

公 告 本

申請日期	89. 5. 30
案 號	89.1.10536
類 別	G02B 6/00

A4
C4

440723

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	保持偏極化之光纖耦合器製造方法
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	(1) 佐佐木秀樹 (4) 西出研二 (7) 鈴木洋二 (2) 山內良三 (5) 山崎成史 (3) 日高啟視 (6) 松本亮吉
	國 籍	(1) 日本 (4) 日本 (7) 日本 (2) 日本 (5) 日本 (3) 日本 (6) 日本
	住、居所	(1) 日本國千葉縣佐倉市六崎1440番地 (2) 日本國千葉縣佐倉市六崎1440番地 (3) 日本國千葉縣佐倉市六崎1440番地 (4) 日本國千葉縣佐倉市六崎1440番地 (5) 日本國千葉縣佐倉市六崎1440番地 (6) 日本國千葉縣佐倉市六崎1440番地 (7) 日本國千葉縣佐倉市六崎1440番地
三、申請人	姓 名 (名稱)	藤倉股份有限公司
	國 籍	日本
	住、居所 (事務所)	日本國東京都江東區木場1丁目5番1號
	代 表 人 姓 名	辻川昭

裝

訂

線

440723

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

日本國(地區) 申請專利，申請日期：1999/05/31案號：11-153080，有 無主張優先權

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 (|)

【技術領域】

本發明是保持偏極化之光纖耦合器，應用於光纖通訊領域、感應器領域。其技術是提供新的偏極化保持(polarization，或稱偏振，偏波)之光纖耦合器，將光纖中的光線保持於偏極化狀態時，並因應所需之不同，將光線耦合(couple)或分流(branch)。

【技術背景】

光的形式(mode)是由和電場方向垂直的 X 偏極化(polarized)波和 Y 偏極化波所構成的。可將這些偏極化波耦合或分流之裝置稱之為偏光分光鏡(polarization beam splitter，以下簡稱為 PBS)。比如對利用光的干涉來測量角加速度之光纖迴轉儀(gyro)，或是將具有線性偏極化之光源耦合或分流，PBS 都有用處。為了實現 PBS 的特性，X 偏極化波和 Y 偏極化波需有不同的耦合特性。

有人提議利用偏極化保持之光纖的光纖耦合器作為一光學裝置。

到目前為止，有多種偏極化保持的光纖被提議，但比較俱代表性且較為人知的是 PANDA 型光纖(Polarization maintaining AND Absorption reducing)。

如圖 12 揭露 PANDA 型光纖之一例。這種 PANDA 型光纖之構成如下所述。PANDA 型光纖 10 於中心處設置核心(core)11，並於核心 11 之外圍設置和核心 11 同心的一包覆(Clad)12，而這包覆 12 的折射率(refractive index)比核心 11 低。以核心 11 為對稱中心於包覆 12 之內對稱設置應力施加部 13。此應力施加部 13 具有圓的剖面，且其折射

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(2)

率比包覆 12 低。

以上述這個例子來說，核心 11 是鍺(Germanium)摻雜石英玻璃(quartz glass)，包覆 12 是純石英玻璃，應力施加部 13 則是摻雜較多硼(Boron)的石英玻璃。依照所需的特性，核心 11 的外徑、應力施加部 13 的外徑、核心 11 與包覆 12 的相對折射率差異、包覆 12 與應力施加部 13 的相對折射率差異被適當地設定。包覆 12 的外徑通常約 125 μm 。

應力施加部 13 比包覆 12 擁有較大的熱膨脹係數(coefficient of thermal expansion)。所以光纖於製造時，當光纖被抽線冷卻後，從應力施加部 13 產生的應變會施加於光纖的剖面上。

並且，對核心 11 而言，此一應變產生異方性(anisotropic)應變，其結果將清除偏極化波的簡并度(degeneracy)，而造成 X 偏極化波傳播常數(propagation constant)與 Y 偏極化波傳播常數不同。當然也造成偏極化波電磁場之分佈互相不同。其結果將造就某些特性，使得 X 偏極化波和 Y 偏極化波於傳播時被保持。

如圖 13 揭露偏極化保持之光纖耦合器之一例。這種偏極化保持之光纖耦合器 14 是兩條 PANDA 型光纖 10 和 10(另一條光纖)並列安排，其各偏極化軸相互平行。這 PANDA 型光纖 10 和 10 被加熱熔接，其 PANDA 型光纖 10 中間某處之包覆 12 和 12 於長軸方向被拉伸，形成熔接延伸段(光耦合段)3。所謂的偏極化軸就是通過 PANDA 型光纖 10 和 10 的各應力施加部 13 和 13 之間中心的軸線。

於這種偏極化保持之光纖耦合器內，X 偏極化波傳播之同時，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(3)

PANDA 型光纖 10 偏極化軸方向的電場向量(Vector)能保持。而 Y 偏極化波傳播同時，PANDA 型光纖 10 於垂直前述電場向量的電場向量能保持。X 偏極化波和 Y 偏極化波於熔接延伸段 3 進行耦合或分流。

就習知偏極化保持之光纖耦合器來說，可藉由拉長延伸長度(即熔接延伸段 3 之長度)，提供 X 偏極化波和 Y 偏極化波的耦合比(coupling ratio)差異。此一差異能使習知光纖耦合器產生 PBS 的特性。

圖 14(a)揭示某一波長光的展延長度和光耦合比之相互關係。點線是表示 X 偏極化波之耦合特性，而實線表示 Y 偏極化波之耦合特性。

就製造習知偏極化保持之光纖耦合器熔接延伸段而言，牽涉重複地將 X 偏極化波或 Y 偏極化波由第一光纖至第二光纖耦合操作。更進一步展延，使偏極化波再次移轉(耦合)至第一光纖，然後再次耦合偏極化波至第二光纖。

就習知技術的熔接延伸段 3 之形成來說，偏極化保持之光纖之 Y 偏極化波的耦合比只比 X 偏極化波的耦合比小一些，如此，Y 偏極化波和 X 偏極化波耦合比的週期變化(移轉週期變化)會產生些許的差異。為方便計，從耦合比 0%開始至耦合比 100%，然後再從耦合比 100%開始至耦合比 0%的改變稱為一週期(cycle)。若再從耦合比 0%至耦合比 100%，從耦合比 100%至耦合比 0%當然就是二週期。

當展延長度變長且週期從數週期變成數十週期時，X 偏極化波和 Y 偏極化波耦合比的差異就會變大。如展延熔接延伸段 3 被形成且延伸至如圖 14(b)所示圖中厚箭頭處所示的區域附近耦合比差異很大

五、發明說明(4)

時，可能獲得一 PBS 的特性，使當 X 偏極化波和 Y 偏極化波由輸入側埠(與輸出側埠 A 之光纖相同)輸入時，X 偏極化波由輸出側埠 A 輸出，Y 偏極化波由埠 B 輸出。

但習知偏極化保持之光纖耦合器於進行 X 偏極化波 Y 偏極化波的耦合或分流時，其困擾為需要較長的裝置長度。例如，使用外徑 125 μm 的偏極化保持之光纖耦合器，展延長度會超過 60mm 以上，甚至 100mm 左右。

此一長度將造成熔接延伸處斷面非常細小，如此此處的機械性強度將非常弱而必須補強。但熔接延伸處若和補強材料接觸的話，其光學特性將有所變化，所以補強相當困難。

且 X 偏極化波和 Y 偏極化波之可耦合或分流的波長區域(band)非常狹小，約 10nm，這也是問題點之一。

【發明摘要】

有鑑於前述各問題點，本發明的目的是提供一較習知技術為短的熔接展延長度。

將偏極化保持之光纖耦合器的機械強度加強也是本發明的目的之一。

再則，提供具有適用於較廣波長區域之偏極化依存性(dependency)的光纖耦合器，也是本發明的目的之一。

為了解決上述各問題點，本發明的偏極化保持之光纖耦合器的製造方法是，將並列(side by side)的兩條偏極化保持之光纖於長軸處

五、發明說明(5)

