



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I854865 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：112140356

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 05 月 24 日

(51)Int. Cl. : G08B13/186 (2006.01)

G08B13/184 (2006.01)

G08B13/187 (2006.01)

(71)申請人：中華電信股份有限公司 (中華民國) CHUNGHWA TELECOM CO., LTD. (TW)

桃園市楊梅區電研路 99 號

(72)發明人：柯孫堅 KO, SUN CHIEN (TW)；莊修榮 CHUANG, HSIU JUNG (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW 200719286A

CN 103123739A

CN 106652285A

EP 2627966B1

審查人員：李志偉

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：6 共 28 頁

(54)名稱

光纖圍籬偵測系統以及入侵偵測方法

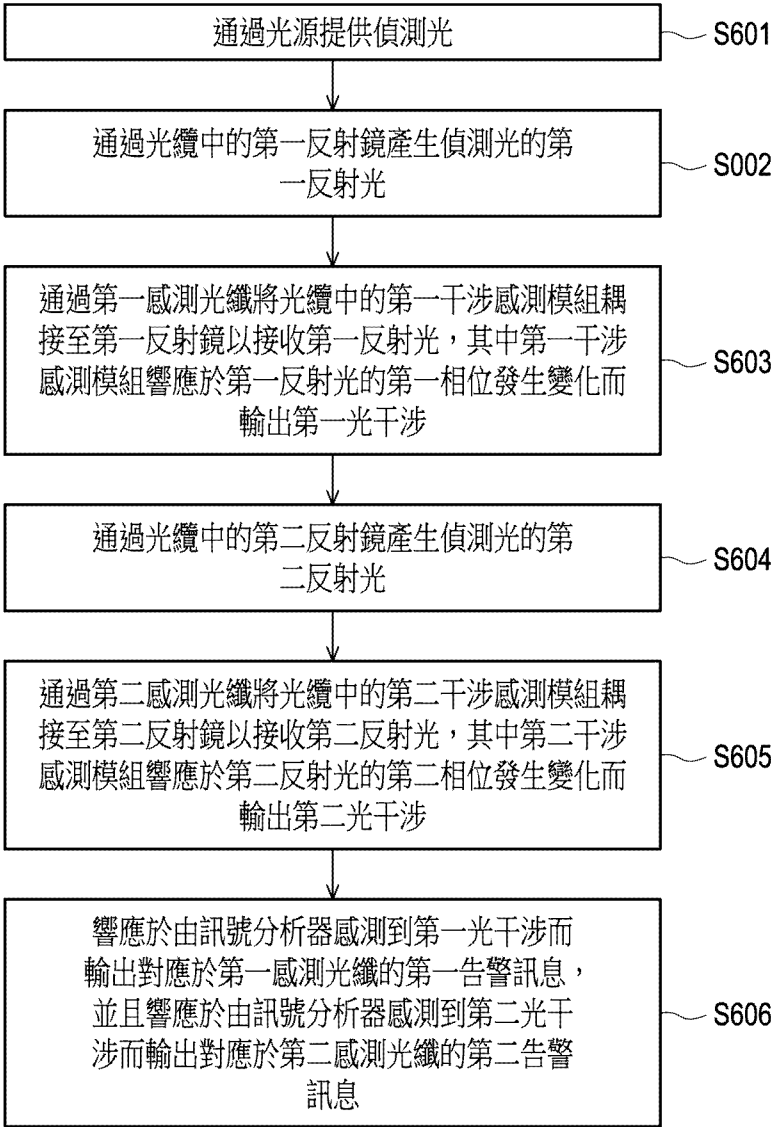
(57)摘要

提供一種光纖圍籬偵測系統以及入侵偵測方法。入侵偵測方法包含：由第一干涉感測模組響應於第一反射光的第一相位發生變化而輸出第一光干涉；由第二干涉感測模組響應於第二反射光的第二相位發生變化而輸出第二光干涉；響應於由訊號分析器感測到第一光干涉而輸出對應於第一感測光纖的第一告警訊息，並且響應於由訊號分析器感測到第二光干涉而輸出對應於第二感測光纖的第二告警訊息；以及通過第一光纖將所述第一干涉感測模組中的光分歧器耦接分光器、第一反射鏡、訊號分析器以及光隔離器。

An optical fiber perimeter intrusion detection system and an intrusion detection method are provided. The intrusion detection method includes: in response to a first phase of a first reflected light being changed, outputting a first interference of light by a first interference sensing module; in response to a second phase of a second reflected light being changed, outputting a second interference of light by a second interference sensing module; outputting a first alarm message corresponding to a first sensing fiber in response to a signal analyzer detecting the first interference of light, and outputting a second alarm message corresponding to a second sensing fiber in response to the signal analyzer detecting the second interference of light; and coupling an optical coupler in the first interference sensing module to an optical splitter, a first reflected mirror, the signal analyzer, and a light isolator.

指定代表圖：

符號簡單說明：
S601、S602、S603、
S604、S605、S606:步
驟



【圖6】



I854865

【發明摘要】

【中文發明名稱】光纖圍籬偵測系統以及入侵偵測方法

【英文發明名稱】OPTICAL FIBER PERIMETER INTRUSION

DETECTION SYSTEM AND INTRUSION DETECTION METHOD

【中文】提供一種光纖圍籬偵測系統以及入侵偵測方法。入侵偵測方法包含：由第一干涉感測模組響應於第一反射光的第一相位發生變化而輸出第一光干涉；由第二干涉感測模組響應於第二反射光的第二相位發生變化而輸出第二光干涉；響應於由訊號分析器感測到第一光干涉而輸出對應於第一感測光纖的第一告警訊息，並且響應於由訊號分析器感測到第二光干涉而輸出對應於第二感測光纖的第二告警訊息；以及通過第一光纖將所述第一干涉感測模組中的光分歧器耦接分光器、第一反射鏡、訊號分析器以及光隔離器。

【英文】An optical fiber perimeter intrusion detection system and an intrusion detection method are provided. The intrusion detection method includes: in response to a first phase of a first reflected light being changed, outputting a first interference of light by a first interference sensing module; in response to a second phase of a second reflected light being changed, outputting a second interference of light by a second interference sensing module; outputting a first

alarm message corresponding to a first sensing fiber in response to a signal analyzer detecting the first interference of light, and outputting a second alarm message corresponding to a second sensing fiber in response to the signal analyzer detecting the second interference of light; and coupling an optical coupler in the first interference sensing module to an optical splitter, a first reflected mirror, the signal analyzer, and a light isolator.

