

(21) 申請案號：098141426

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 03 日

(51) Int. Cl. : **G06F3/033 (2006.01)**

**G02B27/48 (2006.01)**

(71) 申請人：國防部軍備局中山科學研究院 (中華民國) CHUNG SHAN INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, ARMAMENTS BUREAU, M. N. D (TW)

桃園縣龍潭鄉中正路佳安段 481 號

(72) 發明人：黃宜裕 HWANG, YI YUH (TW)；廖志明 LIAO, CHIH MING (TW)；黃欽德 HWANG, CHIN DER (TW)；馬心一 MA, SHIN I (TW)；江廷尉 CHIANG, TING WEI (TW)；陳君豪 CHEN, CHUN HAO (TW)；黃文政 HUANG, WEN CHENG (TW)；王茂燃 WANG, MAU RAN (TW)

(74) 代理人：廖學忠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：18 共 45 頁

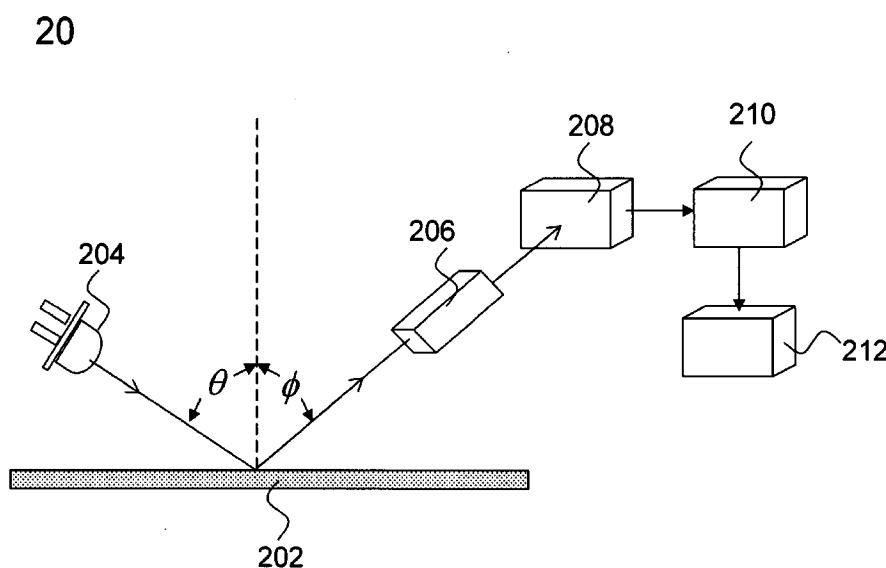
(54) 名稱

光斑定位方法及光斑定位系統

METHOD AND SYSTEM FOR POSITIONING BY USING OPTICAL SPECKLE

(57) 摘要

本發明揭露一種利用不變形雷射光斑影像來做二維精密定位之方法及系統。本發明預先以一高同調性雷射光照射一定位母板，記錄自該定位母板散射之光因干涉而造成之不變形光斑，以建立一光斑查閱表，並定義一基準點以進一步對各記錄光斑定位。藉由該光斑查閱表，可查出任一光斑所對應座標位置，進而引導一待定位物定位及應用於距離量測。本發明可控制取像光斑在數微米大小，足以提供高精度定位。



20：非鏡面反射不變形雷射光斑二維精密定位機構

202：定位母板

204：發光模組

206：不變形光斑取像模組

208：二維陣列感測模組

210：光斑識別定位單元

212：伺服定位驅動裝置

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是關於一種二維精密定位裝置及方法，尤指一種利用判定不變形雷射光斑變化之二維精密定位裝置及方法，其可廣泛用於精密機械加工機與定位儀器上。

### 【先前技術】

二維精密定位裝置廣泛使用於精密機械加工機上，目前市面相關產品有 CCD 自動定位裝置及磁感應定位裝置，二者的定位精度大約在  $20\mu\text{m}$  左右。

CCD 自動定位裝置，為了攝取大範圍不變形影像供精密圖像比對與定位，常使用 telecentric lenses，此種取像架構雖然可以獲得較佳不變形影像供定位參考，但要得到更精密定位精度，比對的影像圖形必須具有足夠的判讀特徵才可達成。要有足夠的影像判讀特徵則需要一定程度以上的取像範圍，這將不利於精密定位，因此目前成熟定位精度約  $\pm 20\mu\text{m}$  左右，就日益求精的精密機械加工而言已不敷要求，需要更高的定位精度創造更大的運用範圍。

磁感應定位技術利用霍爾效應 (Hall Effect) 將磁感測元件掃過週期性磁性定位母板，感應得週期性磁場強度變化之訊號，經解析此訊號變化，算出移動距離。霍爾效應元件與母板之間的相對運動速度會影響此種磁場感應的訊號強度變化，因此在做快速定位運動時，磁感應定位精度無法再提升，有效成熟定位精度也是約為  $20\mu\text{m}$  左右。

此外，回顧文獻，其他相關之二維精密定位裝置及方

法，為數亦不少。美國專利第 7,042,575 號揭露一種光學位移感測器。請見第 1 圖。該發明藉由將光照射於一表面，並接收來自表面的反射光所形成的光斑，以進一步量測其位移及位置。其主要應用於光學滑鼠。此案對於電腦輸入裝置而言，具有劃時代的意義。然無法對被照物面之座標位置加以精確定位，對於精密定位儀器應用而言，尚難有效應用。

請見第 2 圖。美國專利第 7,110,120 號提供一種可以對移動中物體進行量測的光學位移感測器，藉由將光直接照射於一待測物，並將待測物所反射的散射光藉由光柵 (grating) 分成兩道光束，再經由空間濾波器 (spatial filters) 使該兩道光束成為相位差  $90^\circ$  的兩個信號，以進一步運算處理判斷其位移方向而已，實作上，並未具有二維平面定位的功能。

另，美國專利第 7,317,538 號揭露一種光學位移感測器，藉由先將光分成三個光束再照射於一待測物，以於待測物表面上形成三個光點，利用都卜勒效應 (Doppler effect) 經由類比數位轉換及傅立葉轉換等將該三個光點的散射光進行運算處理，以進一步量測其位移速率及方向。請見第 3 圖。該方法以繁雜的運算來量測待測物的位移速率及方向，故光線照射反應的資料影響後續計算頗巨。相較於一般直接利用待測物面特徵之定位方法，本專利易產生判讀及數理假設性前提所產生的計算誤差。

最後，請見第 4 圖。美國專利第 7,242,466 號提出一種指向系統（例如：光學滑鼠），藉由將光照射於一預先

編碼的表面，並接收來自表面的散射光，以進一步量測其位移及位置。本發明最大的特色是該預先編碼的表面，藉由一些散射部位 (scattering features) 及非散射部位 (non-scattering features) 依特定法則排列出數位圖案來定義位置所在，因而接受散射光的指向元件 (pointing device) 相對於編碼表面的位移及位置可以被得知。然而，該預先編碼的表面不僅製作上不便，精度上亦被局限。

綜上所述，現有二維精密定位裝置及方法存在若干技術及本質上的缺陷。本發明提出利用不變形雷射光斑變化之二維精密定位裝置及方法，除可解決上述問題外，更具有應用面廣及精度高的優點。

### 【發明內容】

本發明之主要目的，在提供一種光斑定位方法，包括下列步驟：a) 選定具有獨特紋理的一表面上的一點作為一基準點；b) 將該表面區隔成複數個單位區塊，以形成二維區塊陣列，並根據該基準點來設定該單位區塊的位置資料；c) 將一高同調性平行光以一入射角  $\theta$  照射該表面，以產生散射光，並設定相對於該表面之法線的一取樣角  $\varphi$ ，以擷取每一個單位區塊於該取樣角  $\varphi$  的散射光所形成的一第一光斑影像；d) 將每一個單位區塊所對應的該第一光斑影像及該位置資料，建立成一查閱表；e) 擷取一待測點於該取樣角  $\varphi$  的一第二光斑影像；f) 辨別該待測點所在的單位區塊；及 g) 比對該待測點所在單位區塊的第一光斑影像與該第二光斑影像，以取得該待測點與該所在單位區塊

的相對位置，再根據該相對位置與該所在單位區塊的位置資料，取得該待測點相對於該基準點的位置資料。

根據本案構想，該取樣角  $\varphi$  介於  $0 < \varphi \leq \theta - 10^\circ$  或  $\theta + 10^\circ \leq \varphi < 90^\circ$  的範圍內。

根據本案構想，步驟 f 包括以下步驟：f1) 在相鄰的單位區塊之間穿插一光斑暗區，以形成一週期性的光斑能量變化；及 f2) 計數該待測點與該基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，以取得該待測點所在的單位區塊，其中該光斑暗區可完全穿透、吸收、或反射光線，以致該光斑暗區無法產生散射光並形成該第一光斑影像及該第二光斑影像。

根據本案構想，該光斑暗區於兩相鄰單位區塊的間隔，小於等於該單位區塊的長度及寬度。

根據本案構想，步驟 f 包括以下步驟：f1) 在相鄰的單位區塊之間穿插一光斑能量低於該單位區塊的光斑能量的參考區塊，以形成一週期性的光斑能量變化；及 f2) 計數該待測點與該基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，以取得該待測點所在的單位區塊。

根據本案構想，四個相鄰的單位區塊之間具有一輔助定位區塊，用以輔助判斷該待測點的所在位置，該輔助定位區塊可形成光斑影像。

本發明之另一主要目的，在提供一種光斑定位系統，包括：一底板，該底板具有獨特紋理的一表面；一發光模組，用以發出一高同調性平行光，以一入射角  $\theta$  照射該表面，來產生散射光；一光斑取像模組，與該表面法線形成

一取樣角  $\varphi$ ，用以擷取該高同調性平行光照射該表面所產生散射光的第一光斑影像，及照射一待測點所產生散射光的第二光斑影像；一感測模組，用以儲存該第一光斑影像及第二光斑影像；及一識別定位單元，用以比對該第一光斑影像與該第二光斑影像，以取得該待測點的位置資料。

根據本案構想，該光斑定位系統進一步包括一定位驅動裝置，用以比對該識別定位單元所求得該待測點的位置與該待測點所設定的位置，以移動一待定位物至待測點的位置。

根據本案構想，該取樣角  $\varphi$  介於  $0 < \varphi \leq \theta - 10^\circ$  或  $\theta + 10^\circ \leq \varphi < 90^\circ$  的範圍內。

根據本案構想，該發光模組包含一面射型雷射 (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL)、邊射型雷射 (Edge Emission Laser, EEL)、氣體雷射、固體雷射、或可發射窄頻光的發光二極體與濾波器之組合。

根據本案構想，該感測模組包含一電荷耦合元件 (Charge-Coupled Device, CCD) 感測器或互補式金氧半 (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS) 感測器。

根據本案構想，該光斑取像模組包含：一成像透鏡，將光斑成像於該感測模組；一前級光圈，置於該成像透鏡與底板間，以濾除雜散光；及一後級光圈，相對於前級光圈位於成像透鏡之另一側，以控制光斑的平均尺寸；其中成像透鏡、前級光圈、及後級光圈呈直線排列。

根據本案構想，該光斑取像模組包含一聚光透鏡，位

於該取樣角  $\varphi$  的散射光的光路上，用以將光斑的能量，匯聚到一能量感測器。

根據本案構想，該光斑取像模組包含一半反射鏡，位於成像透鏡與後級光圈之間，用以將光斑的能量，部分反射到該能量感測器。

根據本案構想，該光斑取像模組包含一聚光透鏡，位於反射光的光路上，用以將光斑的能量，匯聚到一能量感測器。

根據本案構想，該光斑的平均大小可藉由控制後級光圈的尺寸及後級光圈到感測模組的距離來取得，其關係為： $\delta = 1.22 \times (\lambda / D) \times L$

其中  $\delta$  為光斑平均半徑， $\lambda$  為高同調性平行光波長， $D$  為後級光圈直徑， $L$  為後級光圈與感測模組的距離。

### 【實施方式】

本發明之不變形雷射光斑取像技術，採用非鏡面反射雷射光斑二維取像架構，達到有效降低成像光斑之相對光程差變化量，進而得到不變形之雷射光斑影像。

請見第 5 圖，本圖用以說明本發明所利用之原理。

當一取像裝置 12 與一物面 14 有相對移動  $d$  距離時，雷射光斑之最大相對光程差變化量為：

$$\Delta(nL) = \frac{4\delta d}{\gamma} \cos^3 \phi \quad (1)$$

其中  $\delta$  為光斑平均半徑， $d$  為不變形光斑取像裝置與物面相對之移動距離， $2\gamma$  為一感測器 16 至物面 14 之垂直距離， $\varphi$  為取

像裝置光軸與物面法線之交角， $\lambda$ 為雷射波長。為了達到光斑不變形，式(1)之相對光程差變化量必須小於五分之一波長，即：

$$\Delta(nL) = \frac{4\delta d}{\gamma} \cos^3\phi \leq \frac{1}{5}\lambda \Rightarrow d \leq \frac{\lambda\gamma}{20\delta \cos^3\phi} \quad (2)$$

滿足(2)式之光斑取像裝置，在取像範圍小於 $d$ 之長度下，因為建設性光斑在取像範圍內移動之相對光程差變化量會小於五分之一波長，所以原來建設性光斑，在取像範圍移動，還是保持建設性干涉，因此亮點不會消失，達到不變形光斑取像目的。因為在取像範圍內之雷射光斑特徵亮點，只會移動，不會變形，而且有完美重現性，因此非常適合開發成二維精密定位裝置。

本發明藉由六個實施例說明。

### 第一實施例

請見第6圖至第9圖。

本發明是利用不變形雷射光斑影像來做二維精密定位之技術。由於雷射光斑是一種干涉影像，它比一般非干涉式灰階影像有更佳解析度，尤其是建設性干涉光斑尺寸，可由取像裝置控制在數微米大小，足以提供光斑影像做精密定位。本發明之具體設備包括如第6圖之非鏡面反射不變形雷射光斑二維精密定位機構20，包括：一定位母板202、一發光模組204、一不變形光斑取像模組206、一二維陣列感測模組208、一光斑識別定位單元210及一伺服定位驅動裝置212等。



定位母板 202 必須是一個表面具有獨特紋理、剛性夠強、不會形變、不易刮傷、容易維護清潔之作業母板。該定位母板 202 表面可以散射出豐富光斑資訊。

發光模組 204 為發射一具高同調性之平行光源至物體表面，該光發射器可為面射型雷射 (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL)、邊射型雷射 (Edge Emission Laser, EEL)、高同調性之氣體雷射、高同調性之固體雷射。此外，發光模組 204 亦可為發射窄頻光而具有高同調性的發光二極體與濾波器之組合。調整雷射光束以與定位母板 202 法線夾一入射角  $\theta$  (以下各實施例相關圖中出現之  $\theta$  皆為此定義) 入射定位母板 202 表面。入射光均勻照射定位母板 202 表面，因為定位母板 202 表面高低起伏之紋理，會將入射光散射到各方向，收集與定位母板 202 表面法線夾一取樣角  $\varphi$  (以下各實施例相關圖中出現之  $\varphi$  皆為此定義)， $0^\circ < \varphi \leq \theta - 10^\circ$  或  $\theta + 10^\circ \leq \varphi < 90^\circ$ 。以本例而言， $\theta$  與定位母板 202 表面法線夾  $60^\circ$ ， $\varphi$  與該法線夾  $50^\circ$ 。但依本發明的精神， $\varphi$  選擇可為： $0^\circ < \varphi \leq 50^\circ$  或  $70^\circ \leq \varphi < 90^\circ$ 。此方向上的散射光產生干涉作用，以非鏡面反射不變形光斑取像模組 206 擷取此方向上散射光所產生之光斑影像。在此方向擷取光斑影像之最主要目的是要避免取得不含物面特徵點資訊之鏡面反射雷射光。

