

發明專利說明書 200535455

(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：93111846

※ 申請日期：93.4.28

※IPC 分類：G02B7/20

**壹、發明名稱：**(中文/英文)

具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統

/ Self-healing fiber bragg grating sensor system

**貳、申請人：**(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學 / National Chiao Tung University

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

**參、發明人：**(共3人)

姓名：(中文/英文) ID：

1. 祁 蛙 / Sien Chi

2. 彭朋群 / Peng-Chun Peng

3. 林炫標 / Wen-Piao Lin

住居所地址：(中文/英文)

1. 新竹市建中一路25號9樓之1

2. 台北縣中和市秀朗路三段70巷41號五樓

3. 彰化縣彰化市彰美路一段132巷111號

國籍：(中文/英文)

1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項  第一款但書或  第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利  主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

### 伍、中文發明摘要：

本發明係一種具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其係包括有一中央控制室、一以上之網路節點、一以上之 2x2 光開關以及一以上之光纖布拉格光柵所構成，可使本發明利用光開關設計網路節點，而當感測系統發生光纖斷路時，可利用網路節點提供不同路徑來偵測感測訊號，使系統不會因光纖斷路而無法工作，大幅提昇了系統自我修復能力。此外本發明使用光纖雷射的架構可大幅提升系統的訊雜比與功率輸出，所以本發明的研究動機即是設計出低成本高容量且具有自我修復能力之光纖感測系統，可實際應用在航空工程、土木工程與生物醫學上，而有助於各產業在此領域之發展。

### 陸、英文發明摘要：

The present invention is a self-healing fiber bragg grating sensor system which comprises a central control room, at least one network node, at least one 2x2 optical switch and at least one fiber bragg grating. The network node can be made of optical switch. When the fiber for the sensor system is broken, sensing signals are detected in different paths provided by the network nodes to avoid stop working once the fiber is broken so that the self-healing ability of the system is greatly improved. Besides, by using the structure of fiber laser in the present invention, the power output and the signal-to-noise ratio can be

greatly increased. Accordingly, the present invention is to design a fiber sensor system with low cost and high capacity and with capability of self-healing.

**柒、指定代表圖：**

- (一)本案指定代表圖為：第(1)圖。
- (二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

中央控制室 1

網路節點 2

2x2 光開關 3

光纖布拉格光柵 4

**捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**

## 玖、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，尤指一種利用星-匯流排(BUS)-環狀的網路架構，來大幅提高當光纖發生斷路時的系統自我修復能力；並且使用分時多工的方式，有效的提高系統感測容量。

### 【先前技術】

光纖布拉格光柵 (Fiber Bragg Grating; FBG)，近年來成為光纖感測領域的重要光學元件。其特性為當外界應力變化加諸於此光纖光柵時，其反射的波長 (Bragg Wavelength) 就會變化，使得這種光學元件所製成的感測器可以廣泛地應用量測應變。按，一般習用者如 M. A. Davis 於 1996 年 Electronics Letters 第 32 卷第 1393-1394 頁的論文中提出利用 1 對 4 與 1 對 2 的光電開關來增加光纖感測的容量達 60 點，採用分時多工的方式增加感測數量；雖然此方法可增加感測數目，但將光纖感測器放在同一條光纖上，如發生光纖斷線時系統將不易修復。

再如 A. D. Kersey 於 1997 年 Journal of Lightwave Technology 第 15 卷第 1442-1463 頁的論文中提出利用星狀或樹狀的網路架構佈放光纖感測器，此種方式雖可

增加光纖感測系統的容量，但是此兩種網路架構在光纖發生斷線時無法以其他光路徑來偵測感測訊號。

又如 V. Montoya 於 2000 年 IEEE Photonics Technology Letters 第 12 卷第 1270 -1272 頁的論文中提出利用匯流排(BUS)狀的網路架構佈放光纖感測器增加光纖感測的數量，但是此種架構仍未考慮當網路發生斷路時如何即時修復系統。

另如 P. C. Peng 於 2003 年 IEEE Photonics Technology Letters 第 15 卷第 275-277 頁的論文，為本實驗室先前提出之技術，利用環狀的網路佈放光纖感測器，此種架構雖具有自我修復能力，但是當網路發生兩點或兩點以上的斷點，系統仍無法自行修復，相較於本專利利用網路節點的方式可大幅提高系統自行修復之能力。

所以就上述觀之，一般傳統式光纖布拉格光柵感測系統，為利用寬頻光源進入光纖布拉格光柵，再量測其反射頻譜的變化，在一般的分波多工系統中其放置感測點的數目會受限於寬頻光源的頻寬與功率，且該光纖感測系統並未設計當光纖系統發生光纖斷線或元件損毀時，系統如何即時自行修復。

#### 【發明內容】

為解決上述習用之缺失，因此本發明之主要目的係在於，可改變以往感測器佈放的架構，利用星-匯流排

(BUS)-環狀的網路架構，大幅提昇系統自我修復能力。

本發明之另一目的係在於，可讓系統具有自我修復能力，且利用分時多工的方式，提昇感測數目。

本發明之再一目的係在於，可利用光纖雷射的架構開發感測系統，因此具有高功率輸出與高訊雜比等優點，因此系統可適用於大範圍與遠距離感測。

為達上述之目的，本發明係一種具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其係由一用以提供光源與監測感測訊號之中央控制室；一以上與中央控制室連接作為保護網路之網路節點；一以上設置於各網路節點間用以控制光的路徑達到分時多工效果之 2x2 光開關；以及一以上分別與 2x2 光開關連接之光纖布拉格光柵所構成。可利用星-匯流排(BUS)-環狀的網路架構，來大幅提高當光纖發生斷路時的系統自我修復能力；並且使用分時多工的方式，有效的提高系統感測容量。