(lengthwise portions)加熱;並將該加熱部分延展(elongating),讓其形成一熔接延伸(fused-elongated)段,當使用波長(wavelength in use)下基於一延展長度(elongation length)的兩個偏極化波(wave)的耦合比(coupling ratio)週期變化(cyclic change)一同位於第一兩週期(first two cycles)內時,讓展延程序停止,如此兩個偏極化波之一的耦合比等於或小於 10%,而兩個偏極化波之另一偏極化波的耦合比等於或大於 90%。

【圖示說明】

圖 1 揭示一第一實例之偏極化保持之光纖耦合器之展延長度和耦合比之關係圖。

圖 2 揭示第一實例之偏極化保持之光纖耦合器之波長和耦合比之關係圖。

圖 3 揭示一第二實例之偏極化保持之光纖耦合器之展延長度和耦合比之關係圖。

圖 4 揭示一第二實例之偏極化保持之光纖耦合器之波長和耦合比之關係圖。

圖 5 舉例說明一適用於本發明之偏極化保持之光纖斷面圖。

圖 6 揭示一第三實例之偏極化保持之光纖耦合器之展延長度和耦合比之關係圖。

圖 7 揭示第三實例之偏極化保持之光纖耦合器之展延長度和過度損失之關係圖。

五、發明說明(6)

圖 8 揭示第三實例之偏極化保持之光纖耦合器之波長和耦合比之關係圖。

圖 9 揭示一般使用 PANDA 型偏極化保持之光纖之光纖耦合器的展延長度和耦合比之關係圖。

圖 10 揭示一般使用 PANDA 型偏極化保持之光纖之光纖耦合器的展延長度和過度損失之關係圖。

圖 11(a)是二個核心中心的距離正規化值(normalized)、耦合係數正規化值、頻率正規化值(normalized frequency)之關係圖。

圖 11(b)是圖 11(a)中水平比例(horizontal scale)值的說明圖。

圖 12 揭示 PANDA 型偏極化保持之光纖例的斷面圖。

圖 13 偏極化保持之光纖耦合器例的說明圖。

圖 14(a)是展延長度和耦合比之關係圖。

圖 14(b)是偏極化保持之光纖耦合器之作動說明圖。

以下就針對本發明的內容做說明。

如圖 1 所示,第一實施例之熔接延伸處形成時,展延長度和波長(使用波長)為 1550nm 之光的耦合比的相互關係。

這個實施例所使用的偏極化保持之光纖是 PANDA 型偏極化保持之光纖。以下是 PANDA 型偏極化保持之光纖之相關特性。

(PANDA 型偏極化保持之光纖之特性)

核心直徑(核心半徑) $6.5 \mu\text{m}(3.25 \mu\text{m})$

五、發明說明()

包覆直徑	125 μm
核心-包覆間的相對折射率差異	0.35%
應力施加部之外徑	35 μm
應力施加部中心間距離	55 μm
直徑 A	20 μm
使用波長	1550nm
使用波長下模(mode)雙折射率 (bi-refringent index)	4×10^{-4}

所得到之偏極化保持光纖耦合器之熔接延伸處的最小直徑是 61 μm ，且高寬(aspect)比是 1.89，展延長度是 17.8mm。所謂的高寬(aspect)比是熔接延伸處中央處的最大外徑和最小外徑之比(最大外徑/最小外徑)。

這種偏極化保持之光纖耦合器之特徵如表 1 所示。

表 1

過度損失 (1550nm 時)	X 偏極化波	0.12dB
	Y 偏極化波	0.33dB
耦合比 (1550nm 時)	X 偏極化波	0.9%
	Y 偏極化波	99.2%
X 偏極化 90%區域	58nm	
Y 偏極化 15%區域	1600nm 以下	

如上所述，於熔接延伸之時，隨著展延長度變長，X 偏極化波和 Y

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · · · · · 訂 · · · · · 線

五、發明說明(8)

偏極化波的耦合比從 0% 至 100%，再從 100% 至 0% 變化，往復改變。

依據本發明，盡量不讓二條偏極化保持光纖的核心靠近(也就是說核心中心間的距離不要太接近)。亦即，熔接延伸段形成時，盡量讓兩條偏極化保持光纖的核心(core)相互遠離，如此，從光的一耦合比開始增加的點起，兩個偏極化波之耦合比的差異開始變大。

結果，如圖 1 所示，對 Y 偏極化波而言，於耦合比由增加開始至第一次到達 100% 的點(1/2 週期)，將延伸(elongation)程序停止。對 X 偏極化波而言，於耦合比由開始增加一點點的位置，將延伸(elongation)程序停止。如此，Y 偏極化波可由一光纖耦合至另一光纖，而 X 偏極化波則幾乎不耦合(hardly coupled)。

如圖 2 所示，於廣泛的波長區，藉著調整熔接延伸段核心間的距離，能夠使 X 偏極化波和 Y 偏極化波耦合比產生足夠的差異。

由這個例子來說，Y 偏極化耦合比是 90% 以上且 X 偏極化耦合比是 10% 以下的波長區域範圍相當寬廣，約是 58nm。就長(long)波長側，X 偏極化波的耦合比稍稍上昇，就短(short)波長側，X 偏極化波與波長的關聯(dependency)很小。

爲了可輕易地維修光纖的外觀，就具體製造熔接延伸段的方法來說，盡量不讓 2 條偏極化保持光纖的核心靠近，且加熱條件也是盡量低於習知的溫度。例如，將噴火器的加熱溫度設定低於習知溫度，或是將熱源的距離拉開，以降低熱度(熱量)等方式都是可行的。

實際程序上，將光從輸入側的埠輸入，此時一邊觀察輸出側的 2 個埠的輸出光，一邊加熱一邊展延，直至所需的耦合比產生爲止，加

五、發明說明(9)

工製造作業就算完成。

圖3所示是一第二實例下波長1550nm(使用波長)光之熔接延伸段形成時的展延長度和之光耦合比的關係圖。

就第二實例來說，和上述的第一實施例一樣，盡量不讓2條偏極化保持光纖的核心靠近的情形下加熱熔接，並讓其形成熔接延伸段，並維持2個核心的中心間距離。隨著熔接延伸段的形成，讓X偏極化波和Y偏極化波耦合比差異變大。

就第二實例來說，圖3揭露，對Y偏極化波而言，於耦合比由增加開始至第一次到達100%然後降低至0的點(1週期)，將延伸(elongation)程序停止。對X偏極化波而言，於耦合比由開始增加至100%的位置(1/2週期)，將延伸(elongation)程序停止。

結果，就以第二實例來說，如圖4所示，於廣泛的波長區，藉著調整熔接延伸段核心間的距離，能夠使X偏極化波和Y偏極化波耦合比產生差異。

此一偏極化保持之光纖耦合器的熔接延伸段的最小徑是 $41\mu\text{m}$ ，高寬(aspect)比是1.98，展延長度是24.2mm。

這種偏極化保持之光纖耦合器的特徵如表2所示。

表2

過度損失 (1550nm時)	X偏極化	0.14dB
	Y偏極化	0.45dB
耦合比 (1550nm時)	X偏極化	99.1%
	Y偏極化	1.1%

五、發明說明(10)

X 偏極化 90%區域	35nm
Y 偏極化 15%區域	43nm

就以這個例子來說，X 偏極化波的耦合比是 90%以上且 Y 偏極化波的耦合比是 10%以下的區域範圍是 35nm，和習知的 10nm 比較，超過 3 倍。

接下來說明適用於本發明的偏極化保持之光纖。

適用於本發明的偏極化保持之光纖之一例的斷面圖如圖 5 所示。這種偏極化保持之光纖是屬於 PANDA 形光纖的一種。

這種 PANDA 形光纖的特徵是應力施加部 13 和 13 之間的距離較大。這個距離是由最大圓 15 的直徑 A 所決定，此圓 15 與核心(core)、或包覆(clad)同心，但並未接觸(reach)也不包含應力施加部 13。直徑 A 是 $20\mu\text{m}$ 以上，最好於 $25\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ 之間。

