

# 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：95(2064)

※ 申請日期：95.6.9

※IPC 分類：G01B 11/24

## 一、發明名稱：(中文/英文)

利用白光點光源之物體表面三維形貌量測系統及方法

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立中山大學

NATIONAL SUN YAT-SEN UNIVERSITY

代表人：(中文/英文)

張宗仁

CHANG, CHUNG-CHENG

住居所或營業所地址：(中文/英文)

高雄市西子灣蓮海路70號

NATIONAL SUN YAT-SEN UNIVERSITY, NO.70 LIEN-HAI RD.,

KAOHSIUNG, 80424, TAIWAN.

國 籍：(中文/英文)

中華民國 R.O.C.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 蘇威宏

2. 黃佳正

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國 R.O.C

2. 中華民國 R.O.C

#### 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：94年12月09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：

1.

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 本案在向中華民國提出申請前未曾向其他國家提出申請專利。

2.

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】

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。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種物體表面三維形貌量測系統及方法，詳言之，係關於一種利用白光點光源之物體表面三維形貌量測系統及方法。

### 【先前技術】

以非接觸式光學量測技術來檢視待測物件之三維形貌，在生物工程與精密製造工程的應用有越來越普遍的趨勢。而在現有非接觸式形貌檢測技術中，利用條紋投影的方式，由投影在待測物之條紋的扭曲量，來求出物體的形狀，已成為十分醒目的一種量測技術。

參考中華民國專利公告第580556號，其揭示一種物體表面三維形貌量測系統，該量測系統之架構係採用條紋投影的方式，進行物體之三維形狀量測。此架構使用的光源主要為白光拓展光源(例如汞燈、鹵素燈)或雷射光源，然而此兩種光源都有其難以抹滅之缺點。以白光拓展光源作為照明設備，會造成條紋成像範圍之景深有限(limited depth-of-focus range)的情況，使得系統實際量測之縱深範圍有限。而以雷射光源作為投影系統之照明設備，雖然可以解決此項缺點，卻會因為雷射光斑(speckle)的存在，造成影像擷取時的雜訊，進一步影響形貌量測的精確值。

因此，有必要提供一種創新且具進步性的物體表面三維形貌量測系統及方法，以解決上述問題。

### 【發明內容】

本發明之目的在於提供一種利用白光點光源之物體表面三維形貌量測系統，用以量測一待測物體表面之三維形貌，其包括：一白光點光源裝置、一光柵條紋投影裝置、一顯微鏡裝置、一移動平台、一影像擷取裝置及一處理器。該白光點光源裝置用以提供一白光點光源。該光柵條紋投影裝置用以接收該白光點光源，以投影正弦函數週期變化之條紋。該顯微鏡裝置用以一設定之倍率處理該條紋。該移動平台具有一校正平面，用以置放該待測物體，經處理之該條紋投影至該待測物體表面，該移動平台可控制移動。該影像擷取裝置經由該顯微鏡裝置，擷取該待測物體表面之各像素之相位值。該處理器用以依據該待測物體表面之各像素之相位值，計算該待測物體表面之三維形貌。

本發明之另一目的在於提供一種利用白光點光源之物體表面三維形貌量測方法，用以量測一待測物體表面之三維形貌，包括以下步驟：(a)利用一白光點光源，投影正弦函數週期變化之條紋至一校正平面；(b)計算該校正平面之Z軸校正函數、X軸校正函數及Y軸校正函數；(c)置放該待測物體於該校正平面上；(d)擷取該待測物體表面之各像素之相位值；及(e)依據擷取該待測物體表面之各像素之相位值、該校正平面之Z軸校正函數、X軸校正函數及Y軸校正函數，計算該待測物體表面之三維形貌。

由於本發明之物體表面三維形貌量測系統及方法係利用白光點光源，故可增加實際量測之縱深範圍。再者，本發

明利用快速傅立葉轉換(Fast Fourier Transform 簡稱FFT)技術求得物體表面纏繞相位，爾後，再代入校正過程所得每一個像素之校正函數，最後由處理器還原物體表面三維形貌。其中使用FFT技術優點為量測迅速準確、具高解析度分析，縮短顯微物體之形貌量測所需之時間。本發明之系統架設簡單化及方法易於操作量測，適用於精密、自動化的檢測。