#### 【實施方式】

請參閱『第 1~8 圖』所示，係本發明光纖布拉格光柵感測系統之示意圖、本發明網路節點之架構圖示意圖、本發明偵測感測區域之路徑示意圖、本發明光纖斷線在匯流排(BUS)狀網路之示意圖、本發明當光纖斷線在星狀網路之示意圖、本發明實驗驗證光纖感測系統之示意圖、本發明 S6 與 S7 發生斷路時路徑 1 可調濾波器所探知 S7 至 S10 之訊號示意圖、本發明路徑 2 調整可調濾



波器所探知 S1 至 S6 之訊號示意圖。如圖所示：本發明一種具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其係由一中央控制室 1、一以上之網路節點 2、一以上之 2x2 光開關 3、以及一以上之光纖布拉格光柵 4 所構成。可利用星-匯流排(BUS)-環狀的網路架構，來大幅提高當光纖發生斷路時的系統自我修復能力；並且使用分時多工的方式，有效的提高系統感測容量。

請參閱第 1 圖、第 2 圖所示，上述所提之中央控制室 1 係用以提供光源與監測感測訊號。

該一以上之網路節點 2 係分別與上述之中央控制室 1 連接，係用以作為保護網路之用，各網路節點 2 主要係由一以上之 1x2 光開關 2 1 所組成。

該一以上之 2x2 光開關 3 係分別設置於上述各網路節點 2 之間，係用以控制光的路徑達到分時多工的效果。

該一以上之光纖布拉格光柵 4 係分別與上述之 2x2 光開關 3 連接，而各光纖布拉格光柵 4 係可以星狀網路架構、匯流排(Bus) 狀網路架構及環狀網路架構與 2x2 光開關連接來達到分時多工的效果。如是，藉由上述之結構構成一全新之具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統。

請參閱第 3 圖所示，係為說明利用匯流排狀網路架構來達到分時多工的效果，其中  $S_m$  ( $m=1\sim 10$ ) 為不同波長之光纖布拉格光柵 4，虛線為光的路徑圖，而圖中之(a)

為當偵測感測區域 1 時的光路徑圖，(b)為當偵測感測區域 2 時的光路徑圖。如第 4 圖所示，為當匯流排狀網路架構發生光纖斷線的情形，當發生光纖斷線時，本發明依然可以利用網路節點來分別偵測區域 3 與 4 的感測訊號。

而第 5 圖係為本發明星狀的網路架構發生斷線時，利用網路節點 2 重新安排新路徑圖。因此本發明不會因網路斷線造成系統完全無法工作。

但是由於在網路中使用多個光開關會造成感測訊號的功率與訊雜比降低，因此本發明之中央控制室 1 係採用光纖雷射的架構來提高訊號強度，如第 6 圖所示，該中央控制室 1 係由一光纖反射鏡 1 1、一與該光纖反射鏡 1 1 連接之光纖放大器 1 2、一與該光纖放大器 1 2 連接之可調濾波器 1 3、一與可調濾波器 1 3 連接之 1x2 光開關 1 4，此開關可進一步為 1xN 光開關、一與該光纖反射鏡 1 1 連接之光偵測器 1 5、以及一與可調濾波器 1 3 及光偵測器 1 5 連接之微電腦控制器 1 6 所組成；其中該光纖反射鏡 1 1 係由一 2x2 光耦合器 1 1 1 與一光偏極控制元件 1 1 2 組成，該光纖反射鏡 1 1 之反射率可以使用光偏極控制元件 1 1 2 作調整，而該光纖放大器 1 2 係為摻鉍光纖放大器，當可調濾波器 1 3 與光纖布拉格光柵 4 之波長一致時，就會產生雷射訊號輸出至光偵測器 1 5，因此我們可以由雷射訊號的輸出

波長得知感測訊號。光纖布拉格光柵 4 其波長由 S1 到 S10 其順序為 1538.58, 1540.14, 1542.81, 1544.28, 1546.65, 1548.42, 1550.43, 1552.38, 1554.39, 1556.37 nm；第 7 圖為當 S6 與 S7 發生斷路時由路徑 1 調整可調濾波器所探知的 S7 至 S10 之訊號；第 8 圖為由路徑 2 調整可調濾波器所探知 S1 至 S6 之訊號。因此我們可由第 7 圖~第 8 圖可驗證系統之可行性。

綜上所述，本發明具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統可有效改善習用之種種缺點，使其具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統之構造達到利用星-匯流排(BUS)-環狀的網路架構，來大幅提高當光纖發生斷路時的系統自我修復能力；並且使用分時多工的方式，有效的提高系統感測容量之功效，進而使本發明之產生能更進步、更實用、更符合使用者之所須，確已符合新型專利申請之要件，爰依法提出專利申請，尚請 貴審查委員撥冗細審，並盼早日准予專利以勵發明，實感德便。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍；故，凡依本發明申請專利範圍及發明說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆應仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖，係本發明光纖布拉格光柵感測系統之示意圖。