【指定代表圖】圖6。

【代表圖之符號簡單說明】

S601、S602、S603、S604、S605、S606:步驟

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】光纖圍籬偵測系統以及入侵偵測方法

【英文發明名稱】OPTICAL FIBER PERIMETER INTRUSION
DETECTION SYSTEM AND INTRUSION DETECTION METHOD

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種光纖圍籬偵測系統以及入侵偵測方法。

【先前技術】

【0002】 周界安防是「安防」領域重要的一環，其可透過對環境監控以實現安全周界為目的。周界安防的保護範圍從長距離的國家邊境安全、輸油管線或輸氣管線的遠程監測，到短距離政府機關、重要設施（例如：機場、核電廠等）的防護與居家保全，對整體國計民生有重大影響。

【0003】 在眾多周界安防技術中，光纖傳感技術除具備傳統傳感器可以執行的功能，包括對位移、震動、壓力、溫度、速度或流量等各種物理量高靈敏度檢測外，還不受天氣、季候或溫度影響，可在腐蝕及電磁場環境下操作等優點，是未來安防技術發展的主要趨勢。

【0004】 利用光纜內光纖所形成光纖圍籬是一種新型的周界安防系統，當有外界侵入行為會伴隨產生震動現象，這種震動會藉由光

纜包覆傳入內部光纖被其所偵測。光纖可作為偵測元件以偵測外界擾動並判定是否屬於侵入行為。

【0005】震動會改變光纖的導光狀態使得載送光的相位產生變化。光的相位雖無法直接量測，但可以藉由光分歧器將光分成二路，再利用光路的干涉架構讓光形成建設性干涉與破壞性干涉。光纖圍籬可透過光干涉後產生光強度變化以間接方式量測出偵測光的相位變化，從而得知震動現象發生。

【0006】光纖震動現象的量測可藉由收集正向震動偵測光或背向散射震動偵測光來獲取震動訊息。正向震動偵測光提供震動波形訊息，可用於過濾如風、小動物跑動所引起的干擾並進行侵入行為的識別。背向散射震動偵測光則提供震動位置訊息，可用於侵入定位與協助侵入行為的制止。儘管震動位置訊息的提供是制止侵入行為的主要憑藉，然而背向散射震動偵測光其光強度遠小於正向震動偵測光，且會隨著偵測距離加長而減弱光強度。在此雙重限制下，利用背向散射震動偵測光定位侵入更加困難。再者，量測背向散射震動偵測光所需元件較正向震動偵測光的元件更為精密，將促使其建構光纖圍籬成本提高，而不易普及化光纖圍籬的實施。

【發明內容】

【0007】本發明提供一種光纖圍籬偵測系統以及入侵偵測方法，可利用光纜中的多對光纖對周界的不同區段進行震動偵測和訊號傳輸，並利用多個干涉感測模組來區分所偵測的區段，使周界的每

一區段可個別標示為獨立的告警區。光纖圍籬偵測系統可偵測各告警區的正向震動偵測光之相位變化以判斷告警區是否發生入侵行為。

【0008】 本發明的一種光纖圍籬偵測系統，包含光源、光纜、訊號分析器以及分光器。光源提供偵測光。光纜包含第一反射鏡、第一干涉感測模組、第二反射鏡以及第二干涉感測模組。第一反射鏡產生偵測光的第一反射光。第一干涉感測模組耦接光源，並且通過第一感測光纖耦接至第一反射鏡以接收第一反射光，其中第一干涉感測模組響應於第一反射光的第一相位發生變化而輸出第一光干涉。第二反射鏡產生偵測光的第二反射光。第二干涉感測模組耦接光源，並且通過第二感測光纖連接至第二反射鏡以接收第二反射光，其中第二干涉感測模組響應於第二反射光的第二相位發生變化而輸出第二光干涉。訊號分析器耦接第一干涉感測模組以及第二干涉感測模組，其中訊號分析器響應於感測到第一光干涉而輸出對應於第一感測光纖的第一告警訊息，並且響應於感測到第二光干涉而輸出對應於第二感測光纖的第二告警訊息。分光器耦接光源以及第一干涉感測模組，其中第一干涉感測模組包含光隔離器以及光分歧器。光分歧器包含第一輸入端、第一輸出端、第二輸入端、第二輸出端、第三輸入端以及第三輸出端。第一輸出端通過第一光纖耦接第一輸入端。第二輸入端耦接分光器。第二輸出端耦接第一反射鏡。第三輸入端耦接訊號分析器。第三輸出端耦接光隔離器。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的光纖圍籬偵測系統更包含第一檢光器以及第二檢光器。第一檢光器耦接第一干涉感測模組以及訊號分析器，其中訊號分析器通過第一檢光器感測第一光干涉。第二檢光器耦接第二干涉感測模組以及訊號分析器，其中訊號分析器通過第二檢光器感測第二光干涉。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的第一感測光纖與第二感測光纖分別分布在光纜的不同區段。

【0011】 本發明的一種入侵偵測方法，包含通過光源提供偵測光；通過光纜中的第一反射鏡產生偵測光的第一反射光；通過第一感測光纖將光纜中的第一干涉感測模組耦接至第一反射鏡以接收第一反射光，其中第一干涉感測模組響應於第一反射光的第一相位發生變化而輸出第一光干涉；通過光纜中的第二反射鏡產生偵測光的第二反射光；通過第二感測光纖將光纜中的第二干涉感測模組耦接至第二反射鏡以接收第二反射光，其中第二干涉感測模組響應於第二反射光的第二相位發生變化而輸出第二光干涉；響應於由訊號分析器感測到第一光干涉而輸出對應於第一感測光纖的第一告警訊息，並且響應於由訊號分析器感測到第二光干涉而輸出對應於第二感測光纖的第二告警訊息；以及通過第一光纖將第一干涉感測模組中的光分歧器的第一輸出端耦接光分歧器的第一輸入端，將光分歧器的第二輸入端耦接分光器，將光分歧器的第二輸出端耦接第一反射鏡，將光分歧器的第三輸入端耦接訊號分析器，並且將光分歧器的第三輸出端耦接第一干涉感測模組中的光

隔離器。

【0012】 基於上述，本發明提出一種光纖圍籬偵測系統以及入侵偵測方法，可利用干涉感測模組來區段化所偵測周界，用以其區段周界範圍至可以掌控，以便於進行獨立偵測。本發明可藉由正向震動偵測光的收集來量測其區段周界的震動，所得到震動波形可用來辨識侵入行為。當區段周界有震動產生且已辨識有侵入行為時，無須再對整個周界進行侵入行為的定位，可視整個區段周界為告警區而逕自採取制止侵入行動，故因而可簡化偵測系統與降低系統的建構成本。

【圖式簡單說明】

【0013】

圖 1 根據本發明的一實施例繪示一種光纖圍籬偵測系統的示意圖。

圖 2 根據本發明的一實施例繪示震動事件對不同區段的影響的波形圖。

圖 3 根據本發明的一實施例繪示干涉感測模組的示意圖。

圖 4 根據本發明的另一實施例繪示干涉感測模組的示意圖。

圖 5 根據本發明的另一實施例繪示干涉感測模組的示意圖。

圖 6 根據本發明的一實施例繪示一種偵測入侵方法的流程圖。

【實施方式】

【0014】 為了使本發明之內容可以被更容易明瞭，以下特舉實施例作為本發明確實能夠據以實施的範例。另外，凡可能之處，在圖式及實施方式中使用相同標號的元件/構件/步驟，係代表相同或類似部件。

