きくなる。また、光コネクタを形成してホーリーファイバ50の接続を行う場合に、ホーリーファイバ50の端面近傍に充填した硬化性樹脂15に空隙や剥離が発生していると、空隙や剥離で空洞とな

50

った部分から空孔 13 内に入り込んだ研磨剤が外部に露出するおそれがある。

【0029】

そこで、硬化性樹脂 15 に体積収縮率が 5% 以下で粘度が 5 Pa・s 以下のものを用いることで、空孔 13 内の充填距離を一定に保ちやすくなると共に、空隙や剥離を発生させずに硬化性樹脂 15 を硬化させることができる。

【0030】

硬化性樹脂 15 としては、体積収縮率が 5% 以下で硬化前の粘度が 5 Pa・s 以下であれば特に限定されないが、例えば、紫外線硬化樹脂、常温中に放置しておくで自然に硬化する常温硬化性樹脂、加熱することにより硬化する熱硬化性樹脂などを用いることができる。

【0031】

(第 1 の実施の形態の効果)

第 1 の実施の形態によれば、光ファイバの接続損失を低減できると共に、長期信頼性の低下を抑制することができる。

【実施例】

【0032】

次に、本発明の実施例について説明する。図 2 は、第 1 の実施の形態に係る光ファイバの接続損失特性を示す特性図である。

【0033】

ここでは、空孔 13 を硬化性樹脂 15 で封止したホーリーファイバ 50 の端部に SC (Single Coupling) 形コネクタを取付け、このホーリーファイバ 50 に通常の SMF に汎用の SC コネクタを取り付けた光ファイバを接続し、接続部を恒温槽に入れ、温度湿度サイクル試験 (-40 ~ +70、93% RH) を実施したときの接続損失の変化である。

【0034】

図 2 において、実施例 1 は透湿率 $0.21 \text{ g/cm}^2 \cdot 24 \text{ h}$ 、実施例 2 は透湿率 $0.36 \text{ g/cm}^2 \cdot 24 \text{ h}$ 、及び比較例 1 は透湿率 $0.64 \text{ g/cm}^2 \cdot 24 \text{ h}$ である。

【0035】

図 2 から明らかなように、透湿率の高い比較例 1 及び硬化性樹脂 15 による封止の無い比較例 2 は接続損失変動が大きくなっている。これに対し、透湿度が低い実施例 1, 2 は、接続損失変動が小さく、幅広い使用環境に対応可能であることがわかる。

【0036】

図 3 は、実施例 3、比較例 3、及び比較例 4 の端面の外観を示す図であり、(a) は実施例 3 の正面図、(b) は比較例 3 の正面図、(c) は比較例 4 の正面図である。ここでは、ホーリーファイバ 50 の空孔 13 を硬化性樹脂 15 で封止し、SC コネクタを取り付けており、フェルル 21 内に挿入されたホーリーファイバ 50 の端面とフェルル端面 24 を研磨処理した後のホーリーファイバ 50 の研磨端面を示している。

【0037】

図 3 (a) に示すように実施例 3 のホーリーファイバ 50 の研磨端面は、硬化性樹脂 15 のガラス接着強度 7 MPa、ショア D 硬度 82 を用いて形成されており、空孔 13 と硬化性樹脂 15 の界面に剥離や研磨屑等の無い綺麗な面が得られている。

【0038】

これに対して、図 3 (b) に示すように比較例 3 の研磨端面は、硬さが柔らかい硬化性樹脂 15 を用いることによって硬化性樹脂 15 の研磨屑 150 の堆積や空孔 13 との間に界面剥離 151 が発生した。また、図 3 (c) に示すように比較例 4 の研磨端面は、ガラス接着強度の低い硬化性樹脂 15 を用いたことにより空孔 13 と硬化性樹脂 15 の間に界面剥離 151 が発生している。

【0039】

図 4 は、実施例 4、比較例 5 及び比較例 6 の封止部を示し、(a) は実施例 4 の縦断面図、(b) は比較例 5 の縦断面図、(c) は比較例 6 の縦断面図である。ここでは、ホーリーファイバ 50 の空孔 13 に体積収縮率、粘度の異なる硬化性樹脂 15 を充填、硬化さ

