

修正
本91年5月6日
補充

公告本

申請日期	90. 1. 9
案 號	90100435
類 別	G01B 6/12

A4
C4

0016477 508462

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	以二氧化矽為主之光學波導及其製造方法
	英 文	SILICA BASED OPTICAL WAVEGUIDE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR
二、發明 創作人	姓 名	1.佐佐木隆(佐々木隆) 2.平井茂 3.赤坂伸宏 4.田中茂
	國 籍	5.廣瀨智財(広瀬智財) 1.-4.皆屬日本
三、申請人	住、居所	1.神奈川縣橫浜市榮區田谷町 1 番地 住友電氣工業株式會社 橫浜製作所內 2.-5.皆同上所
	姓 名 (名稱)	住友電氣工業股份有限公司 (住友電氣工業株式會社)
三、申請人	國 籍	日本
	住、居所 (事務所)	大阪府大阪市中央區北浜四丁目 5 番 33 號
三、申請人	代 表 人 姓 名	岡山紀男

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

日本(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ☒有 ☐無主張優先權
1.2000 年 1 月 12 日 特願 2000-003515 號
2.2000 年 5 月 26 日 特願 2000-156269 號

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

發明領域

本發明係有關一種以二氧化矽為主之光學波導及其製造方法，該光學波導係提供有核心波導及基板上之外包層部分的而應用於光通信領域。

相關技術說明

一種熟知以二氧化矽為主之光學波導，係包括：由以二氧化矽為主之玻璃製成的核心波導，其中具有矩形或正方形橫截面且添加有例如二氧化鋯之類用於增加折射率之攪雜物，其形成於由二氧化矽、矽、或諸如此類所製的基板上而具有相當高的折射率；以及由二氧化矽為主之玻璃製成的外包層部分，其折射率比形成於基板上的核心波導的折射率更低且覆蓋於該核心波導上。此外，一般而言該以二氧化矽為主之光學波導的外包層部分，係藉由火焰水解沈積(FHD)法於提供有該核心波導之基板上累積以二氧化矽為主之玻璃微粒而製造的，而形成以多孔性二氧化矽為主之玻璃層，並對該玻璃層施行燒結而使之變透明。

此外，為了防止該核心波導因對以多孔性二氧化矽為主之玻璃層施行燒結的熱能而產生變形，將例如 P_2O_5 及 B_2O_3 之類的攪雜物加到該外包層部分內的二氧化矽上，以降低其軟化溫度使得該外包層部分之軟化溫度比該核心波導之軟化溫度更低。應該使該外包層部分之折射率比該核心波導之折射率更低，以致 P_2O_5 之折射率增加效應與 B_2O_3 之折射率減低效應相互抵消。

修正

補充

本71年5月6日

A7

B7

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明()

根據該以二氧化矽為主之光學波導，肇因於基板與圍繞該核心波導之外包層部分內的熱膨脹係數差異，而於該核心波導內產生各向異性的熱變形以致產生了對偏極化的依賴性。根據一種包括該二氧化矽光學波導之光學波長多工器(multiplexer)以及解多工器(demultiplexer)，由於其多工及解多工特徵會根據其偏極化依賴性而改變，故所要求的是一種以二氧化矽為主而具有最小偏極化依賴性之光學波導。日本專利申請案第 JP-A-6-27342 號和第 JP-A-7-318734 號文件中揭示了一種用於降低以二氧化矽為主之光學波導上偏極化依賴性的方法。(此中使用的「JP-A」一詞意指「未審查之已公開日本專利申請案」)。

日本專利申請案第 JP-A-6-27342 號文件中所揭示的方法，係藉由使外包層部分內含有 1 到 3% 之 P_2O_5 及 B_2O_3 總攙雜量額，以降低其偏極化依賴性。此外日本專利申請案第 JP-A-7-318734 號文件中揭示的方法，係藉由在該外包層部分與基板或該核心波導之間的邊界表面上，形成其折射率小於該核心波導之折射率而等於或大於該基板之折射率的薄膜玻璃層，以降低其偏極化依賴性。

不過，若減少日本專利申請案第 JP-A-6-27342 號文件中所揭示外包層部分內的 P_2O_5 及 B_2O_3 總攙雜量額，則可能在該核心波導與外包層部分之間的界面上產生晶體。由於晶體產生作用會對光學波導的傳播耗損產生極為不利的效應，故應該加以避免。此外根據日本專利申

五、發明說明(3)

請案第 JP-A-7-318734 號文件中揭示的方法，該薄膜玻璃層之折射率是大於該外包層部分之折射率。因此，若該薄膜玻璃層之厚度很大，則無法於該光學波導內平行地配置許多具有窄小間隔的核心波導，且如是很難減小該光學波導的總尺寸。此外，若降低 P_2O_5 的濃度以減小該薄膜玻璃層之折射率，則可能會在相對於該核心波導的界面上產生晶體。

發明之扼要說明

據此為了解決習知設計的問題，本發明的目的是提供一種具有極小偏極化依賴性光學波導，係能夠藉由排除在該核心波導與外包層部分之間的界面上產生的晶體而達成核心波導的高密度配置，且能夠防止在該核心波導與外包層部分之間的界面上形成其折射率大於該外包層部分上其他部位之折射率的薄膜玻璃層，以及提供一種該光學波導的製造方法。

一種根據本發明以二氧化矽為主之光學波導，係包括：基板；形成於其上之核心波導；以及外包層部分，包含以二氧化矽為主之玻璃係添加有折射率增加攙雜物及折射率減低攙雜物而形成於該基板上以覆蓋該核心波導；其中係將具有較高濃度之折射率增加攙雜物的隔離層形成於該外包層部分上與基板及核心波導接觸部分之上，使得對該外包層部分上除該隔離層以外的其他部分而言，該隔離層內至少有一部分由折射率增加攙雜物提供的折射率增加，會因為增加該隔離層內所添加折射率

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(4)

