

(21)申請案號：098114828

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 05 月 05 日

(51)Int. Cl. : G02B6/34 (2006.01)

(71)申請人：國立高雄應用科技大學 (中華民國) NATIONAL KAOHSIUNG UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES (TW)

高雄市三民區建工路 415 號

(72)發明人：江家慶 CHIANG, CHIA CHIN (TW)；蔡立仁 TSAI, LI REN (TW)

(74)代理人：陳啟舜

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：11 共 24 頁

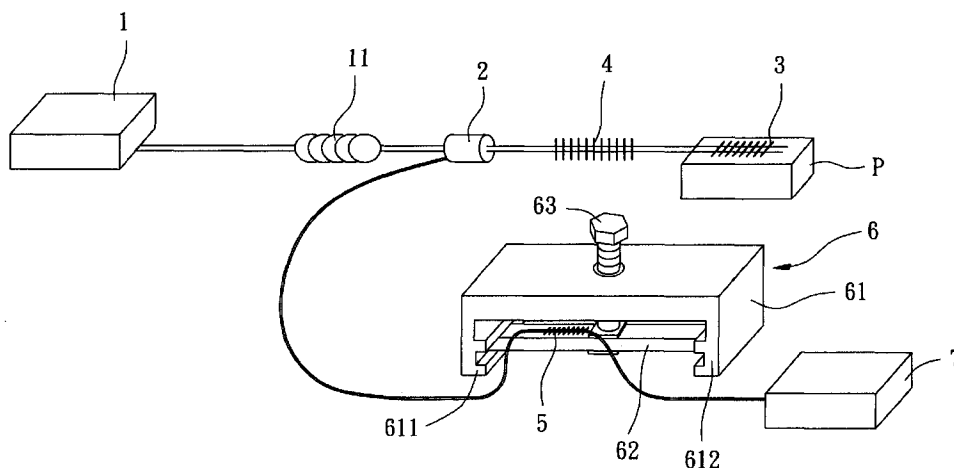
(54)名稱

光纖光柵量測裝置

FIBER OPTIC SENSOR DEVICE

(57)摘要

一種光纖光柵量測裝置，其包含一寬頻光源、二布拉格光纖光柵、一長週期光纖光柵、一光耦合器及一輸出單元，該寬頻光源係經由光纖與該光耦合器相連接，該二布拉格光纖光柵亦連接該光耦合器。該長週期光纖光柵一端連接該光耦合器，另一端則連接該輸出單元。藉由該其中一布拉格光纖光柵作為一自由端，且設置於鄰近該另一布拉格光纖光柵的位置，該另一布拉格光纖光柵則作為一量測端且對應結合於一待測物件上，藉此量測該待測物件之物理量，並透過作為該自由端之布拉格光纖光柵補償因溫度變化所產生的調變誤差，以提升量測精密度。



1：寬頻光源

2：光耦合器

3：第一布拉格光纖光柵

4：第二布拉格光纖光柵

5：長週期光纖光柵

6：調整組件

7：輸出單元

11：摻鉕光纖放大器

61：夾具

62：載具

63：調整件

611：夾持端

612：夾持端

P：待測物件

六、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量測裝置，尤其是一種具有高精確度且用來量測物件之物理量的光纖光柵量測裝置。

【先前技術】

一種習知光纖光柵量測裝置 9，係中華民國公告第 585998 號「能量調變型光纖光柵感應器」發明專利，其包含一光源 91、一光耦合器 92、一短週期布拉格光纖光柵 93 (Fiber Bragg Gratings, FBG)、一長週期光纖光柵 94 (Long Period Fiber Grating, LPG) 及一光能量電壓訊號轉換器 95，該光源 91 係選擇由一雷射二極體發出雷射光至一摻鉕光纖放大器 (Erbium Doped Fiber Amplifier, EDFA)，以自發性放射 (Amplifier Spontaneous Emission, ASE) 一窄頻光，若欲量測一待測物件的物理量 (例如：溫度)，係將該短週期布拉格光纖光柵 93 設置於該待測物件上，該光源 91 係透過光纖傳送該窄頻光至該光耦合器 92，該光耦合器 92 導引該窄頻光至該短週期布拉格光纖光柵 93，且該窄頻光經由該短週期布拉格光纖光柵 93 反射部分具特定波長之光至該光耦合器 92，該光耦合器 92 將具特定波長之光導往該長週期光纖光柵 94。

由於該待測物件會隨著自身溫度的變化而產生些許膨脹或收縮的變形，而連帶光纖伴隨著應變的產生，使得該具特定波長之反射中心波長會隨著該待測物件之應變量

改變而飄移，藉此可透過該光之反射中心波長的波長差，進而推導出該待測物件之溫度變化。又，該光能量電壓訊號轉換器 95 選自一光電二極體，該光能量電壓訊號轉換器 95 係將通過該長週期光纖光柵 94 之光能量轉換成一電壓訊號，該電壓訊號經由適當的轉換及放大後變為可容易準確量測之電壓訊號。

前述習知光纖光柵量測裝置 9 僅透過在該待測物件上設置該單一短週期布拉格光纖光柵 93 來偵測該待測物件之物理量，但卻忽略光纖自身往往也容易受外界溫度的影響而產生些許的應變，造成該光的反射中心波長會些微的飄移，導致光纖自身的應變影響到頻譜上的反射中心波長，產生量測上的誤差。基於上述原因，前述習知光纖光柵量測裝置確實有加以改善之必要。

【發明內容】

本發明係提供一種光纖光柵量測裝置，主要係針對溫度影響產生的誤差進行熱補償，進一步提升量測精確度，為主要之發明目的。

本發明係提供一種光纖光柵量測裝置，主要係依照量測需求調整量測靈敏度，以提升使用便利性，為次要之發明目的。

為達到前述發明目的，本發明所運用之技術手段及藉由該技術手段所能達到之功效包含有：

一種光纖光柵量測裝置，其包含一寬頻光源、二布拉格光纖光柵、一長週期光纖光柵、一光耦合器及一輸出單

元，該寬頻光源係經由光纖與該光耦合器相連接，該二布拉格光纖光柵亦連接該光耦合器。該長週期光纖光柵一端連接該光耦合器，另一端則連接該輸出單元。

本發明之特徵在於：藉由該其中一布拉格光纖光柵作為一自由端，且設置於鄰近該另一布拉格光纖光柵的位置，該另一布拉格光纖光柵則作為一量測端且對應結合於一待測物件上，藉此量測該待測物件之物理量（例如：應變或溫度等），並透過作為該自由端之布拉格光纖光柵補償因溫度變化所產生的調變誤差，以提升量測精密度。

