

公告本

發明專利說明書 I224200

(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：92080100

※申請日期：92 11 >7 ※IPC 分類：G01V 8/16

壹、發明名稱：(中文/英文)

光纖光柵感應地層移動監測管及包含有此光纖光柵感應地層移動
監測管的監測系統

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

國籍：(中文/英文)

中華民國/R.O.C

參、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 黃安斌 / An-Bin Huang

2. 簡旭君 / Xu Jun Jian

住居所地址：(中文/英文)

1. 新竹縣芎林鄉三民路 16 巷 1 弄 20 號

2. 南投縣南投市營南里 11 鄰營盤路 3 號

國籍：(中文/英文)

1. ~ 2. 中華民國/R.O.C

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. 本案未在國外申請專利

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：

本發明提拱一種用於感應地層移動之監測系統，包括有：一光纖光柵感應地層移動監測管，係埋入在地層下，且具有一管狀物以及具有複數點光柵之複數光纖；一解析器，其係設置在地表面上，且藉由一光纖而連接至該光纖光柵感應地層移動監測管；以及一電腦，其係設置在地表面上，且藉由一電線而連接至該解析器，其中該等光纖的複數點光柵會根據地層移動來反應出該等光柵所產生之反射光波長變化至該解析器；該解析器會提供該光纖光柵感應地層移動監測管所需之光源，並反應該光纖光柵所產生之反射光波長的變化，最後把該光纖光柵所產生之反射光波長的變化透過該電線傳送至該電腦中；以及該電腦會把來自該解析器中反射光波長的變化分析，以獲得地層移動之大小。

陸、英文發明摘要：

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- 200 監測系統
- 201 電腦
- 202 解析器
- 203 光纖光柵感應地層移動監測管
- 204 光纖
- 205 電線
- 206 地表面

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：

(一)發明所屬之技術領域

本發明係有關於一種監測系統，尤指一種含可感應地層移動之光纖光柵感應地層移動監測管的監測系統。

(二)先前技術

查，傳統上大地工程土體或岩體內位移監測之方法係使用一傾斜管之方法。即，先把該傾斜管埋入地層下。然後再放入一傾度感應器，以測量出已埋入地層下傾斜管的傾斜角度。最後依據該傾斜角度反推該傾斜管隨地層而橫向移動之大小，以監測地層移動。但是，因為此方法需要人工定時測量並擷取資料，所以效率與經濟效益不彰。

雖然近年來採用電子式、可長期安裝於地層下做自動化監測之傾度感應器的發明，

但是電子式自動化監測系統價格昂貴、易受電磁波之影響而產生訊號雜訊，而且儀器設備因為長期埋入地層下容易受潮短路而故障。故存在有許多缺點。

此外，雖然市場上已有許多光纖感應器，但是這些光纖感應器價格昂貴，同時因為這些感測元件並非專門為地層移動而設計，所以對於地層移動之靈敏性與使用之方便性皆不理想。

(三)發明內容

因此，本發明之一目的是要提供一種用於感應地層移動之監測系統，其係以廣面分部式、自動化、高效率、以及經濟之方式來監測地層移動。

本發明之另一目的是要提供一種光纖光柵感應地層移動監測管，該光纖光柵感應地層移動監測管之光纖係採非金屬材料所製成、成本低、不易腐蝕、不易受到外界干擾、以及體積甚小。

為達成上述目的以及其它目的，根據本發明之觀點，提供一種監測系統，包括有一光纖光柵感應地層移動監測管，係埋入在地層下；一解析器，係設置在地表面上，且藉由一光纖而連接至該光纖光柵感應地層移動監測管；以及一電腦，係設置在地表面上，且藉由一電線而連接至該解析器。其中，該光纖光柵感應地層移動監測管係包括有一管狀物以及複數光纖，該等光纖包括有複數點光柵，以用於根據地層移動來反應出該等光柵所產生之反射光波長的變化。此外，該光纖光柵感應地層移動監測管可進一步包括有支架，該支架具有複數凸角，以與習知的標準傾斜管之槽溝相匹配。此外，該解析器會提供該光纖光柵感應地層移動監測管所需之光源，並反應該光纖光柵所產生之反射光波長的變化，以及把該光纖光柵所產生之反射光波長的變化透過該電線傳送至該電腦中，以進行分析。

