

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3836731号

(P3836731)

(45) 発行日 平成18年10月25日(2006.10.25)

(24) 登録日 平成18年8月4日(2006.8.4)

(51) Int. Cl.

F I

<b>CO3B</b>	<b>37/012</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>CO3B</b>	<b>37/012</b>	<b>C</b>
<b>GO2B</b>	<b>6/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO2B</b>	<b>6/00</b>	<b>356A</b>
<b>GO2B</b>	<b>6/024</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO2B</b>	<b>6/00</b>	<b>376Z</b>
<b>GO2B</b>	<b>6/032</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO2B</b>	<b>6/16</b>	<b>301</b>
			<b>GO2B</b>	<b>6/20</b>	

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-19316 (P2002-19316)  
 (22) 出願日 平成14年1月29日(2002.1.29)  
 (65) 公開番号 特開2003-221254 (P2003-221254A)  
 (43) 公開日 平成15年8月5日(2003.8.5)  
 審査請求日 平成14年11月27日(2002.11.27)

(73) 特許権者 000003263  
 三菱電線工業株式会社  
 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号  
 (73) 特許権者 000004226  
 日本電信電話株式会社  
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号  
 (74) 代理人 100077931  
 弁理士 前田 弘  
 (74) 代理人 100094134  
 弁理士 小山 廣毅  
 (74) 代理人 100110939  
 弁理士 竹内 宏  
 (74) 代理人 100110940  
 弁理士 嶋田 高久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏波保存フォトニッククリスタルファイバの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ファイバ中心をなす中実又は中空のコアと、該コアを被覆するように設けられファイバ横断面に所定格子を形成してファイバ半径方向にフォトニッククリスタル構造を構成するように配設された複数の細孔を有するクラッドと、を備え、ファイバ横断面において、該細孔の外郭形状が楕円に形成され且つ該楕円の細孔の長軸が一方向に配向していることにより、光伝搬領域であるモードフィールドが相互に直交し且つ伝搬定数が異なる2つの偏波モードを有するように構成された偏波保存フォトニッククリスタルファイバの製造方法であって、

上記ファイバ横断面の孔パターンに対応して設けられ、各々、両端が封止された複数の円形孔と、横断面において該複数の円形孔を挟むように設けられた少なくとも一對の未封止孔とを有するプリフォームを準備するプリフォーム準備工程と、

上記プリフォームを線引き加工により細径化する線引き工程と、を備えたことを特徴とする偏波保存フォトニッククリスタルファイバの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、偏波保存フォトニッククリスタルファイバ(以下「偏波保存PCF」という)の製造方法に関する。

【0002】

10

20

## 【従来の技術】

フォトニッククリスタルファイバは、ファイバ中心をなす中実又は中空のコアと、そのコアを被覆するように設けられファイバ横断面に所定格子を形成してファイバ半径方向にフォトニッククリスタル構造を構成するように配設された複数の細孔を有するクラッドとを備えた光ファイバであり、種々の分野での適用が提案されている。

## 【0003】

その中の一つとして、フォトニッククリスタルファイバを偏波保存ファイバとすることが考えられる。

## 【0004】

J. Lightwave Technol., Vol. 19, No. 4, pp495-503, Apr, 2001には、細孔のファイバ横断面外郭形状を楕円とした偏波保存PCFが開示されており、かかる構成の偏波保存PCFは、形状寸法を適切に設定すれば計算上 $10^{-2}$ 程度の大きなモード複屈折率を示すとの内容が記載されている。

10

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

本出願の課題は、ファイバ横断面外郭形状が楕円である細孔を有する偏波保存PCFを容易に製造することができる方法を提供することにある。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、プリフォームに円形孔を設け、線引き工程時にプリフォーム横断面内に作用する向心力が異方性を有するようにしたものである。

20

## 【0007】

具体的には、本発明は、ファイバ中心をなす中実又は中空のコアと、該コアを被覆するように設けられファイバ横断面に所定格子を形成してファイバ半径方向にフォトニッククリスタル構造を構成するように配設された複数の細孔を有するクラッドと、を備え、ファイバ横断面において、該細孔の外郭形状が楕円に形成され且つ該楕円の細孔の長軸が一方向に配向していることにより、光伝搬領域であるモードフィールドが相互に直交し且つ伝搬定数が異なる2つの偏波モードを有するように構成された偏波保存フォトニッククリスタルファイバの製造方法であって、

