

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：95119987

※申請日期：95.6.6

※IPC 分類：G02B6/02, 27/44

一、發明名稱：(中文/英文)

可用於窄頻濾波器之光纖光柵製作方法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文) 國立交通大學

代表人：(中文/英文) 張俊彥

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國 TW

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1、徐桂珠

2、許立根

3、項維巍

4、賴暎杰

國 籍：(中文/英文)

(均同)中華民國 TW

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為：94 年 12 月 10 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明係提供一種可用於窄頻濾波器之光纖光柵製作方法，可使光纖於低紫外光曝照量時，折射率變化量與紫外光曝照量仍具有線性比例。本發明係以強度均勻之紫外光照射於一光纖上，使光纖整體產生適當且均勻之折射率變化，並以具有干涉條紋之紫外光照射該光纖，使光纖引致之折射率變化隨干涉條紋強度成正比以形成一光纖光柵。由於折射率變化量與紫外光曝照量間由非正比關係之操作點移至正比關係之操作點，本發明可有效改善光纖光柵折射率變化不易控制而容易發生變形之情形，提高製作結構複雜之光纖光柵的成功機率。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)、本案代表圖為：第三圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種光纖光柵的製作方法，特別是關於一種經紫外光處理使光纖於低紫外光曝照量時，其折射率變化量與紫外光曝照量仍具有線性比例之光纖光柵製作方法。

【先前技術】

近年來隨著資訊科技的高度發展，通信傳輸的需求亦不斷大幅成長，為了滿足傳輸上的需求，在現有的傳輸幹線上使用密波長多工(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM)技術，在一條光纖內同時傳送數個不同波長的光信號，以增加傳輸容量。由於長途傳輸須使用摻鉕光纖放大器(Erbium Doped Fiber Amplifier, EDFA)作為信號中繼器，傳輸信號的波長必須在EDFA的放大頻寬(1532-1560nm)內才能同時為一個EDFA放大，因此波長通道間の間隔相當緊密，為了避免訊號間互相干擾，在發送端各光源的波長必須非常的準確而穩定，信號在接收端解多工後須經濾波以增加訊號間的隔離度。

光纖光柵可在DWDM傳輸系統中作為窄頻濾波器提供濾波、穩頻及控制半導體雷射波長等功能，一般光纖光柵係使用摻鍺光纖，並以波長為244nm之紫外光作為寫入光柵之光源，但由於光纖軸心之折射率變化與紫外光曝照量間係呈現一複雜之關係曲線，如第一圖所示，紫外光強度低時，光強度與光纖相對感應之折射率變化關係並非正比，使得必須以低紫外光量製作之窄頻光纖光柵在實作上相當不易；光纖光柵理想之折射率變化分布應

自光纖中心往兩端呈高斯分布以避免其反射頻譜產生短波長之共振效應，但由於紫外光在寫入光柵邊緣時之光量較弱，因此光纖光柵邊緣的折射率變化不易控制而容易發生變形，光柵的反射頻譜也易帶有相當高的雜訊，此問題在照射之紫外光量越低時更加明顯，第二圖即顯示了光纖折射率變化曲線隨照射之紫外光量越低而變形越嚴重的情形，其中第二(a)圖係以強度 15 J/cm^2 之成高斯形狀之紫外光源曝照，第二(b)圖則以強度 124 J/cm^2 之紫外光曝照，由圖中可以看出，當紫外光量越低，光柵沿光纖軸心的折射率變化曲線變形的越嚴重，此特性係不利於作為窄頻濾波器之光纖光柵的製作。

因此若能將光纖經過預先處理，使其折射率變化與紫外光曝光量間關係呈線性比例在製作窄頻之光纖光柵時將會有很大助益，然而目前尚未有關於此目標之技術探討，習知之預先處理技術如美國專利案號第 5495548 號、第 6857293 號及第 6763686 號多半是著眼於維持光纖光柵隨時間之穩定性或增加其光感性，有鑑於此，本發明係針對上述之問題，提出一種用於窄頻濾波器之光纖光柵的製作方法，可使紫外光曝光量與光纖之折射率變化操作於線性關係之區域。

