

發明專利說明書

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※申請案號：91132993 ※IPC分類：G02B 6/36

※申請日期：2002/11/11

壹、發明名稱

(中文) 光纖用毛細管、光連接器用套環及附有光纖毛細管

(英文) CAPILLARY FOR OPTICAL FIBER, FERRULE FOR OPTICAL CONNECTOR AND CAPILLARY WITH OPTICAL FIBER

貳、發明人(共1人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填**說明書發明人續頁**)

姓名：(中文) 和田 正紀

(英文) Masanori WADA

住居所地址：(中文) 日本滋賀縣大津市仁尾之濱1丁目1番57-1205番

(英文) 1-57-1205, Nionohama 1-chome, Otsu-shi, Shiga-ken,

Japan

國籍：(中文) 日本

(英文) JP

參、申請人(共1人)

申請人 1 (如發明人超過一人，請填**說明書申請人續頁**)

姓名或名稱：(中文) 日本電氣硝子股份有限公司

(英文) Nippon Electric Glass Co., Ltd.

住居所或營業所地址：(中文) 日本滋賀縣大津市晴嵐2丁目7番1號

(英文)7-1 Seiran 2-chome, Otsu-shi, Shiga-ken,

Japan

國籍：(中文) 日本 (英文) JP

代表人：(中文) 森 哲次

(英文) Tetsuji MORI

發明人 2

姓名：(中文) 竹內 宏和

(英文) Hirokazu TAKEUCHI

住居所地址：(中文) 日本滋賀縣八日市市三津屋町 11-33

(英文) 11-33, Mitsuyacho, Youkaichi-shi, Shiga-ken,

Japan

國籍：(中文) 日本 (英文) JP

發明人 3

姓名：(中文) 齊藤 和也

(英文) Kazuya SAITO

住居所地址：(中文) 日本滋賀縣神崎郡能登川町躰光寺 626-1-303

(英文) 626-1-303, Taikoji, Notogawacho, Kanzaki-gun,

Shiga-ken, Japan

國籍：(中文) 日本 (英文) JP

捌、聲明事項

本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期為：_____

本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：
【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____

主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

- 1. 日本；2001/11/19；2001-352986
- 2. _____
- 3. _____
- 4. _____
- 5. _____
- 6. _____
- 7. _____
- 8. _____
- 9. _____
- 10. _____

主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

發明所屬之領域

本發明是有關於一種光學元件的製造用的光纖用毛細管、光連接器用套環，以及將光纖插入內孔中的附有光纖毛細管。

先前技術

近年來，伴隨光通信網路的急速發展，而需要大量的高性能，並且低價格的光學元件。特別是，在內部設置有光纖的插頭型的光學元件或插座型的光學元件中，採用在精密的毛細管中插入光纖並以接著劑固定黏接圓柱狀的光纖短管之所謂附有光纖毛細管或光連接器插頭。

舉例來說，如第 12 圖所示，對附有光纖毛細管的其中一個末端面進行加工形成凸狀球面，並對另一末端面進行加工形成傾斜拋光面，而具有作為光纖短管 6 之機能。採用光纖短管 6 的目的在於接收從鐳射二極體 1 射出，並通過透鏡 2 聚光的光信號，將其傳遞給光連接器 3 中之光連接器用套環 4 中的光纖 5，或將從光連接器用套環 4 的內孔 4a 內的光纖 5 射出的光信號聚光於圖中未示出的光電二極體等中。

按照下述方式，對該光纖短管 6 的末端面 7b 進行拋光加工，以便在鐳射二極體 1 (或光電二極體) 側的光纖用毛細管 7 的末端面 b，使反射光射入鐳射二極體不會造

成雜訊 (noise)，該方式為：反射軸與光信號的入射軸之間形成幾度的夾角。另外，按照以光纖 8 的末端 8a 為中心的凸狀球面，對相反側的末端面 7c 進行拋光，以便使光連接器插頭 3 與光纖 8 對接，實現 PC (Physical Contact) 連接。

光連接器插頭 3 與光纖插頭 6 之間的連接通過下述 PC 連接實現，在 PC 連接中，如第 12 圖所示的那樣，在切割的套筒 9 內，使光連接器 3 的按照凸狀球面加工的光纖 5 的末端面 5a 與光纖短管 6 的光纖 8 之末端面 8a 對接。

作為這樣的光信號的連接，一般有代表性的為大容量的光纖通信所採用的光連接器之間的連接。在光連接器的連接中，如第 13 圖所示的那樣，對於光連接器插頭 10，採用光連接器用套環，其是按照規定的形狀對包括具有可插入光纖 12 的內徑的內孔 11a 的精密的毛細管進行加工而形成的，在內孔 11a 中，利用接著劑插入接著光纖 12，並按照凸狀球面對末端面進行加工。光連接器 10 兩者之間的連接通過下述 PC 連接實現，此 PC 連接係在切割套筒 13 內部使光纖 12 的末端面 12a 彼此接合。此時的連接損耗主要由 PC 連接部的光纖 12 之軸偏移而產生的。光纖 12 的軸偏移是由下述因素累積而產生的，下述因素包括所採用的光連接器用套環 11 的外徑差、末端面的內孔 11a 圓形度與外周面 11b 圓形度、光連接器用套環 11 的內孔 11a 與外周面 11b 的同心度、末端面的內孔 11a 內的光纖 12 的偏心量。其中，光連接器用套環 11 末端面的內孔 11a

與外周面 11b 的同心度、末端面內孔 11a 內的光纖 12 偏心率是導致所對接的光纖軸偏移的最相關因素。由此，在採用單一模式光纖的通信中，規定光連接器用套環 11 的同心度小於 $14 \mu\text{m}$ 。另外，採用內徑 11a 比所插入的光纖 12 的外徑大 $0 \sim 1 \mu\text{m}$ 的套環。在光纖的纖芯直徑由 w 表示的情況下，這樣的光纖 12 的軸偏移量 d 與連接損耗 Loss（單位 dB）由下述公式表示。

$$\text{Loss} = 4.34 \left(d / \left(w / 2 \right) \right)^2$$

在這裏，將連接損耗的主要原因限定為內孔 11a 與外周面 11b 的同心度以及內孔 11a 內的光纖 12 偏心率而進行考量。首先，在採用光連接器用套環 11 的同心度小於 $1.4 \mu\text{m}$ ，並且內孔 11a 的內徑比光纖 12 大 $1 \mu\text{m}$ 的光連接器用套環，光纖在內孔 11a 內，偏心 $0.5 \mu\text{m}$ 的情況下，對接的另一個套環的偏心率也按照同樣方式考量，在最差的情況下，軸偏移量為 $2.4 \mu\text{m}$ ，按照上述數學公式 1，最大連接損耗為 1.0dB 。於是，為了實現小於採用石英系單一模式光纖的通信用光連接器的規格（JIS-C-6962）所規定的 0.5dB 的連接損耗，必須進行旋轉光纖用套環 11 的調芯作業。實際的調芯作業如下述一般是非常花費工夫、麻煩的作業，亦即，先測定光連接器用套環 11 的末端面的內孔 11a 與外周面 11b 之間的同心度，按照 90° 間距（ $1/4$ 旋轉間距）在凸緣構件 14 的側面上，標記偏心方向，按照使相對接的光連接器用套環的偏心方向保持一致的方式進行裝配，或實際使光通過，藉由功率計（power meter）

等，對光的強度進行監視；同時，按照每次 1/4 圈的方式，使光連接器用套環 11 旋轉，以連接損耗為最優的位置進行裝配。

另一方面，在前述的第 12 圖所示的那樣的光學元件中，也會產生同樣的現象，但是，在將光連接器插頭 3 與光纖短管 6 連接的情況下或在通過透鏡 2 聚光的光信號(或所射出的光信號)之光軸與位於光纖短管 6 所採用的光纖用毛細管 7 的內孔 7a 內的光纖 8 的中心定位時，由於在不考慮位於內孔 7a 內部的光纖 8 的偏心方向的情況下，按照形成幾度夾角的方式，對光纖短管 6 的光纖用毛細管 7 的末端面 7b 進行拋光加工以進行位置固定，故在結構上，無法進行調芯作業。因此，在兩者之間的軸偏移中，不能夠減輕內孔 7a 內的光纖 8 偏心造成的軸偏移，而造成光信號的連接損耗增加之問題。

此外，如第 13 圖所示，為了量產下述之尺寸精度非常準確的光連接器用套環 11，在此套環 11 中，同心度的公差小於 $1.4 \mu\text{m}$ ，並且內徑的公差相對光纖 12 的直徑為 $-0 \mu\text{m}/+1.0 \mu\text{m}$ ，舉例來說，在光連接器用套環 11 由習知的氧化鋁陶瓷材料形成的情況下，由於對材料的燒結體進行加工、整形，故必須按照表面粗糙度的 Ra 值小於 $0.1 \mu\text{m}$ 的方式，對至少內外面進行拋光加工。

在將光纖 12 插入上述這樣的氧化鋁陶瓷形成的光連接器用套環 11 所具有的表面粗糙度的 Ra 值小於 $0.1 \mu\text{m}$ 的內孔 11a 中，並通過接著劑將其固定之情況下，習知技

術者都知道光纖 12 偏向內孔 11a 的側壁而產生偏心的傾向時，難以進行內孔 11a 內的中心的調芯作業，本發明人也確認有此一事實。於是，在習知的氧化鋁陶瓷製等具有較小的表面粗糙度的光連接器用套環 11 中，必須進行上述那樣的麻煩的調芯作業，使其小於作為石英系的單一模式光纖通信用光連接器的規格（JIS-C-5962）中描述的連接損耗的規定值的 0.5dB。如第 12 圖所示，當光纖短管 6 與光連接器插頭 3 的連接時，會產生同樣的現象，但是由於在光纖短管 6 的結構方面，不能夠進行調芯作業，故在採用習知的氧化鋁陶瓷製光纖用毛細管 7 的情況下，無法減小內孔 7a 內的光纖 8 偏心所造成之軸偏移量，而產生光信號的損耗增加之問題。