如圖 13 所示，於一般波長使用這種 PANDA 形光纖 10 之光纖耦合器時，若光於熔接延伸段 3 之核心 11 洩出，這些光大都會位於應力施加部 13 和 13 之間，而不會直接到達應力施加部 13。所以光訊號(傳播光)不容易產生高階模式(high-order)耦合，故可抑制過度損失(excess loss)。

當直徑 A 小於 $20\mu\text{m}$ 時，過度損失會變大。直徑 A 超過 $30\mu\text{m}$ 時，X 偏極化波的傳播常數(propagation constant)和 Y 偏極化波的傳播常數差異會變小。X 偏極化波和 Y 偏極化波之間的偏極化串音(crosstalk)會劣化，如此會劣化 X 偏極化波和 Y 偏極化波的保存狀態。

五、發明說明 (11)

一般通訊用的偏極化保持之光纖的直徑 A 大都介於 $12\mu\text{m}\sim 17\mu\text{m}$ 之間。和一般之光纖比較，當應力施加部 13 如上述予以分開時，應力施加部 13 對核心 11 所施予的應力會減低。且快(fast)軸(Y 偏極化軸)和慢(slow)軸(X 偏極化軸)間的串音，亦即 X 偏極化軸-Y 偏極化軸間的串音下降，且損失有時也有變大的可能。但，光纖耦合器所使用的光纖長度較短，所以只要光纖本身的雙折射率(bi-refrangent index)、串音及損失等比一般光纖好，使用上就不會有問題。

具體來講，適合本發明的偏極化保持之光纖之雙折射率是 $5 \times 10^{-5}\sim 5 \times 10^{-4}$ 之間。而一般通訊用偏極化保持之光纖的雙折射率是 5×10^{-4} 左右。

另外，每單位長度的串音是 $-20\text{dB}/\text{km}$ 以上，或是於 $-20\text{dB}/\text{km}\sim -10\text{dB}/\text{km}$ 之間。而一般通訊用偏極化保持之光纖的每單位長度的串音是 $-25\text{dB}/\text{km}$ 。

且，每單位長度的串音損失是 $1\text{dB}/\text{km}$ 以上，或是於 $1\text{dB}/\text{km}\sim 10\text{dB}/\text{km}$ 之間。而一般偏極化保持之光纖的損失是 $0.2\text{dB}/\text{km}\sim 0.3\text{dB}/\text{km}$ 之間。

使用此一偏極化保持光纖的前導光纖(lead fiber)長度最好於 10m 以下。實際上是於 $0.5\text{m}\sim 10\text{m}$ 之間。所謂的前導光纖，就如圖 13 所示，是指從熔接延伸段 3 的兩端起向外展延而構成輸出入埠的兩個偏極化保持之光纖(PANDA 型偏極化保持之光纖)10。若前導光纖長度太長，經過偏極化保持之光纖耦合器時光訊號串音損失會變大。

五、發明說明(12)

核心 11、包覆 12、應力施加部 13 使用和習知相同的材料。依照所需的特性，應力施加部 13 的外徑、核心 11 與包覆 12 的相對折射率差異、包覆 12 與應力施加部 13 的相對折射率差異值被適當地設定。一般核心 11 的模場(mode field)直徑是依核心 11 直徑及波長的不同而不同，一般是介於 $4\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 之間。而包覆 12 的外徑約是 $125\mu\text{m}$ 。

圖 6 所示是一第三實例下波長 980nm(使用波長)光之熔接延伸段形成時的展延長度和之光耦合比的關係圖。

於這個實例，對 Y 偏極化波而言，於耦合比由增加開始至第一次到達 100% 的點(1/2 週期)，將延伸(elongation)程序停止。對 X 偏極化波而言，於耦合比由開始增加一點點的位置，將延伸(elongation)程序停止。圖 7 揭露隨著展延長度的增加，X 偏極化波和 Y 偏極化波的過度損失變化情形。顯然，X 偏極化波的過度損失幾乎沒有變化，但 Y 偏極化波的過度損失變化從增加到減少然後接近 0。由圖 6 及圖 7 可知，Y 偏極化波的耦合比增加至高點之時，其過度損失則於 0 附近。於這時若將展延動作停止的話，則可得到 X 偏極化波和 Y 偏極化波的耦合比差異大且過度損失小等特性。此一第三實施例，於廣泛的波長區，能夠使 X 偏極化波和 Y 偏極化波耦合比產生足夠的差異，如圖 8 所示。

熔接延伸段的最小直徑是 $58\mu\text{m}$ ，其高寬比是 1.92，展延長度是 22mm。此一偏極化保持之光纖耦合器的特性如表 3 所示。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(13)

表 3

過度損失 (980nm 時)	X 偏極化	0.10dB
	Y 偏極化	0.38dB
耦合比 (980nm 時)	X 偏極化	0.1%
	Y 偏極化	99.6%
X 偏極化 90%區域	36nm	
Y 偏極化 15%區域	1200nm 以下	

圖 9 揭露依照第三實施例，於波長 980nm(使用波長)時，使用下述小直徑 A 之 PANDA 型態偏極化保持之光纖所製作之光纖耦合器的展延長度和耦合比的關係圖。圖 10 揭露 X 偏極化波和 Y 偏極化波的過度損失變化情形與展延長度的關係。

(PANDA 型偏極化保持之光纖之特性)

核心直徑(核心半徑)	6.5 μm (3.25 μm)
包覆直徑	125 μm
核心-包覆間的相對折射率差異	0.35%
應力施加部之外徑	35 μm
應力施加部中心間距離	51 μm
直徑 A	16 μm
使用波長	980nm
使用波長下模(mode)雙折射率	5×10^{-4}

比較圖 6 和圖 7 就可非常明瞭，隨著展延長度變長，X 偏極化波

五、發明說明(14)

的過度損失幾乎無變化，但 Y 偏極化波的過度損失會增加，而後慢慢減少，於減少至 0 之前重新增加。如圖 9 所示，耦合比會受過度損失的影響而有所變化而往復增減。因 Y 偏極化的過度損失無法使其接近至 0，不管以何種類條件將展延動作終止，此一例子光纖耦合器的特性一定較劣於第 1~第 3 實例之光纖耦合器。若於 Y 偏極化的耦合比為大、過度損失為小之時，終止展延動作，可獲得實用的耦合器。但滿足這些條件的展延長度的範圍非常窄，故生產力不高。隨著使用條件如波長的不同，就算是使用此例之偏極化保持之光纖耦合器，於某些程度上，本發明也可發揮相當程度的效果。

由上述可知，就本發明來說，隨著熔接延伸處的形成，由耦合比開始增加點開始，X 偏極化波和 Y 偏極化波耦合比差異開始變大。當每一偏極化波耦合比的週期變化(cyclic changes)位於第一兩週期(first two cycles)內時，可實現光纖耦合器的耦合比於理想範圍內。

就所用波長而言，本發明光纖耦合器一偏極化波耦合比是 90%以上，而另一偏極化波耦合比是 10%以下，波長區域範圍約是 30nm 以上。

確保上述範圍的耦合比可得到優異的 PBS 特性。

使用直徑 A 為 20 μm 以上的偏極化保持之光纖可產製出具有較小過度損失偏極化保持之光纖耦合器。

實際程序上，將光從輸入側的埠輸入，此時一邊觀察輸出側埠的輸出光，一邊加熱一邊展延，直至所需的耦合比產生為止，加工製作作業就算完成。如此可得上述之耦合比的範圍。

五、發明說明(15)

由圖 2、圖 4、圖 6、圖 9 可知，本發明隨著熔接延伸處的形成，由耦合比開始增加點開始，X 偏極化波和 Y 偏極化波耦合比差異開始變大。若當每一偏極化波耦合比的週期變化(cyclic changes)位於第一兩週期(first two cycles)內時，可實現 X 偏極化波和 Y 偏極化波間的耦合比差異，展延長度不會變長。如此獲得上述之耦合比的範圍的使用波長區域亦可維持在 30nm 以上。

