本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
美國 US	2001/06/26	09/892,087	有

有關微生物已寄存於　　寄存日期　　寄存號碼

無

五、發明說明 (1)

發明背景:

本發明係關於微透鏡化光纖以及其製造方法。本發明微透鏡化光纖使用於各種光學系統，包含光學切換器，連接器以及終端。

計算機以及通訊應用之光學裝置之發展，精緻化，以及單純化決定於新穎的光學組件之發展。製造容易以及費用經濟，耐久性以及具有高度耦合效率之光學耦合組件為特別需要的。

傳統耦合系統使用獨立球面透鏡，球形透鏡，梯度折射率透鏡經由黏接劑連結至光纖遭遇一些問題，因為將透鏡與光纖對準為困難的。製造因而為昂貴的以及通常在組件之間產生高度變異性。組件亦遭遇機械以及熱學不穩定之問題。

具有透鏡及光纖融合在一起為單一單元之微透鏡化光纖為需要的而為黏接劑結合耦合系統之另外一種方式。製造該組件一種方法在於熔融光纖端部以形成球面透鏡連接至光纖端部。此需要非常均勻得加熱源以形成高度均勻的球面透鏡表面(參閱美國第5293438號專利以及其參考文獻)。由於需要形成球面透鏡之溫度高於單純拼接兩條光纖在一起所需要之溫度，需要供應較多功率至加熱源。此導致加熱設備提高耗損，增加維修，以及縮短使用壽命。因而，需要發展一種製造微透鏡化光纖之方法，其需要較少加

五、發明說明 (2)

熱功率以及因而能夠在維護週期之間產生許多單元。

發明大要:

本發明一項在於提供微透鏡化光纖，其包含平凸折射透鏡拼接至光纖。依據一項實施例，透鏡由摻雜一種或多種由X_2O, YO, Z_2O_3, TO_2 或R_2O_5選取出化合物之矽石所構成；其中X為Na, K, Li, Al 或Cs；Y為Mg, Co, 或Zn；Z為B, Al, Ga, Sb 或Bi；T為Ge 或Ti；以及R為P。

本發明另外一項為提供一種製造微透鏡化光纖之處理過程，其包含:

a）拼接含有摻雜劑矽石桿件至光纖，其藉由接觸光纖端部與含有摻雜劑矽石桿件端部接觸以及加熱接觸區域至溫度足以有效連結光纖及桿件，

b）加熱含有摻雜劑矽石桿件區域同時地施加張力於桿件使得含有摻雜劑矽石桿件在加熱區域截斷至所需要之預先決定的長度，以及

c）加熱含有摻雜劑矽石桿件保留拼接至光纖之區域使得含有摻雜劑桿件之端部熔融為具有所需要曲率半徑之平凸透鏡表面。

詳細說明:

製造微透鏡化光纖需要非常均勻加熱源以形成高度均勻

五、發明說明 (3)

球面透鏡。一項適當加熱源之範例為具有鎢燈絲之融合拼接器。特別地，具有纖維絲迴路例如Vytran融合拼接器之融合拼接器提供非常均勻加熱而能夠形成具有對稱圓形模場之球面透鏡。

製造微透鏡化光纖包含下列步驟:

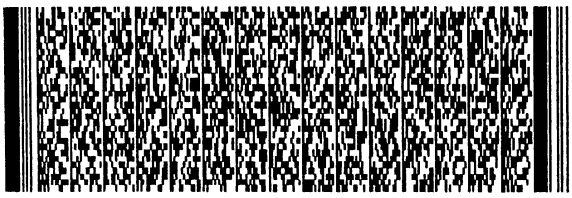
a)拼接光纖至矽石桿件。在該步驟中將形成透鏡之光纖以及玻璃桿件端部對著端部對準以及光纖及桿件推擠在一起，同時藉由如同一般兩條光纖拼接之纖維絲加熱。纖維絲功率類似於使用來拼接兩條相同光纖之功率。

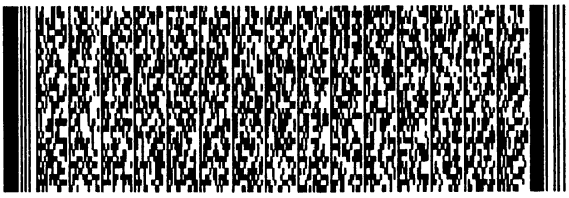
b)將矽石桿件漸變地切割。在拼接後沿著矽石桿件移動纖維絲熱區域為所需要之距離。纖維絲功率再增加，以及矽石桿件藉由拉引桿件逐漸變化切割同時進行加熱。

c)向後熔融以及形成透鏡。接續漸變切割，朝向拼接移動纖維絲熱區域一段距離，該距離決定於所需要之曲率半徑及纖維絲功率更進一步增加。該步驟形成球面透鏡。

由於在步驟b及c中所使用纖維絲功率遠高於在兩條光纖標準拼接過程中所使用之功率，當與纖維絲只使用作為拼接相比較時在透鏡製造處理過程中纖維絲壽命大大地縮短。例如，一般纖維絲迴路能夠製造500 SMF-28至SMF-28拼接，但是只能製造約80個矽石透鏡。此為使用純矽石作為透鏡材料之製造處理過程的限制。