另外，在光通信的用途中，在要求大容量和/或高可靠性時，其會產生要求連接損耗比作為光連接器的連接損耗的規定值的 0.5dB 更小之情形。為了應對這樣的要求，使第 13 圖所示的光連接器用套環 11 的內徑 11a 的公差或同心度的公差按照小於標準公差的方式設定，除此以外，並沒有其他方法。由於按照從多個製造的光連接器用套環 11 中，選擇尺寸精度良好的套環等的方式進行製造，故成本非常高。另外，如第 12 圖所示，同樣在對附有光纖毛細管進行加工而得到之光纖短管 6 中，由於 PC 連接部的結構與光連接器用套環相同，同樣在要求較低的連接損耗的情況下，也無法進行調芯作業，而且由於尺寸精度嚴格，故具有價格非常高的問題。

發明內容

本發明之目的在於提供一種容易獲得比過去低的連接損耗，並且可以較低價格製作的光纖用毛細管、採用該毛細管的光連接器用套環與附有光纖毛細管。

爲了實現上述目的，本發明人提出了以下這樣的發明。亦即，本發明的光纖用毛細管包括內孔，該內孔具有可插入並保持光纖的內徑，其中內孔的表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內。

如果光纖用毛細管的內孔的表面粗糙度的 Ra 值小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，由於已插入的光纖具有接近內孔側壁而偏心的傾向，故無法期待調芯效果。另一方面，在內孔的表面粗糙度的 Ra 值大於 $0.5 \mu\text{m}$ 的情況下，由於預想到作爲最大粗糙度而定義的 Ry 值也按照相當大的量增加，故具有下述危險，亦即，與上述相同，相對通過內孔的表面粗糙度的平均線而形成的圓的中心，內孔的最大內接圓筒的中心位置偏離的情況變多，而使內孔的本來的同心度本身實質上變差，或使已插入的光纖表面損傷，而導致強度降低。在本發明的光纖用毛細管中，使內孔的表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內是很重要的。

舉例來說，在採用氧化鋁陶瓷製光纖用毛細管構成光連接器插頭或光纖短管的情況下，爲了滿足光連接器所規定的連接損耗，按照內孔的表面粗糙度的 Ra 值小於 $0.1 \mu\text{m}$ 的方式，以較高的精度進行拋光加工，由此，可達到嚴格的尺寸精度（內徑的公差爲 $-0 \mu\text{m}/+1.0 \mu\text{m}$ ，同心度

的公差小於 $1.4 \mu\text{m}$), 但是如果表面粗糙度的 R_a 值大於 $0.5 \mu\text{m}$, 則難以滿足尺寸精度, 幾乎不可能穩定地進行量產。

另外, 同樣在採用藉由拉伸成形而製作的結晶化玻璃製光纖用毛細管構成光連接器插頭或光纖短管的情況下, 如果表面粗糙度的 R_a 值小於 $0.5 \mu\text{m}$, 則難以滿足作為光纖短管用的毛細管的嚴格的尺寸精度, 而難以大量地製造價格較低的光纖短管。

此外, 本發明的光纖用毛細管的特徵在於上述內孔的表面粗糙度的 R_y 值小於 $4.0 \mu\text{m}$ 。

在光纖用毛細管的內孔的表面粗糙度的 R_y 值大於 $4.0 \mu\text{m}$ 的情況下, 相對由內孔的表面粗糙度的平均線形成的圓的中心, 使得內孔的最大內接圓筒的中心位置偏離, 而造成內孔的本來的圓心度本身實質上變差, 此外, 在尖銳地突出的凸部前端處, 插入的光纖表面也會產生損傷之情形。在本發明的光纖用毛細管中, 為了確保內孔的較高的尺寸精度, 使內孔的表面粗糙度的 R_y 值小於 $4.0 \mu\text{m}$ 是很重要的。

還有, 本發明的光纖用毛細管的特徵在於其所採用的毛細管的內孔的表面粗糙度的平均線與頂點線的差小於 $2.0 \mu\text{m}$ 。

在光纖用毛細管的內孔的按照 JIS-B-0601 定義的表面粗糙度的平均線與頂點線的差大於 $2.0 \mu\text{m}$ 的情況下, 相對由內孔的表面粗糙度的平均線形成的圓的中心, 使得內孔的最大內接圓筒的中心位置偏離, 而造成內孔的本來的

圓心度本身實質上變差，此外，在尖銳地突出的凸部前端處，插入的光纖表面也會產生損傷之情形。在以本發明的光纖用毛細管構成光連接器插頭或光纖短管等附有光纖毛細管之光纖用毛細管的情況下，從獲得內孔內的光纖的調芯效果方面來說，同樣在相對表面粗糙度的平均線，凸部與凹部保持非對稱的情況下，使表面粗糙度的平均線與頂點線的差小於 $2.0 \mu\text{m}$ 是很重要的。

另外，本發明的光纖用毛細管的特徵在於其由在非晶質玻璃中析出有晶體的結晶化玻璃所構成，在內孔的表面析出有晶體顆粒。

在本發明中，作為非晶質玻璃中析出的晶體，為了使光纖用毛細管內孔的表面粗糙度的 R_a 值在 $0.1 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 左右，晶體粒徑能夠使用 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 之範圍內，舉例來說， β -鋰輝石的晶體等是適當的。

還有，本發明的光纖用毛細管的特徵在於在內孔的表面上，藉由機械加工方式設置上述規定的表面粗糙度。

對於在本發明的光纖用毛細管中，在內孔的表面上，設置上述規定的表面粗糙度的機械加工方式，舉例來說，在製造氧化鋯陶瓷製等的光纖用毛細管時，為了獲得良好的尺寸精度，一般可採用磨削絲、砥粒進行內面磨削和拋光，因此，藉由採用精密拋光前的階段所採用的內面磨削加工裝置等，而可以專門地設置控制在規定範圍內的表面粗糙度。藉由這樣的加工方式，可形成表面粗糙度的 R_a 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內的內孔、表面粗糙度的 R_a 值

在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內，並表面粗糙度的 R_y 值小於 $4.0 \mu\text{m}$ 的內孔、表面粗糙度的 R_a 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內，且平均線與頂點線的差小於 $2.0 \mu\text{m}$ 的內孔與具有這些表面粗糙度的 R_a 和 R_y 值，並且平均線與頂點線的差 δ 小於 $2.0 \mu\text{m}$ 的內孔。

再者，如果本發明的光纖用毛細管的內孔具有可插入光纖的內徑，就可以使具有與光纖相同的直徑的銷規通過，如果內徑比光纖大 $1 \mu\text{m}$ ，則可以使直徑比光纖大 $1 \mu\text{m}$ 的銷規通過，使其比其大一點的銷規無法通過。如果內孔與光纖之間間距為 $0 \mu\text{m}$ ，則無法插入光纖，另一方面，如果內孔與光纖之間間距大於 $2.0 \mu\text{m}$ ，由於注入到光纖的周圍的接著劑沿圓周方向移動而偏離，故內孔內的光纖的偏心率變大。

此外，本發明的光連接器用套環的特徵在於在上述本發明的光纖用毛細管中，在其中一個末端形成有對朝向套筒的插入進行導向的坡口部，在另一末端開口的而形成有將光纖送向內孔的張開(Flare)部。

作為本發明的光連接器用套環，可以使用具備有可按照規定的連接損耗而與其它的光連接器插頭連接的外徑、內徑、同心度與圓筒度之任一種。另外，作為對朝向套筒的插入進行導向的坡口部，如果其具有與已有的光連接器用套環相同的尺寸形狀，則對使用不會造成妨礙；作為張開部較佳是形成可容易將光纖插入內孔的形狀，且其採用在光纖固定後，環境的溫度變化等造成的連接損耗的變化

不大的尺寸。此外，也可將作為插入光纖的內孔末端面中心拋光成 PC 連接用的預備凸狀球面，以便可與其它的光連接器插頭進行 PC 連接。

還有，本發明的附有光纖的毛細管的特徵在於其是由上述本發明的光纖用毛細管與插入上述光纖用毛細管的內孔中之光纖所構成。

作為本發明的附有光纖毛細管可以使用具有光連接器插頭、光纖短管以及用於製作它們的較長尺寸的附有光纖的預備件等，並可採用使光纖正確地位於光纖用毛細管的中心的類型。

在於精密的套筒內使光連接器插頭與光纖短管等相對連接的情況下，較佳是至少在光纖用毛細管的一端形成坡口部，也可進行以光纖的末端面為中心的凸狀球面的拋光，以便可實現與其它的光連接器插頭的 PC 連接。另外，還可按照末端面與光信號的入射軸形成幾度的夾角的方式，對光纖用毛細管的端面進行拋光加工，以便反射光射入鐳射二極體而不產生雜訊（noise）。作為將光纖插入到光纖用毛細管的內孔中的接著劑，可視實際需要而採用具有實際效果的環氧樹脂型，作業性優良的紫外線硬化型樹脂等。

由於本發明的光纖用毛細管之內孔的表面粗糙度 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內，故高於散佈在內孔表面上的平均線的凸部產生影響，可考慮藉由使具有適合粘性的環氧樹脂系接著劑沿圓周方向，穩定地保持在內孔表面上，

