



(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 I416086 B

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 21 日

(21) 申請案號：099101725

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 01 月 22 日

(51) Int. Cl. : G01L1/18 (2006.01)

(71) 申請人：鴻海精密工業股份有限公司 (中華民國) HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD. (TW)

新北市土城區自由街 2 號

(72) 發明人：陳魯倬 CHEN, LU-ZHOU (CN)；劉長洪 LIU, CHANG-HONG (CN)；王佳平 WANG, JIA-PING (CN)；范守善 FAN, SHOU-SHAN (CN)

(56) 參考文獻：

TW 200938373A

JP 3119564U

JP 2006-521212A

審查人員：楊謹璋

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：8 共 26 頁

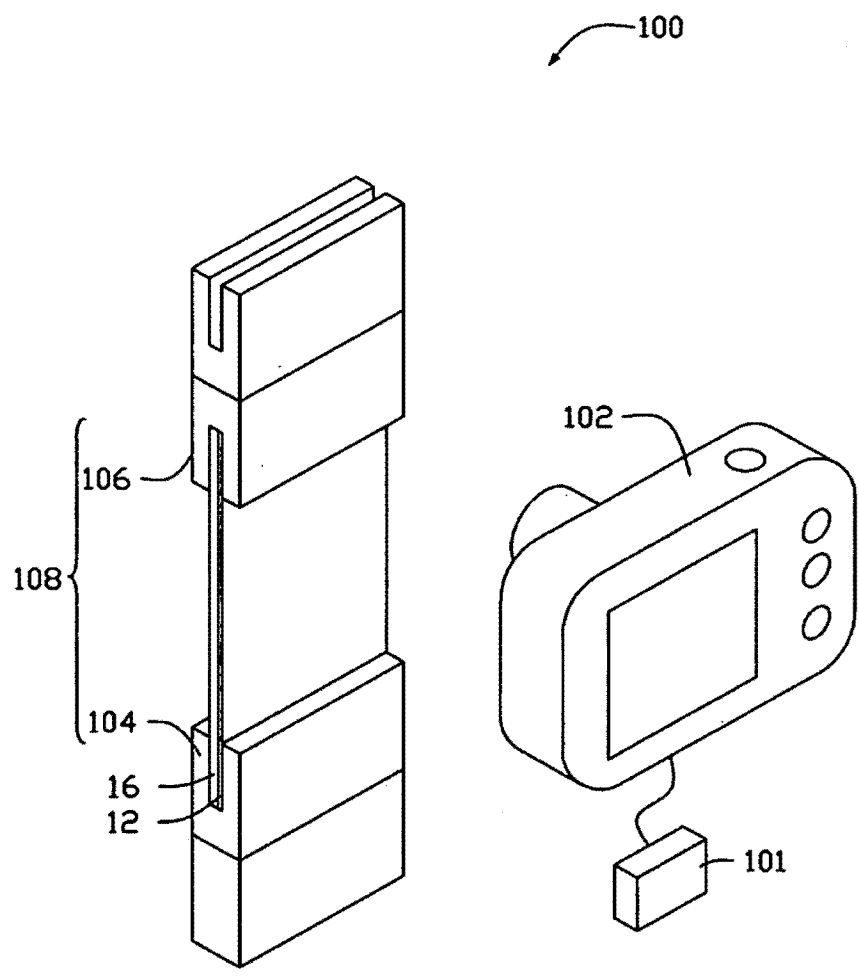
(54) 名稱

應變測量裝置及測量方法

STRAIN MEASUREMENT DEVIC AND MEASUREMENT METHOD

(57) 摘要

本發明提供一種應變測量裝置，其包括：一應變片；一用於夾持並拉伸所述應變片的夾持裝置，所述應變片在拉伸方向上產生縱向應變，在垂直於拉伸方向上產生橫向應變；以及一用於測量所述應變片的橫向應變的橫向應變記錄器。所述應變片包括一奈米碳管膜結構，該奈米碳管膜結構包括多個奈米碳管，所述多個奈米碳管分別沿一第一方向與一第二方向擇優取向排列，沿第一方向擇優取向定向排列的奈米碳管與沿第二方向定向擇優取向排列的奈米碳管重疊交叉設置，所述第一方向與第二方向具有一夾角，所述夾角大於 0 度小於 180 度。



- 12 . . . 應變片
- 16 . . . 待測樣品
- 100 . . . 應變測量裝置
- 101 . . . 資料處理裝置
- 102 . . . 橫向應變記錄器
- 104 . . . 第一夾持器
- 106 . . . 第二夾持器
- 108 . . . 夾持裝置

## 六、發明說明：

## 【發明所屬之技術領域】

[0001] 本發明涉及一種應變測量裝置及測量方法，尤其涉及一種基於碳納米管的應變測量裝置及採用該應變裝置的測量方法。

## 【先前技術】

[0002] “應變”就是由於外力作用所產生的改變。應變計使用電阻來表示由外力引起的應變大小。應變計有多種不同的類型，最常見的就是電阻應變片。電阻應變片是一種將被測件上的應變變化轉換成為一種電信號的敏感器件。電阻應變片應用最多的是金屬電阻應變片和半導體應變片兩種。金屬電阻應變片又有絲狀應變片和金屬箔狀應變片兩種。通常是將應變片通過特殊的黏和劑緊密的黏合在產生力學應變基體上，當基體受力發生應力變化時，電阻應變片也一起產生形變，使應變片的阻值發生改變，從而使加在電阻上的電壓發生變化。這種應變片在受力時產生的阻值變化通常較小，一般這種應變片都組成應變電橋，並通過後續的儀錶放大器進行放大，再傳輸給處理電路（通常是A/D轉換和CPU）顯示或執行機構。