在鏡面反射角度來取得的光斑影像可以分為二個成份，主要成份來自平面的均勻反射光及反應物面三維特徵變化之散射光，均勻反射光相位一致，但反應物面三維特徵變化之散射光其相位會改變，此二種不同特性的光彼此會互相干涉

形成複雜之干涉圖形，不利圖形相干性之精密識別及重現性。只要擷取反應物面三維特徵變化散射光之干涉圖形，它可清楚、穩定反應物面三維特徵，並且具有極佳之重現性，非常適合使用於精密定位光斑影像之圖形識別。另外，相對於鏡面反射方向之小角度偏移方向，可以擷取較多散射光能量，有利於得到穩定光斑影像及有效提高訊雜比。

參考第 7 圖，為了純化反應物面三維特徵變化之散射光干涉光斑圖形，必須消除各種可能之光害，例如：雜散光。因此，不變形光斑取像模組 206 設計包含了：一前級光圈 2062，用來濾除雜散光；一成像透鏡 2064，用以將不變形光斑成像於二維陣列感測模組 208；及一後級光圈 2066，配合該前級光圈 2062 用以限制成像透鏡 2064 入射視角及控制光斑的平均尺寸。此設計完全濾除大角度雜散光及不必要之散射光，使訊號之背景光害降到最低。

為了得到解析度最佳之光斑圖形，必須使光斑平均尺寸略大於或等於二維陣列感測模組 208 像素之大小。利用控制後級光圈 2066 之尺寸以及到二維陣列感測模組 208 之距離，進而控制光斑平均尺寸。光斑平均半徑大小  $\delta$  可寫成：

$$\delta \approx 1.22 \times \frac{\lambda}{D} \times L \quad (3)$$

其中  $\delta$  為光斑平均半徑， $\lambda$  為雷射光波長， $D$  為後級光圈 2066 直徑， $L$  為後級光圈 2066 與二維陣列感測模組 208 之距離。適當匹配以上參數，使雷射光斑平均半徑約略等於或大於二維陣列感測模組 208 像素大小，可以得到最佳解析之光斑影像。

為了在取像範圍內可以重複得到不變形光斑影像，進而執行精密光斑圖形比對及定位，取像結構必須滿足(2)式規範。則在取像範圍內之建設性特徵光斑亮點間之相對位置及距離皆維持不變，且有極佳之重複性，非常適合使用於精密光斑圖形比對及定位。

為了提高散射光通過成像透鏡 2064 之穿透效率，成像透鏡 2064 必須與散射光之光軸垂直。二維陣列感測模組 208 模組包含一般 Charge-Coupled Device ( CCD ) 感測器或 Complementary Metal-Oxide-Semiconductor ( CMOS ) 感測器。為了使感測器 208 上之二維影像大小與物面大小有固定比例，並去除投影效應(當垂直入射平面和平行入射平面的放大率有所不同時，將會造成投影效應，其中前述入射平面為法線和入射光所構成的平面)，要求二維陣列感測模組 208 的感測面必須與物面平行。利用二維陣列感測模組 208 記錄雷射光斑影像，並將記錄影像即時傳送到光斑識別定位單元 210，該光斑識別定位單元 210 會將取得之光斑影像資料，與系統存檔資料(意即：查閱表，未圖示)進行比對與定位，確定目前同調光源照射定位母板 202 之座標。由此座標與目地座標可計算出伺服定位驅動裝置 212 所需要移動之距離及方位。

請參閱第 8 圖。該機構 20 進行二維精密定位方法如下：利用定位母板 202 上的一點作為一基準點(步驟 S201)；將其表面區隔成複數個單位區塊，以形成二維區塊陣列，並根據上述基準點來設定該單位區塊的位置資料(步驟 S202)；將發光模組 204 所發出的高同調性平行光源之雷射光，以入射角  $\theta$  照射該表面，以產生散射光，並設定相對於定位母板 202

法線的一取樣角  $\varphi$ ，以擷取每一個單位區塊於該取樣角的散射光所形成的一第一光斑影像（步驟 S203）；將上述每一個單位區塊所對應的該第一光斑影像及其相對於基準點的位置資料（以座標資料表示之），建立成一查閱表，並以二維陣列感測模組 208 記錄之（步驟 S204）；以不變形光斑取像模組 206 擷取一待測點於該取樣角的一第二光斑影像（步驟 S205）；及利用光斑識別定位單元 210 比對第二光斑影像於上述查閱表內的第一光斑影像，以取得該待測點與該所在單位區塊的相對位置，再根據該查閱表，取得該待測點相對於該基準點的位置資料（座標資料）（步驟 S206）。最後，可以伺服定位驅動裝置 212 進行一待定位物欲移動之距離及方位。達到利用光斑進行絕對定位之目的。

## 第二實施例

在第一實施例中，定位母板 202 之工作區域內連續取得光斑影像，並做光斑影像拼圖及定位，是一件煩瑣事情，有一個方法，可使定位母板 202 之光斑取像與比對、定位變得方便、快速。

請見第 9 圖至第 13 圖。第 9 圖與第 10 圖繪示設計具光斑暗區 3024 之一定位母板 302：將定位母板 302 表面加工出二維陣列光斑定位區塊 3022，二維陣列光斑定位區塊 3022 之間設計光斑暗區 3024。依照本發明的精神，該光斑暗區 3024 可為如第 9 圖之連續一整體，亦可為第 9 圖離散之各間隔區域。所謂光斑暗區就是當雷射光照射此區域，雷射光幾乎全部穿透、全部吸收或是全部形成鏡面反射，

因此在光斑取像角度範圍內，沒有任何散射光進入，二維陣列感測模組量不到光斑訊號，形成光斑暗區。

當雷射光連續掃瞄光斑暗區 3024 及二維陣列光斑定位區塊 3022 時，反射光斑能量在光斑暗區 3024 為零。故，形成一週期性的光斑能量變化。計算某點與一基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，就可以取得該點所在的單位區塊位置資料，可減少第一實施例中比對第二光斑影像與查閱表所造成的誤差與耗時。

有了光斑暗區 3024 之區隔，很容易將二維陣列光斑定位區塊 3022 之光斑影像，單獨建檔並給予座標編號，計算該待測點距離該基準點具有幾個光斑暗區 3024 間隔，以利未來光斑影像之比對及定位之執行。

配合具有光斑暗區 3024 之定位母板 302 之使用，在非鏡面反射雷射光斑二維取像架構 20 中增加一半反射鏡 314，即成如第 11 圖所示之自動定位非鏡面反射雷射光斑二維取像架構 30（包含一發光模組 304、一前級光圈 306、一成像透鏡 308、一後級光圈 310 與一二維陣列感測模組 312。前述半反射鏡 314 位於成像透鏡 308 與後級光圈 310 之間。）。此架構中，該半反射鏡 314 可將光斑取像能量，部分反射到一光斑能量感測器 316，部分穿透到二維陣列感測模組 312，形成光斑影像（請見第 12 圖）。調整發光模組 304 投射光照射在定位母板 302 之面積約略等於二維陣列光斑定位區塊 3022 大小。

請見第 13 圖（圖中  $d$  表示二相鄰波峰之距離）。同前述，當雷射光在定位母板 302 做水平或垂直移動時，因為

光斑暗區 3024 之效應，在光斑能量感測器 316 會得到明暗變化之訊號。微分此訊號，在斜率為 0 且訊號曲線開口向下之處，就是二維陣列光斑定位區塊 3022 正上方位置，在斜率為 0 且訊號曲線開口向下之處，就是光斑暗區 3024 中心位置。利用計數此明暗變化之訊號，我們可以得到某測點第一段定位位址。第一段定位效果可將目標位置與第一段定位位置誤差控制小於一個陣列定位週期。完成第一段定位後，將二維陣列感測模組 312 之即時影像與先前預存的光斑影像比對，進入第二段精密定位程序，決定該點的位置資料（座標資料）。

由於不變形光斑取像裝置的特性，光斑影像只會移動不會變形，因此即使光斑影像與目標光斑影像不是完全吻合重疊有移位錯開的距離，但在重疊取像區域，二者的光斑影像幾乎完全一樣，所以可以比對出小於一個感測位元大小的定位精度，讓這個光斑影像絕對定位技術有非常精密定位精度，因此應用廣泛，如開發絕對定位光斑尺取代光學尺，開發全新二維絕對光斑自動定位裝置取代目前市售相關產品，如 CDD 自動定位裝置、磁感應自動定位裝置等。

### 第三實施例

第二實施例中提及到了引用光斑暗區可以減少光斑影像對比時的誤差與耗時，然而，光斑暗區尺寸在對比時所造成的利弊得失並未予以探討。請回顧第 9 圖。光斑暗區 3024 於兩相鄰二維陣列光斑定位區塊 3022 的間隔，等於該二維陣列光斑定位區塊 3022 對應的長度及寬度。當一待

測點 A 的第二光斑散色光來源落於光斑暗區 3024 中（投射光照射在定位母板 302 之面積約略等於陣列定位區塊 3022 大小），則二維陣列感測模組 312 完全量不到光斑訊號。

為了解決此問題，請見第 14 圖。利用第 9 圖中的各元件，但減少了光斑暗區的整體面積。換句話說，該光斑暗區 3024 於兩相鄰二維陣列光斑定位區塊 3022 的間隔，小於該二維陣列光斑定位區塊 3022 對應的長度及寬度（例如長寬為光斑定位區塊的四分之一）。於此情形下，即便該待測點 A 的第二光斑散射光來源落於光斑暗區 3024 中，亦會有不少比例落在二維陣列光斑定位區塊 3022，以確保二維陣列感測模組 312 可量測到供定位之光斑訊號。

#### 第四實施例

在第 9 圖中，二維陣列光斑定位區塊 3022 之定位母板 302 上，除了二維陣列光斑定位區塊 3022 可以反射同調光源外，其餘區域為光斑暗區 3024，無法得到光斑影像，在全區域定位時會有取不到可用參考光斑影像之區域，為了維持能量感測器可以測得強弱變化之光斑訊號達到第一階段定位功能，又可全區域執行第二階段光斑影像精密定位功能，修改第 9 圖之陣列定位區塊架構成第 15 圖之精密型陣列區塊光斑暗區定位母板 402 架構。

在本架構中，每相鄰兩個二維陣列光斑定位區塊 4022 間之光斑暗區 4024，用光斑定位條塊 4026 相連接，光斑定位條塊 4026 寬度約為  $1/3$  的二維陣列光斑定位區塊 4022

寬度，因此在光斑定位條塊 4026 區域之光斑影像能量約為二維陣列光斑定位區塊 4022 之 1/3。當掃描二維陣列光斑定位區塊 4022 及光斑定位條塊 4026 時，光斑影像能量會有一週期性的大小變化，如第 16 圖所示，可滿足第一階段光斑定位需求。而在光斑定位條塊 4026 區域定位時，光斑定位條塊 4026 本身可以提供足夠豐富之光斑影像，滿足第二階段精密定位所需之參考光斑影像。計算某點與一基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，就可以取得該點所在的單位區塊位置資料。

除了光斑定位條塊 4026 外，在四個相鄰二維陣列光斑定位區塊 4022 中心有大面積之光斑暗區 4024，使此區域無法得到參考光斑影像。為了解決此區域之精密定位需要，在四個相鄰二維陣列光斑定位區塊 4022 中心之光斑暗區 4024，增加圓形輔助定位區塊 4028，用以輔助判斷該待測點的所在位置。該輔助定位區塊可形成光斑影像。圓形輔助定位區塊 4028 之直徑約為二維陣列光斑定位區塊 4022 長度之半。此種配置，將可同時滿足第一階段及第二階段之定位需求。使用精密型陣列區塊光斑暗區定位母板之全區域自動定位雷射光斑二維取像架構 40 如第 17 圖所示（架構類似第二實施例，具有一發光模組 404、一前級光圈 406、一成像透鏡 408、一後級光圈 410、一二維陣列感測模組 412、一半反射鏡 414 與一光斑能量感測器 416。其對應之功用亦同，於此不再贅述），該架構可以在所需之一定位母板 402 全區域提供第一階段即第二階段之精密光斑影像自動定位功能，定位精度可以小於一個二維影像



器感測位元大小。

### 第五實施例

除第三實施例所陳述之自動定位雷射光斑二維取像架構 40 外，修改該架構（請見第 18 圖），取消半反射鏡 414，在鏡面反射方位，利用一聚光透鏡 514 將此方向之反射光聚焦射入一能量感測器 516，可得第 18 圖所示之雙角度取像自動定位雷射光斑二維取像架構 50。此一實施例，主要將上述第二實施例中的光斑暗區 3024（參見第 10 圖）改成具有部分反射功能的物面（意即其反射率較定位區塊 3022 來得小），使得定位母板完全沒有光斑暗區。換句話說，在本實施例中，定位母板的任何一點皆可產生光斑影像。當雷射光在掃描定位母板時，能量感測器 516 在鏡面反射方位所量得的光斑能量變化將如第 16 圖所示。當然，維持一半反射鏡（未繪示於第 18 圖）以將部份散射光射入該能量感測器 516，對於能量感測器 516 進行之判斷作業有所助益，亦不脫離本發明之精神。

第 18 圖之特點，在於利用雙角度取像架構，在鏡面反射方向之反射光，由能量感測器 516 量測的訊號變化可滿足第一階段之定位。在非鏡面反射， $\varphi = \theta - 10^\circ$  的方向，利用一前級光圈 506、一成像透鏡 508 與一後級光圈 510，可即時取得該定位之不變形雷射光斑影像，用來進行第二階段之精密定位。其架構類似第三實施例，具有一定位母板 502、一發光模組 504、該前級光圈 506、該成像透鏡 508、該後級光圈 510、一二維陣列感測模組 512 與一光斑能量感測器 516。其對應之功用亦同，於此不再贅述。

如同本實施例的取像架構，第三實施例和第四實施例的能量感測器亦可以置放於反射角上，以獲得光斑能量週期性的變化。

## 第六實施例

除了二維精密定位方式外，也可以將第 17 圖之全區域精密型自動定位雷射光斑取像架構及第 18 圖之雙角度取像自動定位雷射光斑取像架構中的光斑精密定位母板做成長條形，如此可執行一維精密定位。除了本實施例之外，上述各實施例的定位母板亦可作成長條形。我們可將此長條形光斑精密定位母板架構稱為光斑尺，它可以執行一維精密光斑定位。由於此種定位方式是絕對定位，與目前市面上光學尺相對定位方式之工作原理大不相同，非常具有競爭力。將二個光斑尺垂直組合可得另一形式之二維精密定位，將三個光斑尺立體垂直組合可得三維精密定位。如此一來，光斑尺之組合應用，可創造更廣大市場。此外，本發明之技術亦可應用於金融等級身份識別器，如三維指紋識別器、無法複製之門禁卡、無法複製之鑰匙及精密二維定位系統如機械手臂定位器等。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，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 圖繪示一種光學位移感測器的先前技術。

