



(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 I576563 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：101117538

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 17 日

(51)Int. Cl. : G01B11/25 (2006.01)

(30)優先權：2011/05/20 世界智慧財產權組織 PCT/EP2011/058281

(71)申請人：加泰羅尼亞理工大學 (西班牙) (ES)
西班牙(72)發明人：拉格爾塔 貝倫 菲倫 LAGUARTA BERTRAN, FERRAN (ES)；皮拓 菲拉 奧
古斯堤 (ES)；阿爾堤賈斯 普爾薩斯 羅傑 ARTIGAS PURSALS, ROGER (ES)；
卡迪斐爾 艾爾堤格斯 克里斯堤娜 CADEVALL ARTIGUES, CRISTINA (ES)

(74)代理人：林景郁

(56)參考文獻：

TW I327638

JP 2010-216939A

US 5659384

US 2008/0031509A1

審查人員：林秀峰

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：3 共 40 頁

(54)名稱

非接觸式測量表面的方法及設備

METHOD AND DEVICE FOR NON-CONTACT MEASURING SURFACES

(57)摘要

本發明包括：將一測量狹縫(m)被投射在一物體表面上，其中，基準點(X₁)係在一水平軸(x)之中最接近於最佳聚焦位置(P)；在光反射之後獲取一視場區(F)的一影像，其包括該基準點(X₁)；決定該物體(300)在一垂直軸(z)之中的位置(Z₁)；藉由沿著軸線(z)同步地移動該物體(300)用以保持基準點(X₂、X₃、...X_n)最接近於最佳聚焦位置(P)而在光反射之後獲取多個個別視場區(F)的影像，其具有基準點(X₂、X₃、...X_n)；決定已於其中獲取影像的多個位置(Z₂、Z₃、...Z_n)；決定每一個影像在水平軸(x)之中的最佳聚焦位置(P)；計算最佳聚焦位置(P)以及基準點(X₁、X₂、...X_n)之間的修正差(△₁、△₂、...△_n)。

A measuring slit (m) is projected onto an object surface in which reference point (X₁) is in a horizontal axis (x) closest to best in focus position (P). One image of a field of view area (F) is acquired after reflection of light comprising said reference point (X₁). Position (Z₁) of the object (300) in a vertical axis (z) is determined. Images of respective field of view areas (F) are acquired after reflection of light having reference points (X₂, X₃...X_n) by simultaneously moving the object (300) along axis (z) to maintain reference points (X₂, X₃...X_n) closest to best in focus position (P). Positions (Z₂, Z₃...Z_n) in which images were acquired are determined. The best in focus position (P) along horizontal axis (x) is determined for each image. A correction differential (△₁, △₂...△_n) between best in focus position (P) and reference points (X₁, X₂...X_n) is calculated.

