



(21)申請案號：098118609

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 06 月 04 日

(51)Int. Cl. : **G01N21/62 (2006.01)**
G02B6/00 (2006.01)

G01J9/00 (2006.01)

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)
新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：鞠曉山 JYU, SIAOSHAN (TW)；賴映杰 LAI, YINCHIEH (TW)；劉秀鳳 LIU, SHIOUFONG (TW)；項維巍 HSIANG, WEIWEI (TW)；張宏傑 CHANG, HONCHIEH (TW)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：5 共 25 頁

(54)名稱

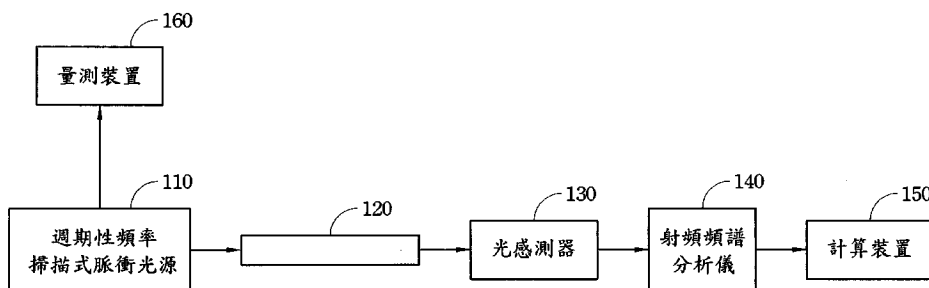
量測色散之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR MEASURING DISPERSION

(57)摘要

一種量測光纖中色散的方法，其包含：藉由週期性頻率掃描式脈衝光源產生週期性脈衝光信號，其中此週期性脈衝光信號具有週期性之波長變化；將週期性脈衝光信號傳入待測光纖；在週期性脈衝光信號於待測光纖中傳播後，偵測週期性脈衝光信號以產生感測信號；將感測信號轉換為射頻頻譜，以取得週期性脈衝光信號的慢速週期性時間位置變化量；以及根據慢速週期性時間位置變化量計算待測光纖的色散係數。一種量測光纖中色散的系統亦在此揭露。

100



100：量測系統

110：週期性頻率掃描式脈衝光源

120：待測光纖

130：光感測器

140：射頻頻譜分析儀

150：計算裝置

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： 098118609

※申請日： 98 6 4 ※IPC 分類： G01N 21/63 (2006.01)

G01J 9/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

G02B 6/00 (2006.01)

量測色散之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR MEASURING DISPERSION

二、中文發明摘要：

一種量測光纖中色散的方法，其包含：藉由週期性頻率掃描式脈衝光源產生週期性脈衝光信號，其中此週期性脈衝光信號具有週期性之波長變化；將週期性脈衝光信號傳入待測光纖；在週期性脈衝光信號於待測光纖中傳播後，偵測週期性脈衝光信號以產生感測信號；將感測信號轉換為射頻頻譜，以取得週期性脈衝光信號的慢速週期性時間位置變化量；以及根據慢速週期性時間位置變化量計算待測光纖的色散係數。一種量測光纖中色散的系統亦在此揭露。

三、英文發明摘要：

A method for measuring dispersion of a fiber includes the steps of: generating a periodic light pulse signal by a periodic frequency-swept light pulse source, in which the periodic light pulse signal has a periodic wavelength variation; transmitting the periodic light pulse signal into a test fiber; detecting the periodic light pulse signal to generate a detection signal after the periodic light pulse signal

201043942

propagated through the test fiber; transforming the detection signal into an RF spectrum to obtain a slow periodic timing position variation; and computing a dispersion value of the test fiber according to the slow periodic timing position variation. A system for measuring dispersion of a fiber is also disclosed herein.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：量測系統

110：週期性頻率掃描式脈衝光源

120：待測光纖

130：光感測器

140：射頻頻譜分析儀

150：計算裝置

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

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種光纖中色散之量測方法，且特別是有關於一種利用週期性脈衝光信號量測光纖中色散之方法。

【先前技術】

一般而言，色散 (dispersion) 或稱群速度色散 (group velocity dispersion, GVD) 會造成光之群速度在具色散之傳輸介質 (如：光纖) 內傳播時，因光波長不同而導致不同脈衝時間的延遲；換言之，在光的傳播過程中，光脈衝會因傳輸介質中的色散現象而擴寬。因此，對光纖通信而言，群速度色散很可能造成相鄰的信號重疊，進而限制其最大的資料傳輸速度。是故，如何量測得知光纖中的色散，使得技術人員能對其加以補償或應用，便是一個相當重要的課題。

在習知技術中，有一些量測群速度色散的方法，例如：時間飛躍技術 (time of flight, TOF)、時間干涉技術 (temporal interferometry)、光譜干涉技術 (Spectrum interferometry) 以及相位移調變技術 (phase-shift modulation, MPS)... 等等。然而，上述方法經常受限於偵測器的反應時間、環境的擾動、調變器的調變頻率大小或是量測敏感度... 等等因素，因而無法以較便宜的量測儀器，對群速度色散進行較精確的量測。