另外，藉由在該長週期光纖光柵上設置一調整組件，以對該長週期光纖光柵施予一外力，使該長週期光纖光柵略為變形，藉此調整該長週期光纖光柵之穿透頻譜的波谷深度，進一步使本發明可依量測需求提供不同之量測靈敏度。

【實施方式】

為讓本發明之上述及其他目的、特徵及優點能更明顯易懂，下文特舉本發明之較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

請參照第 2 圖所示，本發明第一實施例之光纖光柵量測裝置係包含一寬頻光源 1、一光耦合器 2、一第一布拉格光纖光柵 3、一第二布拉格光纖光柵 4、一長週期光纖光柵 5、一調整組件 6 及一輸出單元 7，該寬頻光源 1 經由一光纖連接至該光耦合器 2，該第一、第二布拉格光纖光柵 3、4 亦與該光耦合器 2 相連接，該長週期光纖光柵 5 之一端連接該光耦合器 2，另一端則連接該輸出單元 7；該長週期

光纖光柵 5 設置於該調整組件 6 上，用以迫使該長週期光纖光柵 5 產生微量形變。

該寬頻光源 1 較佳係選擇可發射一寬頻光的發光元件，例如：發光二極體（LED）或雷射二極體等，或如同本實施例之發光元件亦可搭配一摻鉕光纖放大器 11（EDFA）自發性放射一寬頻光，以持續提供穩定且高功率及寬頻帶之光進行量測動作。

本實施例之第一、第二布拉格光纖光柵 3、4 係為 1×2 型態之布拉格光纖光柵中的二個光柵，該第一布拉格光纖光柵 3 係作為一量測端，且對應結合於一待測物件 P 上，該第二布拉格光纖光柵 4 則作為一自由端，設置於鄰近該第一布拉格光纖光柵 3 的位置。

本實施例之調整組件 6 選擇為一種對該長週期光纖光柵 5 施加側向壓力的微調裝置，且該長週期光纖光柵 5 亦可選擇為一外力式長週期光纖光柵，該長週期光纖光柵 5 經由該光耦合器 2 與該第一、第二布拉格光纖光柵 3、4 相連接。該調整組件 6 包含一夾具 61、一載具 62 及一調整件 63，該夾具 61 設有一二夾持端 611、612，該二夾持端 611、612 係分別夾固於該載具 62 之相對二端，以進一步將該載具 62 固定於該夾具 61 上，該長週期光纖光柵 5 設置於該載具 62 之一側面。該調整件 63 選自一螺桿，該調整件 63 螺合於該夾具 61 之一側，且該調整件 63 之一端穿過該夾具 61 並抵壓於該載具 62 之側面。

本發明第一實施例係可用來量測該待測物件 P 之諸多物理量（例如：溫度或應變等），本實施例係以量測該待測

物件 P 之應變量作為一實施範例。

該寬頻光源 1 係持續朝該光耦合器 2 提供該寬頻光；該光耦合器 2 導引該寬頻光至該第一、第二布拉格光纖光柵 3、4，該第一、第二布拉格光纖光柵 3、4 分別將該寬頻光中具有一第一預定波長 T 及一第二預定波長 M 之光反射通過該光耦合器 2，並穿過該長週期光纖光柵 5 被該輸出單元 7 接收，本實施例之輸出單元 7 可選擇為一頻譜儀，以透過該頻譜儀觀察該光之反射中心波長及穿透中心波長的飄移變化。又，該輸出單元 7 除了為頻譜儀之外亦可選擇為其他輸出設備，例如：經由光電二極體將光能量轉換為電壓或電流訊號等方式輸出，均屬本發明之技術範疇內。

請參照第 3 及 4 圖所示，隨著該待測物件 P 受到外力或溫度等因素而產生應變，使得該第一布拉格光纖光柵 3 亦具有相同之應變量，造成該第一布拉格光纖光柵 3 之柵間寬度改變，導致該具第一預定波長 T 之反射中心波長會產生飄移，如第 4 圖所示，圖中代表應變量之反射中心波長係自該第一預定波長 T 的位置向右飄移另一波長位置 T'，其二者之間形成一波長差 ($T'-T$)，由於該反射中心波長的飄移量與該待測物件 P 的應變量之間具有一定的比例關係，如此即可透過飄移後與飄移前的波長差推導得知該待測物件 P 的應變量。

另外，由於該待測物件 P 及光纖可能會因為環境溫度的改變，而分別依照自身熱膨脹係數而有膨脹或收縮變形產生，造成該待測物件 P 及光纖產生應變，如此一來容易導致上述量測結果可能受到環境溫度的影響而有誤差的產

生。

請參照第 5 圖所示，本發明藉由額外將該第二布拉格光纖光柵 4 設置於鄰近該待測物件 P 的位置，該第一、二布拉格光纖光柵 3、4 因環境溫度改變而產生之應變量幾乎相同，造成該第二布拉格光纖光柵 4 之柵間寬度亦相對改變，以致該第二布拉格光纖光柵 4 之反射中心波長會產生飄移；再者，由於該第一、第二布拉格光纖光柵 3、4 同時接收該寬頻光源 1 所發出之寬頻光，使得該第一、第二布拉格光纖光柵 3、4 之反射中心波長的能量總和為一定值，藉此當該第二布拉格光纖光柵 4 之反射中心波長產生飄移時，會連動該第一布拉格光纖光柵 3 之反射中心波長產生相同方向及波長差的飄移，如第 5 圖所示，在量測該待測物件 P 的過程中，若環境溫度的影響導致光纖光柵產生應變，圖中代表溫度之反射中心波長係自該第二預定波長 M 的位置向左飄移另一波長 M'，同時該代表應變之反射中心波長亦隨著該代表溫度之反射中心波長向左飄移，且該代表溫度之反射中心波長與代表應變之反射中心波長的飄移量 (M'-M) 為相同，藉由該第二布拉格光纖光柵 4 感測該待測物件 P 週遭的溫度，即使溫度的改變造成光纖光柵的變形，本發明也能自動補償因溫度變化所產生的中心波長變化，進一步有效提升量測該待測物件 P 之應變量的精確度。