【0015】 圖 1 根據本發明的一實施例繪示一種光纖圍籬偵測系統 100 的示意圖。光纖圍籬偵測系統 100 可包含光源 101、分光器 102、多個入侵感測器（包含入侵感測器 111、112、...、11n 等 n 個入侵感測器，其中 n 為正整數）、多個檢光器（包含檢光器 151、152、...、15n 等 n 個檢光器）以及訊號分析器 105。

【0016】 光源 101 例如是連續光源。光源 101 可用以提供偵測光。分光器 102 可具有一輸入端以及 n 個輸出端，其中輸入端可耦接至光源 101，並且 n 個輸出端可分別耦接至入侵感測器 111、112、...、11n。分光器 102 可通過輸入端以從光源 101 接收偵測光，並且將偵測光分成 n 個分量以分別傳送至入侵感測器 111、112、...、11n。

【0017】 上述的 n 個入侵感測器可包含於相同的光纖 103 之中。n 個入侵感測器中的每一者可包含干涉感測模組以及反射鏡，並且干涉感測模組可通過感測光纖耦接至反射鏡。舉例來說，入侵感測器 111 可包含干涉感測模組 121 以及反射鏡 141，其中干涉感測模組 121 與反射鏡 141 通過感測光纖 131 彼此耦接。入侵感測器 112 可包含干涉感測模組 122 以及反射鏡 142，其中干涉感測模組 122 與反射鏡 142 通過感測光纖 132 彼此耦接。入侵感測器 11n 可包含干涉感測模組 12n 以及反射鏡 14n，其中干涉感測模組 12n 與反

射鏡 14n 通過感測光纖 13n 彼此耦接。入侵感測器 111、112、...、11n 的構造和功能可彼此相似。

【0018】 入侵感測器的感測光纖可用以偵測光纜 103 的特定區段是否發生入侵事件。n 個感測光纖可分別分布在光纜 103 的不同區段，以偵測對應於所述區段的入侵事件所引起的震動波。圖 2 根據本發明的一實施例繪示震動事件對不同區段的影響的波形圖。假設光纜 103 可包含區段 I、區段 II 以及區段 III，並且感測光纖 131、132 以及 13n 可分別分布在區段 I、區段 II 及區段 III。若入侵事件發生於區段 III，則入侵事件對區段 III 所產生的震動之振幅可遠大於入侵事件對其他區段所產生的震動之振幅，如圖 2 所示。據此，在感測光纖 13n 中傳輸的光的相位會產生變化。

【0019】 如圖 1 所示，檢光器 151、152、...、15n 可分別耦接至入侵感測器 111、112、...、11n，其中檢光器 151、152、...、15n 的構造和功能可彼此相似。更具體來說，檢光器 151、152、...、15n 可分別耦接至干涉感測模組 121、122、...、12n。

【0020】 訊號分析器 105 例如是中央處理單元（central processing unit，CPU），或是其他可程式化之一般用途或特殊用途的微控制單元（micro control unit，MCU）、微處理器（microprocessor）、數位信號處理器（digital signal processor，DSP）、可程式化控制器、特殊應用積體電路（application specific integrated circuit，ASIC）、圖形處理器（graphics processing unit，GPU）、影像訊號處理器（image signal processor，ISP）、影像處理單元（image processing

unit，IPU)、算數邏輯單元 (arithmetic logic unit，ALU)、複雜可程式邏輯裝置 (complex programmable logic device，CPLD)、現場可程式化邏輯閘陣列 (field programmable gate array，FPGA) 或其他類似元件或上述元件的組合。

【0021】 訊號分析器 105 可耦接至檢光器 151、152、...、15n，並可利用檢光器 151、152、...、15n 偵測光纖 103 的各個區段是否發生入侵事件。以下以檢光器 151 以及對應於檢光器 151 的入侵感測器 111 為例說明訊號分析器 105 偵測入侵事件的方式。

【0022】 分光器 102 可將光源 101 提供的偵測光分為 n 個分量，並將 n 個分量中的其中一個分量傳送至反射鏡 141。反射鏡 141 可根據偵測光的分量產生對應的反射光。干涉感測模組 121 可通過感測光纖 131 接收來自反射鏡 141 的反射光。當光纖 103 的與感測光纖 131 相對應的區段發生入侵事件時，入侵事件造成的震動會使在感測光纖 131 中傳輸的反射光的相位發生變化。干涉感測模組 121 可響應於反射光的相位發生變化而輸出光干涉 (interference of light) 至檢光器 151。檢光器 151 可感測光干涉並輸出光干涉的感測結果至訊號分析器 105。在訊號分析器 105 接收到來自檢光器 151 的感測結果後，訊號分析器 105 可根據感測結果判斷與檢光器 151 相對應的感測光纖 131 偵測到入侵事件。若訊號分析器 105 根據感測結果判斷光干涉的強度大於閾值，則訊號分析器 105 可判斷發生入侵事件。據此，訊號分析器 105 可輸出對應於感測光纖 131 的告警訊息，藉以提示使用者對應於感

測光纖 131 的光纜 103 之區段發生入侵事件。

【0023】 基於相似的方式，分光器 102 可將光源 101 提供的偵測光分為 n 個分量，並將 n 個分量中的其中一個分量傳送至反射鏡 14n。反射鏡 14n 可根據偵測光的分量產生對應的反射光。干涉感測模組 12n 可通過感測光纖 13n 接收來自反射鏡 14n 的反射光。當光纜 103 的與感測光纖 13n 相對應的區段發生入侵事件時，入侵事件造成的震動會使在感測光纖 13n 中傳輸的反射光的相位發生變化。干涉感測模組 12n 可響應於反射光的相位發生變化而輸出光干涉至檢光器 15n。檢光器 15n 可感測光干涉並輸出光干涉的感測結果至訊號分析器 105。在訊號分析器 105 接收到來自檢光器 15n 的感測結果後，訊號分析器 105 可根據感測結果判斷與檢光器 15n 相對應的感測光纖 13n 偵測到入侵事件。若訊號分析器 105 根據感測結果判斷光干涉的強度大於閾值，則訊號分析器 105 可判斷發生入侵事件。據此，訊號分析器 105 可輸出對應於感測光纖 13n 的告警訊息，藉以提示使用者對應於感測光纖 13n 的光纜 103 之區段發生入侵事件。

【0024】 圖 3 根據本發明的一實施例繪示干涉感測模組 121 的示意圖。干涉感測模組 121 可包含光分歧器 210 以及光分歧器 220。光分歧器 210 或光分歧器 220 例如是二對二光分歧器。光分歧器 210 可包含輸入端 211、輸入端 212、輸出端 213 以及輸出端 214。光分歧器 210 可將輸入至輸入端 211 或輸入端 212 的光訊號區分為兩個分量，並且通過輸出端 213 以及輸出端 214 分別輸出所述