[0003] 這種測量應變的裝置存在很多缺點，比如電阻的取值範圍應注意：阻值太小，所需的驅動電流太大，同時應變片的發熱致使本身的溫度過高，不同的環境中使用，使應變片的阻值變化太大，輸出零點漂移明顯，調零電路過於複雜。而電阻太大，阻抗太高，抗外界的電磁干擾

能力較差。一般均為幾十歐至幾十千歐左右。另外為了實現應變放大的功能，都需要搭接一套後續電路系統，笨重複雜，不利於測量微小物體的形變。

### 【發明內容】

[0004] 有鑒於此，提供一種新型的應變測量裝置及採用該應變測量裝置測量應變的方法實為必要，該應變測量裝置結構簡單，有利於測量物體的微小形變。

[0005] 一種應變測量裝置，其包括：一應變片；一用於夾持並拉伸所述應變片的夾持裝置，所述應變片在拉伸方向上產生縱向應變，在垂直於拉伸方向上產生橫向應變；以及一用於測量所述應變片的橫向應變的橫向應變記錄器。所述應變片包括一奈米碳管膜結構，該奈米碳管膜結構包括多個奈米碳管，所述多個奈米碳管分別沿一第一方向與一第二方向擇優取向排列，沿第一方向擇優取向定向排列的奈米碳管與沿第二方向定向擇優取向排列的奈米碳管重疊交叉設置，所述第一方向與第二方向具有一夾角，所述夾角大於0度小於180度，使用時，應變片中沿所述第一方向與第二方向的夾角的平分線的方向與所述拉伸方向一致。

[0006] 一種測量應變的方法，包括以下步驟：首先，提供一上述應變測量裝置；其次，對所述應變片的拉伸進行標定，獲得應變片的橫向應變與縱向應變的函數關係；再次，提供一待測樣品，將所述應變片與該待測樣片貼合；最後，將所述貼合有應變片的待測樣品固定於所述夾持裝置，對該待測樣品施加縱向的拉力，通過橫向應變記

錄器測量待測樣品的橫向應變，通過資料處理裝置計算待測樣品的縱向應變。

[0007] 與先前技術相比較，所述應變測量裝置採用包括奈米碳管膜結構的應變片測量待測樣品的應變，且無需後續電路系統，使得測量方法簡單，容易操作，且更加容易實現。

#### 【實施方式】

[0008] 下面將結合附圖及具體實施例對本發明進行詳細說明。

[0009] 請參考圖1，本發明實施例提供一種應變測量裝置100，所述應變測量裝置100包括一橫向應變記錄器102，一夾持裝置108，一應變片12以及一資料處理裝置101。所述一夾持裝置108包括一第一夾持器104以及一第二夾持器106，所述第一夾持器104及第二夾持器106可以相對移動。所述資料處理裝置101通過資料線與所述橫向應變記錄器102電連接，從而可以實現資料傳輸。使用時，可將所述應變片12鋪設於一待測樣品16的表面，並將待測樣品16相對的兩端與所述應變片12接觸的部分黏結在一起，然後將待測樣品16相對的兩端分別固定於所述第一夾持器104以及所述第二夾持器106，通過使所述第一夾持器104以及所述第二夾持器106相對移動，對所述應變片12及待測樣品16施加應力。

[0010] 所述夾持裝置108用於固定並拉伸所述待測樣品16以及應變片12。所述第一夾持器104與所述第二夾持器106均具有一夾持端，該夾持端可以將表面貼有應變片12的待測樣品16固定。所述第一夾持器104及第二夾持器106可以

採用金屬、陶瓷或塑膠製成。

[0011] 所述橫向應變記錄器102用於測量所述應變片12的橫向應變，該橫向應變記錄器102可以記錄所述應變片12在初態的橫向長度，以及在受到應力時的橫向長度。該橫向應變記錄器102可以為數碼相機、攝像機、攝像頭等，用於記錄物體形態的圖像記錄裝置。本實施例中，所述橫向應變記錄器102為一數碼相機。

[0012] 所述資料處理裝置101用於計算所述應變片12的縱向應變。該資料處理裝置101為具有資料計算功能的計算裝置，具體可以為小型電腦、筆記本、伺服器或巨型電腦。本實施例中，該資料處理裝置101為小型電腦。

[0013] 所述應變片12為具有一定厚度的片材，可以根據待測樣品16表面的形狀任意裁減。請參閱圖2，本實施例中，該應變片12為一奈米碳管膜結構。該奈米碳管膜結構由多個奈米碳管145沿膜表面延伸排列形成，其中部分奈米碳管145基本沿一第一方向X擇優取向排列，另一部分奈米碳管145基本沿一第二方向Y擇優取向排列。所述第一方向X與第二方向Y成一定角度 $\alpha$ ， $\alpha$ 大於0度小於180度。且基本沿第一方向X定向排列的奈米碳管145與基本沿第二方向Y定向排列的奈米碳管145相互交叉形成多個網格。當沿著與該應變片12中第一方向X或第二方向Y夾角的平分線的方向拉伸該應變片12時，該應變片12在垂直於該拉伸方向上將發生收縮；而當沿著與該應變片12中第一方向X或第二方向Y夾角的平分線的方向壓縮該應變片12時，該應變片12在垂直於壓縮方向發生膨脹。因此，