指定代表圖：

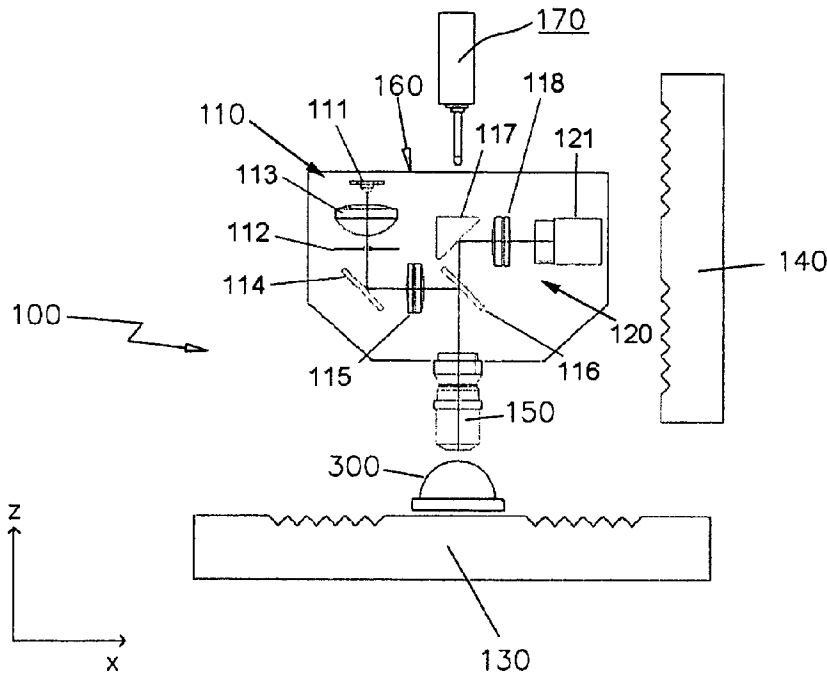


圖 1

符號簡單說明：

- 100 . . . 測量設備
- 110 . . . 光投射構件
- 111 . . . LED
- 112 . . . 光圈
- 113 . . . 準直光學元件
- 114 . . . 面鏡
- 115 . . . 光學透鏡
- 116 . . . 射束分歧器
- 117 . . . 面鏡
- 118 . . . 場透鏡
- 120 . . . 影像獲取構件
- 121 . . . CCD 相機
- 130 . . . 用以改變透鏡在水平軸 x 之中的位置的構件
- 140 . . . 用以沿著垂直軸 z 來移位測量頭 160 的構件
- 150 . . . 顯微鏡物鏡
- 160 . . . 測量頭
- 170 . . . 用以決定基準點在垂直軸 z 之中的位置的構件
- 300 . . . 透鏡
- x . . . 水平軸
- z . . . 垂直軸

發明專利說明書

公告本

(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：101112538

※ 申請日：101.5.17

※ IPC 分類：G01B 11/5 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

非接觸式測量表面的方法及設備

METHOD AND DEVICE FOR NON-CONTACT
MEASURING SURFACES

二、中文發明摘要：

本發明包括：將一測量狹縫(m)被投射在一物體表面上，其中，基準點(X_1)係在一水平軸(x)之中最接近於最佳聚焦位置(P)；在光反射之後獲取一視場區(F)的一影像，其包括該基準點(X_1)；決定該物體(300)在一垂直軸(z)之中的位置(Z_1)；藉由沿著軸線(z)同步地移動該物體(300)用以保持基準點(X_2 、 X_3 、... X_n)最接近於最佳聚焦位置(P)而在光反射之後獲取多個個別視場區(F)的影像，其具有基準點(X_2 、 X_3 、... X_n)；決定已於其中獲取影像的多個位置(Z_2 、 Z_3 、... Z_n)；決定每一個影像在水平軸(x)之中的最佳聚焦位置(P)；計算最佳聚焦位置(P)以及基準點(X_1 、 X_2 、... X_n)之間的修正差(Δ_1 、 Δ_2 、... Δ_n)。

三、英文發明摘要：

A measuring slit (m) is projected onto an object surface in which reference point (X_1) is in a horizontal axis (x)

closest to best in focus position (P). One image of a field of view area (F) is acquired after reflection of light comprising said reference point (X_1). Position (Z_1) of the object (300) in a vertical axis (z) is determined. Images of respective field of view areas (F) are acquired after reflection of light having reference points ($X_2, X_3 \dots X_n$) by simultaneously moving the object (300) along axis (z) to maintain reference points ($X_2, X_3 \dots X_n$) closest to best in focus position (P). Positions ($Z_2, Z_3 \dots Z_n$) in which images were acquired are determined. The best in focus position (P) along horizontal axis (x) is determined for each image. A correction differential ($\Delta_1, \Delta_2 \dots \Delta_n$) between best in focus position (P) and reference points ($X_1, X_2 \dots X_n$) is calculated.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	測量設備
110	光投射構件
111	LED
112	光圈
113	準直光學元件
114	面鏡
115	光學透鏡
116	射束分歧器
117	面鏡
118	場透鏡
120	影像獲取構件
121	CCD 相機
130	用以改變透鏡在水平軸 x 之中的位置的構件
140	用以沿著垂直軸 z 來移位測量頭 160 的構件
150	顯微鏡物鏡
160	測量頭
170	用以決定基準點在垂直軸 z 之中的位置的構件
300	透鏡
x	水平軸
z	垂直軸

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本文中揭示一種非接觸式表面度量方法。更明確地說，本發明提出一種如申請專利範圍第 1 項之前置特徵部分中所定義的非接觸式表面測量的方法。

本發明還揭示一種如申請專利範圍第 12 項之前置特徵部分中所定義的非接觸式表面測量的設備。

【先前技術】

具有平坦及球形表面的光學器件雖然非常容易製造與測量；然而，由於像差所造成的有限效能的關係，它們正被具有複雜表面(例如，非球形以及自由形式)的光學器件取代。具有複雜表面的光學器件可以消弭像差並且提供許多其它優點。此等目的可經由使用加工、研磨、以及度量技術來達成。