減低攙雜物的量額及/或添加了另一種折射率減低攙雜物的折射率下降而抵消掉。

據此，由於係將具有較高濃度之折射率增加攙雜物的隔離層形成於該外包層部分上與該基板及核心波導接觸的部分之上，故能夠使晶體產生作用受到限制。此外，由於至少有一部分折射率增加，會因為增加該隔離層內所添加折射率減低攙雜物的量額及/或添加了另一種折射率減低攙雜物的折射率下降而抵消掉，故能夠使該外包層部分上與該基板及核心波導接觸部分的折射率，實質上與該外包層部分上除該隔離層以外的其他部分的折射率是相同的，因此即使在由許多平行而具有窄小間隔之核心波導構成之高密度配置的例子裡各傳送光也幾乎不會相互干涉。

於本發明中，該折射率增加攙雜物是 P_2O_5 ，該折射率減低攙雜物是 B_2O_3 ，而另一種折射率減低攙雜物較佳的是氟。

此外，能夠依下列方式製造出根據本發明的光學波導。首先，在將核心玻璃膜形成於基板上之後，藉著微影術或反應離子蝕刻法由核心玻璃膜形成具有矩形或正方形橫截面的核心波導。於基板上藉由 FHD 法累積包括含核心折射率減低攙雜物且添加有 P_2O_5 之二氧化矽玻璃構成的玻璃微粒以便覆蓋該核心波導，同時將其上形成有該核心波導的基板保持在 $500^{\circ}C$ 到 $700^{\circ}C$ 的溫度上，而形成了一種以多孔性二氧化矽為主之玻璃層，其中含

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(5)

有的隔離層係以高濃度的 P_2O_5 和與該基板及核心波導接觸的部分隔離開。

接下來，於氟氣的氛圍中對以多孔性二氧化矽為主之玻璃層進行加熱，以便藉由因氟之隔離作用的折射率下降抵消掉由 P_2O_5 之隔離作用於該隔離層內導出的折射率增加，隨後對以多孔性二氧化矽為主之玻璃層進行燒結以便提供呈透明玻璃狀的外包層部分。此外，用以取代藉由因氟之隔離作用折射率降低抵消掉由 P_2O_5 之隔離作用於該隔離層內導出的折射率增加，也能夠藉由調整該部分內折射率減低攙雜物之材料供應量額以增加其攙雜物量額，而抵消掉由 P_2O_5 之隔離作用於該隔離層內導出的折射率增加。另外，也能夠同時使用因氟的抵消作用及因折射率減低攙雜物之量額增加的抵消作用，而抵消掉由 P_2O_5 之隔離作用於該隔離層內導出的折射率增加。

圖式簡述

第 1 圖係用以顯示一種根據本發明以二氧化矽為主之光學波導實施例的截面圖示。

第 2A 和 2B 圖係用以解釋藉由添加氟以抵消掉 P_2O_5 隔離層內之折射率增加的例子裡，其攙雜物濃度分布以及該外包層部分因攙雜物而產生之折射率變化的曲線圖。

第 3A 和 3B 圖係用以解釋藉由 B_2O_3 之量額增加以抵消掉 P_2O_5 隔離層內之折射率增加的例子裡，其攙雜物濃度分布以及該外包層部分因攙雜物而產生之折射率變化

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

的曲線圖。

第 4 圖係用以顯示隔離層內之 P_2O_5 濃度與所產生晶體數目之間關係的曲線圖。

第 5 圖係用以顯示 P_2O_5 隔離層厚度與以 TE 偏極性和 TM 偏極性方式所傳送之中央波長之偏移量 ($PD \lambda$) 之間關係的曲線圖。

較佳實施例的詳細說明

第 1 圖係用以顯示一種根據本發明以二氧化矽為主之光學波導實施例的截面圖示。符號 1 代表的是基板，符號 2 代表的是核心波導，符號 3 代表的是外包層部分，符號 3a 代表的是隔離層，符號 3b 代表的是外包層部分上除隔離層以外的其他部分。基板 1 是一種包括二氧化矽玻璃或矽的平板，或是一種其表面上形成有二氧化矽玻璃的平板。核心波導 2 係藉由下列步驟而提供的：藉由電漿化學氣相沈積法 (CVD) 法或 FHD 法之類，於基板 1 上形成包括含有例如二氧化鋯之類攪雜物以增加其折射率的核心玻璃膜；形成具有矩形或正方形橫截面的電路；藉由微影術或反應離子蝕刻法之類使之從該核心玻璃膜沿縱軸方向伸長。

此外，外包層部分 3 是一種包括以二氧化矽玻璃當作主要成分的玻璃層，係形成於該基板 1 上以覆蓋該核心波導 2，其折射率是低於該核心波導 2 的折射率且實質上是與該基板 1 的折射率相同的。該外包層部分 3 係藉由下列步驟而提供的一種玻璃層：於基板上藉由 FHD 法

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(7)

累積包括含例如 B_2O_3 之類折射率減低攙雜物和例如 P_2O_5 之類折射率增加攙雜物之二氧化矽玻璃的玻璃微粒以便覆蓋該核心波導，且對以多孔性二氧化矽為主之玻璃層進行燒結以更於該核心內傳送光。此外，也能夠藉由 CVD 法或電漿 CVD 法而形成以多孔性二氧化矽為主之玻璃層。

於以多孔性二氧化矽為主之玻璃層的形成方法中，能夠藉由在 $500^{\circ}C$ 到 $700^{\circ}C$ 的溫度下進行加熱於提供有核心波導 2 的基板 1 上累積玻璃微粒，而形成一種以多孔性二氧化矽為主之玻璃層，其中其折射率增加攙雜物 P_2O_5 之濃度高於該（外包層）部分上與基板及核心波導接觸之其他部分內 P_2O_5 濃度的隔離層。此時，雖則形成了具有區域性較高濃度之折射率增加攙雜物 P_2O_5 的隔離層，然而能夠在沒有隔離層下提供具有均勻濃度之折射率減低攙雜物 B_2O_3 。