而達到使光纖按照保持在內孔的中間位置的作用。

另外，由於本發明的光纖用毛細管之內孔的表面粗糙度 Ry 值小於 $4.0 \mu m$ ，故相對藉由內孔的表面粗糙度的平均線而形成圓的中心，使內孔的最大內接圓筒的中心位置不偏離，可確保內孔的較高的圓形度與外周面的同心度，因此，可獲得所需的調芯效果，也不會損傷已插入的光纖的表面。

此外，由於本發明的光纖用毛細管之內孔的表面粗糙度的平均線與頂點線的差小於 $2.0 \mu m$ ，故即使在相對表面粗糙度平均值之凸部與凹部保持非對稱的情況下，相對藉由內孔的表面粗糙度的平均線而形成的圓的中心，使內孔的最大內接圓筒的中心位置仍不偏離，可確保內孔的較高的圓形度與外周面的同心度，也不會損傷已插入的光纖的表面，而能夠獲得所需的調芯效果。

還有，本發明的光纖用毛細管是由在非晶質玻璃中析出有晶體的結晶化玻璃所構成，在適合的條件下對結晶性玻璃進行熱處理，以於內孔表面析出的晶體顆粒，並在內孔的表面形成凸部，因此，可容易有效地製作具有表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu m$ 的範圍內的內孔、表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu m$ 的範圍內，並且表面粗糙度的 Ry 值小於 $4.0 \mu m$ 的內孔的毛細管、表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu m$ 的範圍內，並且平均線與頂點線的差小於 $2.0 \mu m$ 的內孔的毛細管與具有這些表面粗糙度的 Ra 和 Ry 值，並且平均線與頂點線的差小於 $2.0 \mu m$ 的內孔的毛細管。

再者，在本發明的光纖用毛細管中，由於在內孔的表面藉由機械加工方式，設置規定的表面粗糙度，故可通過採用內面磨削加工裝置等，在室溫條件下，製作具有表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內的內孔、表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內，並且表面粗糙度的 Ry 值小於 $4.0 \mu\text{m}$ 的內孔的毛細管、表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內，平均線與頂點線的差小於 $2.0 \mu\text{m}$ 的內孔的毛細管與具有這些表面粗糙度的 Ra 和 Ry 值，並且平均線與頂點線的差小於 $2.0 \mu\text{m}$ 的內孔的毛細管。

另外，在本發明的光連接器用套環中，由於在上述本發明的光纖用毛細管的其中一個末端，形成有對朝向套筒的插入進行導向的坡口部，在另一端部，形成有將光纖送向內孔的張開部，故藉由上述本發明的光纖用毛細管的內孔的表面粗糙度的調芯效果，可正確地使光纖保持在光連接器用套環的內孔中心。

此外，由於本發明的附有光纖毛細管具有上述本發明的光纖用毛細管，以及插入該光纖用毛細管的內孔中的光纖，故藉由上述本發明的光纖用毛細管的內孔表面粗糙度的調芯效果，可獲得光纖保持在內孔的中心的附有光纖的毛細管。

為讓本發明之上述目的、特徵、優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

實施方式

本發明人採用作為本發明的光纖用毛細管的一個實例，舉例來說，具有表一所示成分的結晶化玻璃製光纖用毛細管。

表一

試樣 No.		1	2	3	4	5
玻璃組成 質量 %)	SiO ₂	57.8	66.8	67.4	64.3	55.9
	Al ₂ O ₃	24.6	18.2	16.6	18.0	18.2
	Li ₃ O	2.7	2.3	2.3	2.5	2.0
	K ₂ O	7.0	3.4	3.5	5.0	3.4
	TiO ₂	2.8	1.8	3.0	3.0	1.5
	ZnO ₂	3.2	1.8	1.8	2.0	1.8
	ZnO	1.0	3.1	2.0	3.1	3.6
	MgO	—	1.0	1.0	1.0	1.5
	CaO	—	—	—	0.4	0.8
	BaO	—	—	—	0.5	1.4
	B ₂ O ₃	—	—	2.0	—	—
	Na ₂ O	0.4	—	—	—	—
	P ₂ O ₅	—	—	0.4	—	—
	As ₂ O ₃	0.5	—	—	0.2	0.1
	Bi ₂ O ₃	—	2.1	—	—	—
結晶化條件 (°C)						
核形成溫度		780	780	790	780	780
晶體生長溫度		1000	1000	880	1050	1000
主晶體		β - 石 英固溶 體	β - 鋰 輝石固 溶體	β - 鋰 輝石固 溶體	β - 鋰 輝石固 溶體	β - 鋰 輝石固 溶體

如第 1 圖(A)所示，製作下述結晶化玻璃製光纖用毛細管 20，其中，內孔 20a 的表面粗糙度的 Ra 值例如為 $0.3 \mu\text{m}$ ，Ry 例如為 $2.0 \mu\text{m}$ ，平均線與頂點線的差例如為 $1.0 \mu\text{m}$ ，內孔 20a 的內徑比光纖大例如 $1.0 \mu\text{m}$ ($0.95 \sim 1.05 \mu\text{m}$)。

採用光纖用毛細管 20，製作第 1 圖(B)所示的光連接器用套環 21。亦即，所製作的套環 21 可按照規定的連接損耗，與其它的光連接器插頭連接，舉例來說，其外徑為 $1.249\text{mm} \pm 0.5 \mu\text{m}$ ，具有上述規定的表面粗糙度可插入光纖的內孔 21a 的內徑為 $0.125\text{mm} + 1/-0 \mu\text{m}$ ，同心度小於 $0.7 \mu\text{m}$ ，在套環 21 之一末端 21c 開口設置有將光纖導向內孔 21a 之張開部 21e，用以在必要的情況下，固定凸緣構件 21f。另外，在另一末端 21b 的外周緣部設置有 C 形坡口部 21d。此外，由於採用結晶化玻璃製光纖用毛細管 20 的光連接器用套環 21 的拋光性優良，故容易直接採用拋光機等按照凸狀球面進行拋光，以便能夠與其它的光連接器插頭進行 PC 連接。另外，在打算縮短拋光時間的情況下，如第 1 圖(B)所示的那樣，也可形成以內孔 21a 的末端面為中心的預備的凸狀球面。

另外，採用結晶化玻璃製光纖用毛細管 20，製作第 1 圖(C)所示的光纖短管 22。亦即，在本發明的光纖短管 22 中，藉由接著劑 24，將光纖 23 固定於具有上述規定表面粗糙度的內孔 22a 中，按照下述方式對末端面 22c 進行拋光加工，以使反射光射入鐳射二極體等中不會形成雜訊，

其與和光信號的入射軸相垂直的平面的夾角為 8° ，在另一側的末端面 22b 的周緣部，設置有 C 形坡口部，將其拋光成以光纖 23 的末端面 23a 為中心的 PC 連接用的凸狀球面。

實際上，採用表面粗糙度測定儀測定該光纖用毛細管 20 的內孔 20a 表面粗糙度。第 2 圖表示測定了光纖用毛細管 20 的內孔 20a 表面粗糙度的測定圖之一個實例。在該光纖用毛細管 20 的情況下，表面粗糙度 R_a 值為 $0.27 \mu\text{m}$ ， R_y 值為 $2.09 \mu\text{m}$ ，平均線與頂點線之間的差 δ 為 $1.0 \mu\text{m}$ 。

此外，藉由接著劑將光纖固定於採用光纖用毛細管 20 製作的光連接器用套環 21 中，並使用電子顯微鏡對進行了拋光整理的末端面進行觀察。用於光纖的固定的接著劑採用一般使用的環氧樹脂系接著劑，接著劑的硬化條件在 100°C 的溫度下保持 60 分鐘。如第 3 圖所示，確認有下述情況，亦即，在內孔的基本中間位置，藉由基本均等的厚度的接著劑層，光纖按照軸偏移量約束在 $0.1 \mu\text{m}$ 的方式定位，與理論的最大軸偏移量量相比較，必須按照 $0.4 \mu\text{m}$ 的值進行調芯作業。

還有，本發明人採用與上述相同之光纖用毛細管 20，製作下述光連接器用套環 21，其中，同心度小於 $1.0 \mu\text{m}$ ，內孔 21a 的內徑比光纖大約 $1 \mu\text{m}$ ，藉由接著劑將光纖固定於該光連接器用套環 21 中，對其進行凸狀球面的拋光整理，而形成光連接器插頭，在前述的第 13 圖所示的那樣的狀態，測定在未進行調芯作業的情況下，測定將 8 個

取樣任意連接時的連接損耗。第 4 圖表示實際的連接損耗的測定結果。在光連接器用套環 21 的內孔 21a 的內部，不進行光纖的調芯作業的情況下，理論的最大軸偏移量為 $2.0 \mu\text{m}$ ，按照前述的數學公式 1，最大的連接損耗為 0.69dB ，但是在實際的測定中，則獲得下述結果，其中，對於無調芯連接之平均連接損耗為 0.08dB ，最大連接損耗為 0.24dB ，標準偏差為 0.06dB 。為了推測最大值，在平均值上，添加標準偏差 σ 的 3 倍的值，求出 99.7% 的概率的最大連接損耗，此時，該損耗值為 0.26dB 。當連接損耗為 0.26dB 時，根據數學公式計算的軸偏移量為 $1.2 \mu\text{m}$ 。因此，對於按照內孔 21a 的 R_a 值為 $0.27 \mu\text{m}$ ， R_y 值為 $2.09 \mu\text{m}$ ，平均線與頂點線的差 δ 為 $1.0 \mu\text{m}$ 的表面粗糙度而獲得的光連接器用套環 21，其內孔 21a 內的光纖的調芯效果為 $0.4 \mu\text{m}$ ，內孔 21a 內的光纖偏心率僅僅為 $0.1 \mu\text{m}$ 。其與第 3 圖的末端面電子顯微鏡照片的觀察結果保持一致。