該應變片12具有正泊松比的性質。本實施例中， $\alpha$ 角為90度。

[0014] 請參閱圖3，該圖為本發明應變片12的泊松比與拉伸應變之間的關係圖。從該圖可以看出，本發明實施例提供的應變片12在與所述第一方向X或第二方向Y夾角的平分線的方向拉伸應變為5%時，泊松比為2.25；在與所述第一方向X或第二方向Y成45度角的方向拉伸應變為20%時，其泊松比值為3.25。

[0015] 請參閱圖4，所述奈米碳管膜結構通過至少兩層奈米碳管膜交叉層疊設置形成。該奈米碳管膜由多個奈米碳管組成，所述多個奈米碳管首尾相連基本沿一個方向擇優取向排列。所述每兩個相鄰的奈米碳管膜中，一個奈米碳管膜中的奈米碳管基本沿著一第一方向X擇優取向排列，另一個奈米碳管膜中的奈米碳管基本沿著一第二方向Y擇優取向排列，所述第一方向X與所述第二方向Y相互垂直，且相鄰的兩個奈米碳管膜中的奈米碳管相互交叉形成多個網格。奈米碳管膜結構可包括10層~5000層交叉層疊設置的奈米碳管膜，所述奈米碳管膜的厚度為0.5奈米~1微米。本實施例中，所述奈米碳管膜結構包括100層奈米碳管膜。

[0016] 圖5為圖4中奈米碳管膜結構中奈米碳管膜的掃描電鏡照片，所述奈米碳管膜是由若干奈米碳管組成的自支撐結構。所述若干奈米碳管為沿同一方向擇優取向排列。所述擇優取向是指在奈米碳管膜中大多數奈米碳管的整體延伸方向基本朝同一方向。而且，所述大多數奈米碳管

的整體延伸方向基本平行於奈米碳管膜的表面。進一步地，所述奈米碳管膜中多數奈米碳管是通過凡德瓦爾力首尾相連。具體地，所述奈米碳管膜中基本朝同一方向延伸的大多數奈米碳管中每一奈米碳管與在延伸方向上相鄰的奈米碳管通過凡德瓦爾力首尾相連。當然，所述奈米碳管膜中存在少數隨機排列的奈米碳管，這些奈米碳管不會對奈米碳管膜中大多數奈米碳管的整體取向排列構成明顯影響。所述自支撐為奈米碳管膜不需要大面積的載體支撐，而只要相對兩邊提供支撐力即能整體上懸空而保持自身膜狀狀態，即將該奈米碳管膜置於（或固定於）間隔一定距離設置的兩個支撐體上時，位於兩個支撐體之間的奈米碳管膜能夠懸空保持自身膜狀狀態。所述自支撐主要通過奈米碳管膜中存在連續的通過凡德瓦爾力首尾相連延伸排列的奈米碳管而實現。

[0017] 具體地，所述奈米碳管膜中基本朝同一方向延伸的多數奈米碳管，並非絕對的直線狀，可以適當的彎曲；或者並非完全按照延伸方向上排列，可以適當的偏離延伸方向。因此，不能排除奈米碳管膜的基本朝同一方向延伸的多數奈米碳管中並列的奈米碳管之間可能存在部分接觸。

[0018] 本發明實施例進一步提供一種採用所述應變測量裝置100測量應變的方法，通過以下步驟實現：

[0019] 步驟S1，提供一應變測量裝置100。

[0020] 步驟S2，對所述應變片12的拉伸並進行標定，獲得應變



片12的橫向應變  $\epsilon_i$  與縱向應變  $\epsilon_j$  的函數關係。

[0021] 請參閱圖6，定義方向a為應變片12的縱向應變方向，方向a與應變片12中的第一方向X成45度角。定義方向b為應變片12的橫向應變方向，且方向b與方向a垂直。定義應變片12的橫向應變為  $\epsilon_i$ ，縱向應變為  $\epsilon_j$ 。可以通過數

值擬合的方法得到應變片12的橫向應變  $\epsilon_i$  與縱向應

變為  $\epsilon_j$  的函數關係。具體地，可以將所述應變片12裁

減成長方型，使該長方型的應變片12的長邊與方向a平行。並將該長方型應變片12的短邊對應的兩端分別固定，

然後沿方向a多次拉伸該應變片12，並記錄每次的橫向應變為  $\epsilon_i$ ，及其對應的縱向應變為  $\epsilon_j$ 。最後，通過二次

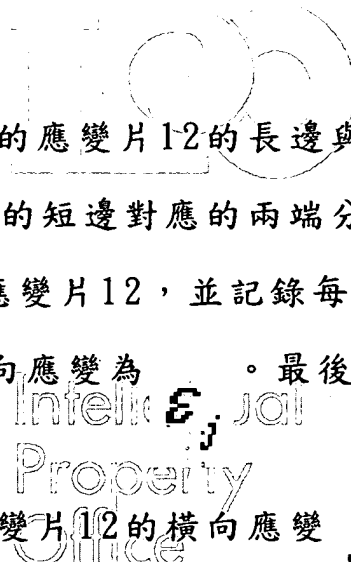
多項式擬合可以獲得該應變片12的橫向應變  $\epsilon_i$  與縱向應

