

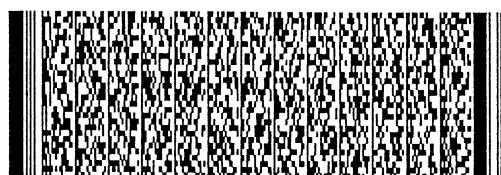
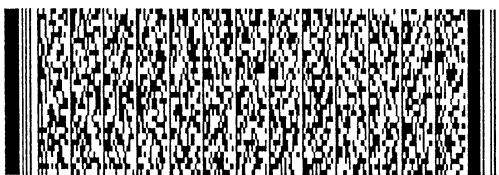
申請日期： 89.4.28	案號： 89108137
類別： C03B3/02	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

491818

一、發明名稱	中文	生產供光纖用之雛形模的基板管及方法
	英文	SUBSTRATE TUBE AND PROCESS FOR PRODUCING A PREFORM FOR AN OPTICAL FIBER
二、發明人	姓名 (中文)	1. 哈維 查普 2. 諾柏 春柏 3. 奧利佛 漢貝契 4. 玉 漢根
	姓名 (英文)	1. HARTWIG SCHAPER 2. NORBERT TREBER 3. OLIVER HUMBACH 4. UWE HAKEN
	國籍	1. 德國 2. 德國 3. 德國 4. 德國
	住、居所	1. 德國亞曲芬柏市黑斯姆路25號 2. 德國海惱市林辛街6號 3. 德國亞任惱米確貝市任古林路5a號 4. 德國莫布如斯市康斯柏格街24a號
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 德商何瑞斯廓格拉斯公司 2. 美商朗訊科技公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. HERAEUS QUARZGLAS GMBH & CO. KG 2. LUCENT TECHNOLOGIES INC.
	國籍	1. 德國 2. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 德國海惱市廓斯街 2. 美國新澤西州摩里山丘市山脈大道600號
	代表人 姓名 (中文)	1. 格哈特 迷斯米爾 2. 麥克·R·格林
	代表人 姓名 (英文)	1. GERHART VILSMEIER 2. MICHAEL R. GREENE



申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人	姓名 (中文)	5. 當那 保羅 珍波諾斯基
	姓名 (英文)	5. DONALD PAUL JABLONOWSKI
	國籍	5. 美國
	住、居所	5. 美國喬志亞州當吾迪市瑪諾里亞路5264號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	
	姓名 (名稱) (英文)	
	國籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓名 (中文)	
	代表人 姓名 (英文)	



本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
德國 DE	1998/11/16	19852704.7	無
歐洲專利機構 EP	1999/11/12	99122598.8	無
美國 US	1998/11/15	09/440,413	無
馬來西亞 MY	2000/04/03	PI 2001355	無
專利合作條約 PCT	2000/03/25	PCT/EP00/02561	無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

發明領域

本發明係有關於一種生產供適用於光資料通訊技術的光纖所用之雛形模(preform)的方法，其藉由提供一以石英玻璃所構成並且具有沿著半徑方向之不同摻雜區域的基板管，藉由採用一由合成石英玻璃所構成之芯玻璃(core glass)，並藉由以一套管(jacket tube)包圍該基板管。

此外，本發明更有關於一種生產供適用於光資料通訊技術的光纖所用之雛形模的基板管，其係由石英玻璃所構成，其中該雛形模包括有一由一覆罩區(mantle)所包圍之芯玻璃，其中該區至少有一部分是依基板管的形式而被提供，而該基板管具有沿著半徑方向之不同摻雜。

相關技藝之敘述

一般而言，供光纖所用之雛形模具有一由較低折射係數材料所構成之包殼(cladding)所包圍之纖維芯。從合成石英玻璃製造出雛形模芯的先進技術包括有氣相軸向沉積(vapor-phase axial deposition, VAD)、外部氣相沉積(outside vapor-phase deposition, OVD)、修正式化學氣相沉積(modified chemical vapor-phase deposition, MCVD)、以及電漿化學氣相沉積(plasma chemical vapor-phase deposition, PCVD)。在所有這些技術中，纖維芯的生產是以二氧化矽微粒沉積於基板並加以玻璃化而完成。纖維芯在VAD與OVD的沉積過程係發生於基板的外側；而在MCVD與PCVD的沉積過程則發生於所謂之



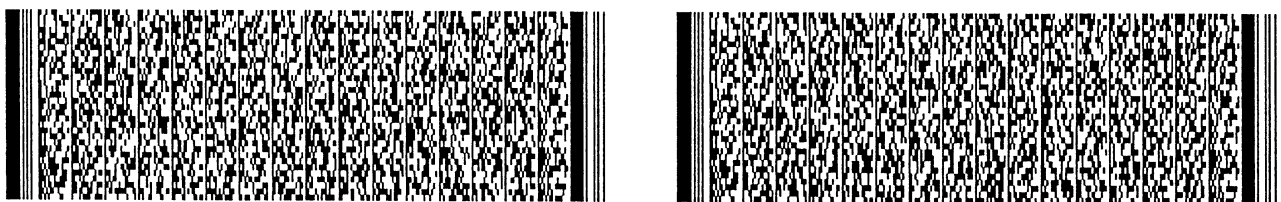
五、發明說明 (2)

基板管的內部。該基板管可形成光主動之包殼或是其中的一部份。視光纖之設計而定，基板管可由摻雜或未摻雜之石英玻璃所構成。此外，為人所熟知的雛形模生產方式係根據所謂的「管中棒」(rod-in-tube)方法，其中由芯玻璃所製造的棒子被引入一個套管，並與之熔合。

視製程而定，該包殼玻璃係以一種分離法(如OVD、MCVD、電漿法、管中棒法)生產或者該包殼玻璃與芯玻璃係為同時生產者，如所謂的VAD法中所常見的。包殼玻璃與芯玻璃之間的折射係數可由所添加的摻雜劑(dopant)所調整。一般而言，氟(fluorine)與硼(boron)可降低折射係數，而多數的摻雜劑則適用來增加折射係數，特別是鍍(germanium)、磷(phosphorus)、與鈦(titanium)。

在簡單的光纖設計中，具有一第一反射係數而由石英玻璃所構成的芯玻璃係由一具有第二且較低反射係數之石英玻璃所包圍。然而，在光纖之最佳化方法中，尤其是供數種波長之同時傳輸與更高傳輸速率者，光纖設計已發展成具有更為複雜的折射係數分布。舉例而言，歐洲專利A1 785,448號案件即揭露了一種由石英玻璃所構成的光纖，其具有一種稱之為「雙芯+雙外殼」的光纖設計，以用來減低所謂的偏極化模態散射。

生產此種雛形模及其適用的基板管之方法首見於歐洲專利A2 434,237中。其揭露了一種所謂「減少包殼型」(depressed-clad-type)的單模光纖之製造方法。這種光纖所使用的雛形模係藉由內部沉積法(如MCVD)而製造。為



五、發明說明 (3)

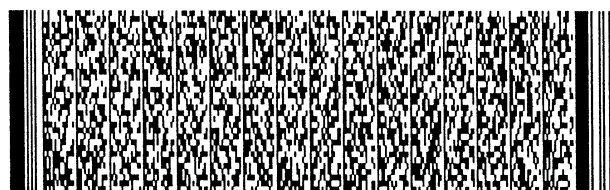
此，一層由氟摻雜之石英玻璃所構成的內側包殼玻璃層首先被沉積於基板管的內壁上，接著則是一層由鍺摻雜之石英玻璃所構成的芯玻璃層。這裡所使用的石英玻璃基板管可沿著管壁的厚度而具有不同氟摻雜程度的區域。於是，內部被覆蓋的基板管崩裂，而由一種由套殼玻璃所構成之所謂的套管(jacket tube)所包圍，而形成雛形模。

儘管散射位移或所謂的散射補償之光纖係可藉由已知的方法而生產，在這種習知的基板管中卻必須要形成複數層內層。

在以MCVD法沉積的過程中，層數與其厚度的增加會相對地導致基板管內徑的減少，並因而縮小其內部表面。因此，在這種方法進行時，沉積的效率也隨之降低。其可藉由增加內徑而抵銷至一有限的程度，因為沉積所需之溫度通常係由外部加熱所產生。然而，基板管內徑或管壁的增加需要提高外面的溫度，以維持基板管內部的沉積條件。但其因為基板管的軟化與塑膠變形而有所限制。此外，具有較厚管壁或較厚內層的大基板管崩裂的困難度也會提高。

發明之概述

因此，本發明之目的乃在提供一種有效率而經濟之生產雛形模的方法，藉此具有複雜的折射係數分布之雛形管能夠以高度生產效率的方式被生產。此外，本發明之目的更在提供一種適用於雛形模的基板管，在該基板管中，需要較少量的芯玻璃，無論是對於內部沉積法或是對於「棒中