上記ファイバ横断面の孔パターンに対応して設けられ、各々、両端が封止された複数の円形孔と、横断面において該複数の円形孔を挟むように設けられた少なくとも一對の未封止孔とを有するプリフォームを準備するプリフォーム準備工程と、

30

上記プリフォームを線引き加工により細径化する線引き工程と、を備えたことを特徴とする。

## 【0008】

上記の方法によれば、プリフォームは、線引き工程時に、未封止孔の方が封止孔よりも大きく縮小し、中心から未封止孔側に向かって引張り力が作用しつつファイバー化される。そのとき、プリフォーム横断面内に作用する向心力は、上記引張り力が向心力に抵抗するため一對の未封止孔を結ぶ方向よりもそれに直交する方向の方が大きい、すなわち、異方性を有することとなる。その結果、線引き工程時に異方性を有する向心力がプリフォーム横断面内に作用し、プリフォームに設けられた円形孔が等方的に縮小せずに楕円形状の細孔に形成されてファイバー化され、しかも、楕円形状の細孔の長軸が一方向に配向することとなる。従って、プリフォームに楕円孔を設けるといった複雑な加工が不要であり、ファイバ横断面外郭形状が楕円である細孔を有する偏波保存PCFを容易に製造することができる。

40

## 【0009】

## 【発明の効果】

上記の方法によれば、プリフォームに楕円孔を設けるといった複雑な加工が不要であり、ファイバ横断面外郭形状が楕円である細孔を有する偏波保存PCFを容易に製造することができる。

50

## 【 0 0 1 0 】

## 【 発明の実施の形態 】

## ( 実施形態 1 )

以下に実施形態 1 に係る偏波保存 P C F の製造方法について工程を追って説明する。

## 【 0 0 1 1 】

## &lt; キャピラリ作製工程 &gt;

図 1 に示すように、円筒状の石英 ( S i O<sub>2</sub> ) 管 9 を電気炉 1 0 で加熱延伸することにより長尺のキャピラリ 1 を作製する。このとき、石英管 9 内及びキャピラリ 1 内に塩素ガスを流通させる。これによって、キャピラリ 1 内面の水酸基及び水分が塩素ガスによって除去されると共に空気が排除されて水分のキャピラリ 1 内面への付着が防止され、水酸基の吸収による伝送ロスが低減されることとなる。次に、得られた長尺のキャピラリ 1 の両端を封止してキャピラリ 1 内に塩素ガスを充填した状態とする。そして、この長尺のキャピラリ 1 をマイクロバーナー等を用いて所定長さに切り分けることにより、両端にキャピラリ封止部 1 a , 1 a が形成され塩素ガスが充填されたキャピラリ 1 , 1 , ... を作製する。このキャピラリ 1 内に塩素ガスが充填されていることによって、キャピラリ 1 内面への水分の接触がなくなり、これによっても水酸基の吸収による伝送ロスの低減が図られることとなる。

10

## 【 0 0 1 2 】

## &lt; 部材準備工程 &gt;

キャピラリ作製工程で作製したキャピラリ 1 , 1 , ... を多数本と、キャピラリ 1 の同外径で同長さの石英製のコアロッド 2 を 1 本と、キャピラリ 1 及びコアロッド 2 より短尺の石英円筒管を 1 本と、を準備する。

20

## 【 0 0 1 3 】

## &lt; プリフォーム準備工程 &gt;

## - サポート管形成 -

石英円筒管の外周面を研磨し、図 2 に示すように、横断面外郭形状を扁平に形成したサポート管 3 を作製する。

## 【 0 0 1 4 】

## - キャピラリ及びコアロッド充填 -

キャピラリ 1 , 1 , ... 及びコアロッド 2 をサポート管 3 内に貫通状態に充填する。このとき、図 3 に示すように、横断面においてキャピラリ孔が三角格子を形成するようにキャピラリ 1 , 1 , ... を最密状に充填すると共に、中心軸位置にコアロッド 2 を配置する。これにより、各キャピラリ 1 及びコアロッド 2 の移動がサポート管 3 により規制される。また、キャピラリ 1 , 1 , ... 及びコアロッド 2 は断面円形であるため、サポート管 3 内にはキャピラリ 1 相互間等に断面略三角形の空隙 1 1 , 1 1 , ... が形成される。