10

20

30

40

50

せた充填部を視認できるように破断した縦断面を示している。

【0040】

図4(a)に示す実施例4は、硬化性樹脂15が各空孔13に均一に充填され、空隙等の発生は見られない。これに対し、図4(b)に示す比較例5は、体積収縮率が高い硬化性樹脂15を用いた封止部に微小空隙である気泡15Aが発生している。また、図4(c)に示す比較例6は、粘度の高い硬化性樹脂15を用いた封止部に充填長の不均一が発生している。

【0041】

本実施例では、硬化性樹脂15として、屈折率がクラッド12の屈折率より低いものを用いている。硬化性樹脂15の屈折率がクラッド12より大きいと、樹脂を充填した空孔13が擬似コアとなり、伝送損失が生じ易くなるためである。ここで、硬化性樹脂15の屈折率は、SMF60の端面に硬化性樹脂15を塗布硬化させ、その端面で、波長1550nmで得られる反射減衰量から求めることができる。この場合の屈折率の温度特性は、反射減衰量の測定温度を変えることで求められる。

【0042】

【表1】

$$\lambda = 1550 \text{ nm}$$

		実施例5	実施例6	比較例7
屈折率 λ	60℃	1.440	1.429	1.461
	25℃	1.444	1.432	1.466
	0℃	1.448	1.435	1.468
	-10℃	1.449	1.436	1.469
接続損失 (dB)		0.05~0.2	0.05~0.1	3<

【0043】

表1は、ホーリーファイバ50の空孔13に、クラッド12より屈折率の低い硬化性樹脂15を用いた実施例5と実施例6、及びクラッド12より屈折率が高い硬化性樹脂15を用いた比較例7にSCコネクタを取り付け、SMF60に汎用SCコネクタを取り付けた物と接続し、接続損失を測定した結果である。

【0044】

表1から明らかのように、クラッド12より屈折率の低い硬化性樹脂15を用いた実施例5,6の接続損失が0.05~0.2dBと小さいのに対し、クラッド12より屈折率の高い硬化性樹脂15を用いた比較例7は、接続損失が3dB以上になっている。

【0045】

(光ファイバの接続構造)

図5は、本発明の実施の形態に係る光ファイバの接続構造を示す断面図である。図5に示すように、ホーリーファイバ50は、コア61とクラッド62からなる汎用のシングルモードファイバ(SMF)60と屈折率整合剤18を介して突き合わせ接続されている。ホーリーファイバ50は、光ファイバ端面14の近傍の空孔13に硬化性樹脂15が充填されている。なお、ホーリーファイバ50とSMF60の突き合わせ接続には、接続具として、例えば、メカニカルスプライスを用いる。

【0046】

ここでは、硬化性樹脂15として、エポキシ系紫外線硬化樹脂(「UV・1100」ダイキン化学工業製)を使用した。この硬化性樹脂15は、粘度250mPa·s、透湿度0.2g/cm²·24h、屈折率1.449($\lambda = 1550 \text{ nm}$)、体積収縮率4%、

シヨアD82である。

【0047】

光ファイバの接続方法について説明すると、まず、ホーリーファイバ50のUV被覆層をストリッパーで除去する。次に、ホーリーファイバ50の裸線が10mmとなる位置でファイバカッターを用いてホーリーファイバ50をカットする。

【0048】

カットした後、硬化性樹脂15にホーリーファイバ50の端面を10秒間浸し、ホーリーファイバ50の空孔13内に硬化性樹脂を充填する。充填した後、ホーリーファイバ50の側面及び端面14に付着した硬化性樹脂をそれぞれガーゼ、コネクタクリーナで拭き取った。

【0049】

次に、光学顕微鏡によりホーリーファイバ50の側面を観察した。その結果、硬化性樹脂15はホーリーファイバ50の端面から各空孔13内に約300 μ mまで充填されていることを確認した。

【0050】

次に、硬化性樹脂15を硬化させるため、紫外線照射装置(HOYA製:「EX250メタルハイドランプ」)で、側面より2000mJ/cm²の紫外線を硬化性樹脂15に照射して硬化させた。その後、メカニカルスプライスのガイド穴の一方にホーリーファイバ50を挿入し、他方のガイド穴に汎用SMF60を挿入し、ホーリーファイバ50と汎用SMF60の接続を行った。