第 2 圖繪示另一種光學位移感測器的先前技術。

第 3 圖繪示又一種光學位移感測器的先前技術。

第 4 圖繪示另一種指向系統的先前技術。

第 5 圖繪示本發明所利用之原理。

第 6 圖為一非鏡面反射不變形雷射光斑二維精密定位機構示意圖。

第 7 圖為一非鏡面反射雷射光斑二維取像架構示意圖。

第 8 圖為一不變形雷射光斑二維精密定位方法流程圖。

第 9 圖為一陣列區塊光斑暗區定位母板示意圖。

第 10 圖為另一陣列區塊光斑暗區定位母板示意圖。

第 11 圖為一自動定位雷射光斑二維取像架構示意圖。

第 12 圖繪示一二維陣列感測模組所接收之光斑圖形。

第 13 圖繪示一能量感測器讀取能量隨發光模組位移之變化情形。

第 14 圖為再另一陣列區塊光斑暗區定位母板示意圖。

第 15 圖為一精密型陣列區塊光斑暗區定位母板示意圖。

第 16 圖繪示一能量感測器讀取能量隨發光模組位移之變化情形。

第 17 圖為一全區域精密型自動定位雷射光斑二維取像架構示意圖。

第 18 圖為一雙角度取像自動定位雷射光斑二維取像架構示意。

## 【主要元件符號說明】

12	取像裝置	14	物面
16	感測器	20	非鏡面反射不變形 雷射光斑二維精密 定位機構
202	定位母板	204	發光模組
206	不變形光斑取像模組	2062	前級光圈
2064	成像透鏡	2066	後級光圈
208	二維陣列感測模組	210	光斑識別定位單元
212	伺服定位驅動裝置	30	非鏡面反射雷射光 斑二維取像架構
302	定位母板	3022	二維陣列光斑定位區 塊
3024	光斑暗區	304	發光模組
306	前級光圈	308	成像透鏡
310	後級光圈	312	二維陣列感測模組
314	半反射鏡	316	能量感測器
40	全區域自動定位雷射 光斑二維取像架構	402	定位母板
4022	二維陣列光斑定位區塊	4024	光斑暗區
4026	光斑定位條塊	4028	輔助定位區塊
404	發光模組	406	前級光圈
408	成像透鏡	410	後級光圈
412	二維陣列感測模組	414	半反射鏡

416	能量感測器	50	雙角度取像自動定位 雷射光斑二維取像架 構
502	定位母板	504	發光模組
506	前級光圈	508	成像透鏡
510	後級光圈	512	二維陣列感測模組
514	聚光透鏡	516	能量感測器

# 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：98141426

※申請日：98.12.3

※IPC 分類：G06F 3/033 (2006.01)

G06B 29/48 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光斑定位方法及光斑定位系統

METHOD AND SYSTEM FOR POSITIONING BY  
USING OPTICAL SPECKLE

二、中文發明摘要：

本發明揭露一種利用不變形雷射光斑影像來做二維精密定位之方法及系統。本發明預先以一高同調性雷射光照射一定位母板，記錄自該定位母板散射之光因干涉而造成之不變形光斑，以建立一光斑查閱表，並定義一基準點以進一步對各記錄光斑定位。藉由該光斑查閱表，可查出任一光斑所對應座標位置，進而引導一待定位物定位及應用於距離量測。本發明可控制取像光斑在數微米大小，足以提供高精度定位。

三、英文發明摘要：

A method and system for two dimensional precise positioning by using invariant optical speckle are disclosed in this invention. A highly coherent laser light irradiates a positioning matrix in advance to record invariant optical

speckles caused by interference by scattered beams from the positioning matrix for setting up a speckle lookup table. Furthermore, a reference point is defined to position each recorded speckle. Therefore, a coordinate with respect to the reference point corresponding to a specified speckle can be used to position an object or applied to distance measurement by the speckle lookup table. The accuracy of the speckles according to the present invention is within several micrometers. Hence, it can provide high precision positioning.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 20 非鏡面反射不變形雷射光斑二維精密定位機構
- 202 定位母板
- 204 發光模組
- 206 不變形光斑取像模組
- 208 二維陣列感測模組
- 210 光斑識別定位單元
- 212 伺服定位驅動裝置

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 七、申請專利範圍：

## 1. 一種光斑定位方法，包括下列步驟：

- a) 選定具有獨特紋理的一表面上的一點作為一基準點；
- b) 將該表面區隔成複數個單位區塊，以形成二維區塊陣列，並根據該基準點來設定該單位區塊的位置資料；
- c) 將一高同調性平行光以一入射角  $\theta$  照射該表面，以產生散射光，並設定相對於該表面之法線的一取樣角  $\varphi$ ，以擷取每一個單位區塊於該取樣角  $\varphi$  的散射光所形成的一第一光斑影像；
- d) 將每一個單位區塊所對應的該第一光斑影像及該位置資料，建立成一查閱表；
- e) 擷取一待測點於該取樣角  $\varphi$  的一第二光斑影像；
- f) 辨別該待測點所在的單位區塊；及
- g) 比對該待測點所在單位區塊的第一光斑影像與該第二光斑影像，以取得該待測點與該所在單位區塊的相對位置，再根據該相對位置與該所在單位區塊的位置資料，取得該待測點相對於該基準點的位置資料。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該取樣角  $\varphi$  介於  $0 < \varphi \leq \theta - 10^\circ$  或  $\theta + 10^\circ \leq \varphi < 90^\circ$  的範圍內。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中步驟 f 包括以下步驟：

f1) 在相鄰的單位區塊之間穿插一光斑暗區，以形成一



週期性的光斑能量變化；及

f2) 計數該待測點與該基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，以取得該待測點所在的單位區塊，其中該光斑暗區可完全穿透、吸收、或反射光線，以致該光斑暗區無法產生散射光並形成該第一光斑影像及該第二光斑影像。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中該光斑暗區於兩相鄰單位區塊的間隔，小於等於該單位區塊的長度及寬度。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中步驟 f 包括以下步驟：

f1) 在相鄰的單位區塊之間穿插一光斑能量低於該單位區塊的光斑能量的參考區塊，以形成一週期性的光斑能量變化；及

f2) 計數該待測點與該基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，以取得該待測點所在的單位區塊。

6. 如申請專利範圍第 3 或 5 項所述之方法，其中四個相鄰的單位區塊之間具有一輔助定位區塊，用以輔助判斷該待測點的所在位置，該輔助定位區塊可形成光斑影像。

7. 一種光斑定位系統，包括：

一底板，該底板具有獨特紋理的一表面；

一發光模組，用以發出一高同調性平行光，以一入射角  $\theta$  照射該表面，來產生散射光；

一光斑取像模組，與該表面法線形成一取樣角  $\phi$ ，用

以擷取該高同調性平行光照射該表面所產生散射光的第一光斑影像，及照射一待測點所產生散射光的第二光斑影像；

一感測模組，用以儲存該第一光斑影像及第二光斑影像；及

一識別定位單元，用以比對該第一光斑影像與該第二光斑影像，以取得該待測點的位置資料。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，進一步包括一定位驅動裝置，用以比對該識別定位單元所求得該待測點的位置與該待測點所設定的位置，以移動一待定位物至待測點的位置。
9. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該取樣角  $\varphi$  介於  $0 < \varphi \leq \theta - 10^\circ$  或  $\theta + 10^\circ \leq \varphi < 90^\circ$  的範圍內。
10. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該發光模組包含一面射型雷射 (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL)、邊射型雷射 (Edge Emission Laser, EEL)、氣體雷射、固體雷射、或可發射窄頻光的發光二極體與濾波器之組合。
11. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該感測模組包含一電荷耦合元件 (Charge-Coupled Device, CCD) 感測器或互補式金氧半 (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS) 感測器。
12. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該光斑取像模組包含：一成像透鏡，將光斑成像於該

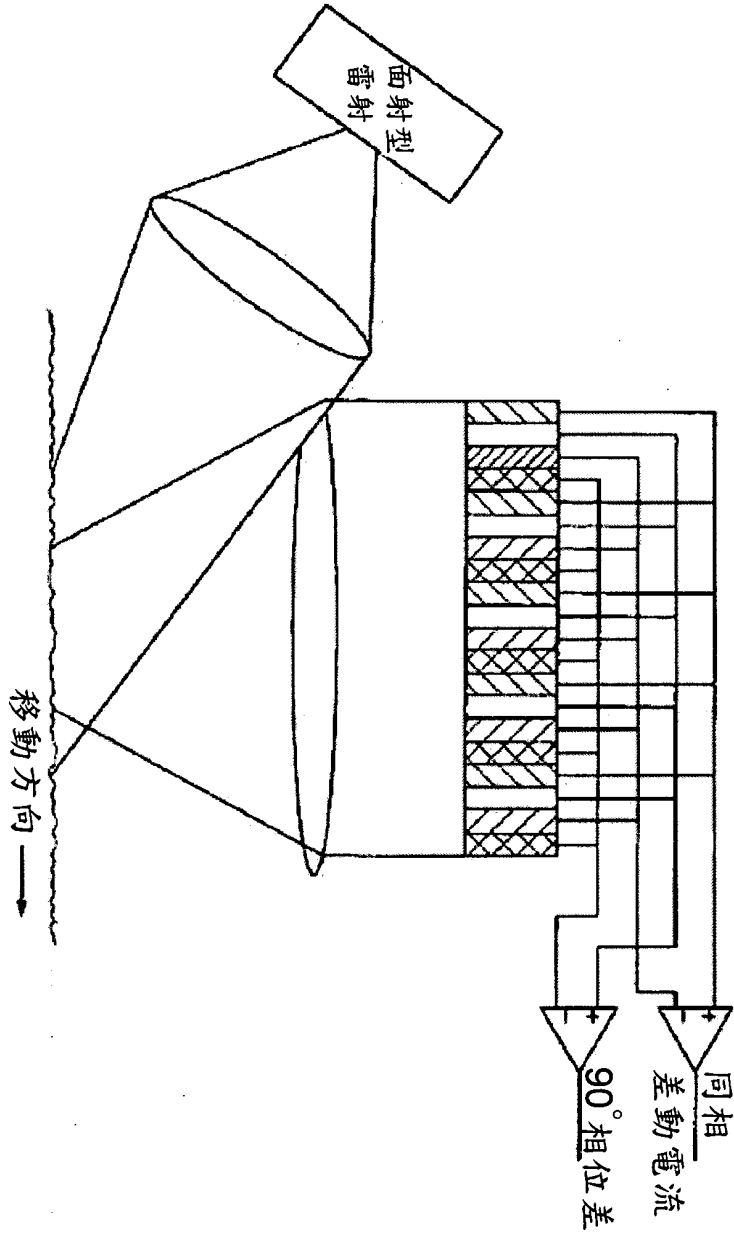
感測模組；一前級光圈，置於該成像透鏡與底板間，以濾除雜散光；及一後級光圈，相對於前級光圈位於成像透鏡之另一側，以控制光斑的平均尺寸；其中成像透鏡、前級光圈、及後級光圈呈直線排列。

13. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該光斑取像模組包含一聚光透鏡，位於該取樣角  $\phi$  的散射光的光路上，用以將光斑的能量，匯聚到一能量感測器。
14. 如申請專利範圍第 13 項所述之光斑定位系統，其中該光斑取像模組包含一半反射鏡，位於成像透鏡與後級光圈之間，用以將光斑的能量，部分反射到該能量感測器。
15. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該光斑取像模組包含一聚光透鏡，位於反射光的光路上，用以將光斑的能量，匯聚到一能量感測器。
16. 如申請專利範圍第 12 項所述之光斑定位系統，其中該光斑的平均大小可藉由控制後級光圈的尺寸及後級光圈到感測模組的距離來取得，其關係為：

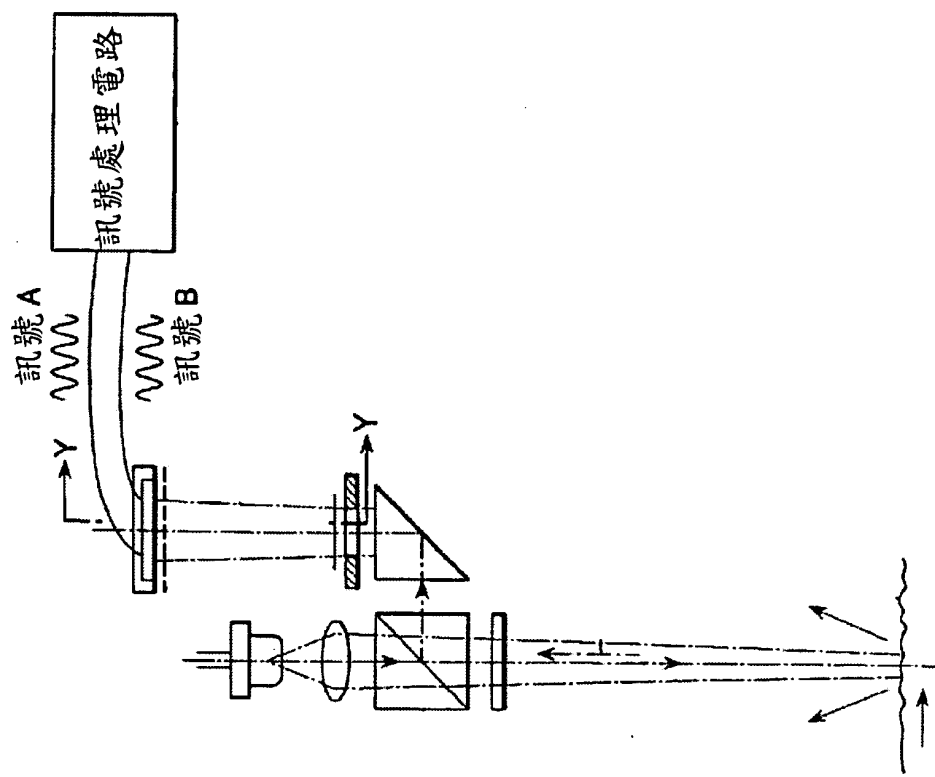
$$\delta \doteq 1.22 \times (\lambda / D) \times L$$