第 2 圖，係本發明網路節點之架構圖示意圖。

第 3 圖，係本發明偵測感測區域之路徑示意圖。

第 4 圖，係本發明光纖斷線在匯流排(BUS)狀網路之示意圖。

第 5 圖，係本發明當光纖斷線在星狀網路之示意圖。

第 6 圖，係本發明實驗驗證光纖感測系統之示意圖。

第 7 圖，係本發明 S6 與 S7 發生斷路時路徑 1 可調濾波器所探知 S7 至 S10 之訊號示意圖。

第 8 圖，係本發明路徑 2 調整可調濾波器所探知 S1 至 S6 之訊號示意圖。

【元件標號對照】

中央控制室 1

光纖反射鏡 1 1

2x2 光耦合器 1 1 1

光偏極控制元件 1 1 2

光纖放大器 1 2

可調濾波器 1 3

1x2 光開關 1 4

光偵測器 1 5

微電腦控制器 1 6

網路節點 2

1x2 光開關 2 1

2x2 光開關 3

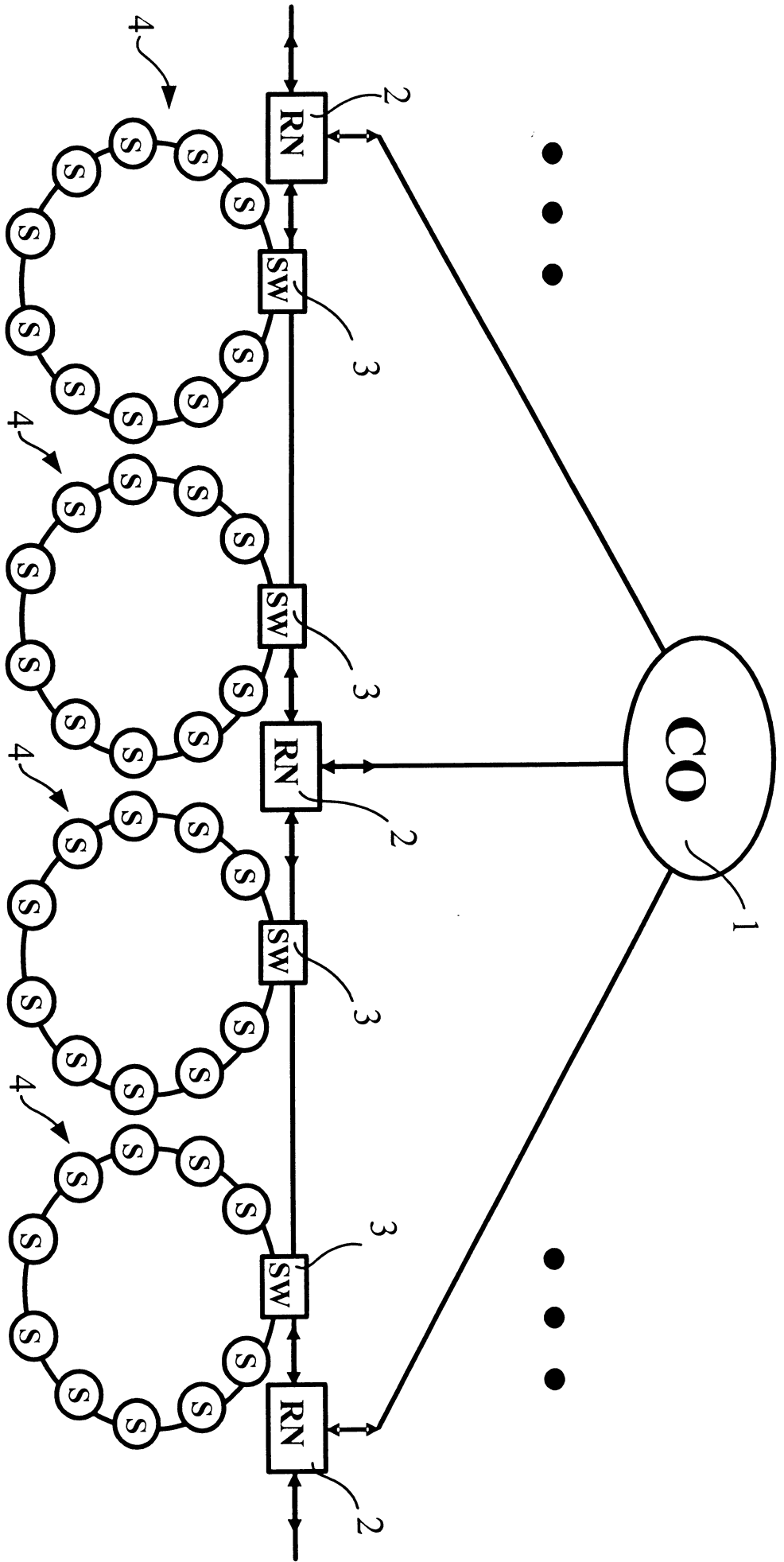
光纖布拉格光柵 4

拾、申請專利範圍：

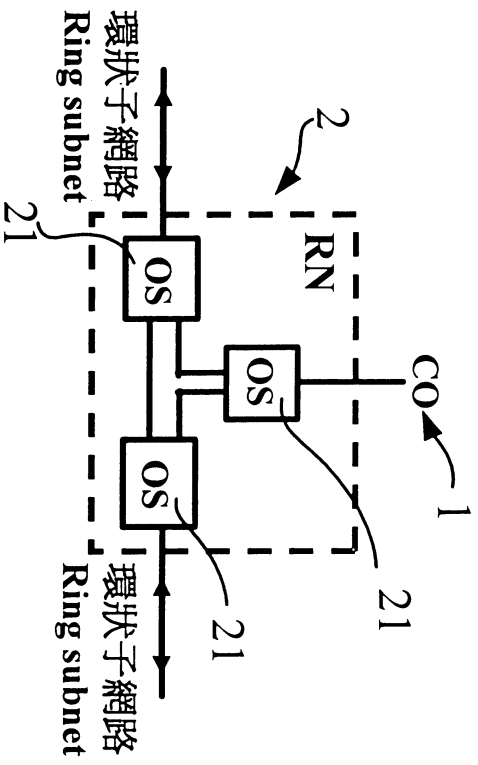
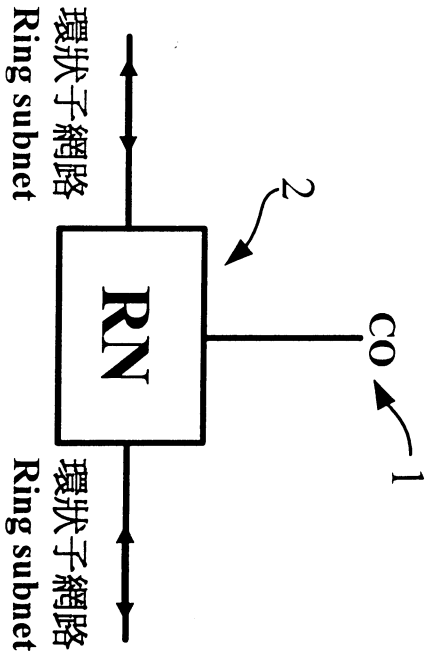
1. 一種具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其包括有：
  - 一中央控制室，係用以提供光源與監測感測訊號；
  - 一以上之網路節點，各網路節點係分別與上述之中央控制室連接，係用以作為保護網路之用；
  - 一以上之 2x2 光開關，各 2x2 光開關係分別設置於上述各網路節點之間，係用以控制光的路徑達到分時多工的效果；以及
  - 一以上之光纖布拉格光柵，係分別與上述之 2x2 光開關連接。