【發明內容】

本發明之一目的是在提供一種量測光纖中色散之方法，藉以簡易且快速地量測光纖中之色散。

本發明之另一目的是在提供一種量測系統，藉以利用較低成本之量測儀器，來量測光纖中之色散。

本發明之一技術樣態係關於一種量測光纖中色散之方法，其包含：藉由一週期性頻率掃描式脈衝光源產生一週期性脈衝光信號，其中此週期性脈衝光信號具有週期性之波長變化；將週期性脈衝光信號傳入一待測光纖；在週期性脈衝光信號於待測光纖中傳播之後，偵測週期性脈衝光信號以產生一感測信號；將感測信號轉換為一射頻頻譜，以根據射頻頻譜取得週期性脈衝光信號之一慢速週期性時間位置變化量；以及根據慢速週期性時間位置變化量計算待測光纖之一色散係數。

本發明之另一技術樣態係關於一種量測系統，用以量測光纖中之色散。此量測系統包含一週期性頻率掃描式脈衝光源、一待測光纖、一光感測器、一射頻頻譜分析儀以及一計算裝置。週期性頻率掃描式脈衝光源係用以產生一週期性脈衝光信號，且此週期性脈衝光信號具有週期性之波長變化。待測光纖耦接於週期性頻率掃描式脈衝光源，並用以接收週期性脈衝光信號。光感測器耦接於待測光纖，並用以偵測於該待測光纖中傳播後之週期性脈衝光信號，以產生一感測信號。射頻頻譜分析儀耦接於光感測器，並用以將感測信號轉換為一射頻頻譜，以根據射頻頻譜測得週期性脈衝光信號之一慢速週期性時間位置變化量。計

算裝置係用以根據慢速週期性時間位置變化量計算待測光纖之一色散係數。

根據本發明之技術內容，應用前述量測系統及方法不僅可以更有效率且節省成本的方式量測光纖中之色散，更使得量測過程不易受限於偵測器的反應時間、環境的擾動、調變器的特性或是量測敏感度等因素的影響。

【實施方式】

第 1 圖係繪示依照本發明實施例之一種量測系統的方塊示意圖。量測系統 100 係用以量測光纖中之色散 (dispersion) 或群速度色散 (group velocity dispersion, GVD)，並包含週期性頻率掃描式 (periodic frequency-swept) 脈衝光源 110、待測光纖 120、光感測器 130、射頻 (RF) 頻譜分析儀 140 以及計算裝置 150。週期性頻率掃描式脈衝光源 110 係用以產生一週期性脈衝光信號，且此週期性脈衝光信號具有週期性之波長變化，其中週期性頻率掃描式脈衝光源 110 可為弦波式掃描非同步鎖模光纖光固子雷射光源 (或稱非同步鎖模雷射，Asynchronous mode-locked laser)、雙頻率週期性切換式頻率鍵移調變系統 (Frequency Shift Keying, FSK) 所產生之雷射光源或是其它具掃頻或跳頻形式之波長的可調雷射光源 (Tunable laser)。待測光纖 120 耦接於週期性頻率掃描式脈衝光源 110，並用以接收由其所產生的週期性脈衝光信號。光感測器 130 耦接於待測光纖 120，並用以偵測於待測光纖 120 中傳播之後的週期性脈衝光信號，以產生一感測信號，其中光感測器 130 可

為一光二極體(photodiode)。射頻頻譜分析儀 140 耦接於光感測器 130，並用以將光感測器 130 所產生之感測信號轉換為一分析頻譜(spectrum)，以根據分析頻譜測得週期性脈衝光信號的慢速週期性時間位置變化量。計算裝置 150 則是用以根據上述所測得的慢速週期性時間位置變化量，來計算待測光纖 120 中的色散係數，其中計算裝置 150 可為一電腦。

上述週期性頻率掃描式脈衝光源 110 所產生的週期性脈衝光信號，於傳入待測光纖 120 中時，會根據待測光纖 120 中原先即存在之色散來誘發慢速週期性時間位置變化量，且慢速週期性時間位置變化量更與待測光纖 120 中之色散具有一定的相依關係，如此使得後續可藉由對慢速週期性時間位置變化量的計算而得知色散係數。

理論上而言，光纖中的色散可由下列式(1)計算而得：

$$LD \Delta\lambda = \sqrt{(\delta t_{02})^2 - (\delta t_{01})^2} \quad \text{式(1)}$$

其中 L 代表待測光纖的長度，D 代表待測光纖 120 中的色散係數， $\Delta\lambda$ 代表上述週期性頻率掃描式脈衝光源 110 中慢速週期性中心波長(或頻率)的變化量， δt_{01} 代表週期性頻率掃描式脈衝光源 110 經測得原有的先前慢速週期性時間位置變化量，而 δt_{02} 則是代表週期性頻率掃描式脈衝光源 110 通過待測光纖後經測得的慢速週期性時間位置變化量。由於非同步鎖模光纖光固子雷射光源的慢速週期性中心波長(頻率)變化剛好與時序慢速週期性變化相差 90 度的

相位，因此經待測光纖 120 中色散效應所產生的時序變化也與原有的時序變化相差 90 度的相位，故有上述式(1)之結果。因此，計算裝置 150 係對先前慢速週期性時間位置變化量 δt_{01} 、慢速週期性時間位置變化量 δt_{02} 、慢速週期性中心波長變化量 $\Delta\lambda$ 以及待測光纖 120 之長度 L 進行計算，以求得待測光纖 120 的色散係數 D。

由上可知，欲計算求得待測光纖 120 中的色散係數 D，除了測得光信號通過待測光纖 120 後所測得的慢速週期性時間位置變化量 δt_{02} 之外，仍須測得週期性頻率掃描式脈衝光源 110 原有的先前慢速週期性時間位置變化量 δt_{01} 和慢速週期性中心波長的變化量 $\Delta\lambda$ 。