本發明以應變管之量測方式與三次仿樣內插技術而非傾斜角度，來感應地層地層之橫向位移。應變管於邊坡變形監測上之應用，其原理是將應變片以等距離鋪設之方法黏貼於圓形測傾管上在將此測傾管埋入地底下。其結果之解釋可以粗略地將不同深度的相鄰測點量測值，以折線累積應變，畫出橫向位移柱狀圖，由柱狀圖判斷滑動面的位

置。或者，利用此三次仿樣 (spline function) 內插法，假設較合理的邊界條件，利用三次多項式在相繼兩點間做多項式分段近似，然後以應變隨深度積分的方式計算出橫向位移隨深度之改變。假設受地層移動而導致黏貼於應變管上應變片產生扭曲應變 (flexural strain) ε 。根據

材料力學之原理

$$M = \frac{\varepsilon}{r} EI \quad (1)$$

而

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M}{EI} \quad (2)$$

其中

M = 應變管所受之力 (moment) ;

r = 應變管外緣半徑 ;

E = 應變管材料之楊氏模數 ;

I = 應變管之慣性力 (moment of inertia) ;

x = 地層深度 ;

y = 橫向移動

所以

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\varepsilon}{r} \quad (3)$$

應變管之扭曲， dy/dx 與 ε 之關係為

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{r} \int \varepsilon dx + e \quad (4)$$

而

$$y = \frac{1}{r} \int (\int \varepsilon dx) dx + ex + f \quad (5)$$

其中 e 與 f 為積分常數而 X 是應變管之全長。公式(5)展示 ε 與 y 之關係。

應變片之黏貼間隔，在黏土質中建議為 90cm 以下、風化岩層以 45cm 較為妥當。受到前述每一應變片需要單獨訊號之限制，如果以此密集之間距黏貼在應變片上在實用上有極大之挑戰。因此，本發明係以光纖光柵 (Optic Fiber Bragg Grating, FBG) 取代應變片來做應變之量測，其地層位移量測之原理則基本上與應變管類似。

(四) 實施方式

首先，請參考第 1 圖，其顯示出一由本發明複數個光纖光柵感應地層移動監測管 (203) 串聯所組成的光纖光柵感應地層移動監測管總成，其中每個複數個光纖光柵感應地層移動監測管 (203) 皆具有支架 (101)、聚氯乙烯管 (102) (PVC pipe) 以及光纖 (103)。

參考第 2 圖和第 3 圖，其顯示出本發明的一光纖光柵感應地層移動監測管 (203)，該光纖光柵感應地層移動監測管 (203) 包括有：一聚氯乙烯管 (102)；一支架 (101)，具有四個可與一標準傾斜管 (其為習知，故未顯示) 之槽溝相匹配的凸角 (104)，且固定在該聚氯乙烯管 (102) 的兩末端上；以及複數光纖 (103)，係黏貼在該聚氯乙烯管 (102) 的表面上，且具有複數點光柵。在使用時，可以將該光纖感應地層移動監測管 (203) 插入先前已安裝於地下之傾斜管，透過該等凸角 (104) 與傾斜管之槽溝的緊密結合，以便感測該傾斜管之扭曲變形。因為該傾斜管已為土木工程界廣泛使用，

故上述設計是爲了與現有之系統匹配。或者可以直接將該光纖感應地層移動監測管插入鑽孔中，然後以灌漿的方式將該光纖感應地層移動監測管固定於地層內，此時則無須使用該支架(101)。

如第 4 圖所示的本發明的監測系統(200)，包括有：該光纖光柵感應地層移動監測管(203)，係插入一地表面(206)下；一解析器(202)，係可提供該光纖光柵感應地層移動監測管(203)所需之光源，並反應光纖光柵所產生的反射光波長變化；以及一電腦(201)，係可對來自該解析器(202)的反射光波長變化進行分析，其中以一光纖(204)在該光纖光柵感應地層移動監測管(203)和該解析器(202)之間做連接，而且以一電線(205)透過 PCMCIA 或 USB 界面在該解析器(202)和電腦(201)之間做電性連接。