2. 依據申請專利範圍第 1 項所述之具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其中，該中央控制室係由一光纖反射鏡、一與該光纖反射鏡連接之光纖放大器、一與該光纖放大器連接之可調濾波器、一與可調濾波器連接之 1xN 光開關、一與該光纖反射鏡連接之光偵測器、以及一與可調濾波器及光偵測器連接之微電腦控制器所組成。
3. 依據申請專利範圍第 2 項所述之具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其中，該光纖反射鏡係由一 2x2 光耦合器與一光偏極控制元件組成。
4. 依據申請專利範圍第 2 項所述之具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其中，該光纖放大器係為摻鉍光纖放大器。
5. 依據申請專利範圍第 1 項所述之具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其中，該網路節點主要係由

一以上之 1x2 光開關所組成。

6. 依據申請專利範圍第 1 項所述之具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其中，該光纖布拉格光柵係可以星狀網路架構與 2x2 光開關連接來達到分時多工的效果。
7. 依據申請專利範圍第 1 項所述之具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其中，該光纖布拉格光柵係可以匯流排(Bus)狀之網路架構與 2x2 光開關連接來達到分時多工的效果。
8. 依據申請專利範圍第 1 項所述之具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統，其中，該光纖布拉格光柵係可以環狀之網路架構與 2x2 光開關連接來達到分時多工的效果。