特別是，習知技術於範圍寬廣的波長區域內是無法得到 PBS 的特性。

若兩種偏極化波耦合比是於上述範圍之外時，就無法達成 X 偏極化波和 Y 偏極化波的耦合和分流。若波長區域比 30nm 還窄的話，偏極化波耦合比的波長依存性(dependency)會變大，而限制了所能使用的波長。

最好亦使用一般偏極化保持之光纖耦合器所使用的波長區域，最好於 $0.6\mu\text{m} \sim 1.7\mu\text{m}$ 之間。

雖然上述是以 PANDA 型偏極化保持之光纖為例子，但本發明並不是只限定使用 PANDA 型偏極化保持之光纖。以可使用如蝴蝶結(bow tie)光纖、橢圓外套(jacket)光纖等偏極化保持之光纖。

如圖 13 所示斷面圖，盡可能將包覆 12 以外的部分例如應力施加部 13 不要置於核心 11 和 11 之間，因應力施加部 13 吸收的能力導致之損失會減少。而最好是如斷面圖所示，兩條偏極化軸呈現互相平行。

如上述，本發明提供之光纖耦合器，於展延長度較短之情形下，耦合比的偏極化依存性(polarization dependency)大。對製作 PBS 而言，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (16)

此是較佳的。因展延長度短，所以機械性強度增強。

因偏極化波由一光纖耦合至另一光纖的耦合次數(移轉次數)減少，所以損失也減少。

且，於寬波長區域下，本發明可提供耦合比有較大的偏極化依存性之偏極化保持光纖耦合器。因此，本發明光纖耦合器作成之 PBS，可供用於一光回路，例如可用於接收不同波長的光源輸入後，進行偏極化分流(demultiplication)、或是偏極化波合成(multiplication)。

於光纖耦合器的兩條光纖之各自的長軸方向位置 Z 處傳播光的功率 $P_A(Z)$ 、 $P_B(Z)$ ，如式子(1)所示。

$$\begin{aligned} P_A(Z) &= 1 - F \sin^2(qz) \\ P_B(Z) &= F \sin^2(qz) \end{aligned} \quad \text{式子 (1)}$$

其中 $F = 1 / (1 + (\delta / \kappa)^2)$

$$q = (\kappa^2 + \delta^2)^{1/2}$$

κ = 耦合係數 (coupling coefficient)

$$\delta = (\beta_2 - \beta_1) / 2$$

而 β_2, β_1 是假設兩個導波(waveguide)被隔絕時的傳播係數(propagation constant)。

若兩條光纖之一的核心直徑和核心-包覆間的相對折射率相等於另一光纖，則 $\beta_2 = \beta_1, \delta = 0, F = 1$ 。所以式子(1)可簡化成式子(2)

$$\text{式子(2)}$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (17)

$$P_A(Z) = 1 - \sin^2(\kappa Z)$$

$$P_B(Z) = \sin^2(\kappa Z)$$

就於偏極化保持之光纖來說，X 偏極化波和 Y 偏極化波皆會使式子(2)成立。若耦合係數 κ 不隨偏極化方向的偏極化而變化，於所定的波長下，就無法得到依存於偏極化的耦合特性。

如圖 11(a)所示，耦合係數 κ 是依存於光纖構造。(參考文獻:可樂那(CORONA)社刊，光導波路基礎，岡本勝就著，p151)

如圖 11(b)所示，橫軸 D/a 中的 D 是熔接延伸段處核心 A 及核心 B 中心之間的最小距離，而 a 是核心 A 及核心 B 的共同半徑。縱軸是正規化後(normalized)之光的耦合係數。

圖中的 V 是光纖核心正規化後之頻率，其如下式子(3)。

$$V = (2\pi / \lambda) a n_1 (2\Delta)^{1/2} \quad \text{式子(3)}$$

其中 a 核心半徑

n_1 核心折射率

Δ 核心-包覆間的相對折射率差異

λ 光的波長

式子(3)中的 Δ 如下式(4)所示

$$\Delta = (n_1^2 - n_2^2) / (2n_1^2) \quad \text{式子(4)}$$

n_2 包覆的折射率

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (18)

爲了簡潔，這圖是顯示兩條光纖的正規化頻率 V 相同時之狀態。再如圖 11(a)所示，耦合係數 κ 會隨著正規化頻率 V 的變化而顯著變動。

正規化頻率 V 之值需確保光纖能進行單模(single mode)傳播。對折射率具有階梯(step)型式分佈之光纖來說，當 $V \leq 2.405$ 成立時，能確保單模(single mode)傳播。對偏極化保持之光纖而言，對每一偏極化波都考慮能做到單模情形。

以偏極化保持之光纖耦合器來說，須考慮兩個核心間 X 偏極化波的耦合和 Y 偏極化波的耦合。如圖 13 所示，當兩條偏極化保持之光纖(PANDA 型光纖)10 和 10 之偏極化軸平行時，理論上不須考慮 X 偏極化波和 Y 偏極化波的耦合(偏極化串音)。

由圖 11(a)可知，當核心之間距離若大到某一程度，若 X 偏極化波正規化頻率值不同於 Y 偏極化波正規化頻率值，X 偏極化波和 Y 偏極化波間的耦合係數 κ 的差異變大。以一般偏極化保持之光纖耦合器來說，X 偏極化波和 Y 偏極化波之光學特性間的差異非常小，但足以區分兩者。

例如，當 D/a 是 12，X 偏極化波正規化頻率 V_x 是 1.6，Y 偏極化波正規化頻率 V_y 是 1.4 時，X 偏極化波的耦合係數超過 Y 偏極化波耦合係數的 10 倍。

此時，針對使式子(2)中對 Y 偏極化波的 κz 等於 $\pi/2$ 之耦合長度 L (熔接延伸處的長度)，Y 偏極化耦合係數 κ_Y 和 L 的乘積如下所示。

$$\kappa_Y \cdot L = \pi/2$$

五、發明說明 ((9))

而 X 偏極化波耦合係數 κ_x 和 L 的乘積如下記所示。

$$\kappa_x \cdot L = 0.1 \times (\pi/2).$$

如圖 14(b)所示，如果和輸出側埠 A 使用相同光纖之另端輸入側埠處輸入 X 偏極化波和 Y 偏極化波，Y 偏極化波以 100% 被耦合至埠 B 處。當輸入 X 偏極化波的功率是 1 時，由埠 B 輸出 X 偏極化波的功率如下所示。

$$P_B = \sin^2(\kappa_x \cdot L) = \sin^2(\pi/20) = 0.024$$

所以，98% 的 X 偏極化波是從埠 A 輸出，100% Y 偏極化波是從埠 B 輸出。如此一來就可得到 PBS 的特性。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

保持偏極化之光纖耦合器製造方法

就以偏極化保持之光纖耦合器來說，將兩條偏極化保持之光纖平行並列，於長軸方向某處加熱展延，並讓其形成熔接延伸段。當使用波長下基於一延展長度的兩個偏極化波的耦合比週期變化一同位於第一兩週期內時，讓展延程序停止，如此兩個偏極化波之一的耦合比等於或小於10%，而兩個偏極化波之另一偏極化波的耦合比等於或大於90%。本發明所產製的偏極化保持之光纖耦合器和習知比較的話，具有特性是於較短之展延長度下，耦合比對偏極化有大的依存性(dependency)。

英文發明摘要(發明之名稱:)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種偏極化保持(polarization-maintaining)之光纖耦合器(optical fiber coupler)之製造方法，包含下列步驟：