30

## 【 0 0 1 5 】

次に、キャピラリ束の最外層とサポート管 3 の内壁との間に生じる間隙には石英粉等の充填材を充填し、各キャピラリ 1 の位置ずれが生じないようにする。

## 【 0 0 1 6 】

以上のようにして、キャピラリ束を形成する最密状に配設された多数のキャピラリ 1 , 1 , ... と、その中心軸位置に配置されたコアロッド 2 と、それらを保持するサポート管 3 とからなるプリフォーム 4 を作製する。

40

## 【 0 0 1 7 】

## &lt; 塩素ガスによる脱水処理工程 &gt;

図 4 に示すように、プリフォーム 4 両端にサポート管 3 とほぼ同外径である石英製の補助パイプ 1 2 , 1 2 をそれぞれ溶接する。そして、一方の補助パイプ 1 2 の開口部から塩素ガスを流し込み、その塩素ガスをサポート管 3 内に形成された空隙 1 1 , 1 1 , ... に流通させ、最終的に他方の補助パイプ 1 2 の開口部から排出するようにすると共に、火炎 1 3 をプリフォーム 4 の長手方向に往復移動させるようにしてその外側を加熱する。これによって、キャピラリ 1 , 1 , ... 外面及びコアロッド 2 外面の水酸基及び水分が塩素ガスに

50

よって予め除去され、水酸基の吸収による伝送ロス低減が図られることとなる。そして、キャピラリ1相互間の空隙11, 11, ...が減圧された状態となるようにサポート管3内を真空ポンプで減圧しながらその両端を加熱してサポート管封止部3a, 3aを形成する。このとき、その空隙11, 11, ...に空気が侵入しないようにし、空隙11, 11, ...に塩素ガスが充填された状態となるようにする。

#### 【0018】

##### <線引き工程>

プリフォーム4から一方の補助パイプ12を取り外し、図5に示すように、残った他方の補助パイプ12が上側になるようにしてプリフォーム4を線引き加工機にセットする。そして、プリフォーム4に線引き炉14で加熱延伸する線引き加工(例えば、線引き炉温度2250、線引速度20m/min)を施すことにより細径化(ファイバー化)する。このとき、非円形の扁平形状であるプリフォーム4横断面外郭形状が表面張力の作用により円形化しつつプリフォーム4が細径化(ファイバー化)される。また、プリフォーム4横断面内に作用する向心力は扁平の短径方向よりも長径方向の方が大きくなる、すなわち、異方性を有することとなる。そのため、プリフォーム4に設けられた円形孔は長軸が一方向に配向した横断面楕円形に形成される。さらに、サポート管3内に形成された空隙11, 11, ...が減圧された状態で封止され、しかも塩素ガスが充填されていることによつて、キャピラリ1外面及びコアロッド2外面への水分の接触が防止されると共に、減圧されたそれらの空隙11, 11, ...が加熱によつて内部圧力の高まったキャピラリ1, 1, ...によつてスムーズに押し潰されることとなる。そして、隣接するキャピラリ1同士、キャピラリ1とコアロッド2、及びキャピラリ1とサポート管3は相互に融着一体化することとなる。

#### 【0019】

そうして、図6に示すように、ファイバ中心をなす中実のコア5と、コア5を被覆するように設けられファイバ横断面に所定格子を形成してファイバ半径方向にフォトニッククリスタル構造を構成するように配設された複数の細孔6a, 6a, ...を有するクラッド6と、クラッド6をさらに被覆するように設けられた被覆部7とを備え、ファイバ横断面において、細孔6a, 6a, ...の外郭形状が楕円に形成され且つ楕円の細孔6a, 6a, ...の長軸が一方向に配向した横断面円形の偏波保存PCF8が製造される。かかる偏波保存PCF8は、光伝搬領域であるモードフィールドがファイバ横断面において相互に直交し且つ伝搬定数が異なる2つの偏波モードを有するように構成されたものとなる。