其中  $\delta$  為光斑平均半徑， $\lambda$  為高同調性平行光波長， $D$  為後級光圈直徑， $L$  為後級光圈與感測模組的距離。

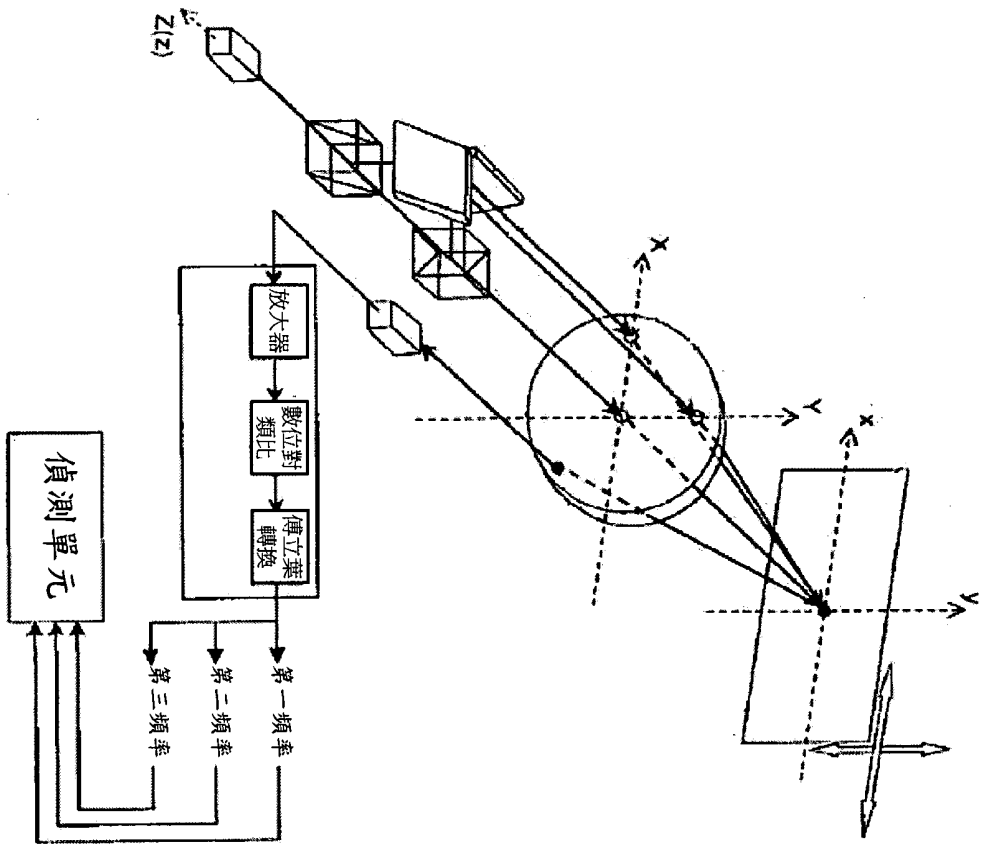
八、圖式：



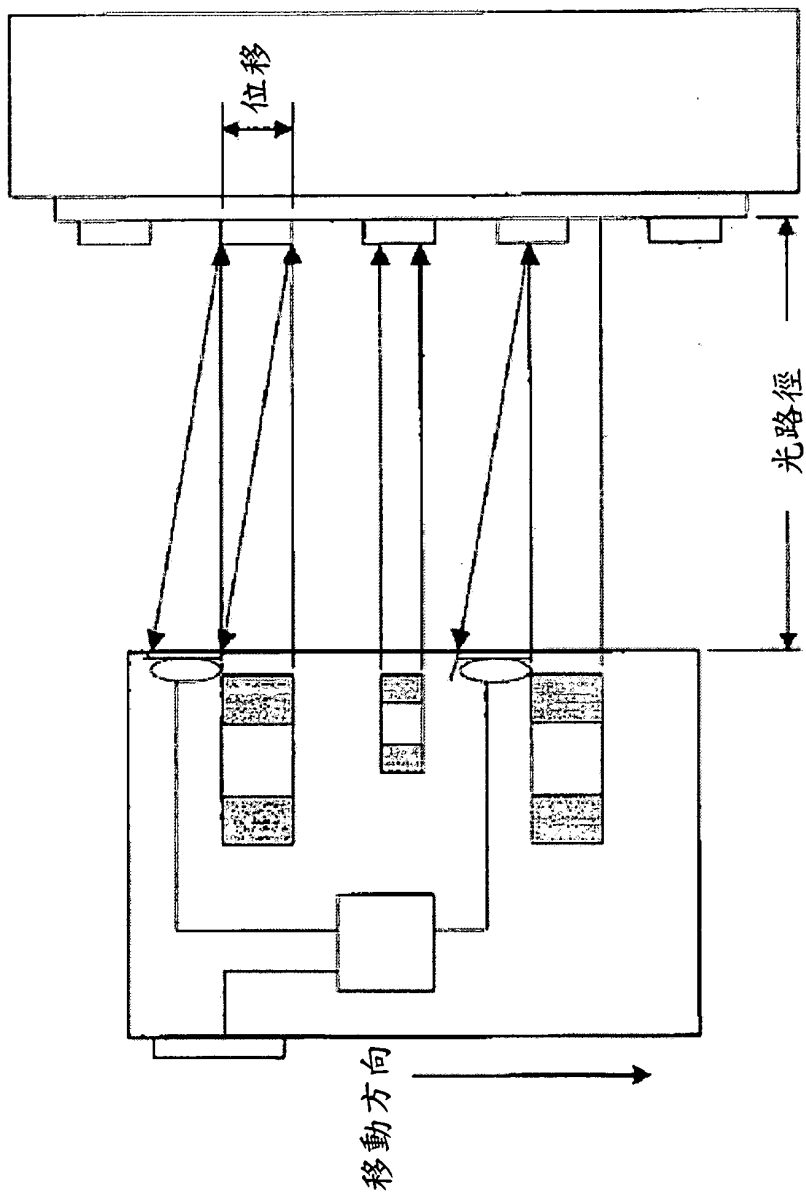
第1圖 (先前技術)



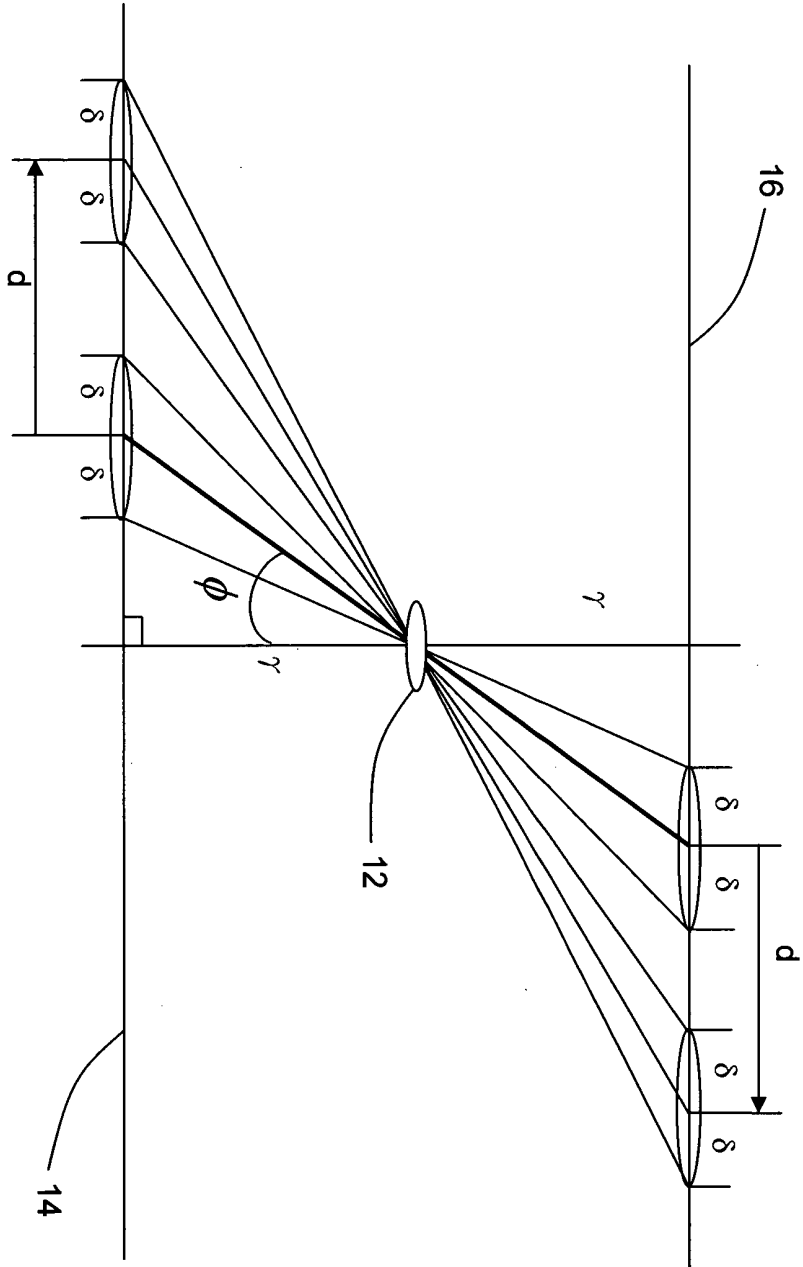
第2圖 (先前技術)



第3圖 (先前技術)



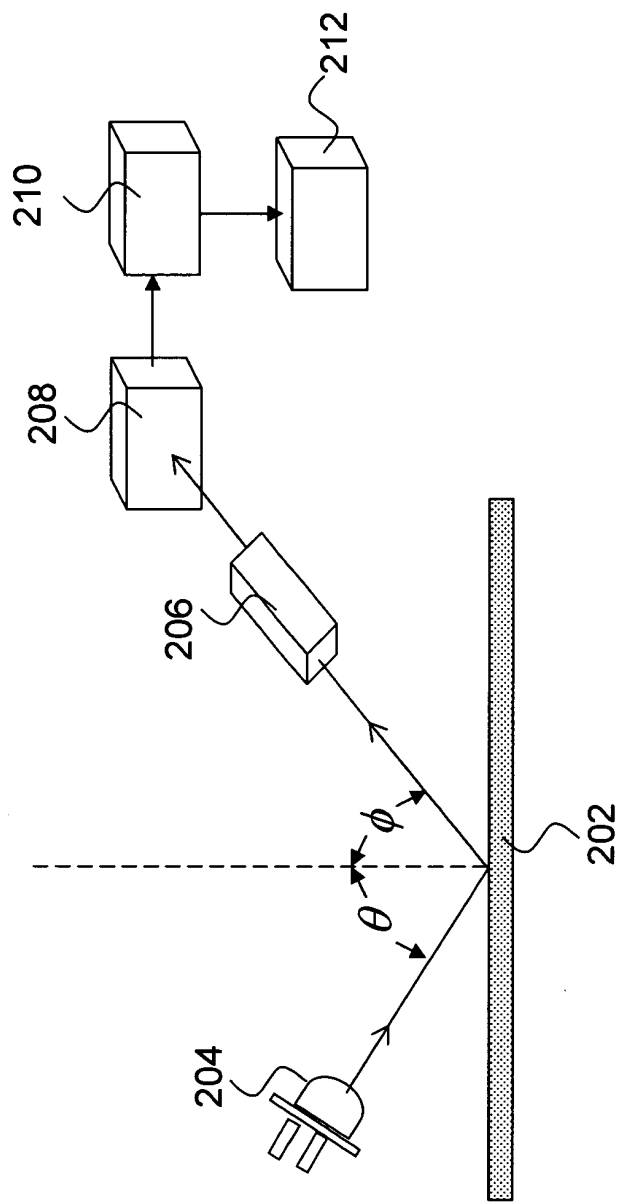
第4圖(先前技術)