### 【實施方式】

參考圖1，其顯示本發明利用白光點光源之物體表面三維形貌量測系統之示意圖。本發明之物體表面三維形貌量測系統1用以量測一待測物體表面之三維形貌，其包括：一白光點光源裝置11、一光柵條紋投影裝置12、一顯微鏡裝置13、一移動平台14、一影像擷取裝置15及一處理器16。該白光點光源裝置11包括一超短脈衝雷射111及一光子晶體光纖112，用以提供一白光點光源。

該白光點光源照射至該光柵條紋投影裝置12，該光柵條紋投影裝置12用以接收該白光點光源，以投影正弦函數週期變化之條紋。該光柵條紋投影裝置12包括一具有週期性條紋之光柵及一透鏡組。

該顯微鏡裝置13用以一設定之倍率處理該條紋，以將經該顯微鏡裝置13處理之該條紋投影至該待測物體18之表面。該設定倍率可由量測者設定。該移動平台14具有一校正平面141，用以置放該待測物體18，該移動平台可由該處理器控制沿一Z軸方向移動。本發明中之X、Y及Z軸方向，請參考圖1所示。

該影像擷取裝置15經由該顯微鏡裝置13，擷取該待測物體表面之各像素之相位值。該處理器16用以依據該待測物體表面之各像素之相位值，計算該待測物體表面之三維形貌。本發明之物體表面三維形貌量測系統1另包括一顯示器17，用以顯示經該處理器計算之該待測物體表面之三維形貌。

由於本發明之物體表面三維形貌量測系統係利用白光點光源，具景深無限長之投影能力，以改善高倍率顯微量測時，景深可量測範圍不足之問題，故可增加實際量測之縱深範圍。

參考圖2至圖5，其顯示本發明利用白光點光源之物體表面三維形貌量測方法之流程示意圖。首先配合參考圖1及圖2，如步驟S21所示，利用該白光點光源裝置，將一白光點光源照射至該光柵條紋投影裝置12，以投影正弦函數週期變化之條紋至該移動平台14之一校正平面141。該條紋另經該顯微鏡裝置13以一設定之倍率處理該條紋。

如步驟S22所示，利用一CCD影像擷取裝置15擷取該校正平面之各像素之相位值。如步驟S23所示，利用該處理器16控制該移動平台14之該校正平面141沿一Z軸方向移動，並擷取該校正平面之不同Z軸方向之各像素之相位值。其中該Z軸方向移動之距離係以顯微鏡裝置13之最大景深範圍內。如步驟S24所示，依據不同Z軸平面之各像素之相位值，由處理器16計算該校正平面之各像素之Z軸校正函數，以完成Z軸之校正。

配合參考圖1及圖3，如步驟S31所示，置放一校正光柵於該校正平面141，該校正光柵係平行於一X軸。該校正光柵具有正弦函數強度變化之條紋。如步驟S32所示，利用該CCD影像擷取裝置15擷取該校正平面之該X軸之各像素之相位值。如步驟S33所示，利用該處理器16控制該移動平台14之該校正平面141沿該Z軸方向移動，並擷取該校正平面之不同Z軸方向之該X軸各像素之相位值。如步驟S34所示，依據不同Z軸平面之該X軸各像素之相位值，由處理器16計算該校正平面之各像素之X軸校正函數，以完成X軸之校正。

配合參考圖1及圖4，如步驟S41所示，置放該校正光柵於該校正平面141，該校正光柵係平行於一Y軸。如步驟S42所示，利用該CCD影像擷取裝置15擷取該校正平面之該Y軸之各像素之相位值。如步驟S43所示，利用該處理器16控制該移動平台14之該校正平面141沿該Z軸方向移動，並擷取該校正平面之不同Z軸平面之該Y軸各像素之相位值。如步驟S44所示，依據不同Z軸方向之該Y軸各像素之相位值，由處理器16計算該校正平面之各像素之Y軸校正函數，以完成Y軸之校正。

配合參考圖1及圖5，如步驟S51所示，利用該白光點光源裝置11，將一白光點光源照射至該光柵條紋投影裝置12，以投影正弦函數週期變化之條紋至該移動平台14之一待測物體表面。如步驟S52所示，利用該CCD影像擷取裝置15擷取該待測物體之各像素之相位值，係每一像素隨高

度變化而扭曲之條紋相位值。如步驟S53所示，依據擷取該待測物體表面之各像素之相位值，代入該校正平面之Z軸校正函數、X軸校正函數及Y軸校正函數，由該處理器16計算該待測物體表面之三維形貌，並還原該待測物體表面之三維形貌，顯示於該顯示器17。