兩個分量。此外，光分歧器 210 可將輸入至輸出端 213 或輸出端 214 的光訊號區分為兩個分量，並且通過輸入端 211 以及輸入端 212 分別輸出所述兩個分量。另一方面，光分歧器 220 可包含輸入端 221、輸入端 222、輸出端 223 以及輸出端 224。光分歧器 220 可將輸入至輸入端 221 或輸入端 222 的光訊號區分為兩個分量，並且通過輸出端 223 以及輸出端 224 分別輸出所述兩個分量。此外，光分歧器 220 可將輸入至輸出端 223 或輸出端 224 的光訊號區分為兩個分量，並且通過輸入端 221 以及輸入端 222 分別輸出所述兩個分量。

【0025】 光分歧器 210 的輸入端 211、輸入端 212、輸出端 213 以及輸出端 214 可分別耦接至分光器 102、檢光器 151、光分歧器 220 的輸入端 221 以及光分歧器 220 的輸入端 222。光分歧器 220 的輸出端 223 可耦接至反射鏡 141。光分歧器 210 的輸出端 213 可通過光纖 310 耦接至光分歧器 220 的輸入端 221，並且光分歧器 210 的輸出端 214 可通過光纖 320 耦接至光分歧器 220 的輸入端 222，其中光纖 310 可長於光纖 320 以產生光程差(optical path difference)。光分歧器 220 的輸出端 223 可通過感測光纖 131 耦接至反射鏡 141。

【0026】 光分歧器 210 可通過輸入端 211 接收來自分光器 102 的偵測光，並且通過輸出端 213 以及輸出端 214 將偵測光輸出至光分歧器 220。光分歧器 220 可通過輸入端 221 以及輸入端 222 接收來自光分歧器 210 的偵測光，並可通過輸出端 223 將偵測光傳送 至反射鏡 141。反射鏡 141 可產生偵測光的反射光，並且通過感測

光纖 131 傳送反射光至光分歧器 220。分歧器 220 可通過輸出端 223 接收來自反射鏡 141 的反射光，並且將反射光區分為兩個分量，其中兩個分量的其中之一通過光纖 310 傳送至光分歧器 210 的輸出端 213，且兩個分量的其中之另一通過光纖 320 傳送至光分歧器 210 的輸出端 214。光分歧器 210 可將來自光分歧器 220 的反射光的兩個分量合併以產生合併光，並且通過輸入端 212 將合併光輸出至檢光器 151。

【0027】 入侵事件造成的震動可改變在感測光纖 131 中傳輸的反射光的相位。因此，由光分歧器 220 傳送至光分歧器 210 的反射光的兩個分量也會產生相位變化。由於光纖 310 長於光纖 320，故光分歧器 210 的輸出端 214 所接收到的分量的相位改變會早於光分歧器 210 的輸出端 214 所接收到的分量的相位改變。當輸出端 214 所接收到的分量的相位改變但輸出端 213 所接收到的分量的相位尚未改變時，由光分歧器 210 的輸入端 212 輸出至檢光器 151 的合併光將包含光干涉。檢光器 151 可感測光干涉，並且將感測結果傳送至訊號分析器 105。訊號分析器 105 可根據感測結果判斷是否發生入侵事件。

【0028】 圖 4 根據本發明的另一實施例繪示干涉感測模組 121 的示意圖。干涉感測模組 121 可包含光循環器 400 以及光分歧器 500。光循環器 400 例如是三埠光循環器，其中光循環器 400 可包含端 410、端 420 以及端 430。光循環器 400 可通過端 420 以將輸入至端 410 的光訊號輸出，並可通過端 430 以將輸入至端 420 的光訊

號輸出。光分歧器 500 例如是二對二光分歧器，其中光分歧器 500 可包含輸入端 511、輸入端 512、輸出端 513 以及輸出端 514。光分歧器 500 可將輸入至輸入端 511 或輸入端 512 的光訊號區分為兩個分量，並且通過輸出端 513 以及輸出端 514 分別輸出所述兩個分量。此外，光分歧器 500 可將輸入至輸出端 513 或輸出端 514 的光訊號區分為兩個分量，並且通過輸入端 511 以及輸入端 512 分別輸出所述兩個分量。

【0029】 光循環器 400 的端 410、端 420 以及端 430 可分別耦接至分光器 102、光分歧器 500 的輸入端 512 以及檢光器 151。光分歧器 500 輸出端 514 可耦接至反射鏡 141。此外，光分歧器 500 的輸入端 511 可通過光纖 600 耦接至光分歧器 500 的輸出端 513 以產生光程差。

【0030】 光循環器 400 可通過端 410 接收來自分光器 102 的偵測光，並且通過端 420 將偵測光輸出至光分歧器 500。分歧器 500 可通過輸入端 512 接收來自光循環器 400 的偵測光，並可通過輸出端 514 將偵測光傳送至反射鏡 141。反射鏡 141 可產生偵測光的反射光，並且通過感測光纖 131 傳送反射光至光分歧器 500。光分歧器 500 可通過輸出端 514 接收來自反射鏡 141 的反射光，並且將反射光分為兩個分量，其中兩個分量的其中之一通過輸入端 511 傳送至輸出端 513，且兩個分量的其中之一通過輸入端 512 傳送至光循環器 400 的端 420。光循環器 400 可通過端 430 將由端 420 接收的反射光的分量傳送至檢光器 151。

【0031】 入侵事件造成的震動可改變在感測光纖 131 中傳輸的反射光的相位。因此，分別由光分歧器 500 的輸出端 513 和輸出端 514 所接收的兩個分量也會產生相位變化。由於光分歧器 500 的輸入端 511 與輸出端 513 彼此相接，故輸出端 513 所接收到的分量的相位改變的持續時間可長於輸出端 514 所接收到的分量的相位改變的持續時間。當輸出端 513 所接收到的分量的相位改變但輸出端 514 所接收到的分量的相位已經恢復原狀時，由光分歧器 500 的輸入端 512 輸出至光循環器 400 的光將包含光干涉。據此，光循環器 400 可通過端 430 將光干涉傳送至檢光器 151。檢光器 151 可感測光干涉，並且將感測結果傳送至訊號分析器 105。訊號分析器 105 可根據感測結果判斷是否發生入侵事件。

【0032】 圖 5 根據本發明的另一實施例繪示干涉感測模組 121 的示意圖。干涉感測模組 121 可包含光分歧器 700 以及光隔離器 800，其中光分歧器 700 例如是三對三光分歧器。光分歧器 700 可包含輸入端 710、輸入端 720、輸入端 730、輸出端 740、輸出端 750 以及輸出端 760。光分歧器 700 可將輸入至輸入端 710、輸入端 720 或輸入端 730 的光訊號區分為三個分量，並且通過輸出端 740、輸出端 750 以及輸出端 760 分別輸出所述三個分量。此外，光分歧器 700 可將輸入至輸出端 740、輸出端 750 或輸出端 760 的光訊號區分為三個分量，並且通過輸入端 710、輸入端 720 以及輸入端 730 分別輸出所述三個分量。