如第 5 圖曲線圖所示，其係顯示出利用一段 2 公尺長、使用直徑 34mm PVC 管所製成的纖光柵感應地層移動監測管(203)之實驗室的標定結果。此外，在此光纖光柵感應地層移動監測管(203)的 PVC 管上另外安裝三個線性差動變壓器(L.V.D.T)，以提供獨立之 PVC 管移動距離的參考數據。如第 4 圖中所示之試驗結果，當該該光纖光柵感應地層移動監測管(203)之扭曲斜率在 1:10000(即每米位移 0.1mm)以上時，即可感測其位移，並產生一光纖光柵訊號。然後透過該光纖(204)，把該光纖光柵訊號傳送至可解讀該光纖光柵訊號的該解析器(202)，以進行該光纖光柵訊號之解讀。最後，把該光纖光柵訊號解讀之結果，透過該電線(205)

透過 PCMCIA 或 USB 界面而傳送至該電腦 (201)。該電腦 (201) 利用此三次仿樣 (spline function) 內插法，假設較合理的邊界條件，利用三次多項式在相繼兩點間做多項式分段近似，然後以應變隨深度積分的方式計算出橫向位移隨深度之改變。假設受地層移動而導致黏貼於應變管上應變片產生扭曲應變 (flexural strain) ε 。根據

材料力學之原理

$$M = \frac{\varepsilon}{r} EI$$

而

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M}{EI}$$

其中

M = 應變管所受之力 (moment) ;

r = 應變管外緣半徑 ;

E = 應變管材料之楊氏模數 ;

I = 應變管之慣性力 (moment of inertia) ;

x = 地層深度 ;

y = 橫向移動

所以

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\varepsilon}{r}$$

應變管之扭曲， dy/dx 與 ε 之關係為

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{r} \int \varepsilon dx + c$$

$$\text{而} \quad y = \frac{1}{\gamma} \int (\int \varepsilon dx) dx + ex + f \quad (5)$$

其中 e 與 f 為積分常數而 X 是應變管之全長。即可計算出其位移量。

(五) 圖式簡單說明

第 1 圖係由本發明複數個光纖光柵感應地層移動監測管串聯所組成的光纖光柵感應地層移動監測管總成。

第 2 圖係本發明之一光纖光柵感應地層移動監測管之組合立體圖。

第 3 圖係本發明第 2 圖中該光纖光柵感應地層移動監測管之剖面圖。

第 4 圖係本發明之一監測系統，其中在第 1 圖中的光纖感應地層監測係埋入地層下。

第 5 圖係本發明之實驗室標定結果之曲線圖

主要元件符號說明

- 101 支架
- 102 聚氯乙烯管 / 管狀物
- 103 光纖
- 104 凸角
- 200 監測系統
- 201 電腦
- 202 解析器
- 203 光纖光柵感應地層移動監測管
- 204 光纖
- 205 電線
- 206 地表面

拾、申請專利範圍：

1. 一種用於感應地層移動之監測系統，包括有：

一光纖光柵感應地層移動監測管，係埋入在地層下，且具有一管狀物、以及具有複數點光柵之複數光纖；

一解析器，係設置在地表面上，且藉由一光纖而連接至該光纖光柵感應地層移動監測管；以及

一電腦，係設置在地表面上，且藉由一電線而連接至該解析器，該等光纖的複數點光柵會根據地層移動來反應出該等光柵所產生之反射光波長變化至該解析器；該解析器會提供該光纖光柵感應地層移動監測管所需之光源，並反應該光纖光柵所產生之反射光波長的變化，以及把該光纖光柵所產生之反射光波長的變化透過該電線傳送至該電腦中；以及該電腦會把來自該解析器中反射光波長的變化分析，以獲得地層移動之大小。