本發明之量測方法是利用將條紋投影至物體表面，藉由CCD影像擷取裝置15擷取因物體表面高低起伏所造成的光強度調變影像，利用快速傅立葉轉換(Fast Fourier Transform 簡稱FFT)技術求得物體表面纏繞相位，爾後，再代入校正過程所得每一個像素之校正函數，最後由處理器還原物體表面三維形貌。其中使用FFT技術優點為量測迅速準確、具高解析度分析，進而有效達到快速工業自動化的檢測之要求。

本發明量測方法分成校正過程與顯微物量之量測兩大部分。校正過程採用本發明所提出之 Calibration-based Projected Fringe Profilometry 簡稱 Calibration-based PFP 方法，其執行步驟詳見圖2之 Calibration-based PFP 方法之 phase-depth 校正，接續將執行圖3之 Calibration-based PFP 方法之 depth-horizontal 校正與圖4之 depth-vertical 校正。當完成校正步驟後，記錄每一像素之獨立校正函數，待測物件的表面三維型貌量測，只需將所擷取到表面每一像素之相位值，代入校正過程之每一像素之獨立校正函數，透過處理器運算即可將表面像素之相位值，轉換成實際上所相對應的高度，進而繪出待測物件的表面三維型

貌。

本發明利用白光點光源之物體表面三維形貌量測系統及方法之優點為：1.俱備大景深的量測工作範圍；2.非接觸式光學量測，故不破壞物件表面，適合高精度性元件量測；3.量測工作時間短，適合工業界線上量測；及4.工作環境要求低，不受溫度、溼度、壓力、粉塵所影響。

惟上述實施例僅為說明本發明之原理及其功效，而非用以限制本發明。因此，習於此技術之人士可在不違背本發明之精神對上述實施例進行修改及變化。本發明之權利範圍應如後述之申請專利範圍所列。

## 【圖式簡單說明】

圖1係顯示本發明利用白光點光源之物體表面三維形貌量測系統之示意圖；及

圖2係顯示本發明物體表面三維形貌量測方法之Z軸校正之流程示意圖；

圖3係顯示本發明物體表面三維形貌量測方法之X軸校正之流程示意圖；

圖4係顯示本發明物體表面三維形貌量測方法之Y軸校正之流程示意圖；及

圖5係顯示本發明物體表面三維形貌量測方法之流程示意圖。

## 【主要元件符號說明】

- |    |                  |
|----|------------------|
| 1  | 本發明之物體表面三維形貌量測系統 |
| 11 | 白光點光源裝置          |

12	光柵條紋投影裝置
13	顯微鏡裝置
14	移動平台
15	影像擷取裝置
16	處理器
17	顯示器
18	待測物體
111	超短脈衝雷射
112	光子晶體光纖
141	校正平面

## 五、中文發明摘要：

本發明係關於一種白光點光源之物體表面三維形貌量測系統及方法。本發明係使用超短脈衝雷射搭配光子晶體光纖所形成的白光點光源，將帶有正弦函數條紋之光柵圖案投影至待測物體的表面上，由影像擷取裝置擷取因物體表面高低起伏所造成的光強度調變影像，最後利用適當的演算方法與校正步驟所得的資訊，將物件表面的三維型貌完整的描繪出來。本發明之量測系統及方法之優點為：1. 俱備大景深的量測工作範圍；2. 非接觸式光學量測，故不破壞物件表面，適合高精密性元件量測；3. 量測工作時間短，適合工業界線上量測；及4. 工作環境要求低，不受溫度、溼度、壓力、粉塵所影響。

## 六、英文發明摘要：

## 十、申請專利範圍：

1. 一種利用白光點光源之物體表面三維形貌量測系統，用以量測一待測物體表面之三維形貌，其包括：
  - 一白光點光源裝置，用以提供一白光點光源；
  - 一光柵條紋投影裝置，用以接收該白光點光源，以投影正弦函數週期變化之條紋；
  - 一顯微鏡裝置，用以一設定之倍率處理該條紋；
  - 一移動平台，具有一校正平面，用以置放該待測物體，經處理之該條紋投影至該待測物體表面；
  - 一影像擷取裝置，經由該顯微鏡裝置，擷取該待測物體表面之各像素之相位值；及
  - 一處理器，用以依據該待測物體表面之各像素之相位值，計算該待測物體表面之三維形貌。
2. 如請求項1之物體表面三維形貌量測系統，其中該白光點光源裝置包括一超短脈衝雷射及一光子晶體光纖。
3. 如請求項1之物體表面三維形貌量測系統，其中該光柵條紋投影裝置包括一具有週期性條紋之光柵及一透鏡組。
4. 如請求項1之物體表面三維形貌量測系統，其中該處理器用以控制該移動平台沿一Z軸方向移動。
5. 如請求項1之物體表面三維形貌量測系統，其中該處理器用以計算該校正平面之Z軸校正函數、X軸校正函數及Y軸校正函數。
6. 如請求項5之物體表面三維形貌量測系統，另包括一校