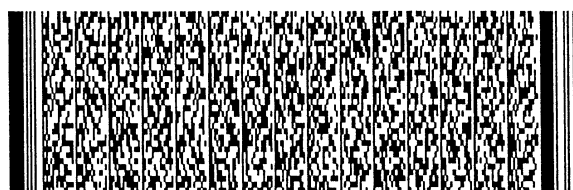
五、發明說明 (4)

管」法中的芯玻璃管。

在有關方法方面，本發明之目的的達成係以前面所述之方法為基礎，其中係使用一基板管，而該基板管係藉由將一管狀之多孔二氧化矽空管(porous SiO_2 blank)玻璃化而獲得，且該多孔二氧化矽空管具有一芯玻璃層，其生產方式係藉由在玻璃化之前，將一第一摻雜劑添加在該多孔二氧化矽空管之第一半徑部分(radial portion)，其可增加石英玻璃之折射係數。

本方法所使用的基板管包括有一芯玻璃層，即整個包含基板管壁厚的一個半徑部分之一大致為圓柱的部分，亦即，一具有一個沿著基板管半徑之向外方向延伸的厚度的橫截面，該部分包含有使得石英玻璃之折射係數增加的摻雜劑。通常芯玻璃層的折射係數高於未摻雜之石英玻璃的折射係數。文獻中所提出的未摻雜之石英玻璃的折射係數 n_D 於波長在589.3奈米(nm) (鈉氣相燈的D-line)時約介於1.4585與1.4589之間。該基板管可以具有一或多個芯玻璃層。除了芯玻璃層之外，還提供了至少一層額外層，其中的摻雜濃度係不同於芯玻璃層者。從其橫截面加以檢視，該基板管具有若干不同摻雜濃度的層。這些層的製造並非藉由將不同摻雜的管子黏合在一起，也不是藉由沉積玻璃層於石英玻璃管的表面上，而是藉由在製造過程中直接進行多孔空管的處理。該基板管係藉由 SiO_2 空管的玻璃化而形成。

芯玻璃層係產生自多孔空管的半徑部分，在該多孔空管

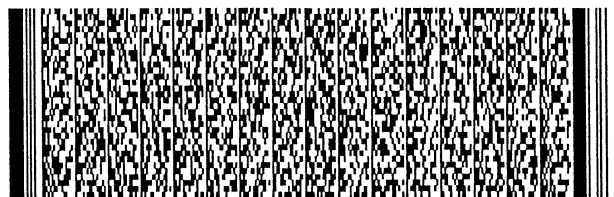
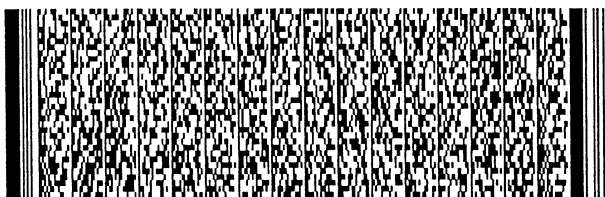


五、發明說明 (5)

被玻璃化之前便已添加一第一摻雜劑，其可增加石英玻璃之折射係數。該 SiO_2 空管的製造，通常係藉由含矽化合物的加熱水解以及根據所謂「煤塵法」(soot process)沉積 SiO_2 粒子於一基板上。該多孔 SiO_2 空管的玻璃化係藉由一種分離燒結(separate sintering)法而完成，其對比於所謂的直接玻璃化。由於其多孔性，該 SiO_2 空管通常在玻璃化之前會施以例如清潔、乾化(drying)、或摻雜等處理。多孔 SiO_2 空管的乾化提高了製造具有低氫氧含量之芯玻璃層的可能性。

除了摻雜所選擇的部分外，該 SiO_2 空管也可具有均勻分布於其整個壁厚的第一摻雜劑，藉此在接下來的步驟中，該第一摻雜劑係至少部分地從一半徑部份中移除，或者由於該第一摻雜劑而提高之折射係數可藉由一第二摻雜劑而完全或部分補償或過補償。芯玻璃層中的摻雜劑分布可以是均勻的，也可以具有一梯度、一最大值或一最小值。

為了獲得一預先設定之基板管的表面品質或圖形，可對玻璃化的空管進行進一步的化學或機械處理，例如在表面上進行蝕刻或研磨，以及將該基板管的長度延長至所欲之最終尺寸。由於所獲得之芯玻璃係藉由在基板管內部進行內部沉積(MCVD或PCVD)而形成，在內部沉積之後所造成的基板管與芯玻璃會剝離。在同時，以所謂的套管形式存在之包殼玻璃可被額外地加上，並且將光纖拉出。由於所造成的芯玻璃以芯玻璃棒的形式被加在基板管上，所獲得的基板管與芯玻璃棒的結合係被熔合在一起，藉此，額外的

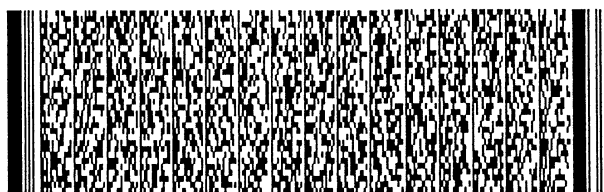
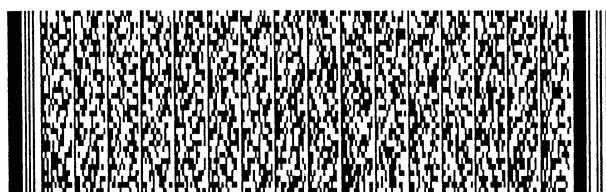


五、發明說明 (6)

包殼玻璃可被以外部套管的形式被加上。如果基板管已經具有適當的尺寸，則額外的套管便不是必要的了。

從根據本發明所製造的離形模中，可獲得用於資料傳輸的光纖，其中的芯玻璃層係與光的傳輸有關。該至少一個芯玻璃層係為複雜的折射係數分布之一共同部分。該離形模的部分係由基板管所提供，而該基板管在習知方法中係於芯玻璃完成之後才產生。該基板管之製造可藉由一種更經濟且更高效率的OVD法完成。在此，本發明摒除了昂貴且低生產效率的方法，而改採用一種更高製造效率的方法來生產光纖的芯區域。舉例而言，以MCVD法形成的基板管所提供的芯玻璃層必須被額外地藉由在基板管上施以內部沉積而生產。當上述有關沉積效率的缺點被必須被接受時，內部層的數量與厚度會相對應地增加。相對地，根據本發明之方法，光傳輸層之一部分係由基板管所提供。以此方式，具有複雜折射係數分布之大型離形模之高生產與高效率的生產便具可能性。基板管所提供的芯玻璃層係有關於光傳輸，也因此屬於光纖之芯區域。藉此，必須增加之額外的芯玻璃數量便減少了，其中「芯玻璃」在本發明中係指完成芯區域所需之石英玻璃材料。根據本發明之方法特別適合單模光纖之生產，但也適用於多模光纖之生產。

在本方法之較佳實施例中，該多孔 SiO_2 空管之形成係藉由含矽化合物的加熱水解以及沉積 SiO_2 粒子於一基板上，其中第一摻雜劑被添加於沉積過程中。在此例子中，該基



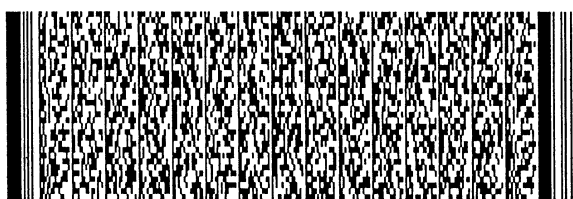
五、發明說明 (7)

板管(具有芯玻璃層者)係根據OVD法而形成者。於沉積 SiO_2 粒子的過程中,第一摻雜劑的添加係藉由添加該摻雜劑的方式,或是以化學化合物添加至矽化合物的方式,或是以維持包含該第一摻雜劑的氣體之方式實施。沿著 SiO_2 空管壁厚之折射係數的非均勻分布,係可藉由隨著時間改變摻雜劑之有效濃度或溫度,藉由從該多孔 SiO_2 空管中的一部份依序移除該第一摻雜劑,或藉由使用其他摻雜劑進行部分補償的方式而達成。