以先前慢速週期性時間位置變化量 δt_{01} 而言，光感測器 130 可在週期性脈衝光信號於待測光纖 120 中傳播之前，對週期性脈衝光信號進行偵測，以產生一先前感測信號。接著，射頻頻譜分析儀 140 再將先前感測信號轉換為一先前分析頻譜，以根據先前分析頻譜測得先前慢速週期性時間位置變化量 δt_{01} 。

另一方面，以慢速週期性中心波長的變化量 $\Delta\lambda$ 而言，量測系統 100 可更包含一量測裝置 160，其用以量測週期性頻率掃描式脈衝光源 110 的慢速週期性中心波長的變化量 $\Delta\lambda$ 。在一實施例中，可先藉由具已知色散係數 D 之一光纖耦接於週期性頻率掃描式脈衝光源 110，接著再以上述相同方式測得參數 L、 δt_{01} 、 δt_{02} ，然後以上述式(1)計算得出慢速週期性中心波長變化量 $\Delta\lambda$ 。如此一來，便可以此變化量 $\Delta\lambda$ 再代入上述式(1)，藉以在求得待測光纖 120 之參數

δt_{02} 後，計算求出色散係數 D 。第 2 圖係繪示依照本發明實施例之一種單模光纖(single mode fiber, SMF)其長度與時間變化關係的量測示意圖。藉由第 2 圖的量測結果，不僅可對上述式(1)進行驗證，而且更可藉其預先確定 $\Delta\lambda$ 的大小。

在量測色散的實驗過程中，本實施例係使用兩種待測光纖來作測試，其中一者是色散位移光纖(dispersion shift fiber, DSF)，而另一者是色散補償光纖(dispersion compensate fiber, DCF)。首先，先由已知群速度色散值及長度之單模光纖校正得出光源脈衝中心頻率變化，接著再利用校正後的光源脈衝中心頻率變化來求出長度已知之待測光纖的群速度色散值，其結果如下列表(一)所示。

表(一) 群速度色散量測結果

光纖種類	光纖長度 (m)	$\Delta\lambda$ (nm)	δt_{01} (ps)	δt_{02} (ps)	$ D $ (ps/nm/km)
DSF	900	0.8412	5.4852	5.9985	3.2067
DCF	47	2.0970	3.2592	8.2382	76.7655

理論上來說，上述之慢速週期性時間位置變化量 δt_0 係先對射頻頻譜分析儀 140 上顯示之射頻頻譜中，其主模分量(main harmonic peak)(一般由共振腔決定)與第一階邊模分量(spectral side-peaks)(一般由下述第 4 圖中之 LiNbO_3 電光相位調制器決定)相對之比例關係進行量測分析之後，再根據所取得的量測資料進行計算而得。舉例而言，當使用

10 GHz 非同步鎖模光纖光固子雷射光源，且此雷射光源的脈衝輸出時序具有一慢速(5-50KHz)週期性變化時，此雷射光源經光感測器偵測後其電信號可以下列式(2)來表示：

$$i(t) = [r(t) \otimes p(t)] \otimes \sum_{m=-\infty}^{m=\infty} \delta[t - mT_H + \delta t_0 \sin(\Delta\omega mT_H)] \quad \text{式(2)}$$

經傅立葉轉換(Fourier transform)後可求得其頻譜表示式：

$$\begin{aligned} F\{i(t)\} &= F\{r(t)\}F\{p(t)\}F\left\{\sum_{m=-\infty}^{m=\infty} \delta(t - mT_H + \delta t_0 \sin(\Delta\omega mT_H))\right\} \\ &\propto r(\omega)p(\omega) \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} J_n(\omega\delta t_0) \sum_{m=-\infty}^{m=\infty} \delta(\omega - m\omega_H + n\Delta\omega) \end{aligned} \quad \text{式(3)}$$

由式(3)可知，射頻頻譜分析儀上所顯示之射頻頻譜會出現主模及邊模，且主模分量與第一階邊模分量之比可以下列式(4)來表示：

$$\Delta = \left| \frac{J_0(\omega_H \delta t_0)}{J_1[(\omega_H + \Delta\omega)\delta t_0]} \right|^2 \cong \left| \frac{J_0(\omega_H \delta t_0)}{J_1(\omega_H \delta t_0)} \right|^2 \quad \text{式(4)}$$

因此，若已知主模分量與第一階邊模分量相對之比例關係 Δ 的話，則可計算出慢速週期性時間位置變化量 δt_0 。

第3圖係繪示第1圖中射頻頻譜分析儀上所顯示之射頻頻譜圖。由式(3)可知，射頻頻譜會出現如第3圖所示之邊模結構，而由上述式(4)求得之主模分量與第一階邊模分量相對之比例關係 Δ 則可由第3圖所示之射頻頻譜測得。

具體而言，當射頻頻譜分析儀 140 接收光感測器 130 所傳來之感測信號時，射頻頻譜分析儀 140 上會顯示如第 3 圖所示之射頻頻譜圖，然後可由第 3 圖知悉主模分量與第一階邊模分量相對之比例關係 Δ 。如此一來，上述之慢速週期性時間位置變化量便可根據射頻頻譜中主模分量與第一階邊模分量相對之比例關係 Δ 計算而得。