還有，採用與上述相同之結晶化玻璃製光纖用毛細管 20，其中，內孔 20a 的表面粗糙度 R_a 值例如為 $0.3 \mu\text{m}$ ， R_y 值例如為 $2.0 \mu\text{m}$ ，平均線與頂點線的差例如為 $1.0 \mu\text{m}$ ，製作光連接器用套環 21，其中，同心度小於 $0.7 \mu\text{m}$ ，內孔 21a 的內徑比光纖約大 $1 \mu\text{m}$ ，藉由接著劑將光纖固定於該光連接器用套環 21 中，並按照凸狀球面進行拋光整理，而形成光連接器插頭，在前述的第 13 圖所示的那樣的狀態，測定未進行調芯作業任意地連接 14 個取樣時的連接損耗。第 5 圖表示實際的測定結果。

在未對光纖進行調芯作業的情況下，理論的最大軸偏移量為 $1.7 \mu\text{m}$ ，按照數學公式 1，最大的連接損耗為 0.06dB ，但是按照實際的測定，則獲得下述結果，其中，對於無調芯連接之平均連接損耗為 0.06dB ，最大連接損耗為 0.14dB ，標準偏差為 0.03dB 。爲了推測最大值，在平均值上添加標準偏差 σ 的 3 倍的值，計算 99.7% 的概率的最大連接損耗，其損耗值為 0.15dB 。此時的，根據數學公式 1 計算的最大軸偏移量為 $0.9 \mu\text{m}$ 。於是，同樣根據該結果可知道，按照表面粗糙度所獲得的套環 21 內孔內的光纖的調芯效果為 $0.4 \mu\text{m}$ 。此與第 3 圖的電子顯微鏡的觀察結果保持一致。

如上述那樣，藉由本發明的光纖用毛細管，可以確認在不進行調芯作業的情況下，可實現低損耗的光信號的光連接器連接。

與此相對，作爲比較實例，製備下述氧化鋁陶瓷製毛細管，其中，同心度小於 $1.0 \mu\text{m}$ ，內徑比光纖約大 $1.0 \mu\text{m}$ ， R_a 值小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，將接著劑注入到內孔內部後，插入光纖，並以溫度爲 100°C 、保持 60 分鐘的硬化條件，對其進行固定而製作出光連接器。然後，對末端面進行拋光，並藉由電子顯微鏡觀察端面的樣子。其結果如第 6 圖所觀察的那樣，內孔中的一個接著劑層明顯變厚，光纖偏到內孔的另一側壁。套環 21 與光纖外周之間間隙在最窄處爲 $0.1 \mu\text{m}$ ，偏離量約爲 $0.9 \mu\text{m}$ 。

實際上，採用氧化鋁陶瓷製毛細管製作光連接器用套

環，在不調芯的情況下，將 8 個取樣任意連接。

在沒有進行調芯效果情況下，其尺寸的理論最大軸偏移量為 $2.0 \mu\text{m}$ ，按照數學公式 1，最大連接損耗為 0.69dB ，但是實際測定的結果是對於無調芯連接，平均連接損耗為 0.21dB ，最大連接損耗為 0.50dB ，標準偏差為 0.1dB ，幾乎未對光纖進行調芯作業。第 7 圖表示此時的連接損耗分佈。爲了推測最大值，在平均值上添加標準偏差 σ 的 3 倍的值，計算 99.7 的概率的最大連接損耗，該損耗值爲 0.54dB 。如果藉由數學公式 1 進行計算，相當於 $1.76 \mu\text{m}$ 的軸偏移量，該值基本上與沒有上述調芯效果的情況下之預測值相一致。另外，該結果也與第 6 圖所示的末端面的電子顯微鏡照片的結果相一致。從此結果看來，在表面粗糙度較小的氧化鋯陶瓷製光纖用毛細管中，在內孔內部幾乎不引起光纖的調芯作業。

另外，在藉由拉伸成形法製作的硼酸玻璃製光纖用毛細管的情況下，其表面粗糙度爲與氧化鋯陶瓷製毛細管相同或比其小的 R_a 值。製備與上述的氧化鋯陶瓷製毛細管的情況相同之硼酸玻璃製毛細管，其中， R_a 值小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，同心度小於 $1.0 \mu\text{m}$ ，內徑比光纖約大 $1.0 \mu\text{m}$ ，注入接著劑後，插入光纖，並在溫度爲 100°C 、保持 60 分鐘的硬化條件下將其固定，以製作出光連接器插頭。然後，藉由電子顯微鏡對末端面進行了拋光的光連接器用套環末端面進行觀察。其結果是，如第 8 圖所示，其與氧化鋯陶瓷製毛細管相同，內孔中的其中一個的接著劑層明顯變厚，光

纖偏離到內孔的另一側壁上。套環內孔與光纖外周之間間隙在最窄處為 $0.05 \mu\text{m}$ 。

實際上，採用上述的硼酸玻璃製光纖用毛細管製作光連接器用套環，在未進行調芯作業的情況下，將 12 個取樣任意地連接。

在沒有調芯效果的情況下，其尺寸的理論最大軸偏移量為 $2.0 \mu\text{m}$ ，按照數學公式 1，最大連接損耗為 0.69dB ，但是實際的測定結果是對於無調芯連接，平均連接損耗為 0.24dB ，最大連接損耗為 0.58dB ，標準偏差為 0.14dB 。第 9 圖表示此時的連接損耗分佈。為了推測最大值，在平均值上添加標準偏差 σ 的 3 倍的值，計算 99.7 的概率的最大連接損耗，該損耗值為 0.66dB 。如果藉由數學公式 1 進行計算相當於 $1.95 \mu\text{m}$ 的軸偏移量。該值基本上與沒有上述的調芯效果的情況下的預測值保持一致。同樣根據該結果知道，亦即，在採用表面粗糙度極小的硼酸玻璃製光纖用毛細管的光纖短管中，在內孔內部幾乎不進行光纖的調芯作業。還有，該結果還與第 8 圖的電子顯微鏡照片的結果保持一致。

如上述那樣，由於在表面粗糙度的 R_a 值小於 $0.1 \mu\text{m}$ ，在光連接器用套環的內孔內會使光纖偏心，故除了光連接器用套環的內外面的同心度以外，還將內孔的內徑與光纖的直徑之間的差，與光連接器連接時的軸偏移量相加。

下面對本發明的光纖用毛細管，採用該管的光連接器用套環，以及附有光纖毛細管的製作方法進行描述。

在製作本發明的光纖用毛細管的情況下，舉例來說，製備由按照約 50/50 的比例包含玻璃相與晶體相的結晶化玻璃形成的母材，在 1200°C 附近的成形溫度下，藉由作為與光纖相同的製造法的線拉伸加工，而採用該結晶化玻璃製作毛細管。在拉伸成形的最終階段之前的期間，進行與該母材的晶體析出條件相對應的熱處理，由此，製作下述毛細管，其中，所析出的晶體粒徑在 0.1~1.0 μm 的範圍內，例如，在對 β -鋰輝石等的晶體粒徑進行控制同時，使該晶體析出，這樣製作出具有表面粗糙度的 Ra 值在 0.1~0.5 μm 的範圍內的內孔。或者，可製作下述毛細管，其具有表面粗糙度的 Ra 值在 0.1~0.5 μm 的範圍內，表面粗糙度的 Ry 值小於 4.0 μm 的內孔、表面粗糙度的 Ra 值在 0.1~0.5 μm 的範圍內，平均線與頂點線之間的差 σ 小於 2.0 μm 的內孔、具有該表面粗糙度的 Ra 值和 Ry 值，並且平均線與頂點線之間的差 σ 小於 2.0 μm 的內孔。

另外，也可藉由對成形後、加工後的結晶化玻璃形成的毛細管進行熱處理，製作具有表面粗糙度的 Ra 值在 0.1~0.5 μm 的範圍內的內孔的毛細管、具有表面粗糙度的 Ra 值在 0.1~0.5 μm 的範圍內，表面粗糙度的 Ry 值小於 4.0 μm 的內孔的毛細管、具有表面粗糙度的 Ra 值在 0.1~0.5 μm 的範圍內，平均線與頂點線之間的差 σ 小於 2.0 μm 的內孔的毛細管、包括上述表面粗糙度的 Ra 值和 Ry 值，並且具有平均線與頂點線之間的差 σ 小於 2.0 μm 的內孔的毛細管。

在藉由機械方式製作毛細管的情況下，材料也可採用結晶化玻璃、玻璃、陶瓷中的任何一種，在製作氧化鋁陶瓷製等的毛細管時，採用在精密拋光前的階段所使用的內面拋光加工裝置等，對應具有尺寸形狀的材料的硬度、耐磨耗性，適當地有選擇地使用絲（wire）的尺寸形狀，砥粒的種類和粒徑等，加工成表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內的內孔以製作出毛細管、製作出具有表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內，表面粗糙度的 Ry 值小於 $4.0 \mu\text{m}$ 的內孔的毛細管、製作具有表面粗糙度的 Ra 在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內，平均線與頂點線之間的差 σ 小於 $2.0 \mu\text{m}$ 的內孔的毛細管、或具有這些表面粗糙度的 Ra 和 Ry 值，並且平均線與頂點線之間的差 σ 小於 $2.0 \mu\text{m}$ 的內孔的毛細管。

採用如這樣製作的毛細管，製作下述第 1 圖(A)所示的那樣的光纖用毛細管 20，其中，內孔 20a 的表面粗糙度的 Ra 值例如為 $0.3 \mu\text{m}$ ，Ry 例如為 $2.0 \mu\text{m}$ ，平均線與頂點線之間的差例如為 $1.0 \mu\text{m}$ ，內孔 20a 的內徑比光纖約大 $1.0 \mu\text{m}$ ($0.95 \sim 1.05 \mu\text{m}$)。