再者，請參照第 6 至 8 圖所示，在量測該待測物件 P 之應變量的過程中，藉由該調整組件 6 對該長週期光纖光柵 5 施予一側向壓力，以便該長週期光纖光柵 5 略為形成

彎折變形，進一步改變該長週期光纖光柵 5 之柵間寬度來調整該長週期光纖光柵 5 之穿透頻譜的波谷深度（如第 8 圖所示）。由於該長週期光纖光柵 5 會過濾部分該第一、第二布拉格光纖光柵 3、4 之反射波，故當該代表溫度之反射中心波長與代表應變之反射中心波長在頻譜儀上飄移時，會沿著該長週期光纖光柵 5 的穿透波形移動，本發明利用使該長週期光纖光柵 5 產生變型來改變該長週期光纖光柵 5 之穿透波形的斜率，若斜率越大表示單位波長內的能量波動越大，亦表示量測靈敏度越高，藉此調整本發明量測該待測物件 8 物理量的靈敏度，以提供不同之量測靈敏度。

請參照第 9 圖所示，係揭示本發明第二實施例之光纖光柵量測裝置，相較於第一實施例，本發明第二實施例之第一、第二布拉格光纖光柵 3、4 係共同構成爲 2 X 2 型態之布拉格光纖光柵，其中該第一布拉格光纖光柵 3 係對應結合於一待測物件 P 上，該第二布拉格光纖光柵 4 則設置於鄰近該第一布拉格光纖光柵 3 之位置。藉此，使得該第二布拉格光纖光柵 4 可用來補償該第一布拉格光纖光柵 3 因溫度變化所產生的反射中心波長變化，避免溫度的改變造成量測誤差的情況發生，進一步有效提升量測精確度。

又，請參照第 9 至 11 圖所示，本實施例之調整組件 8 選擇爲一種對該長週期光纖光柵 5 施加軸向拉伸力的微調裝置，該調整組件 8 包含一套筒 81、一載具 82 及二調整件 83，該套筒 81 具有一內部空間 810，該載具 82 容設於該內部空間 810 中，且該長週期光纖光柵 5 設置於該載具 82 之一側面；該調整件 83 選擇爲一螺蓋，該二調整件 83

係分別結合於該套筒 81 之二端開口，且該載具 82 之二端亦分別固定於該調整件 83 之端部。在量測該待測物件 P 之應變量的過程中，藉由該調整件 83 相對該套筒 81 的軸向移動，連動該載具 82 形成拉伸變形，以對該長週期光纖光柵 5 施予一軸向拉伸力，以改變該長週期光纖光柵 5 之柵間寬度，以調整該長週期光纖光柵 5 之穿透頻譜的波谷深度（如第 8 圖所示），藉此使本發明可依需求提供不同之量測靈敏度。

雖然本發明已利用上述較佳實施例揭示，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者在不脫離本發明之精神和範圍之內，相對上述實施例進行各種更動與修改仍屬本發明所保護之技術範疇，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖：習知光纖光柵量測裝置之架構示意圖。

第 2 圖：本發明光纖光柵量測裝置第一實施例之架構示意圖。

第 3 圖：本發明光纖光柵量測裝置第一實施例之頻譜圖。

第 4 圖：本發明光纖光柵量測裝置第一實施例待測物件受外力產生應變之頻譜圖。

第 5 圖：本發明光纖光柵量測裝置第一實施例受溫度改變使代表溫度之反射中心波長飄移及代表應變之反射中心波長的補償飄移之頻譜圖。

第 6 圖：本發明光纖光柵量測裝置第一實施例之調整組

件局部放大及示意圖。

第 7 圖：本發明光纖光柵量測裝置第一實施例之調整組件側向彎折待測物件之作動示意圖。

第 8 圖：本發明光纖光柵量測裝置第一實施例之長週期光纖光柵受彎折的穿透頻譜圖。

第 9 圖：本發明光纖光柵量測裝置第二實施例之架構示意圖。

第 10 圖：本發明光纖光柵量測裝置第二實施例之調整組件局部放大及示意圖。

第 11 圖：本發明光纖光柵量測裝置第二實施例之調整組件軸向拉伸待測物件之作動示意圖。

【主要元件符號說明】

〔本發明〕

1	寬頻光源	11	摻鉕光纖放大器
2	光耦合器	3	第一布拉格光纖光柵
4	第二布拉格光纖光柵	5	長週期光纖光柵
6	調整組件	61	夾具
611	夾持端	612	夾持端
62	載具	63	調整件
7	輸出單元	8	調整組件
81	套筒	82	載具
83	調整件	P	待測物件

〔習知〕

- 9 習知光纖光柵量測裝置 91 光源
92 光耦合器
93 短週期布拉格光纖光柵 94 長週期光纖光柵
95 光能量電壓訊號轉換器

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98114828

※申請日：98.5.05

※IPC 分類：

G02B 6/34 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光纖光柵量測裝置 / Fiber Optic Sensor Device

二、中文發明摘要：

一種光纖光柵量測裝置，其包含一寬頻光源、二布拉格光纖光柵、一長週期光纖光柵、一光耦合器及一輸出單元，該寬頻光源係經由光纖與該光耦合器相連接，該二布拉格光纖光柵亦連接該光耦合器。該長週期光纖光柵一端連接該光耦合器，另一端則連接該輸出單元。藉由該其中一布拉格光纖光柵作為一自由端，且設置於鄰近該另一布拉格光纖光柵的位置，該另一布拉格光纖光柵則作為一量測端且對應結合於一待測物件上，藉此量測該待測物件之物理量，並透過作為該自由端之布拉格光纖光柵補償因溫度變化所產生的調變誤差，以提升量測精密度。

三、英文發明摘要：

A fiber optic sensor device comprises a light source, two FBGs, a LPG, a coupler and an output unit, the light source and the two FBGs are connected with the coupler separately. One end of the LPG is connected to the coupler, and the other end of the

LPG is coupled with the output unit. One of the FBGs arranged adjacent to the other FBG is operated as a free terminal, the other FBG coupled on an object is operated as a measuring terminal. Consequently, when the measuring terminal detects a strain of the object, the free terminal detects the temperature near the measuring terminal simultaneously to compensate the difference caused by the temperature for enhancing measuring accuracy.