變  $\epsilon_j$  的函數關係  $\epsilon_i = f(\epsilon_j)$ 。該應變片12的橫

向應變  $\epsilon_i$  與縱向應變  $\epsilon_j$  的關係曲線如圖7所示，從該

圖可以看出，曲線上任意一點，該應變片12的橫向應變

都遠大於對應得縱向應變  $\epsilon_j$ 。因此，當應變片12的  $\epsilon_i$



縱向應變  $\epsilon_j$  較小難於測量時，可以通過測量該應變片

的橫向應變  $\epsilon_i$ ，由函數關係  $\epsilon_i = f(\epsilon_j)$  計算出應

變片12的縱向應變  $\epsilon_j$ 。本實施例中，所述應變片12包

括100層奈米碳管膜，利用數值擬合後所述應變片12的橫向應變  $\epsilon_i$  與縱向應變  $\epsilon_j$  的函數關係為：

$$\epsilon_i = -2.45234 + 2.55284 \epsilon_j + 0.03821 \epsilon_j^2$$

[0022] 請參見圖8，為了增大所述應變片12的泊松比，還可將所述長方型的應變片12沿著兩個長邊的中間部分裁減為對稱的弧形，使得所述應變片12裁減為啞鈴型狀，從而可以獲得更大的泊松比，以有利於測量。

[0023] 步驟S3，提供一待測樣品16，將所述應變片12與該待測樣品16貼合。

[0024] 該待測樣品16為具有一定厚度的薄片，其形狀與所述應變片12相同。使用時，可以在該待測樣品16的一個表面的兩端塗一層黏合劑，然後將所述應變片12通過黏合劑黏附於該待測樣品16的表面。從而使得該待測樣品16與所述應變片12具有相同的縱向應變方向a，以及相同的橫向應變方向b。可以理解，也可以直接將應變片12貼合於待測樣品16的表面，不加黏合劑。

[0025] 步驟S4，將所述貼合有應變片12的待測樣品16固定於所述夾持裝置108，對該待測樣品16施加縱向的拉力，使待測樣品16與應變片12產生相同的縱向應變。

 $\epsilon_j$ 

[0026] 具體的，沿待測樣品16的縱向應變方向a，固定貼合有應變片12的待測樣品16的一端於所述第一夾持器104，固定所述貼合有應變片12的待測樣品16的另一端於所述第二夾持器106。使所述第一夾持器104及第二夾持器106，沿待測樣品16的縱向應變方向a相對移動，所述應變片12與待測樣品16產生相同的縱向應變。

 $\epsilon_j$ 

[0027] 步驟S5，通過橫向應變記錄器102測量待測樣品16的橫向應變，通過資料處理裝置101計算待測樣品16的縱向

 $\epsilon_i$ 

應變

 $\epsilon_j$ 

Intellectual  
Property  
Office

[0028] 當對貼合有應變片12的待測樣品16施加縱向的拉力時，所述應變片12的橫向應變

 $\epsilon_i$ 

102測量出來，資料處理裝置101就可以通過該應變片12

的橫向應變與縱向應變的函數關係

 $\epsilon_i$ 
 $\epsilon_j$ 

計算出來，從而得到待測樣品16的縱

$$\epsilon_i = f(\epsilon_j)$$

$\varepsilon_j$ 

[0029] 與先前技術相比較，所述應變測量裝置100採用包括奈米碳管膜結構的應變片12測量待測樣品16的應變，且無需後續電路系統，使得測量方法簡單，容易操作，且更加容易實現。

[0030] 綜上所述，本發明確已符合發明專利之要件，遂依法提出專利申請。惟，以上所述者僅為本發明之較佳實施例，自不能以此限制本案之申請專利範圍。舉凡熟悉本案技藝之人士援依本發明之精神所作之等效修飾或變化，皆應涵蓋於以下申請專利範圍內。

#### 【圖式簡單說明】

[0031] 圖1為本發明實施例的應變測量裝置的立體結構示意圖。

[0032] 圖2為本發明實施例的應變測量裝置中的應變片中的奈米碳管膜結構的示意圖。

[0033] 圖3為本發明實施例奈米碳管泊松比材料的泊松比與拉伸應變之間的關係圖。

[0034] 圖4為本發明實施例的應變測量裝置中的應變片中的奈米碳管膜結構的掃描電鏡照片。

[0035] 圖5為本發明實施例的應變測量裝置中的應變片中的奈米碳管膜的掃描電鏡照片。

[0036] 圖6為本發明實施例的應變測量裝置的應變片使用時的方位示意圖。

[0037] 圖7為本發明實施例的應變片的縱向應變與橫向應變的關係示意圖。

[0038] 圖8為本發明實施例的應變片的結構示意圖。

【主要元件符號說明】

[0039] 應變片：12

[0040] 待測樣品：16

[0041] 應變測量裝置：100

[0042] 資料處理裝置：101

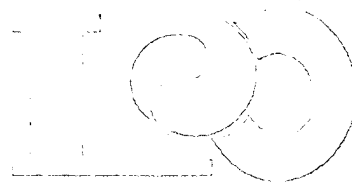
[0043] 橫向應變記錄器：102

[0044] 第一夾持器：104

[0045] 第二夾持器：106

[0046] 夾持裝置：108

[0047] 奈米碳管：145



Intellectual  
Property  
Office

專利案號：099101725



日期：99年01月22日

## 發明專利說明書

**公告本**

※申請案號：099101725

※IPC分類：

※申請日：99.1.22

G01L 1/18 (2006.01)

### 一、發明名稱：

應變測量裝置及測量方法

STRAIN MEASUREMENT DEVIC AND MEASUREMENT METHOD

### 二、中文發明摘要：

本發明提供一種應變測量裝置，其包括：一應變片；一用於夾持並拉伸所述應變片的夾持裝置，所述應變片在拉伸方向上產生縱向應變，在垂直於拉伸方向上產生橫向應變；以及一用於測量所述應變片的橫向應變的橫向應變記錄器。所述應變片包括一奈米碳管膜結構，該奈米碳管膜結構包括多個奈米碳管，所述多個奈米碳管分別沿一第一方向與一第二方向擇優取向排列，沿第一方向擇優取向定向排列的奈米碳管與沿第二方向定向擇優取向排列的奈米碳管重疊交叉設置，所述第一方向與第二方向具有一夾角，所述夾角大於0度小於180度。