此外，能夠根據材料氣體供應量額及基板加熱溫度而調整該 P_2O_5 隔離層內的 P_2O_5 濃度以及該隔離層的厚度。此外，能夠藉由依整體方式形成或是使用旋轉桌的主要部分對基板施行均勻的加熱作用，而將以多孔性二氧化矽為主之玻璃層形成於含矽的基板 1 上，藉由含矽的夾持器以支持基板 1，並將之放在轉動中之含矽旋轉桌的主要部分上，藉由配置在該旋轉桌下方的加熱器進行加熱，因為矽的良好熱導性而能夠使該 P_2O_5 隔離層具有均勻的濃度及厚度。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(8)

接下來，於含有 SiF_4 及氮氣的氟氛圍中對其上形成有以多孔性二氧化矽為主之玻璃層的基板 1 進行加熱。因而，使氟進入以多孔性二氧化矽為主之玻璃層內。於此狀態中，在停止 SiF_4 之供應下只以氮氣氛圍繼續對呈透明玻璃狀而以多孔性二氧化矽為主之玻璃層進行加熱，以便提供該外包層部分 3。因而，曾經進入該外包層部分表面附近的氟會於氮氣氛圍的加熱作業期間從該外包層部分跑出來，能夠使遠離該外包層部分表面之 P_2O_5 隔離層部分內的氟濃度高於其他部分的氟濃度以便將氟隔離出來。

據此，將其厚度是大約 1.5 微米 (μm) 到大約 5 微米 (μm) 而具有較高 P_2O_5 濃度的隔離層 3a 形成於該外包層部分 3 上與基板及核心波導接觸的部分內。此外，由於能夠藉由該氮氣氛圍內的 SiF_4 以及在有或沒有 SiF_4 存在下的加熱溫度和加熱時間，而調整該氟隔離部分的氟濃度及厚度，故能夠使其厚度與該 P_2O_5 隔離層的厚度相符。此外，將該 P_2O_5 隔離層內的 P_2O_5 濃度調整為 1 重量%到 15 重量%，使其氟濃度達到足夠抵消因 P_2O_5 的折射率增加以及因 B_2O_3 和氟的折射率下降。

第 2A 和 2B 圖係用以解釋攙雜物濃度分布以及該外包層部分因攙雜物而產生之折射率變化的曲線圖。其中垂直軸代表的是量自基板或該外包層部分內之核心波導的距離；第 2A 圖中的水平軸代表的是攙雜物濃度，而第 2B 圖中的水平軸代表的是折射率變化。隔離層係形成於

五、發明說明 (9)

該外包層部分上靠近基板及核心波導的部分之上，其中該隔離層內具有相對於其他部分而言是非常高的 P_2O_5 和氟濃度。

此外，折射率會因 P_2O_5 而於該隔離層內大大地朝 + 側改變，且於其他部分內稍微朝 + 改變。折射率會因氟而於該隔離層內大大地朝 - 側改變，且於其他部分內稍微朝 - 改變。此外，折射率會因 B_2O_3 而均勻地朝 - 側改變。調整每一種攙雜物的濃度，使得能夠因 P_2O_5 、氟、及 B_2O_3 而於該隔離層部分及其他部分內產生實質上為零的總折射率變化。

雖則已說明了一種藉由氟隔離層抵消外包層部分內具有較其他部分更高 P_2O_5 濃度之隔離層的相對折射率增加，以及藉由添加 B_2O_3 及氟以抵消整個外包層部分內因 P_2O_5 的折射率增加，然而也能夠在沒有利用氟下只藉由 B_2O_3 抵消掉該隔離層的折射率增加。

於藉由 B_2O_3 進行抵消的例子裡，在藉由 FHD 法形成以多孔性二氧化矽為主之玻璃層的方法中，係在初始時以極大量額且在中途以較少量額供應用來製造 B_2O_3 的材料氣體以改變 B_2O_3 的量額，以致相對於其他部分內的 B_2O_3 量額增加了添加於 P_2O_5 隔離層內的 B_2O_3 量額。據此，於 P_2O_5 隔離層內從高 P_2O_5 濃度導出的折射率增加，能夠藉由導自 B_2O_3 量額增加的折射率下降而抵消掉。

第 3A 和 3B 圖係用以解釋攙雜物濃度分布以及該外包層部分因攙雜物而產生之折射率變化的曲線圖。其中垂

五、發明說明 (10)

直軸代表的是量自基板或該外包層部分內之核心波導的距離；第 3A 圖中的水平軸代表的是摻雜物濃度，而第 3B 圖中的水平軸代表的是折射率變化。該 P_2O_5 隔離層係形成於該外包層部分上靠近基板及核心波導的部分之上，其中該隔離層內具有相對於其他部分而言是非常高的 P_2O_5 和 B_2O_3 濃度。

據此如第 3B 圖所示，折射率會因 P_2O_5 而於該隔離層內大大地朝 + 側改變，且於其他部分內稍微朝 + 側改變。折射率會因氟而於該隔離層內大大地朝 - 側改變，且於其他部分內稍微朝 - 側改變。調整每一種摻雜物的濃度，使得能夠因 P_2O_5 和 B_2O_3 而於該隔離層部分及其他部份內產生實質上為零的總折射率變化。

此外，雖則已說明了一種藉由添加氟或單獨地使 B_2O_3 量額增加以抵消該隔離層內因 P_2O_5 的折射率增加，也能夠同時執行添加氟及 B_2O_3 量額增加以便同時藉由氟及 B_2O_3 抵消掉該隔離層內因 P_2O_5 的折射率增加，以便使該隔離層之折射率實質上是與該外包層部分內其他部分之折射率相同的。此外，由於添加氟會導致熱膨脹係數的下降以致能夠使該外包層部分與基板之間熱膨脹係數的差異減小，且能夠進一步達成減低從產生的熱學變形導出之偏極化依賴性的效應。

另外，已知 P_2O_5 隔離層內之 P_2O_5 濃度會影響該外包層部分與基板或核心波導之間界面上的晶體成長。第 4 圖係用以顯示隔離層內之 P_2O_5 濃度與所產生晶體數目之間關係的曲線圖。根據該曲線圖，能夠以 P_2O_5 隔離層內 1 重量 % 或更高的 P_2O_5 濃度使所產生晶體數目為零。用