#### 【0020】

以上のような偏波保存PCF8の製造方法によれば、プリフォーム4は、線引き工程時に、扁平である横断面外郭形状が表面張力の作用により円形化しつつファイバー化される。このとき、プリフォーム4横断面内に作用する向心力は、扁平の短径方向よりも長径方向の方が大きい、すなわち、異方性を有することとなる。そのため、プリフォーム4の横断面円形のキャピラリ孔が等方的に縮小せずに楕円形状の細孔に形成されてファイバー化され、しかも、楕円形状の細孔6a, 6a, ...の長軸が一方向に配向することとなる。従つて、プリフォームに楕円孔を設けるといった複雑な加工が不要であり、ファイバ横断面外郭形状が楕円である細孔6a, 6a, ...を有する偏波保存PCF8を容易に製造することができる。

#### 【0021】

##### (実施形態2)

以下に実施形態2に係る偏波保存PCFの製造方法について工程を追つて説明する。なお、実施形態1と同一部位及び同一部材は同一符号で示す。

#### 【0022】

##### <キャピラリ作製工程>

実施形態1と同様の方法でキャピラリ1を作製する。このとき、両端が封止されていない未封止キャピラリ21も同様に作製する。

#### 【0023】

10

20

30

40

50

< 部材準備工程 >

キャピラリ作製工程で作製した封止したキャピラリ 1, 1, ... を多数本と、キャピラリ 1 の同外径で同長さの石英製の未封止キャピラリ 2 1, 2 1, ... を所定本と、キャピラリ 1 の同外径で同長さの石英製のコアロッド 2 を 1 本と、キャピラリ 1, 未封止キャピラリ 2 1 及びコアロッド 2 よりも短尺で石英製の円筒状のサポート管 3 を 1 本と、を準備する。

【 0 0 2 4 】

< プリフォーム準備工程 >

キャピラリ 1, 1, ...、未封止キャピラリ 2 1, 2 1, ... 及びコアロッド 2 を貫通状態にサポート管 3 内に充填する。このとき、図 7 に示すように、横断面においてキャピラリ孔が三角格子を形成するようにキャピラリ 1, 1, ... 及び未封止キャピラリ 2 1, 2 1 ... を最密状に充填すると共に、中心軸位置にコアロッド 2 が配置し、また、横断面において、キャピラリ 1, 1, ... の束を一对の未封止キャピラリ 2 1, 2 1, ... の束で挟むように、キャピラリ 1, 1, ... 及び未封止キャピラリ 2 1, 2 1 ... を配設する。これにより、各キャピラリ 1、各未封止キャピラリ 2 1 及びコアロッド 2 の移動がサポート管 3 により規制される。また、キャピラリ 1, 1, ...、未封止キャピラリ 2 1 及びコアロッド 2 は断面円形であるため、サポート管 3 内にはキャピラリ 1 及び未封止キャピラリ 2 1 相互間等に断面略三角形の空隙 1 1, 1 1, ... が形成される。

【 0 0 2 5 】

次に、キャピラリ束の最外層とサポート管 3 の内壁との間に生じる空隙に石英粉等の充填材を充填し、各キャピラリ 1 の位置ずれが生じないようにする。

【 0 0 2 6 】

以上のようにして、最密状に配設された多数のキャピラリ 1, 1, ... の束と、その束を挟むように設けられた未封止キャピラリ 2 1 の束と、それらの中心軸位置に配置されたコアロッド 2 と、それらを保持するサポート管 3 とからなるプリフォーム 4 を作製する。