第 4 圖係依照本發明實施例繪示一種非同步鎖模光纖光固子雷射光源的系統架構圖。此系統架構所輸出之雷射光源係作為如第 1 圖所示之週期性頻率掃描式脈衝光源，且係為一種主被動混合式鎖模雷射。在本實施例中，為了在光纖共振腔內獲得更多的非線性效果，因此共振腔內的光強度必須夠大，故本實施例係使用兩個雷射二極體將光傳入摻鉕光纖(Erbium Doped Fiber)中以作為雙方向幫浦，其波段為 980 奈米(nm)，而其功率為 350 毫瓦(mW)。在摻鉕光纖藉由波長 980 奈米的雷射二極體激發而作為雷射所需的增益介質之後，摻鉕光纖之一端會產生激光信號，而反射光隔離器(Isolator)可使信號循著單一方向前進，以避免空間燒孔效應(Spatial hole burning)產生。

光纖耦合器(fiber coupler)係配置於摻鉕光纖後，以 80/20 的比例來分出雷射的輸出光，而輸出脈衝的啁啾(chirp)則以具負值群速度色散的光纖來進行補償。壓電轉換器(piezoelectric transducer, PZT)係用以根據不同的電壓而控制雷射腔長。兩極化控制器分別配置於共振腔內極化器(Polarizer)的輸入端以及可調式帶通濾波器(tunable band-pass filter)的輸出端，藉以調制光信號的極化狀態，

使其達偏極化疊加波鎖模 (polarization additive pulse mode-locking, P-APM) 的狀態。

LiNbO_3 電光相位調制器 (Electrical optical modulator) 係配置於被動鎖模雷射共振腔內且保持全光纖架構，並因配置於光纖共振環內而產生主動鎖模的效應。此外，上述相位調制器需要極化器置於輸入端，藉以匹配電光晶體的偏振極化軸。此時，由於極化器以及電光相位調制器已可提供足夠大的偏極化相關損耗來產生偏極化疊加波鎖模 (P-APM) 的機制，因此反射光隔離器係以偏極化獨立的方式來處理摻鉍光纖一端所產生的激光信號。

可調式帶通濾波器則用以選擇雷射激發的波段，同時也可在共振腔內利用相位自我調變 (self-phase modulation, SPM) 來壓制超模態 (supermode)，藉以實現高超模抑制率 (supermode suppression ration, SMSR) 以及寬的頻寬 (bandwidth)，進而使共振腔內產生的脈衝可以更短。

此外，上述系統架構更包含一雷射回饋機制，其用以動態地控制壓電轉換器而藉以穩定雷射腔長。此雷射回饋機制包含光偵測器、低通濾波器、放大器、頻率計數器，具控制程式 (如：Labview 程式) 之電腦以及驅動器。在光偵測器接收光信號並將其轉換為低頻電信號之後，輸出之電信號先傳送至放大器進行放大，而後再經由低通濾波器濾掉不必要的雜訊，僅留下所需的信號傳送至頻率計數器中，接著再藉由電腦內的控制程式 (如：Labview 程式) 根據頻率計數器中頻率的變化量來控制驅動器，最後藉由驅動器來控制壓電轉換器的電壓，以調變及穩定共振腔長度而

達穩定鎖模雷射之目的。

第 5 圖係依照本發明實施例繪示一種量測光纖中色散之方法的流程圖。同時參照第 1 圖和第 5 圖，首先，藉由週期性頻率掃描式脈衝光源 110 產生週期性脈衝光信號，且此週期性脈衝光信號具有週期性之波長變化(步驟 502)。接著，將週期性脈衝光信號傳入待測光纖 120 (步驟 504)。在週期性脈衝光信號於待測光纖 120 中傳播之後，利用光感測器 130 偵測週期性脈衝光信號以產生感測信號(步驟 506)。之後，藉由射頻頻譜分析儀 140 將感測信號轉換為射頻頻譜，以根據射頻頻譜取得週期性脈衝光信號的慢速週期性時間位置變化量(步驟 508)。然後，再利用計算裝置 150 根據慢速週期性時間位置變化量計算待測光纖 120 的色散係數(步驟 510)。

此外，如上所述，欲計算求得待測光纖 120 中的色散係數，除了測得光信號通過待測光纖 120 後所測得的慢速週期性時間位置變化量之外，仍須測得週期性頻率掃描式脈衝光源 110 原有的先前慢速週期性時間位置變化量和慢速週期性中心波長的變化量。因此，雖第 5 圖中省略對待測光纖 120 之長度、先前慢速週期性時間位置變化量和慢速週期性中心波長的變化量進行量測之步驟，然實作上仍須先依如上所述之方式測得待測光纖 120 之長度、先前慢速週期性時間位置變化量以及慢速週期性中心波長的變化量，接著再由計算裝置 150 計算待測光纖 120 的色散係數。

由上述本發明之實施例可知，應用前述量測系統及方法不僅可以更有效率且節省成本的方式量測光纖中之色

散，更使得量測過程不易受限於偵測器的反應時間、環境的擾動、調變器的特性或是量測敏感度等因素的影響。

雖然本發明已以實施方式揭露如上，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，當可作各種之更動與潤飾，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】