2. 如申請專利範圍第 2 項之監測系統，進一步包括有複數支架，該等複數支架係具有複數凸角，以與一標準傾斜管之槽溝相匹配。

3. 如申請專利範圍第 1 項之監測系統，其中該電線係透過 PCMCIA 或 USB 界面，以在該解析器和該電腦之間做連接。

4. 如申請專利範圍第 1 項之監測系統，其中該管狀物係由聚氯乙烯材料所製成。

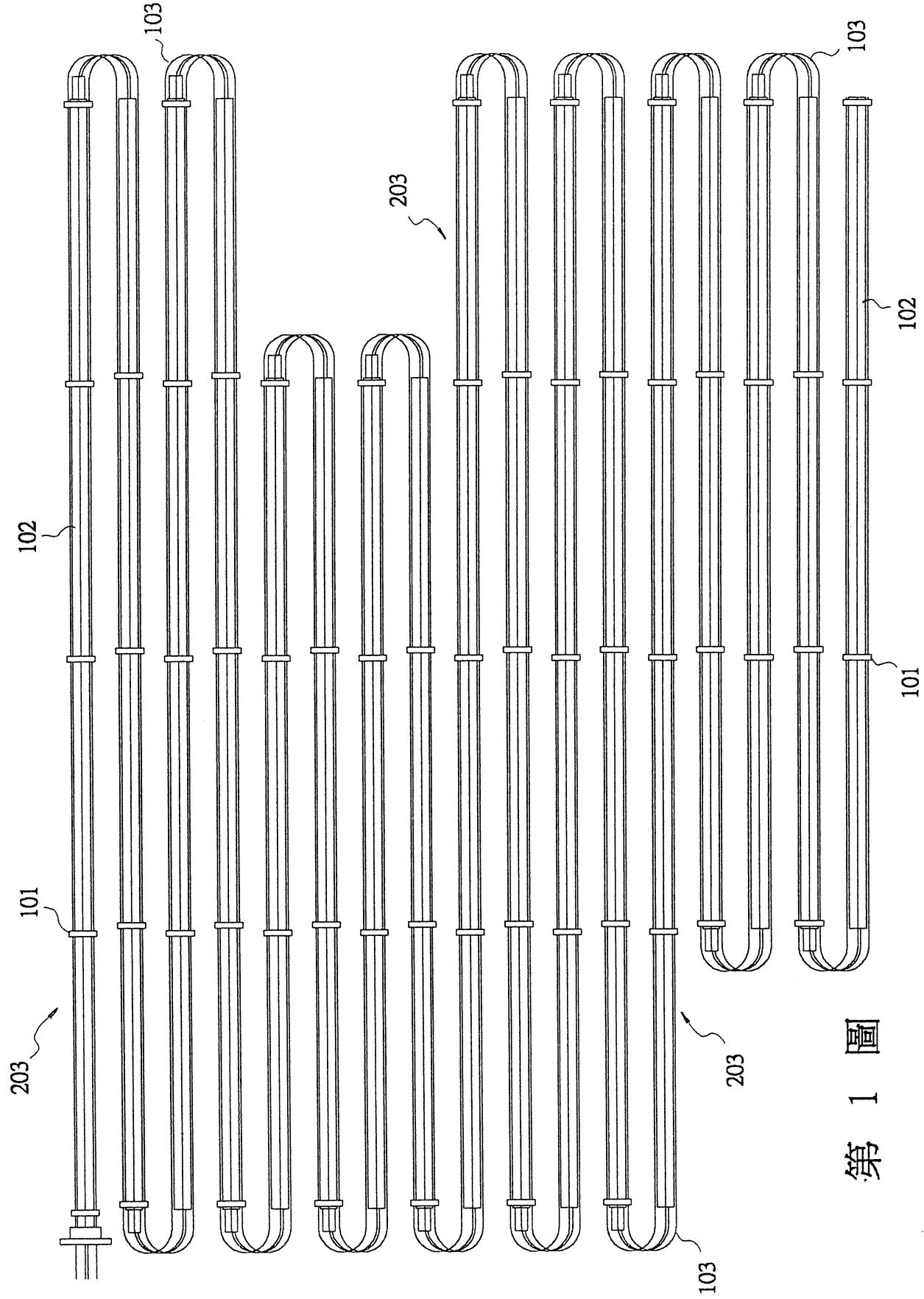
5. 一種用於感應地層移動之光纖光柵感應地層移動監測管，包括有

一管狀物；

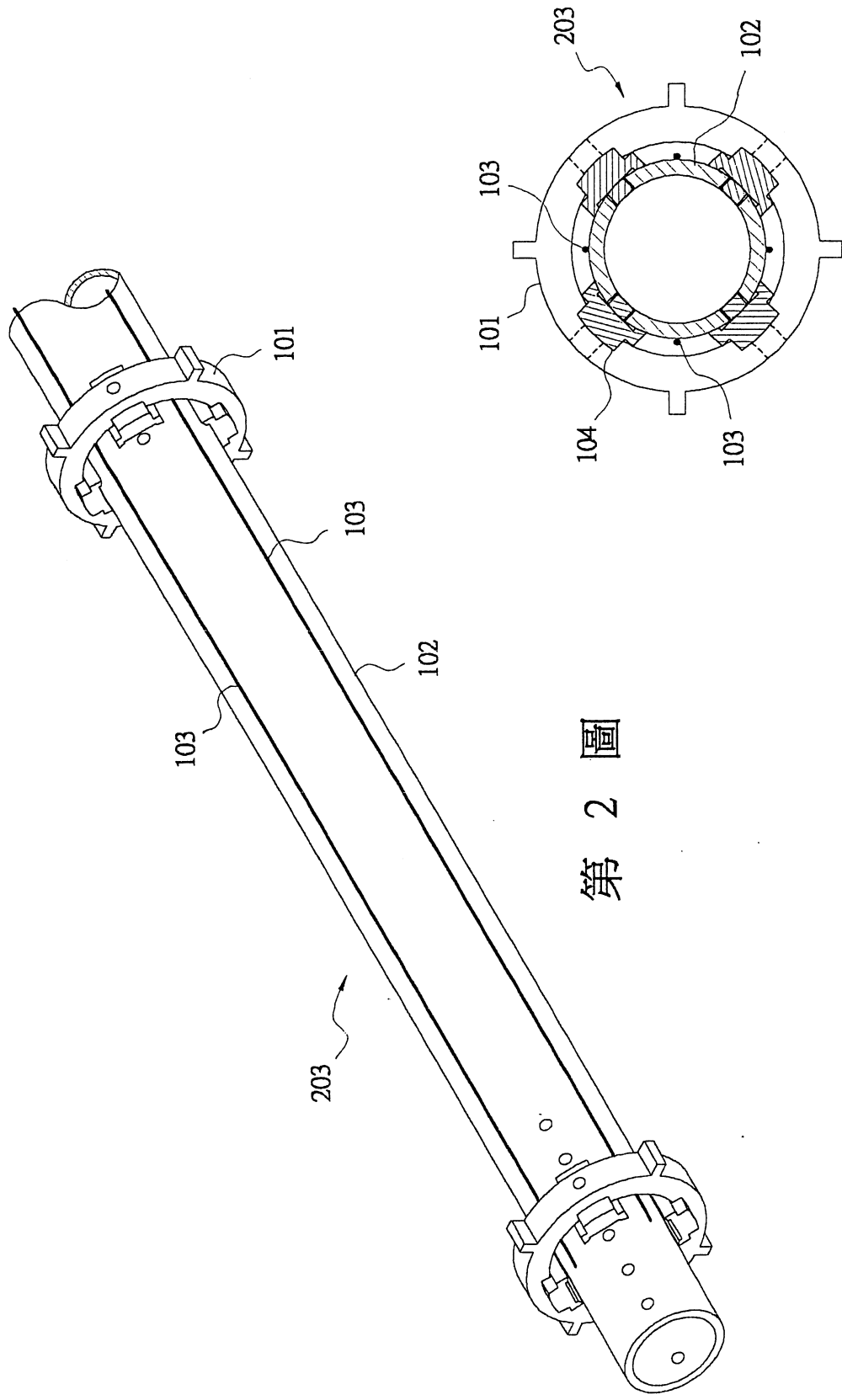
複數光纖，係黏貼在該管狀物的表面上，且具有複數光柵，該等光纖的複數點光柵會根據地層移動來反應出該等光柵所產生之反射光波長變化。