【 0 0 2 7 】

< 塩素ガスによる脱水処理工程 >

実施形態 1 と同様にして塩素ガスによるプリフォーム 4 の脱水処理を行う。

【 0 0 2 8 】

< 線引き工程 >

実施形態 1 と同様に、プリフォーム 4 を線引き加工機にセットする。そして、プリフォーム 4 に線引き炉で加熱延伸すると共に未封止キャピラリ 2 1 内を減圧しつつ線引き加工を施すことにより細径化（ファイバー化）する。このとき、プリフォーム 4 が細径化する際に、未封止キャピラリ 2 1 の方が両端封止したキャピラリ 1 よりもキャピラリ孔の縮小が速い。そのため、未封止キャピラリ 2 1 のキャピラリ孔を埋め合わせるべくプリフォーム 4 横断面内に中心から未封止キャピラリ 2 1 の束側に向かって引張り力が作用する。その引張り力は、線引き加工時のプリフォーム 4 横断面内に作用する向心力に抗するので、その向心力は、未封止キャピラリ 2 1 の孔により構成された一对の未封止孔群を結ぶ方向よりもそれに直交する方向の方が大きい、すなわち、異方性を有することとなる。それによって、プリフォーム 4 に設けられた円形孔は長軸が一方向に配向した横断面楕円形となる。また、サポート管 3 内に形成された空隙 1 1, 1 1, ... が減圧された状態で封止され、しかも塩素ガスが充填されていることによって、キャピラリ 1 外面及びコアロッド 2 外面への水分の接触が防止されると共に、減圧されたそれらの空隙 1 1, 1 1, ... が加熱によって内部圧力の高まったキャピラリ 1, 1, ... によってスムーズに押し潰されることとなる。そして、隣接するキャピラリ 1 同士、キャピラリ 1 とコアロッド 2、及びキャピラリ 1 とサポート管 3 は相互に融着一体化すると共に未封止キャピラリ 2 1 のキャピラリ孔が消滅することとなる。

【 0 0 2 9 】

そうして、図 8 に示すように、ファイバ中心をなす中実のコア 5 と、コア 5 を被覆するように設けられファイバ横断面に三角格子を形成してファイバ半径方向にフォトニックク

10

20

30

40

50

リスタル構造を構成するように配設された複数の細孔 6 a , 6 a , ... を有するクラッド 6 と、クラッド 6 をさらに被覆するように設けられた被覆部 7 とを備え、ファイバ横断面において、細孔 6 a , 6 a , ... の外郭形状が楕円に形成され且つ楕円の細孔 6 a , 6 a , ... の長軸が一方向に配向した横断面円形の偏波保存 P C F 8 が製造される。かかる偏波保存 P C F 8 は、光伝搬領域であるモードフィールドがファイバ横断面において相互に直交し且つ伝搬定数が異なる 2 つの偏波モードを有するように構成されたものとなる。

【 0 0 3 0 】

以上のような偏波保存 P C F 8 の製造方法によれば、プリフォーム 4 は、線引き工程時に、未封止キャピラリ 2 1 の方が両端封止したキャピラリ 1 よりもキャピラリ孔が大きく縮小し、横断面において中心から未封止キャピラリ 2 1 の束側に向かって引張り力が作用しつつファイバ化される。そのとき、プリフォーム 4 横断面内に作用する向心力は、上記引張り力が向心力に抗して作用するため一対の未封止キャピラリ 2 1 の束を結ぶ方向よりもそれに直交する方向の方が大きい、すなわち、異方性を有することとなる。そのため、プリフォーム 4 の横断面円形のキャピラリ孔が等方的に縮小せずに楕円形状の細孔に形成されてファイバ化され、しかも、楕円形状の細孔 6 a , 6 a , ... の長軸が一方向に配向することとなる。従って、プリフォームに楕円孔を設けるといった複雑な加工が不要であり、ファイバ横断面外郭形状が楕円である細孔を有する偏波保存 P C F 8 を容易に製造することができる。

10

【 0 0 3 1 】

(その他の実施形態)

なお、上記実施形態 1 及び 2 では、サポート管 3 にキャピラリを充填する偏波保存 P C F 8 の製造方法としたが、特にこれに限定されるものではなく、石英のロッド材に孔を穿孔したプリフォーム 4 を作製し、それを線引き加工するようにしてもよい。その場合、例えば、実施形態 1 に対応するものとしては、図 9 に示すように、扁平断面のロッド材に所定孔パターンで孔 2 2 , 2 2 , ... を形成したプリフォーム 4 を準備すればよい。また、実施形態 2 に対応するものとしては、横断面円形のロッド材に所定パターンの封止孔 2 3 , 2 3 , ... を形成すると共に、その封止孔群を挟むように未封止孔 2 4 , 2 4 , ... を形成したプリフォーム 4 を準備すればよい。