【0051】

図5の構成において、波長1550nmにおける接続損失は0.11dBであり、メカニカルスプライスによる接続を低損失に行うことができた。接続後、23 \pm 2、55%RHのもとで24時間経過しても、接続損失の変化はなかった。

【0052】

(光ファイバの接続損失特性)

図6は、図5の光ファイバの接続構造における接続損失特性を示す特性図である。図6は、図5のように接続されたホーリーファイバ50及びSMF60に波長1550nmの光信号を伝搬させると共に、その環境温度を-20~+70内で変化させてホーリーファイバ50及びSMF60間の接続損失の変化を測定したものである。

【0053】

図6において、接続損失とは、測定開始直後の常温(約25)における接続損失を基準とした損失比を言う。図6に示すように、温度-20~+70における接続損失は、0.006dB以内と殆ど変化がなかった。接続後のホーリーファイバ50の側面を光学顕微鏡で観察すると、空孔13に充填された硬化性樹脂15により空孔13への屈折率整合剤18の浸入はなかった。

【0054】

これらの結果より、ホーリーファイバ50とSMF60のメカニカルスプライスによる接続において、本実施の形態の接続構造を形成することで、ホーリーファイバ50の空孔13への屈折率整合剤18の浸入を防ぎ、接続損失を低くし、かつ温度変化に対する接続損失の変動を微小にすることができる。

【0055】

以上、メカニカルスプライスを用いた光ファイバの接続方法について説明したが、本実施の形態に係る光ファイバの端面封止方法は、硬化による体積収縮率が5%以下で、かつ硬化前の25での粘度が5Pa \cdot s以下である硬化性樹脂15をホーリーファイバ50に設けられる複数の空孔13の端部近傍に充填する工程と、充填された硬化性樹脂15を硬化させる工程とが含まれるものであれば、どのような接続方法であってもよい。

【0056】

(光コネクタの構成)

次に、本実施の形態の光ファイバを用いた光コネクタについて説明する。

10

20

30

40

50

【0057】

図7は、本発明の第2の実施の形態に係る光コネクタの断面図である。この光コネクタ100は、ホーリーファイバ50を固定する中空の固定部22及びフランジ26を備えたフェルール21と、ホーリーファイバ50のファイバ心線17を保持すると共にフェルール21に一体化されたファイバ保持部23と、を備えて構成されている。

【0058】

ホーリーファイバ50の空孔13には、硬化性樹脂15が充填されている。これにより、光ファイバ端面14及びフェルール端面24を研磨した際に生じる研磨屑が空孔13内に入り込むのが防止され、また、研磨屑に起因して、光コネクタ100の着脱時に光ファイバ端面14に割れや欠けが発生するのを防止することができる。

10

【0059】

図8は、フェルール内に熱硬化性樹脂を充填した工程を示す断面図である。

【0060】

図9は、フェルールにホーリーファイバを固定した工程を示す断面図である。

【0061】

次に、図8～9を参照して、光コネクタの組立方法について説明する。

(光コネクタの組立方法)

【0062】

まず、ホーリーファイバ50のUV被覆層をストリッパーで除去し、光ファイバ裸線が $1.2 \pm 1 \text{ mm}$ (SCコネクタ対応)となる位置でホーリーファイバ50をファイバカッターでカットした。カットした後、ホーリーファイバ50の光ファイバ端面14を硬化性樹脂15に漬け、ホーリーファイバ50の空孔13内に硬化性樹脂15を $5 \pm 1 \text{ mm}$ 充填した。充填後、ホーリーファイバ50の光ファイバ端面14に付着した硬化性樹脂15を乾いたハイゼガーゼで拭き取った。

20

【0063】

次に、光学顕微鏡により充填長を確認した後、硬化性樹脂15を硬化させるため、紫外線照射装置(HOYA製「EX250メタルハライドランプ」)で、側面より 2000 mJ/cm^2 の紫外線を照射して硬化し、ホーリーファイバ50を完成させた。