將並列(side by side)的兩條偏極化保持之光纖於長軸處(lengthwise portions)加熱；並

將該加熱部分延展(elongating)，讓其形成一熔接延伸(fused-elongated)段，當使用波長(wavelength in use)下基於一延展長度(elongation length)的兩個偏極化波(wave)的耦合比(coupling ratio)週期變化(cyclic change)一同處於第一兩週期(first two cycles)內時，讓展延程序停止，如此兩個偏極化波之一的耦合比等於或小於 10%，而兩個偏極化波之另一偏極化波的耦合比等於或大於 90%。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的製造方法，熔接延伸段形成時，盡量讓兩條偏極化保持光纖的各個核心(core)相互遠離，如此，從光的一耦合點開始，兩個偏極化波之耦合比的差異值開始變大。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的製造方法，為容許兩個偏極化波之一的耦合比等於或小於 10%，而兩個偏極化波之另一偏極化波的耦合比等於或大於 90%的波長區域(band)是等於或大於 30nm。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的製造方法，相對於一包覆層(cladding)環繞一核心(core)，每一偏極化保持之光纖具有相互對稱安排之應力施加部(stress applying section)；且

該核心中眾多同心圓中，不接觸應力施加部且不含應力施加部的最大同心圓的直徑是 20 μ m 或以上。

5 如申請專利範圍第 4 項所述的製造方法，前述之直徑最好於 25 μ

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

- m~30 μ m 之間。
6. 如申請專利範圍第 4 項所述的製造方法，偏極化保持之光纖的雙折射率(bi-refrangent index)是 5×10^{-5} ~ 5×10^{-4} 之間。
 7. 如申請專利範圍第 4 項所述的製造方法，偏極化保持之光纖的串音(crosstalk)是-20dB/km 以上。
 8. 如申請專利範圍第 7 項所述的製造方法，偏極化保持之光纖的的串音是-20 至 -10dB/km 之間。
 9. 如申請專利範圍第 4 項所述的製造方法，偏極化保持之光纖的損失為等於或大於 1dB/km。
 10. 如申請專利範圍第 9 項所述的製造方法，偏極化保持之光纖的損失為 1 至 10 dB/km 之間。
 - 11.如申請專利範圍第 4 項所述的製造方法，偏極化保持之光纖的前導光纖(lead fiber)長度是 10m 或以下。
 - 12.如申請專利範圍第 11 項所述的製造方法，偏極化保持之光纖的前導光纖長度是 0.5 至 10m 之間。
 - 13.如申請專利範圍第 1 項所述的製造方法，該偏極化保持之光纖使用 PANDA 型偏極化保持之光纖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