20

【 0 0 3 2 】

また、上記実施形態 1 では、石英パイプの側面を研磨することにより扁平横断面のサポート管 3 を形成したが、特にこれに限定されるものではなく、図 1 1 ( a ) に示すように、横断面外郭が楕円で且つ横断面孔形状が円形に形成されたサポート管 3 であってもよく、また、図 1 1 ( b ) に示すように、石英円筒管を側方に圧縮して横断面外郭及び横断面孔形状が楕円に形成されたサポート管 3 であってもよい。

30

【 0 0 3 3 】

また、上記実施形態 2 では、サポート管 3 に両端を封止したキャピラリ 1 , 1 , ... と未封止キャピラリ 2 1 , 2 1 , ... とを充填し、それによって線引き加工時にプリフォーム 4 横断面内に作用する向心力が異方性を発現するようにしたが、特にこれに限定されるものではなく、例えば、サポート管に未封止キャピラリを充填し、キャピラリ内を加圧する領域と、それを挟むキャピラリ内を加圧する領域とを設けることによって線引き加工時にプリフォーム横断面内に作用する向心力が異方性を有するようにしてもよい。

40

【 0 0 3 4 】

また、上記実施形態 1 及び 2 では、中実のコア 5 を有する偏波保存 P C F 8 を製造するものとしたが、特にこれに限定されるものではなく、中空のコアを有する偏波保存 P C F を製造するものであってもよい。その場合、プリフォームの中心軸位置にコアロッド 2 を配置する代わりに、その中心軸位置にコア空間を形成するようにすればよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施形態 1 に係るキャピラリ作製工程を示す説明図である。

【図 2】 実施形態 1 に係るサポート管の横断面図である。

【図 3】 実施形態 1 に係るプリフォームの横断面図である。

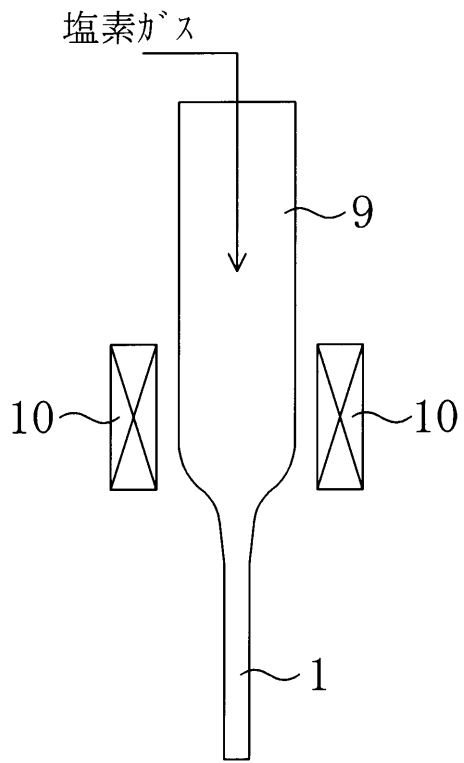
50

- 【図4】 実施形態1に係る塩素ガスによる脱水処理工程を示す説明図である。  
 【図5】 実施形態1に係る線引き工程の説明図である。  
 【図6】 実施形態1に係る偏波保存PCFの斜視図である。  
 【図7】 実施形態2に係るプリフォームの横断面図である。  
 【図8】 実施形態2に係る偏波保存PCFの斜視図である。  
 【図9】 その他の実施形態に係るプリフォームの横断面図である。  
 【図10】 その他の別の実施形態に係るプリフォームの横断面図である。  
 【図11】 その他の実施形態に係るサポート管の横断面図である。