七、申請專利範圍：

- 1、一種光纖光柵量測裝置，其包含一寬頻光源、一長週期光纖光柵、一光耦合器及一輸出單元，該寬頻光源係經由光纖與該光耦合器相連接，該長週期光纖光柵一端連接該光耦合器，另一端則連接該輸出單元，其特徵在於：該長週期光纖光柵經由該光耦合器另連接二布拉格光纖光柵，該其中一布拉格光纖光柵係作為一自由端，且設置於鄰近該另一布拉格光纖光柵的位置，該另一布拉格光纖光柵作為一量測端且對應結合於一待測物件上，以量測該待測物件之物理量。
- 2、依申請專利範圍第 1 項所述之光纖光柵量測裝置，其中另設有一調整組件，該長週期光纖光柵設置於該調整組件上。
- 3、依申請專利範圍第 2 項所述之光纖光柵量測裝置，其中該調整組件包含一夾具、一載具及一調整件，該載具固定於該夾具的二夾持端之間，該長週期光纖光柵設置於該載具之一側面，該調整件螺合於該夾具上，且該調整件之一端穿過該夾具並抵壓於該載具之側面。
- 4、依申請專利範圍第 3 項所述之光纖光柵量測裝置，其中該調整件係為一螺桿。
- 5、依申請專利範圍第 2 項所述之光纖光柵量測裝置，其中該調整組件包含一套筒、一載具及二調整件，該二調整件分別結合於該套筒二端，該載具容設於該套筒內，且該載具之二端分別固定於該調整件之端部，該長週期光

纖光柵則設置於該載具之一側面。

- 6、依申請專利範圍第 5 項所述之光纖光柵量測裝置，其中該二調整件係分別為一螺蓋。
- 7、依申請專利範圍第 1、2、3、4、5 或 6 項所述之光纖光柵量測裝置，其中該寬頻光源係為一發光二極體或一雷射二極體。
- 8、依申請專利範圍第 1、2、3、4、5 或 6 項所述之光纖光柵量測裝置，其中該寬頻光源係為一發光二極體或一雷射二極體配合一摻鉕光纖放大器，以自發性放射一寬頻光。
- 9、依申請專利範圍第 1、2、3、4、5 或 6 項所述之光纖光柵量測裝置，其中該長週期光纖光柵係為一外力式長週期光纖光柵。
- 10、依申請專利範圍第 1、2、3、4、5 或 6 項所述之光纖光柵量測裝置，其中該輸出單元係為一頻譜儀或一光電二極體。