【0033】 光分歧器 700 的輸入端 720 以及輸入端 730 可分別耦接

至分光器 102 以及檢光器 151。光分歧器 700 的輸出端 750 以及輸出端 760 可分別耦接至反射鏡 141 以及光隔離器 800。此外，光分歧器 700 的輸入端 710 可通過光纖 900 耦接至光分歧器 700 的輸出端 740 以產生光程差。

【0034】 光分歧器 700 可通過輸入端 720 接收來自分光器 102 的偵測光，並且通過輸出端 750 將偵測光輸出至反射鏡 141。反射鏡 141 可產生偵測光的反射光，並且通過感測光纖 131 傳送至反射光至光分歧器 700。光分歧器 700 可通過輸出端 750 接收來自反射鏡 141 的反射光，並且將反射光分為三個分量，其中三個分量的其中之一通過輸入端 710 傳送至輸出端 740，且三個分量的其中之一通過輸入端 730 傳送至檢光器 151。

【0035】 入侵事件造成的震動可改變在感測光纖 131 中傳輸的反射光的相位。因此，分別由光分歧器 700 的輸出端 740 和輸出端 750 所接收的兩個分量也會產生相位變化。由於光分歧器 700 的輸入端 710 與輸出端 740 彼此相接，故輸出端 740 所接收到的分量的相位改變的持續時間可長於輸出端 750 所接收到的分量的相位改變的持續時間。當輸出端 740 所接收到的分量的相位改變但輸出端 750 所接收到的分量的相位已經恢復原狀時，由光分歧器 700 的輸入端 730 輸出至檢光器 151 的光將包含光干涉。據此，檢光器 151 可感測光干涉，並且將感測結果傳送至訊號分析器 105。訊號分析器 105 可根據感測結果判斷是否發生入侵事件。

【0036】 圖 6 根據本發明的一實施例繪示一種偵測入侵方法的流

程圖，其中所述方法可由如圖 1 所示的光纖圍籬偵測系統 100 實施。在步驟 S601 中，通過光源提供偵測光。在步驟 S602 中，通過光纜中的第一反射鏡產生偵測光的第一反射光。在步驟 S603 中，通過第一感測光纖將光纜中的第一干涉感測模組耦接至第一反射鏡以接收第一反射光，其中第一干涉感測模組響應於第一反射光的第一相位發生變化而輸出第一光干涉。在步驟 S604 中，通過光纜中的第二反射鏡產生偵測光的第二反射光。在步驟 S605 中，通過第二感測光纖將光纜中的第二干涉感測模組耦接至第二反射鏡以接收第二反射光，其中第二干涉感測模組響應於第二反射光的第二相位發生變化而輸出第二光干涉。在步驟 S606 中，響應於由訊號分析器感測到第一光干涉而輸出對應於第一感測光纖的第一告警訊息，並且響應於由訊號分析器感測到第二光干涉而輸出對應於第二感測光纖的第二告警訊息。

【0037】綜上所述，本發明的光纖圍籬偵測系統可利用光纜中的多個干涉感測模組對不同告警區進行震動偵測和訊號傳輸。光纖圍籬偵測系統可包含設置在光纜中的多個干涉感測模組，其中多個干涉感測模組可分別連接至多個光纖以成為獨立告警區的入侵偵測元件。當特定光纖中的光訊號因震動而產生相位變化時，對應的干涉感測模組可產生光干涉。訊號分析器可在偵測到干涉感測模組的光干涉時判斷對應於所述干涉感測模組的告警區發生入侵事件，從而針對告警區發出告警訊息。據此，除了光纜外，光纖圍籬偵測系統不需建置額外的偵測元件（例如：用以量測背向散射震

動偵測光的元件)也可以進行入侵位置的定位。因此,本發明可有效降低成本並簡化系統設計的複雜性。

【符號說明】

【0038】

100:光纖圍籬偵測系統

101:光源

102:分光器

103:光纜

105:訊號分析器

111、112、11n:入侵感測器

121、122、12n:干涉感測模組

131、132、13n:感測光纖

141、142、14n:反射鏡

151、152、15n:檢光器

210、220、500、700:光分歧器

211、212、221、222、511、512、710、720、730:輸入端

213、214、223、224、513、514、740、750、760:輸出端

310、320、600、900:光纖

400:光循環器

410、420、430:端

800:光隔離器

S601、S602、S603、S604、S605、S606:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種光纖圍籬偵測系統，包括：

光源，提供偵測光；

光纜，包括：

第一反射鏡，產生所述偵測光的第一反射光；

第一干涉感測模組，耦接所述光源，並且通過第一感測光纖耦接至所述第一反射鏡以接收所述第一反射光，其中所述第一干涉感測模組響應於所述第一反射光的第一相位發生變化而輸出第一光干涉；

第二反射鏡，產生所述偵測光的第二反射光；以及

第二干涉感測模組，耦接所述光源，並且通過第二感測光纖連接至所述第二反射鏡以接收所述第二反射光，其中所述第二干涉感測模組響應於所述第二反射光的第二相位發生變化而輸出第二光干涉；

訊號分析器，耦接所述第一干涉感測模組以及所述第二干涉感測模組，其中所述訊號分析器響應於感測到所述第一光干涉而輸出對應於所述第一感測光纖的第一告警訊息，並且響應於感測到所述第二光干涉而輸出對應於所述第二感測光纖的第二告警訊息；以及

分光器，耦接所述光源以及所述第一干涉感測模組，其中所述第一干涉感測模組包括：

光隔離器；以及

光分歧器，包括：

第一輸入端；

第一輸出端，通過第一光纖耦接所述第一輸入端；

第二輸入端，耦接所述分光器；

第二輸出端，耦接所述第一反射鏡；

第三輸入端，耦接所述訊號分析器；以及

第三輸出端，耦接所述光隔離器。

【請求項2】 如請求項1所述的光纖圍籬偵測系統，更包括：

第一檢光器，耦接所述第一干涉感測模組以及所述訊號分析器，其中所述訊號分析器通過所述第一檢光器感測所述第一光干涉；以及

第二檢光器，耦接所述第二干涉感測模組以及所述訊號分析器，其中所述訊號分析器通過所述第二檢光器感測所述第二光干涉。

【請求項3】 如請求項1所述的光纖圍籬偵測系統，其中所述第一感測光纖與所述第二感測光纖分別分布在所述光纜的不同區段。

【請求項4】 一種入侵偵測方法，包括：

通過光源提供偵測光；

通過光纜中的第一反射鏡產生所述偵測光的第一反射光；

通過第一感測光纖將所述光纜中的第一干涉感測模組耦接至所述第一反射鏡以接收所述第一反射光，其中所述第一干涉感測模組響應於所述第一反射光的第一相位發生變化而輸出第一光干