五、發明說明 ()

於限制晶體產生作用的 P_2O_5 隔離層可能具有任何尺寸，不過爲了製造上的方便較佳的是 1.5 微米或更大的尺寸。此外，第 5 圖係用以顯示 P_2O_5 隔離層厚度與 TE 偏極性和 TM 偏極性 ($PD\lambda$) 內所傳送中央波長偏移量之間關係的曲線圖。根據該曲線圖，該隔離層的厚度愈小則其 $PD\lambda$ 變得愈小，以致改良了其偏極化依賴性。另外，以 5 微米或更小的隔離層厚度，其 $PD\lambda$ 爲 0.03 奈米 (nm) 或更小，因此不致造成實際應用的麻煩。

較佳的是使基板 1 上與核心波導 2 接觸的部分對基板 1 上其他部分而言至少突出了該隔離層 3a 的厚度。根據該結構，由於落在核心波導附近內的部分具有能夠進一步減低的較高 P_2O_5 濃度，故能夠以基板與圍繞該核心波導之外包層部分內熱膨脹係數的差異爲基礎，進一步將因各向異性之熱學變形而產生的偏極化依賴性限制於該核心波導內。

以下將參照各實例對本發明作明確的說明，但是不應該將之解釋爲本發明受限於這些實例。

實例 1

至於「實例 1」，製造出下列以二氧化矽爲主之光學波導。藉由電漿 CVD 法，於由二氧化矽玻璃製成且厚度爲 0.5 毫米 (mm) 而直徑爲 10 厘米 (cm) 的基板 1 上形成攙雜有二氧化鉻之二氧化矽製成的核心玻璃膜。該核心玻璃膜的厚度爲 6 微米 (μm) 且相對於二氧化矽玻璃基板的特定相對折射率爲 0.75%。藉由微影術及反應離

五、發明說明 (¹²)

子蝕刻法由該核心玻璃膜製作出包括呈陣列型式之多工器以及解多工器（陣列式波導光柵：AWG: Arrayed Waveguide Grating）電路的核心波導。

接下來，藉著由矽製成的夾持器緊握其上形成有核心波導之基板 1 以便放置於由二氧化矽製成之旋轉桌的某一部分上。在 600℃ 下轉動該旋轉桌並藉由配置在該旋轉桌底下的加熱器進行加熱的同時，藉由 FHD 法將由二氧化矽製成而攙雜有 P_2O_5 及 B_2O_3 之以多孔性二氧化矽為主之玻璃層形成於該基板上。將其上形成有以多孔性二氧化矽為主之玻璃層的基板放置於燒結爐內，以便在引進由 SiF_4 /氮氣之氣體混合物構成的氛圍下以 1000℃ 加熱 1 小時。之後，停止 SiF_4 的供應以便在引進氮氣氛圍下以 1300℃ 加熱 1 小時，而形成呈透明玻璃狀而以多孔性二氧化矽為主之玻璃層。

據此，得到一種光學波導，其中含有 AWG 電路而以基板上所形成厚度為 30 微米 (μm) 之外包層部分覆蓋住核心波導。對以二氧化矽為主之光學波導內該外包層部分與核心波導之間界面上的晶體成長進行檢驗。結果並未發現任何晶體成長現象。此外，切開一部分以二氧化矽為主之光學波導以量測其外包層部分內每一種攙雜物的濃度。結果，於該外包層部分上與該基板及核心波導接觸部分內製造出具有較高 P_2O_5 濃度的隔離層，其厚度為 4 微米 (μm) 且具有 1.8 重量 % 的 P_2O_5 濃度。此外，於相同部分內製造出氟隔離層，其厚度為 4 微米 (μm) 且具

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂

13
五、發明說明 ()

有 0.5 重量 % 的氟濃度。於除隔離層以外的其他部分內，其 P_2O_5 濃度為 1.2 重量 % 而其氟濃度為 0.1 重量 %。於整個外包層部分內其 B_2O_3 濃度都是 1.5 重量 % 且未受到隔離作用。

此外，對該含有 AWG 電路而以二氧化矽為主之光學波導的光學特徵進行評估。結果提供了極為良好的數值，也就是說在每一通路上其塞入耗損為 3 分貝 (dB) 到 4 分貝 (dB)，其串擾為 -28 分貝到 -35 分貝，而其 TE 偏極性和 TM 偏極性（也稱為 $PD\lambda$ ）內所傳送中央波長偏移量為 0.015 奈米 (nm)。

實例 2

至於「實例 2」，製造出下列以二氧化矽為主之光學波導。以厚度為 1.0 毫米而直徑為 10 厘米且其上藉由電漿 CVD 法形成有厚度為 15 微米之二氧化矽玻璃膜的矽平板當作基板，藉由電漿 CVD 法於該基板上形成由攪雜有二氧化鋯之二氧化矽製成的核心玻璃膜。該核心玻璃膜的厚度為 6 微米 (μm) 且相對於二氧化矽玻璃基板的特定相對折射率為 0.75%。藉由微影術及反應離子蝕刻法由該核心玻璃膜製作出包括呈陣列型式之倍增器以及解倍增器（陣列式波導光柵：AWG）電路的核心波導。

接下來，藉著由矽製成的夾持器緊握其上形成有核心波導之基板以便放置於由二氧化矽製成之旋轉桌的某一部分上。在 500℃ 下轉動該旋轉桌並藉由配置在該旋轉

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (14)

桌底下的加熱器進行加熱的同時，藉由 FHD 法將由二氧化矽製成而攙雜有 P_2O_5 及 B_2O_3 之以多孔性二氧化矽為主的玻璃層形成於該基板上。此時，為了於該核心波導及基板附近具有較高的 B_2O_3 濃度，引進 B 材料其方式是使其量額能夠將初始四次之燈頭橫切面設定為後續四十次之燈頭橫切的八倍那麼多。將其上形成有以多孔性二氧化矽為主之玻璃層的基板放置於燒結爐內，以便在氮氣氛圍下以 $1100^{\circ}C$ 加熱 2 小時而形成呈透明玻璃狀而以多孔性二氧化矽為主之玻璃層以便提供該外包層部分。