鑑於上述說明，本發明揭示出一種製造微透鏡化光纖之方法，其中該方法在透鏡形成過程中提供增加纖維絲使用壽命，該透鏡使用較低退火點及/或較低黏滯性玻璃而低





五、發明說明 (4)

於矽石情況。本發明一項實施例為製造微透鏡化光纖之處理過程，其包含：

拼接含有摻雜劑矽石桿件至光纖，其係藉由將光纖端部與含有摻雜劑矽石桿件接觸以及加熱接觸區域至溫度足以有效連結光纖及桿件之溫度，

加熱含有摻雜劑矽石桿件區域同時地施加張力於桿件使得含有摻雜劑矽石桿件在加熱區域截斷至所需要預先決定之長度，以及

加熱含有摻雜劑矽石桿件保留拼接至光纖之區域使得含有摻雜劑桿件之端部熔融為具有所需要曲率半徑之平凸透鏡表面。

依據本發明一項實施例加熱藉由電阻性加熱纖維絲供應。特別優先加熱源為具有電阻性加熱纖維絲迴路之融合拼接器。依據本發明一項實施例，纖維絲迴路由鎢絲所構成。

依據本發明一項實施例，當含有摻雜劑矽石管件被切割至所需要長度時含有摻雜劑矽石之桿件加熱為溫度界於1500℃至3000℃之間。依據一項實施例，含有摻雜劑矽石桿件在透鏡形成過程中含有摻雜劑矽石桿件加熱至溫度界於1500℃至3000℃之間。

許多光纖為業界所熟知，熟知此技術者能夠選擇特定應用之適當光纖。本發明特別優先使用光纖為由矽石所構成單模光纖(SMF)。一項該光纖之範例為本公司SMF-28。

適合製造微透鏡化光纖之透鏡部份含有摻雜劑矽石材

五、發明說明（5）

料

之軟化點以及黏滯係數低於矽石情況。特別優先材料之熱膨脹係數界於$5x10^{-7}$至$35x10^{-7}$/℃之間。

在向後熔融過程中影響透鏡形成另外一項特性為表面張力。通常存在摻雜劑將降低玻璃之表面張力，其在向後熔融過程中能夠使用較少之功率（即較低溫度）。

適合製造透鏡之含有摻雜劑矽石材料之範例包含摻雜一種或多種由X_2O, YO, Z_2O_3, TO_2或R_2O_5選取出化合物之矽石；其中X為Na, K, Li, Al或Cs；Y為Mg, Co, 或Zn；Z為B, Al, Ga, Sb或Bi；T為Ge或Ti；及R為P。特別優先材料之範例為摻雜B_2O_3, GeO_2, B_2O_3-GeO_2, B_2O_3-P_2O_5, P_2O_5, GeO_2-P_2O_5, GeO_2-B_2O_3-P_2O_5, Al_2O_3, 或GeO_2-B_2O_3。更優先材料包含摻雜1至20%重量比硼氧化物之矽石，以及矽石摻雜1至30%重量比鍺氧化物。

依據本發明一些實施例，適合使用作為微透鏡化光纖之透鏡部份含有摻雜劑之矽石材料的熱膨脹係數大於光纖之熱膨脹係數以及黏滯性低於光纖之黏滯係數。假如為該情況，則在光纖與含有摻雜劑矽石桿件拼接在一起時，些微地施加張力於拼接之光纖側（低膨脹側）。假如含有摻雜劑矽石桿件之直徑大於光纖情況，該應力些微地減小。

因而本發明一項實施例使用直徑些微地大於光纖直徑之含有摻雜劑矽石桿件。特別優先實施例使用200微米或250微米直徑之含有摻雜劑矽石光纖拼接至125微米光纖。

本發明另外一項為微透鏡化光纖，其包含平凸折射性

透鏡拼接至光纖，其中平凸透鏡包含如先前所說明含有摻雜劑之矽石。依據一項實施例，光纖心蕊在拼接處被擴寬。

特別優先微透鏡化光纖以先前所說明方式製造。依據本發明一項優先實施例，製造出透鏡之含有摻雜劑矽石桿件直徑大於光纖之直徑。

依據本發明微透鏡化光纖優先地呈現出光束分佈在x及y方向為Gaussian分佈。依據本發明實施例，在拼接處模場大於光纖之標稱模場。

範例1:

以先前所說明方式使用SMF-28光纖以及直徑200微米桿件製造微透鏡化光纖，該桿件由矽石，摻雜4%重量比硼氧化物矽石，以及摻雜10%重量比鍺氧化物矽石所構成。

透鏡材料特性列出於底下表1中。

表1: 使用作為透鏡之玻璃特性

特性	矽石	摻雜硼氧摻化物之矽石	雜鍺氧化物矽石
折射率n_D	1.457	1.457	1.467
CTE($x10^{-7}$/℃)	4.5	9	11
退火點(℃)	1107	999	1062
應變點(℃)	1031	910	955
彈性($x10^6$psi)	10.0	9.2	9.6
應變點之α ($x10^{-7}$/度)	0.9	4.6	8.3

五、發明說明 (7)

軟化點(℃)	1630	1520	1567
黏滯係數 ($\ln \eta_0$(泊))	-13.738	-8.793	-10.912
活性能量(Q(K))	60600	49520	55330

圖2顯示黏滯係數曲線圖為矽石以及硼矽酸鹽玻璃溫度之函數，其使用 $\eta = \ln \eta_0 + Q/T$ 計算，其中 η 為在某一溫度下之黏滯係數，η_0 為極高溫度下之黏滯係數，Q為活性能量除以氣體常數以及T為絕對溫度。人們看出摻雜硼氧化物使玻璃黏滯係數減小，能夠使透鏡形成過程中降低溫度。

每一透鏡材料每一步驟所需要纖維絲功率顯示於表2中。所有纖維絲功率為Vytran FFS-2000拼接器(15A DC功率供應)標準纖維絲迴路。

表2使用不同透鏡材料製造微透鏡化光纖每一步驟所使用之功率

製造步驟	矽石	摻雜硼氧化物矽石	摻雜鍺氧化物矽石
拼接	20-23	15-20	17-22
漸變切割	24-27	16-24	22-25
透鏡形成	28-32	23-28	24-30

如表2所示，在三個加熱步驟每一步驟中含有摻雜劑矽石透鏡所需要功率小於不含摻雜劑矽石情況。使用含有摻雜劑矽石玻璃每一纖維絲能夠製造透鏡之數目約為使用矽石能夠製造數目之雙倍。

圖3A及3B顯示硼矽酸鹽透鏡之光束分佈數據。透鏡為對稱性以及在透鏡形成處理過程中並不會下垂。在接近透

五、發明說明 (8)

鏡表面處量測模場直徑(MFD)。

矽石及硼矽酸鹽透鏡為距離函數之光束分佈數據分別地顯示於圖4A及4B中。以0.25微米增量收集x及y方向之光束分佈。在圖4上標定曲線代表對使用量測透鏡幾何形狀模擬數據之Gaussian光束模式。模式顯示在拼接處模場大於SMF-28標稱模場。此表示在拼接處存在心蕊熱擴張(在1550nm下所使用SMF-28模場直徑為10.8微米)。

在硼矽酸鹽透鏡情況下心蕊熱擴張大於純矽石情況。並不受限於理論,在拼接處硼容易使鍺擴散。除此,矽石透鏡模式之標定比硼矽酸鹽良好,其全部顯示模場直徑之平坦區域在距離透鏡表面1.5公分至2.5公分之間。B_2O_3-SiO_2透鏡準直為較佳地而優於SiO_2透鏡。

使用B_2O_3-SiO_2透鏡具有50-70微米之微透鏡化光纖耦合效率界於0.08及0.2dB之間。當透鏡表面塗覆抗反射塗膜時折回損耗大於60dB以及偏極損耗小於0.01dB。

圖式簡單說明

第一圖(圖1)微透鏡化光纖1，其包含平凸透鏡2拼接至光纖3。

第二圖(圖2)為矽石以及硼矽酸鹽玻璃之黏滯係數為溫度之函數。

第三圖(圖3)為硼矽酸鹽透鏡在x及y方向之光束分佈數據，其顯示具有Gaussian形狀之球面模場。

第四圖(圖4)為由矽石4A及硼矽酸鹽玻璃4B所構成透鏡在1550nm下模場直徑為離透鏡表面距離之函數。

第五圖(圖5)為幾何形狀參數與兩個微透鏡化光纖光學耦合相關。

附圖元件數字符號說明：

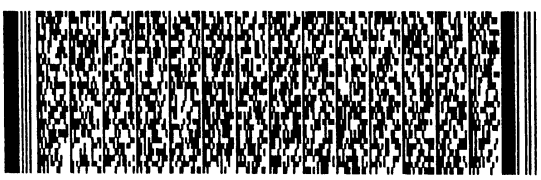
微透鏡化光纖 1；平凸透鏡 2；光纖 3。

四、中文發明摘要　(發明之名稱：使用摻雜二氧化矽製造微透鏡化光纖)