該芯玻璃可藉由「管中棒」的方法或內部沉積(MCVD與PCVD)的方法被引入基板管內,其中後者係為較佳者,因為其簡化了高純度、低氫氧含量的內層之生產方式。

本發明之更為有效率的實現之處在於,該多孔 SiO_2 空管之至少一第二半徑部分在沉積之後與玻璃化之前被摻雜以一第二摻雜劑,其可改變石英玻璃的折射係數。該第二摻雜劑可被均勻地分布於整個多孔 SiO_2 空管之壁厚中。該第二摻雜劑之分布可被簡單且經濟地藉由氣相擴散或以包含該第二摻雜劑之液體注入該多孔 SiO_2 空管中而實現。如此可促成複雜折射係數分布之產生。在玻璃化之後,該芯玻璃層可包括由一第一摻雜劑與一第二摻雜劑所組成之混合物。

該第二半徑區域之摻雜係可藉由加熱該 SiO_2 空管而實施,其中該 SiO_2 空管係暴露於一種包含第二摻雜劑之氣體中。此種方法(在下文中稱作「氣相摻雜法」)使得有效率且均勻地以第二摻雜劑摻雜至該 SiO_2 空管成為可能。



五、發明說明 (8)

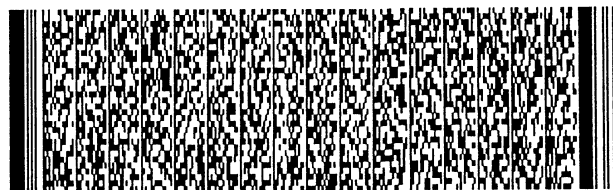
氟是作為第二摻雜劑之較佳選擇，因其可降低石英玻璃之折射係數。以氟摻雜該多孔 SiO_2 空管或半徑部分之一可簡化具有複雜折射係數分布之基板管的製造。因此在玻璃化之後，該基板管可具有一包殼層，其具有較低於石英玻璃之折射係數。這種基板管特別適用於散射補償

(dispersion-compensating)單模光纖(即所謂DC光纖)的生產。此種光纖之折射係數分布大致包括有一具有低折射係數的區域以及一具有高折射係數的區域。與習知方法相較，使用根據本發明之方法製造這種光纖係特別有效率且簡單，因為兩個區域可藉由基板管被同時提供，或至少其中一者。

較佳者，包含鍺之化學化合物係作為第一摻雜劑。鍺以氧化鍺(GeO_2)的形式現存於石英玻璃中。由於其傳輸特性，氧化鍺特別適用於紅外線頻譜中的光波傳輸。

具有介於1.4593與1.490之間的折射係數之芯玻璃層已被證實十分有用。具有這種芯玻璃的基板管造就了一種製造具有寬廣的模場帶(modal field band)之光纖之經濟且有效的方式，尤其是傳輸波長大約在1550奈米時。該芯玻璃層所代表者即為具有介於上述範圍之內的折射係數之基板管的半徑部分。在整個芯玻璃層的壁厚中，折射係數可以完全相同，但也可以有所不同。

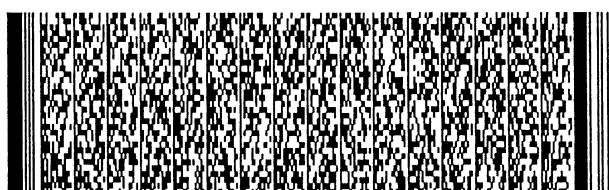
在有關於基板管方面，上述的目的可基於一開始所敘述之基板管而達成，其中該基板管包括有一具有至少為1.459之折射係數的芯玻璃層。



五、發明說明 (9)

該基板管包括有一芯玻璃層，即整個包含基板管壁厚的一個半徑部分，其具有至少為1.459之折射係數。於是，於波長為589.3奈米所量測到的折射係數係較高於未摻雜之石英玻璃的折射係數，其在文獻中約介於1.4585與1.4589之間。該基板管可具有一或多個芯玻璃層。除了芯玻璃層之外，至少有一個額外層被提供，其在摻雜濃度方面與該芯玻璃層有所不同。沿著基板管的壁厚觀察，該基板管具有若干不同摻雜濃度的層。這些層的製造並非藉由將不同摻雜的管子黏合在一起，也不是藉由沉積玻璃層於石英玻璃管的表面上，而是藉由在製造過程中直接進行多孔空管的處理。該基板管係藉由如上所述之 SiO_2 空管的玻璃化而形成，而該 SiO_2 空管的製造通常係藉由含矽化合物的加熱水解以及根據所謂「煤塵法」沉積 SiO_2 粒子於一基板上。該多孔 SiO_2 空管的玻璃化係藉由一種分離燒結法而完成，其對比於所謂的直接玻璃化。

在從使用基板管所生產的雛形模中所獲得的光纖中，其芯玻璃層係與光的傳輸有關，其中該至少一個芯玻璃層係為複雜折射係數分布之一部分。因此，該雛形模的區域係由基板管所提供，而該基板管在習知方法中係以高昂的成本來產生芯玻璃層。以本發明之方式，具有複雜折射係數分布之大型雛形模之高生產與高效率的生產成為可能。該基板管之製造可藉由一種更經濟且更高效率的OVD法完成。在這種情形中，基板管所提供的芯玻璃層係有關於光傳輸，也因此屬於光纖之芯區域。藉此，必須增加之



五、發明說明 (10)

額外的芯玻璃數量便減少了。

根據本發明之方法可適用於單模光纖之生產，但也適用於多模光纖之生產。無論在任何情形中，芯玻璃係被引入基板管內。此一步驟通常藉由MCVD或PCVD法以完成沉積石英玻璃層於基板管的內壁，且內部沉積之基板管在隨後會剝離。根據本發明之基板管亦適用於藉由管中棒的方法製造離形模。為了調整所需要之表面品質或圖形，可進行進一步的化學或機械處理，例如在表面上進行蝕刻或研磨，以及將該基板管的長度延長至所欲之最終尺寸。因此，必須特別注意本發明中有關於離形模的生產之進一步解釋。

較佳者，該芯玻璃層係藉由連接至離形模之芯玻璃而被提供。在此，該離形模之光傳輸區域的一實質部分係由基板管所提供，其中該芯玻璃層可形成一部分之均勻摻雜的中心芯玻璃區，或者複雜折射係數分布的一部分。不論是在哪一種情形中，該芯玻璃層與鄰近芯玻璃的折射係數可為相同或不同者。

前面已經提到一種特別有用的其情形，其中該基板管包括有一由摻雜氟的石英玻璃所構成的包殼層。這種基板管特別適用於散射補償單模光纖（即所謂DC光纖）的生產。此種光纖之折射係數分布大致包括有一具有低折射係數的區域以及一具有高折射係數的區域。與習知方法相較，使用根據本發明之方法製造這種光纖係特別有效率且簡單，因為兩個區域可藉由基板管被同時提供，或至少其中一者。



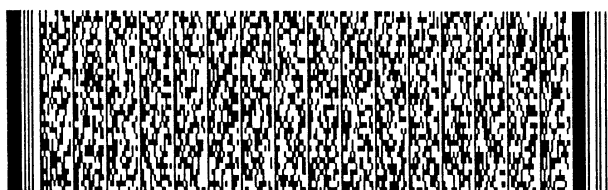
五、發明說明 (11)

較佳者，該芯玻璃層包含有鍺。鍺可增加石英玻璃之折射係數，並以氧化鍺(GeO_2)的形式現存於芯玻璃中。由於其傳輸特性，氧化鍺特別適用於紅外線頻譜中的光波傳輸。

具有介於1.4593與1.490之間的折射係數之芯玻璃層已被證實十分有用。具有這種芯玻璃的基板管造就了一種製造具有寬廣的模場帶(modal field range)之光纖之經濟且有效的方式，尤其是傳輸波長大約在1550奈米時。該芯玻璃層所代表者即為具有介於上述範圍之內的折射係數之基板管的半徑部分。在整個芯玻璃層的壁厚中，折射係數可以完全相同，但也可以有所不同。

較佳者，尤其是針對使用本發明之基板管所製造的光纖之紅外光波段的低損耗而言，該芯玻璃層之氫氧離子的含量之最高值為重量之1 ppm(百萬分之一)。由於氫氧根在紅外光波段具有吸收效應，光纖中的低氫氧含量便顯得十分重要，其在此波段範圍內具有較低的損耗。此點對於傳輸波長在1310奈米與1550奈米或介於其中的波長成立，因此適用於光資料通訊技術中。

根據本發明基板管之一經證實的具體實施例係為在鄰近芯玻璃層之處提供一擴散阻擋層。該擴散阻擋層促成具有步階折射係數分布之基板管的製造，因其在多孔 SiO_2 空管於含摻雜劑之氣體中進行處理時，阻擋不希望之摻雜劑擴散至該擴散阻擋層背後的部分。可使用若干擴散阻擋層。該擴散阻擋層係可藉由簡單的方式而形成，例如於沉積過



五、發明說明 (12)