據此，得到一種光學波導，其中含有 AWG 電路而以基板上所形成厚度為 30 微米 (μm) 之外包層部分覆蓋住核心波導。對以二氧化矽為主之光學波導內該外包層部分與核心波導之間界面上的晶體成長進行檢驗。結果並未發現任何晶體成長現象。此外，切開一部分以二氧化矽為主之光學波導以量測其外包層部分內每一種攙雜物的濃度。結果，於該外包層部分上與該基板及核心波導接觸部分內製造出具有較高 P_2O_5 濃度的隔離層，其厚度為 5 微米 (μm) 且具有 10 重量 % 的 P_2O_5 濃度。此外，在靠近該基板及核心波導的側邊上也具有極高的 B_2O_3 濃度。於該部分內的 B_2O_3 濃度為 15 重量 % 且該部分的厚度是大約 5 微米。於其他部分內，其 P_2O_5 濃度為 8 重量 % 而其 B_2O_3 濃度為 12 重量 %。

此外，對該含有 AWG 電路而以二氧化矽為主之光學

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (15)

波導的光學特徵進行評估。結果提供了相當好的數值，也就是說在每一通路上其塞入耗損為 3 分貝到 4 分貝，其串擾為 -25 分貝(dB)到 -32 分貝(dB)，而其 TE 偏極性和 TM 偏極性（也稱為 $PD\lambda$ ）內所傳送中央波長偏移量為 0.03 奈米。

比較用實施 1

至於「比較用實例 1」，製造出下列以二氧化矽為主之光學波導。依與實例 1 相同的方法將以多孔性二氧化矽為主之玻璃層形成於基板上。將其上形成有以多孔性二氧化矽為主之玻璃層的基板放置於燒結爐內，以便在氮氣氛圍(atmosphere)下以 1300℃ 加熱 1 小時而形成呈透明玻璃狀而以多孔性二氧化矽為主之玻璃層。因此，得到一種光學波導，其中含有 AWG 電路而以基板上所形成厚度為 30 微米(μm)之外包層部分覆蓋住核心波導。對以二氧化矽為主之光學波導內該外包層部分與核心波導之間界面上的晶體成長進行檢驗。結果並未發現任何晶體成長現象。

此外，切開一部分以二氧化矽為主之光學波導以量測其外包層部分內每一種攙雜物的濃度。結果，於該外包層部分上與該基板及核心波導接觸部分內製造出具有較高 P_2O_5 濃度的隔離層，其厚度為 4 微米(μm)且具有 1.8 重量 % 的 P_2O_5 濃度。此外於除隔離層以外的其他部分內，其 P_2O_5 濃度都是 1.5 重量 % 且未受到隔離作用。

另外，對該含有 AWG 電路而以二氧化矽為主之光學

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (¹⁶)

波導的光學特徵進行評估。結果在每一通路上其塞入耗損為 3 分貝到 4 分貝，其串擾為 -20 分貝(dB)到 -27 分貝(dB)，而其 TE 偏極性和 TM 偏極性(也稱為 PD λ)內所傳送中央波長偏移量為 0.04 奈米(nm)，因此較之實例 1 和實例 2 對每一通路而言其串擾及傳送中央波長偏移量都是極大的。

比較用實例 2

至於「比較用實例 2」，製造出下列以二氧化矽為主之光學波導。依與實例 1 相同的方法將核心波導形成於基板上。此外，除了將旋轉桌的溫度改變成 300℃ 之外，依與實例 1 相同的方法將以多孔性二氧化矽為主之玻璃層形成於基板上。將其上形成有以多孔性二氧化矽為主之玻璃層的基板放置於燒結爐內，以便在氮氣氛圍以 1300℃ 加熱 1 小時而形成呈透明玻璃狀而以多孔性二氧化矽為主之玻璃層。因此，得到一種光學波導，其中含有 AWG 電路而以基板上所形成厚度為 30 微米之外包層部分覆蓋住核心波導。

對以二氧化矽為主之光學波導內該外包層部分與核心波導之間界面上的晶體成長進行檢驗。結果發現點狀的晶體。此外，切開一部分以二氧化矽為主之光學波導以量測其外包層部分內每一種攙雜物的濃度。結果，於整個該外包層部分內產生了 1.3 重量%的 P₂O₅ 濃度。於整個外包層部分內其 B₂O₃ 濃度都是 1.5 重量%且未受到隔離作用。此外，對該含有 AWG 電路而以二氧化矽為主

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

結

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (17)

之光學波導的光學特徵進行評估。結果其塞入耗損為 5 分貝到 8 分貝，其串擾為 -15 分貝到 -20 分貝，因此在每一通路上得到比實例 1 和實例 2 差很多的光學特徵。此外，其光學特徵也較比較用實例 1 更差。

由於一種根據本發明以二氧化矽為主之光學波導，係包括：基板；形成於其上之核心波導；以及外包層部分，包含以二氧化矽為主之玻璃係添加有折射率增加攙雜物及折射率減低攙雜物而形成於該基板上以覆蓋該核心波導；其中係將具有較高濃度之折射率增加攙雜物的隔離層形成於該外包層部分上與該基板及核心波導接觸部分之上，使得對該外包層部分上除該隔離層以外的其他部分而言，該隔離層內至少有一部分由折射率增加攙雜物提供的折射率增加，會因為增加該隔離層內所添加折射率減低攙雜物的量額及/或添加了另一種折射率增加攙雜物的折射率下降而抵消掉。

