

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：95120183

※申請日期：95.6.7

※IPC 分類：H01S 3/10
H01S 3/13

一、發明名稱：(中文/英文)

非同步鎖模雷射與其穩定裝置和穩定方法
ASYNCHRONOUSLY MODE-LOCKED LASER
APPARATUS AND METHOD FOR STABILIZING
THEREOF

二、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/NO. 1001, DASYUE RD., HSINCHU CITY, 300,
TAIWAN (R. O. C.)

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. 項維巍 / WEI-WEI HSIANG / A124175881

2. 林倩仔 / CHIEN-YU LIN / E222790368

3. 吳金水 / KAM-SOOI NG

4. 賴暎杰 / YIN-CHIEH LAI / B120310670

國 籍：(中文/英文) 1-2. 中華民國/TW、3. 馬來西亞/MALAYSIA

4. 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：2005 年 12 月 9 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】

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：

一種非同步鎖模雷射之穩定裝置，包括偵測單元，可以用來偵測非同步鎖模雷射所產生的光訊號。偵測單元的輸出可以送至一擷取單元，用來從光訊號中取出一特定頻率之訊號。另外，在本發明所提供的穩定裝置中，還具有一處理單元，用來偵測此特定頻率之訊號的偏移量，然後一調整單元會依據此特定頻率之訊號的偏移量來調整非同步鎖模雷射的共振腔長度。特別的是，上述的特定頻率遠低於非同步鎖模雷射的脈衝重複率。

六、英文發明摘要：

An apparatus for stabilizing an asynchronously mode-locked laser comprises a detector used to detect a light signal generated by the asynchronously mode-locked laser. An output of the detector is transferred to an extract unit used to extract a signal with a preset frequency from the light signal. In addition, the apparatus further comprises a processor to detect a shift volume of the signal with the preset frequency. An adjustment unit adjusts length of a cavity of the asynchronously mode-locked laser according to the signal with the preset frequency. The preset frequency is less than the pulse repetition rate of the asynchronously mode-locked laser.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(2)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 210：共振腔模組
- 212：雷射光訊號
- 232：偵測單元
- 234：擷取單元
- 236：處理單元
- 238：數頻器
- 240：調整單元
- 242：混頻器
- 244：低通濾波器(LF)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種非同步鎖模雷射之穩定裝置和方法，且特別是有關於一種依據非同步鎖模雷射中偏移的特定頻率，來調整共振腔之長度的非同步鎖模雷射之穩定裝置和方法。

【先前技術】

以目前來說，脈衝雷射已經應用在許多的場合中，例如在通訊系統中可以當作訊號源，或是在感測或量測的儀器中作為光源等。其中，由於鎖模雷射能夠提供高達數十億赫茲(Tens of GHz)的超高脈衝重複率，因此在許多領域中，例如光通訊領域中，就成為極有應用價值的雷射光源。

然而，鎖模雷射的共振腔長度，會受到環境因素的影響，而會導致長時間操作不穩定的問題。圖 1 繪示一種習知之鎖模雷射的穩定裝置電路方塊圖，其揭露在美國專利公告第 5590142 號專利中，是用來穩定同步鎖模雷射的操作。請參照圖 1，穩定裝置 10 中，包括了光偵測器 12、放大器 13、帶通濾波器(BP) 14 和混頻器 15。其中，光偵測器 12 會偵測由共振腔模組 40 所產生的雷射光訊號，其頻率與從輸出端 O/P 輸出的雷射光訊號相同，都等於共振腔模組 40 之共振頻率的整數倍。

光偵測器 12 偵測到共振腔模組 40 所產生的雷射光訊號後，會將輸出送至放大器 13，然後送至帶通濾波器 14 進行濾波。接著，帶通濾波器 14 的輸出會送至混頻器 15，

以透過延遲線 18 與頻率產生單元 16 所產生的頻率訊號進行混頻，並且將混頻的結果送至運算放大器 19。藉此，穩定裝置 10 就能藉由電壓放大器 20 來調整共振腔模組 40 的腔長，以補償因為環境因素所導致之雷射光訊號的偏移。

由於同步鎖模雷射所產生的雷射光訊號之脈衝重複頻率非常大，以上述之 5590142 號美國專利來說，共振腔模組 40 所產生的雷射光訊號之脈衝重複頻率高達 20GHz，相當於射頻訊號的範圍。這也代表光偵測器 12 需要能夠偵測到這麼高頻率的光訊號，穩定裝置 10 才能夠精準地調整共振腔模組 40 的腔長。然而，要能夠偵測到射頻範圍之光訊號的光偵測器往往非常的昂貴，這就導致了穩定裝置 10 的成本上升。