涉；

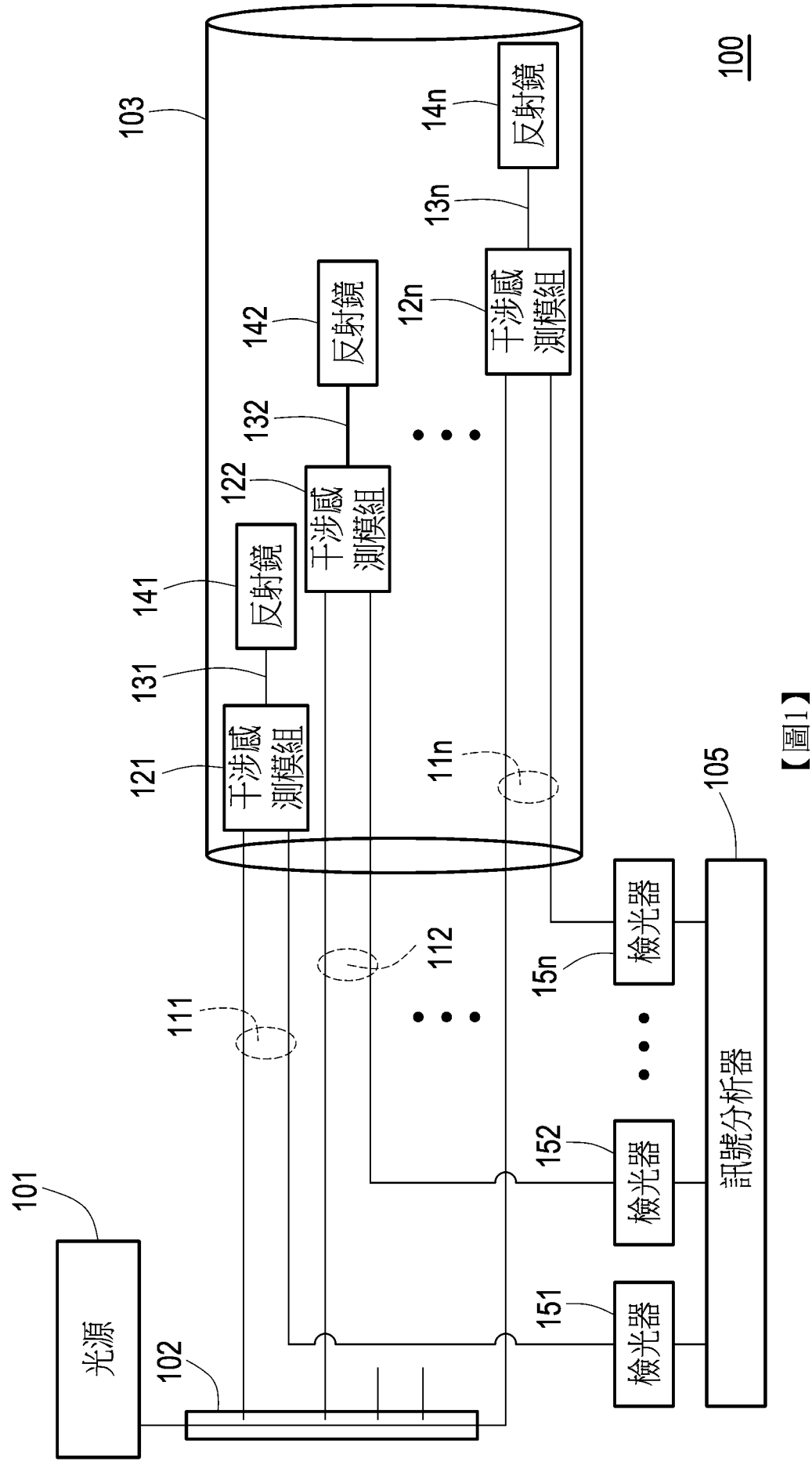
通過所述光纜中的第二反射鏡產生所述偵測光的第二反射光；

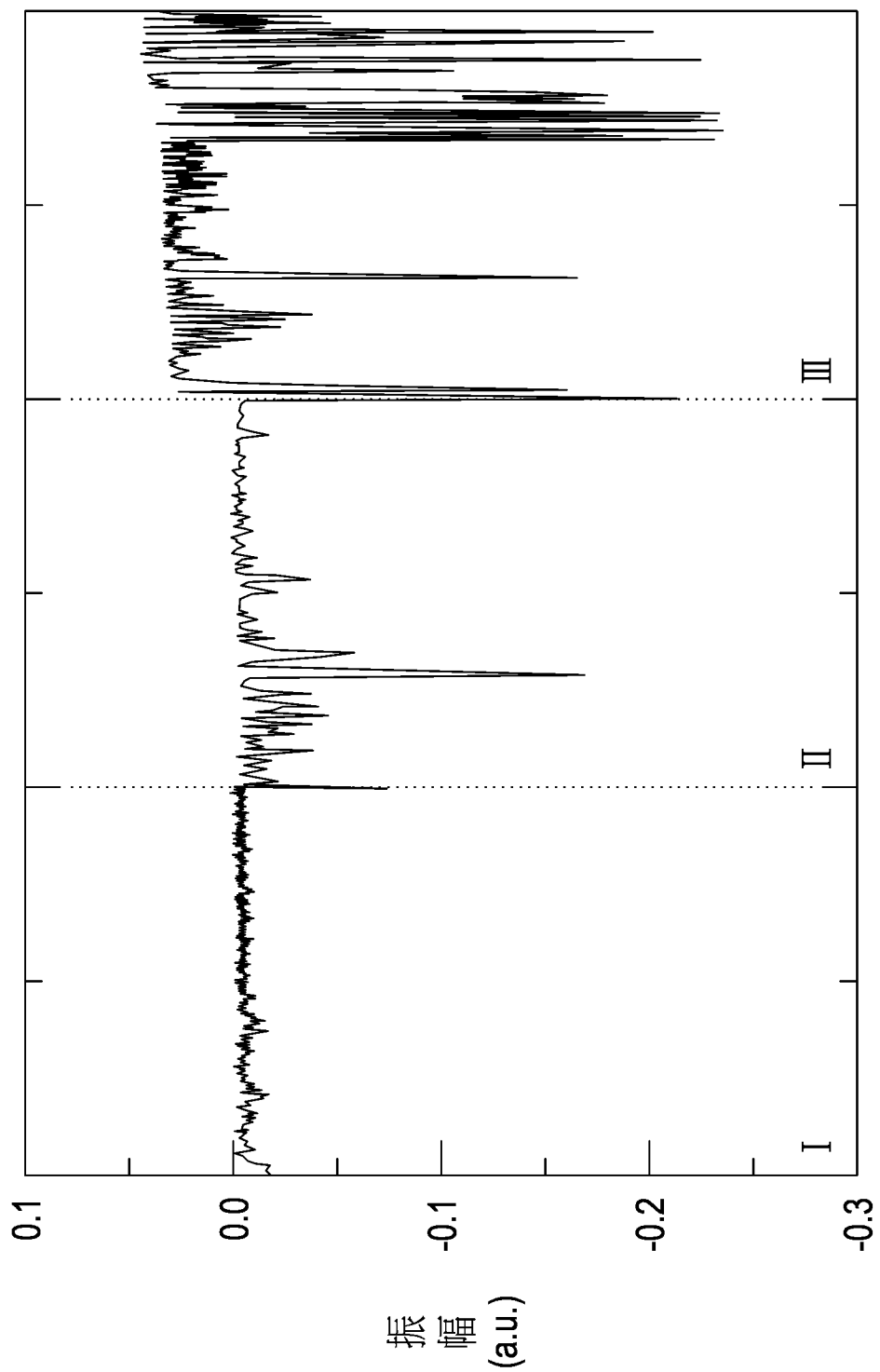
通過第二感測光纖將所述光纜中的第二干涉感測模組耦接至所述第二反射鏡以接收所述第二反射光，其中所述第二干涉感測模組響應於所述第二反射光的第二相位發生變化而輸出第二光干涉；