此外，肇因於該 P_2O_5 隔離層的存在，故能夠以基板與圍繞該核心波導之外包層部分內熱膨脹係數的差異為基礎，將因各向異性之熱學變形而產生的偏極化依賴性限制於該核心波導內。另外，能夠使在該核心波導與外包層部分之間的界面上的晶體成長受到限制，以便提供一種其傳播耗損很小的光學波導。另外於藉由添加氟以抵消掉 P_2O_5 隔離層內之折射率增加的例子裡，由於添加氟會導致熱膨脹係數的下降以致能夠使該外包層部分與基板之間熱膨脹係數的差異減小，且能夠進一步達成減低從產生的熱學變形導出之偏極化依賴性的效應。

雖然本發明完全是參照附圖表的例子而作的描述，對

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

五、發明說明（ 18 ）

熟悉習用技術的人而言顯然能夠在不偏離本發明所附申請專利範圍之精神及架構下作各種改變及修正。

符號說明

- 1… 基板
- 2… 核心波導
- 3… 外包層部分
- 3a… 隔離層
- 3b… 外包層部分上除隔離層以外的其他部分

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂
線

四、中文發明摘要（發明之名稱：

以二氧化矽為主之光學波導及其製造方法

本發明揭示了一種以二氧化矽為主之光學波導，係包括：基板；形成於其上之核心波導；以及外包層部分，包含以二氧化矽為主之玻璃係添加有折射率增加攙雜物及折射率減低攙雜物而形成於該基板上以覆蓋該核心波導；其中係將具有較高濃度之折射率增加攙雜物的隔離層形成該外包層部分上與該基板及核心波導接觸部分之上，使得對該外包層部分上除該隔離層以外的其他部分而言，該隔離層內至少有一部分由折射率增加攙雜物提供的折射率增加，會因為增加該隔離層內所添加折射率減低攙雜物的量額及/或添加了另一種折射率減低攙雜物的折射率下降而抵消掉。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

四、英文發明摘要（發明之名稱：

)

SILICA BASED OPTICAL WAVEGUIDE AND

PRODUCTION METHOD THEREFOR

A silica based optical waveguide is described, comprising a substrate, a core waveguide formed thereon, and an over cladding part comprising a silica based glass with a refractive index lowering dopant and a refractive index increasing dopant added, formed on the substrate so as to cover the core waveguide, wherein a segregation layer with a higher concentration of the refractive index increasing dopant is formed in a part of the over cladding part in contact with the substrate and the core waveguide such that at least a part of the refractive index increase in the segregation layer provided by the refractive index increasing dopant with respect to the part of the over cladding part other than the segregation layer is offset by decline of the refractive index by increasing the amount of the refractive index lowering dopant added in the segregation layer and/or adding another refractive index lowering dopant.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

六、申請專利範圍

1. 一種以二氧化矽為主之光學波導，其特徵為包括：基板；形成於其上之核心波導；以及外包層部分，包含以二氧化矽為主之玻璃係添加有折射率增加攙雜物及折射率減低攙雜物而形成於該基板上以覆蓋該核心波導；其中係將具有較高濃度之折射率增加攙雜物的隔離層形成於該外包層部分上與該基板及核心波導接觸部分之上，使得對該外包層部分上除該隔離層以外的其他部分而言，該隔離層內至少有一部分由折射率增加攙雜物提供的折射率增加，會因為增加該隔離層內所添加折射率減低攙雜物的量額及/或添加了另一種折射率減低攙雜物的折射率下降而抵消掉。
2. 如申請專利範圍第 1 項之以二氧化矽為主之光學波導，其中該折射率增加攙雜物是 P_2O_5 ，該折射率減低攙雜物是 B_2O_3 ，而另一種折射率減低攙雜物較佳的是氟。
3. 如申請專利範圍第 2 項之以二氧化矽為主之光學波導，其中該隔離層含有 1 重量%或更高且 15 重量%或更低的額外 P_2O_5 濃度而具有 1.5 微米或更大且 5 微米或更小的厚度。
4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之以二氧化矽為主之光學波導，其中使該基板上與核心波導接觸的部分對基板上其他部分而言至少突出了該隔離層的厚度。
5. 一種用於製造以二氧化矽為主之光學波導的方法，其

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

六、申請專利範圍

特徵為包括下列步驟：

於基板上藉由 FHD 法累積包括含折射率減低攙雜物且添加有 P_2O_5 之二氧化矽玻璃構成的玻璃微粒以便覆蓋該核心波導，同時將其上形成有該核心波導的基板保持在 500°C 至 700°C 的溫度上，而形成了一種以多孔性二氧化矽為主之玻璃層，其中含有的隔離層係以高濃度的 P_2O_5 和與該基板及核心波導接觸的部分隔離開；之後，於氟氣的氛圍中對以多孔性二氧化矽為主之玻璃層進行加熱，以便藉由因氟之隔離作用的折射率下降抵消掉由 P_2O_5 之隔離作用於該隔離層內導出的折射率增加，隨後對以多孔性二氧化矽為主之玻璃層進行燒結以便提供呈透明玻璃狀的外包層部分。

6. 一種用於製造以二氧化矽為主之光學波導之方法，其特徵為包括以下步驟：

於基板上藉由 FHD 法累積包括含折射率減低攙雜物且添加有 P_2O_5 之二氧化矽玻璃構成的玻璃微粒以便覆蓋該核心波導，同時將其上形成有該核心波導的基板保持在 500°C 至 700°C 的溫度上，而形成了一種以多孔性二氧化矽為主之玻璃層，其中含有的隔離層係以高濃度的 P_2O_5 和與該基板及核心波導接觸的部分隔離開，而且同時藉由調整該部分內折射率減低攙雜物之材料供應量額以增加其攙雜物量額；之後，對以多孔性二氧化矽為主之玻璃層進行燒結使之呈透明玻璃狀以便提供外包層部分，其中該隔離層內至少有一部