第 1 圖係繪示依照本發明實施例之一種量測系統的方塊示意圖。

第 2 圖係繪示依照本發明實施例之一種單模光纖其長度與時間變化關係的量測示意圖。

第 3 圖係繪示第 1 圖中射頻頻譜分析儀上所顯示之射頻頻譜圖。

第 4 圖係依照本發明實施例繪示一種非同步鎖模光纖光固子雷射光源的系統架構圖。

第 5 圖係依照本發明實施例繪示一種量測光纖中色散之方法的流程圖。

【主要元件符號說明】

100：量測系統

110：週期性頻率掃描式脈衝光源

120：待測光纖

130：光感測器

201043942

140：射頻頻譜分析儀

150：計算裝置

七、申請專利範圍：

1. 一種量測光纖中色散之方法，包含：

藉由一週期性頻率掃描式脈衝光源產生一週期性脈衝光信號，該週期性脈衝光信號具有週期性之波長變化；

將該週期性脈衝光信號傳入一待測光纖；

在該週期性脈衝光信號於該待測光纖中傳播之後，偵測該週期性脈衝光信號以產生一感測信號；

將該感測信號轉換為一射頻頻譜，以根據該射頻頻譜取得該週期性脈衝光信號之一慢速週期性時間位置變化量；以及

根據該慢速週期性時間位置變化量計算該待測光纖之一色散係數。

2. 如請求項 1 所述之方法，更包含：

在該週期性脈衝光信號於該待測光纖中傳播之前，偵測該週期性脈衝光信號以產生一先前感測信號；以及

將該先前感測信號轉換為一先前射頻頻譜，以根據該先前射頻頻譜取得該週期性脈衝光信號之一先前慢速週期性時間位置變化量。

3. 如請求項 2 所述之方法，更包含：

量測該週期性頻率掃描式脈衝光源之一慢速週期性中心波長變化量。

4. 如請求項 3 所述之方法，其中該色散係數係藉由對該先前慢速週期性時間位置變化量、該慢速週期性時間位置變化量、該慢速週期性中心波長變化量以及該待測光纖之長度進行計算而得。

5. 如請求項 1 所述之方法，其中該週期性脈衝光信號係根據該待測光纖中之色散誘發該慢速週期性時間位置變化量，且該慢速週期性時間位置變化量與該待測光纖中之色散具相依關係。

6. 如請求項 1 所述之方法，其中該慢速週期性時間位置變化量係根據該射頻頻譜中一主模分量與一第一階邊模分量相對之比例關係計算而得。

7. 如請求項 1 所述之方法，其中該週期性頻率掃描式脈衝光源係為一弦波式掃描非同步鎖模光纖光固子雷射光源、一具掃頻或跳頻形式之波長之可調雷射光源或一雙頻率週期性切換式頻率鍵移調變系統所產生之雷射光源。