八、圖式：

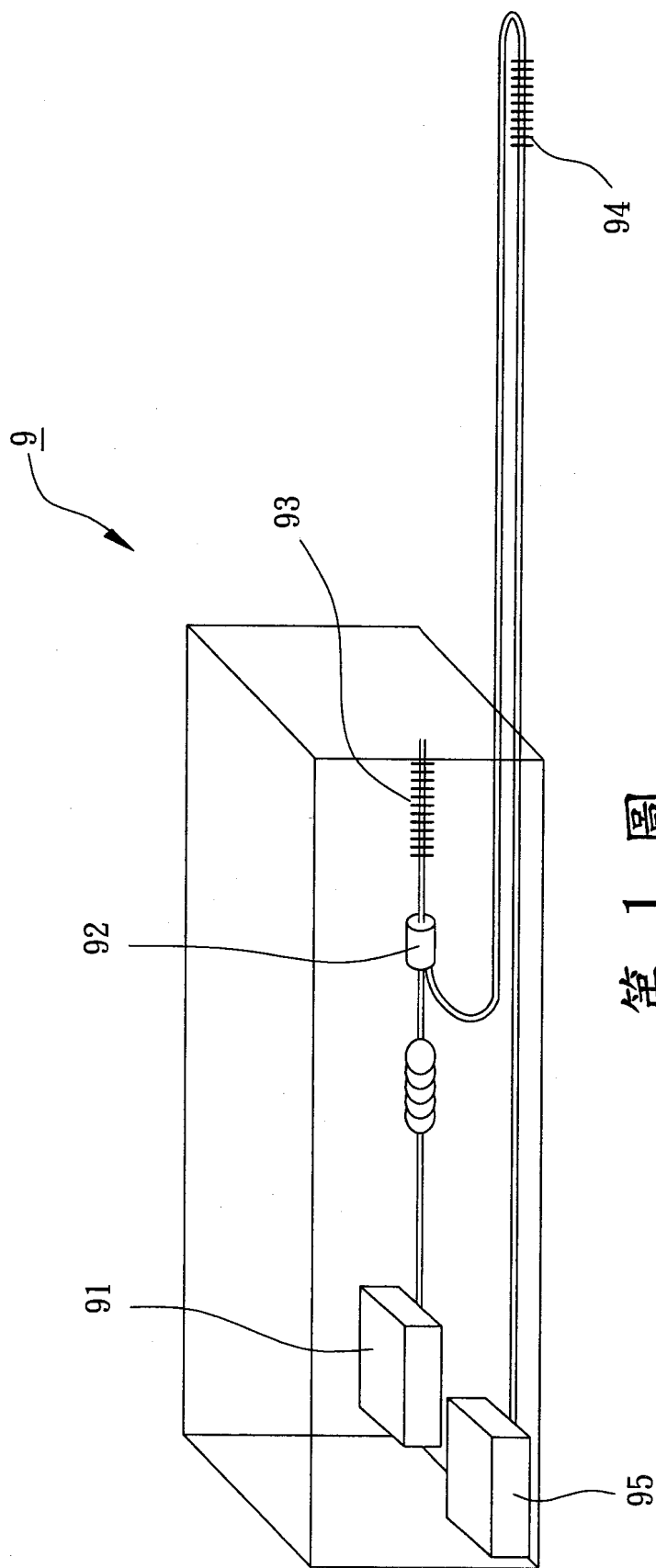
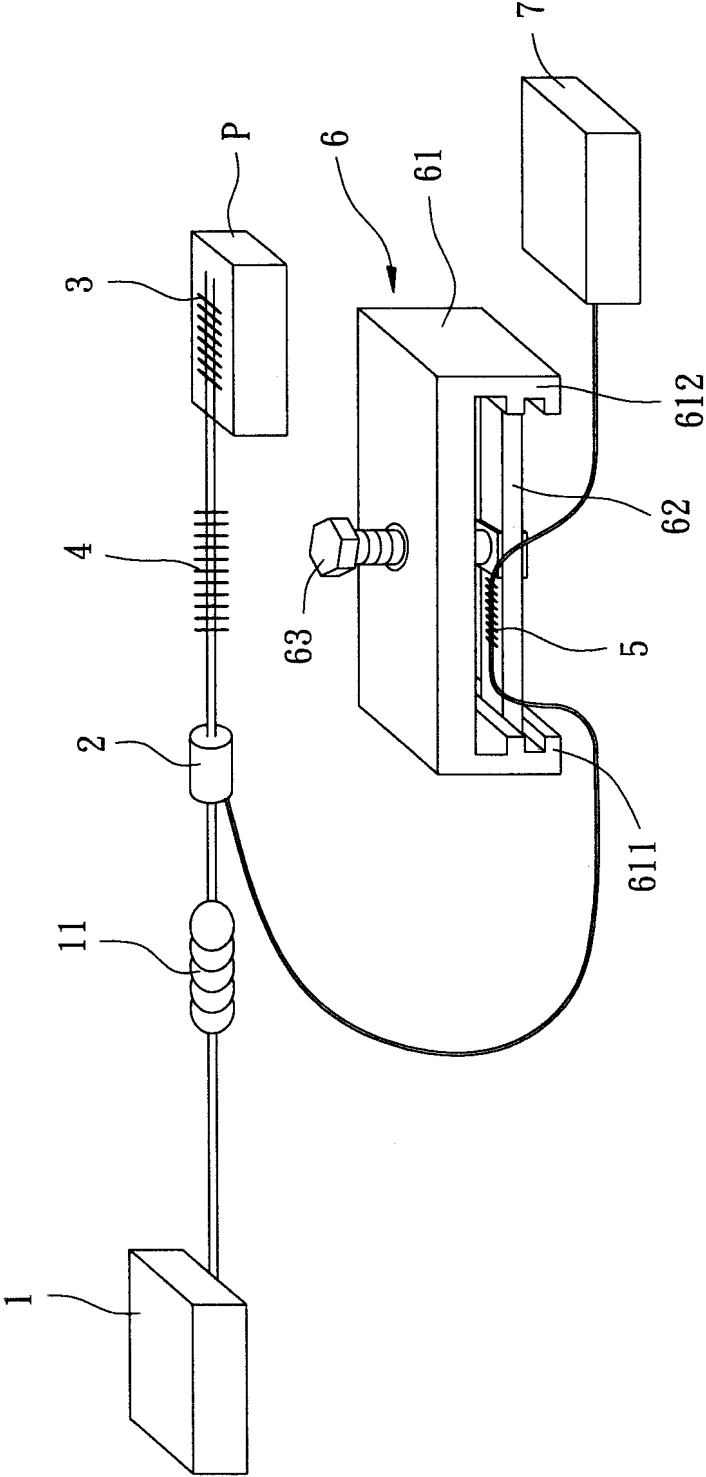
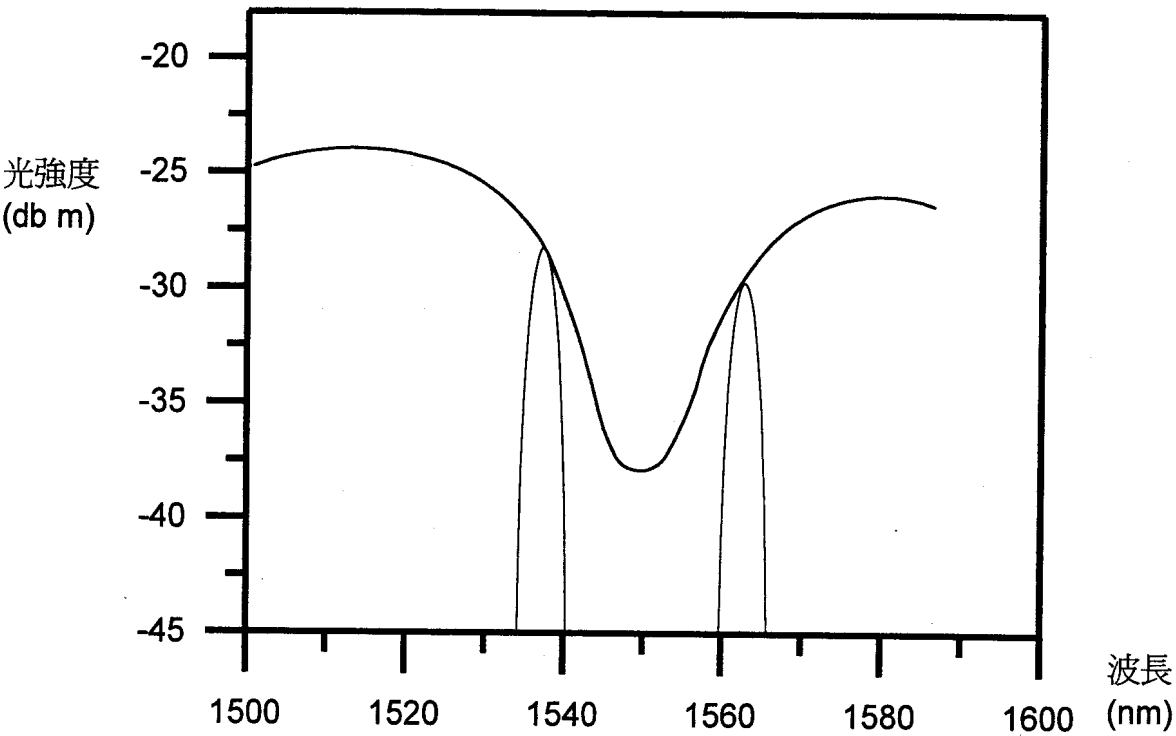