一種製造微透鏡化光纖之方法，其藉由拼接含有摻雜劑矽石桿件至光纖以及將含有摻雜劑矽石桿件之端部成形為平凸透射性透鏡。含有摻雜劑矽石桿件具有較低熔融點以及退火點低於不含摻雜劑矽石情況，因而製造微透鏡化光纖需要較少功率。此將降低製造設備加熱元件之耗損以及因而能夠在製造週期過程中製造出較多數目之微透鏡化光纖。本發明另外一項為藉由上述處理過程製造出微透鏡化光纖。

英文發明摘要　(發明之名稱：Fabrication Of Microlensed Fiber Using Doped Silicon Dioxide)

A method of making a microlensed fiber by splicing a doped silica rod to an optical fiber and shaping the end of the doped silica rod into a plane-convex refracting lens. The doped silica rod has a lower melting point and annealing point than undoped silica, and therefore less power is required to manufacture the microlensed fiber. This decreases wear to the heating elements of the manufacturing equipment and therefore increases the number of microlensed fibers that can be





四、中文發明摘要　（發明之名稱：使用摻雜二氧化矽製造微透鏡化光纖）

英文發明摘要　（發明之名稱：Fabrication Of Microlensed Fiber Using Doped Silicon Dioxide）

manufactured between cycles. A further aspect of the present invention is a microlensed fiber made by the above process.

六、申請專利範圍

1. 一種製造微透鏡化光纖之處理過程，其包含下列步驟：

a）拼接含有摻雜劑矽石桿件至光纖，其藉由接觸光纖端部與含有摻雜劑矽石桿件端部接觸以及加熱接觸區域至溫度足以有效連結光纖及桿件；

b）加熱含有摻雜劑矽石桿件區域同時地施加張力於桿件使得含有摻雜劑矽石桿件在加熱區域截斷至所需要預先決定之長度；以及

c）加熱含有摻雜劑矽石桿件保留拼接至光纖之區域使得含有摻雜劑桿件之端部熔融為具有所需要曲率半徑之平凸透鏡表面。

2. 依據申請專利範圍第1項之處理過程，其中含有摻雜劑矽石桿件由摻雜B_2O_3，GeO_2，$B_2O_3-GeO_2$，$B_2O_3-P_2O_5$，P_2O_5，$GeO_2-P_2O_5$，$GeO_2-B_2O_3-P_2O_5$，Al_2O_3，或$GeO_2-B_2O_3$之矽石所構成。

3. 依據申請專利範圍第2項之處理過程，其中含有摻雜劑矽石桿件由摻雜1至20%重量比B_2O_3之矽石所構成。

4. 依據申請專利範圍第2項之處理過程，其中含有摻雜劑矽石桿件由摻雜1至30%重量比GeO_2之矽石所構成。

5. 依據申請專利範圍第1項之處理過程，其中含有摻雜劑矽石桿件之軟化點低於矽石之軟化點。

6. 依據申請專利範圍第1項之處理過程，其中含有摻雜劑矽石桿件之熱膨脹係數在$1x10^{-7}$及$35x10^{-7}$/℃之間。

7. 依據申請專利範圍第1項之處理過程，其中光纖為單模光纖。

8. 依據申請專利範圍第1項之處理過程，其中含有摻雜劑矽

六、申請專利範圍

石桿件之直徑大於光纖之直徑。

9. 依據申請專利範圍第8項之處理過程，其中含有摻雜劑矽石桿件之直徑約為200微米以及光纖直徑為125微米。

10. 依據申請專利範圍第2項之處理過程，其中光纖心蕊在拼接處被擴寬以及在拼接處模場大於光纖之標稱模場。

11. 依據申請專利範圍第1項之處理過程，其中在步驟b)過程中溫度在1500℃及3000℃之間以及其中使用電阻方式之鎢纖維絲進行加熱。

12. 一種微透鏡化光纖，其包含含有摻雜劑桿件拼接至光纖，其中含有摻雜劑矽石桿件之終端成形為平凸折射性透鏡。

13. 依據申請專利範圍第12項之微透鏡化光纖，其中含有摻雜劑矽石桿件由摻雜B_2O_3，GeO_2，B_2O_3-GeO_2，B_2O_3-P_2O_5，P_2O_5，GeO_2-P_2O_5，GeO_2-B_2O_3-P_2O_5，Al_2O_3，或GeO_2-B_2O_3之矽石所構成。