下述說明製作本發明的光纖連接器用套環的情況下的一個實例，在與按照上述方法製作的第 1 圖(A)所示的光纖用毛細管 20 的中心線相垂直的末端面 20b 的外周緣部，進行 C 形坡口加工，在必要的情況下，進行以內孔 20a 的末端面為中心的預備的凸狀球面研磨加工，在形成有將光纖送向內孔 20a 的張開部 21e 的末端面 21c 上，固定凸緣

構件 21f，由此，製作出第 1 圖(B)所示的光連接器用套環 21。

接著，說明製作第 1 圖(C)所示的本發明的附有光纖毛細管的情況下的一個實例，製備藉由前述的方法製作的結晶化玻璃形成的毛細管，或藉由機械方式製作的毛細管。如第 10 圖所示，該毛細管 25 為外徑是 $1.249\text{mm} \pm 0.5 \mu\text{m}$ 的尺寸，具有較高的圓形度，內孔 25a 相對 $125 \mu\text{m}$ 的石英系光纖的直徑，為 $6 \mu\text{m} + / - 0 \mu\text{m}$ ，並且可相對同心度在 $1.0 \mu\text{m}$ 以內，標稱直徑 D 為 1.25mm 的呈圓柱狀的光連接器用套環 21，將光纖正確地定位保持。在毛細管 25 的末端面上，形成有使光纖 22 容易導向插入的呈圓錐狀的張開部 25e。

在製作附有光纖的毛細管的情況下，首先，在毛細管 25 的內孔 25a 中，如第 10 圖(A)所示，預先採用毛細現象、真空吸引器或加壓注入器填充接著劑 26，然後，如第 10 圖(B)所示，從張開部 25e 插入去除了覆蓋層的光纖 27。此時，在插入光纖 27 的同時，於內孔 25a 與光纖 27 的間隙中，以不產生氣泡等的方式填充接著劑 26。然後，使該接著劑 26 硬化，而將光纖 27 固定於毛細管 25 上。

另外，在接著劑 26 具有熱硬化性的情況下，如第 10 圖(C)所示，將上述製品放入到按照規定的溫度程式編程的加熱區域，使毛細管 25 內的接著劑 26 硬化。此時，舉例來說，在按照於 100°C 的溫度下保持 1 個小時以上的方式進行硬化的接著劑的情況下，在 $20 \sim 70^\circ\text{C}$ 的範圍內的溫

度下，將其保持 5 個小時以上，並在 100°C 以上的溫度下使接著劑硬化；在降溫時，則在 70~20°C 的範圍內，使其保持 1 個小時以上，由此，可減小接著劑硬化時所產生的收縮應力與氣泡的發生。

接著，在製作光纖短管的情況下，如第 11 圖所示，切製全長約為 250mm 的附有光纖 27 的較長尺寸毛細管 25，將其分割為全長 L1 為 12.5mm（規定長度：6mm×2 + 切斷損耗量：0.4mm + 拋光量：0.1mm）的附有光纖 27 毛細管 31。對附有光纖 27 毛細管 31 的兩個末端面 31b，31c 進行 45° 的 C 形坡口 31d 加工後，對 C 形坡口 31d 與側面所形成的角部進行倒圓加工。接著，按照凸狀球面對兩個端面 31b、31c 進行 PC 拋光加工，由此製作附有光纖的構件 32。

然後，如第 11 圖(D)所示，按照與以中心軸為法線的面夾角為 8° 的方式，將附有光纖的構件 32 的中間部分切斷。接著，按照鏡面方式，對已切斷的 8° 的傾斜部分進行拋光以製作出光纖短管 22。

或者，對作為全長 L1 為 6mm 的附有光纖 27 的毛細管 31 的端面 31b 進行 45° 的 C 形坡口 31d 的加工後，對 C 形坡口 31d 與側面所形成的角部進行倒圓加工。按照凸狀球面對末端面 31a 進行 PC 拋光加工。按照以 8° 的角度傾斜的方式對末端面 31c 進行拋光處理，最後，將其拋光成鏡面，對該末端面 31c 進行精密加工，以製作出光纖短管 22。

另外，光纖用毛細管的內孔的表面粗糙度的 Ra 值是採用金剛石指針與取樣表面接觸的傳感方式的東京精密株式會社生產的 Surfcom，在垂直倍率為 10000 倍、水平倍率為 50 倍、測定速度為 0.3mm/秒的條件下進行測定的。另外，電阻顯微鏡照片是按照 700 倍的倍率進行拍攝的。

按照本發明，可製作採用設置於內孔中的規定表面粗糙度，能夠實現伴隨光通信技術的發展而要求的低連接損耗的光纖用毛細管、光連接器用套環以及附有光纖毛細管，可提供不必要要求調芯作業，獲得良好的連接損耗，並且可以較低成本製作的光纖用毛細管的光連接器與採用附有光纖毛細管的光學元件。

雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

圖式簡單說明

第 1 圖(A)為實施例的光纖用毛細管的說明圖；(B)為光連接器用套環的說明圖；(C)為纖維短管的說明圖；

第 2 圖為實施例的光纖用毛細管內孔的表面粗糙度的測定圖；

第 3 圖為採用拋光後的結晶化玻璃製毛細管的光連接器用套環端面的電子顯微鏡照片；

第 4 圖為採用同心度小於 $1.0 \mu\text{m}$ 的結晶化玻璃製毛細管的光連接器的無調芯連接的連接損耗分佈；

第 5 圖為採用同心度小於 $0.7 \mu\text{m}$ 的結晶化玻璃製毛細管的光連接器的無調芯連接的連接損耗分佈；

第 6 圖為採用拋光後的氧化鋯陶瓷製毛細管的光連接器用套環端面的電子顯微鏡照片；

第 7 圖為採用同心度小於 $1.0 \mu\text{m}$ 的氧化鋯製毛細管的光連接器的無調芯連接的連接損耗分佈；

第 8 圖為採用拋光後的硼酸玻璃製毛細管的光連接器用套環端面的電子顯微鏡照片；

第 9 圖為採用同心度小於 $1.0 \mu\text{m}$ 的硼酸玻璃製毛細管的光連接器的無調芯連接的連接損耗分佈；

第 10 圖(A)為將接著劑填充於光纖用毛細管中的說明圖；(B)為將光纖插入第 10 圖(A)的光纖用毛細管中的說明圖；(C)為將接著劑固化的說明圖；

第 11 圖(A)為採用附有光纖的較長尺寸的毛細管，按照規定長度切斷的較短尺寸的附有光纖的毛細管的說明圖；(B)為對端面進行坡口加工的較短尺寸的附有光纖的毛細管的說明圖；(C)為附有光纖的構件的說明圖；(D)為沿斜向將附有光纖的構件切斷的說明圖；(E)為光纖短管的說明圖；

第 12 圖為對用於光學元件的附有光纖的毛細管進行了加工的光纖短管的說明圖；

第 13 圖為 PC 連接的光連接器的主要部分的說明圖。
圖式標示說明：

1：鐳射二極體

- 2：透鏡
- 3：光連接器
- 4、11：光連接器用套環
- 4a、7a、11a、20a、21a、22a、25a：內孔
- 5、8、12、23、27：光纖
- 5a、7b、7c、8a、12a、20b、22c、22b、23a、31b、31c：

末端面

- 6、22：光纖短管
- 7、20：光纖用毛細管
- 9、13：套筒
- 10：光連接器插頭
- 11b：外周面
- 14、21f：凸緣構件
- 21：光連接器用套環
- 21b、21c：末端
- 21e、25e：張開部
- 21d、31d：坡口部
- 24、26：接著劑
- 25：毛細管
- 31：附有光纖毛細管
- 32：附有光纖的構件

拾、申請專利範圍

1. 一種光纖用毛細管，該光纖用毛細管包括一內孔，

肆、中文發明摘要

在光纖用毛細管中，以可插入的方式保持光纖的內孔的表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內。在光連接器用套環中，在光纖用毛細管的一個末端形成有對朝向套筒的插入進行導向的坡口部，在另一端部形成有將光纖送向內孔的張開部。

伍、英文發明摘要

The surface roughness Ra of inner hole of capillary for optical fiber where a optical been inserted is at the range of $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$. In the ferrule for optical connector, a slope part for introducing to sleeve is formed at one end of the capillary for optical fiber and a flare part for introducing the optical fiber to the inner hole is formed at another end of the capillary for optical fiber.