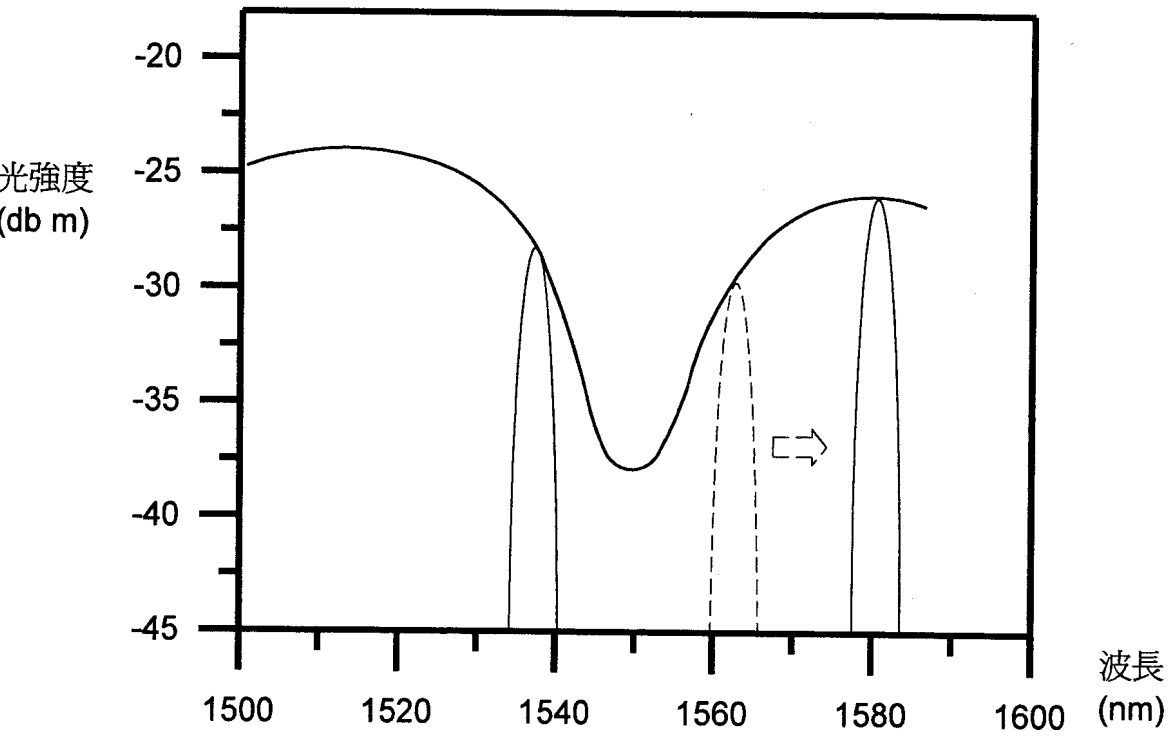
圖 1 習第



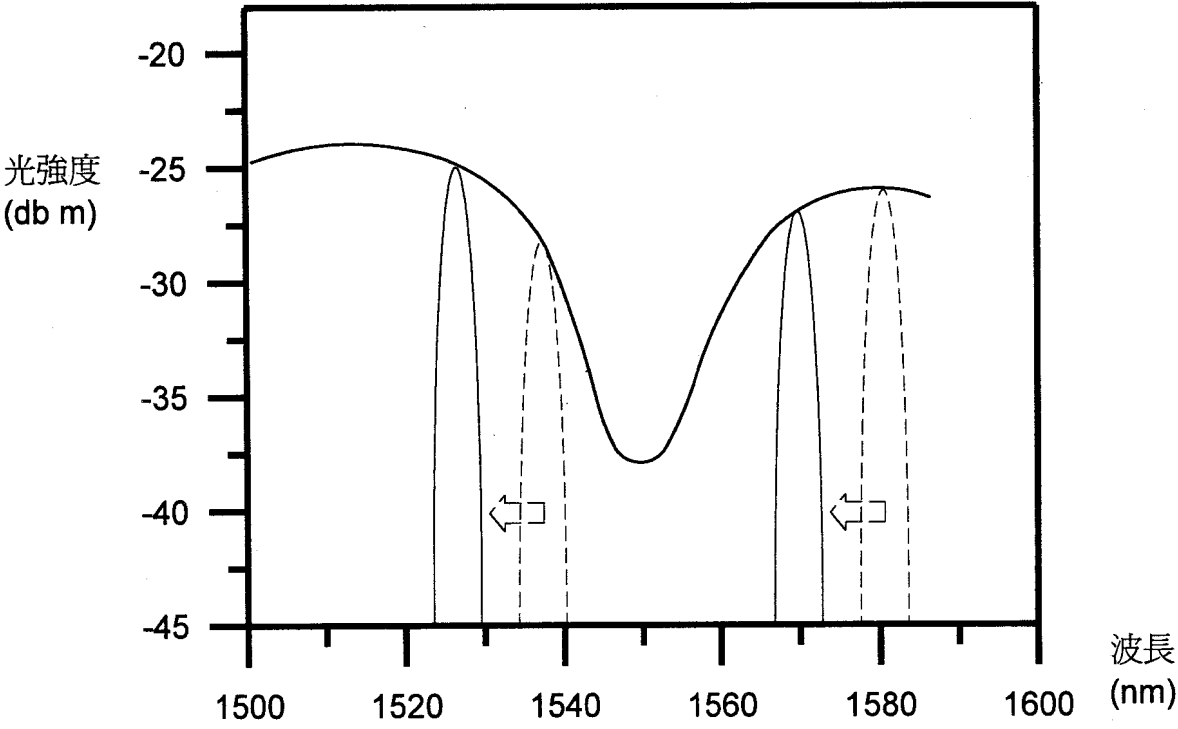
第 2 圖



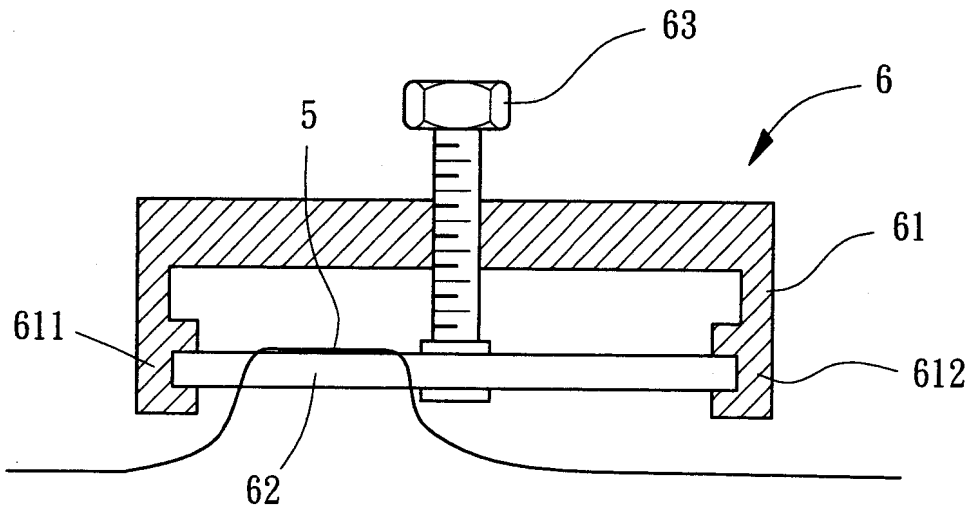
第 3 圖



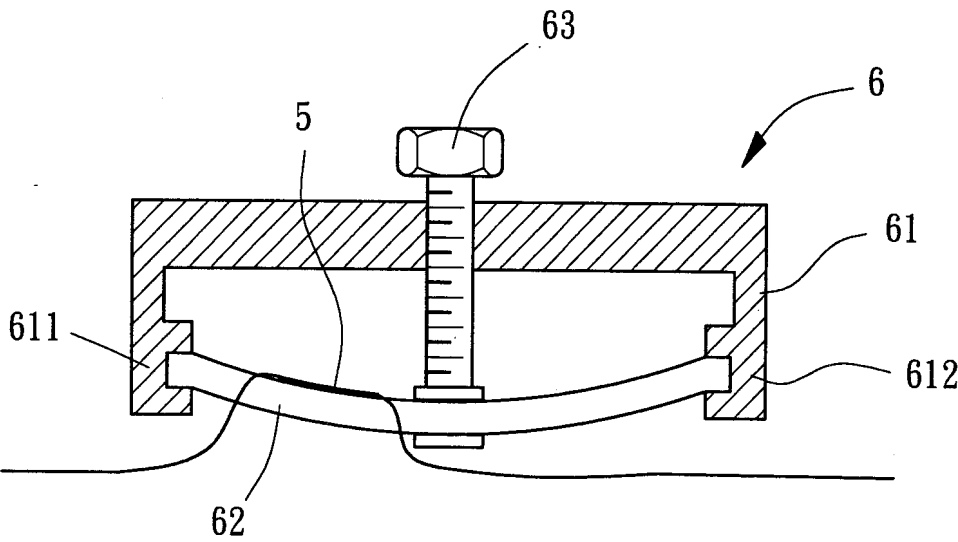
第 4 圖



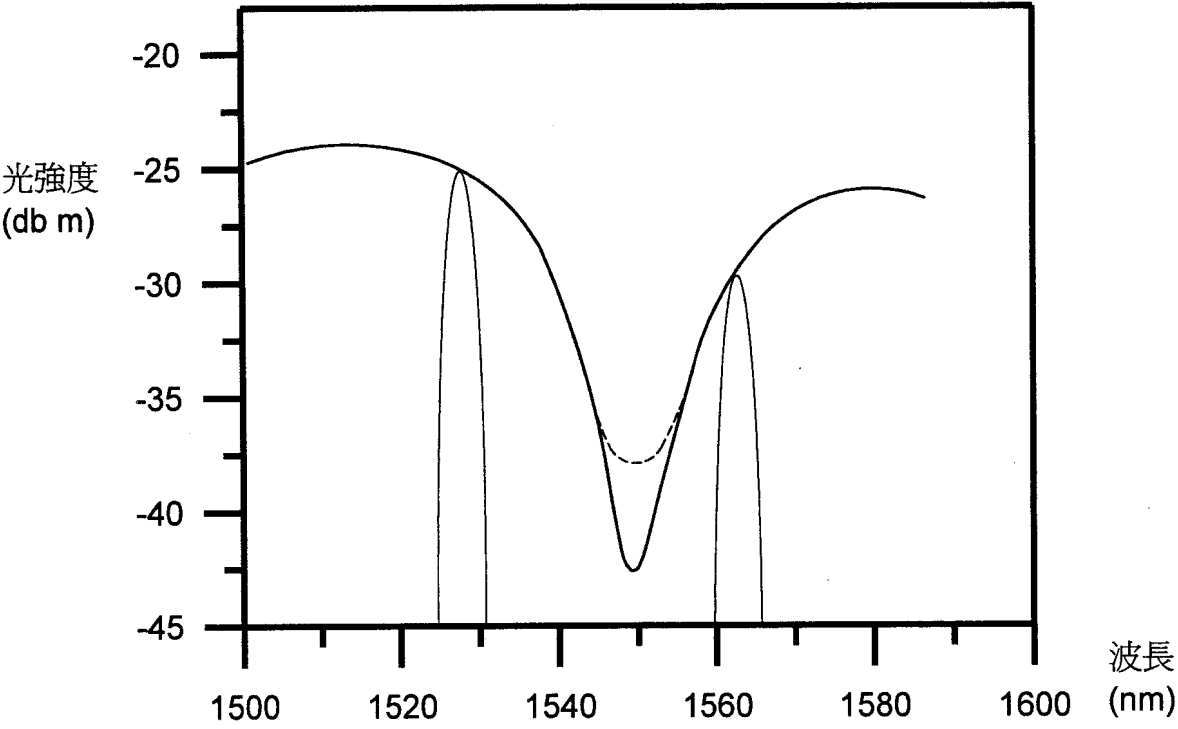