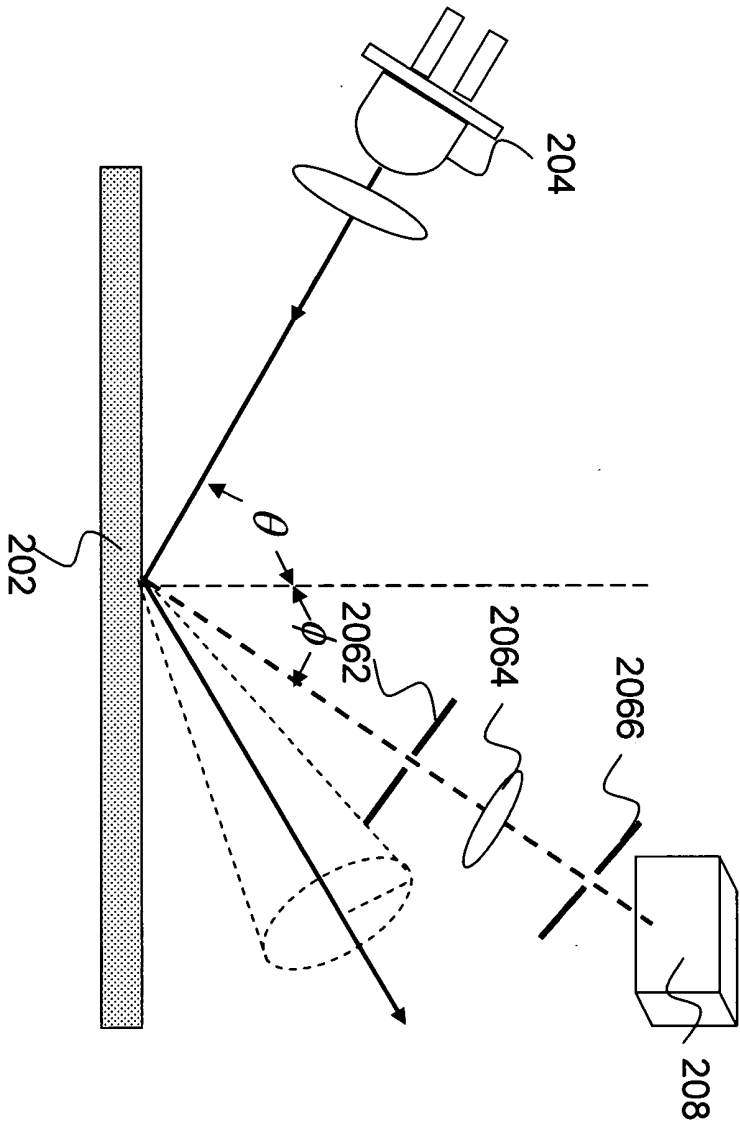
第5圖



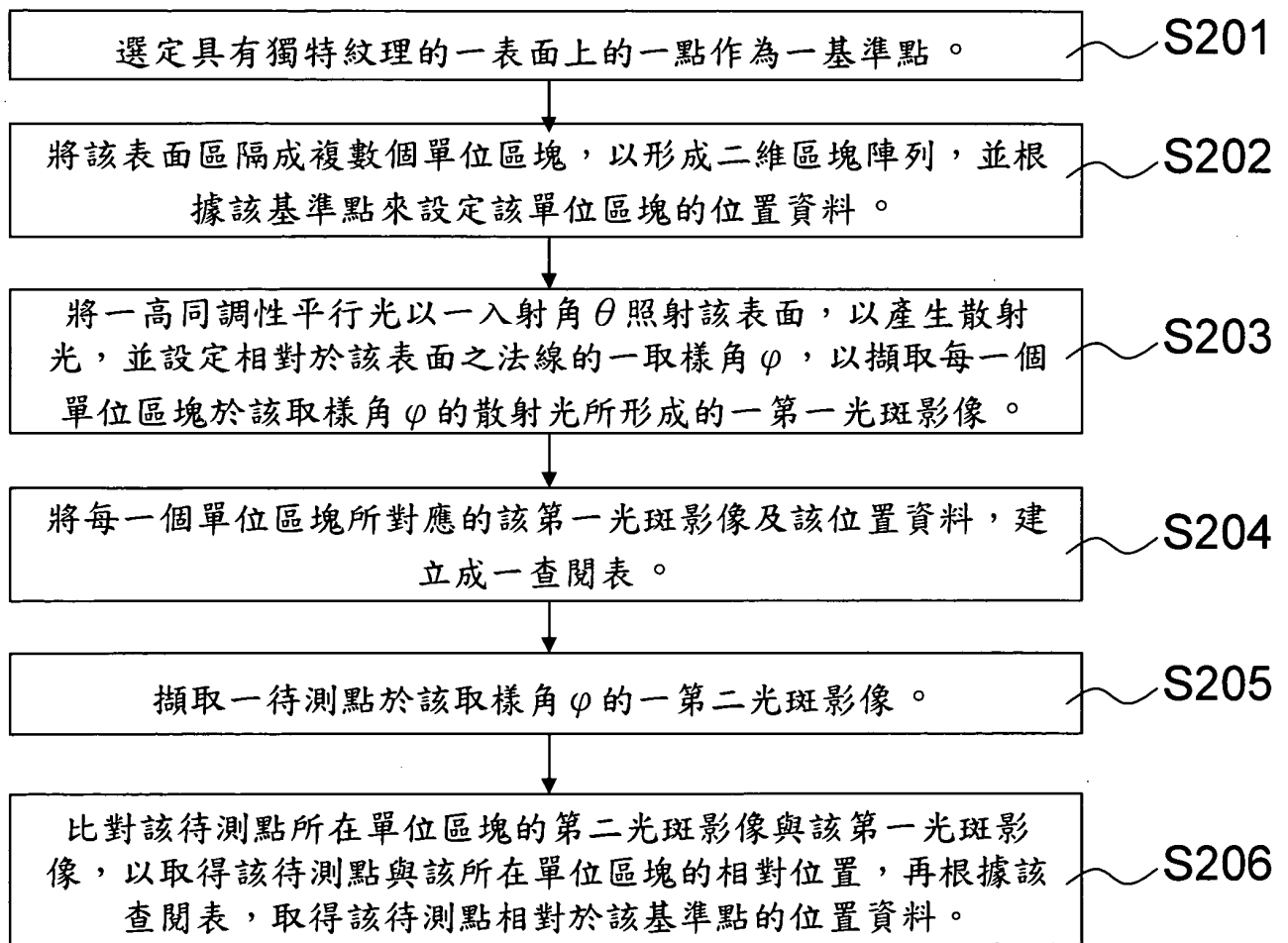
20



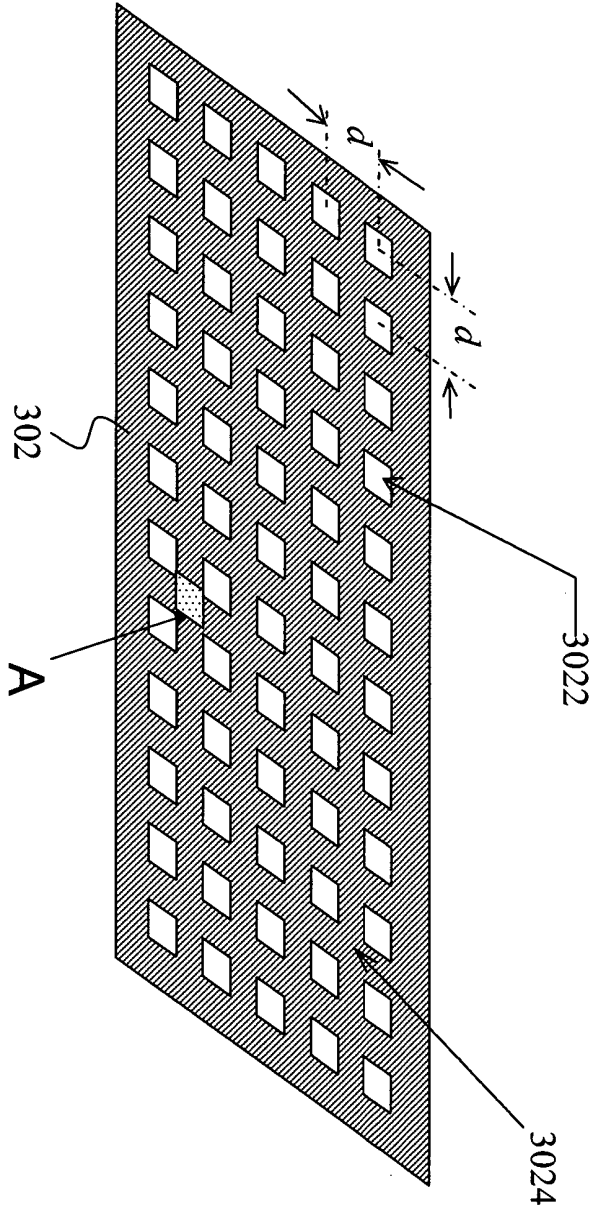
第6圖



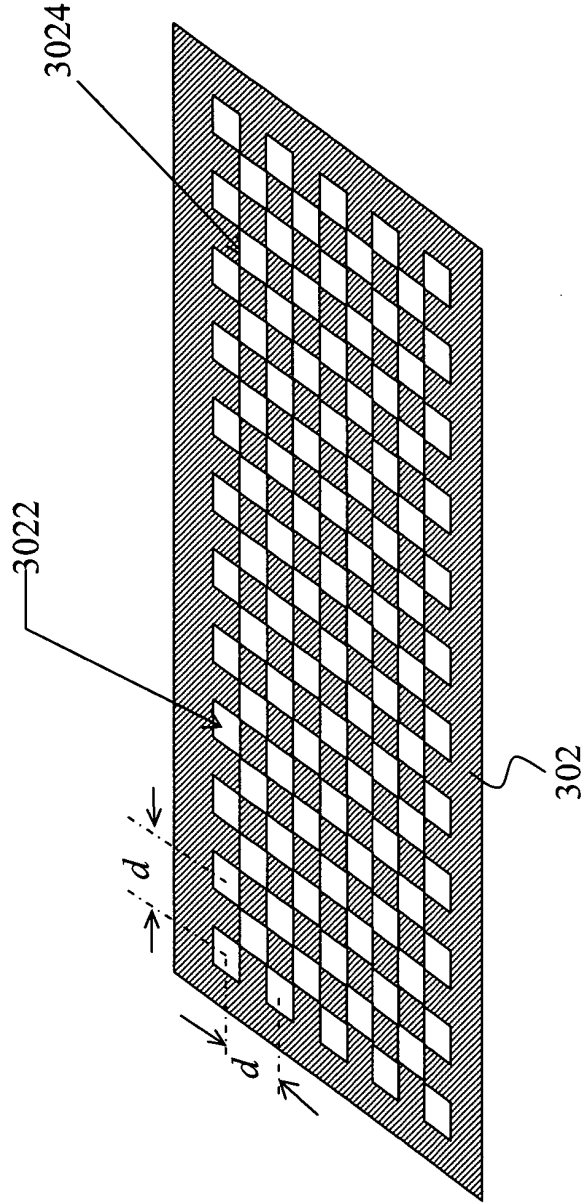
第7圖



第8圖

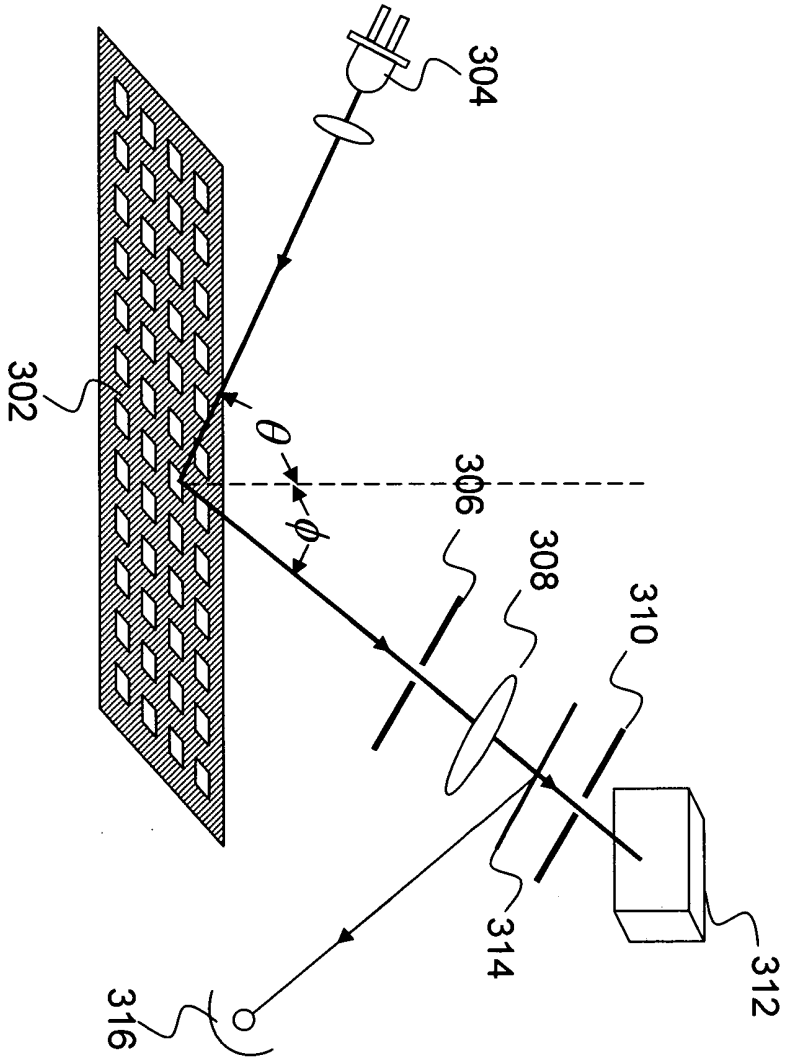


第9圖

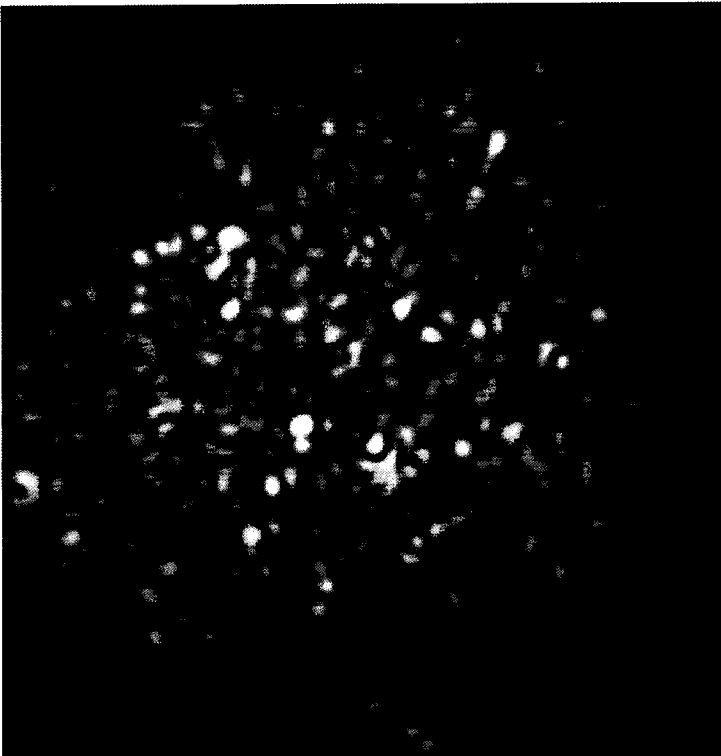


第10圖

30



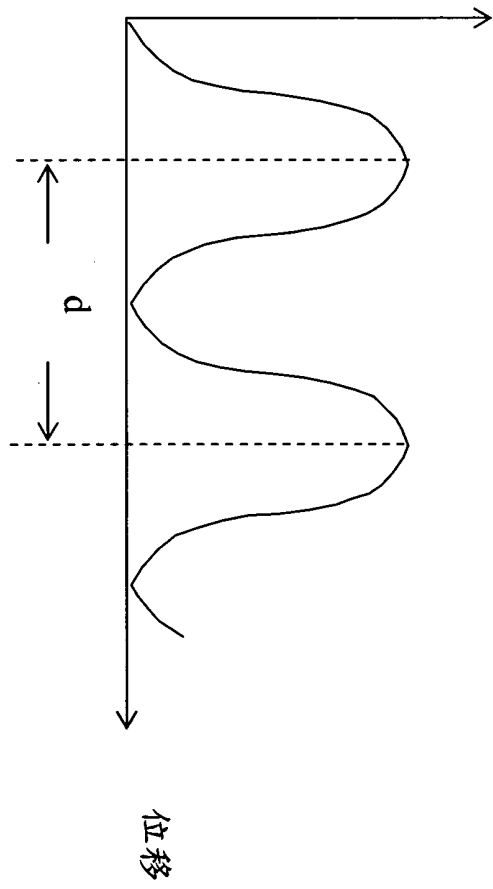
第11圖



第12圖

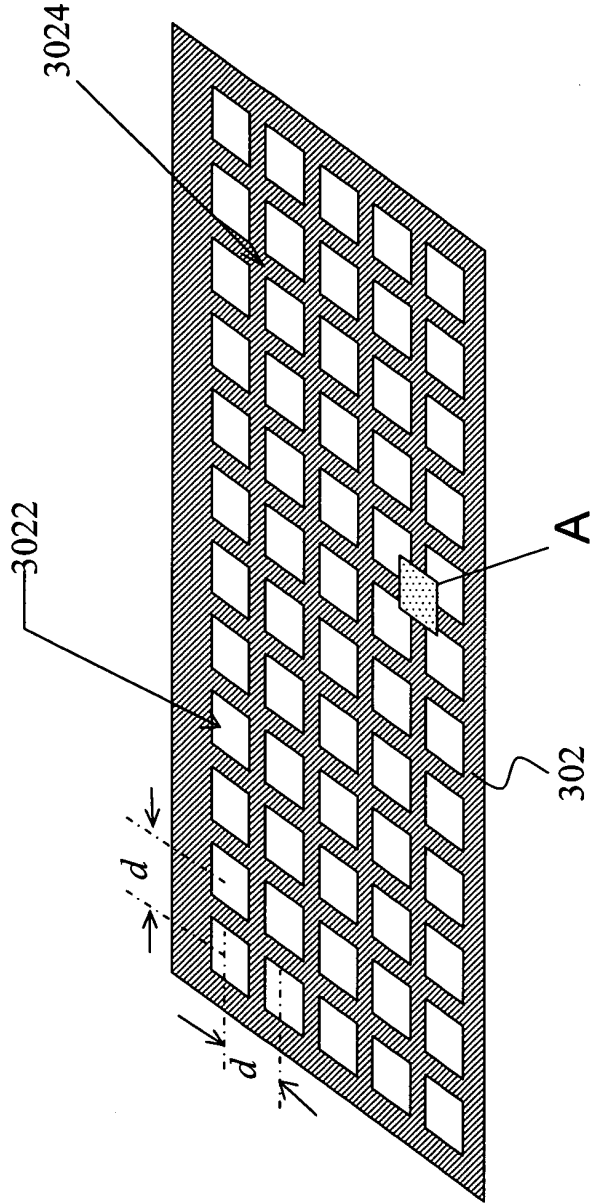


能量

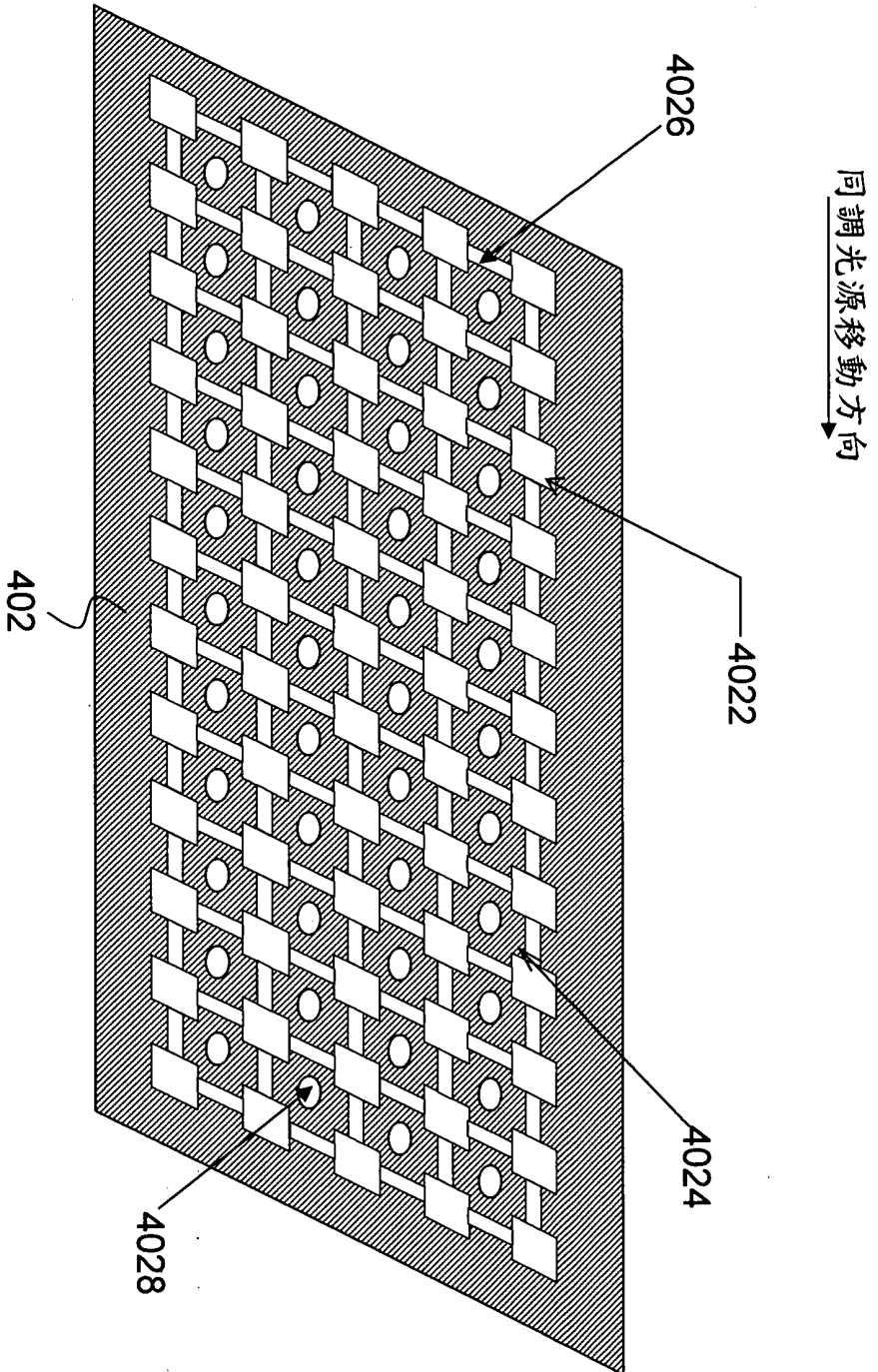


第13圖

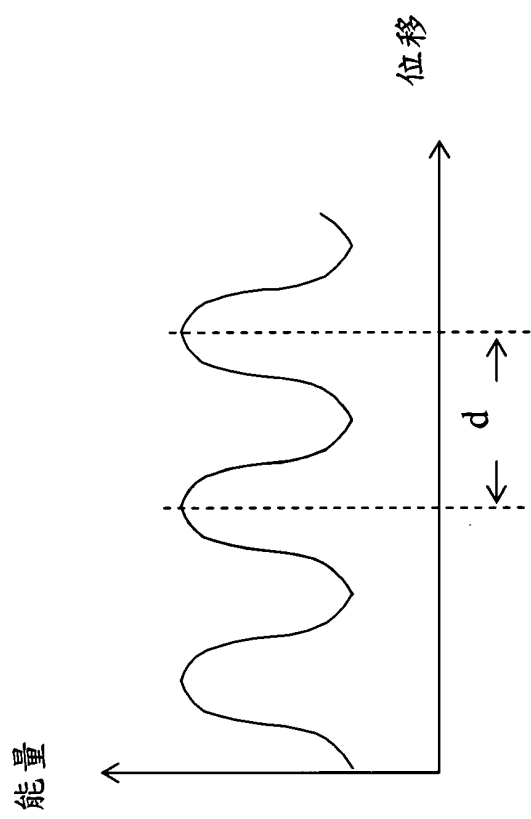




第14圖

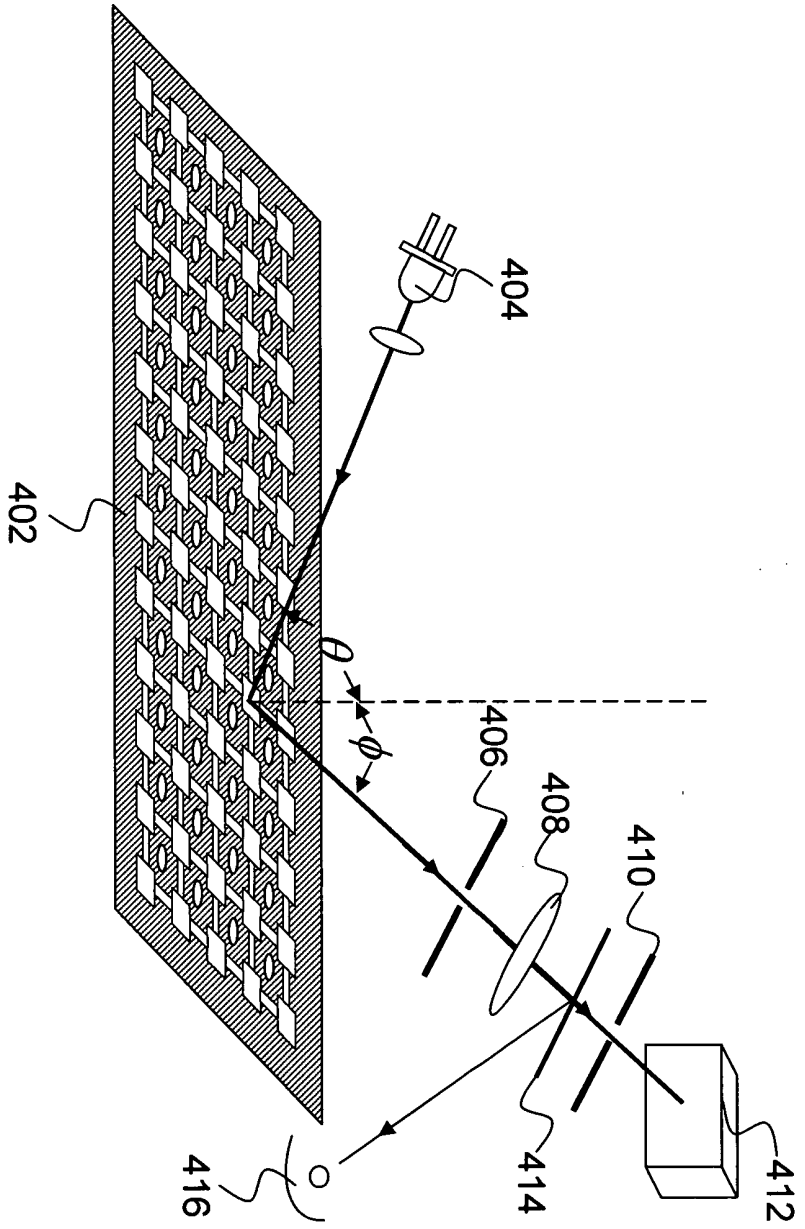


第15圖



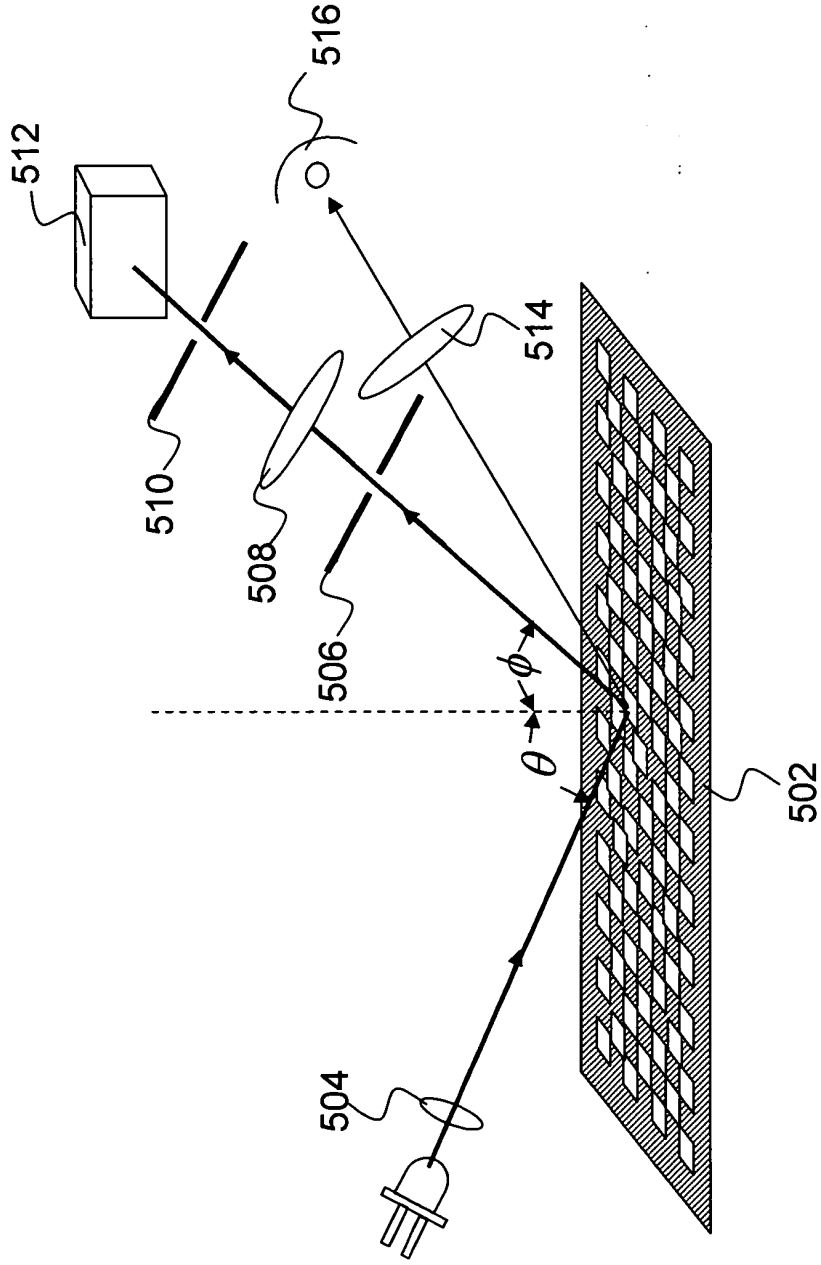
第16圖

40



第17圖

50



第18圖

speckles caused by interference by scattered beams from the positioning matrix for setting up a speckle lookup table. Furthermore, a reference point is defined to position each recorded speckle. Therefore, a coordinate with respect to the reference point corresponding to a specified speckle can be used to position an object or applied to distance measurement by the speckle lookup table. The accuracy of the speckles according to the present invention is within several micrometers. Hence, it can provide high precision positioning.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 20 非鏡面反射不變形雷射光斑二維精密定位機構
- 202 定位母板
- 204 發光模組
- 206 不變形光斑取像模組
- 208 二維陣列感測模組
- 210 光斑識別定位單元
- 212 伺服定位驅動裝置

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

# 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：98141426

※申請日：98.12.3

※IPC分類：G06H 3/033 (2006.01)

G02B 27/48 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光斑定位方法及光斑定位系統

METHOD AND SYSTEM FOR POSITIONING BY  
USING OPTICAL SPECKLE

二、中文發明摘要：

本發明揭露一種利用不變形雷射光斑影像來做二維精密定位之方法及系統。本發明預先以一高同調性雷射光照射一定位母板，記錄自該定位母板散射之光因干涉而造成之不變形光斑，以建立一光斑查閱表，並定義一基準點以進一步對各記錄光斑定位。藉由該光斑查閱表，可查出任一光斑所對應座標位置，進而引導一待定位物定位及應用於距離量測。本發明可控制取像光斑在數微米大小，足以提供高精度定位。

三、英文發明摘要：

A method and system for two dimensional precise positioning by using invariant optical speckle are disclosed in this invention. A highly coherent laser light irradiates a positioning matrix in advance to record invariant optical

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是關於一種二維精密定位裝置及方法，尤指一種利用判定不變形雷射光斑變化之二維精密定位裝置及方法，其可廣泛用於精密機械加工機與定位儀器上。