6. 如申請專利範圍第 5 項之光纖光柵感應地層移動監測管，進一步包括有複數支架，該等複數支架係具有複數凸角，以與一標準傾斜管之槽溝相匹配。
7. 如申請專利範圍第 5 項之光纖光柵感應地層移動監測管，其中該管狀物係由聚氯乙烯所製成。

拾壹、圖式：

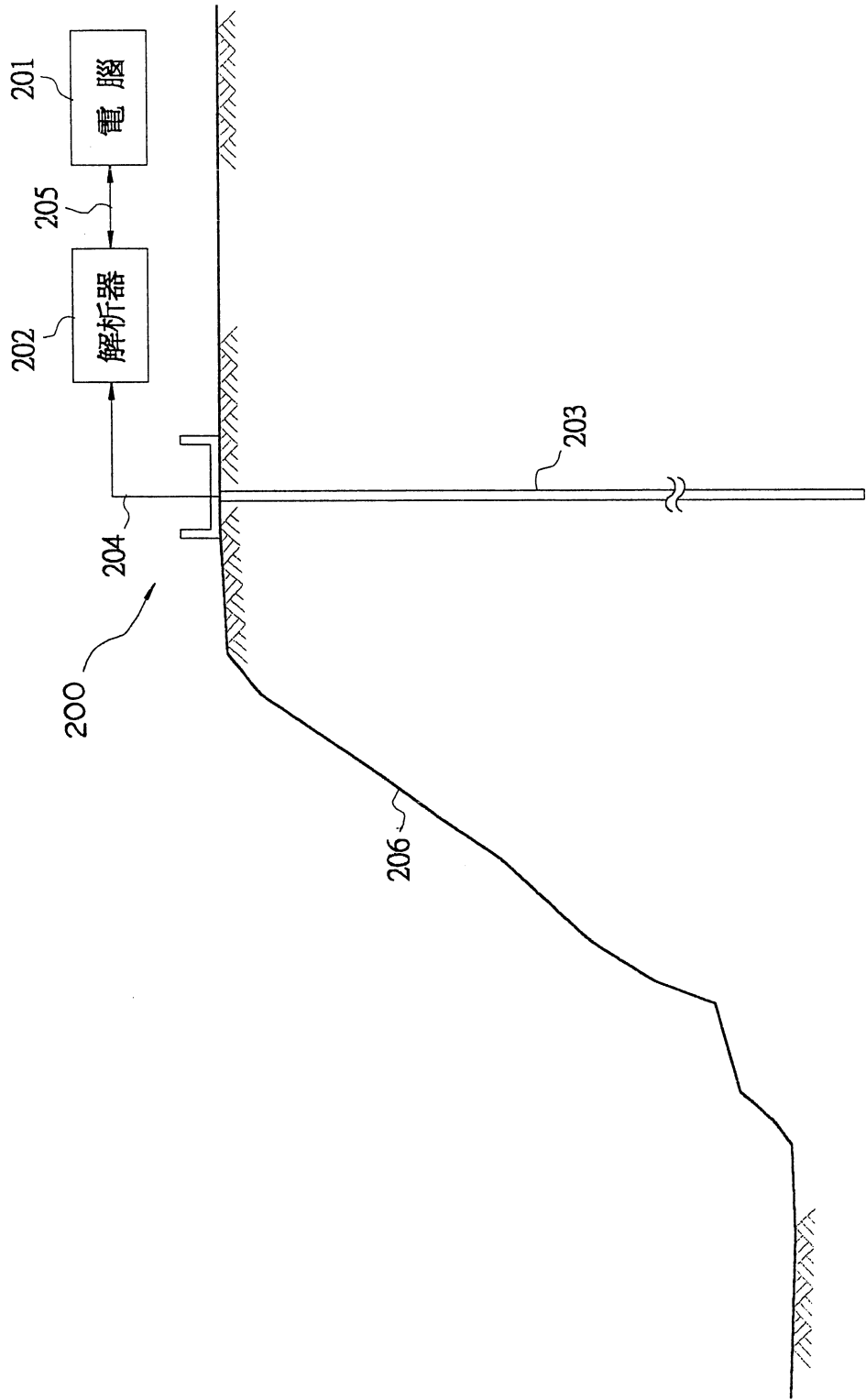


第 1 圖

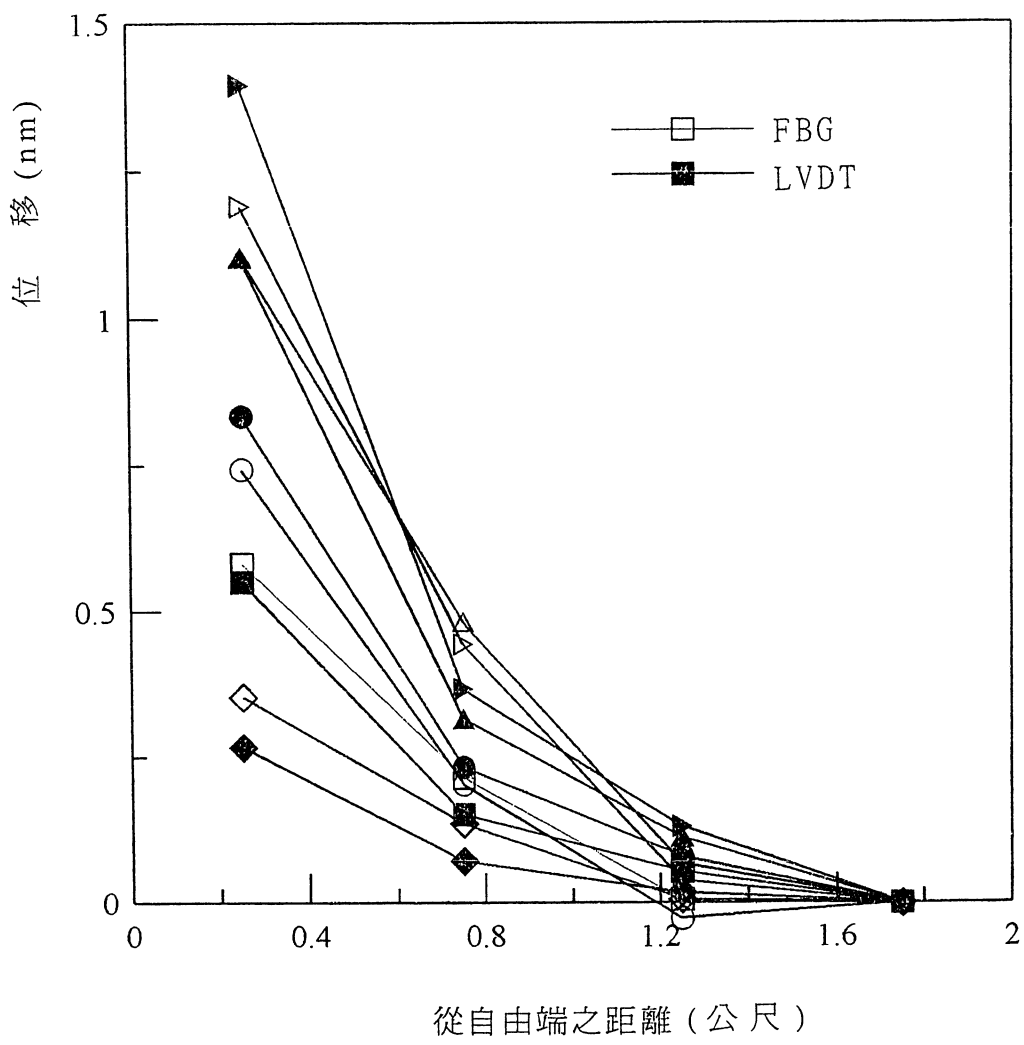


第 2 圖

第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