8. 如請求項 1 所述之方法，其中該週期性脈衝光信號係由一光感測器所偵測。

9. 如請求項 1 所述之方法，其中該感測信號係由一射頻頻譜分析儀轉換為該射頻頻譜。

10. 如請求項 1 所述之方法，其中該待測光纖之該色散係數係由一計算裝置所計算而得。

11. 一種量測系統，用以量測光纖中之色散，該量測系統包含：

一週期性頻率掃描式脈衝光源，用以產生一週期性脈衝光信號，該週期性脈衝光信號具有週期性之波長變化；

一待測光纖，耦接於該週期性頻率掃描式脈衝光源，並用以接收該週期性脈衝光信號；

一光感測器，耦接於該待測光纖，並用以偵測於該待測光纖中傳播後之該週期性脈衝光信號，以產生一感測信號；

一射頻頻譜分析儀，耦接於該光感測器，並用以將該感測信號轉換為一射頻頻譜，以根據該射頻頻譜測得該週期性脈衝光信號之一慢速週期性時間位置變化量；以及

一計算裝置，用以根據該慢速週期性時間位置變化量計算該待測光纖之一色散係數。

12. 如請求項 11 所述之量測系統，其中該光感測器在該週期性脈衝光信號於該待測光纖中傳播之前，偵測該週期性脈衝光信號以產生一先前感測信號。

13. 如請求項 12 所述之量測系統，其中該射頻頻譜分析儀將該先前感測信號轉換為一先前射頻頻譜，以根據該先前射頻頻譜測得該週期性脈衝光信號之一先前慢速週期

性時間位置變化量。

14. 如請求項 13 所述之量測系統，更包含：

一量測裝置，用以量測該週期性頻率掃描式脈衝光源之一慢速週期性中心波長變化量。

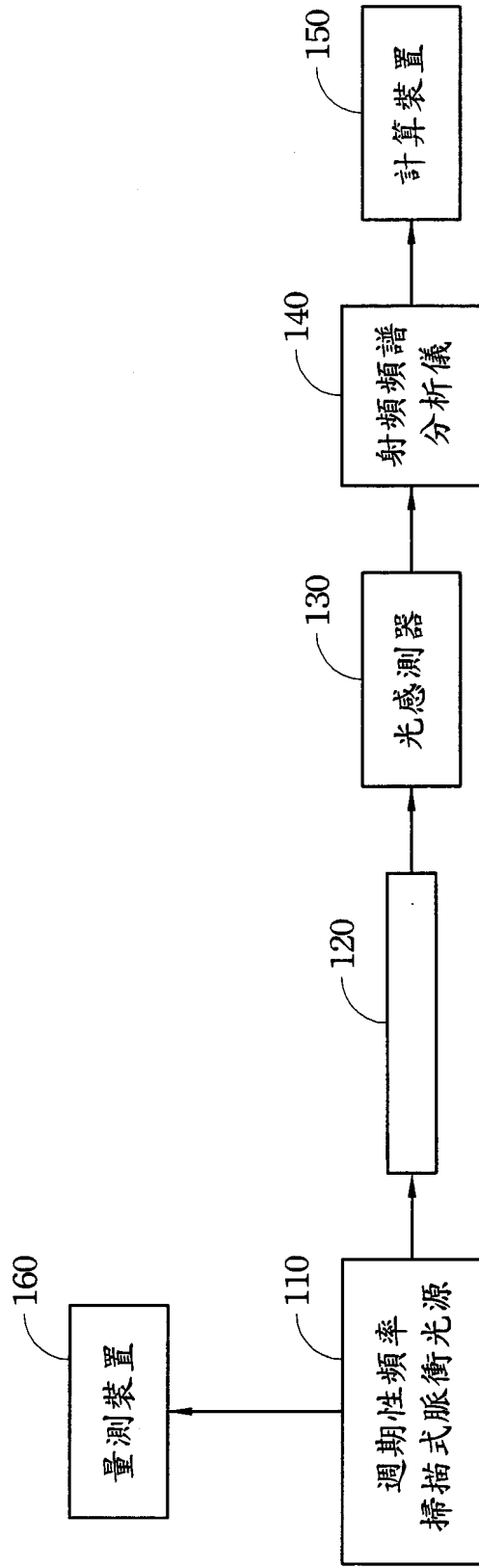
15. 如請求項 14 所述之量測系統，其中該色散係數係藉由該計算裝置對該先前慢速週期性時間位置變化量、該慢速週期性時間位置變化量、該慢速週期性中心波長變化量以及該待測光纖之長度進行計算而得。

16. 如請求項 11 所述之量測系統，其中該週期性脈衝光信號係根據該待測光纖中之色散誘發該慢速週期性時間位置變化量，且該慢速週期性時間位置變化量與該待測光纖中之色散具相依關係。

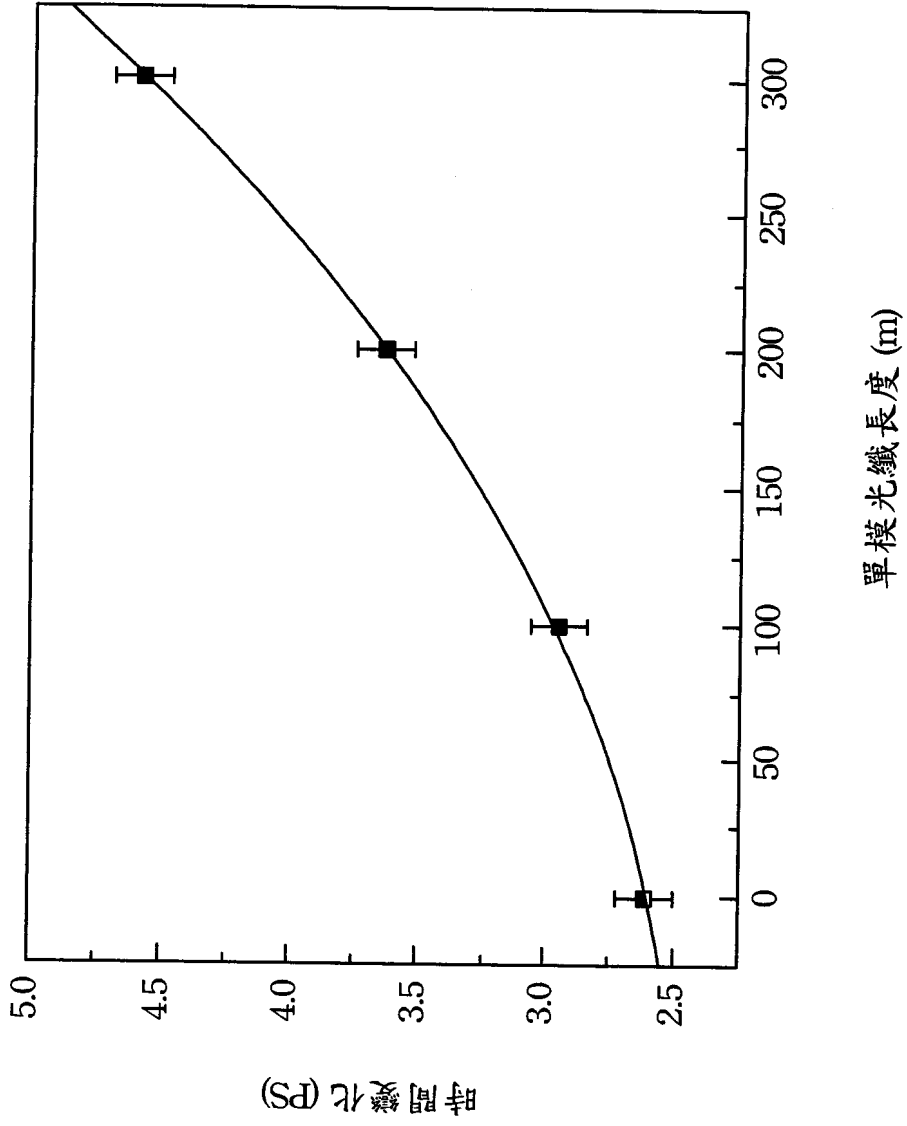
17. 如請求項 11 所述之量測系統，其中該慢速週期性時間位置變化量係根據該射頻頻譜中一主模分量與一第一階邊模分量相對之比例關係計算而得。