14. 依據申請專利範圍第13項之微透鏡化光纖，其中含有摻雜劑矽石桿件由摻雜1至20%重量比B_2O_3之矽石所構成。

15. 依據申請專利範圍第13項之微透鏡化光纖，其中含有摻雜劑矽石桿件由摻雜1至30%重量比GeO_2之矽石所構成。

16. 依據申請專利範圍第12項之微透鏡化光纖，其中含有摻雜劑矽石桿件之軟化點低於矽石之軟化點。

17. 依據申請專利範圍第12項之微透鏡化光纖，其中含有摻雜劑矽石桿件之熱膨脹係數在$1x10^{-7}$及$35x10^{-7}$/℃之間。

18. 依據申請專利範圍第12項之微透鏡化光纖，其中光纖為單模光纖。

六、申請專利範圍

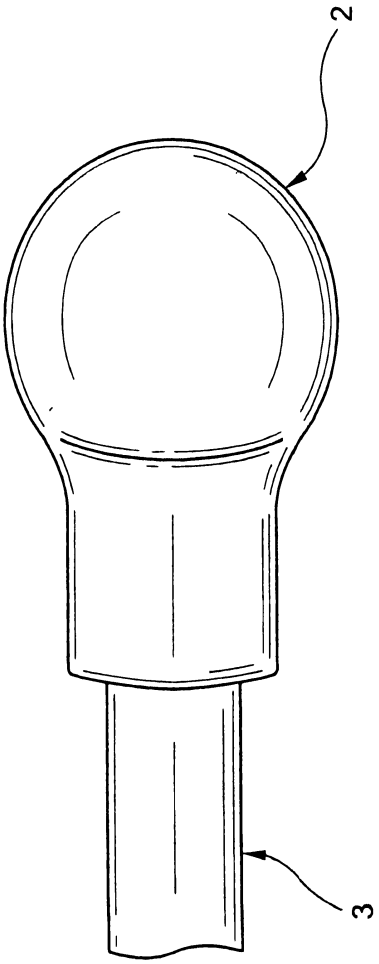
19. 依據申請專利範圍第12項之微透鏡化光纖，其中含有摻雜劑矽石桿件之直徑大於光纖之直徑。

20. 依據申請專利範圍第19項之微透鏡化光纖，其中含有摻雜劑矽石桿件之直徑約為200微米以及光纖直徑為125微米。

21. 依據申請專利範圍第18項之微透鏡化光纖，其中光纖心蕊在拼接處被擴寬以及在拼接處模場大於光纖之標稱模場。

A9
B9
C9
D9

圖式



第一圖

（請先閱讀背面之注意事項再行繪製）

裝

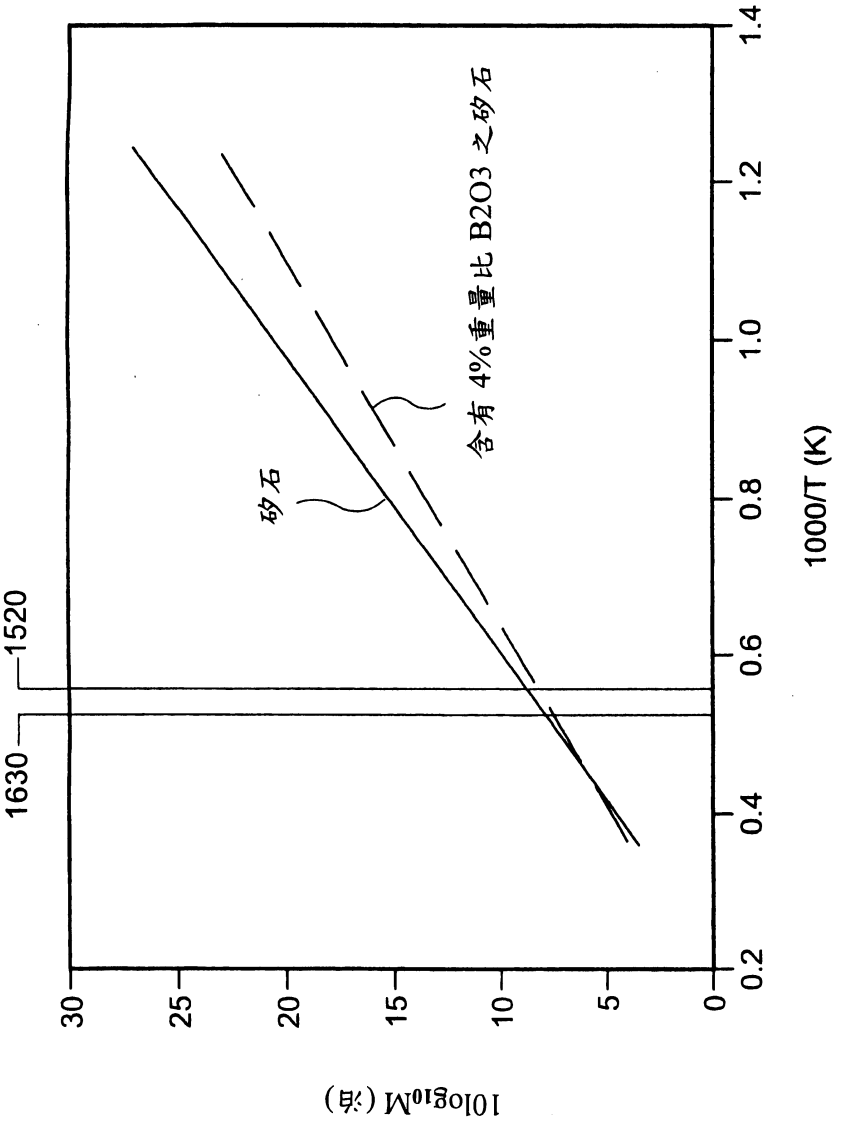
訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