【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種光纖光柵之製作方法，其係將折射率變化量與紫外光曝照量間由非正比關係之操作點移至正比關係之操作點，可有效改善光纖光柵折射率變化不易控制而且沿著光纖軸心之折射率分佈形狀容易發生變形之情形。

本發明之另一目的係在提供一種光纖光柵之製作方法，可消除光纖光柵反射頻譜之雜訊(side-lobe)，使其達成預先之設計結果。

本發明之再一目的係在提供一種光纖光柵的製作方法，適用於長度長、折射率變化複雜及具有相位移之光纖光柵，可提高其製作之成功率。

本發明之又一目的係在提供一種節省時間之光纖光柵製作方法，並可同時令紫外光的寫入確保在與折射率變化呈線性之範圍內，使製作具有任意折射率分布之光纖光柵的過程易於控制。

為了達到上述目的，本發明之用於窄頻濾波器的光纖光柵製作方法係先以強度均勻之紫外光照射於一光纖上，使光纖整體產生適當且均勻之折射率變化，再以具有干涉條紋之紫外光照射該光纖，使該光纖引致之折射率變化隨干涉條紋強度成正比以形成光纖光柵。

本發明之另一實施例係在光纖上同時照射二同調之紫外光源，其中第一紫外光源之強度大於第二紫外光源，且第二紫外光源之偏振方向係可調整，在移動二紫外光源之照射位置的同時亦調整第二紫外光源的偏振方向，使沿著該光纖軸心所接受之紫外光總曝照光量相等，而沿著該光纖軸心之紫外光干涉條紋強度可藉由改變該第二紫外光源之偏振方向加以控制，使該光纖引致之折射率變化隨該干涉條紋強度成正比，形成一光纖光柵。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

【實施方式】

為了要精確地製作光纖長度長且折射率變化小之窄頻濾波器，本發明係提出一種光纖光柵之製作方法，可於低紫外光量之照射過程中，將光纖之折射率變化與紫外光曝光量維持在正比關係，即紫外光強度越強，折射率的變化係成比例增大，使得光纖光柵的製作過程易於控制。

首先如第三圖之流程圖所示，步驟 S10 以強度均勻之紫外光照射於一摻鍍光纖上，使光纖整體產生適當且均勻之折射率變化，紫外光源使用的是連續光的氬離子倍頻雷射(frequency-doubled CW argon-ion laser)，其波長為 244nm，而光纖於照光前係先於氬氣壓力約為 1500 磅每平方英寸(psi)的室溫下持續載氬約七天。為了操作方便，可以使用逐段曝照方式，將光纖置於一移動平台，在長距離內一步步移動位移平台，使呈高斯(Gaussian)分布之紫外光部分重複曝光照射於光纖上，只要控制位移平台之移動速度與間隔，即可令光纖上每一部份接受的曝光量相同，使其效果相同於照射一強度均勻之紫外光。步驟 S10 之目的係將光纖折射率變化與紫外光曝照量間之操作點由非正比區域移至正比區域，以使後續寫入光柵之過程中，設計的折射率變化可以易於控制，因此步驟 S10 中紫外光照射量大小之選擇必須使光纖整體可產生適當之折射率變化，避開非線性操作之區域，其中產生之折射率變化量係小於 1×10^{-4} 。

第四圖即為經步驟 S10 之紫外光處理後，光纖折射率變化量與紫外光曝照量間成正比之關係示意圖，由於各種光纖其折射率變化與紫外光曝照量間之關係並不完全相同，步驟 S10 中紫外光照射量應隨光纖特性不同而調整，約為 $50 \sim 70 \text{ J/cm}^2$ 。第五(a)圖及第五(b)圖係本發明以不同強度紫外