18. 如請求項 11 所述之量測系統，其中該週期性頻率掃描式脈衝光源係為一弦波式掃描非同步鎖模光纖光固子雷射光源、一具掃頻或跳頻形式之波長之可調雷射光源或一雙頻率週期性切換式頻率鍵移調變系統所產生之雷射光源。

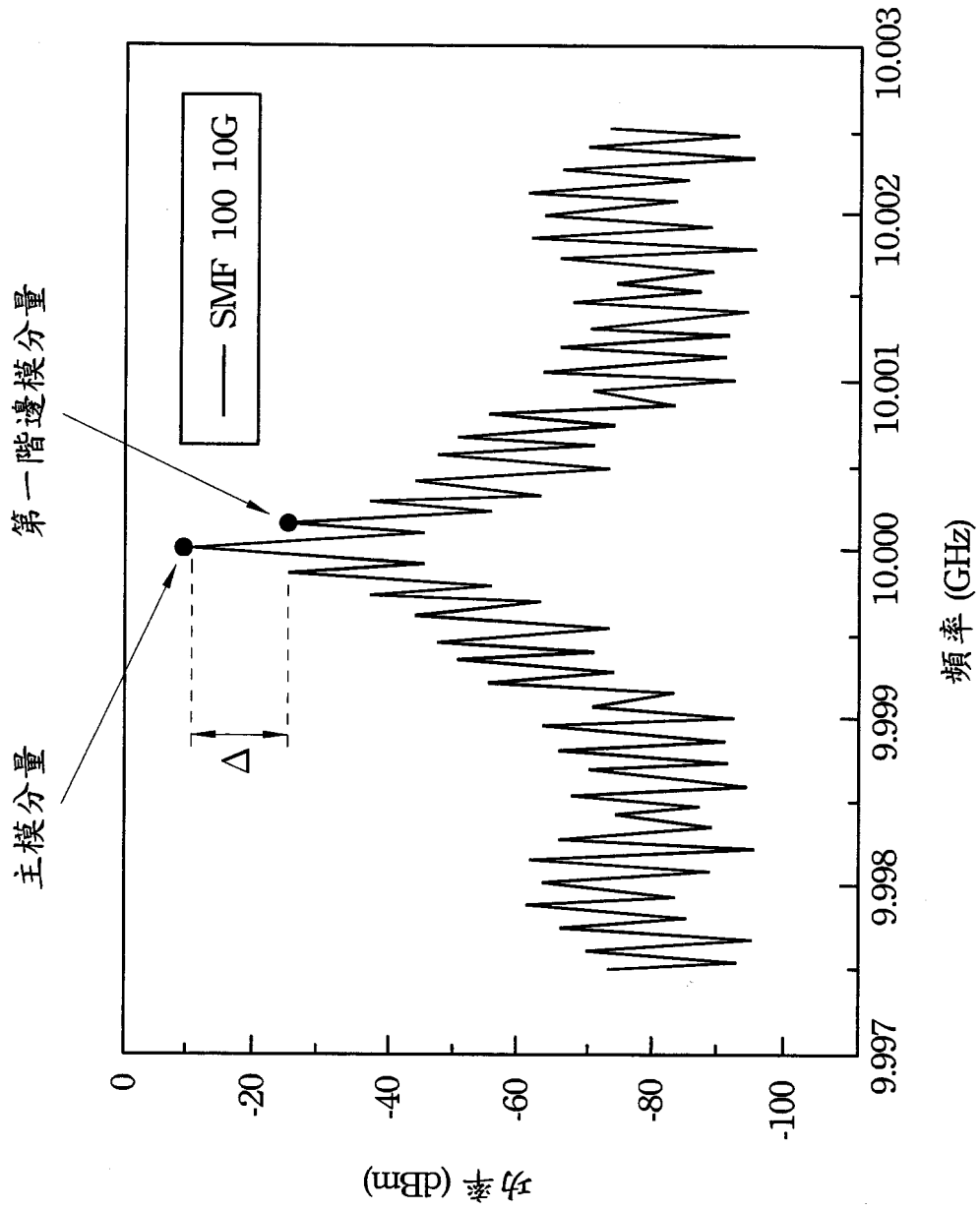