【0064】

次に、図8に示すように、固定部22とファイバ保持部23に接着剤としての熱硬化性樹脂25を充填した。

30

【0065】

次に、図9に示すように、上記のように空孔13内に硬化性樹脂15を充填済みのホーリーファイバ50を固定部22からファイバ保持部23に挿入する。

【0066】

次に、ホーリーファイバ50が挿入されたフェルール21を85に保たれた恒温槽内に40分設置して熱硬化性樹脂25を硬化させ、ホーリーファイバ50をフェルール21に固定する。

【0067】

次に、図7に示すように、フェルール21のフェルール端面24の位置でホーリーファイバ50をカットした後、フェルール端面24及び光ファイバ端面14に研磨処理を施し、フェルール21をSCコネクタ用ハウジングに取り付け、ホーリーファイバ50のSC型の光コネクタ100を完成させた。

40

【0068】

以上のようにして組み立てた光コネクタ100と汎用のSCコネクタの着脱を500回繰り返したところ、光ファイバ端面14に欠けや傷等の損傷は見られなかった。すなわち、光ファイバ端面14の近傍の空孔13を硬化性樹脂15で封止したことで、空孔13内に侵入する研磨屑等の異物に起因する光ファイバ端面の損傷を防ぐことができる。

【0069】

すなわち、この製造方法によって製造された光コネクタは、気泡や剥離の発生が抑制さ

50

れると共に、空孔 1 3 への研磨屑の進入を防止でき、長期信頼性の向上を図ることができる。

【 0 0 7 0 】

[他の実施の形態]

なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されず、本発明の技術思想を逸脱あるいは変更しない範囲内で種々な変形が可能である。

【 0 0 7 1 】

例えば、上記実施の形態においては、空孔 1 3 は、例えば 6 つであるが、これに限定されるものではない。例えば、数百個の空孔を有する P C F (ポリマー・クラッド・光ファイバ) を用いて光ファイバ、光コネクタを形成してもよい。また、空孔 1 3 の形状や配置等も限定されない。

10

【 0 0 7 2 】

更に、空孔 1 3 に充填する硬化性樹脂 1 5 の材質は、特に限定するものでない。例えば、純粋石英に G e が添加されてコアを形成するホーリーファイバ、P C F に関しては、純粋石英ガラスの屈折率と同等或いはそれ以下の屈折率を有し、硬化による透湿率が $0.5 \text{ g / cm}^2 \cdot 24 \text{ h}$ 以下、ガラス接着力 5 MPa 以上、ショア D 硬度 50 以上、体積収縮率が 5 % 以下で、かつ硬化前の粘度が $5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下である硬化性樹脂 1 5 を用いることによって、同様の効果が得られる。

【 0 0 7 3 】

また、上記実施の形態では、光コネクタとして S C コネクタを示したが、S C コネクタに限定されるものではなく、フェルール 2 1 に F C 用ハウジングを取り付けて F C コネクタを形成してもよい。また、F C コネクタ、M U (Miniature Universal Coupling) コネクタ用のフェルールを用いて F C コネクタ、M U コネクタ等を形成してもよい。

20

【 0 0 7 4 】

また、上記実施の形態では、メカニカルスプライスによりホーリーファイバ 5 0 と汎用 S M F 6 0 を接続したが、P C F 或いはホーリーファイバ 5 0 等の空孔を有した光ファイバと接続される光ファイバは汎用 S M F 6 0 に限らず、G I (Graded Index Fiber) ファイバや S I (Step Index Fiber) ファイバ等、汎用のマルチモードファイバ (M M F) でもよい。

【 0 0 7 5 】

また、硬化性樹脂 1 5 は、紫外線硬化樹脂、常温硬化性樹脂または熱硬化性樹脂を用いることができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 6 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る光ファイバを示し、(a) は正面図、(b) は側面断面図である。

【 図 2 】 図 2 は、第 1 の実施の形態に係る光ファイバの接続損失特性を示す特性図である。

【 図 3 】 図 3 は、実施例 3、比較例 3、及び比較例 4 の端面の外観を示す図であり、(a) は実施例 3 の正面図、(b) は比較例 3 の正面図、(c) は比較例 4 の正面図である。

40

【 図 4 】 図 4 は、実施例 4、比較例 5 及び比較例 6 の封止部を示し、(a) は実施例 4 の縦断面図、(b) は比較例 5 の縦断面図、(c) は比較例 6 の縦断面図である。