- 2：透鏡
- 3：光連接器
- 4、11：光連接器用套環
- 4a、7a、11a、20a、21a、22a、25a：內孔
- 5、8、12、23、27：光纖
- 5a、7b、7c、8a、12a、20b、22c、22b、23a、31b、31c：

末端面

- 6、22：光纖短管
- 7、20：光纖用毛細管
- 9、13：套筒
- 10：光連接器插頭
- 11b：外周面
- 14、21f：凸緣構件
- 21：光連接器用套環
- 21b、21c：末端
- 21e、25e：張開部
- 21d、31d：坡口部
- 24、26：接著劑
- 25：毛細管
- 31：附有光纖毛細管
- 32：附有光纖的構件

拾、申請專利範圍

1. 一種光纖用毛細管，該光纖用毛細管包括一內孔，

該內孔具有可插入並保持一光纖的內徑，該內孔的表面粗糙度的 R_a 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu m$ 的範圍內。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度的 R_y 值小於 $4.0 \mu m$ 。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度的平均線與頂點線的差小於 $2.0 \mu m$ 。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度的平均線與頂點線之差小於 $2.0 \mu m$ 。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該光纖用毛細管是由在非晶質玻璃中析出有晶體的結晶化玻璃所構成，且在該內孔的表面析出有晶體顆粒。

6. 如申請專利範圍第 2 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該光纖用毛細管是由在非晶質玻璃中析出有晶體的結晶化玻璃所構成，在該內孔的表面析出有晶體顆粒。

7. 如申請專利範圍第 3 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該光纖用毛細管是由在非晶質玻璃中析出有晶體的結晶化玻璃所構成，在該內孔的表面析出有晶體顆粒。

8. 如申請專利範圍第 4 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該光纖用毛細管是由在非晶質玻璃中析出有晶

體的結晶化玻璃所構成，在該內孔的表面析出有晶體顆粒。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度是藉由機械加工方式設置。

10. 如申請專利範圍第 2 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度是藉由機械加工方式設置。

11. 如申請專利範圍第 3 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度是藉由機械加工方式設置。

12. 如申請專利範圍第 4 項所述的光纖用毛細管，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度是藉由機械加工方式設置。

13. 一種光連接器用套環，其具有一光纖用毛細管，該光纖用毛細管包括一內孔，該內孔具有可插入保持一光纖的內徑，該內孔的表面粗糙度的 R_a 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu m$ 的範圍內，在該光纖用毛細管的其中一個末端形成有對朝向一套筒的插入進行導向的一坡口部，在另一末端形成有將該光纖送向該內孔的一張開部。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述的光連接器用套環，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度的 R_y 值小於 $4.0 \mu m$ 。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述的光連接器用套環，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度的平均線與頂點線之間

的差小於 $2.0 \mu\text{m}$ 。

16. 如申請專利範圍第 14 項所述的光連接器用套環，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度的平均線與頂點線之間的差小於 $2.0 \mu\text{m}$ 。

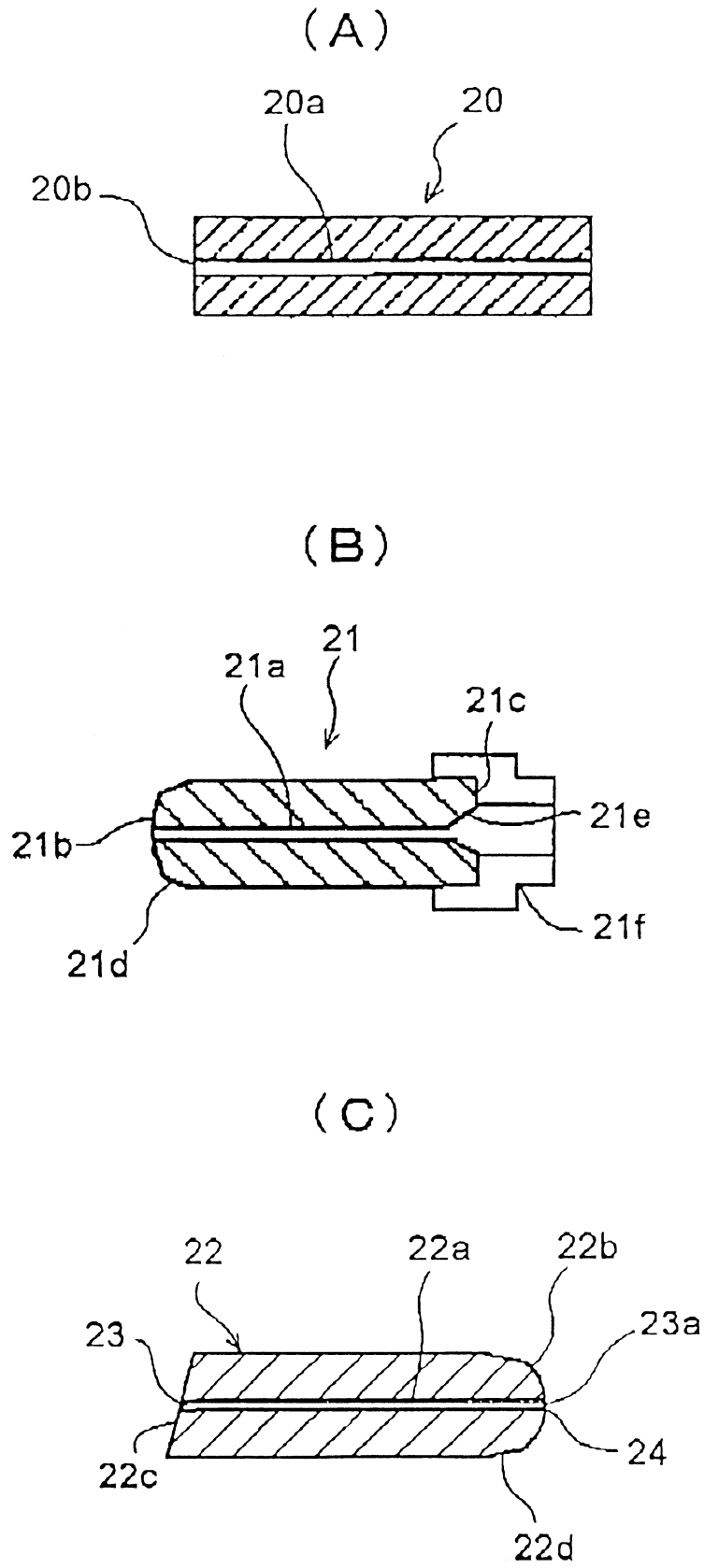
17. 一種附有光纖毛細管，該附有光纖毛細管包括：
一光纖用毛細管，具有一內孔，該內孔具有可插入保持一光纖的內徑，該內孔的表面粗糙度的 Ra 值在 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 的範圍內；以及

一光纖，該光纖插於該附有光纖毛細管的該內孔中。

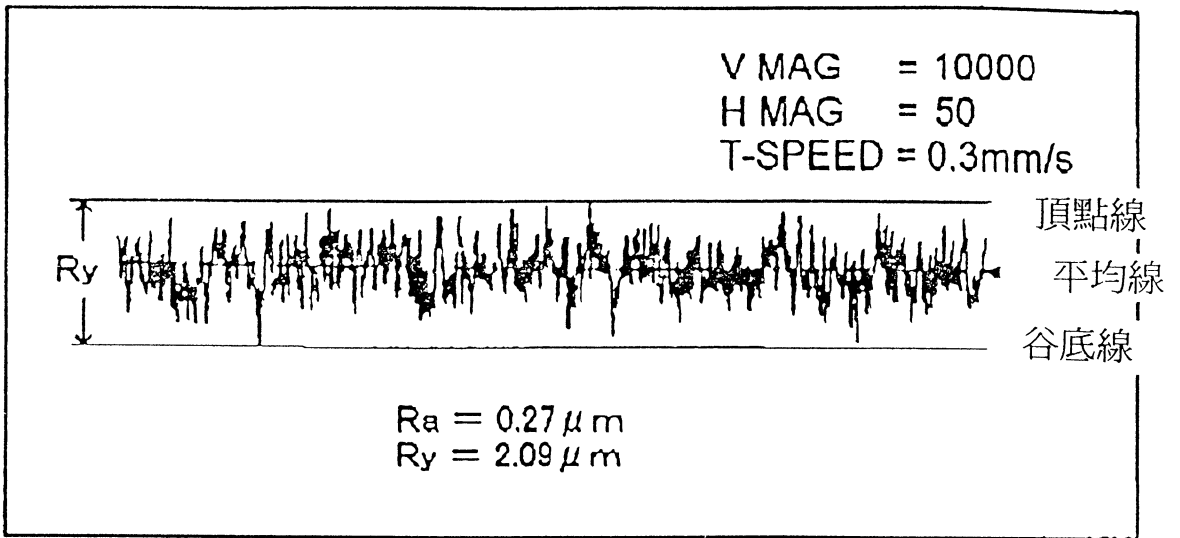
18. 如申請專利範圍第 17 項所述的附有光纖的毛細管，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度的 Ry 值小於 $4.0 \mu\text{m}$ 。

19. 如申請專利範圍第 17 項所述的附有光纖的毛細管，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度的平均線與頂點線之間的差小於 $2.0 \mu\text{m}$ 。

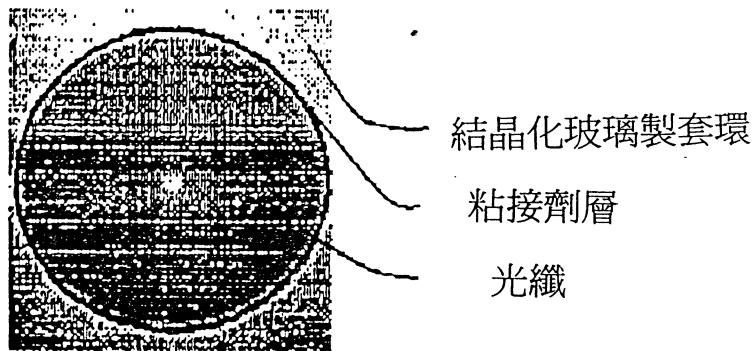
20. 如申請專利範圍第 18 項所述的附有光纖的毛細管，其特徵在於：該內孔的表面粗糙度的平均線與頂點線之間的差小於 $2.0 \mu\text{m}$ 。