100



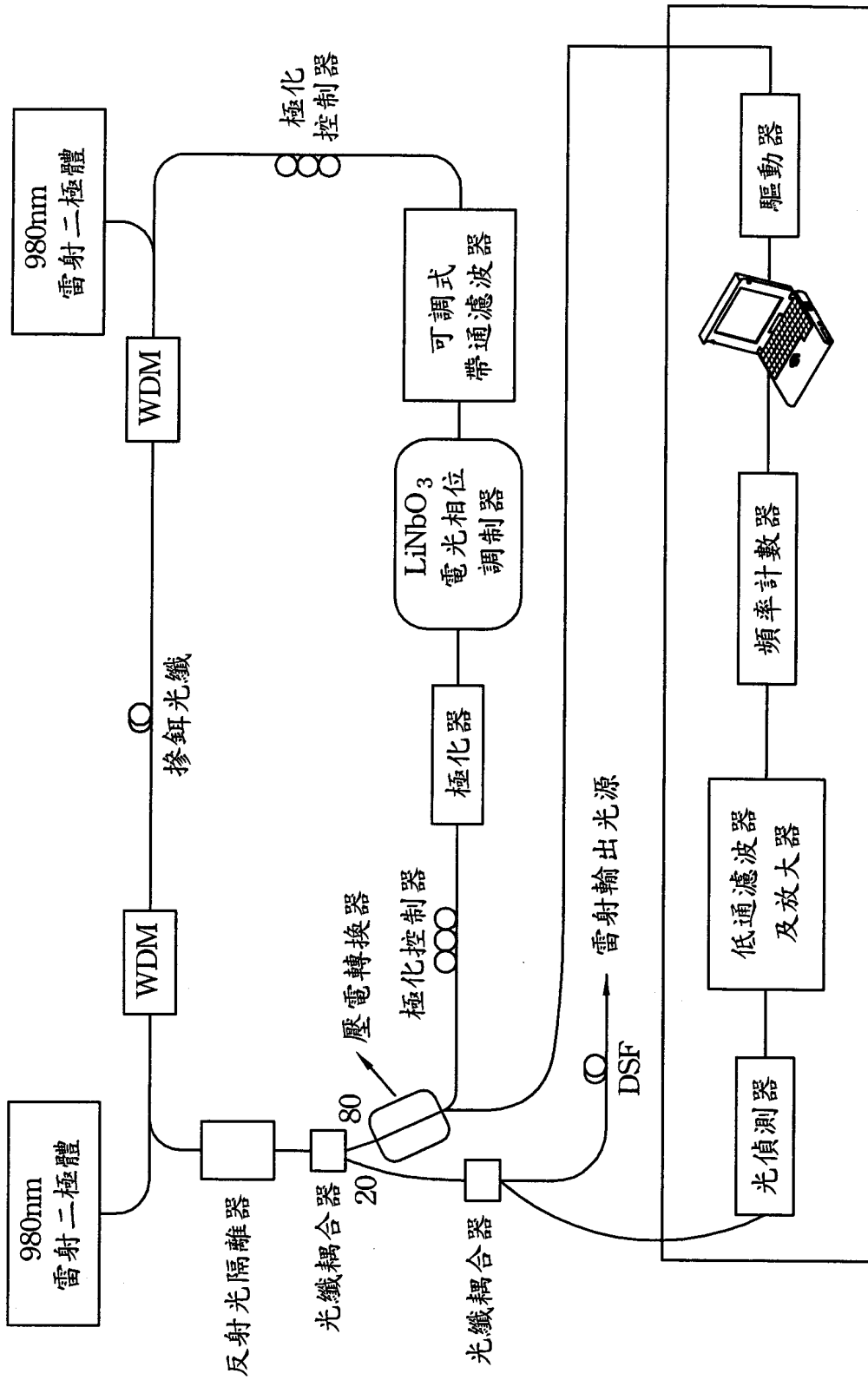
第 1 圖



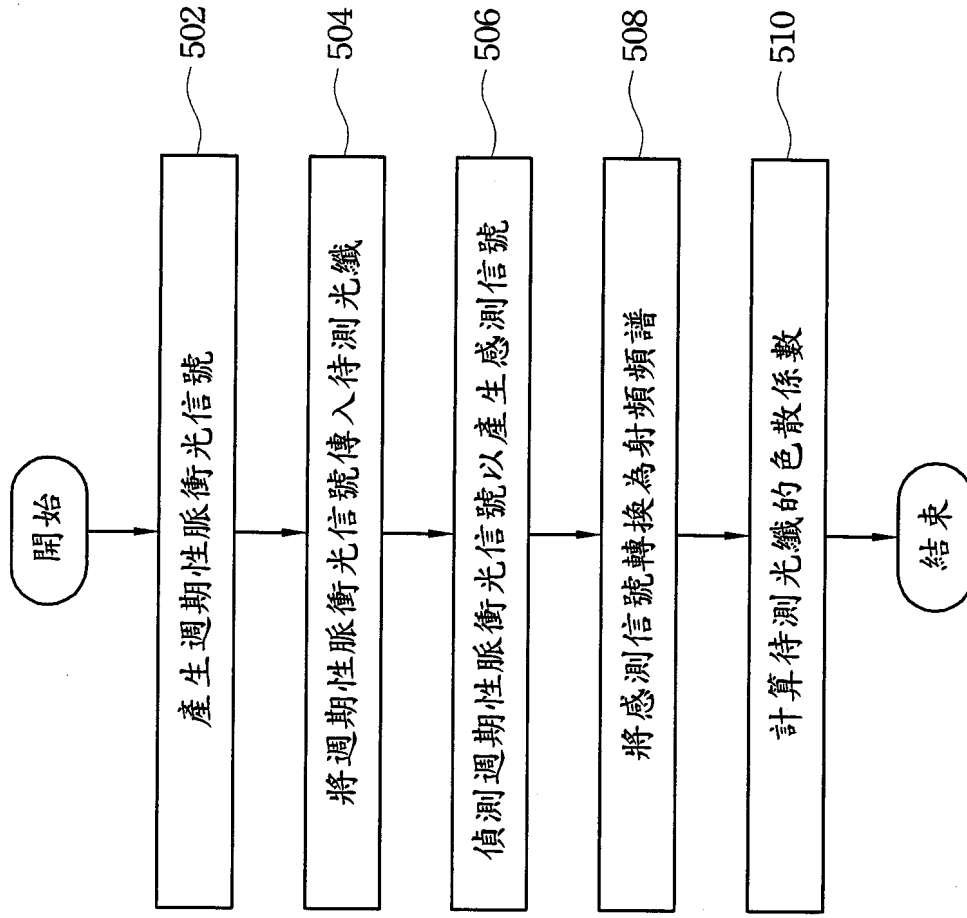
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