光照射後之光纖折射率曲線，同樣以強度 15 J/cm^2 及強度 124 J/cm^2 之紫外光曝照為例，相較於習知之光纖折射率變化曲線(即第二(a)圖及第二(b)圖)，第五(a)圖及第五(b)圖之折射率曲線較接近高斯形狀，光纖折射率變化曲線隨照射之紫外光量越低而變形越嚴重的情況的確獲得相當明顯的改善。

接著如第三圖之步驟 S12 所示，以具有高斯強度分布之干涉條紋的紫外光照射於光纖中心，使光纖引致之折射率變化隨干涉條紋強度成正比，形成一光纖光柵，藉著這種校正過程得到精準的折射率變化與紫外光曝光量的關係後，接著進行長度長且折射率變化弱之窄頻光纖光柵的製作。於步驟 S14 中將複數小段光柵重疊連接成一長度較長且折射率變化弱之光纖光柵，此二步驟係與習知形成光纖光柵之技術相同，然而由於光纖已經過步驟 S10 之預先紫外光處理，其折射率變化量與紫外光曝照量間具有正比關係，因此在寫入光柵之過程中，光纖光柵的折射率變化量容易控制，可相當貼近預期之設計結果，其反射頻譜之雜訊(side-lobe)亦隨之降低，如第六圖所示，因此本發明應用於長度長、折射率變化複雜及具有相位移之光纖光柵，可有效提高其製作之成功率。

上述之實施例雖可有效改善習知光纖光柵折射率變化不易控制而容易發生變形之情形，但完成光纖光柵前，光纖需經兩次照光過程較耗費時間，因此，本發明提出另一實施例，係將操作點之調整與光柵的寫入於同一照光過程中完成，以節省光纖光柵之製作時間，並可使製作具有任意折射率分布之光纖光柵的過程易於控制。

如第七圖所示，將二具有同調且相同極性(polarization)之紫外光源 10、12 照射於光纖 14 之同一位置上，其中第一紫外光源 10 之強度係大於第二紫外光源 12，且強度比大於 2，而第二紫外光源 12 之照射路徑上設置有一半波片(half wave plate) 16，藉由轉動半波片 16 可使第二紫外光源 12 之偏振方向改變，當第二紫外光源 12 之偏振方向與第一紫外光源 10 垂直時，照射位置所接受的紫外光干涉量會最小；當第二紫外光源 12 之偏振方向與第一紫外光源 10 平行時，照射位置所接受的紫外光干涉量會最大。

在等距移動二紫外光源 10、12 或等距移動光纖 14 以改變紫外光源 10、12 照射於光纖 14 上之位置的同時，一邊調整第二紫外光源 12 之偏振方向，使沿著光纖 14 軸心所接受之紫外光總曝照光量相等，由於二紫外光源之強度不相等，即使干涉量最大時仍有未形成干涉之紫外光量存在，因此可使操作點避開折射率變化最迅速的低紫外光量非線性曲線區域，而沿著光纖 14 軸心之紫外光干涉條紋強度可藉由改變第二紫外光源 12 之偏振方向加以控制，使光纖 14 引致之折射率變化隨該干涉條紋強度大致成正比，形成一光纖光柵。

上述之第二實施例相當於同時在光纖上照射第一實施例中的均勻紫外光及具干涉條紋之紫外光，且當干涉條紋的強度越弱時，均勻紫外光提供之效應越強，使操作點可維持於正比區域，不但節省時間，並可同時令紫外光的寫入確保在與折射率變化呈線性之範圍內，使製作具有任意折射率分布之光纖光柵的過程易於控制。