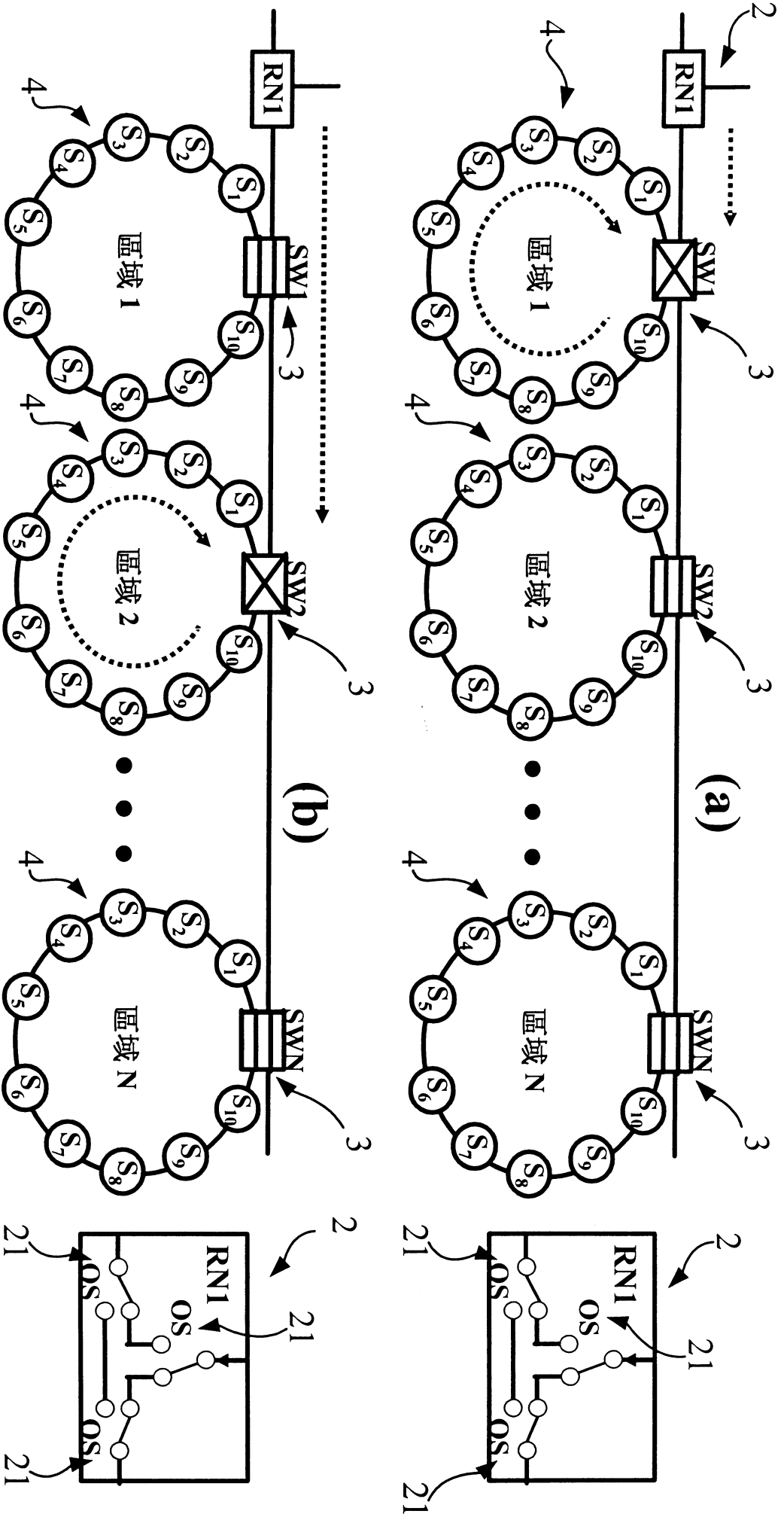


第 1 圖

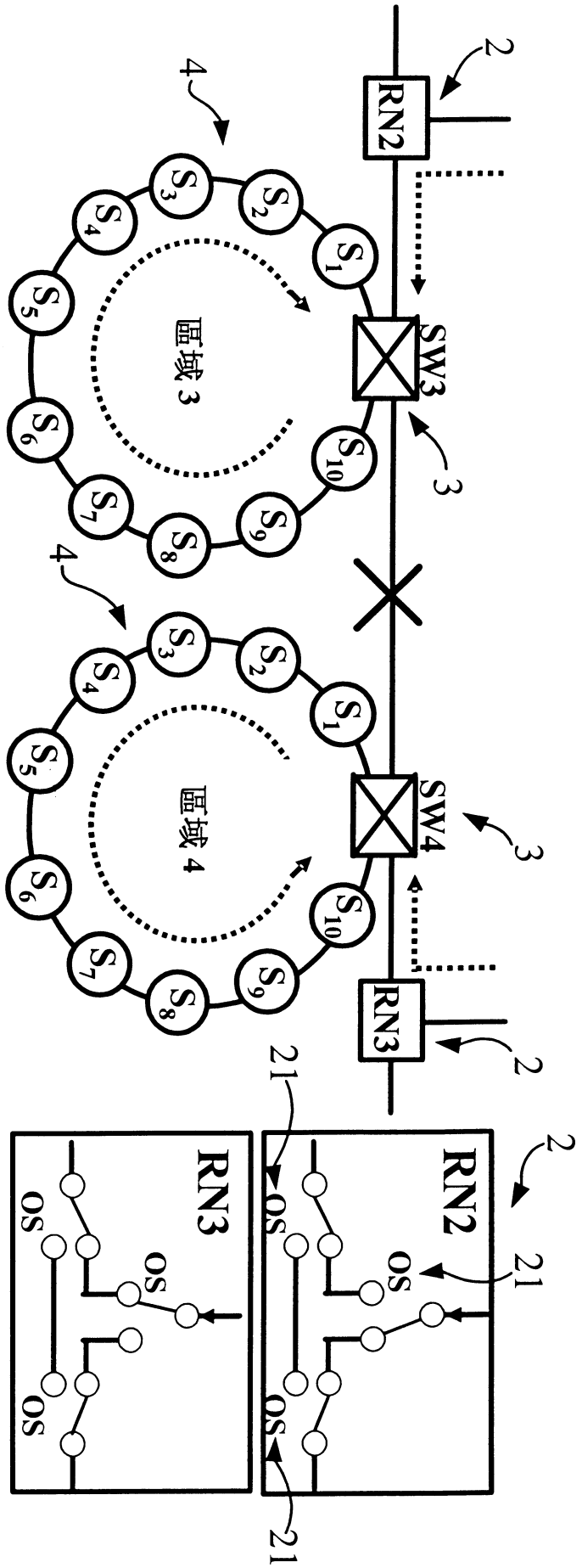


第 2 圖

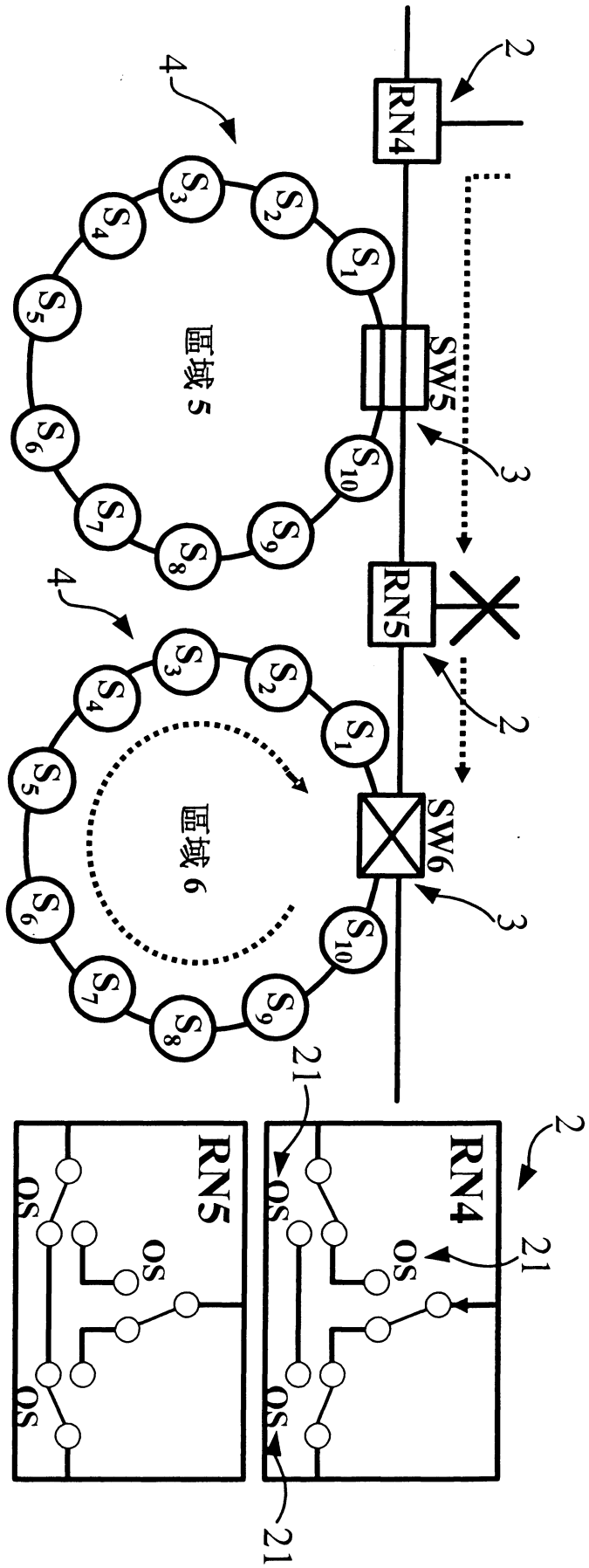




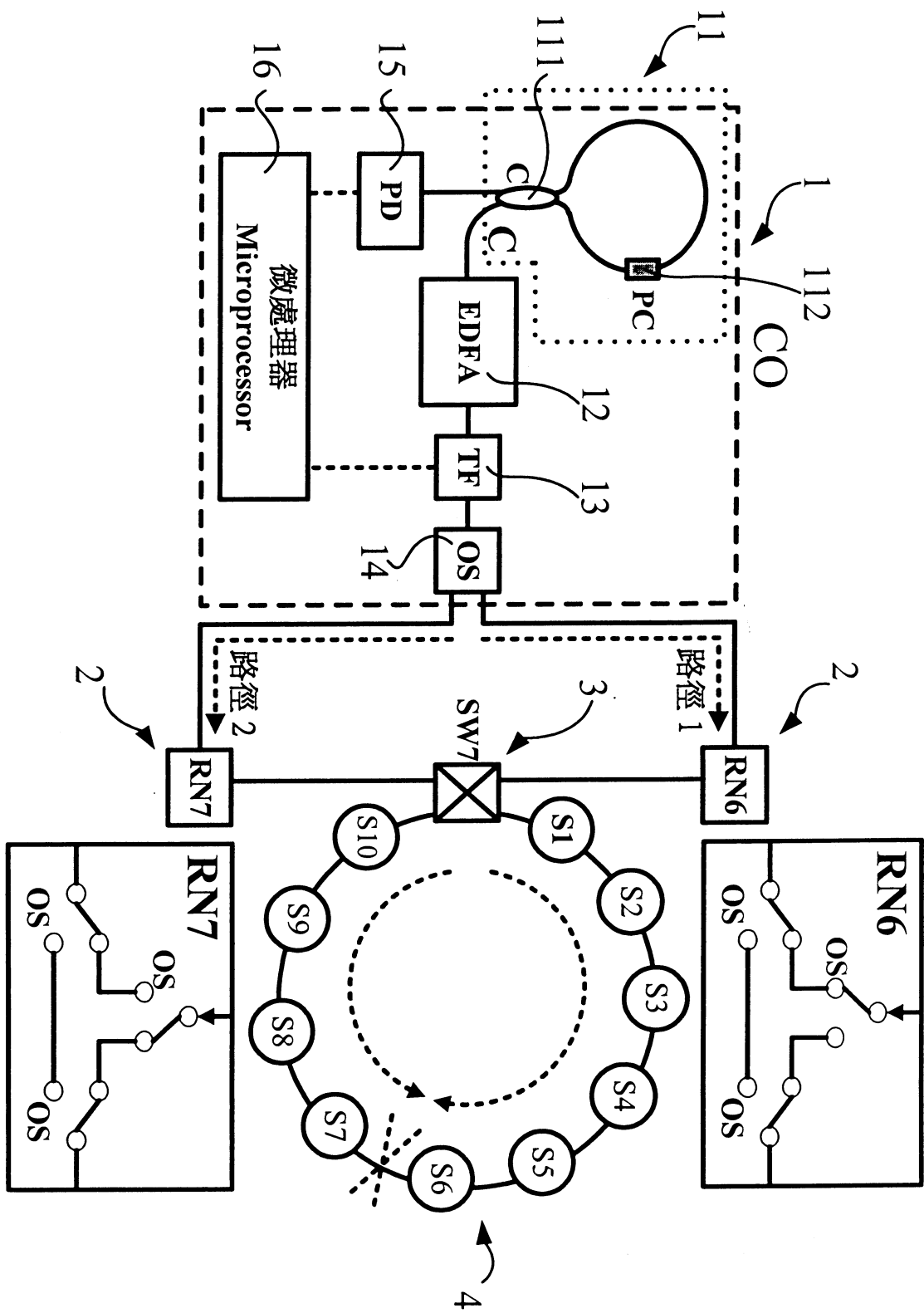
第 3 圖



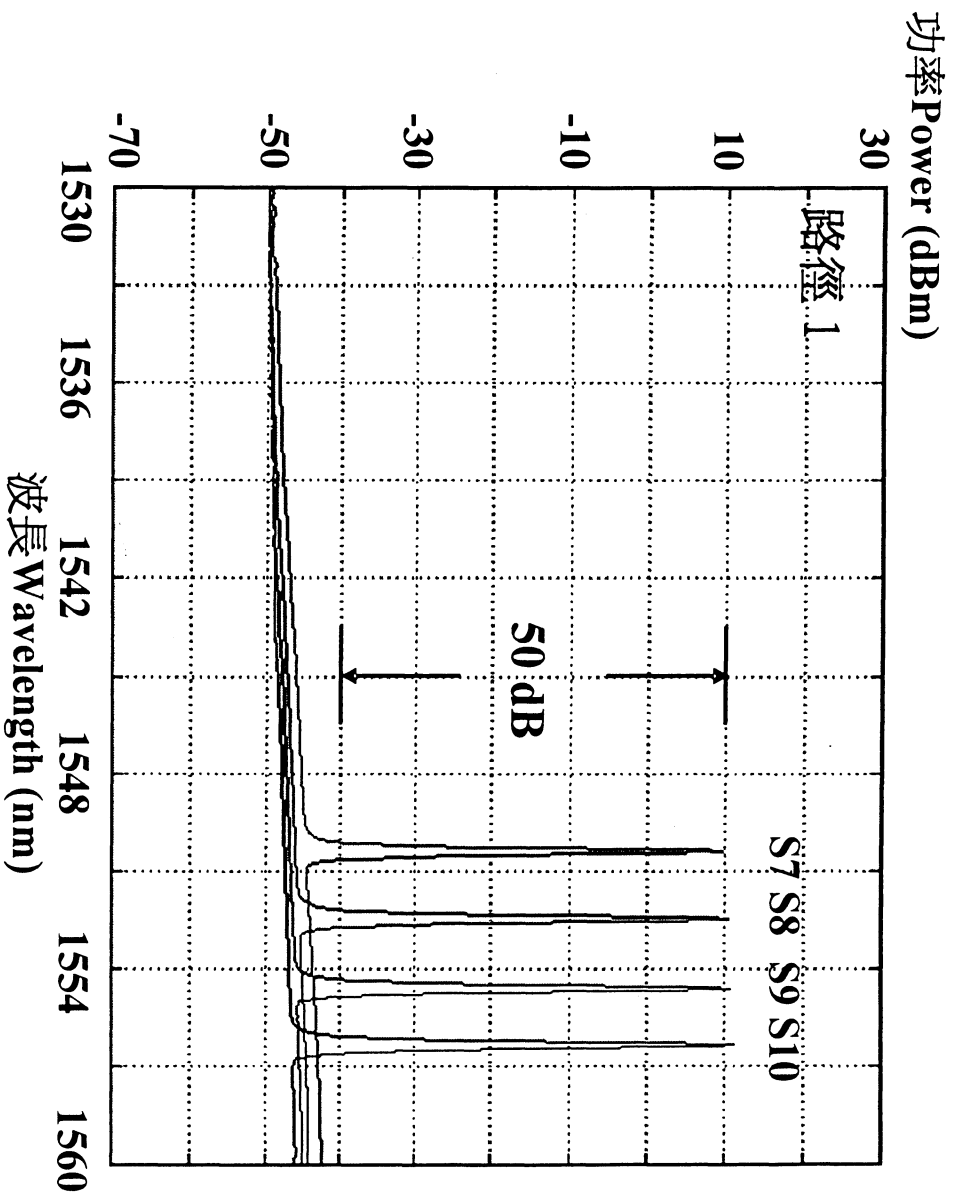
第 4 圖