### 【先前技術】

二維精密定位裝置廣泛使用於精密機械加工機上，目前市面相關產品有 CCD 自動定位裝置及磁感應定位裝置，二者的定位精度大約在  $20\mu\text{m}$  左右。

CCD 自動定位裝置，為了攝取大範圍不變形影像供精密圖像比對與定位，常使用 telecentric lenses，此種取像架構雖然可以獲得較佳不變形影像供定位參考，但要得到更精密定位精度，比對的影像圖形必須具有足夠的判讀特徵才可達成。要有足夠的影像判讀特徵則需要一定程度以上的取像範圍，這將不利於精密定位，因此目前成熟定位精度約  $\pm 20\mu\text{m}$  左右，就日益求精的精密機械加工而言已不敷要求，需要更高的定位精度創造更大的運用範圍。

磁感應定位技術利用霍爾效應 (Hall Effect) 將磁感測元件掃過週期性磁性定位母板，感應得週期性磁場強度變化之訊號，經解析此訊號變化，算出移動距離。霍爾效應元件與母板之間的相對運動速度會影響此種磁場感應的訊號強度變化，因此在做快速定位運動時，磁感應定位精度無法再提升，有效成熟定位精度也是約為  $20\mu\text{m}$  左右。

此外，回顧文獻，其他相關之二維精密定位裝置及方



法，為數亦不少。美國專利第 7,042,575 號揭露一種光學位移感測器。請見第 1 圖。該發明藉由將光照射於一表面，並接收來自表面的反射光所形成的光斑，以進一步量測其位移及位置。其主要應用於光學滑鼠。此案對於電腦輸入裝置而言，具有劃時代的意義。然無法對被照物面之座標位置加以精確定位，對於精密定位儀器應用而言，尚難有效應用。

請見第 2 圖。美國專利第 7,110,120 號提供一種可以對移動中物體進行量測的光學位移感測器，藉由將光直接照射於一待測物，並將待測物所反射的散射光藉由光柵 (grating) 分成兩道光束，再經由空間濾波器 (spatial filters) 使該兩道光束成為相位差  $90^\circ$  的兩個信號，以進一步運算處理判斷其位移方向而已，實作上，並未具有二維平面定位的功能。

另，美國專利第 7,317,538 號揭露一種光學位移感測器，藉由先將光分成三個光束再照射於一待測物，以於待測物表面上形成三個光點，利用都卜勒效應 (Doppler effect) 經由類比數位轉換及傅立葉轉換等將該三個光點的散射光進行運算處理，以進一步量測其位移速率及方向。請見第 3 圖。該方法以繁雜的運算來量測待測物的位移速率及方向，故光線照射反應的資料影響後續計算頗巨。相較於一般直接利用待測物面特徵之定位方法，本專利易產生判讀及數理假設性前提所產生的計算誤差。

最後，請見第 4 圖。美國專利第 7,242,466 號提出一種指向系統（例如：光學滑鼠），藉由將光照射於一預先

編碼的表面，並接收來自表面的散射光，以進一步量測其位移及位置。本發明最大的特色是該預先編碼的表面，藉由一些散射部位 (scattering features) 及非散射部位 (non-scattering features) 依特定法則排列出數位圖案來定義位置所在，因而接受散射光的指向元件 (pointing device) 相對於編碼表面的位移及位置可以被得知。然而，該預先編碼的表面不僅製作上不便，精度上亦被局限。

綜上所述，現有二維精密定位裝置及方法存在若干技術及本質上的缺陷。本發明提出利用不變形雷射光斑變化之二維精密定位裝置及方法，除可解決上述問題外，更具有應用面廣及精度高的優點。

### 【發明內容】

本發明之主要目的，在提供一種光斑定位方法，包括下列步驟：a) 選定具有獨特紋理的一表面上的一點作為一基準點；b) 將該表面區隔成複數個單位區塊，以形成二維區塊陣列，並根據該基準點來設定該單位區塊的位置資料；c) 將一高同調性平行光以一入射角  $\theta$  照射該表面，以產生散射光，並設定相對於該表面之法線的一取樣角  $\varphi$ ，以擷取每一個單位區塊於該取樣角  $\varphi$  的散射光所形成的一第一光斑影像；d) 將每一個單位區塊所對應的該第一光斑影像及該位置資料，建立成一查閱表；e) 擷取一待測點於該取樣角  $\varphi$  的一第二光斑影像；f) 辨別該待測點所在的單位區塊；及 g) 比對該待測點所在單位區塊的第一光斑影像與該第二光斑影像，以取得該待測點與該所在單位區塊

的相對位置，再根據該相對位置與該所在單位區塊的位置資料，取得該待測點相對於該基準點的位置資料。

根據本案構想，該取樣角  $\varphi$  介於  $0 < \varphi \leq \theta - 10^\circ$  或  $\theta + 10^\circ \leq \varphi < 90^\circ$  的範圍內。

根據本案構想，步驟 f 包括以下步驟：f1) 在相鄰的單位區塊之間穿插一光斑暗區，以形成一週期性的光斑能量變化；及 f2) 計數該待測點與該基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，以取得該待測點所在的單位區塊，其中該光斑暗區可完全穿透、吸收、或反射光線，以致該光斑暗區無法產生散射光並形成該第一光斑影像及該第二光斑影像。