以上所述係藉由實施例說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者

能瞭解本發明之內容並據以實施，而非限定本發明之專利範圍，故，凡其他未脫離本發明所揭示之精神所完成之等效修飾或修改，仍應包含在以下所述之申請專利範圍中。

【圖式簡單說明】

第一圖為光纖軸心之折射率變化與紫外光曝光量間之關係曲線圖。

第二(a)圖及第二(b)圖係顯示光纖折射率變化曲線隨照射之紫外光量越低而變形之示意圖。

第三圖為本發明之光纖光柵製作方法一實施例之流程圖。

第四圖為本發明之光纖軸心折射率變化與紫外光曝光量間之關係曲線圖。

第五(a)圖及第五(b)圖係顯示本發明之光纖折射率變化曲線與照射之紫外光量間之關係。

第六圖為本發明之光纖光柵反射頻譜示意圖。

第七圖為本發明之光纖光柵製作方法一實施例之結構示意圖。

【主要元件符號說明】

10 第一紫外光源

12 第二紫外光源

14 光纖

16 半波片

十、申請專利範圍：

1. 一種可用於窄頻濾波器之光纖光柵的製作方法，包括下列步驟：

以強度均勻之紫外光照射於一光纖上，使該光纖整體產生均勻之折射率變化；以及

以具有干涉條紋之紫外光照射於該光纖，使該光纖引致之折射率變化隨該干涉條紋強度成正比，形成一光纖光柵。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之製作方法，其中該光纖係摻有鍺。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之製作方法，其中該光纖照射該強度均勻之紫外光時，該光纖每一部份所接受之曝光量相同。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之製作方法，其中該光纖於照光前先在氫氣壓力約為 1500 磅每平方英吋(psi)的室溫下持續載氫約七天，該光纖每一部份所接受之均勻紫外光之曝光量係 50~70 焦每平方公分(J/cm²)。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之製作方法，其中該逐段曝照時所使用之該紫外光波長為 244 奈米(nm)。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之製作方法，其中該光纖照射該強度均勻之紫外光後，可使其折射率變化量與紫外光曝照量間由非正比關係之操作點移至正比關係之操作點。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之製作方法，其中該光纖光柵之折射率變化量係小於 1×10^{-4} 。

8. 一種可用於任意折射率分佈形狀之光纖光柵的製作方法，包括下列步驟：

提供二具有同調且相同極性(polarization)之紫外光源，其中第一紫外光源之強度係大於第二紫外光源，且該第二紫外光源之偏振方向係可調整；

將該二紫外光源照射於一光纖之同一位置上；以及

改變該二紫外光源照射於該光纖上之位置並同時調整該第二紫外光源之偏振方向，使沿著該光纖軸心所接受之紫外光總曝照光量相等，而沿著該光纖軸心之紫外光干涉條紋強度可藉由改變該第二紫外光源之偏振方向加以控制，使該光纖引致之折射率變化隨該干涉條紋強度成正比，形成一光纖光柵。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之製作方法，其中該光纖係摻有鍺。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之製作方法，其中該紫外光波長為 244 奈米 (nm)。

11. 如申請專利範圍第 8 項所述之製作方法，其中該紫外光係高斯(Gaussian)分佈之紫外光。

12. 如申請專利範圍第 8 項所述之製作方法，其中該二紫外光源係重疊接續照射於該光纖上。

13. 如申請專利範圍第 8 項所述之製作方法，其中該第二紫外光源偏振方向的調整係於該第二紫外光源之照射路徑上設置一半波片(half wave plate)，藉由轉動該半波片使該第二紫外光源之偏振方向改變。