【發明內容】

因此，本發明提供一種穩定裝置，並不需要使用太昂貴的元件，就能夠穩定鎖模雷射所輸出的光訊號。

本發明的也提供一種非同步鎖模雷射，同樣也能具有較穩定的輸出。

本發明的另外提供一種穩定方法，能夠以較低的成本來使鎖模雷射具有穩定的輸出。

本發明提供一種非同步鎖模雷射之穩定裝置，包括偵測單元，可以用來偵測非同步鎖模雷射所產生的光訊號。偵測單元的輸出可以送至一擷取單元，用來從光訊號中取出一特定頻率之訊號。另外，在本發明所提供的穩定裝置中，還具有一處理單元，用來偵測此特定頻率之訊號的偏

移量，然後一調整單元會依據此特定頻率之訊號的偏移量來調整非同步鎖模雷射的共振腔長度。特別的是，上述的特定頻率遠低於非同步鎖模雷射的脈衝重複率。

從另一觀點來看，本發明也提供一種非同步鎖模雷射，包括共振腔模組、偵測單元、擷取單元、處理單元和調整單元。其中，偵測單元用來偵測共振腔模組所產生的光訊號，而擷取單元則會從光訊號取出一特定頻率之訊號，並且送至處理單元。處理單元會偵測特定頻率之訊號的偏移量，使得調整單元可以依據特定頻率之訊號的偏移量來調整非同步鎖模雷射的共振腔長度。

從另一觀點來看，本發明提供一種非同步鎖模雷射之穩定方法，包括利用一共振腔振盪出一雷射光訊號，而此雷射光訊號之頻率為共振腔之共振頻率的整數倍。另外，本發明會將雷射光訊號之頻率偏移一特定頻率，並且從雷射光訊號中偵測此特定頻率之訊號，以依據此特定頻率之訊號的偏移量來調整上述之共振腔的長度。

由於上述之特定頻率小於該共振腔之振盪頻率。因此，本發明不需使用昂貴的光偵測元件，就能夠偵測到此特定頻率的訊號。另外，本發明也能夠依據此特定頻率之訊號的偏移量來調整共振腔的腔長，以使本發明所提供之非同步鎖模雷射具有穩定的輸出。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

圖 2 繪示為依照本發明之一較佳實施例的一種非同步鎖模雷射之方塊圖。請參照圖 2，本發明所提供的非同步鎖模雷射 200，包括了共振腔模組 210 和穩定裝置 230。其中，共振腔模組 210 可以輸出雷射光訊號 212，而穩定裝置 230 則依據雷射光 212 訊號的頻率來調整共振腔模組 210 的腔長。

在穩定裝置 230 中，偵測單元 232 可以偵測共振腔模組 210 所輸出的雷射光訊號 212。一般來說，偵測單元 232 可以利用光偵測器來實現。當偵測單元 232 偵測到光訊號 212 後，會將輸出送至擷取單元 234。而當擷取單元 234 接收了偵測單元 232 的輸出後，會從所接收到的光訊號 212 中擷取具有一特定頻率的訊號。

值得一提的是，此特定頻率遠低於非同步鎖模雷射的脈衝重複率。所謂的共振頻率，就是光在共振腔模組中跑一個循環所花費之時間的倒數。以同步鎖模雷射而論，輸出光訊號的頻率是共振頻率的整數倍。然而以本發明所提供的非同步鎖模雷射來說，光訊號 212 的頻率則與共振頻率相差一特定頻率。因此，本發明之穩定裝置 230 中的擷取單元 234，就是要從光訊號 212 中擷取出此特定頻率的訊號。

在本實施例中，共振腔模組 210 的脈衝重複頻率可以例如是 10GHz，而特定頻率則可以是 25KHz。由此可知，特定頻率是遠小於共振頻率。由於特定頻率是遠小於脈衝

重複頻率，因此偵測單元 232 不需要使用到需要量測射頻等級的昂貴的元件，而僅需要使用一般的元件即可，因此本發明可以有效地降低製造的成本。

當擷取單元 234 將具有特定頻率的訊號擷取出來後，會送至處理單元 236。在本實施例中，處理單元 236 可以具有數頻器 238，可以用來計數特定頻率之訊號的偏移量，使得調整單元 240 能依據特定頻率之訊號的偏移量來調整共振腔模組 210 的腔長。