正光柵，具有正弦函數強度變化之條紋，該校正光柵用以置放於該校正平面，使得該處理器計算該校正平面之X軸校正函數及Y軸校正函數。

7. 如請求項1之物體表面三維形貌量測系統，另包括一顯示器，用以顯示經該處理器計算之該待測物體表面之三維形貌。
8. 一種利用白光點光源之物體表面三維形貌量測方法，用以量測一待測物體表面之三維形貌，包括以下步驟：
  - (a) 利用一白光點光源，投影正弦函數週期變化之條紋至一校正平面；
  - (b) 計算該校正平面之Z軸校正函數、X軸校正函數及Y軸校正函數；
  - (c) 置放該待測物體於該校正平面上；
  - (d) 擷取該待測物體表面之各像素之相位值；及
  - (e) 依據擷取該待測物體表面之各像素之相位值、該校正平面之Z軸校正函數、X軸校正函數及Y軸校正函數，計算該待測物體表面之三維形貌。
9. 如請求項8之物體表面三維形貌量測方法，其中步驟(a)後，另包括以一設定之倍率處理該條紋之步驟。
10. 如請求項8之物體表面三維形貌量測方法，其中步驟(b)中另包括以下步驟：
  - (b1) 擷取該校正平面之各像素之相位值；
  - (b2) 控制該校正平面沿一Z軸方向移動；
  - (b3) 擷取該校正平面之不同Z軸方向之各像素之相位

值；

- (b4) 依據不同Z軸方向之各像素之相位值，計算該校正平面之Z軸校正函數；
- (b5) 置放一校正光柵於該校正平面，該校正光柵係平行於一X軸；
- (b6) 擷取該校正平面之該X軸之各像素之相位值；
- (b7) 控制該校正平面沿該Z軸方向移動；
- (b8) 擷取該校正平面之不同Z軸方向之該X軸各像素之相位值；
- (b9) 依據不同Z軸方向之該X軸各像素之相位值，計算該校正平面之X軸校正函數；
- (b10) 置放該校正光柵於該校正平面，該校正光柵係平行於一Y軸；
- (b11) 擷取該校正平面之該Y軸之各像素之相位值；
- (b12) 控制該校正平面沿該Z軸方向移動；
- (b13) 擷取該校正平面之不同Z軸方向之該Y軸各像素之相位值；及
- (b14) 依據不同Z軸方向之該Y軸各像素之相位值，計算該校正平面之Y軸校正函數。