根據本案構想，該光斑暗區於兩相鄰單位區塊的間隔，小於等於該單位區塊的長度及寬度。

根據本案構想，步驟 f 包括以下步驟：f1) 在相鄰的單位區塊之間穿插一光斑能量低於該單位區塊的光斑能量的參考區塊，以形成一週期性的光斑能量變化；及 f2) 計數該待測點與該基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，以取得該待測點所在的單位區塊。

根據本案構想，四個相鄰的單位區塊之間具有一輔助定位區塊，用以輔助判斷該待測點的所在位置，該輔助定位區塊可形成光斑影像。

本發明之另一主要目的，在提供一種光斑定位系統，包括：一底板，該底板具有獨特紋理的一表面；一發光模組，用以發出一高同調性平行光，以一入射角  $\theta$  照射該表面，來產生散射光；一光斑取像模組，與該表面法線形成

一取樣角  $\varphi$ ，用以擷取該高同調性平行光照射該表面所產生散射光的第一光斑影像，及照射一待測點所產生散射光的第二光斑影像；一感測模組，用以儲存該第一光斑影像及第二光斑影像；及一識別定位單元，用以比對該第一光斑影像與該第二光斑影像，以取得該待測點的位置資料。

根據本案構想，該光斑定位系統進一步包括一定位驅動裝置，用以比對該識別定位單元所求得該待測點的位置與該待測點所設定的位置，以移動一待定位物至待測點的位置。

根據本案構想，該取樣角  $\varphi$  介於  $0 < \varphi \leq \theta - 10^\circ$  或  $\theta + 10^\circ \leq \varphi < 90^\circ$  的範圍內。

根據本案構想，該發光模組包含一面射型雷射 (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL)、邊射型雷射 (Edge Emission Laser, EEL)、氣體雷射、固體雷射、或可發射窄頻光的發光二極體與濾波器之組合。

根據本案構想，該感測模組包含一電荷耦合元件 (Charge-Coupled Device, CCD) 感測器或互補式金氧半 (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS) 感測器。

根據本案構想，該光斑取像模組包含：一成像透鏡，將光斑成像於該感測模組；一前級光圈，置於該成像透鏡與底板間，以濾除雜散光；及一後級光圈，相對於前級光圈位於成像透鏡之另一側，以控制光斑的平均尺寸；其中成像透鏡、前級光圈、及後級光圈呈直線排列。

根據本案構想，該光斑取像模組包含一聚光透鏡，位

於該取樣角  $\phi$  的散射光的光路上，用以將光斑的能量，匯聚到一能量感測器。

根據本案構想，該光斑取像模組包含一半反射鏡，位於成像透鏡與後級光圈之間，用以將光斑的能量，部分反射到該能量感測器。

根據本案構想，該光斑取像模組包含一聚光透鏡，位於反射光的光路上，用以將光斑的能量，匯聚到一能量感測器。

根據本案構想，該光斑的平均大小可藉由控制後級光圈的尺寸及後級光圈到感測模組的距離來取得，其關係為： $\delta \doteq 1.22 \times (\lambda / D) \times L$

其中  $\delta$  為光斑平均半徑， $\lambda$  為高同調性平行光波長， $D$  為後級光圈直徑， $L$  為後級光圈與感測模組的距離。

### 【實施方式】

本發明之不變形雷射光斑取像技術，採用非鏡面反射雷射光斑二維取像架構，達到有效降低成像光斑之相對光程差變化量，進而得到不變形之雷射光斑影像。

請見第 5 圖，本圖用以說明本發明所利用之原理。

當一取像裝置 12 與一物面 14 有相對移動  $d$  距離時，雷射光斑之最大相對光程差變化量為：

$$\Delta(nL) = \frac{4\delta d}{\gamma} \cos^3 \phi \quad (1)$$

其中  $\delta$  為光斑平均半徑， $d$  為不變形光斑取像裝置與物面相對之移動距離， $2\gamma$  為一感測器 16 至物面 14 之垂直距離， $\phi$  為取

像裝置光軸與物面法線之交角， $\lambda$ 為雷射波長。為了達到光斑不變形，式(1)之相對光程差變化量必須小於五分之一波長，即：

$$\Delta(nL) = \frac{4\delta d}{\gamma} \cos^3 \phi \leq \frac{1}{5} \lambda \Rightarrow d \leq \frac{\lambda \gamma}{20 \delta \cos^3 \phi} \quad (2)$$

滿足(2)式之光斑取像裝置，在取像範圍小於  $d$  之長度下，因為建設性光斑在取像範圍內移動之相對光程差變化量會小於五分之一波長，所以原來建設性光斑，在取像範圍移動，還是保持建設性干涉，因此亮點不會消失，達到不變形光斑取像目的。因為在取像範圍內之雷射光斑特徵亮點，只會移動，不會變形，而且有完美重現性，因此非常適合開發成二維精密定位裝置。

本發明藉由六個實施例說明。

### 第一實施例

請見第 6 圖至第 9 圖。

本發明是利用不變形雷射光斑影像來做二維精密定位之技術。由於雷射光斑是一種干涉影像，它比一般非干涉式灰階影像有更佳解析度，尤其是建設性干涉光斑尺寸，可由取像裝置控制在數微米大小，足以提供光斑影像做精密定位。本發明之具體設備包括如第 6 圖之非鏡面反射不變形雷射光斑二維精密定位機構 20，包括：一定位母板 202、一發光模組 204、一不變形光斑取像模組 206、一二維陣列感測模組 208、一光斑識別定位單元 210 及一伺服定位驅動裝置 212 等。

定位母板 202 必須是一個表面具有獨特紋理、剛性夠強、不會形變、不易刮傷、容易維護清潔之作業母板。該定位母板 202 表面可以散射出豐富光斑資訊。

發光模組 204 為發射一具高同調性之平行光源至物體表面，該光發射器可為面射型雷射（Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL）、邊射型雷射（Edge Emission Laser, EEL）、高同調性之氣體雷射、高同調性之固體雷射。此外，發光模組 204 亦可為發射窄頻光而具有高同調性的發光二極體與濾波器之組合。調整雷射光束以與定位母板 202 法線夾一入射角  $\theta$ （以下各實施例相關圖中出現之  $\theta$  皆為此定義）入射定位母板 202 表面。入射光均勻照射定位母板 202 表面，因為定位母板 202 表面高低起伏之紋理，會將入射光散射到各方向，收集與定位母板 202 表面法線夾一取樣角  $\varphi$ （以下各實施例相關圖中出現之  $\varphi$  皆為此定義）， $0^\circ < \varphi \leq \theta - 10^\circ$  或  $\theta + 10^\circ \leq \varphi < 90^\circ$ 。以本例而言， $\theta$  與定位母板 202 表面法線夾  $60^\circ$ ， $\varphi$  與該法線夾  $50^\circ$ 。但依本發明的精神， $\varphi$  選擇可為： $0^\circ < \varphi \leq 50^\circ$  或  $70^\circ \leq \varphi < 90^\circ$ 。此方向上的散射光產生干涉作用，以非鏡面反射不變形光斑取像模組 206 擷取此方向上散射光所產生之光斑影像。在此方向擷取光斑影像之最主要目的是要避免取得不含物面特徵點資訊之鏡面反射雷射光。

在鏡面反射角度來取得的光斑影像可以分為二個成份，主要成份來自平面的均勻反射光及反應物面三維特徵變化之散射光，均勻反射光相位一致，但反應物面三維特徵變化之散射光其相位會改變，此二種不同特性的光彼此會互相干涉

形成複雜之干涉圖形，不利圖形相干性之精密識別及重現性。只要擷取反應物面三維特徵變化散射光之干涉圖形，它可清楚、穩定反應物面三維特徵，並且具有極佳之重現性，非常適合使用於精密定位光斑影像之圖形識別。另外，相對於鏡面反射方向之小角度偏移方向，可以擷取較多散射光能量，有利於得到穩定光斑影像及有效提高訊雜比。

參考第 7 圖，為了純化反應物面三維特徵變化之散射光干涉光斑圖形，必須消除各種可能之光害，例如：雜散光。因此，不變形光斑取像模組 206 設計包含了：一前級光圈 2062，用來濾除雜散光；一成像透鏡 2064，用以將不變形光斑成像於二維陣列感測模組 208；及一後級光圈 2066，配合該前級光圈 2062 用以限制成像透鏡 2064 入射視角及控制光斑的平均尺寸。此設計完全濾除大角度雜散光及不必要之散射光，使訊號之背景光害降到最低。

為了得到解析度最佳之光斑圖形，必須使光斑平均尺寸略大於或等於二維陣列感測模組 208 像素之大小。利用控制後級光圈 2066 之尺寸以及到二維陣列感測模組 208 之距離，進而控制光斑平均尺寸。光斑平均半徑大小  $\delta$  可寫成：

$$\delta \approx 1.22 \times \frac{\lambda}{D} \times L \quad (3)$$

其中  $\delta$  為光斑平均半徑， $\lambda$  為雷射光波長， $D$  為後級光圈 2066 直徑， $L$  為後級光圈 2066 與二維陣列感測模組 208 之距離。適當匹配以上參數，使雷射光斑平均半徑約略等於或大於二維陣列感測模組 208 像素大小，可以得到最佳解析之光斑影像。



為了在取像範圍內可以重複得到不變形光斑影像，進而執行精密光斑圖形比對及定位，取像結構必須滿足(2)式規範。則在取像範圍內之建設性特徵光斑亮點間之相對位置及距離皆維持不變，且有極佳之重複性，非常適合使用於精密光斑圖形比對及定位。

為了提高散射光通過成像透鏡 2064 之穿透效率，成像透鏡 2064 必須與散射光之光軸垂直。二維陣列感測模組 208 模組包含一般 Charge-Coupled Device (CCD) 感測器或 Complementary Metal-Oxide-Semiconductor (CMOS) 感測器。為了使感測器 208 上之二維影像大小與物面大小有固定比例，並去除投影效應(當垂直入射平面和平行入射平面的放大率有所不同時，將會造成投影效應，其中前述入射平面為法線和入射光所構成的平面)，要求二維陣列感測模組 208 的感測面必須與物面平行。利用二維陣列感測模組 208 記錄雷射光斑影像，並將記錄影像即時傳送到光斑識別定位單元 210，該光斑識別定位單元 210 會將取得之光斑影像資料，與系統存檔資料(意即：查閱表，未圖示)進行比對與定位，確定目前同調光源照射定位母板 202 之座標。由此座標與目地座標可計算出伺服定位驅動裝置 212 所需要移動之距離及方位。

請參閱第 8 圖。該機構 20 進行二維精密定位方法如下：利用定位母板 202 上的一點作為一基準點(步驟 S201)；將其表面區隔成複數個單位區塊，以形成二維區塊陣列，並根據上述基準點來設定該單位區塊的位置資料(步驟 S202)；將發光模組 204 所發出的高同調性平行光源之雷射光，以入射角  $\theta$  照射該表面，以產生散射光，並設定相對於定位母板 202

法線的一取樣角  $\varphi$ ，以擷取每一個單位區塊於該取樣角的散射光所形成的一第一光斑影像（步驟 S203）；將上述每一個單位區塊所對應的該第一光斑影像及其相對於基準點的位置資料（以座標資料表示之），建立成一查閱表，並以二維陣列感測模組 208 記錄之（步驟 S204）；以不變形光斑取像模組 206 擷取一待測點於該取樣角的一第二光斑影像（步驟 S205）；及利用光斑識別定位單元 210 比對第二光斑影像於上述查閱表內的第一光斑影像，以取得該待測點與該所在單位區塊的相對位置，再根據該查閱表，取得該待測點相對於該基準點的位置資料（座標資料）（步驟 S206）。最後，可以伺服定位驅動裝置 212 進行一待定位物欲移動之距離及方位。達到利用光斑進行絕對定位之目的。

## 第二實施例

在第一實施例中，定位母板 202 之工作區域內連續取得光斑影像，並做光斑影像拼圖及定位，是一件煩瑣事情，有一個方法，可使定位母板 202 之光斑取像與比對、定位變得方便、快速。

請見第 9 圖至第 13 圖。第 9 圖與第 10 圖繪示設計具光斑暗區 3024 之一定位母板 302：將定位母板 302 表面加工出二維陣列光斑定位區塊 3022，二維陣列光斑定位區塊 3022 之間設計光斑暗區 3024。依照本發明的精神，該光斑暗區 3024 可為如第 9 圖之連續一整體，亦可為第 10 圖離散之各間隔區域。所謂光斑暗區就是當雷射光照射此區域，雷射光幾乎全部穿透、全部吸收或是全部形成鏡面反

射，因此在光斑取像角度範圍內，沒有任何散射光進入，二維陣列感測模組量不到光斑訊號，形成光斑暗區。

當雷射光連續掃瞄光斑暗區 3024 及二維陣列光斑定位區塊 3022 時，反射光斑能量在光斑暗區 3024 為零。故，形成一週期性的光斑能量變化。計算某點與一基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，就可以取得該點所在的單位區塊位置資料，可減少第一實施例中比對第二光斑影像與查閱表所造成的誤差與耗時。

有了光斑暗區 3024 之區隔，很容易將二維陣列光斑定位區塊 3022 之光斑影像，單獨建檔並給予座標編號，計算該待測點距離該基準點具有幾個光斑暗區 3024 間隔，以利未來光斑影像之比對及定位之執行。

配合具有光斑暗區 3024 之定位母板 302 之使用，在非鏡面反射雷射光斑二維取像架構 20 中增加一半反射鏡 314，即成如第 11 圖所示之自動定位非鏡面反射雷射光斑二維取像架構 30（包含一發光模組 304、一前級光圈 306、一成像透鏡 308、一後級光圈 310 與一二維陣列感測模組 312。前述半反射鏡 314 位於成像透鏡 308 與後級光圈 310 之間。）。此架構中，該半反射鏡 314 可將光斑取像能量，部分反射到一光斑能量感測器 316，部分穿透到二維陣列感測模組 312，形成光斑影像（請見第 12 圖）。調整發光模組 304 投射光照射在定位母板 302 之面積約略等於二維陣列光斑定位區塊 3022 大小。

請見第 13 圖（圖中  $d$  表示二相鄰波峰之距離）。同前述，當雷射光在定位母板 302 做水平或垂直移動時，因為

光斑暗區 3024 之效應，在光斑能量感測器 316 會得到明暗變化之訊號。微分此訊號，在斜率為 0 且訊號曲線開口向下之處，就是二維陣列光斑定位區塊 3022 正上方位置，在斜率為 0 且訊號曲線開口向下之處，就是光斑暗區 3024 中心位置。利用計數此明暗變化之訊號，我們可以得到某測點第一段定位位址。第一段定位效果可將目標位置與第一段定位位置誤差控制小於一個陣列定位週期。完成第一段定位後，將二維陣列感測模組 312 之即時影像與先前預存的光斑影像比對，進入第二段精密定位程序，決定該點的位置資料（座標資料）。

由於不變形光斑取像裝置的特性，光斑影像只會移動不會變形，因此即使光斑影像與目標光斑影像不是完全吻合重疊有移位錯開的距離，但在重疊取像區域，二者的光斑影像幾乎完全一樣，所以可以比對出小於一個感測位元大小的定位精度，讓這個光斑影像絕對定位技術有非常精密定位精度，因此應用廣泛，如開發絕對定位光斑尺取代光學尺，開發全新二維絕對光斑自動定位裝置取代目前市售相關產品，如 CDD 自動定位裝置、磁感應自動定位裝置等。

### 第三實施例

第二實施例中提及到了引用光斑暗區可以減少光斑影像對比時的誤差與耗時，然而，光斑暗區尺寸在對比時所造成的利弊得失並未予以探討。請回顧第 9 圖。光斑暗區 3024 於兩相鄰二維陣列光斑定位區塊 3022 的間隔，等於該二維陣列光斑定位區塊 3022 對應的長度及寬度。當一待