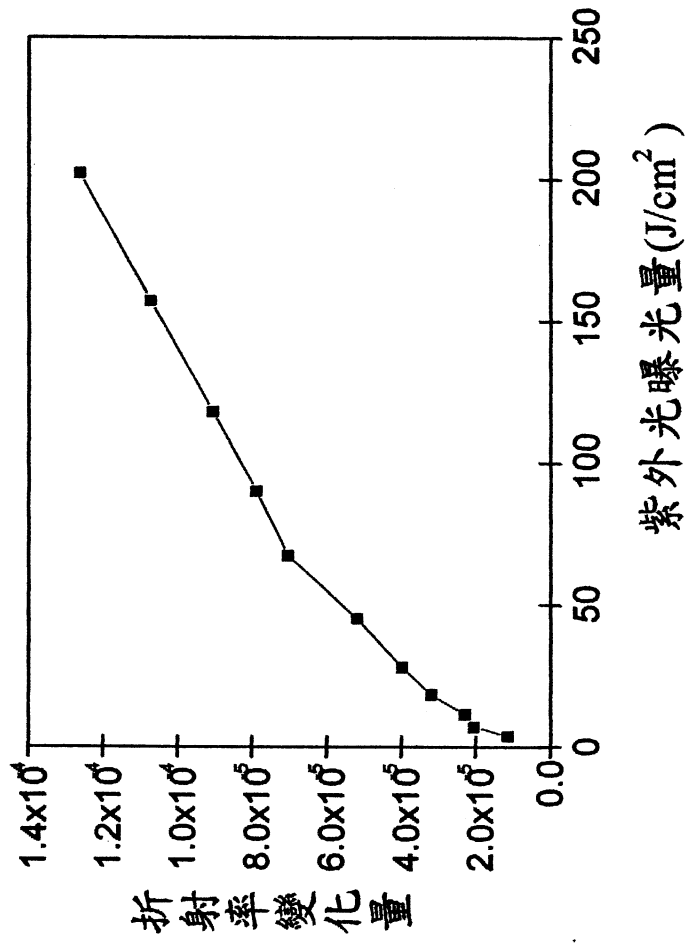
14. 如申請專利範圍第 8 項所述之製作方法，其中該二紫外光源照射位置之改變係同時等距移動該二紫外光源之位置或等距移動該光纖。

15. 如申請專利範圍第 8 項所述之製作方法，其中該光柵之照射過程中，當該第二紫外光源之偏振方向與該第一紫外光源垂直時，該照射位置所接受之紫外光干涉量最小。

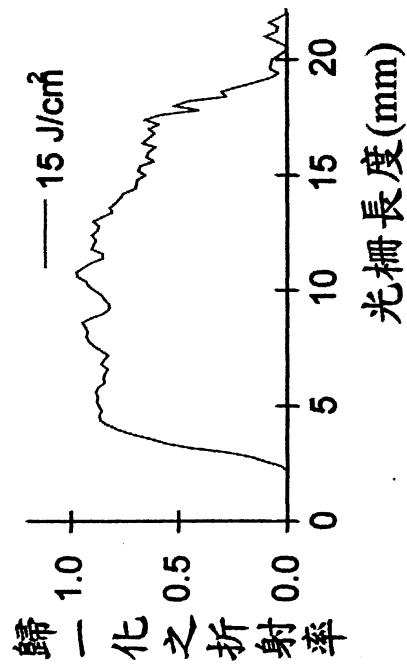
16. 如申請專利範圍第 8 項所述之製作方法，其中該光柵之照射過程中，當該第二紫外光源之偏振方向與該第一紫外光源平行時，該照射位置所接受之紫外光干涉量最大。
17. 如申請專利範圍第 8 項所述之製作方法，其中該第一紫外光源與該第二紫外光源之強度比係大於 2。
18. 如申請專利範圍第 8 項所述之製作方法，其中該光纖光柵之折射率變化量係小於 1×10^{-4} 。
19. 一種使光波導元件在低紫外光曝光量時折射率變化量正比於其紫外光曝光量之方法，包括以強度均勻之紫外光照射於一光波導元件上，使該光波導元件產生均勻之折射率變化。
20. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其中該光波導元件為一光纖。
21. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其中該光波導元件係摻有鍺。
22. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其中該光波導元件照射該強度均勻之紫外光時，該光波導元件每一部份所接受之曝光量相同。
23. 如申請專利範圍第 22 項所述之方法，其中該光波導元件於照光前先在氫氣壓力約為 1500 磅每平方英吋(psi)的室溫下持續載氫約七天，該光波導元件每一部份所接受之均勻紫外光之曝光量係 50~70 焦每平方公分 (J/cm^2)。
24. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其中該紫外光波長為 244 奈米 (nm)。
25. 如申請專利範圍第 19 項所述之製作方法，其中該光波導元件之折射率