請繼續參照圖 2，擷取單元 234 包括混頻器 242 和低通濾波器(LF) 244。在本實施例中，混頻器 242 的輸出，會透過低通濾波器 244 而送至處理單元 236 進行處理。

圖 3 繪示為依照本發明之一較佳實施例的一種擷取特定頻率之訊號的步驟流程圖。請合併參照圖 2 和圖 3，首先，如步驟 S301 所述，需要產生一本地頻率訊號 f_1 ，而此本地頻率訊號 f_1 的頻率會與上述的特定頻率相同。藉此，當偵測單元 232 將所偵測到的光訊號 212 送至擷取單元 234 時，混頻器 242 會將其與一參考頻率訊號 f_1 進行混頻，也就是步驟 S303 中所述。這樣有助於擷取單元 234 從光訊號 212 中擷取特定頻率之訊號。另外，混頻器 242 會如步驟 S305 所述，將輸出送至低通濾波器 244 進行低通濾波來濾除掉多餘的雜訊干擾，以得到特定頻率的訊號。

圖 4 繪示為依照本發明之一較佳實施例的一種非同步鎖模雷射之共振腔模組的示意圖。請參照圖 4，本發明所提供的非同步鎖模雷射，可以利用光纖雷射來實現。因此，

在本發明中的共振腔模組 210，可以利用幫浦雷射，例如 412 和 414，來作為激發光源。

一般來說，幫浦雷射 412 和 414 可以產生波長為 980nm 的雷射光。在本實施例中，當幫浦雷射 412 和 414 產生雷射光後，會分別耦合進分波多工器(WDM) 416 和 418 中。分波多工器 416 和 418 會將大部分幫浦雷射 412 和 414 所輸出的雷射光耦合進摻鉕光纖 420 中進行放大。

當摻鉕光纖 420 中的光子在各能階上的比例達到居量反轉時，便會激發出雷射。而所激發出的雷射會在摻鉕光纖 420 中持續的放大，同時，分波多工器 416 也會將摻鉕光纖 420 所產生的部分雷射光送至光孤子 422。

光孤子 422 的輸出會被耦合至光耦合器 424 中。藉此，光孤子 422 的部分輸出會被送至極化控制器 426 中，而另一部分光孤子 422 的輸出則會被耦合至光孤子 428 中。

在圖 4 中，從光耦合器 424 進入極化控制器 426 的雷射光訊號會被送至相位調變器 430 進行相位調變，然後再透過高頻的壓電轉換器(Piezoelectric Transducer) 432 而送至極化控制器 434 中。而極化控制器 434 的輸出，又會從分波多工器 418 回到摻鉕光纖 420，以進行振盪操作。

另一方面，從光耦合器 424 送至光孤子 428 的雷射光訊號 212，會被耦合進光耦合器 434 中。藉此，大部分的雷射光訊號 212 就會從共振腔模組的輸出端 O/P 被輸出，而小部分的雷射光訊號 212 會被送至本發明所提供的穩定裝置 230 中。

圖 5 繪示為依照本發明之一較佳實施例的一種非同步鎖模雷射之穩定方法的步驟流程圖。請合併參照圖 4 和圖 5，當幫浦雷射 412 和 414 輸出雷射光源後，會在共振腔模組 210 中產生振盪，而產生雷射光訊號 212，就如步驟 S501 所述。

透過光耦合器 424，會有部分的雷射光訊號 212 被送至相位調變器 430 中。而相位調變器 430 就會如步驟 S503 所述，將雷射光訊號 212 偏移一特定頻率。因此，雷射光訊號 212 的頻率可以利用下式來表示：

$$f_m = Nf_c + \delta f$$

其中， f_m 代表光訊號 212 的頻率； N 為正整數； f_c 為共振腔模組的共振頻率；而 δf 則是相位調變器將光訊號 212 所偏移的特定頻率。

當穩定裝置 230 接收到光訊號 212 後，則會如步驟 S505 所述，從雷射光訊號 212 中偵測特定頻率的訊號。藉此，穩定裝置 230 就可以如步驟 S507 所述，依據此定頻率之訊號的偏移量而產生控制訊號給高頻的壓電轉換器 432，以調整共振腔模組 210 中光纖的長短，也就是調整共振腔模組 210 的腔長。