響應於由訊號分析器感測到所述第一光干涉而輸出對應於所述第一感測光纖的第一告警訊息，並且響應於由所述訊號分析器感測到所述第二光干涉而輸出對應於所述第二感測光纖的第二告警訊息；以及

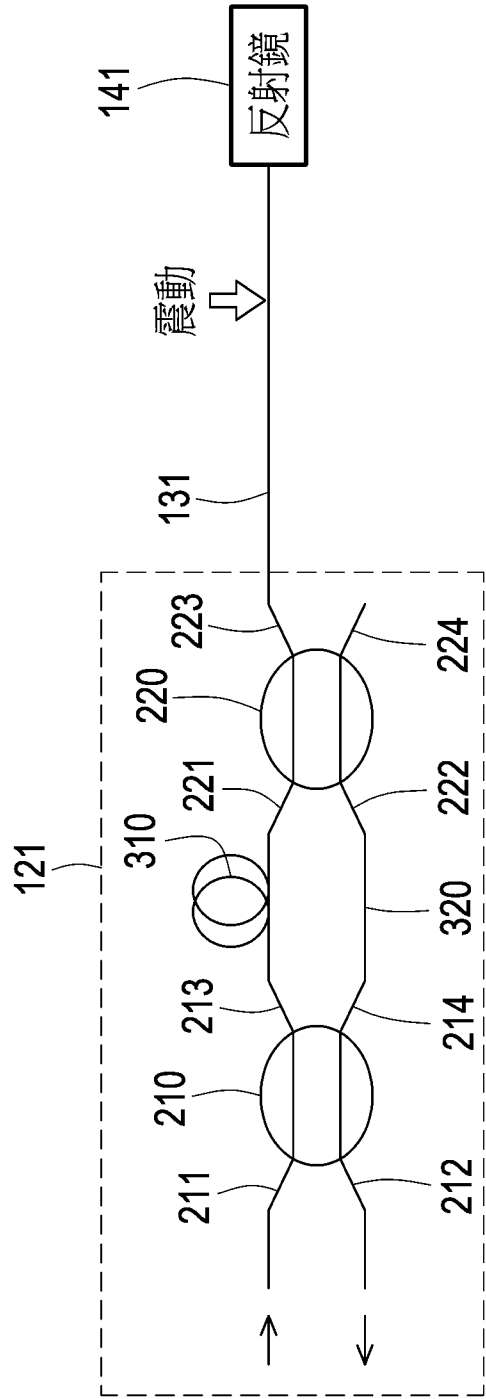
通過第一光纖將所述第一干涉感測模組中的光分歧器的第一輸出端耦接所述光分歧器的第一輸入端，將所述光分歧器的第二輸入端耦接分光器，將所述光分歧器的第二輸出端耦接所述第一反射鏡，將所述光分歧器的第三輸入端耦接所述訊號分析器，並且將所述光分歧器的第三輸出端耦接所述第一干涉感測模組中的光隔離器。