I282450

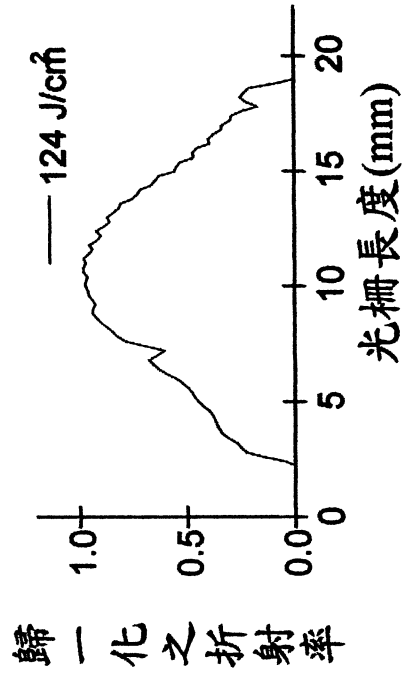
變化量係小於 1×10^{-4} 。



第一圖(先前技術)

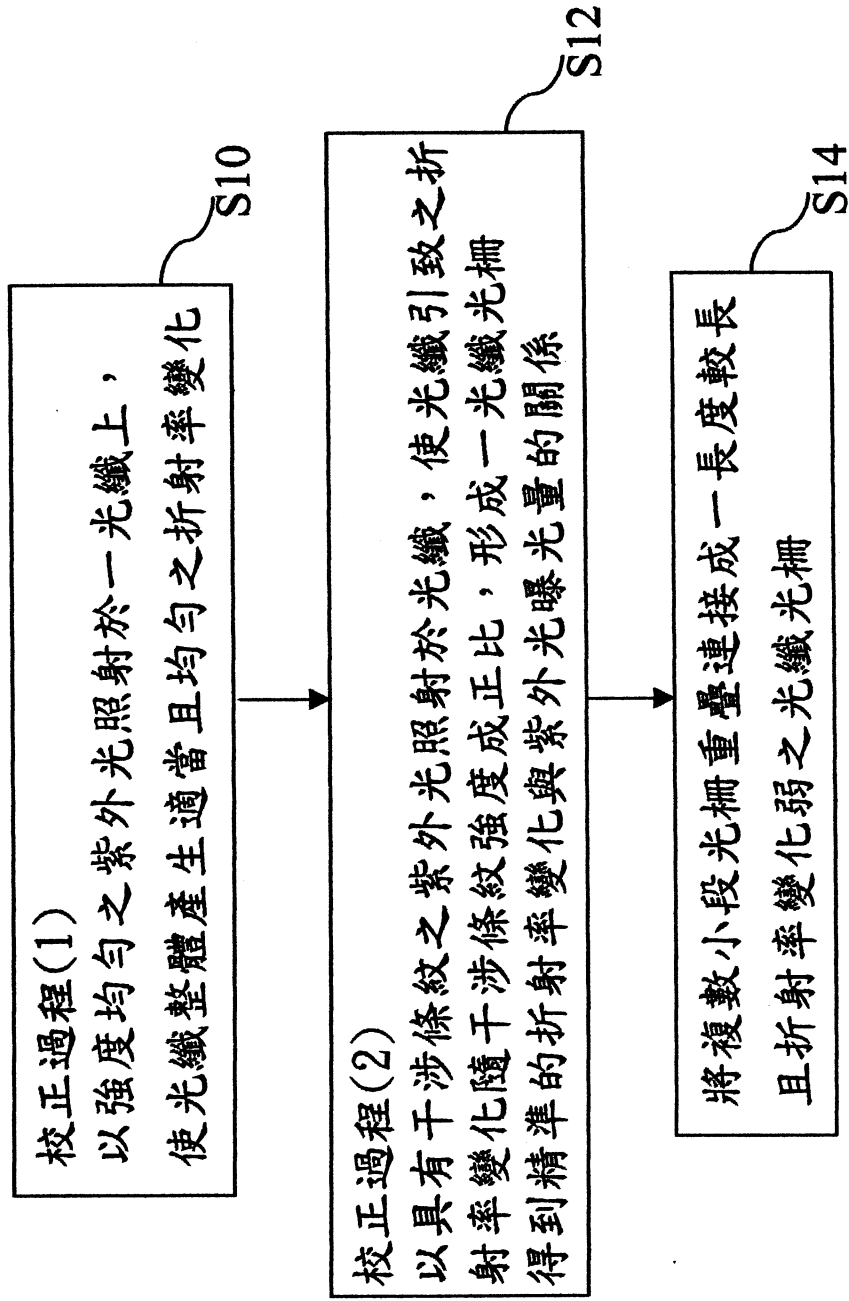