六、申請專利範圍

分由 P_2O_5 隔離作用導出的折射率增加，會因為增加折射率減低攙雜物的量額的折射率下降而抵消掉。

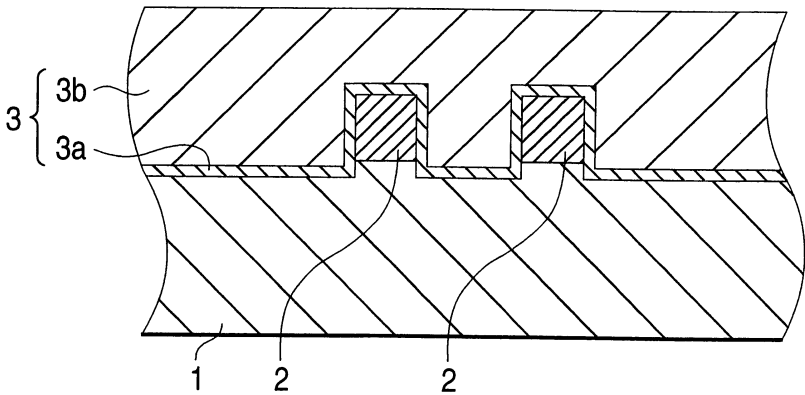
- 7. 如申請專利範圍第 5 或 6 項之用於製造以二氧化矽為主之光學波導之方法，其中該折射率減低攙雜物是 B_2O_3 。
- 8. 如申請專利範圍第 5 或 6 項之用於製造以二氧化矽為主之光學波導之方法，其中用於將其上形成有該核心波導的基板保持在 $500^{\circ}C$ 到 $700^{\circ}C$ 之溫度上的作業係包括下列步驟：藉由含矽的夾持器以支持基板；以及將之放在轉動中之含矽旋轉桌的主要部分上，以便藉由配置在該旋轉桌下方的加熱器進行加熱。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

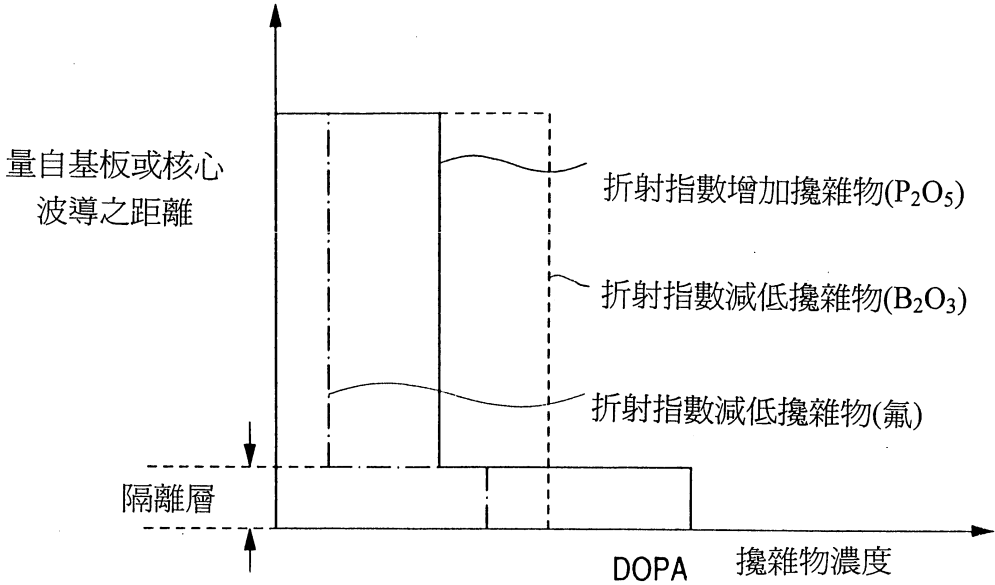
裝訂線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