十一、圖式：

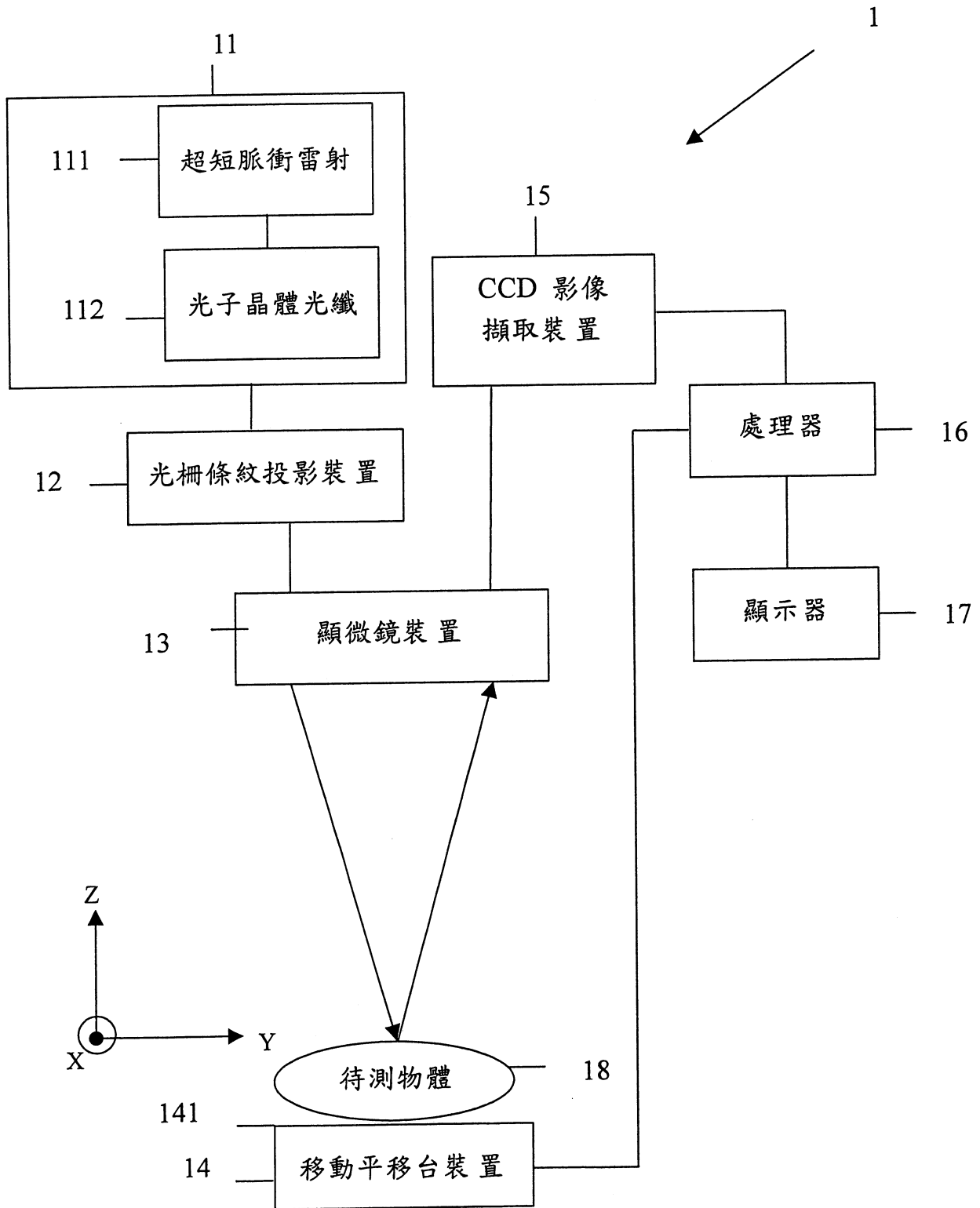


圖 1

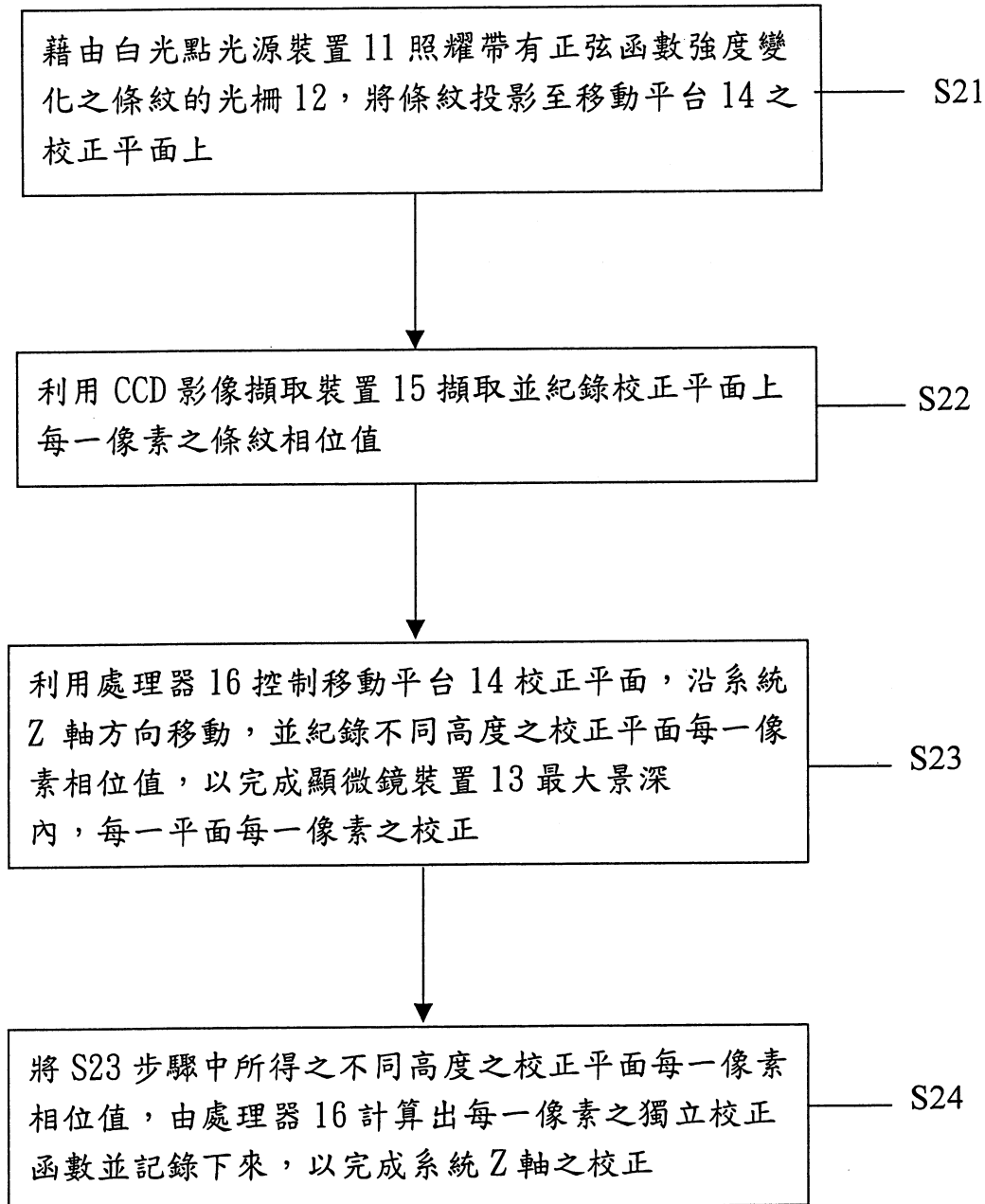


圖 2