雖然在上述中，本發明提供了以光纖雷射所實現的非同步鎖模雷射。然而，熟習此技藝者當知，本發明並不限定在光纖雷射上，任何形式的非同步鎖模雷射，都可以利用本發明。

綜上所述，本發明至少有以下優點：

1.由於本發明是非同步操作，因此不需使用昂貴的偵測元件，因此本發明可以降低製造成本。

2.由於本發明會依據特定頻率的偏移量來調整共振腔的腔長，因此本發明所輸出的雷射光訊號會有較佳的穩定性。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，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內，當可作些許之更動與潤飾，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】

圖 1 繪示一種習知之鎖模雷射的穩定裝置電路方塊圖。

圖 2 繪示為依照本發明之一較佳實施例的一種非同步鎖模雷射之方塊圖。

圖 3 繪示為依照本發明之一較佳實施例的一種擷取特定頻率之訊號的步驟流程圖。

圖 4 繪示為依照本發明之一較佳實施例的一種非同步鎖模雷射之共振槍模組的示意圖。

圖 5 繪示為依照本發明之一較佳實施例的一種非同步鎖模雷射之穩定方法的步驟流程圖。

【主要元件符號說明】

10、230：穩定裝置

12：光偵測器

13：放大器

- 14：帶通濾波器(BP)
- 15、242：混頻器
- 16：頻率產生單元
- 18：延遲線
- 40、210：共振腔模組
- 212：雷射光訊號
- 232：偵測單元
- 234：擷取單元
- 236：處理單元
- 238：數頻器
- 240：調整單元
- 244：低通濾波器(LF)
- 412、414：幫浦雷射
- 416、418：分波多工器(WDM)
- 420：摻鉍光纖
- 422、428：光孤子
- 424、434：光耦合器
- 426、434：極化控制器
- 430：相位調變器
- 432：高頻的壓電轉換器(Piezoelectric Transducer)
- S301、S303、S305：擷取特定頻率之訊號的步驟流程
- S501、S503、S505、S507：非同步鎖模雷射之穩定方法的步驟流程

十、申請專利範圍：

1.一種非同步鎖模雷射之穩定裝置，包括：

一偵測單元，用以偵測該非同步鎖模雷射所產生之光訊號；

一擷取單元，從該光訊號取出一特定頻率之訊號；

一處理單元，偵測該特定頻率之訊號的偏移量；以及

一調整單元，依據該特定頻率之訊號的偏移量來調整該非同步鎖模雷射的共振腔長度，

其中該特定頻率小於該非同步鎖模雷射之脈衝重複頻率。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之非同步鎖模雷射之穩定裝置，其中該擷取單元包括：

一混頻器，用以將該光訊號與一參考頻率訊號進行混頻，而該參考頻率訊號之頻率等於該特定頻率；以及

一低通濾波器，接收該混頻器之輸出，以擷取該特定頻率之訊號，並將其輸出至該處理單元。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之非同步鎖模雷射之穩定裝置，其中該調整單元具有一數頻器，用以計數該特定頻率之訊號的偏移量。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之非同步鎖模雷射之穩定裝置，其中該非同步鎖模雷射為光纖雷射。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之非同步鎖模雷射之穩定裝置，其中該偵測單元為光偵測器。

6.一種非同步鎖模雷射，包括：

一共振腔模組，用以產生一光訊號；
一偵測單元，用以偵測該光訊號；
一擷取單元，從該光訊號取出一特定頻率之訊號；
一處理單元，偵測該特定頻率之訊號的偏移量；以及
一調整單元，依據該特定頻率之訊號的偏移量來調整
該非同步鎖模雷射的共振腔長度，