近幾年中，由於需要加工製造更複雜光學表面的關係，已經開發出用於此等光學器件的先進製造技術。所以，此等光學器件的度量需求便越來越高。

針對表面特徵的表面度量術目前係經由下面不同的技術來實行，例如：接觸式測量、掃描探針測量、以及非接觸式測量。

接觸式測量係以使用一小型的筆尖尖端(stylus tip)為基礎，其會被拖曳跨越該樣本。該尖端會追蹤該樣本表面上的尖峰與凹谷。該尖端的上下移動會被轉換成一訊號，該訊號會被處理成用以建立一和該樣本中的位置相對於該

樣本之該位置點處的高度有關的曲線的數位資料。

該尖端會在該樣本表面上施加一恆定的作用力，以便正確地遵循它的形狀。所以，以接觸為基礎的測量的主要缺點係因為該測量尖端一直接觸該正在被測量之樣本所造成的破壞。接觸式測量技術的另一項缺點係，雖然目前能夠製造微米規模以下的尖端，但是，小於該尖端本身之維度的細節卻無法被測量。

掃描探針測量係以使用一探針為基礎，其會被操作靠近該要被測量的表面，在相隔的距離中存在該探針與該表面之間的作用力。於此技術中會使用原子作用力顯微測量術來測量非球形的表面。

非接觸式測量能夠經由干涉測量法(interferometry)、共焦輪廓測量法(confocal profilometry)、或是雷射自動聚焦技術來實行。

在干涉測量法技術中，當一基準射束於觀察平面之中重疊在要被測量的表面之上的一攜載資訊射束上方時會對干涉條紋進行估算。被反射射束之中的相位差會被測量並且被轉換成高度資訊，俾使得能夠取得一表面輪廓。

經由使用干涉計，可以取得和被測量的樣本表面的拓樸有關的資訊。來自該樣本的波前會與一基準波前作比較，俾使得在一偵測器(通常係一相機)之中的重疊會產生一干涉圖樣，從該干涉圖樣中能夠估算出測量表面以及一基準表面(通常係一平坦的面鏡)之間的高度差異。為測量非球形的表面，該基準波前必須經過修正，以便盡可能雷同於

該測量波前。由於干涉度量訊號的本質的關係，為實施測量，此為必要手段。當兩個波前之間的相位差很大時，該干涉圖樣中的條紋會受到擠壓，而使得相機無法分辨它們並且遺失部分的資訊。修正基準波前以便使其雷同於測量波前的技術稱為歸零(nulling)。對球形或平坦的樣本來說，雖然容易取得一球形或平坦的基準波前；然而，對非球形的表面來說，因為需要非球形基準波前的關係，所以，會比較複雜。

共焦輪廓測量術係藉由共焦顯微鏡來實施，其中，該樣本會經由一非常小的針孔被照射，並且利用一被放置在一第二小針孔後面的光偵測器來觀察。依此方式，僅有確實來自該聚焦平面的光方能抵達該光偵測器。藉由排除聚焦光，因此，該影像係來自該物體的一細薄區段(小景深)，俾使得掃描許多細薄區段穿過該物體便能夠建立其之非常清晰的三維影像。

利用被投射在一樣本之上的光所組成的結構式圖樣以及聚焦深度演算法還能夠達成共焦深度切片的目的。

WO9000754 便顯示一種用以進行共焦顯微測量術的方式。一共焦顯微鏡包括一光源，用以供應一光射束給一透鏡，該透鏡會將光聚焦在一要被檢查的物體上，以便照射該物體之上或裡面的一點觀察場域。來自該被照射之點場域的反射光會被聚光器收集並且被傳送至偵測器。掃描構件會讓被照射的點場域在掃描圖樣中相對於物體來移動。從光源傳送至聚光器的外送光以及返回光會透過多條光纖

以及一光分離器被傳送，以便將該返回光轉向至偵測器。

雷射自動聚焦技術雖然被視為等於接觸式測量技術的光學技術；然而，於此情況中，該筆尖尖端會被一光學尖端取代，也就是，一顯微鏡物鏡的焦點。在雷射自動聚焦技術的其中一範例中，會在經由顯微鏡物鏡進行分析的樣本上輸出一偏軸雷射射束。倘若該樣本位於該焦點處的話，該雷射射束便會被反射，從而抵達一偵測器中心。倘若該樣本失焦的話，該雷射射束將會抵達該偵測器的另一區域。當偵測到此情形時，該物鏡會被移動，俾使得該雷射射束會再次照射在該偵測器中心上。為實施測量，此項技術係以移動代表該雷射射束的光學尖端使其跨越該樣本並且讓該樣本重新聚焦在每一個位置處為基礎，俾使得介於該測量系統與該樣本之間的距離會一直保持恆定(自動聚焦)。和表面拓撲有關的資訊因而可從該系統沿著該樣本所實施的移動中取得，以便一直保持聚焦。