### 三、英文發明摘要：

## 七、申請專利範圍：

1. 一種應變測量裝置，該應變測量裝置包括：

一應變片；

一用於夾持並拉伸所述應變片的夾持裝置，所述應變片在拉伸方向上產生縱向應變，在垂直於拉伸方向上產生橫向應變；以及一用於測量所述應變片的橫向應變的橫向應變記錄器；

所述應變片包括一奈米碳管膜結構，該奈米碳管膜結構包括多個奈米碳管，所述多個奈米碳管分別沿一第一方向與一第二方向擇優取向排列，沿第一方向擇優取向定向排列的奈米碳管與沿第二方向定向擇優取向排列的奈米碳管重疊交叉設置，所述第一方向與第二方向具有一夾角，所述夾角大於0度小於180度，使用時，應變片中沿所述第一方向與第二方向的夾角的平分線的方向與所述拉伸方向一致。

2. 如申請專利範圍第1項所述的應變測量裝置，其中，該奈米碳管膜結構包括至少兩個層疊設置的奈米碳管膜，每一奈米碳管膜由多個首尾相連且基本沿同一方向擇優取向排列的奈米碳管構成，所述奈米碳管膜中的奈米碳管沿奈米碳管膜的表面延伸，每兩個相鄰的奈米碳管膜中，一個奈米碳管膜中的奈米碳管沿著所述第一方向擇優取向排列，另一個奈米碳管膜中的奈米碳管沿著所述第二方向擇優取向排列。

3. 如申請專利範圍第2項所述的應變測量裝置，其中，所述奈米碳管膜結構中，相鄰的奈米碳管膜之間通過凡德瓦爾

- 力緊密結合。
4. 如申請專利範圍第2項所述的應變測量裝置，其中，所述奈米碳管膜結構包括10層~5000層奈米碳管膜，所述奈米碳管膜的厚度為0.5奈米~1微米。
  5. 如申請專利範圍第4項所述的應變測量裝置，其中，所述奈米碳管膜結構的泊松比為0.5~3.5。
  6. 如申請專利範圍第1項所述的應變測量裝置，其中，所述夾持裝置包括一第一夾持器以及一第二夾持器，所述第一夾持器及第二夾持器可以在縱向應變方向相對移動。
  7. 如申請專利範圍第6項所述的應變測量裝置，其中，所述橫向應變記錄器為數碼相機、攝像機或攝像頭。
  8. 一種採用如申請專利範圍第項1至7項中任一項所述的應變測量裝置測量應變的方法，包括以下步驟：  
拉伸所述應變片並標定，獲得該應變片的橫向應變與縱向應變的函數關係；  
提供一待測樣品，將所述應變片貼合於該待測樣品的表面；  
將貼合有應變片的待測樣品固定於所述夾持裝置，對該待測樣品施加縱向的拉力，使待測樣品與應變片產生相同的縱向應變；以及  
通過所述橫向應變記錄器測量所述應變片的橫向應變，通過所述資料處理裝置計算出應變片的縱向應變。
  9. 如申請專利範圍第8項所述的測量應變的方法，其中，所述應變片的橫向應變與縱向應變的函數關係通過二次多項式擬合獲得。
  10. 如申請專利範圍第9項所述的測量應變的方法，其中，所



述應變片為長方形片材，該長方型的應變片的長邊與應變片的縱向應變方向平行。

- 11 . 如申請專利範圍第10項所述的測量應變的方法，其中，所述應變片為沿著所述長方型的應變片兩個長邊的中間部分裁減為對稱的弧形。
- 12 . 如申請專利範圍第8項所述的測量應變的方法，其中，所述待測樣品與所述應變片具有相同的縱向應變方向，以及相同的橫向應變方向。
- 13 . 一種應變測量裝置，該應變測量裝置包括：
  - 一應變片；
  - 一用於夾持並拉伸所述應變片的夾持裝置，所述應變片在拉伸方向上產生縱向應變，在垂直於拉伸方向上產生橫向應變，所述夾持裝置包括一第一夾持器以及一第二夾持器，所述第一夾持器及第二夾持器用於在縱向應變方向相對移動並拉伸所述應變片)；以及
  - 一用於測量所述應變片的橫向應變的橫向應變記錄器；所述應變片包括一奈米碳管膜結構，該奈米碳管膜結構包括多個奈米碳管，所述多個奈米碳管分別沿一第一方向與一第二方向擇優取向排列，沿第一方向擇優取向定向排列的奈米碳管與沿第二方向定向擇優取向排列的奈米碳管重疊交叉設置，所述第一方向與第二方向具有一夾角，所述夾角大於0度小於180度，使用時，應變片中沿所述第一方向與第二方向的夾角的平分線的方向與所述(第一夾持器到一第二夾持器的方向一致。
- 14 . 如申請專利範圍第項13所述的應變測量裝置，其中，該奈米碳管膜結構包括至少兩個層疊設置的奈米碳管膜，每一

奈米碳管膜由多個首尾相連且基本沿同一方向擇優取向排列的奈米碳管構成，所述奈米碳管膜中的奈米碳管沿奈米碳管膜的表面延伸，每兩個相鄰的奈米碳管膜中，一個奈米碳管膜中的奈米碳管沿著所述第一方向擇優取向排列，另一個奈米碳管膜中的奈米碳管沿著所述第二方向擇優取向排列。