其中該特定頻率小於該共振腔模組之脈衝重複頻率。

7.如申請專利範圍第 6 項所述之非同步鎖模雷射之穩定裝置，其中該擷取單元包括：

一混頻器，用以將該光訊號與一參考頻率訊號進行混頻，而該參考頻率訊號之頻率等於該特定頻率；以及

一低通濾波器，接收該混頻器之輸出，以擷取該特定頻率之訊號，並將其輸出至該處理單元。

8.如申請專利範圍第 6 項所述之非同步鎖模雷射之穩定裝置，其中該調整單元具有一數頻器，用以計數該特定頻率之訊號的偏移量。

9.一種非同步鎖模雷射之穩定方法，包括下列步驟：

利用一共振腔振盪出一雷射光訊號，而該雷射光訊號之頻率為該共振腔之脈衝重複頻率；

將該雷射光訊號之頻率偏移一特定頻率；

從雷射光訊號中偵測該特定頻率之訊號；以及

依據該特定頻率之訊號的偏移量來調整該共振腔的長度，

其中該特定頻率小於該共振腔之脈衝重複頻率。

10.如申請專利範圍第 9 項所述之非同步鎖模雷射之穩定方法，其中偵測該特定頻率之訊號的步驟，包括下列步驟：

產生一本地頻率訊號，而該本地頻率訊號之頻率等於該特定頻率；

將該本地頻率訊號與該雷射光訊號進行混頻；以及

將混頻後之雷射光訊號進行低通濾波，以得到該特定頻率之訊號。