第 5 圖



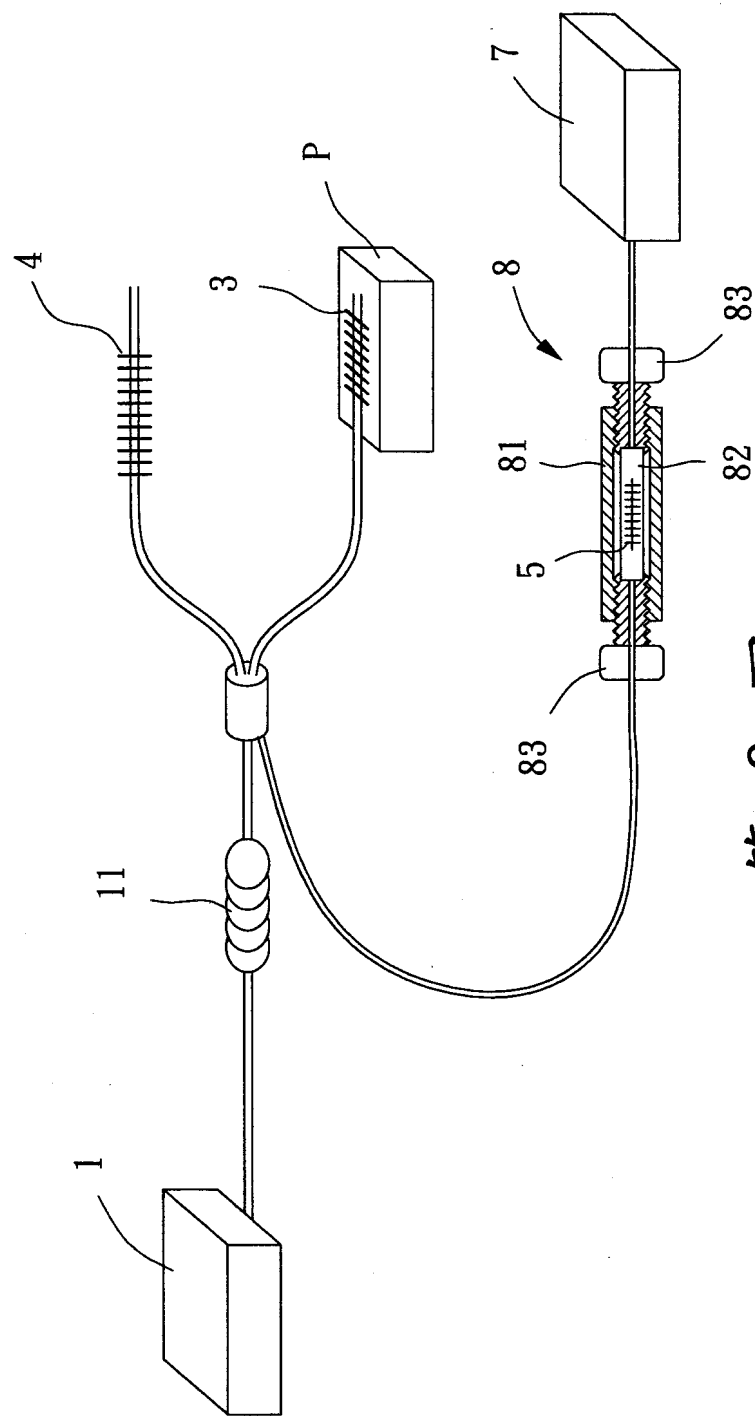
第 6 圖



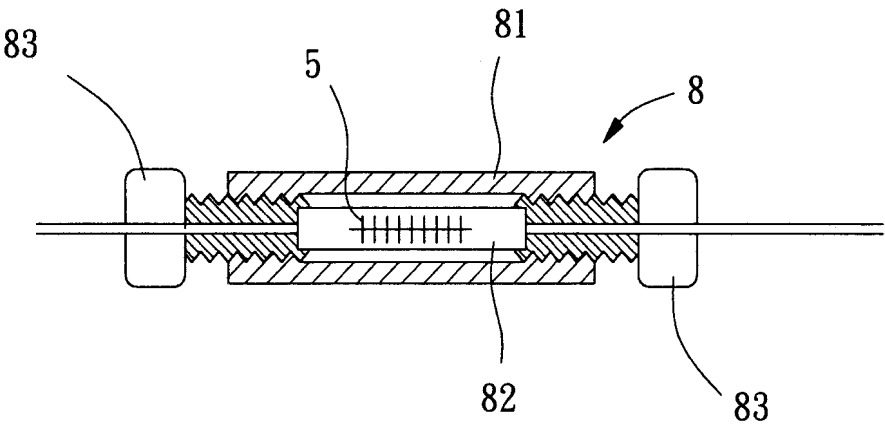
第 7 圖



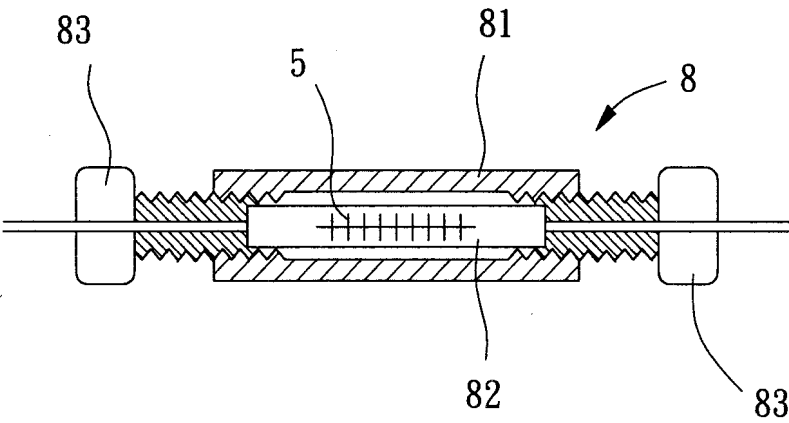
第 8 圖



第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | | | |
|-----|-----------|-----|-----------|
| 1 | 寬頻光源 | 11 | 摻鉕光纖放大器 |
| 2 | 光耦合器 | 3 | 第一布拉格光纖光柵 |
| 4 | 第二布拉格光纖光柵 | 5 | 長週期光纖光柵 |
| 6 | 調整組件 | 61 | 夾具 |
| 611 | 夾持端 | 612 | 夾持端 |
| 62 | 載具 | 63 | 調整件 |
| 7 | 輸出單元 | P | 待測物件 |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)