圖式

第二圖



（請先閱讀背面之注意事項再行繪製）

裝

訂

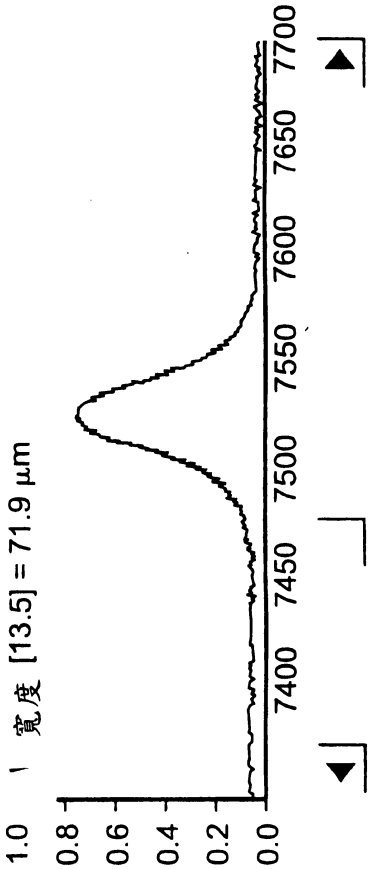
線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

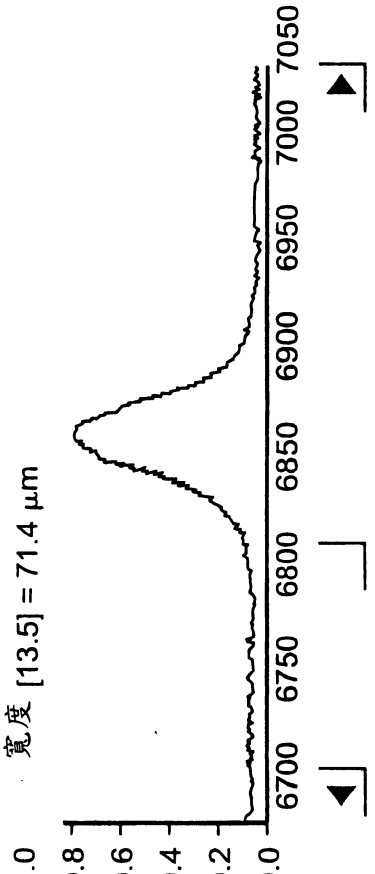
A9
B9
C9
D9

圖式

第三圖A



第三圖B



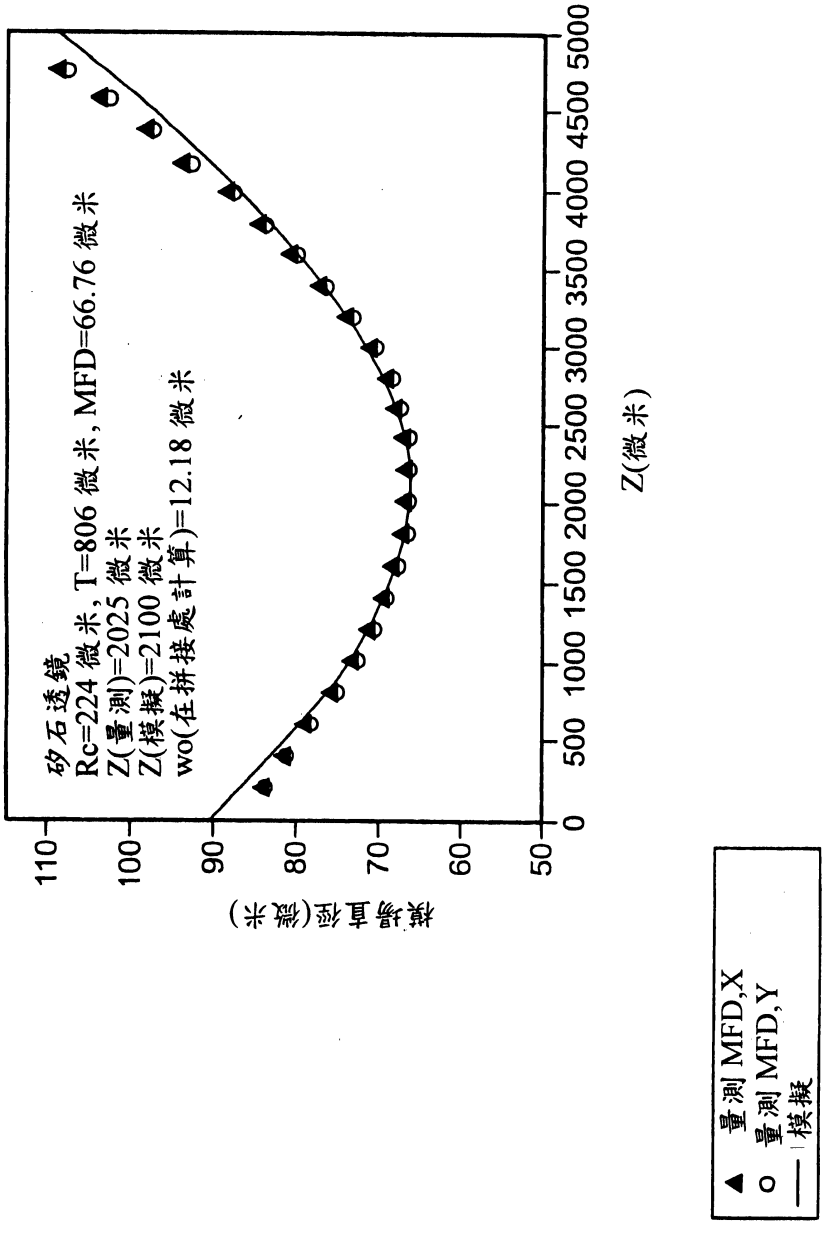
（請先閱讀背面之注意事項再行繪製）

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

圖式

第四圖A