15. 如申請專利範圍第項14所述的應變測量裝置，其中，所述應變片為長方形片材，該長方型的應變片的長邊與應變片的縱向應變方向平行。

16. 如申請專利範圍第項15所述的應變測量裝置，其中，所述應變片為沿著所述長方型的應變片兩個長邊的中間部分裁減為對稱的弧形。

17. 如申請專利範圍第項14所述的應變測量裝置，其中，所述橫向應變記錄器為數碼相機、攝像機或攝像頭。

18. 一種採用如申請專利範圍第項13至17項中任一項所述的應變測量裝置測量應變的方法，包括以下步驟：

拉伸所述應變片並標定，獲得該應變片的橫向應變與縱向應變的函數關係；

提供一待測樣品，將所述應變片貼合於該待測樣品的表面；

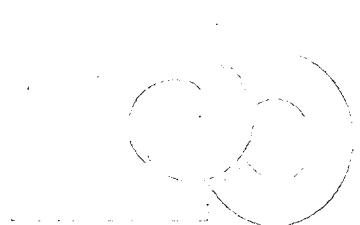
將貼合有應變片的待測樣品固定於所述夾持裝置，對該待測樣品施加縱向的拉力，使待測樣品與應變片產生相同的縱向應變；以及

通過所述橫向應變記錄器測量所述應變片的橫向應變，通過所述資料處理裝置計算出應變片的縱向應變。

19. 如申請專利範圍第項18所述的測量應變的方法，其中，所

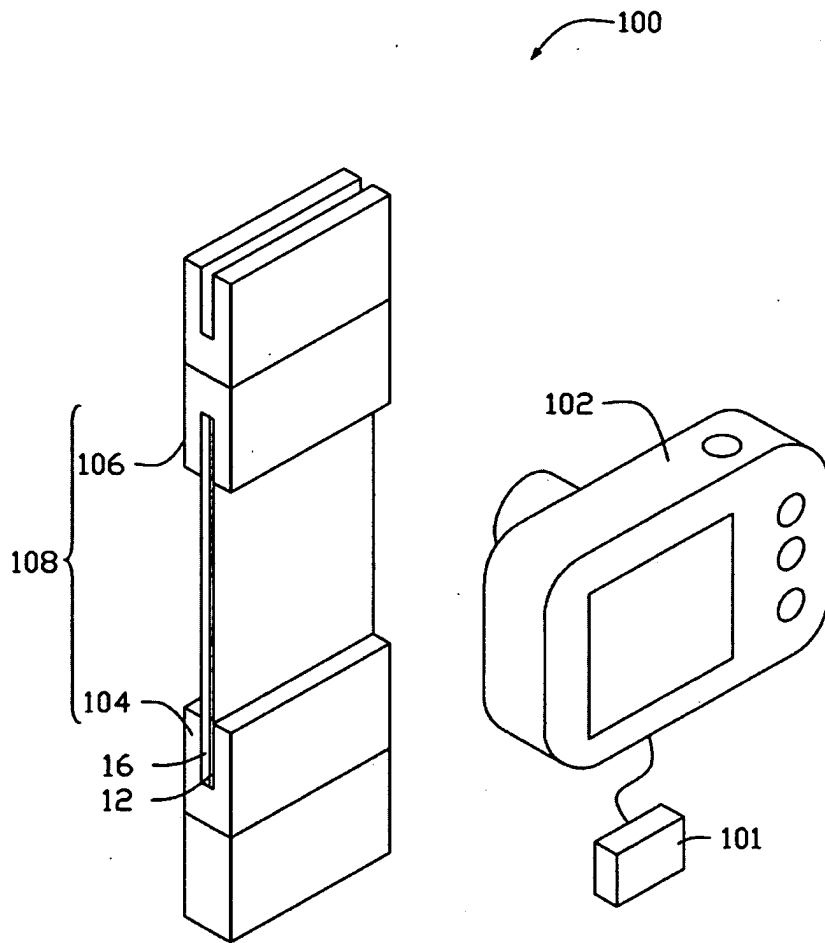
述應變片的橫向應變與縱向應變的函數關係通過二次多項式擬合獲得。

- 20 . 如申請專利範圍第項18所述的測量應變的方法，其中，所述待測樣品與所述應變片具有相同的縱向應變方向，以及相同的橫向應變方向。

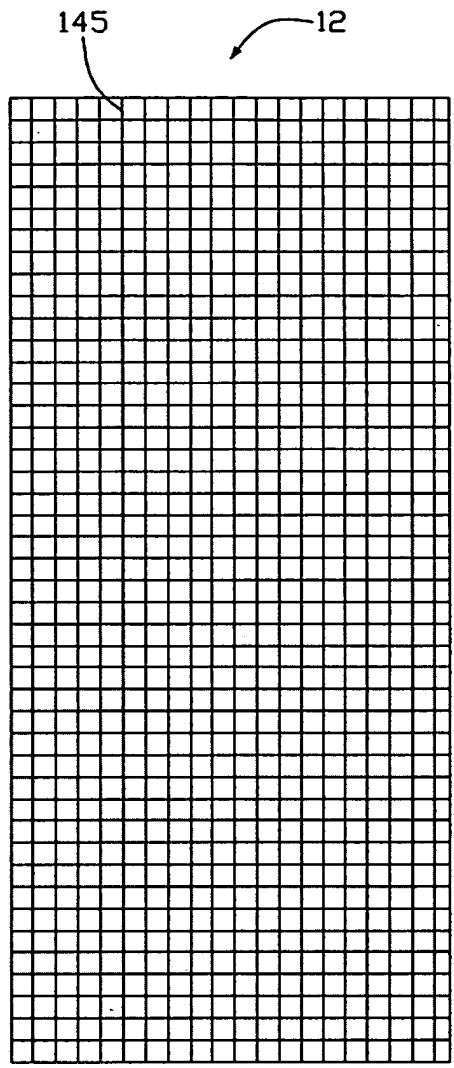
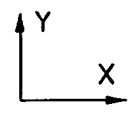