第 1 圖



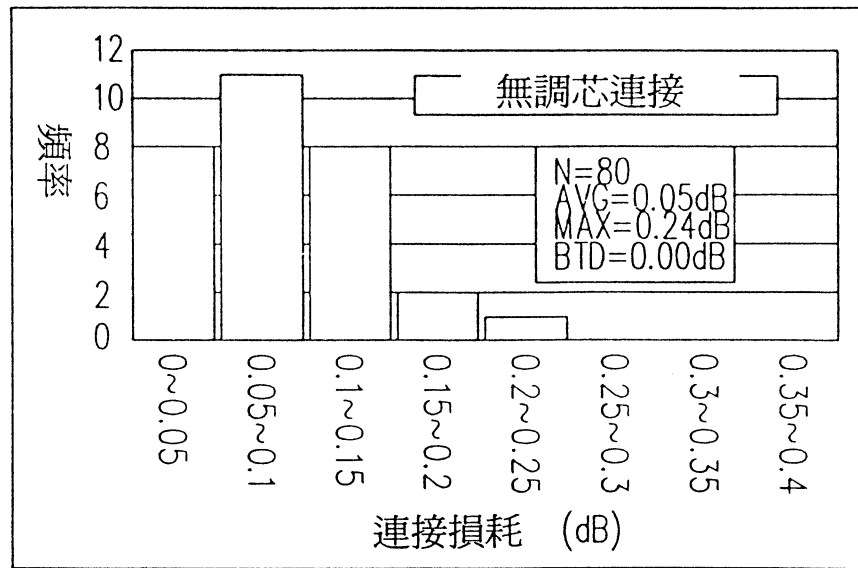
第 2 圖



拋光後的結晶化玻璃製套環

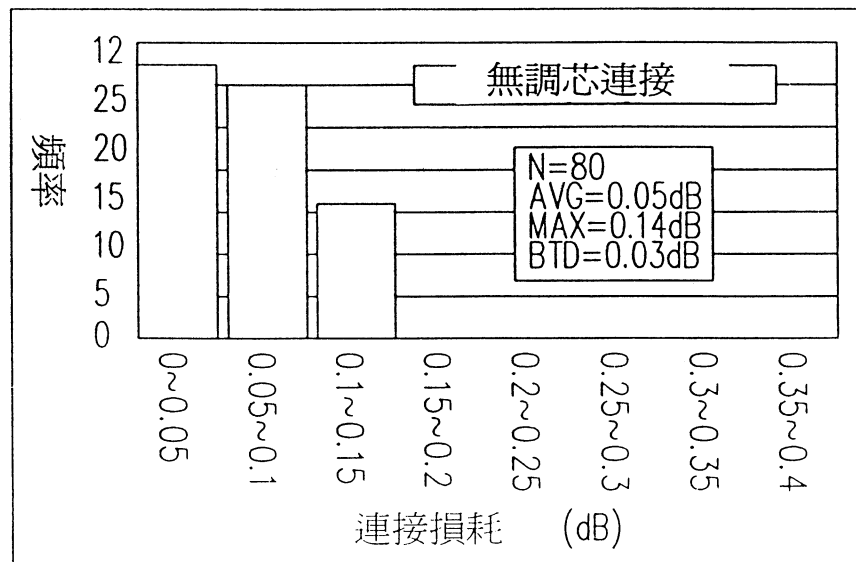
末端面的電子顯微鏡照片

第 3 圖



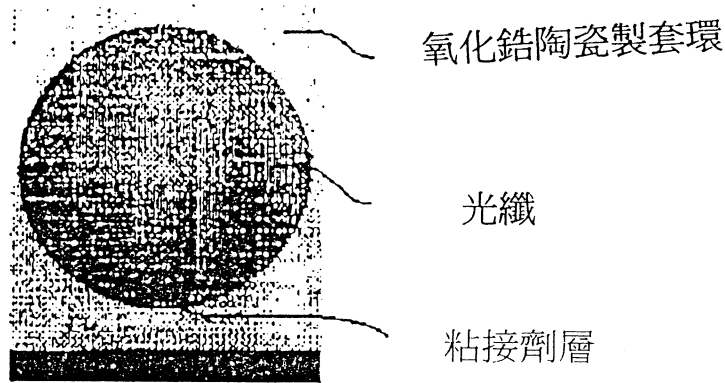
採用同心度小於 $1.0 \mu\text{m}$ 的結晶化玻璃製套環的光連接器的無調芯連接的連接損耗分佈

第 4 圖



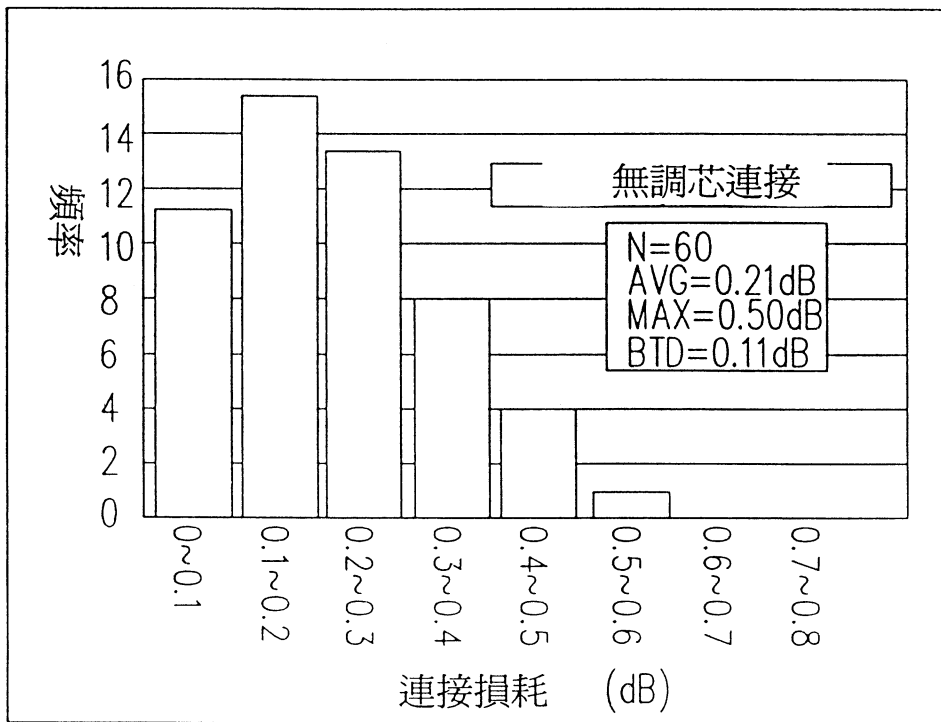
採用同心度小於 $0.7 \mu\text{m}$ 的結晶的玻璃製套環的光連接器的無調芯連接的連接損耗分佈