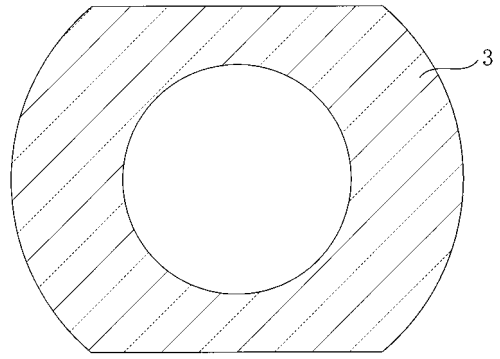
【符号の説明】

- |     |          |    |
|-----|----------|----|
| 1   | キャピラリ    | 10 |
| 1 a | キャピラリ封止部 |    |
| 2   | コアロッド    |    |
| 3   | サポート管    |    |
| 3 a | サポート管封止部 |    |
| 4   | プリフォーム   |    |
| 5   | コア       |    |
| 6   | クラッド     |    |
| 6 a | 細孔       |    |
| 7   | 被覆部      |    |
| 8   | 偏波保存PCF  | 20 |
| 9   | 石英管      |    |
| 10  | 電気炉      |    |
| 11  | 空隙       |    |
| 12  | 補助パイプ    |    |
| 13  | 火炎       |    |
| 14  | 線引き炉     |    |
| 21  | 未封止キャピラリ |    |
| 22  | 孔        |    |
| 23  | 封止孔      |    |
| 24  | 未封止孔     | 30 |