程中，壓縮該 SiO_2 空管之一些區域。

圖式之簡要說明

本發明係藉由下列參照附圖所作之具體實施例的詳細描述，將會更為明白，其中：

圖1a係為根據本發明之方法所生產的離形模所製造的單模光纖之一第一折射係數分布圖；

圖1b係為根據本發明之方法中，供生產光纖所用的基板管之一具體實施例，其具有如圖1a所示之折射係數分布；

圖2a係為根據本發明之方法所生產的離形模所製造的單模光纖之一第二折射係數分布圖；

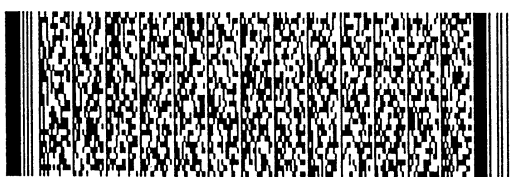
圖2b係為根據本發明之方法中，供生產光纖所用的基板管之另一具體實施例，其具有如圖2a所示之折射係數分布；

圖3a係為根據本發明之方法所生產的離形模所製造的單模光纖之一第三折射係數分布圖；以及

圖3b係為根據本發明之方法中，供生產光纖所用的基板管之另一具體實施例，其具有如圖3a所示之折射係數分布。

本發明之詳細描述

在以下根據圖1a、圖2a、與圖3a所將更加詳述的折射係數分布圖中，每一個圖中的y-軸代表一個相對折射係數差量 $\Delta = (n_1 - n_2) / n_2$ (以%為單位)，其中 n_1 代表光纖內對應的光傳輸區域內之絕對折射係數。參考點 n_2 係對應至每條光纖之外部覆罩(mantle)區域內的折射係數，且在隨後的具



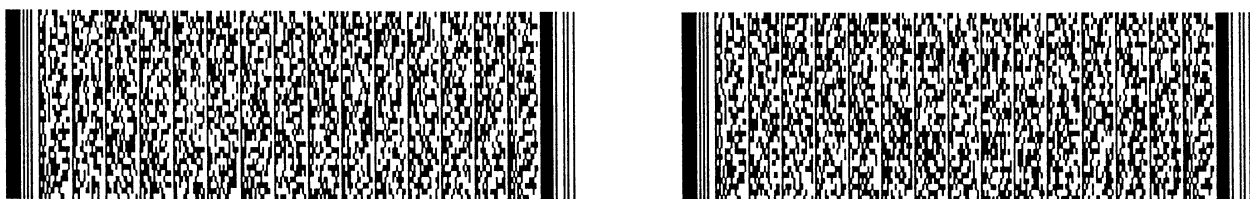
五、發明說明 (13)

體實施例中， n_2 在波長為589.3奈米(nm)時的值均為1.4589。光纖的半徑則於x-軸上以微米(μm)為單位標示。

根據圖1a所示的折射係數分布係為所謂的「大有效面積光纖」(large effective area fiber, 簡稱LEAF)之典型值。這種光纖係描述於歐洲專利A2 775 924號中。與散射位移(dispersion-shifted)光纖相較，LEAF光纖之折射係數分布會導致模場直徑(mode field diameter)的擴大，並因而降低了光纖內的平均能量密度。此乃降低例如所謂的自我相位調變(self-phase modulation, 簡稱SPM)之非線性效應所需者。此外，這種分布也會導致較低的散射增加。

該折射係數分布之特色在於具有總共五個芯區段(core segments)。在直徑為4.5微米(半徑為2.25微米)之最內芯區段A中，相對折射係數差量為 $\Delta=0.6$ 。在向外之鄰近的芯區段B中，其厚度為2.25微米且其相對折射係數差量為 $\Delta=0$ (即 $n_1=n_2$)。緊接著芯區段B的是芯區段C，其厚度為1.875微米且其相對折射係數差量為 $\Delta=0$ 。芯區段D之厚度為1.125微米且其相對折射係數差量為 $\Delta=0.234$ 。芯區段D接著由芯區段E所圍繞，而芯區段E之厚度為1.18微米且其相對折射係數差量為 $\Delta=0$ 。緊接著芯區段E的是光纖的外部光學區域，而該光纖係由未摻雜的石英玻璃所組成。

根據本發明，芯區段C、D與E係由基板管所提供，而芯區段A與B則在基板管內以內部沉積法形成。芯區段B與C之



五、發明說明 (14)

間的邊界係由圖1a中的虛線所表示。

具有這種折射係數分布的光纖用基板管係如圖1b所示。基板管1具有25毫米(mm)的外徑以及達3毫米的總管壁厚。基板管1之內層2係由未摻雜之石英玻璃所構成，其在波長為589.3奈米時的折射係數為1.4589。該內層2之厚度為1.21毫米。與內層2鄰接的是中間層3，其係摻雜了佔重量3%的 GeO_2 ，而導致在上述之芯區段D的折射係數增加了 $\Delta = 0.234$ 。該中間層3之厚度為0.84毫米。基板管1之外層4係由未摻雜之石英玻璃所構成，其厚度為0.95毫米。在有關使用基板管1所獲得之光纖的折射係數分布方面，芯區段C係對應至內層2，芯區段D對應至中間層3，而芯區段E則對應至外層4。

基板管1之製造係根據OVD法。根據習知方法， SiO_2 粒子係藉由 SiCl_4 的加熱水解而產生，並且沉積於旋轉的軸心上。摻雜銻的中間層3則係藉由沉積 GeCl_4 於 SiCl_4 上而獲得。一沉積於 GeO_2 上方的多孔 SiO_2 煤塵基體(soot body)於焉產生。為了要移除氫氧含量至小於30 ppb(十億分之三十)之重量含量的程度，所產生的煤塵基體再被予以氯處理於較高的溫度。藉此，多孔 SiO_2 煤塵基體便在挖空圓柱形成時被玻璃化。挖空圓柱的表面再進行機械式平坦化並接著進行化學蝕刻。以這種方式進行預先處理的挖空圓柱接著再被延長至基板管的最後尺寸。

為了要製造具有如圖1所示的折射係數分布之雛形模，以供生產光纖用，如圖1b所示之基板管1的內牆5首先藉由



五、發明說明 (15)

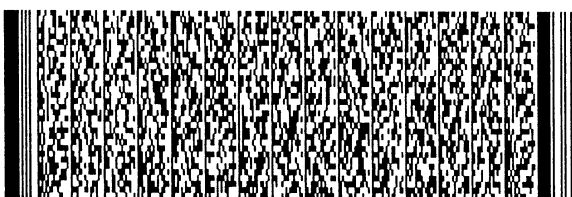
MCVD法沉積一層未摻雜之 SiO_2 至大約1.01毫米的厚度，並同時被玻璃化。接著，一具有厚度為0.37毫米的鍺摻雜層再藉由將 GeCl_4 沉積在起始材料上而形成，藉此而形成摻雜佔重量9%的鍺之石英玻璃。所造成的折射係數大約等於 9×10^{-3} ，其對應至圖1a所示之芯區段A。

接著，內部覆蓋之基板管剝離。所生產的芯棒具有19毫米的外徑。其隨後再由未摻雜之石英玻璃所構成的一個外管(套)所包圍。所生產的離形模具有大約137毫米的外徑。從其中所拉出來的光纖具有125微米的外徑以及如圖1所示之芯區域的折射係數分布。

根據圖2a所示之折射係數分布則顯示了圖1a所示之光纖設計的一種變體。該折射係數分布也導致模場直徑(mode field diameter)的增加，並因而降低了光纖內的平均能量密度。這種光纖亦描述於歐洲專利A2 775,924號中。

根據圖2a所示之折射係數係分布總共具有四個芯區段。在直徑為7微米(半徑為3.5微米)之芯區段A中，相對折射係數差量 Δ 係線性地從最大的0.9(對應至大約 13×10^{-3} 倍的 n_2 ，其中 $n_2=1.4589$)降低至零。在下一個芯區段B中，其厚度為2.5微米且其相對折射係數差量為 $\Delta=0$ (即此處的絕對折射係數 $=n_2$)。緊接著芯區段B的是芯區段C，其厚度為1微米且其相對折射係數差量為 $\Delta=0.1485$ 。在向外方向的下一個芯區段D中，其厚度為4.08微米且其相對折射係數差量為 $\Delta=n_2$ 。