第 5 圖



拋光後的氧化鋁陶瓷製套環端面的電子顯微鏡照片

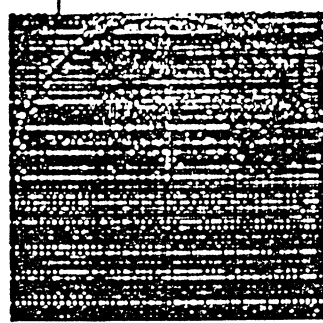
第 6 圖



採用同心度為 $1.0 \mu\text{m}$ 的氧化鋁陶瓷製套環的光連接器的無調芯連接的連接損耗分佈

第 7 圖

粘接劑層

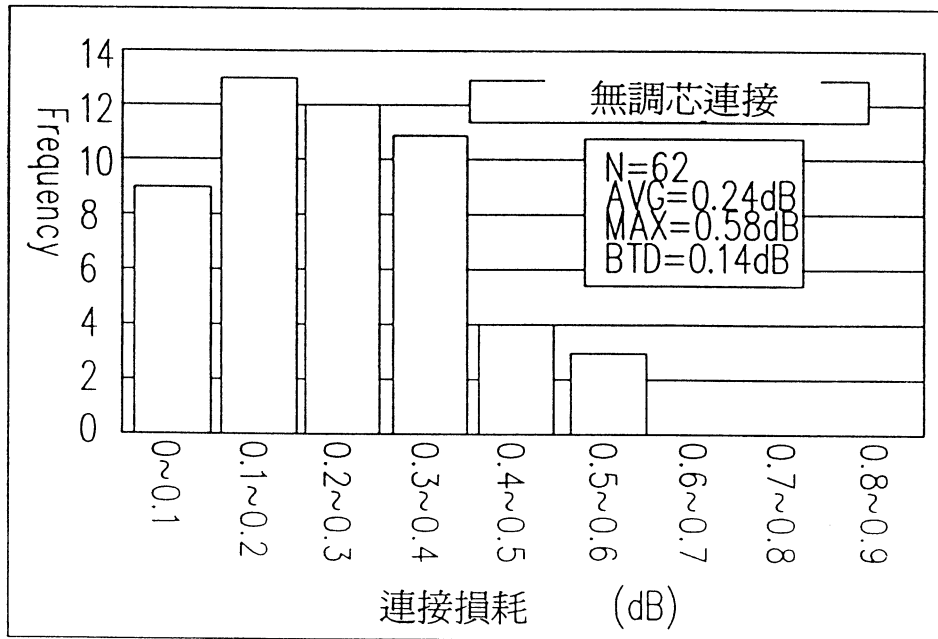


玻璃製套環

光纖

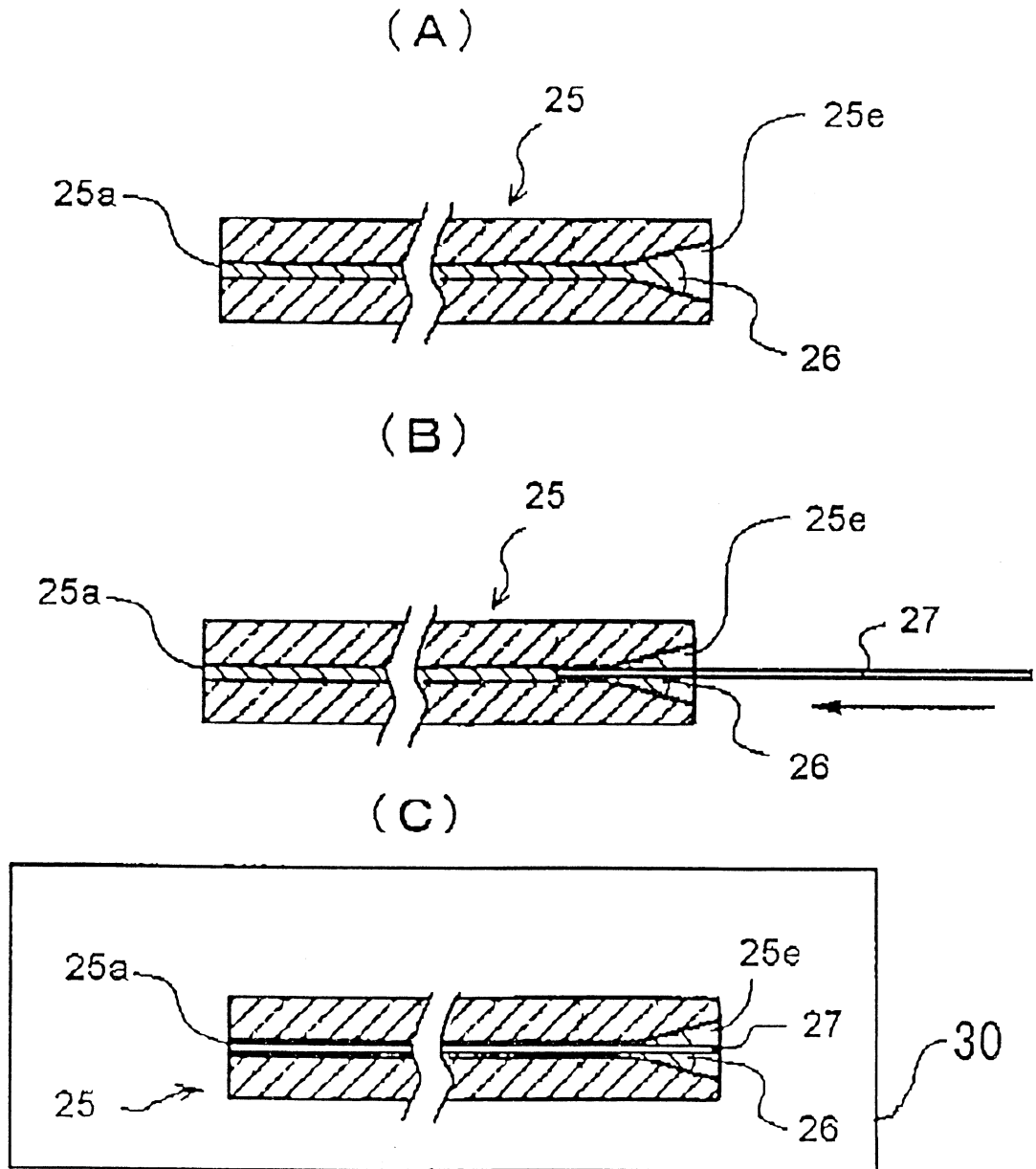
拋光後的玻璃製套環端面的電子顯微鏡照片

第 8 圖

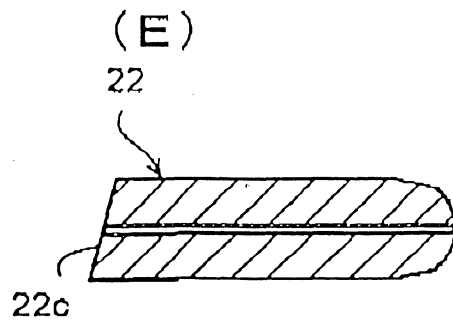
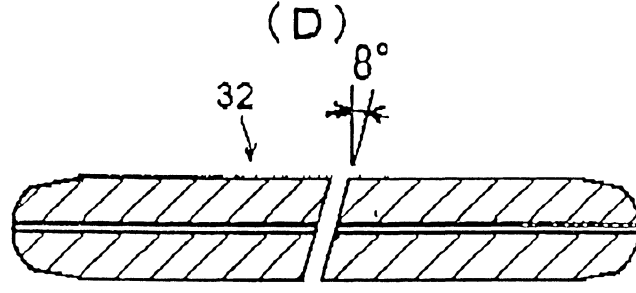
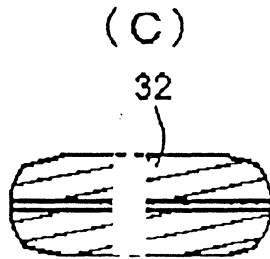
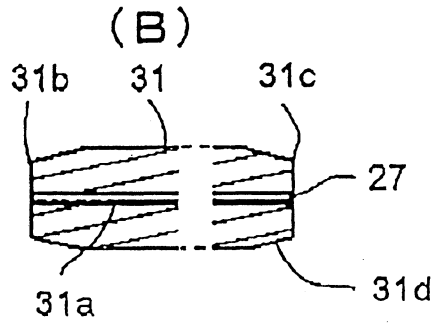
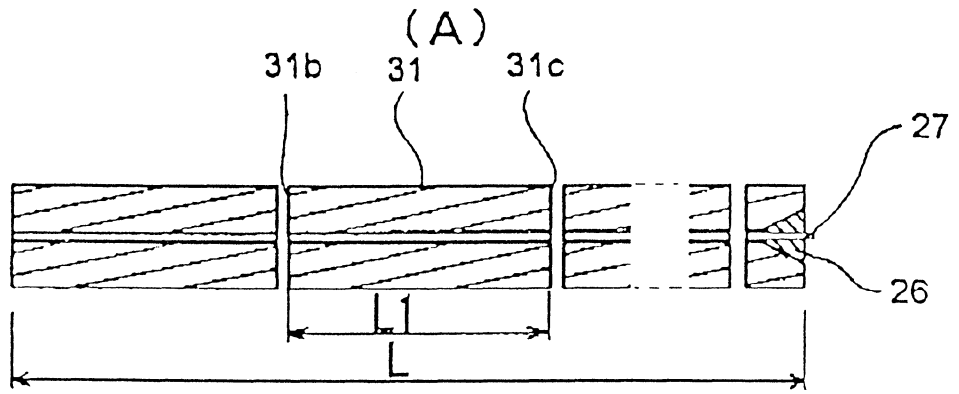


採用玻璃製套環的光連接器的無調芯連接的連接損耗分佈

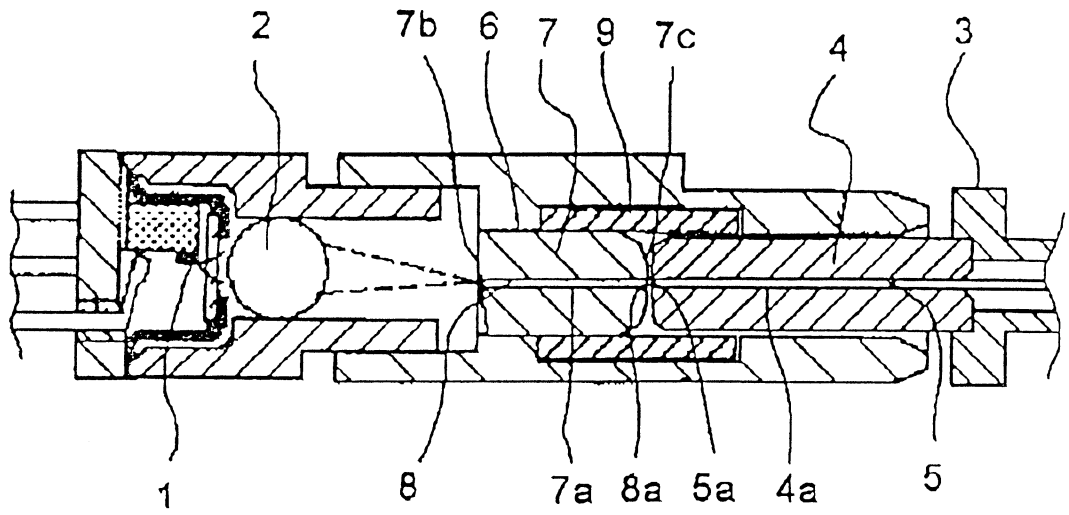
第 9 圖



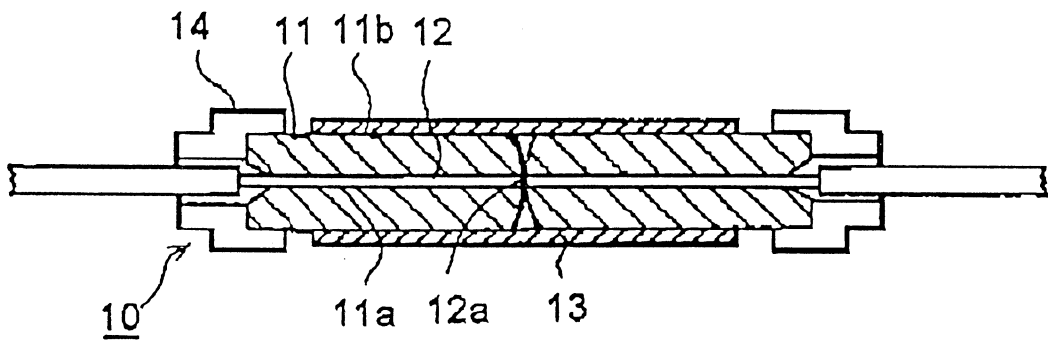
第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖



第 13 圖

陸、(一)、本案指定代表圖為：第 1 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

20a、21a、22a：內孔

20b、22c、22b、23a：末端面

22：光纖短管

20：光纖用毛細管

21f：凸緣構件

21：光連接器用套環

21b、21c：末端

21e：張開部

21d：坡口部

24：接著劑

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：