(a)

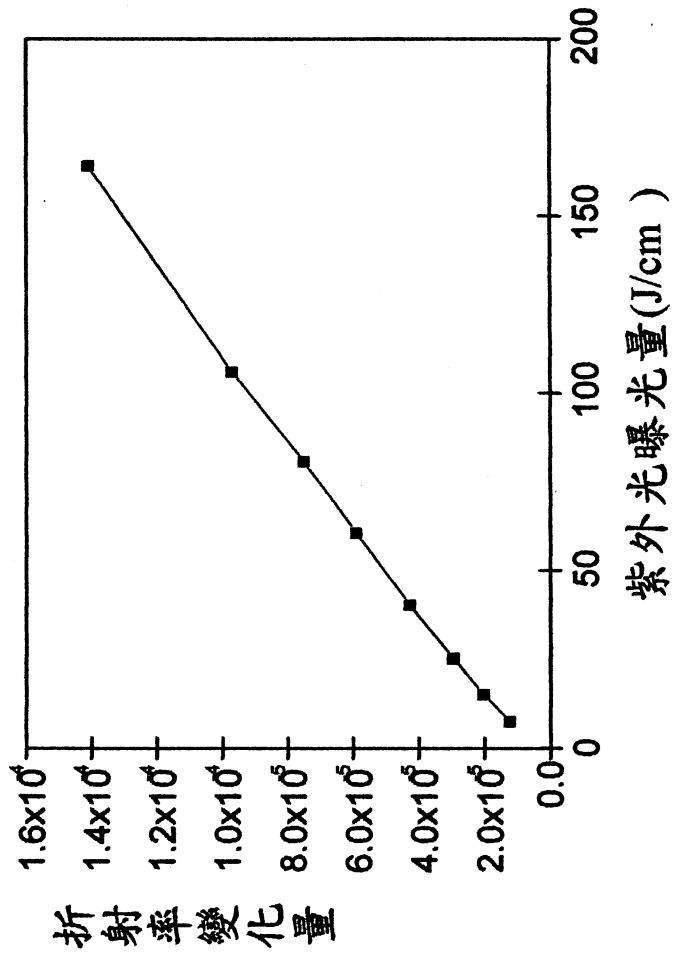


(b)

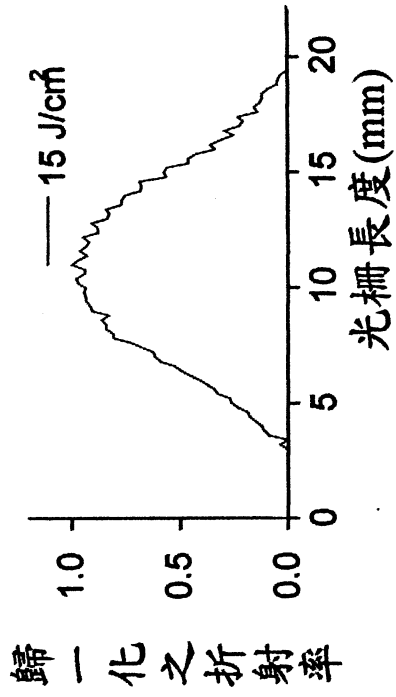
第二圖(先前技術)