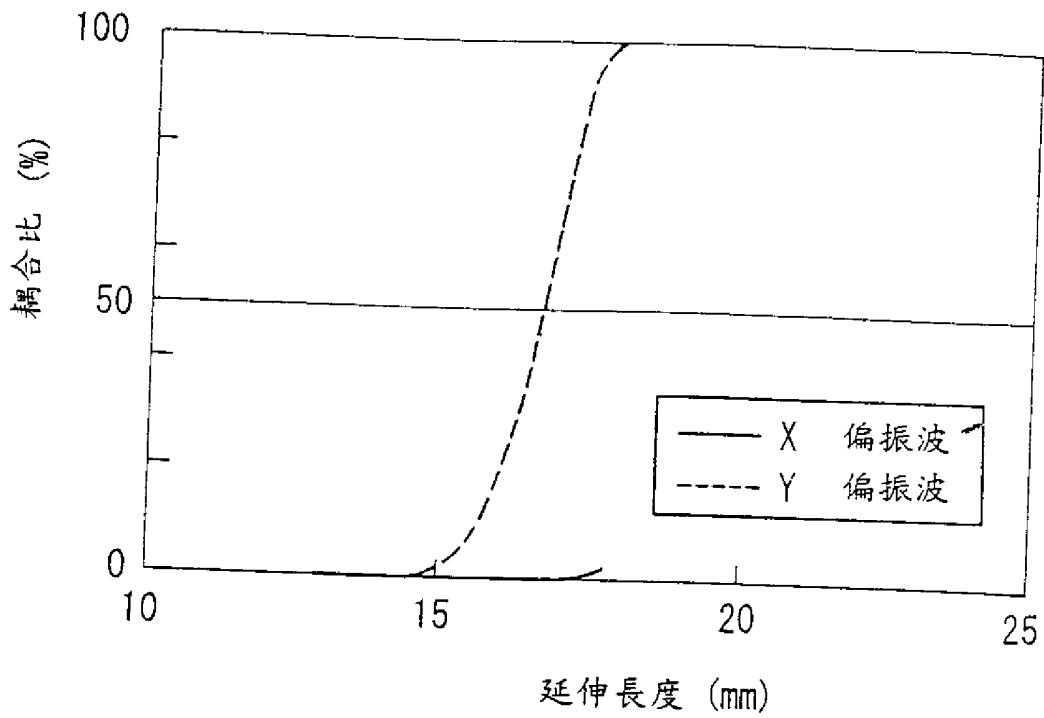


圖 1

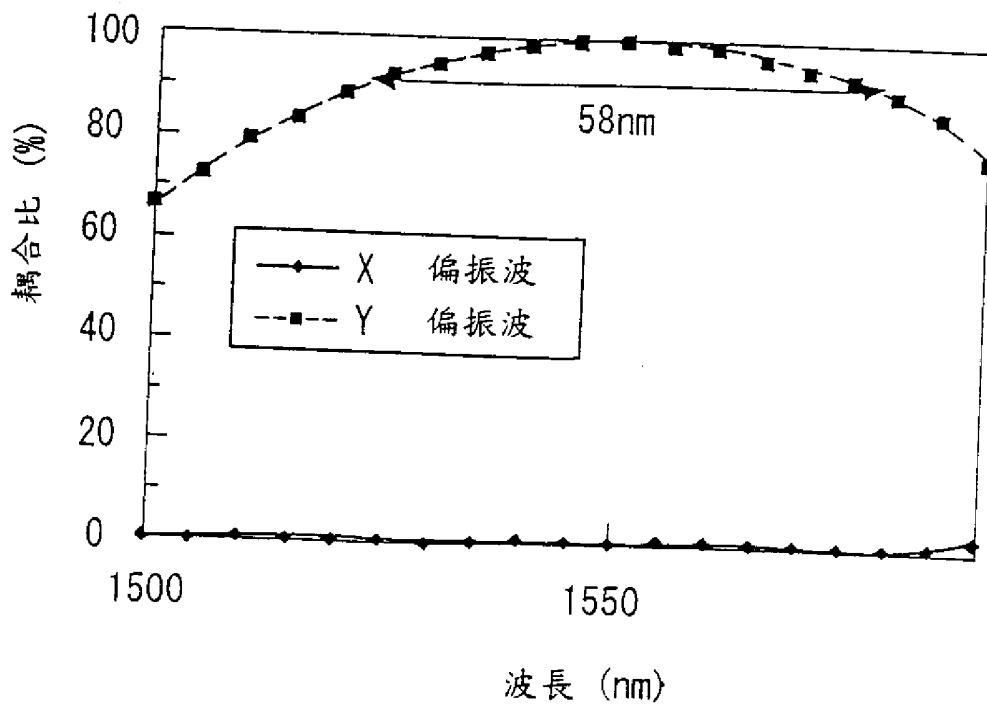


圖 2

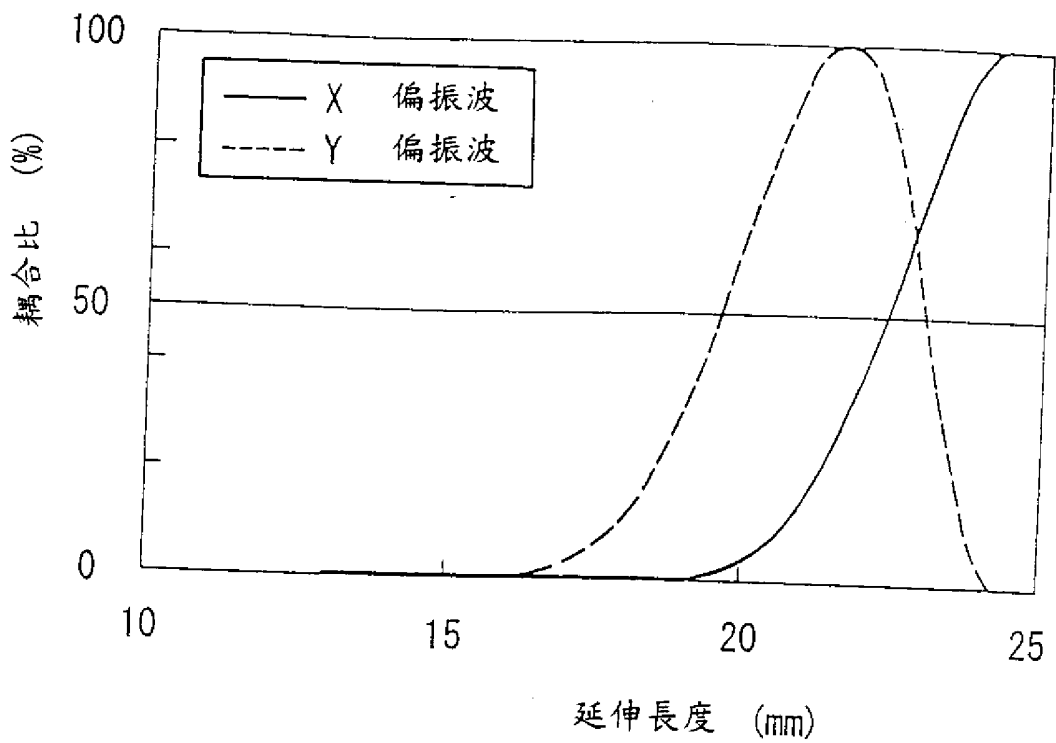


圖 3

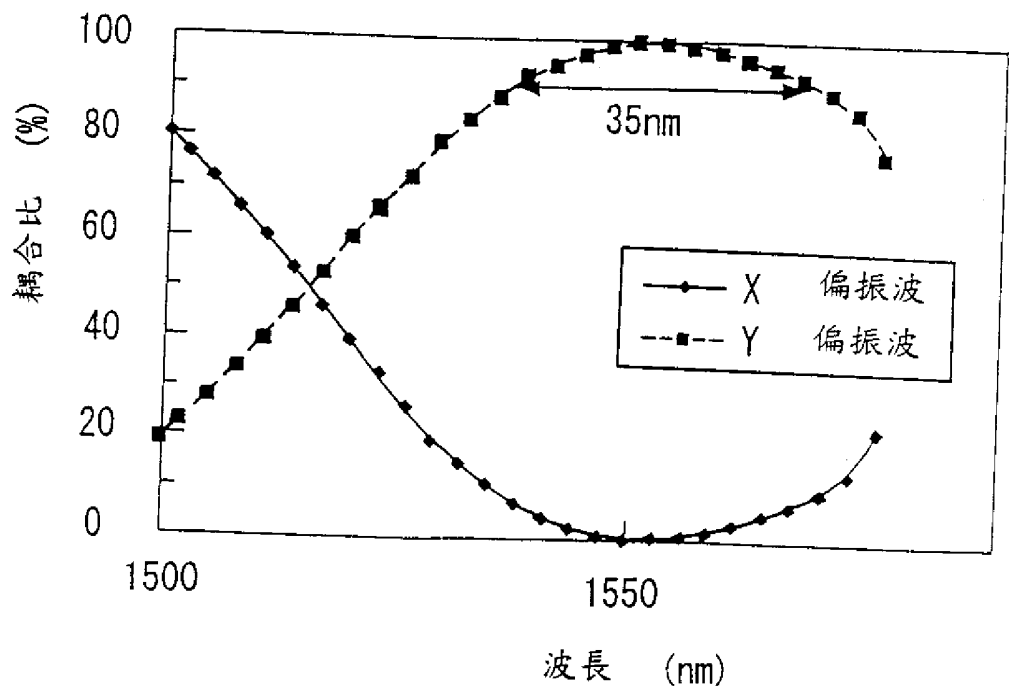


圖 4

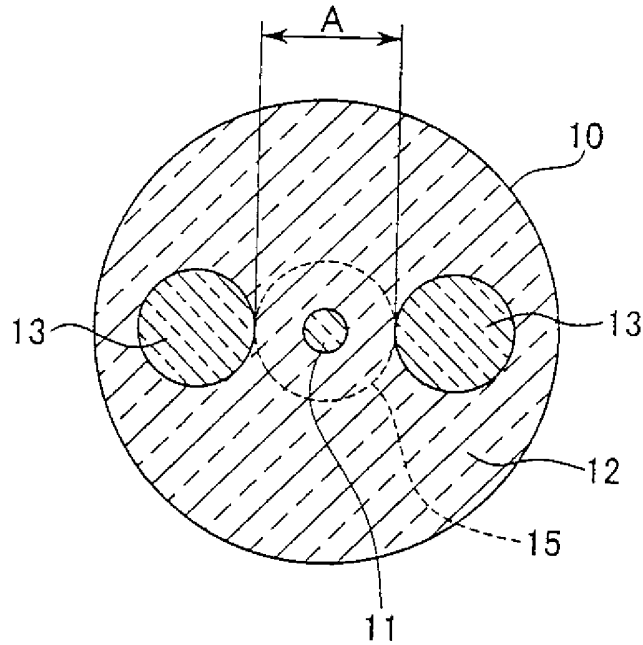