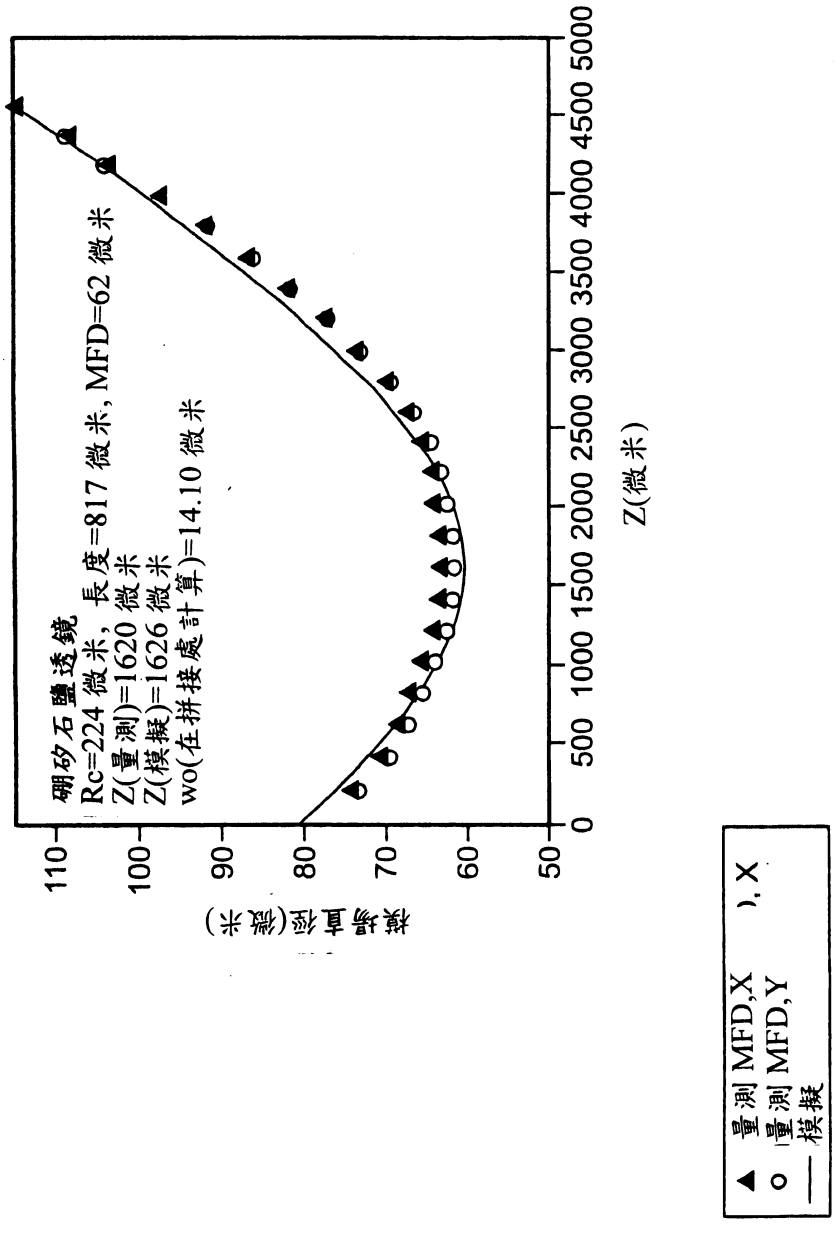
經濟部中央標準局員工消費合作社印製

（請先閱讀背面之注意事項再行繪製）

裝 訂 線

圖式

第四圖B



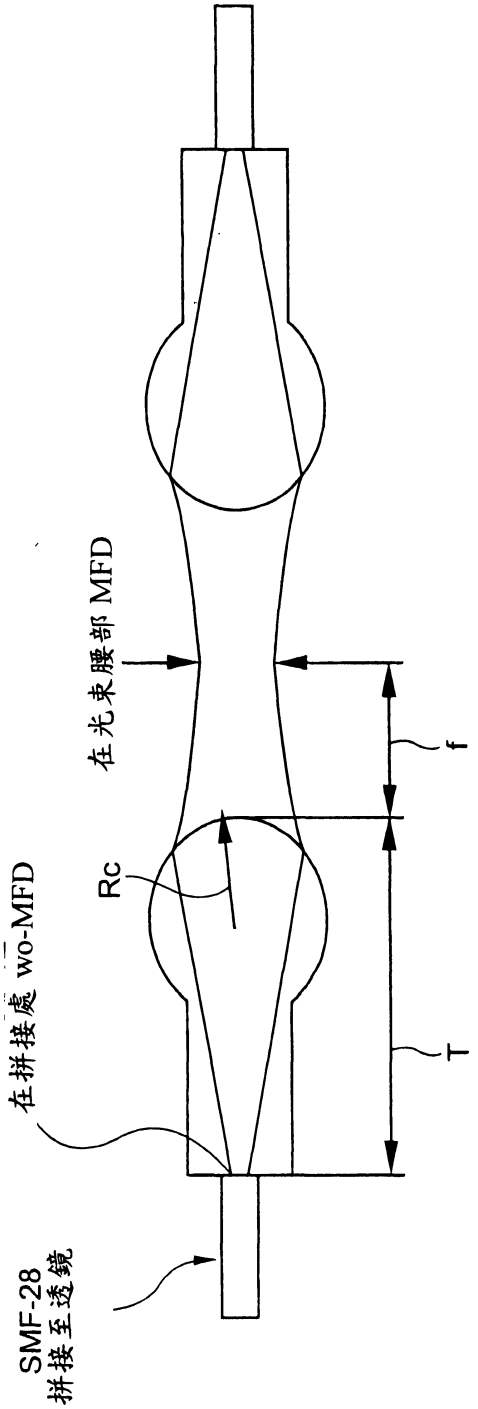
（請先閱讀背面之注意事項再行繪製）

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

圖式

第五圖



（請先閱讀背面之注意事項再行繪製）

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

92年1月5日修正/更正/補充

申請日期：91.6.25	案號：91114226	公告本
類別：G02B6/3		

（以上各欄由本局填註）

發明專利說明書 576934

一、發明名稱	中文	使用摻雜二氧化矽製造微透鏡化光纖
	英文	Fabrication Of Microlensed Fiber Using Doped Silicon Dioxide
二、發明人	姓名（中文）	1.杰卡藍師基
	姓名（英文）	1.Ljerka Ukrainczyk
	國籍	1.美國
	住、居所	1.美國紐約潘庭市威士丁街108號
三、申請人	姓名（名稱）（中文）	1.康寧公司
	姓名（名稱）（英文）	1.Corning Incorporated
	國籍	1.美國
	住、居所（事務所）	1.美國紐約州康寧區豪頓園區
	代表人姓名（中文）	1.阿彿雷米查森
	代表人姓名（英文）	1.Alfred L. Michaelsen