【發明圖式】

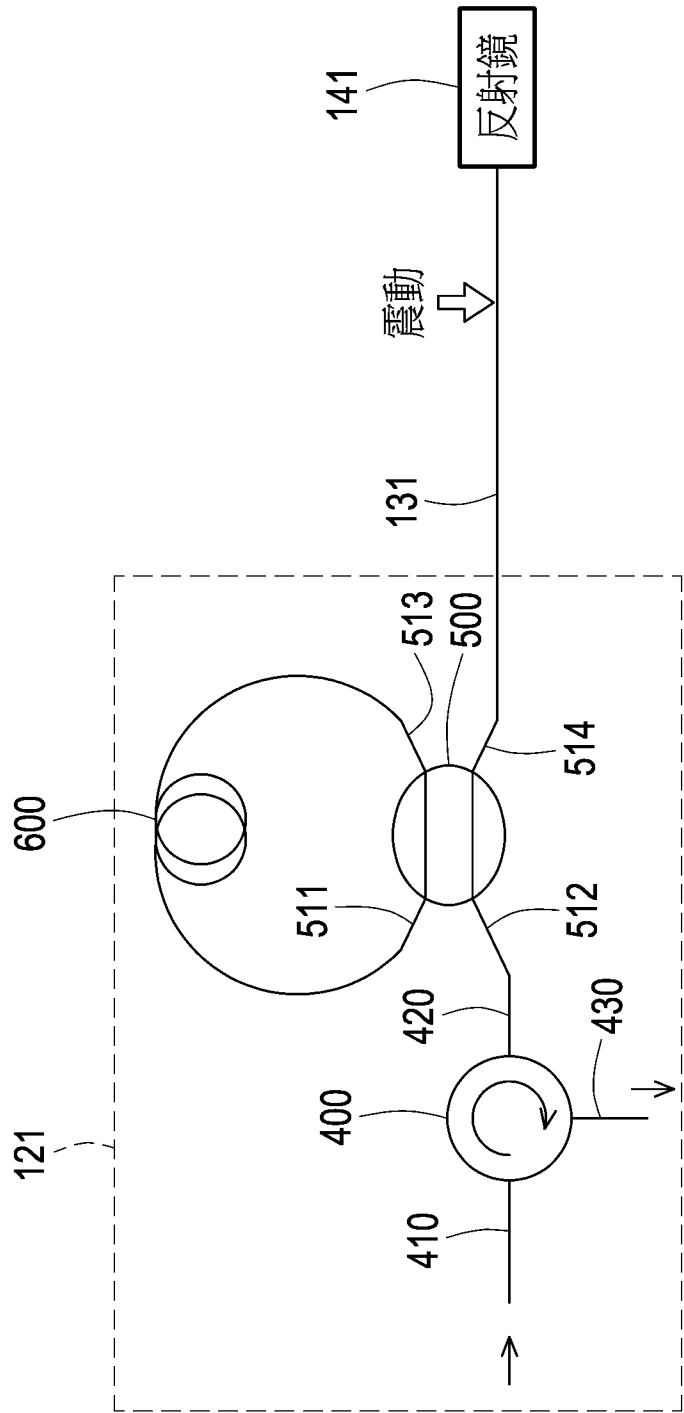




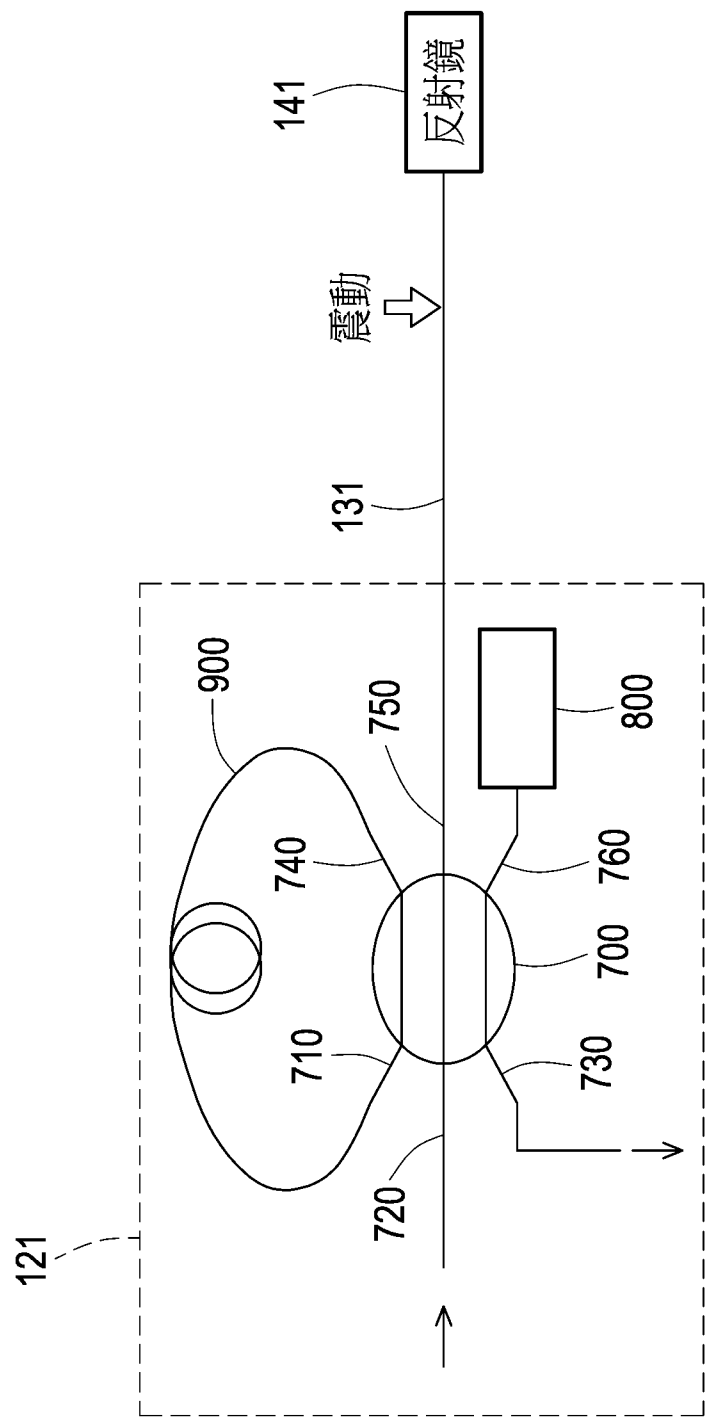
【圖2】



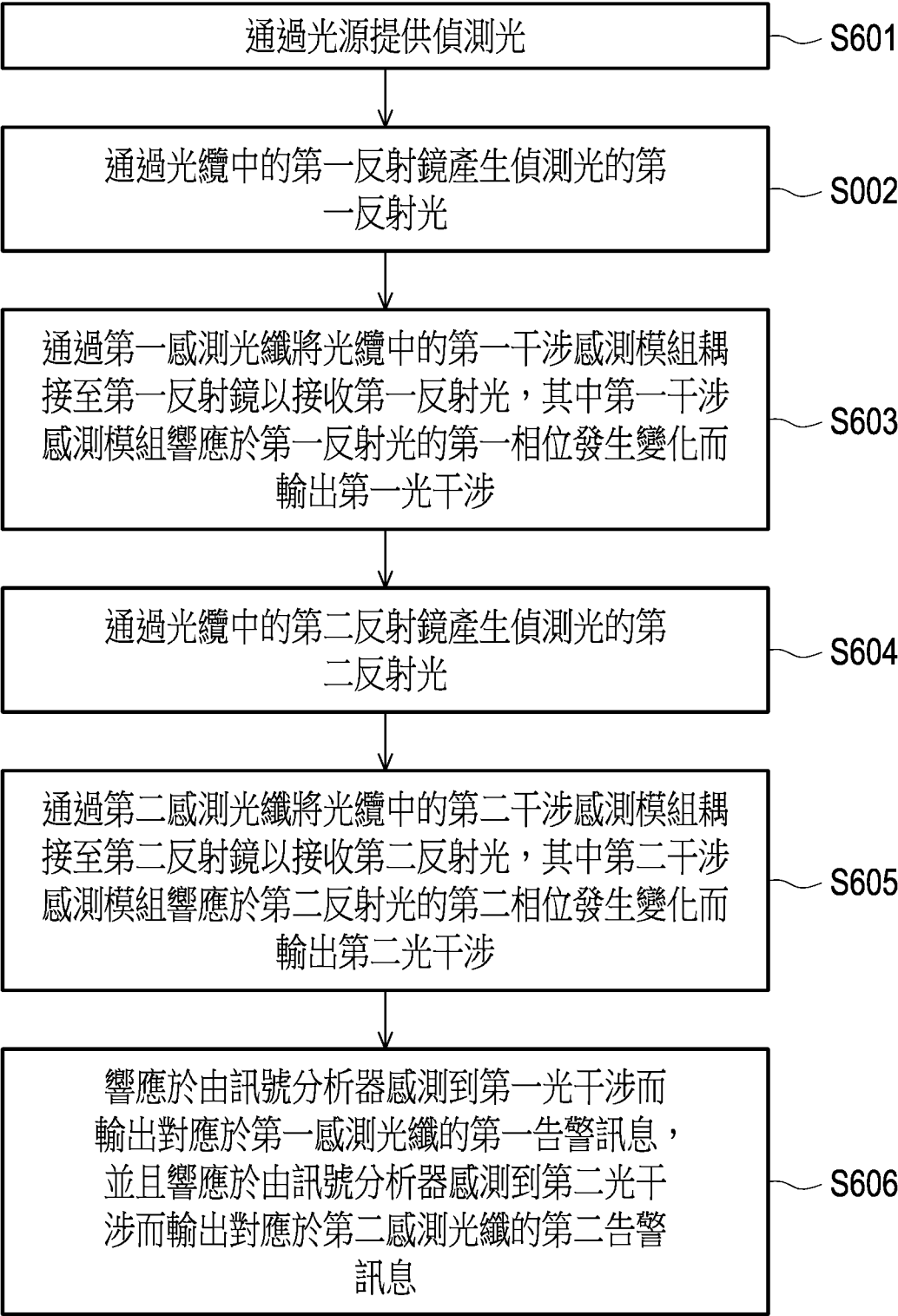
【圖3】



【圖4】



【圖5】



【圖6】