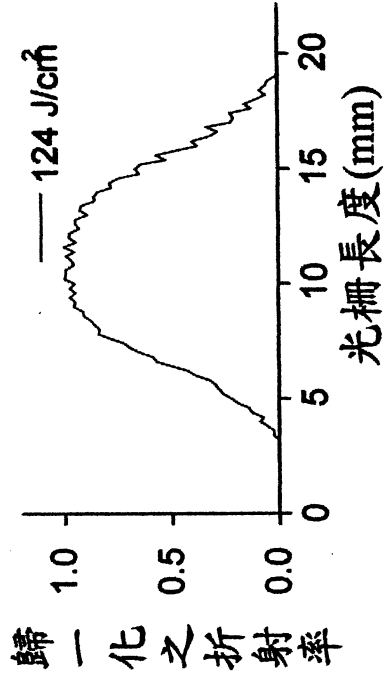
第三圖



第四圖

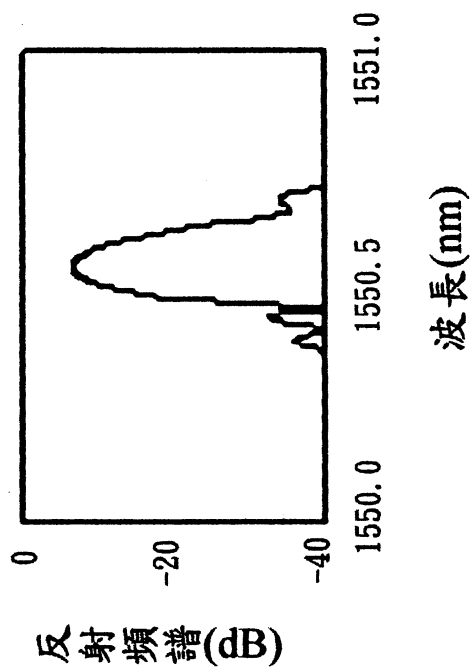


(a)

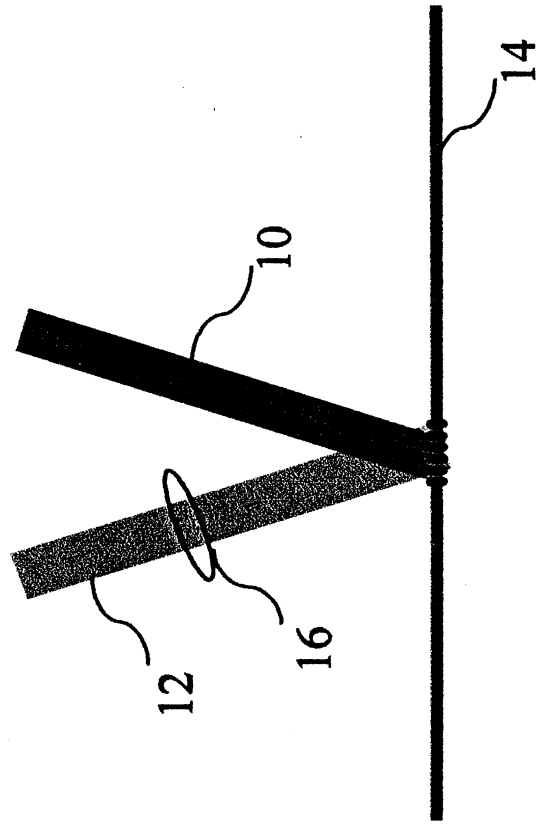


(b)

第五圖



第六圖



第七圖