【 図 5 】 図 5 は、本発明の実施の形態に係る光ファイバの接続構造を示す断面図である。

【 図 6 】 図 6 は、図 5 の光ファイバの接続構造における接続損失特性を示す特性図である。

【 図 7 】 図 7 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る光コネクタの断面図である。

【 図 8 】 図 8 は、フェルール内に熱硬化樹脂を充填した工程を示す断面図である。

【 図 9 】 図 9 は、フェルールにホーリーファイバを固定した工程を示す断面図である。

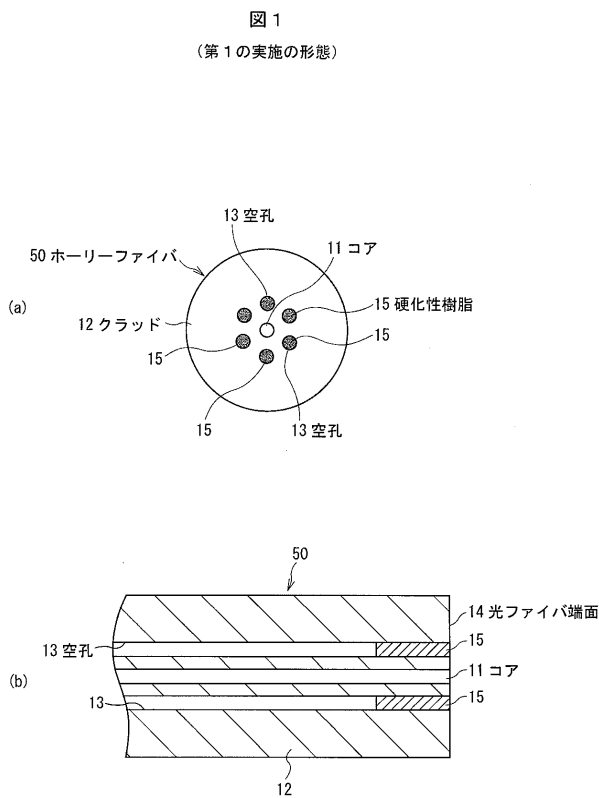
【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

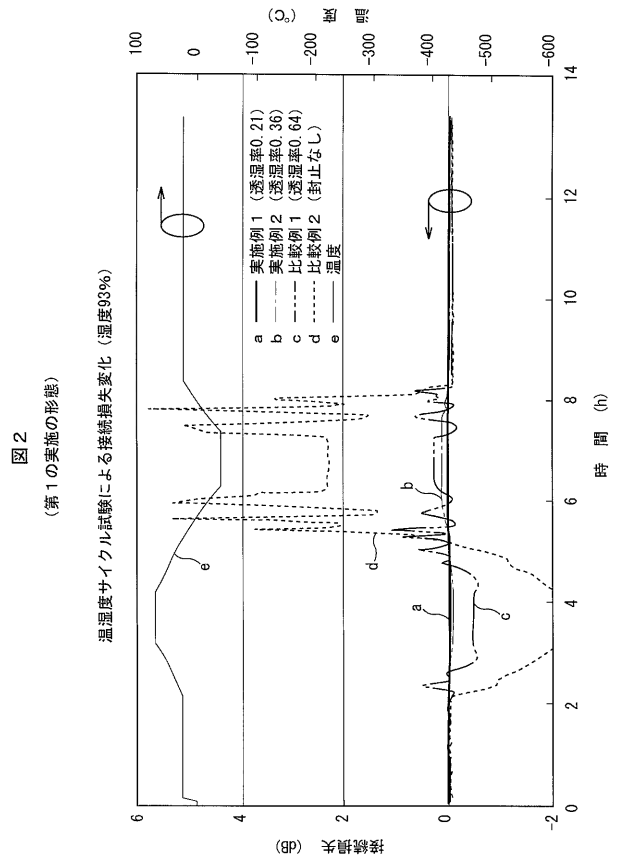
50

1 1 ... コア、 1 2 ... クラッド、 1 3 ... 空孔、 1 4 ... 光ファイバ端面、 1 5 ... 硬化性樹脂、
 1 5 A ... 気泡、 1 7 ... ファイバ心線、 1 8 ... 屈折率整合剤、 2 1 ... フェルール、 2 2 ... 固
 定部、 2 3 ... ファイバ保持部、 2 4 ... フェルール端面、 2 5 ... 熱硬化性樹脂、 2 6 ... フラ
 ンジ、 5 0 ... ホーリーファイバ (HF)、 6 0 ... S M F (シングルモードファイバ)、 6
 1 ... コア、 6 2 ... クラッド、 1 0 0 ... 光コネクタ、 1 5 0 ... 研磨屑、 1 5 1 ... 界面剥離