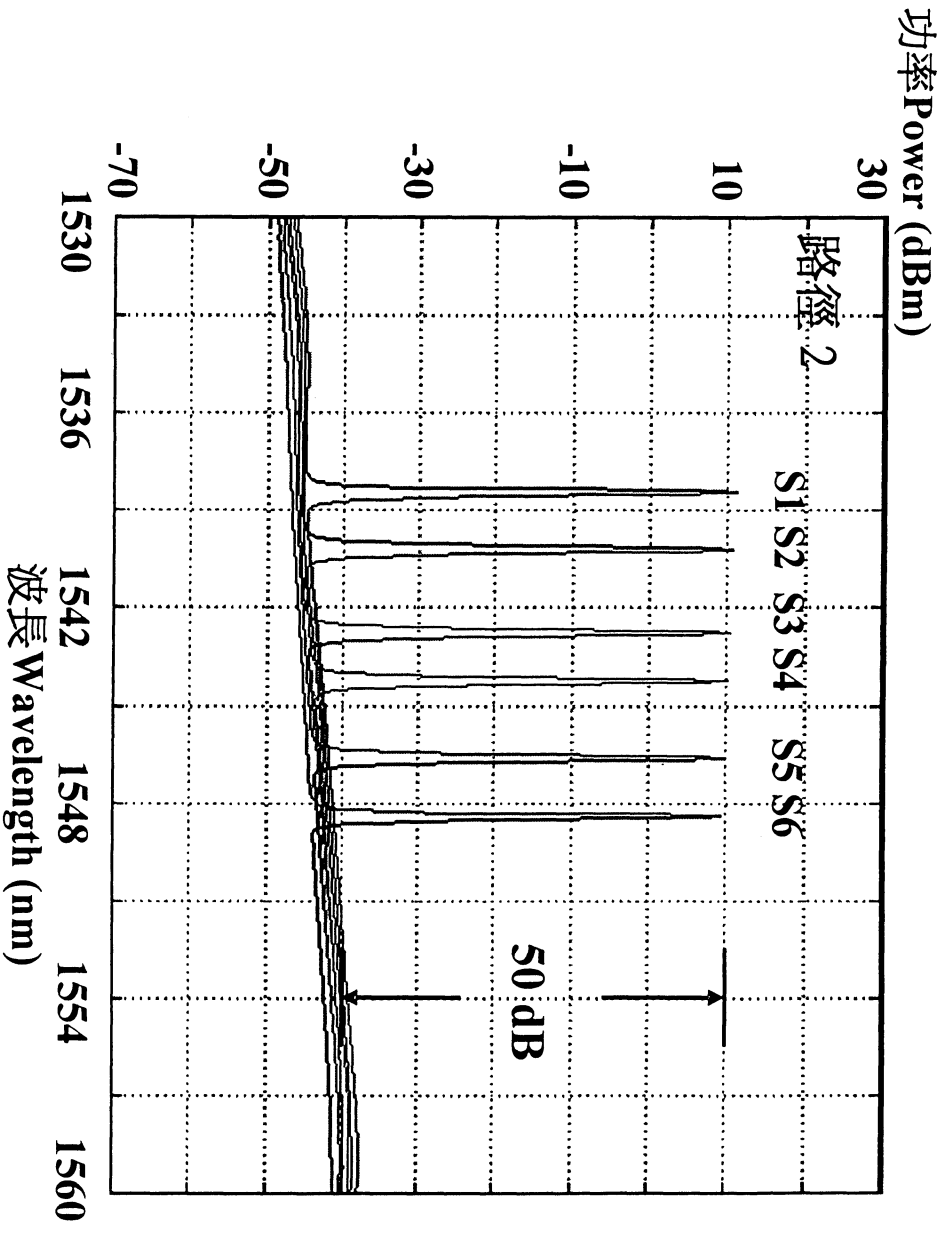
第 5 圖



第 6 圖



第7圖



第 8 圖

97511

# 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：97111846

※申請日期：97.4.28

※IPC 分類：G02B27/44

## 壹、發明名稱：(中文/英文)

具有自我修復能力之光纖布拉格光柵感測系統

/ Self-healing fiber bragg grating sensor system

## 貳、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學 / National Chiao Tung University

代表人：(中文/英文) 張俊彥 / Chun-Yen Chang

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路1001號 / 1001 Ta Hsueh Rd., Hsinchu, Taiwan

國籍：(中文/英文) 中華民國

## 參、發明人：(共3人)

姓名：(中文/英文) ID：

1. 祁 蛙 / Sien Chi

2. 彭朋群 / Peng-Chun Peng

3. 林爻標 / Wen-Piao Lin

住居所地址：(中文/英文)

1. 新竹市建中一路25號9樓之1

2. 台北縣中和市秀朗路三段70巷41號五樓

3. 彰化縣彰化市彰美路一段132巷111號

國籍：(中文/英文)

1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國