根據本發明，芯區段C與D係由基板管所提供，而芯區段



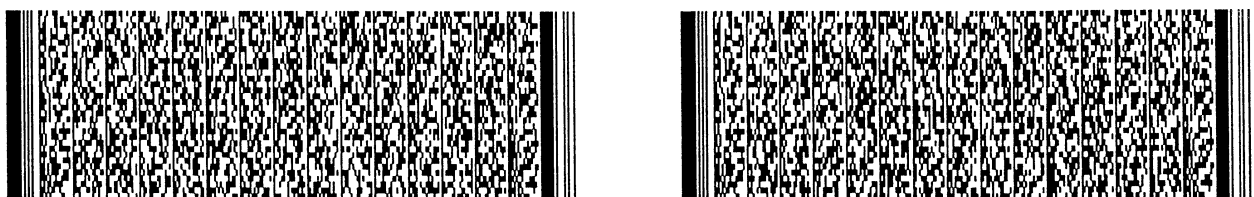
五、發明說明 (16)

A與B則在基板管內以內部沉積法形成。芯區段之內部與外部之間的邊界係由圖2a中的虛線所表示。

具有這種如圖2a所示之折射係數分布的光纖用基板管係如圖2b所示。基板管21具有25毫米的外徑以及達3毫米的總管壁厚。基板管21之內層22係由鍍摻雜之石英玻璃所構成。該內層22之厚度為0.45毫米，且該鍍的含量佔了重量的2%，其導致了在芯區段C的折射係數增加，如圖2a所示。基板管21之外層23係由未摻雜之石英玻璃所構成，其厚度為2.55毫米。在有關使用基板管21所獲得之光纖的折射係數分布方面，芯區段C係由內層22所形成，而芯區段D則由外層23所形成。

基板管21之製造係根據OVD法。根據習知方法， SiO_2 粒子係藉由 SiCl_4 的加熱水解而產生，並且沉積於旋轉的軸心上。摻雜鍍的內層22則係藉由沉積 GeCl_4 於 SiCl_4 上而獲得。在鍍摻雜之煤塵材料層被沉積至其對應至內層22的厚度後， GeCl_4 之供應便停止，而未摻雜之材料持續成長。一多孔 SiO_2 煤塵基體於焉產生。在移除載體之後，所產生的煤塵基體再被予以氣處理於較高的溫度，以移除氫氧含量至小於30 ppb(十億分之三十)之重量含量的程度。藉此，多孔 SiO_2 煤塵基體便在基板管21形成時被玻璃化。基板管21的表面再被進行機械式平坦化並接著進行化學蝕刻。

為了要製造具有如圖2a所示的折射係數分布之離形模，以供生產光纖用，如圖2b所示之基板管21的內牆24首先藉



五、發明說明 (17)

由MCVD法沉積一層未摻雜之 SiO_2 至大約0.88毫米的厚度，並同時被玻璃化。接著，一具有厚度為0.49毫米的鍺摻雜層再藉由將 GeCl_4 沉積在起始材料上而形成。圖2a所示之芯區段A中的折射係數曲線係藉由鍺摻雜層中之相對應的 GeO_2 濃度梯度而產生。

接著，內部覆蓋之基板管21剝離。所生產的芯棒具有19毫米的外徑。其隨後再由未摻雜之石英玻璃所構成的一個外管所包圍。所生產的離形模具有大約103毫米的外徑。從其中所拉出來的光纖具有125微米的外徑以及如圖2a所示之折射係數分布的芯區域。

圖3a所示的折射係數分布係為所謂的DC光纖之典型值。這種光纖係描述於歐洲專利A2 598,554號中。這種DC光纖之特色在於其在傳輸波長為1550奈米(nm)時，具有顯著的負散射。其適用來補償標準單模光纖在傳輸波長為1550奈米時的正散射，在文獻中的正散射值約為17 ps/(nm·km)。以這種方法，即使在傳輸波長為1550奈米時，使用標準單模光纖也可以獲得高傳輸率。

該折射係數分布之特色在於具有總共四個芯區段(core segments)。在直徑為3.8微米(半徑為1.9微米)之芯區段A中，相對折射係數差量 Δ 從最大值 $\Delta=1.9$ 沿著拋物線降低至零。在沿著向外方向之鄰近的芯區段B中，其厚度為3.8微米且其相對折射係數差量為 $\Delta=-0.4$ 。緊接著芯區段B的是芯區段C，其厚度為1.9微米且其相對折射係數差量為 $\Delta=0.4$ 。芯區段D之厚度為1.49微米且其相對折射係數差量



五、發明說明 (18)

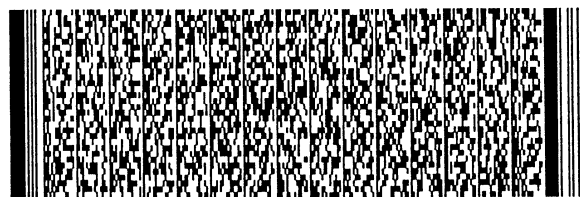
為 $\Delta=0$ 。緊接著芯區段D的是光纖的外部光學區域，而該光纖係由未摻雜的石英玻璃所組成。

根據本發明，芯區段B、C與D係由基板管所提供。芯區段A與B之間的邊界係由圖3a中的虛線所表示。

具有圖3a所示之折射係數分布的光纖用基板管的第一具體實施例係如圖3b所示。而對於該基板管與其製造方法之較詳細的說明係如下文中所述。

基板管31具有25毫米的外徑以及達3毫米的總管壁厚。基板管31之內層32係由摻雜氟之石英玻璃所構成，其折射係數係為未摻雜之石英玻璃之折射係數的 5.8×10^{-3} 倍。芯區段B之厚度為1.19毫米，而其中氟含量則大約佔了重量之2%。與內層32鄰接的是中間層33，其係摻雜了佔重量大約10%的 GeO_2 ，以及佔重量約2%的氟，而導致在上述之芯區段C的折射係數增加了0.4%。該中間層33之厚度為0.95毫米。基板管31之外層34的厚度為0.86毫米，且其亦由摻雜氟與鉻的石英玻璃所構成，其中包含了佔重量大約5%的 GeO_2 ，以及佔重量約2%的氟。這些摻雜劑在具有上述的含量時， GeO_2 對於折射係數增加的效應以及氟對於折射係數降低的效應，導致對於未摻雜之石英玻璃之折射係數的改變量為零。在有關使用基板管31所獲得之光纖的折射係數分布方面，芯區段B係對應至內層32，芯區段C對應至中間層33，而芯區段D則對應至外層34。

基板管21之製造係根據OVD法。根據習知方法， SiO_2 粒子係藉由 SiCl_4 的加熱水解而產生，並且沉積於旋轉的軸



五、發明說明 (19)

心上。在沉積中間層33與外層34時，係沉積 GeCl_4 於 SiCl_4 上而獲得。

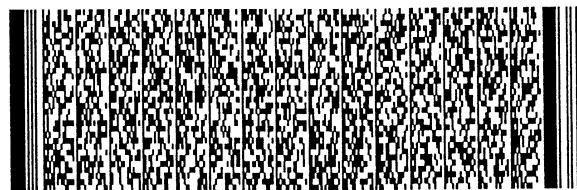
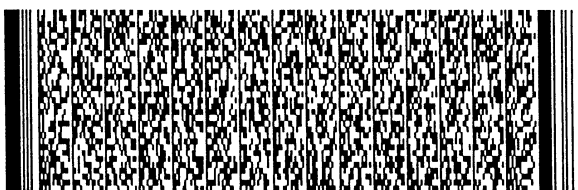
接著，多孔 SiO_2 煤塵基體在一個含氟的環境中被予以進行約 800°C 的熱處理，並被均勻地摻雜氟於整個牆的厚度中。在此同時，氫氧含量也被降低了。

隨後，多孔 SiO_2 煤塵基體便在挖空圓柱形成時被玻璃化。挖空圓柱的表面再進行機械式平坦化並接著進行化學蝕刻。以這種方式進行預先處理的挖空圓柱接著再被延長至基板管的最後尺寸。

具有圖3a所示之折射係數分布的光纖用基板管的第二具體實施例以及其製造方法之較詳細的說明係如下文中所述。

基板管具有25毫米的外徑以及達3毫米的總管壁厚。基板管之內層係由摻雜氟之石英玻璃所構成，其折射係數係為未摻雜之石英玻璃之折射係數的 5.8×10^{-3} 倍。芯區段B之厚度為1.19毫米，而其中氟含量則大約佔了重量之1%。與內層鄰接的是中間層，其係摻雜了佔重量大約5.4%的 GeO_2 ，而導致在圖3a所示之芯區段C的折射係數增加了 $\Delta = 0.4$ 。該中間層之厚度為0.95毫米。基板管之外層的厚度為0.86毫米，且其係由未摻雜之石英玻璃所構成。在有關使用基板管所獲得之光纖的折射係數分布方面，芯區段B係對應至內層，芯區段C對應至中間層，而芯區段D則對應至外層。