Intellectual  
Property  
Office

八、圖式：



■ 1



■ 2

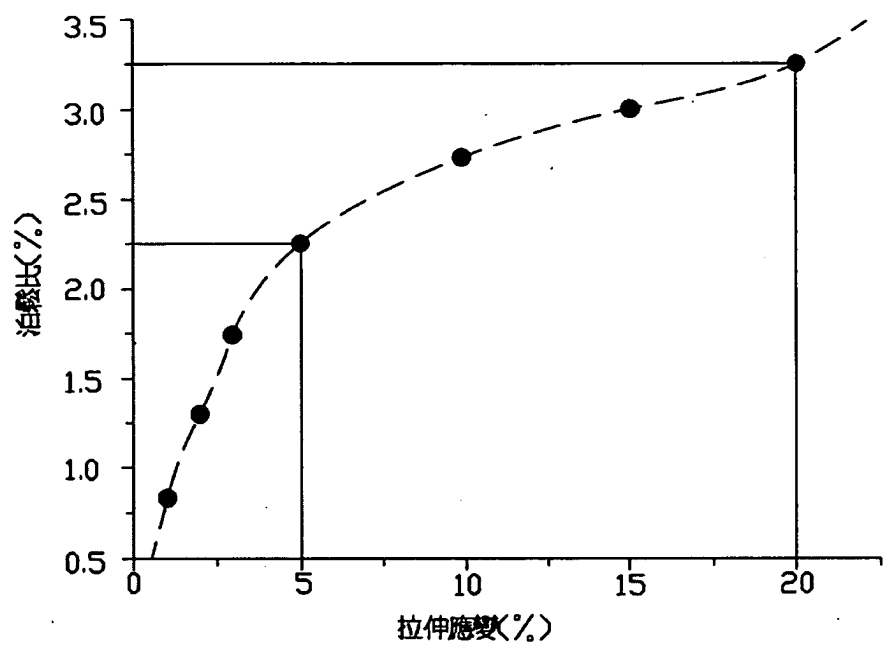
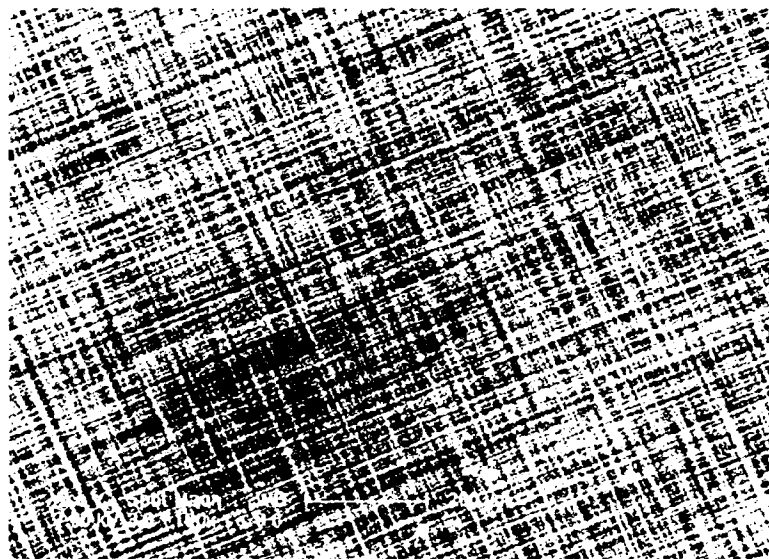
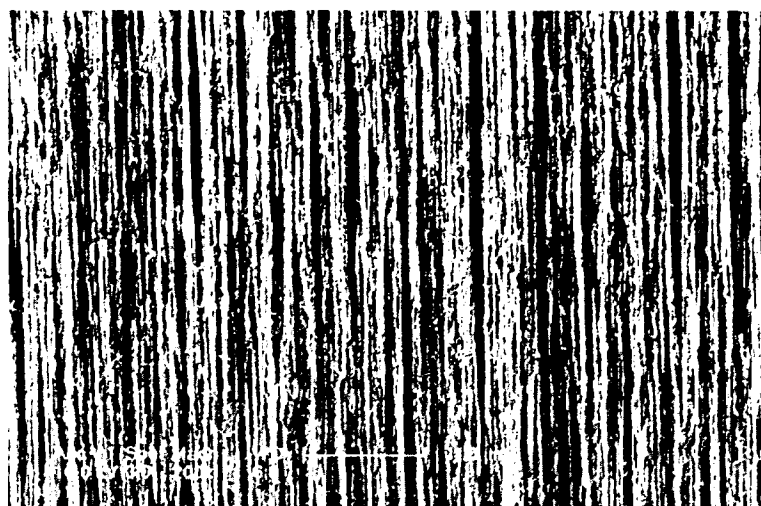