【 図 1 】

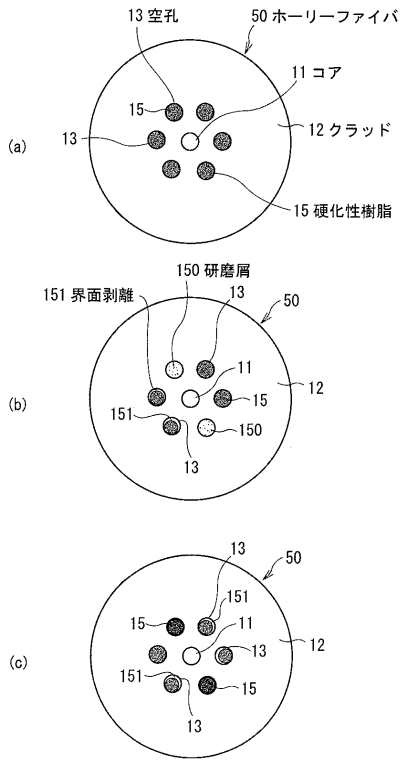


【 図 2 】



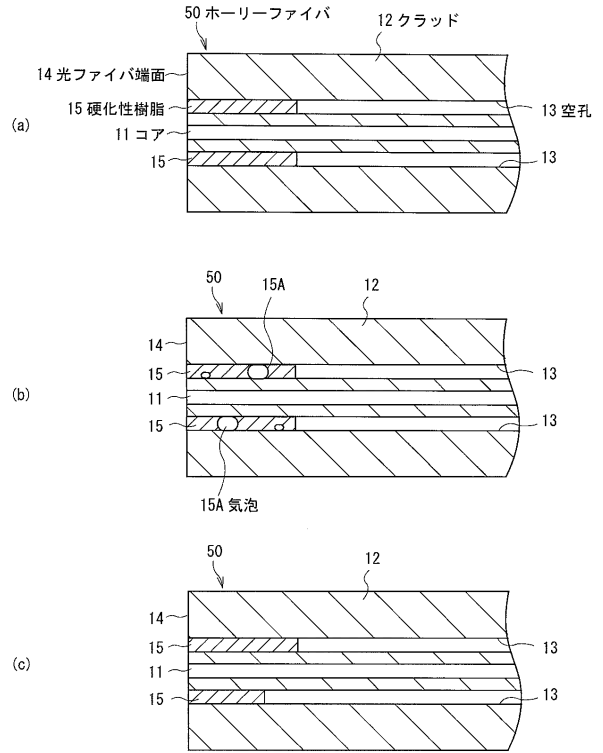
【 図 3 】

図 3
(第 1 の実施の形態)



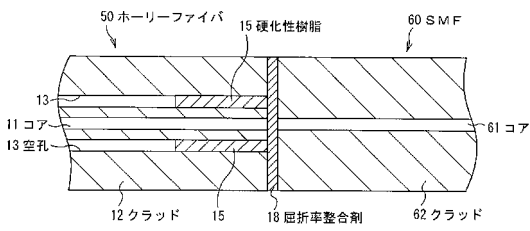
【 図 4 】

図 4
(第 1 の実施の形態)



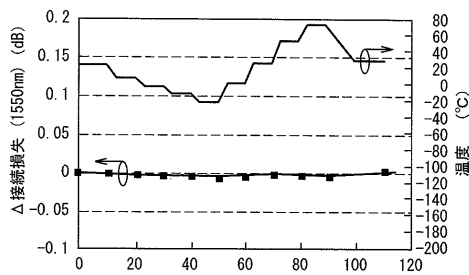
【 図 5 】

図 5
(第 1 の実施の形態)