根據本發明基板管之本具體實施例的製造方法將在下文



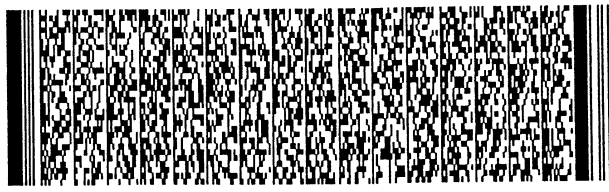
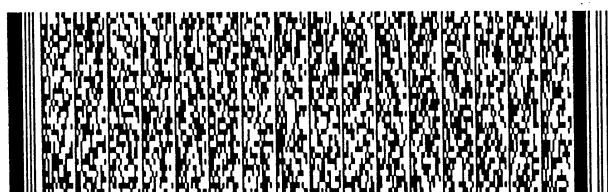
五、發明說明 (20)

中詳細說明。該基板管之製造係根據OVD法。對此，根據習知方法， SiO_2 粒子係藉由 SiCl_4 的加熱水解而產生，並且使用沉積爐而沉積於旋轉的軸心上。在沉積的過程中，煤塵基體所形成的表面溫度大約為 $1,400^\circ\text{C}$ 。為了要製造內層，係使用 SiCl_4 ，並且在沉積中間層的過程中，將 GeCl_4 沉積於 SiCl_4 上而獲得。接著，在形成外層時， GeCl_4 的供給再度被停止。依此方式，得到一層多孔 SiO_2 煤塵基體，其具有一鍺摻雜的中間層。此種方法之一特色在於，在沉積中間層之前，便已形成一厚約0.5毫米的擴散阻擋層。在該擴散阻擋層中，該 SiO_2 煤塵基體具有較高的密度。此一方法的完成在於，在形成擴散阻擋層的煤塵基體沉積過程中，形成 SiO_2 煤塵基體之較高表面溫度一直被維持著。為此，燃料氣體對於沉積爐的供給也要適當地增加。

為了要生產摻雜氟之內層，將多孔 SiO_2 煤塵基體加熱，並且透過內部的開口通入含氟氣體。該擴散阻擋層避免含氟氣體擴散至摻雜鍺的中間層。依此方式，只有內層會摻雜到氟，而中間層與外層則不會。在此同時，含氟氣體的處理會將內層中的氫氧含量降低至小於50 ppb(十億分之五十)的程度。

隨後，該多孔 SiO_2 煤塵基體便在基板管形成時被玻璃化。該基板管的表面再進行機械式平坦化並接著進行化學蝕刻。

為了要製造具有如圖3a所示的折射係數分布之離形模，以供生產光纖用，藉由在基板管內的內部MCVD沉積法以生

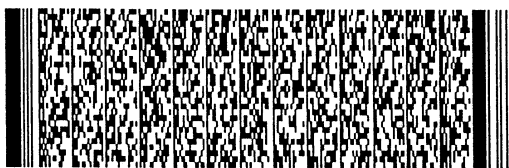


五、發明說明 (21)

產芯玻璃，其形成如圖3a所示的芯區段A。其詳細說明係藉由參照圖3b而在下文中敘述。

在如圖3b所示之基板管31的內表面35上，首先藉由MCVD法沉積一層 GeO_2 摻雜之 SiO_2 ，並直接被玻璃化。在沉積過程中， GeCl_4 的厚度持續在增加，使得 GeO_2 的濃度分布被建立並且對應至圖3a所示之芯區段A的拋物線折射係數分布。於是，所生產之鍺摻雜層具有0.16毫米的厚度，其中鍺佔有30%的重量含量，所造成的折射係數增加大約等於 30×10^{-3} ，如圖3a所示。

接著，以此方法形成之基板管剝離。所生產的芯棒具有16.6毫米的外徑。其隨後再由未摻雜之石英玻璃所構成的一個外管所包圍。所生產的雛形模具有大約114毫米的外徑。從其中所拉出來的光纖具有125微米的外徑以及如圖3a所示之折射係數分布。



91年2月7日
年月日
補充

圖式簡單說明

圖式元件符號說明

1	基板管	2	內層
3	中間層	4	外層
5	內牆	21	基板管
22	內層	23	外層
24	內牆	31	基板管
32	內層	33	中間層
34	外層	35	內表面

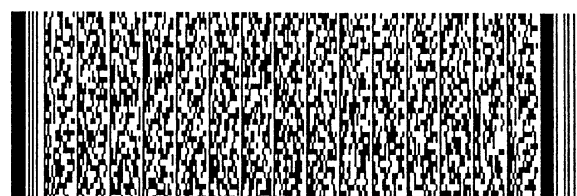


四、中文發明摘要 (發明之名稱：生產供光纖用之雛形模的基板管及方法)

以習知生產供適用於光資料通訊技術的光纖所用之雛形模的方法為基礎，生產具有複雜折射係數分布之基板管的方法藉由提供一石英玻璃基板管而獲得改良。該石英基板管在沿著其向外之半徑方向上具有不同的摻雜，將由合成石英所構成之芯玻璃導入該基板管內，並且以一套管將該基板管包圍。因此，亦提供了一種基板管，其需要較少的芯玻璃材料以形成雛形模，無論是以內部沉積法或是以管中棒的技術形成芯玻璃棒。根據本發明所提出之方法，所使用之基板管係藉由將一多孔之管型 SiO_2 空管玻璃化而形成，在被提供有一芯玻璃層之該基板管之製造方法中， SiO_2 空管之第一半徑區域在玻璃化之前被添加了一第一摻雜劑，其可增加石英玻璃的折射係數。根據本發明之基板

英文發明摘要 (發明之名稱：SUBSTRATE TUBE AND PROCESS FOR PRODUCING A PREFORM FOR AN OPTICAL FIBER)

One the basis of a known process for the production of a preform for an optical fiber for optical data transmission technology, the productivity of the process for the production of complex refractive index profiles is to be improved by providing a quartz glass substrate tube which exhibits different doping in radial direction, introducing a core glass made of synthetic quartz glass into the substrate tube and covering the substrate tube with a jacket tube. A

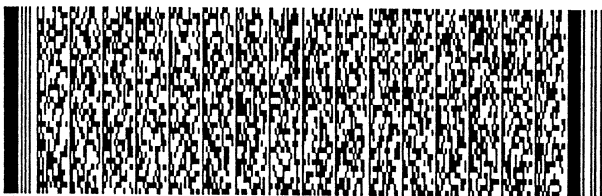


四、中文發明摘要 (發明之名稱：生產供光纖用之雛形模的基板管及方法)

管具有沿著半徑方向之不同摻雜濃度的區域，其使用一具有至少為1.459之折射係數的芯玻璃層。

英文發明摘要 (發明之名稱：SUBSTRATE TUBE AND PROCESS FOR PRODUCING A PREFORM FOR AN OPTICAL FIBER)

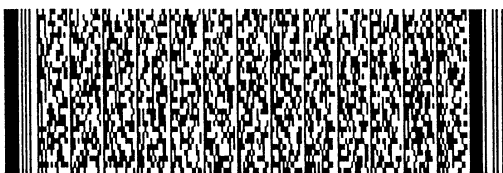
substrate tube suitable therefor is also being provided which tube requires less core glass material for the production of the preform, whether during the internal deposition or for the core glass rod in the rod-in-tube technique. Regarding the process it is proposed according to the invention that a substrate tube be used which was obtained by vitrification of a porous tube-shaped SiO_2 blank, the substrate tube being provided with a core glass layer which is produced



四、中文發明摘要 (發明之名稱：生產供光纖用之雛形模的基板管及方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：SUBSTRATE TUBE AND PROCESS FOR PRODUCING A PREFORM FOR AN OPTICAL FIBER)

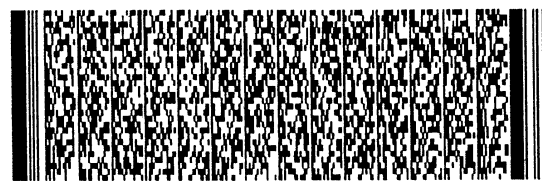
in that to the first radial portion of the SiO_2 blank there is added before the vitrification a first dopant which increases the refractive index of quartz glass. The substrate tube according to the invention has in the radial direction regions of different doping whereby it incorporates a core glass layer which has a refractive index of at least 1.459.