測點 A 的第二光斑散色光來源落於光斑暗區 3024 中（投射光照射在定位母板 302 之面積約略等於陣列定位區塊 3022 大小），則二維陣列感測模組 312 完全量不到光斑訊號。

為了解決此問題，請見第 14 圖。利用第 9 圖中的各元件，但減少了光斑暗區的整體面積。換句話說，該光斑暗區 3024 於兩相鄰二維陣列光斑定位區塊 3022 的間隔，小於該二維陣列光斑定位區塊 3022 對應的長度及寬度（例如長寬為光斑定位區塊的四分之一）。於此情形下，即便該待測點 A 的第二光斑散射光來源落於光斑暗區 3024 中，亦會有不少比例落在二維陣列光斑定位區塊 3022，以確保二維陣列感測模組 312 可量測到供定位之光斑訊號。

#### 第四實施例

在第 9 圖中，二維陣列光斑定位區塊 3022 之定位母板 302 上，除了二維陣列光斑定位區塊 3022 可以反射同調光源外，其餘區域為光斑暗區 3024，無法得到光斑影像，在全區域定位時會有取不到可用參考光斑影像之區域，為了維持能量感測器可以測得強弱變化之光斑訊號達到第一階段定位功能，又可全區域執行第二階段光斑影像精密定位功能，修改第 9 圖之陣列定位區塊架構成第 15 圖之精密型陣列區塊光斑暗區定位母板 402 架構。

在本架構中，每相鄰兩個二維陣列光斑定位區塊 4022 間之光斑暗區 4024，用光斑定位條塊 4026 相連接，光斑定位條塊 4026 寬度約為  $1/3$  的二維陣列光斑定位區塊 4022

寬度，因此在光斑定位條塊 4026 區域之光斑影像能量約為二維陣列光斑定位區塊 4022 之  $1/3$ 。當掃描二維陣列光斑定位區塊 4022 及光斑定位條塊 4026 時，光斑影像能量會有一週期性的大小變化，如第 16 圖所示，可滿足第一階段光斑定位需求。而在光斑定位條塊 4026 區域定位時，光斑定位條塊 4026 本身可以提供足夠豐富之光斑影像，滿足第二階段精密定位所需之參考光斑影像。計算某點與一基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，就可以取得該點所在的單位區塊位置資料。

除了光斑定位條塊 4026 外，在四個相鄰二維陣列光斑定位區塊 4022 中心有大面積之光斑暗區 4024，使此區域無法得到參考光斑影像。為了解決此區域之精密定位需要，在四個相鄰二維陣列光斑定位區塊 4022 中心之光斑暗區 4024，增加圓形輔助定位區塊 4028，用以輔助判斷該待測點的所在位置。該輔助定位區塊可形成光斑影像。圓形輔助定位區塊 4028 之直徑約為二維陣列光斑定位區塊 4022 長度之半。此種配置，將可同時滿足第一階段及第二階段之定位需求。使用精密型陣列區塊光斑暗區定位母板之全區域自動定位雷射光斑二維取像架構 40 如第 17 圖所示（架構類似第二實施例，具有一發光模組 404、一前級光圈 406、一成像透鏡 408、一後級光圈 410、一二維陣列感測模組 412、一半反射鏡 414 與一光斑能量感測器 416。其對應之功用亦同，於此不再贅述），該架構可以在所需之一定位母板 402 全區域提供第一階段即第二階段之精密光斑影像自動定位功能，定位精度可以小於一個二維影像

器感測位元大小。

### 第五實施例

除第三實施例所陳述之自動定位雷射光斑二維取像架構 40 外，修改該架構（請見第 18 圖），取消半反射鏡 414，在鏡面反射方位，利用一聚光透鏡 514 將此方向之反射光聚焦射入一能量感測器 516，可得第 18 圖所示之雙角度取像自動定位雷射光斑二維取像架構 50。此一實施例，主要將上述第二實施例中的光斑暗區 3024（參見第 10 圖）改成具有部分反射功能的物面（意即其反射率較定位區塊 3022 來得小），使得定位母板完全沒有光斑暗區。換句話說，在本實施例中，定位母板的任何一點皆可產生光斑影像。當雷射光在掃描定位母板時，能量感測器 516 在鏡面反射方位所量得的光斑能量變化將如第 16 圖所示。當然，維持一半反射鏡（未繪示於第 18 圖）以將部份散射光射入該能量感測器 516，對於能量感測器 516 進行之判斷作業有所助益，亦不脫離本發明之精神。

第 18 圖之特點，在於利用雙角度取像架構，在鏡面反射方向之反射光，由能量感測器 516 量測的訊號變化可滿足第一階段之定位。在非鏡面反射， $\varphi = \theta - 10^\circ$  的方向，利用一前級光圈 506、一成像透鏡 508 與一後級光圈 510，可即時取得該定位之不變形雷射光斑影像，用來進行第二階段之精密定位。其架構類似第三實施例，具有一定位母板 502、一發光模組 504、該前級光圈 506、該成像透鏡 508、該後級光圈 510、一二維陣列感測模組 512 與一光斑能量感測器 516。其對應之功用亦同，於此不再贅述。

如同本實施例的取像架構，第三實施例和第四實施例的能量感測器亦可以置放於反射角上，以獲得光斑能量週期性的變化。

## 第六實施例

除了二維精密定位方式外，也可以將第 17 圖之全區域精密型自動定位雷射光斑取像架構及第 18 圖之雙角度取像自動定位雷射光斑取像架構中的光斑精密定位母板做成長條形，如此可執行一維精密定位。除了本實施例之外，上述各實施例的定位母板亦可作成長條形。我們可將此長條形光斑精密定位母板架構稱為光斑尺，它可以執行一維精密光斑定位。由於此種定位方式是絕對定位，與目前市面上光學尺相對定位方式之工作原理大不相同，非常具有競爭力。將二個光斑尺垂直組合可得另一形式之二維精密定位，將三個光斑尺立體垂直組合可得三維精密定位。如此一來，光斑尺之組合應用，可創造更廣大市場。此外，本發明之技術亦可應用於金融等級身份識別器，如三維指紋識別器、無法複製之門禁卡、無法複製之鑰匙及精密二維定位系統如機械手臂定位器等。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，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 圖繪示一種光學位移感測器的先前技術。

第 2 圖繪示另一種光學位移感測器的先前技術。

第 3 圖繪示又一種光學位移感測器的先前技術。

第 4 圖繪示另一種指向系統的先前技術。

第 5 圖繪示本發明所利用之原理。

第 6 圖為一非鏡面反射不變形雷射光斑二維精密定位機構示意圖。

第 7 圖為一非鏡面反射雷射光斑二維取像架構示意圖。

第 8 圖為一不變形雷射光斑二維精密定位方法流程圖。

第 9 圖為一陣列區塊光斑暗區定位母板示意圖。

第 10 圖為另一陣列區塊光斑暗區定位母板示意圖。

第 11 圖為一自動定位雷射光斑二維取像架構示意圖。

第 12 圖繪示一二維陣列感測模組所接收之光斑圖形。

第 13 圖繪示一能量感測器讀取能量隨發光模組位移之變化情形。

第 14 圖為再另一陣列區塊光斑暗區定位母板示意圖。

第 15 圖為一精密型陣列區塊光斑暗區定位母板示意圖。

第 16 圖繪示一能量感測器讀取能量隨發光模組位移之變化情形。

第 17 圖為一全區域精密型自動定位雷射光斑二維取像架構示意圖。

第 18 圖為一雙角度取像自動定位雷射光斑二維取像架構示意。

## 【主要元件符號說明】

12	取像裝置	14	物面
16	感測器	20	非鏡面反射不變形 雷射光斑二維精密 定位機構
202	定位母板	204	發光模組
206	不變形光斑取像模組	2062	前級光圈
2064	成像透鏡	2066	後級光圈
208	二維陣列感測模組	210	光斑識別定位單元
212	伺服定位驅動裝置	30	非鏡面反射雷射光 斑二維取像架構
302	定位母板	3022	二維陣列光斑定位區 塊
3024	光斑暗區	304	發光模組
306	前級光圈	308	成像透鏡
310	後級光圈	312	二維陣列感測模組
314	半反射鏡	316	能量感測器
40	全區域自動定位雷射 光斑二維取像架構	402	定位母板
4022	二維陣列光斑定位區塊	4024	光斑暗區
4026	光斑定位條塊	4028	輔助定位區塊
404	發光模組	406	前級光圈
408	成像透鏡	410	後級光圈
412	二維陣列感測模組	414	半反射鏡

416	能量感測器	50	雙角度取像自動定位 雷射光斑二維取像架 構
502	定位母板	504	發光模組
506	前級光圈	508	成像透鏡
510	後級光圈	512	二維陣列感測模組
514	聚光透鏡	516	能量感測器

# 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：98141426

※申請日：98.12.3

※IPC分類：G06H 3/033 (2006.01)

G02B 27/48 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光斑定位方法及光斑定位系統

METHOD AND SYSTEM FOR POSITIONING BY  
USING OPTICAL SPECKLE

二、中文發明摘要：

本發明揭露一種利用不變形雷射光斑影像來做二維精密定位之方法及系統。本發明預先以一高同調性雷射光照射一定位母板，記錄自該定位母板散射之光因干涉而造成之不變形光斑，以建立一光斑查閱表，並定義一基準點以進一步對各記錄光斑定位。藉由該光斑查閱表，可查出任一光斑所對應座標位置，進而引導一待定位物定位及應用於距離量測。本發明可控制取像光斑在數微米大小，足以提供高精度定位。

三、英文發明摘要：

A method and system for two dimensional precise positioning by using invariant optical speckle are disclosed in this invention. A highly coherent laser light irradiates a positioning matrix in advance to record invariant optical

speckles caused by interference by scattered beams from the positioning matrix for setting up a speckle lookup table. Furthermore, a reference point is defined to position each recorded speckle. Therefore, a coordinate with respect to the reference point corresponding to a specified speckle can be used to position an object or applied to distance measurement by the speckle lookup table. The accuracy of the speckles according to the present invention is within several micrometers. Hence, it can provide high precision positioning.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 20 非鏡面反射不變形雷射光斑二維精密定位機構
- 202 定位母板
- 204 發光模組
- 206 不變形光斑取像模組
- 208 二維陣列感測模組
- 210 光斑識別定位單元
- 212 伺服定位驅動裝置

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 七、申請專利範圍：

1. 一種光斑定位方法，包括下列步驟：
  - a) 選定具有獨特紋理的一表面上的一點作為一基準點；
  - b) 將該表面區隔成複數個單位區塊，以形成二維區塊陣列，並根據該基準點來設定該單位區塊的位置資料；
  - c) 將一高同調性平行光以一入射角  $\theta$  照射該表面，以產生散射光，並設定相對於該表面之法線的一取樣角  $\varphi$ ，以擷取每一個單位區塊於該取樣角  $\varphi$  的散射光所形成的一第一光斑影像；
  - d) 將每一個單位區塊所對應的該第一光斑影像及該位置資料，建立成一查閱表；
  - e) 擷取一待測點於該取樣角  $\varphi$  的一第二光斑影像；
  - f) 辨別該待測點所在的單位區塊；及
  - g) 比對該待測點所在單位區塊的第一光斑影像與該第二光斑影像，以取得該待測點與該所在單位區塊的相對位置，再根據該相對位置與該所在單位區塊的位置資料，取得該待測點相對於該基準點的位置資料。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該取樣角  $\varphi$  介於  $0 < \varphi \leq \theta - 10^\circ$  或  $\theta + 10^\circ \leq \varphi < 90^\circ$  的範圍內。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中步驟 f 包括以下步驟：
  - f1) 在相鄰的單位區塊之間穿插一光斑暗區，以形成一

週期性的光斑能量變化；及

f2) 計數該待測點與該基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，以取得該待測點所在的單位區塊，其中該光斑暗區可完全穿透、吸收、或反射光線，以致該光斑暗區無法產生散射光並形成該第一光斑影像及該第二光斑影像。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中該光斑暗區於兩相鄰單位區塊的間隔，小於等於該單位區塊的長度及寬度。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中步驟 f 包括以下步驟：

f1) 在相鄰的單位區塊之間穿插一光斑能量低於該單位區塊的光斑能量的參考區塊，以形成一週期性的光斑能量變化；及

f2) 計數該待測點與該基準點之間光斑能量的波峰數量或波谷數量，以取得該待測點所在的單位區塊。

6. 如申請專利範圍第 3 或 5 項所述之方法，其中四個相鄰的單位區塊之間具有一輔助定位區塊，用以輔助判斷該待測點的所在位置，該輔助定位區塊可形成光斑影像。

7. 一種光斑定位系統，包括：

一底板，該底板具有獨特紋理的一表面；

一發光模組，用以發出一高同調性平行光，以一入射角  $\theta$  照射該表面，來產生散射光；

一光斑取像模組，與該表面法線形成一取樣角  $\phi$ ，用

以擷取該高同調性平行光照射該表面所產生散射光的第一光斑影像，及照射一待測點所產生散射光的第二光斑影像；

一感測模組，用以儲存該第一光斑影像及第二光斑影像；及

一識別定位單元，用以比對該第一光斑影像與該第二光斑影像，以取得該待測點的位置資料。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，進一步包括一定位驅動裝置，用以比對該識別定位單元所求得該待測點的位置與該待測點所設定的位置，以移動一待定位物至待測點的位置。
9. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該取樣角  $\varphi$  介於  $0 < \varphi \leq \theta - 10^\circ$  或  $\theta + 10^\circ \leq \varphi < 90^\circ$  的範圍內。
10. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該發光模組包含一面射型雷射 (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL)、邊射型雷射 (Edge Emission Laser, EEL)、氣體雷射、固體雷射、或可發射窄頻光的發光二極體與濾波器之組合。
11. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該感測模組包含一電荷耦合元件 (Charge-Coupled Device, CCD) 感測器或互補式金氧半 (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS) 感測器。
12. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該光斑取像模組包含：一成像透鏡，將光斑成像於該



感測模組；一前級光圈，置於該成像透鏡與底板間，以濾除雜散光；及一後級光圈，相對於前級光圈位於成像透鏡之另一側，以控制光斑的平均尺寸；其中成像透鏡、前級光圈、及後級光圈呈直線排列。

13. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該光斑取像模組包含一聚光透鏡，位於該取樣角  $\varphi$  的散射光的光路上，用以將光斑的能量，匯聚到一能量感測器。
14. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該光斑取像模組包含一半反射鏡，位於成像透鏡與後級光圈之間，用以將光斑的能量，部分反射到該能量感測器。
15. 如申請專利範圍第 7 項所述之光斑定位系統，其中該光斑取像模組包含一聚光透鏡，位於反射光的光路上，用以將光斑的能量，匯聚到一能量感測器。
16. 如申請專利範圍第 12 項所述之光斑定位系統，其中該光斑的平均大小可藉由控制後級光圈的尺寸及後級光圈到感測模組的距離來取得，其關係為：

$$\delta = 1.22 \times (\lambda / D) \times L$$

其中  $\delta$  為光斑平均半徑， $\lambda$  為高同調性平行光波長， $D$  為後級光圈直徑， $L$  為後級光圈與感測模組的距離。

speckles caused by interference by scattered beams from the positioning matrix for setting up a speckle lookup table. Furthermore, a reference point is defined to position each recorded speckle. Therefore, a coordinate with respect to the reference point corresponding to a specified speckle can be used to position an object or applied to distance measurement by the speckle lookup table. The accuracy of the speckles according to the present invention is within several micrometers. Hence, it can provide high precision positioning.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 20 非鏡面反射不變形雷射光斑二維精密定位機構
- 202 定位母板
- 204 發光模組
- 206 不變形光斑取像模組
- 208 二維陣列感測模組
- 210 光斑識別定位單元
- 212 伺服定位驅動裝置

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：