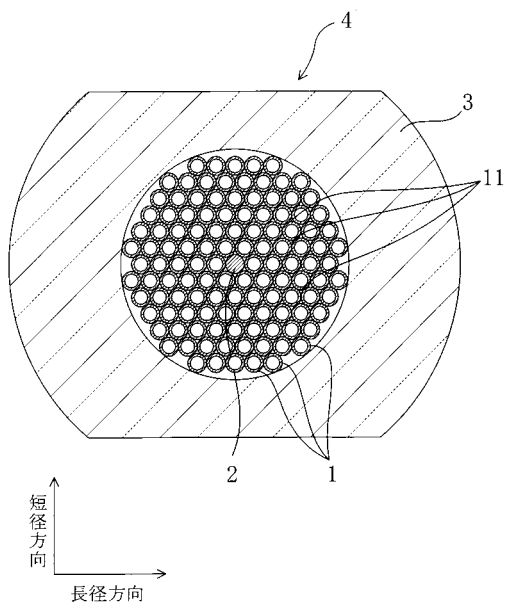
【 図 1 】



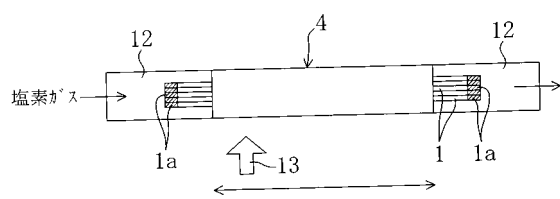
【 図 2 】



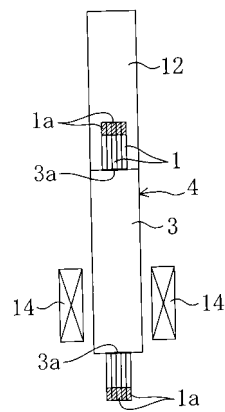
【 図 3 】



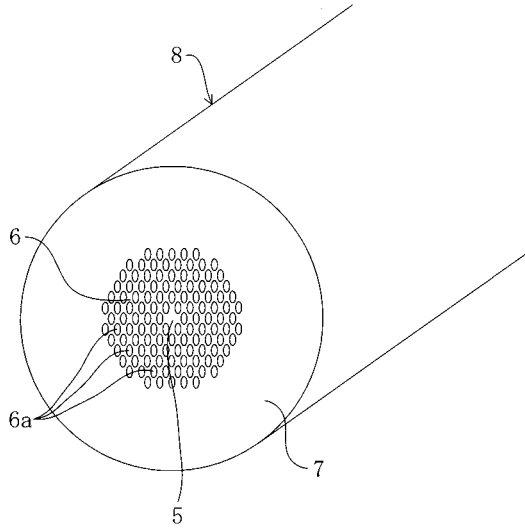
【 図 4 】



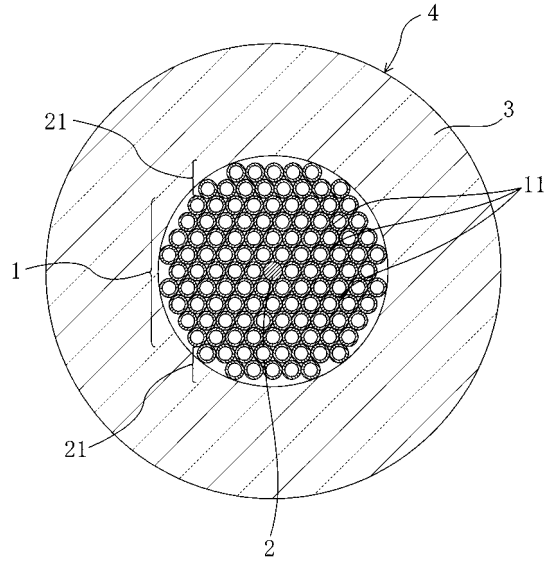
【 図 5 】



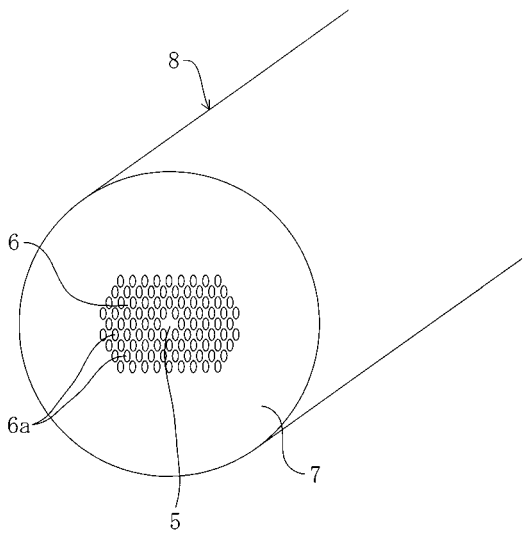
【 図 6 】



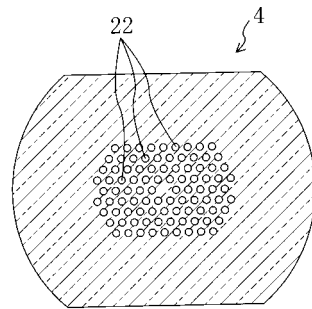
【 図 7 】



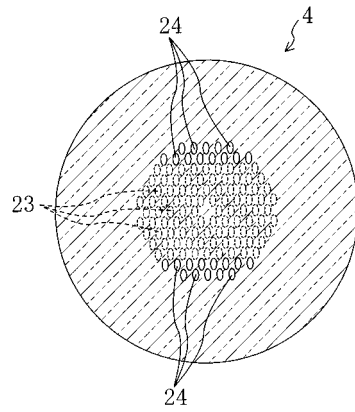
【 図 8 】



【 図 9 】

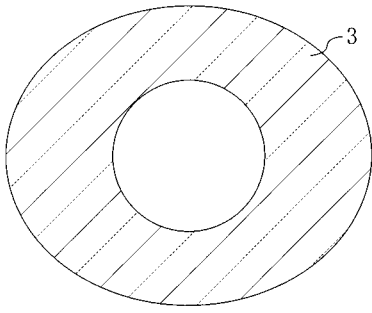


【 図 10 】

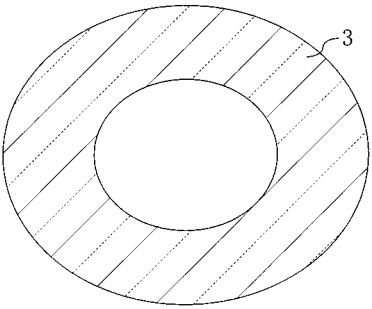


【 図 1 1 】

(a)



(b)



## フロントページの続き

- (74)代理人 100113262  
弁理士 竹内 祐二
- (74)代理人 100115059  
弁理士 今江 克実
- (74)代理人 100115510  
弁理士 手島 勝
- (74)代理人 100115691  
弁理士 藤田 篤史
- (72)発明者 田中 正俊  
兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線工業株式会社 伊丹製作所内
- (72)発明者 山取 真也  
兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線工業株式会社 伊丹製作所内
- (72)発明者 藤田 盛行  
兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線工業株式会社 伊丹製作所内
- (72)発明者 川西 悟基  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 鈴木 和宣  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 久保田 寛和  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 永田 史泰

- (56)参考文献 国際公開第00/060390(WO, A1)  
特開2001-220164(JP, A)  
特開昭61-146725(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C03B 37/00 -37/16  
G02B 6/00  
G02B 6/024