六、申請專利範圍

補充

1. 一種生產供適用於光資料通訊技術的光纖所用之離形模的方法，其藉由提供一以石英玻璃所構成並且具有沿著半徑方向之不同摻雜區域的基板管，藉由採用一由合成石英玻璃所構成之芯玻璃，並藉由以一套管包圍該基板管，其特徵在於使用一種基板管，係藉由將一多孔之管型 SiO_2 空管玻璃化而形成，其中該基板管被提供有一芯玻璃層，其係藉由將 SiO_2 空管之第一半徑區域在玻璃化之前被添加了一第一摻雜劑，其可增加石英玻璃的折射係數。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該多孔 SiO_2 空管之形成係藉由含矽化合物的加熱水解以及沉積 SiO_2 粒子於一基板上，其中第一摻雜劑被添加於沉積過程中。
3. 如申請專利範圍第1項或第2項之方法，其中該芯玻璃係藉由內部沉積法而被引入該基板管中。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該多孔 SiO_2 空管之至少一第二半徑部分在沉積之後與玻璃化之前被摻雜以一第二摻雜劑，其可改變石英玻璃的折射係數。
5. 如申請專利範圍第4項之方法，其中為了該第二半徑區域之摻雜，該 SiO_2 空管被加熱並且同時暴露於一種包含第二摻雜劑之氣體中。
6. 如申請專利範圍第4項之方法，其中氟係作為該第二摻雜劑。
7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中一種含鋳的化學化合物係作為該第一摻雜劑。
8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該芯玻璃層係被



六、申請專利範圍

調整，使其折射係數介於1.459與1.490之間。

9. 一種生產供適用於光資料通訊技術的光纖所用之離形模的基板管，其係由石英玻璃所構成，其中該離形模包括有一由一覆蓋玻璃所包圍之芯玻璃，其中該區至少有一部分是依基板管的形式而被提供，而該基板管具有沿著半徑方向之不同摻雜，其特徵在於該基板管包括有一具有至少為1.459之折射係數的芯玻璃層。

10. 如申請專利範圍第9項之基板管，其中該芯玻璃層係被提供鄰近於該離形模之芯玻璃。

11. 如申請專利範圍第9項或第10項之基板管，其中該基板管包括有一由摻雜氟的石英玻璃所構成的包殼層。

12. 如申請專利範圍第9項之基板管，其中該芯玻璃層包含有鍺。

13. 如申請專利範圍第12項之基板管，其中該芯玻璃層額外地包含有氟。

14. 如申請專利範圍第9項之基板管，其中該芯玻璃層係具有一折射係數，其介於1.4593與1.490之間。

15. 如申請專利範圍第9項之基板管，其中該芯玻璃層之氫氧離子的含量之最高值為重量之1 ppm(百萬分之一)。

16. 如申請專利範圍第9項之基板管，其中鄰近該芯玻璃層之處提供有一擴散阻擋層。

17. 一種用來生產供光纖所用之離形模的方法，其包括：

形成一管狀之多孔 SiO_2 空管，其包括具有半徑厚度之第



六、申請專利範圍

一 與第二層；

該第一層具有一第一劑量的第一摻雜劑，該第一摻雜劑係可提高所摻雜之石英玻璃之折射係數；

該第二層實質上不具有該第一摻雜劑，或者具有一第二劑量之該第一摻雜劑，該第二劑量係不同於該第一劑量者；以及

玻璃化該空管以形成一石英玻璃基板管，使得該基板管具有一芯玻璃層以及另一玻璃層，該兩玻璃層之一者係包含該第一摻雜劑，而該兩玻璃層之另一者則實質上不具有該第一摻雜劑，或者具有一不同濃度之該第一摻雜劑。

18. 如申請專利範圍第17項之方法，其更包括

以一由石英玻璃所構成之套管包圍該基板管。

19. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該多孔 SiO_2 空管之形成係藉由含矽化合物的加熱水解以及沉積 SiO_2 粒子於一基板上。

20. 如申請專利範圍第19項之方法，其中

該第一摻雜劑被添加於沉積過程中。

21. 如申請專利範圍第17項之方法，其中

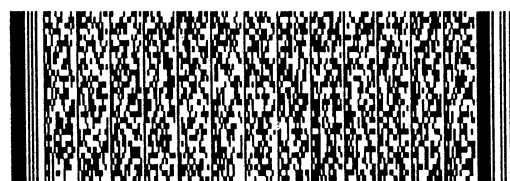
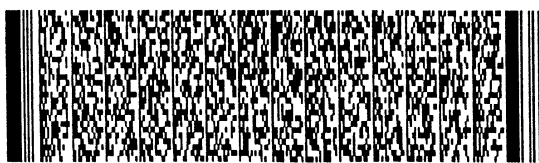
該第一層於該基板管中形成一朝內半徑方向之表面。

22. 如申請專利範圍第17項之方法，其更包括

在玻璃化之前，乾化該 SiO_2 空管於一包含有氯或氟的氣體中，且其操作溫度大約為 1300°C 或略低。

23. 如申請專利範圍第17項之方法，其更包括

以內部沉積法將一芯玻璃係引入該基板管中。



六、申請專利範圍

24. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該多孔 SiO_2 空管之第二層在沉積之後與玻璃化之前被摻雜以一第二摻雜劑，其可改變石英玻璃的折射係數。

25. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該第二層之摻雜係藉由同時加熱該 SiO_2 空管並且暴露該 SiO_2 空管於一包含該第二摻雜劑的氣體中。

26. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該第二摻雜劑為氟。

27. 如申請專利範圍第25項之方法，其中該第二摻雜劑為氟。

28. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該第一摻雜劑包含鋇。

29. 如申請專利範圍第20項之方法，其中該第一摻雜劑包含鋇。

30. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該芯玻璃層具有至少為1.459之折射係數。

31. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該芯玻璃層係具有一折射係數，其介於1.4593與1.490之間。