圖 3

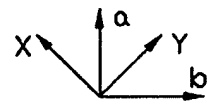
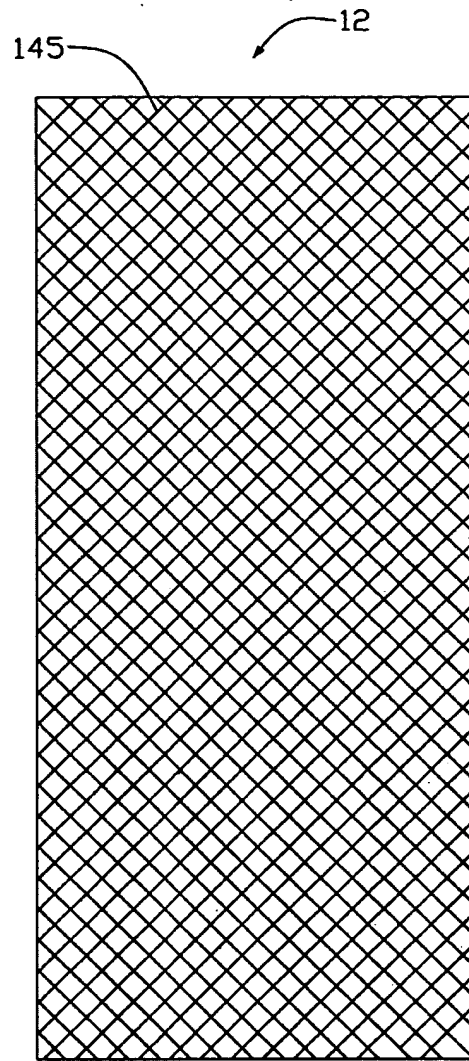


■ 4

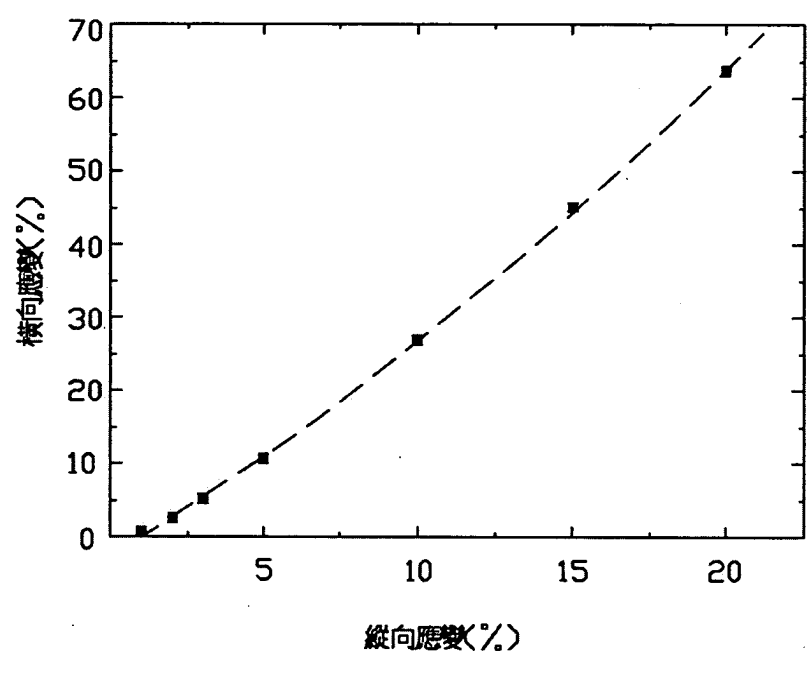


■ 5

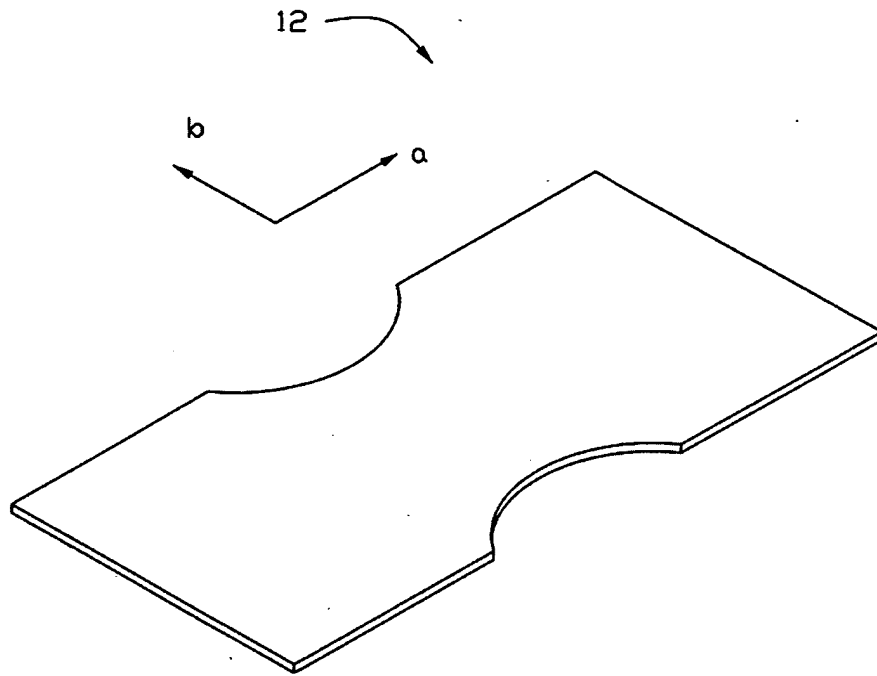




■ 6



■ 7



■ 8

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：

應變片：12

待測樣品：16

應變測量裝置：100

資料處理裝置：101

橫向應變記錄器：102

第一夾持器：104

第二夾持器：106

夾持裝置：108

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

Intellectual  
Property  
Office