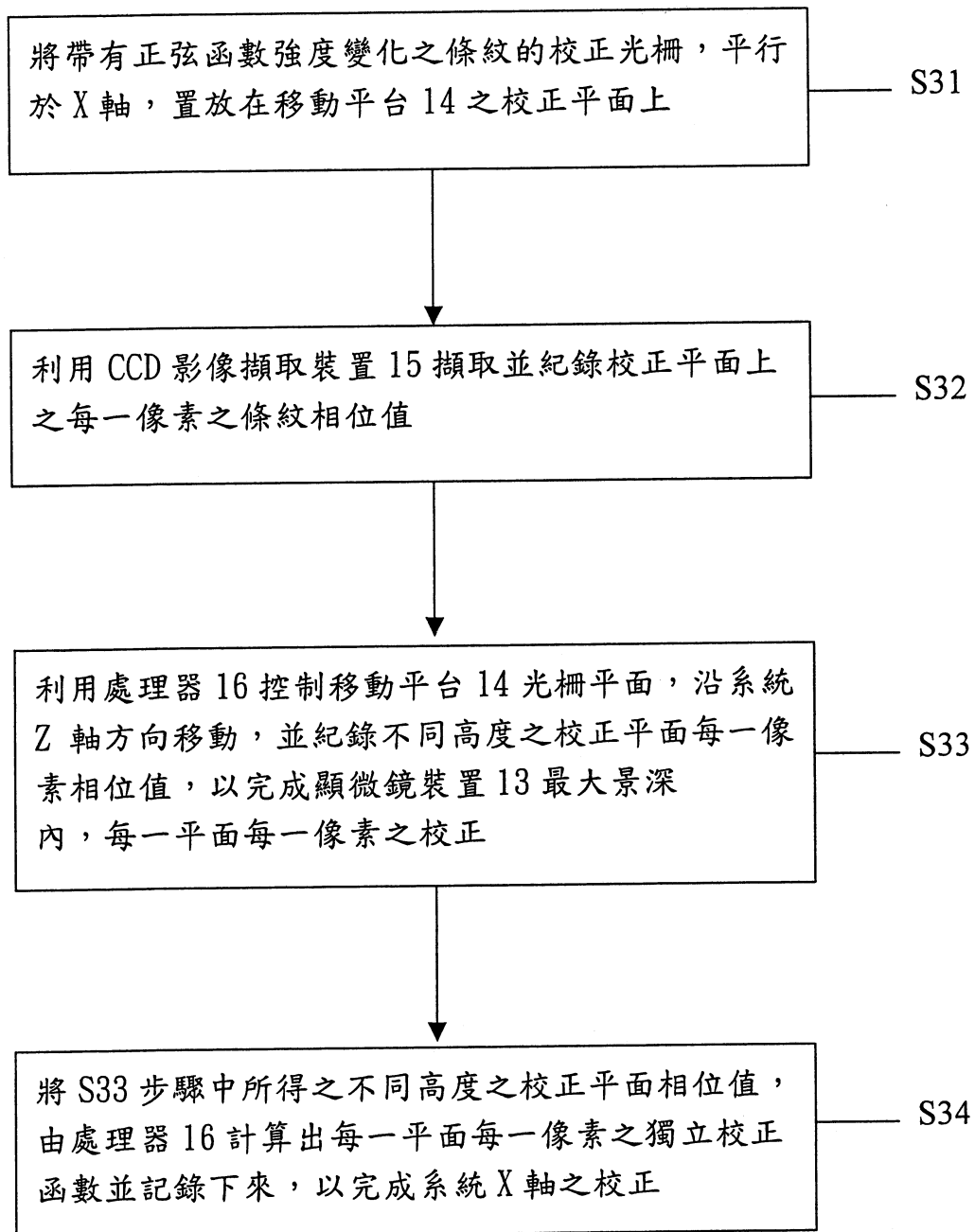


圖 3

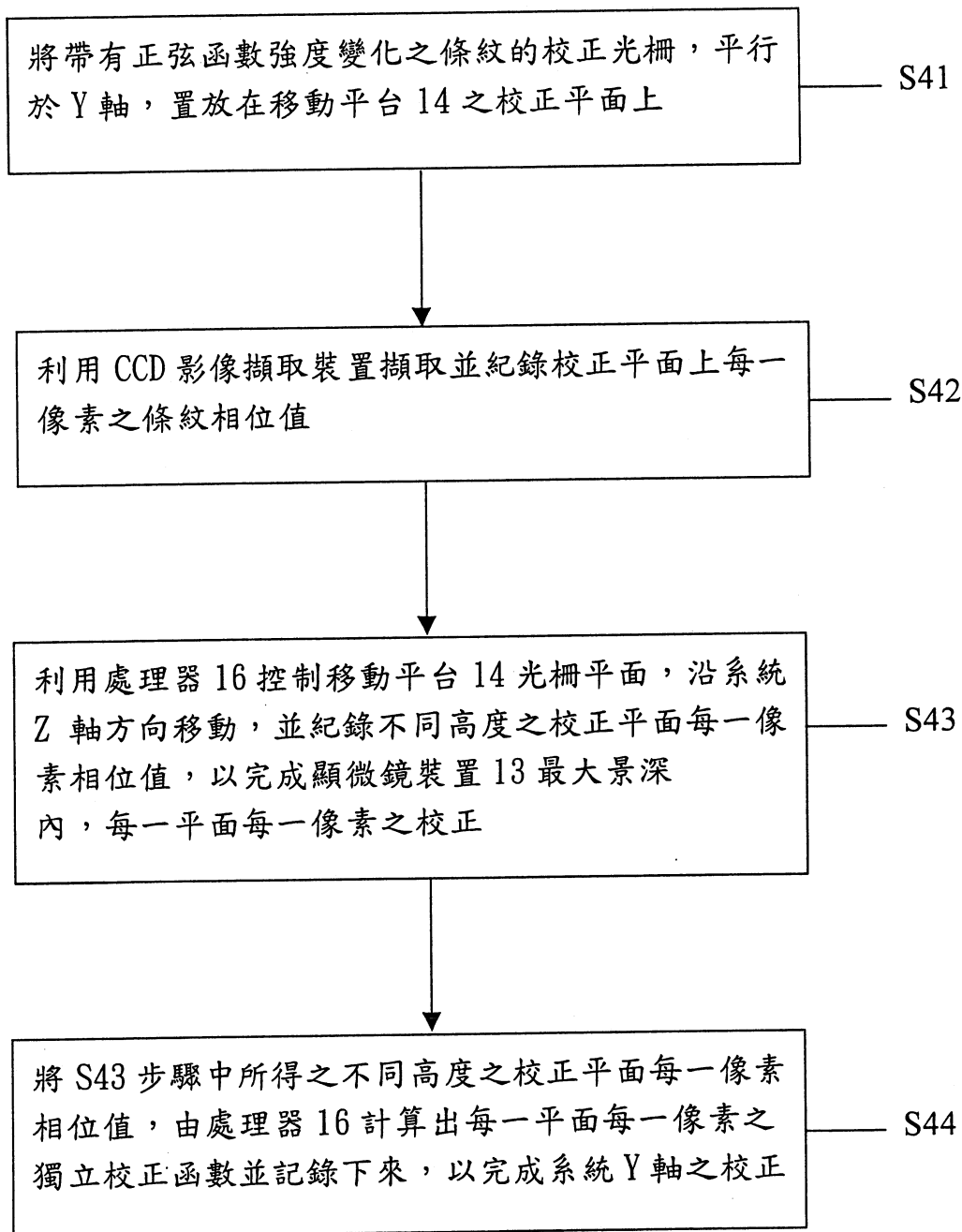


圖 4

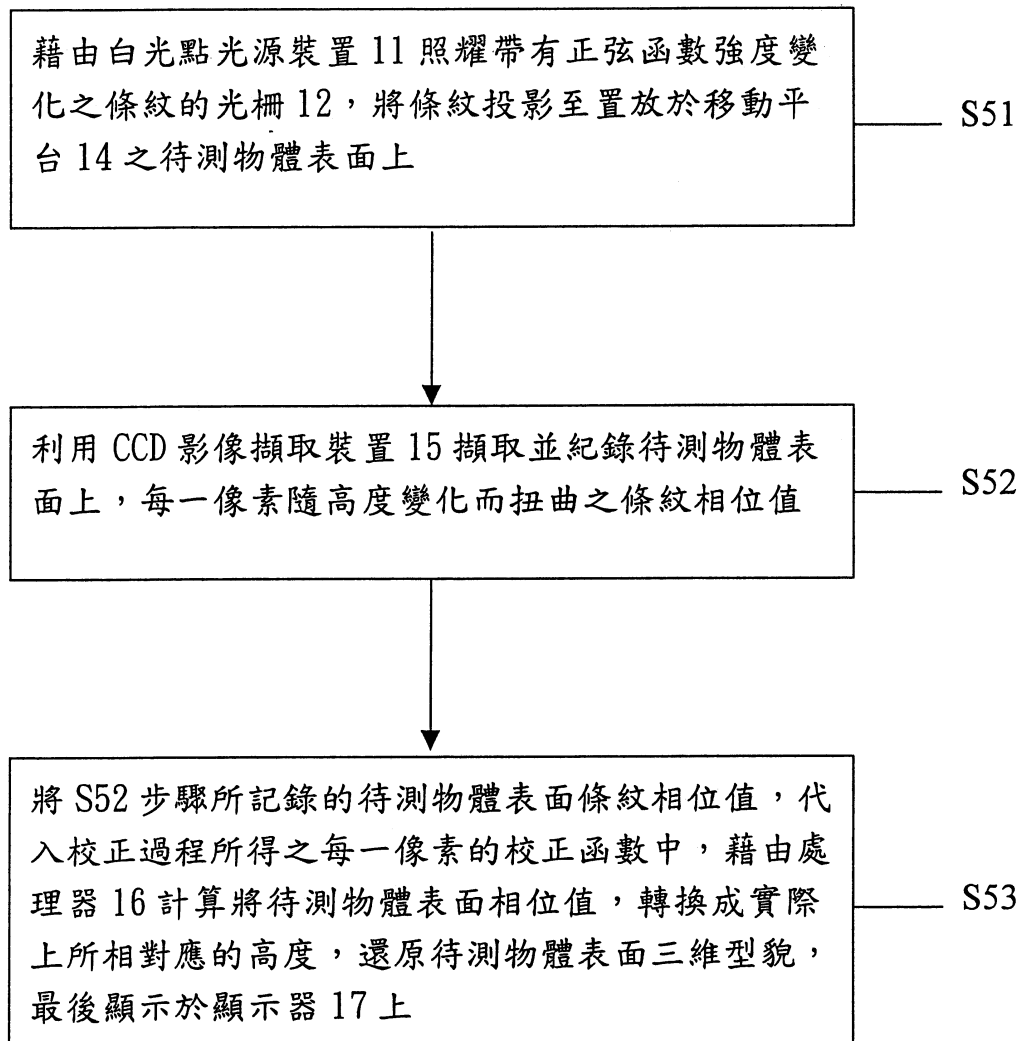


圖 5

七、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：

1	本發明之物體表面三維形貌量測系統
11	白光點光源裝置
12	光柵條紋投影裝置
13	顯微鏡裝置
14	移動平台
15	影像擷取裝置
16	處理器
17	顯示器
18	待測物體
111	超短脈衝雷射
112	光子晶體光纖
141	校正平面

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)