圖 5

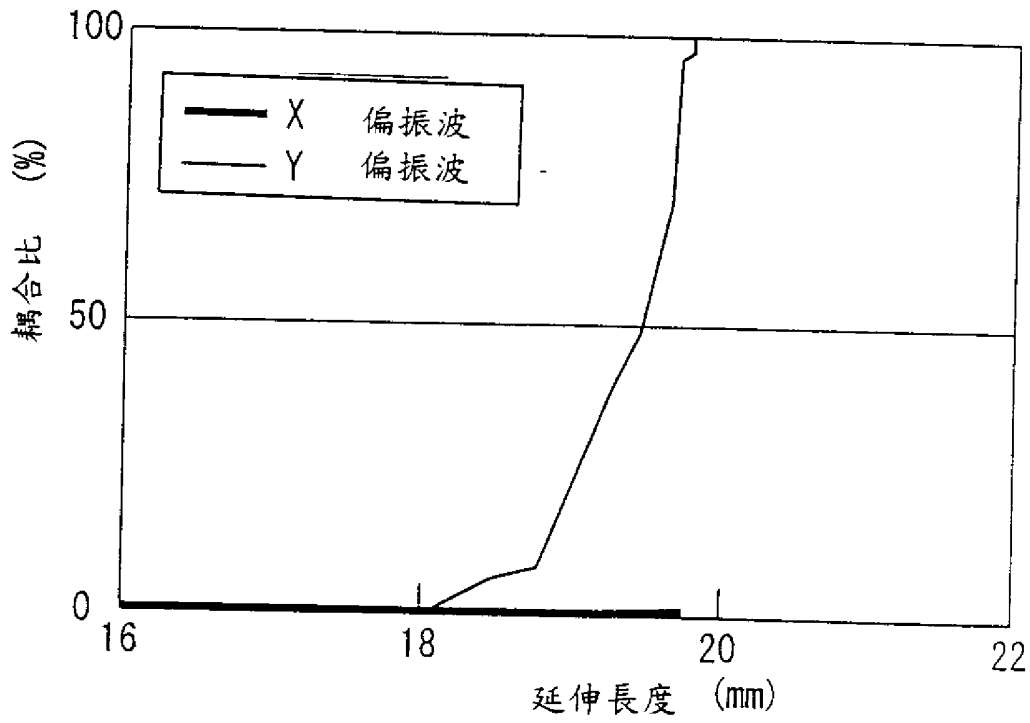


圖 6

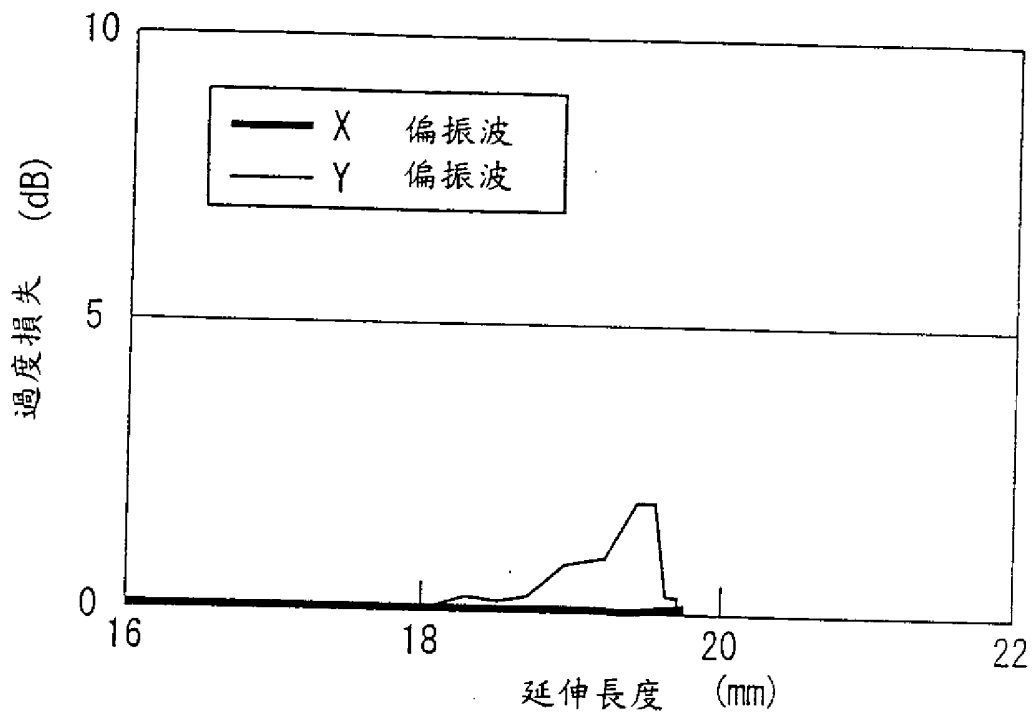


圖 7

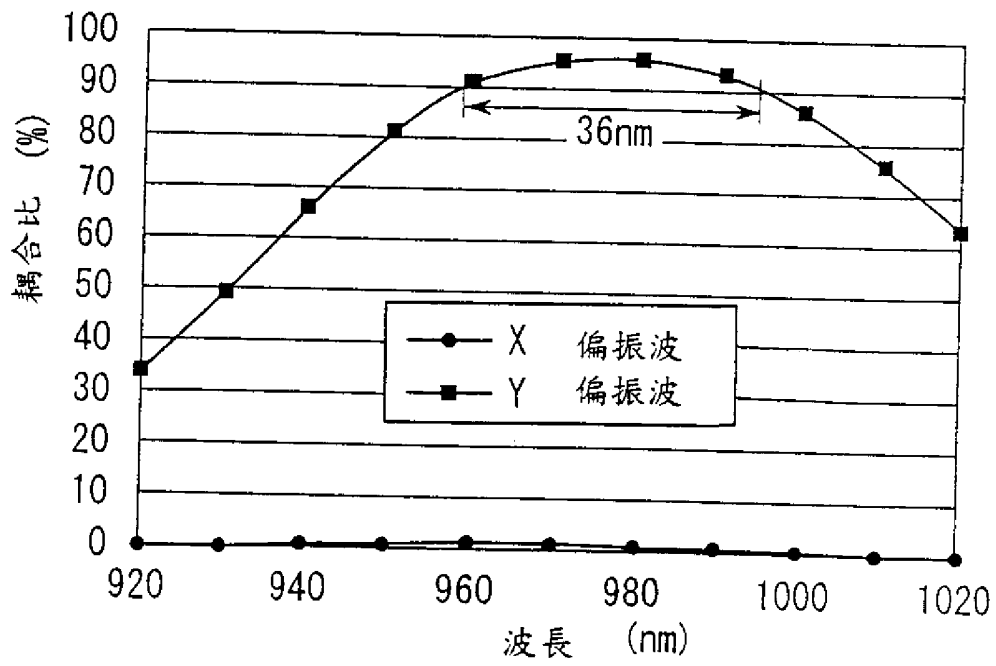


圖 8

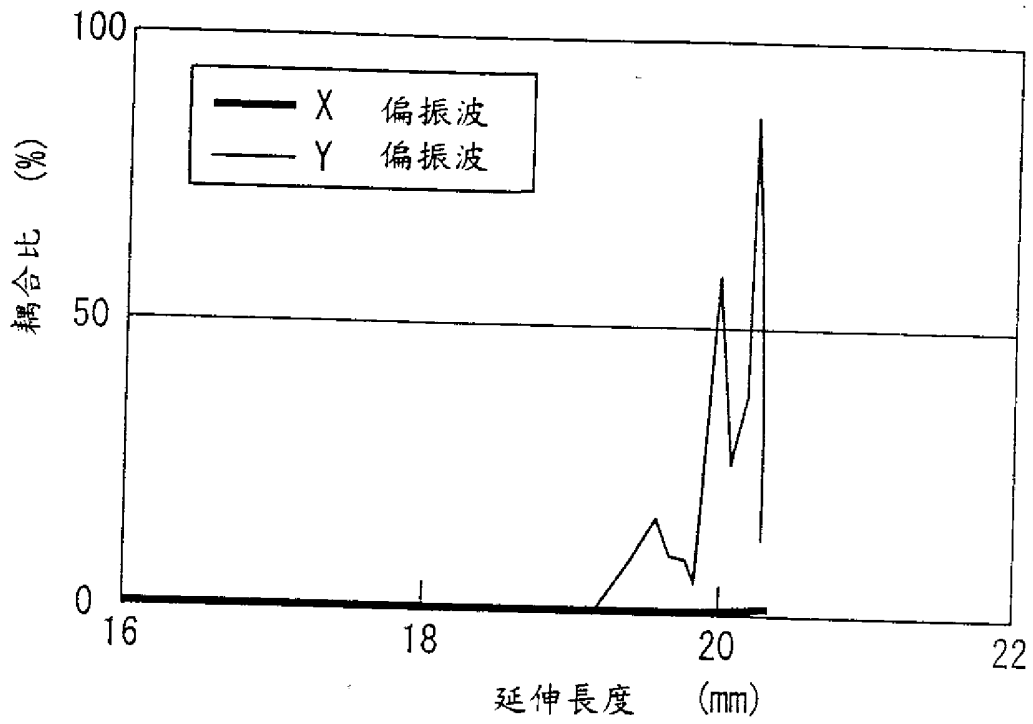


圖 9