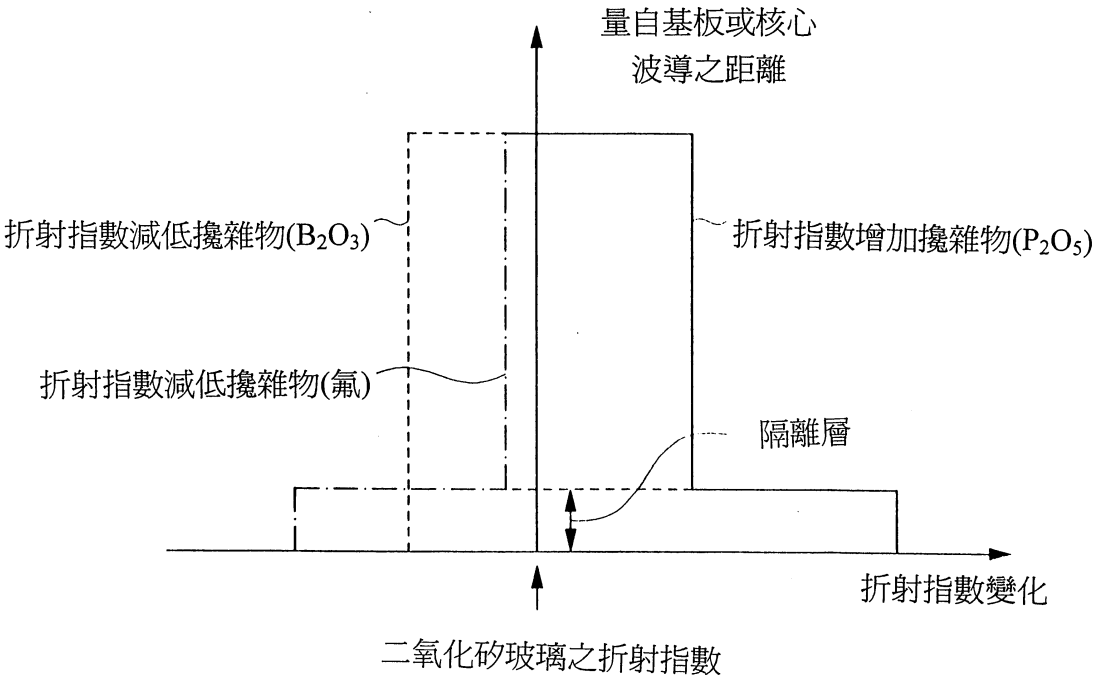
第 1 圖



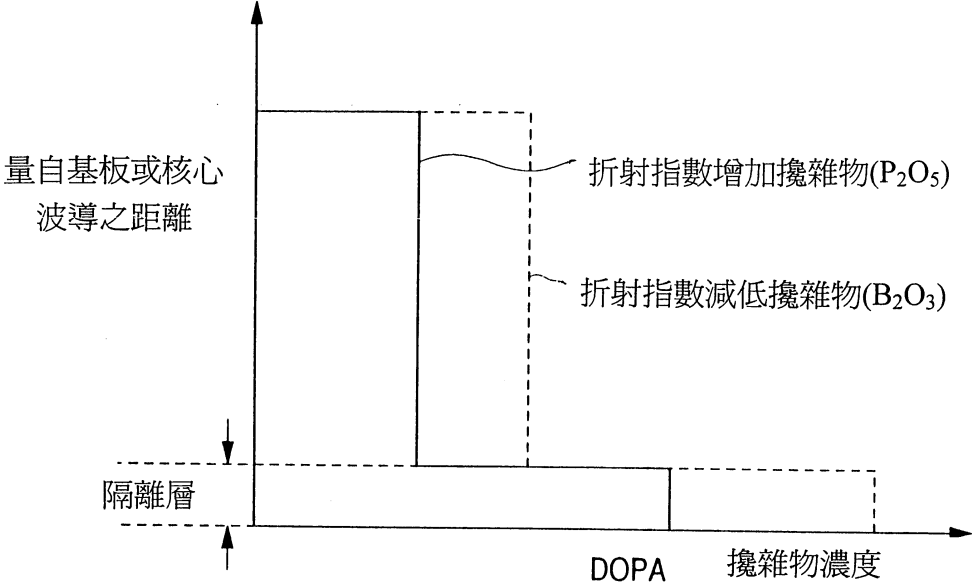
第 2A 圖



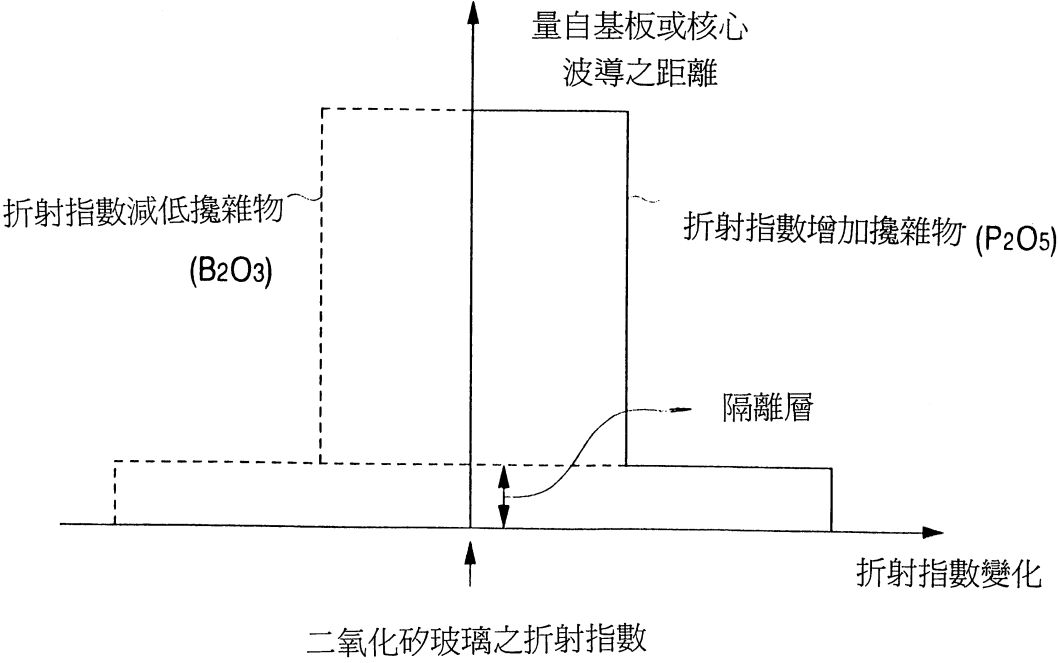
第 2B 圖



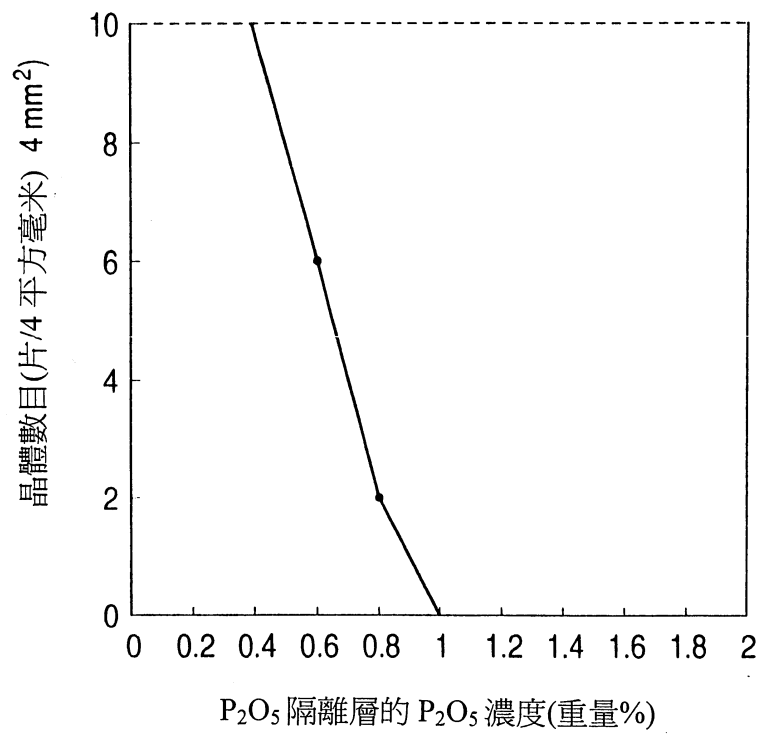
第 3A 圖



第 3B 圖



第 4 圖



第 5 圖