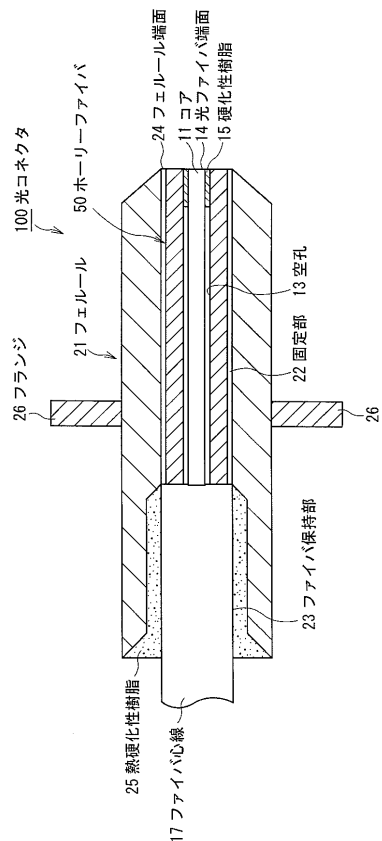
【 図 6 】

図 6
(第 1 の実施の形態)



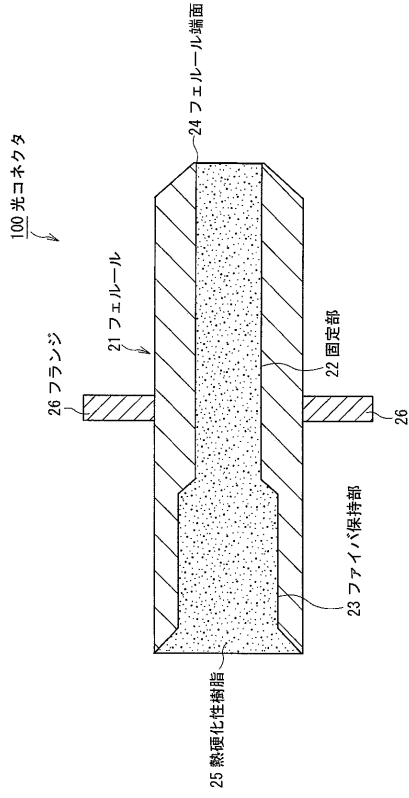
【 図 7 】

図 7
(第 2 の実施の形態)



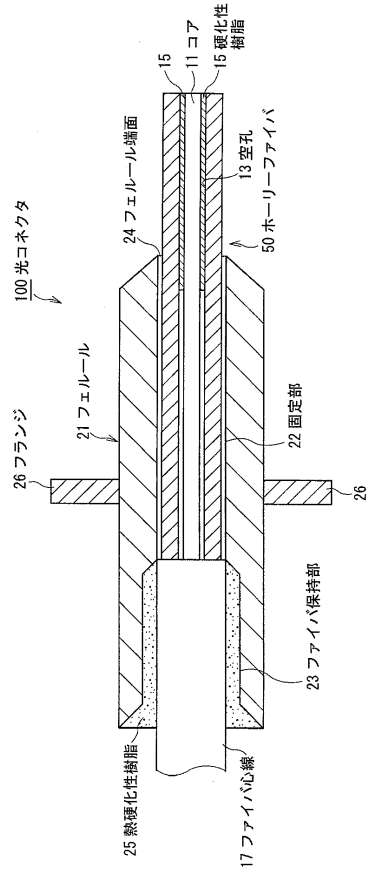
【 図 8 】

(第2の実施の形態)



【 図 9 】

(第2の実施の形態)



フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 善久
東京都千代田区外神田四丁目1 4 番 1 号 日立電線株式会社内
- (72)発明者 鈴木 香菜子
東京都千代田区外神田四丁目1 4 番 1 号 日立電線株式会社内
- (72)発明者 黒沢 芳宣
東京都千代田区外神田四丁目1 4 番 1 号 日立電線株式会社内
- (72)発明者 大園 和正
東京都千代田区外神田四丁目1 4 番 1 号 日立電線株式会社内
- Fターム(参考) 2H036 KA03 QA00
2H150 AB02 AF03 AF23 AF30 AF43 AF47 BD00