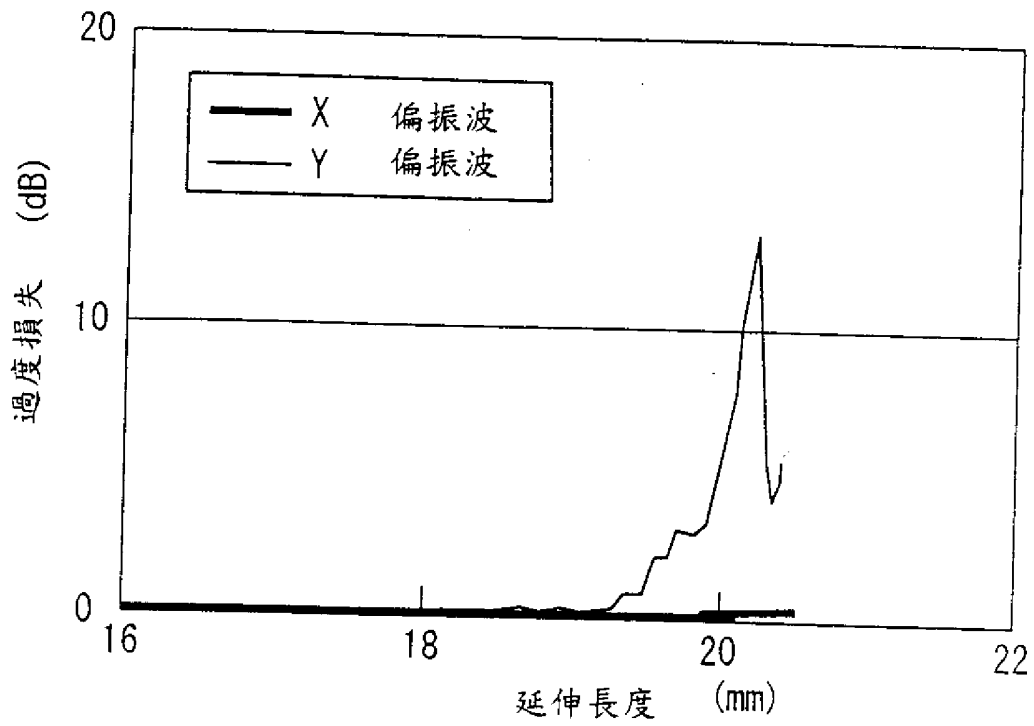


圖 10

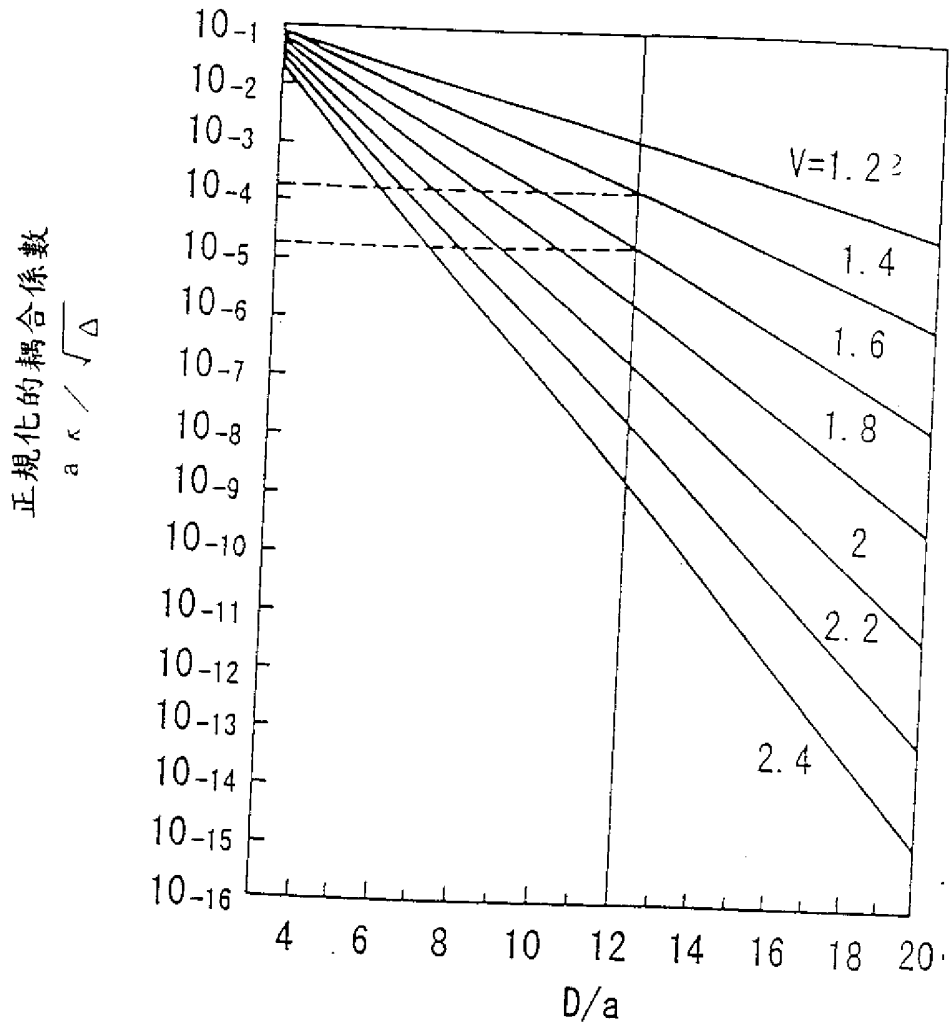


圖 11A

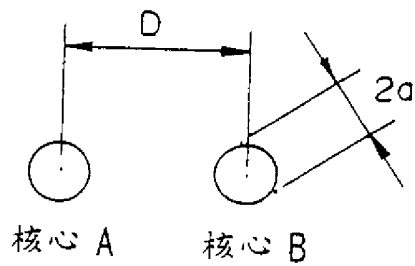


圖 11B

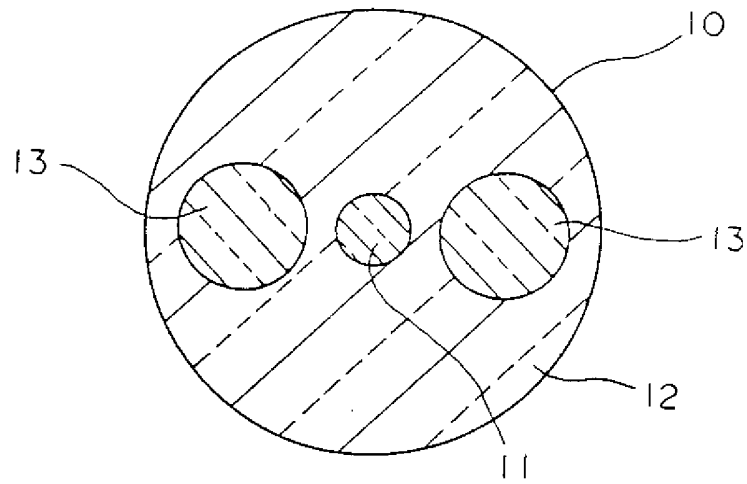


圖 12

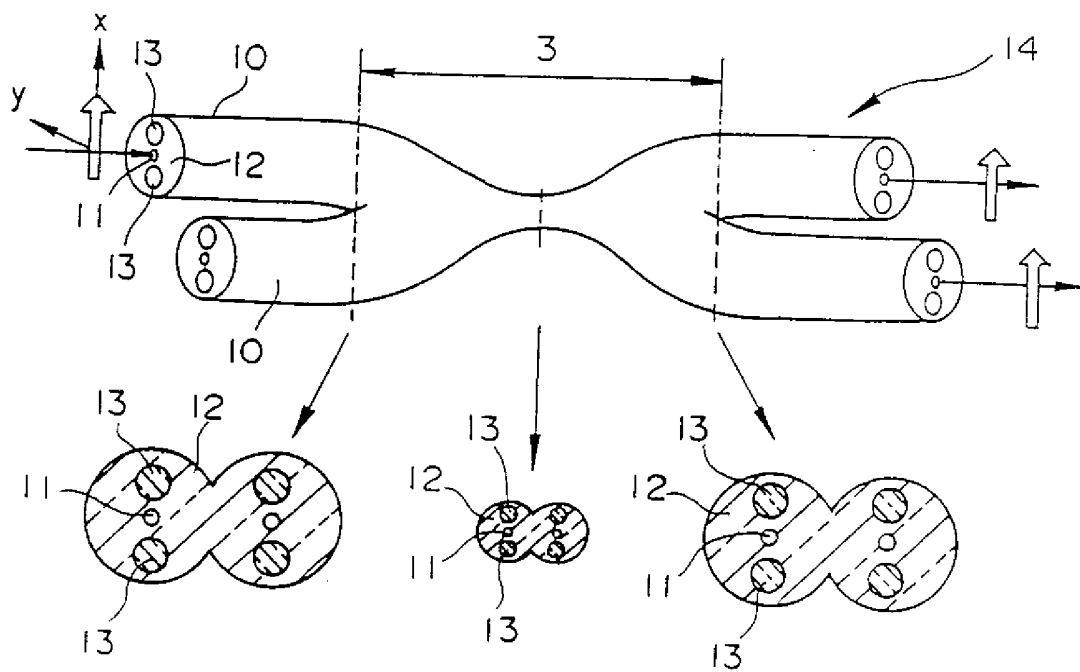


圖 13