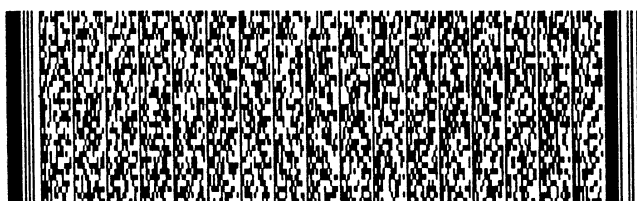
32. 一種適用於生產光纖之光纖離形模，其包括：

一玻璃芯；以及

一包圍該玻璃芯之玻璃包殼；其中

該包殼包括有一基板管，其具有一徑向之內部玻璃層與一徑向之外部玻璃層；

該兩玻璃層之一者係包含一第一濃度之摻雜劑，而該兩



六、申請專利範圍

玻璃層之另一者則實質上不具有該摻雜劑，或者具有一第二濃度之該摻雜劑；以及

該內部玻璃層具有至少為1.459之折射係數。

33. 如申請專利範圍第32項之基板管，其中該玻璃芯係被提供鄰近於該離形模之內部玻璃層。

34. 如申請專利範圍第32項之基板管，其中該基板管包括有一由摻雜氟的石英玻璃所構成的覆蓋玻璃層。

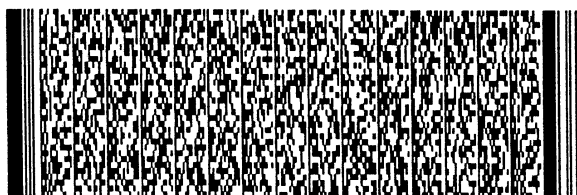
35. 如申請專利範圍第32項之基板管，其中該摻雜劑包含銻。

36. 如申請專利範圍第35項之基板管，其中該內部玻璃層額外地包含有氟。

37. 如申請專利範圍第32項之基板管，其中該內部玻璃層具有一折射係數，其介於1.4593與1.490之間。

38. 如申請專利範圍第32項之基板管，其中該內部玻璃層之氫氧離子的含量之最高值為重量之1 ppm（百萬分之一）。

39. 如申請專利範圍第32項之基板管，其中該基板管更包括有一鄰近該內部玻璃層之擴散阻擋層。



公告本

89108137

圖式

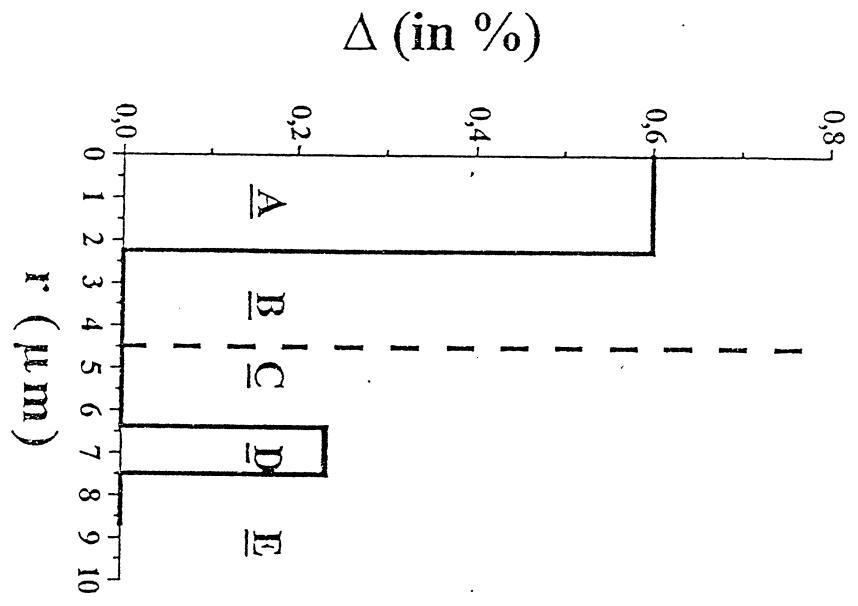


圖 1a

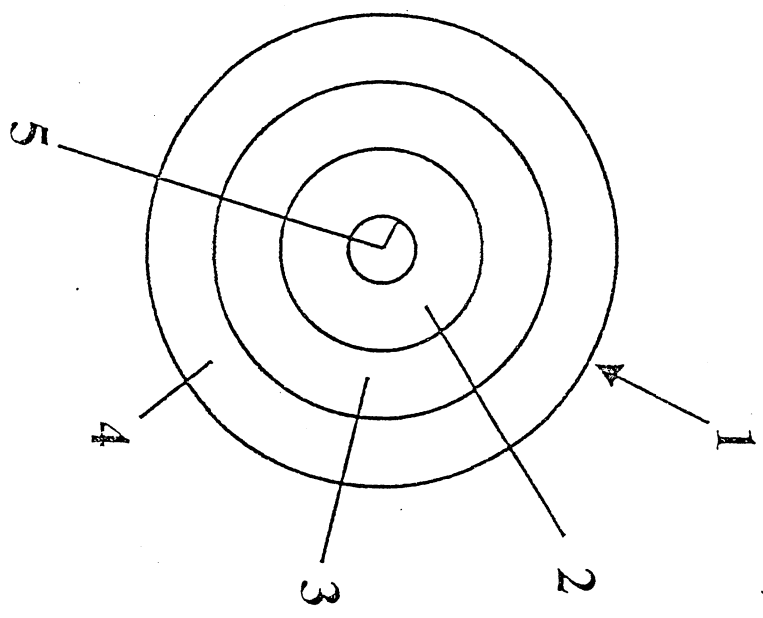


圖 1b

圖式

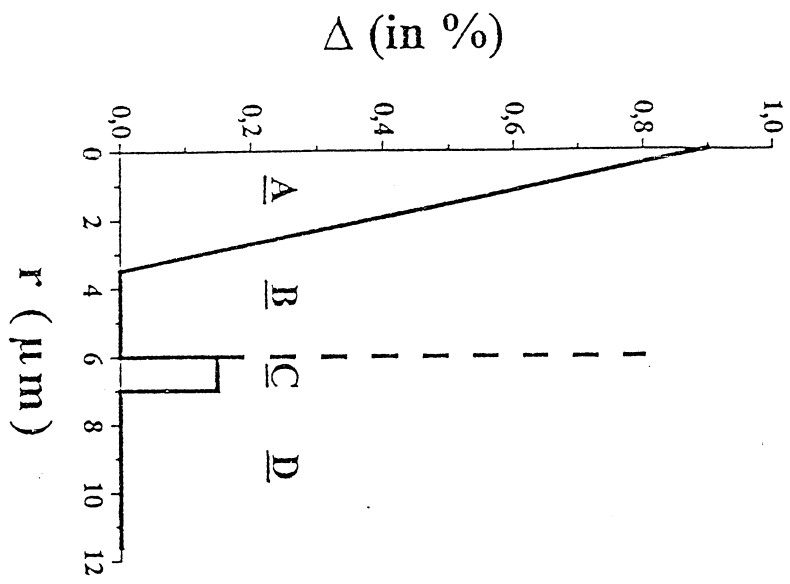


圖 2a

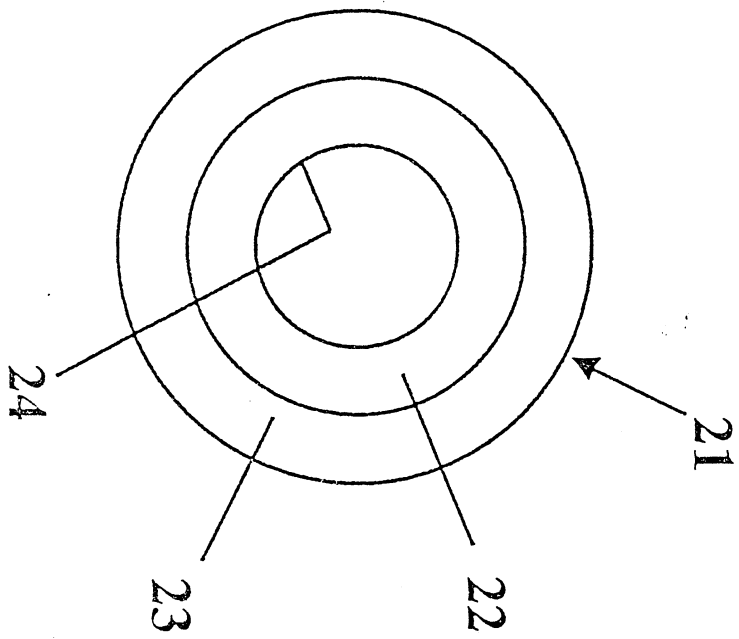


圖 2b

圖式

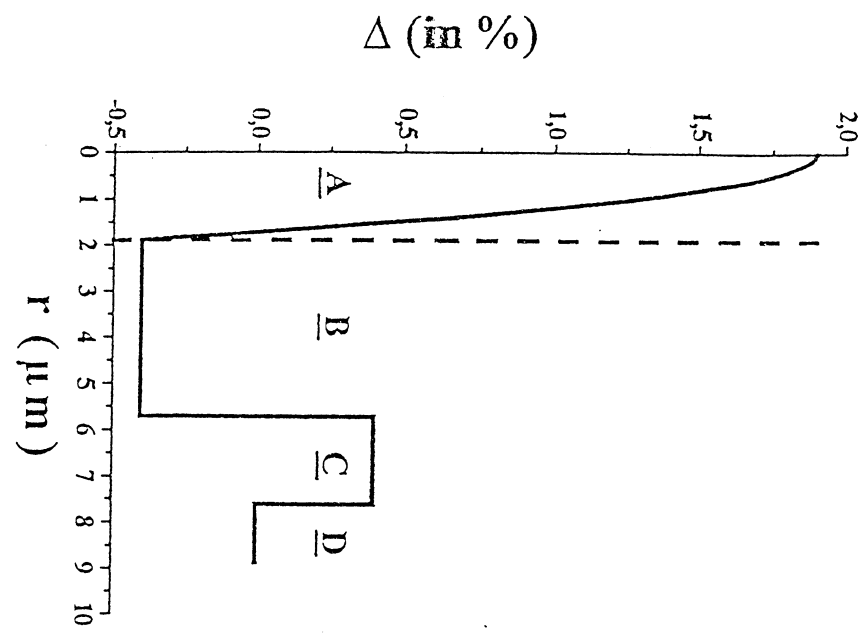


圖 3a

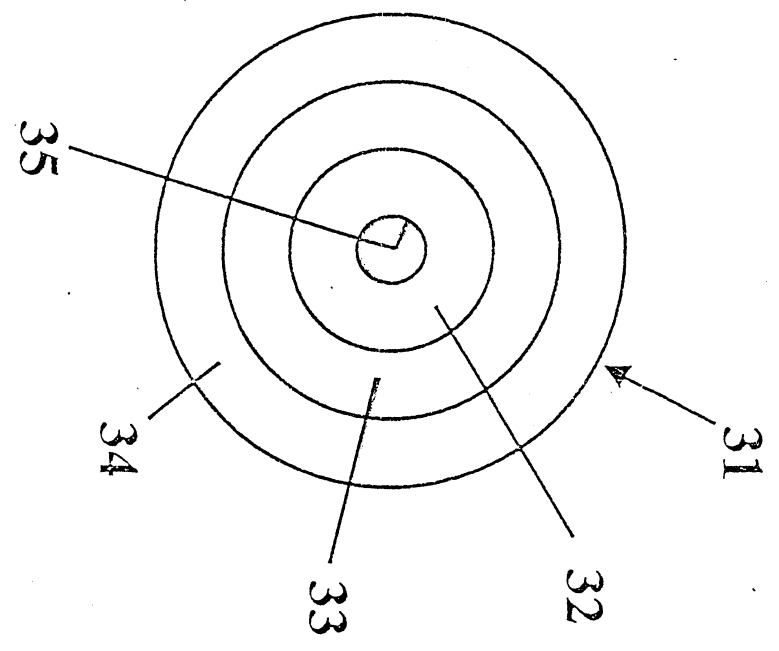


圖 3b