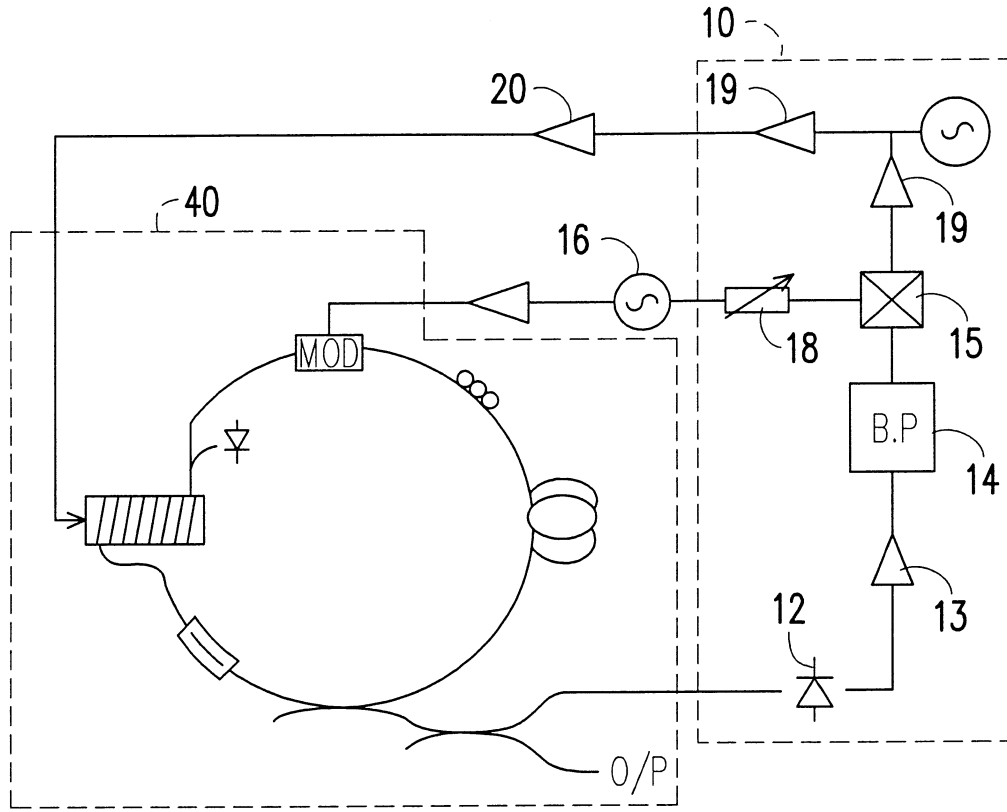


圖 1

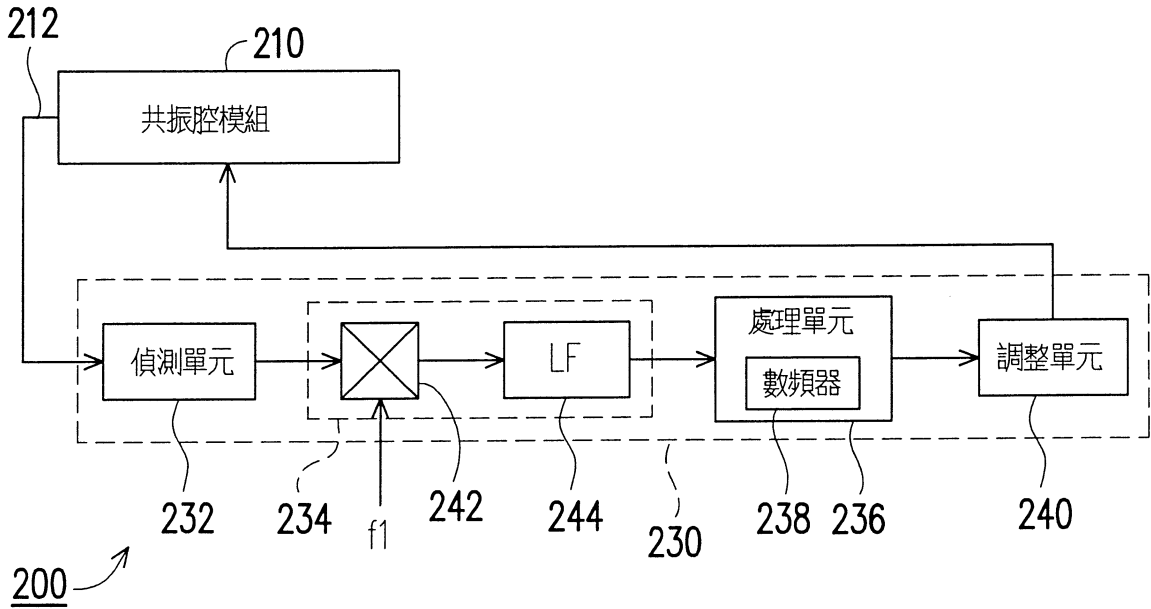


圖 2

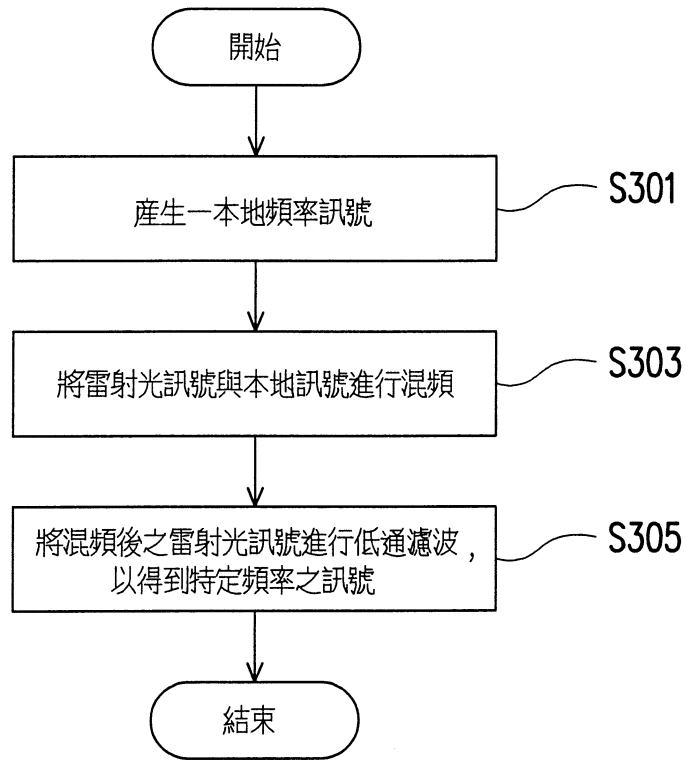


圖 3

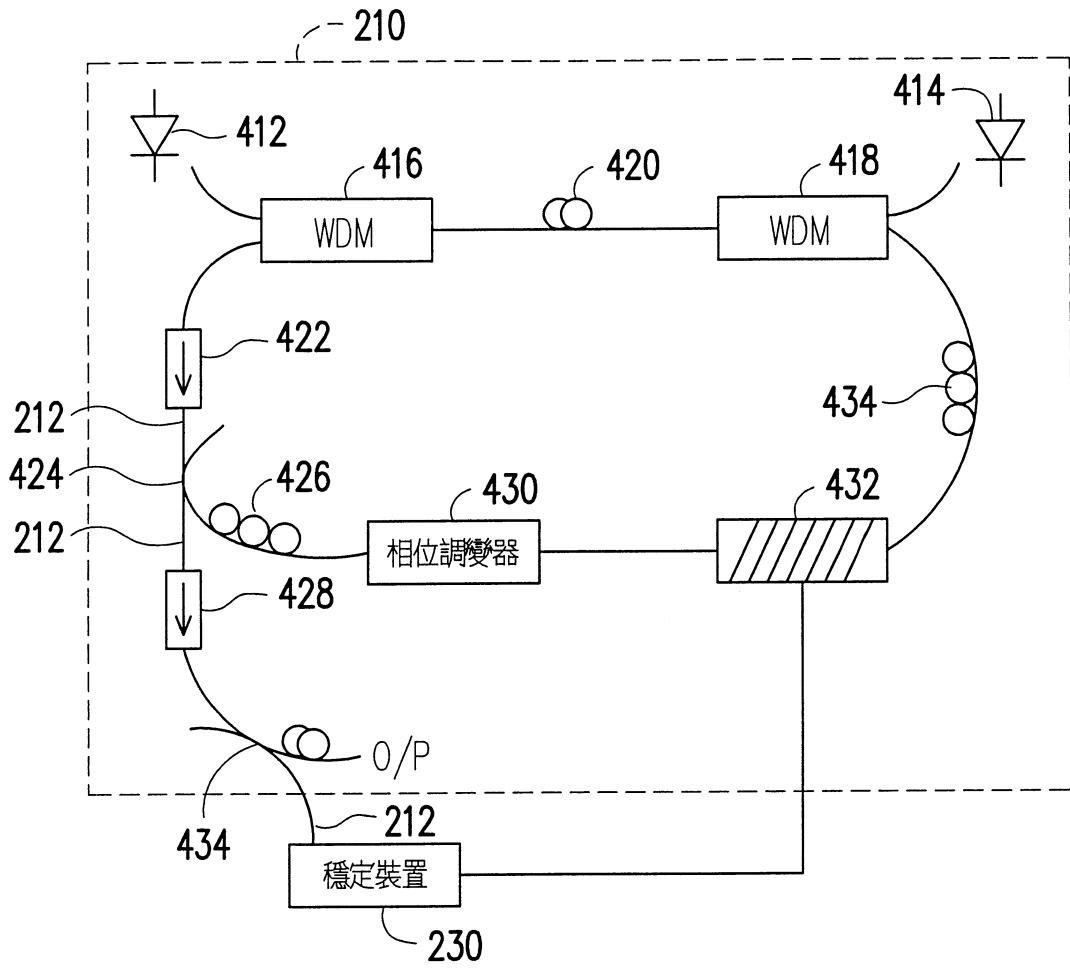


圖 4

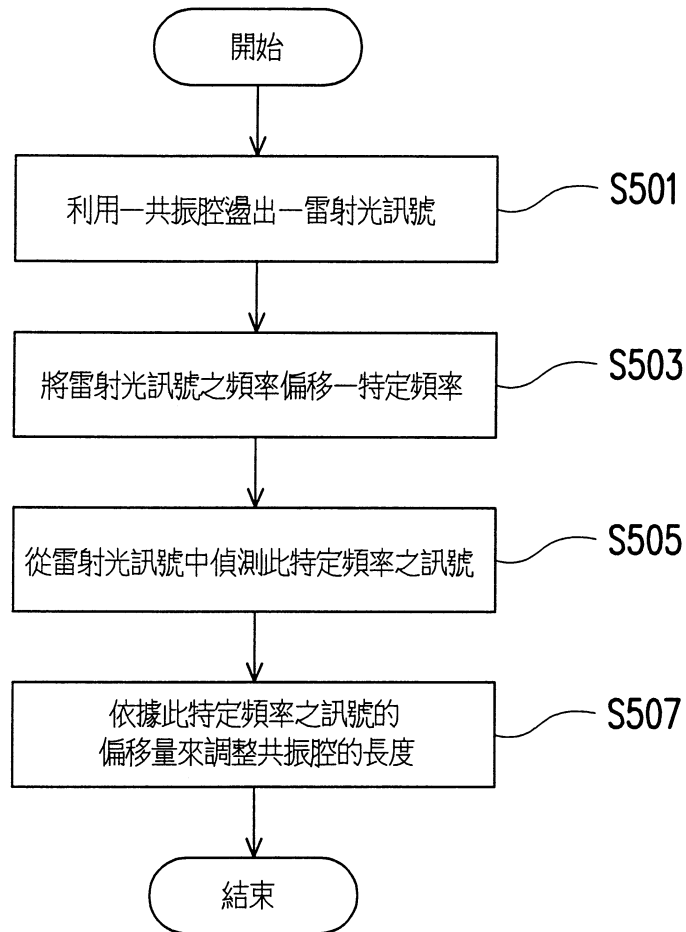


圖 5