上面的度量技術可以精確地估算複雜表面的形狀和紋理。已取得的資料會與設計資料作比較，以便取得修正資料，接著，該修正資料會被傳遞至研磨系統。該已取得的資料對應於範圍落在數十奈米至數百奈米之中的形狀規格。

一非球形表面的形狀係由下面的表示式來給定：

$$Z(X) = \frac{X^2/R}{1 + \sqrt{1 - (K+1)\frac{X^2}{R^2}}} + A_4X^4 + A_6X^6 + A_8X^8 + A_{10}X^{10}$$

其中， Z 為拓撲座標(高度)而 X 為橫向座標。 R 與 K 分別為曲率半徑以及圓錐常數(conic constant)，而參數 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、... 等則為非球形係數(asphericity coefficient)。 $Z(x)$ 的度量必要條件為 $\lambda/25$ ($\approx 10\text{nm}$) 的測量重複性以及 $\lambda/10$ ($\approx 50\text{nm}$) 的最大形狀誤差(精確性)。

然而，先前技術目前為止並未針對經由非接觸式技術來測量此等表面的問題提供任何有效的解決方案。這主要係因為非球形項 X^{2n} 的強烈非線性的關係，其會導致在遠離表面之頂點($X=0$)的位置點 X 處的測量會變得更為重要。測量可靠度必須很高的位置點係在該光學表面之較陡峭的斜面區域中的位置點。

結合一具有陡峭斜面的已研磨表面以及奈米規模的必要精確性會使得利用非接觸式光學技術對此等表面進行度量成為一種最高難度的科學性與技術性的挑戰。

EP1555561 揭示一種非接觸式表面組態測量方法，用以精確測量一和一雷射探針形成陡峭角度的表面。以該雷射探針為基準包含和最佳測量狀態傾斜 $\pm 30^\circ$ 或更大之部分的特定區域會在工作件被旋轉之後才被測量，俾使得該等特定區域裡面的表面會小於 $\pm 30^\circ$ 。所以，即使是在和一通用區域不同的座標系統之中仍能夠取得和該等特定區域有關的精確測量資料。

倘若需要高精確性的話，從任何上面技術中所衍生的相關問題便是低速操作。進一步的缺點係，此等方法為不

連續性。

【發明內容】

本文中提出一種用於非接觸式測量非球形及自由形式光學元件之表面的方法，其中，大部分情況中的公差會超出機械設備所提供的機械性位移的極限。本文中還揭示一種能夠實施此方法之至少某些步驟的設備。

本發明方法以及設備在複雜小型物體(例如，透鏡，舉例來說，非球形、自由形式的透鏡以及類似物)的設計、製造、表現、以及度量中有特殊的應用，不論該等物體是否為對稱。本發明方法以及設備還在測量射出模具中有特殊的應用，例如，用於上面所提之透鏡的模具。然而，應該瞭解的係，本設備以及方法並不受限於上面的應用，而且它們大體上係針對需要測量之具有給定形狀的小型器件的表面。

於整篇發明中，要被測量的物體亦可能會被稱為樣本、工作件、光學器件、...等。要根據本文所揭示之方法經由本設備來測量的物體的其中一種特定範例係一光學透鏡。

還應該瞭解的係，內文中之表面測量的意義和要被測量的物體的拓撲特徵圖樣之選擇自下面的任何參數有關：尺寸、形狀、紋理(粗糙度)、...等。

本文中揭示一種用於非接觸式測量一物體之表面的共焦追蹤方法。此方法可藉由一種將在下面作進一步揭示的測量設備來實行。

本發明方法係由將光投射在該物體表面的一目標區域上所構成。此目標區域含有一至少位於該物體表面的一第一軸之中的基準點。該基準點係最接近最佳聚焦位置的位置點。

如本文中的用法，最接近於最佳聚焦位置的條件意謂著此基準點落在用於成像該物體表面的光學元件的景深裡面。

舉例來說，該等最佳聚焦位置點可被判定為該視場之中具有以結構式照射為基礎的聚焦深度演算法的軸向響應之最大值的的位置點。

該第一軸可能對應於一水平軸。沿著此第一軸被測量的物體的位置會改變。這意謂著該物體會相對於該測量設備的一固定頭部產生位移，這將在下面完整揭示；或者，反之亦同，也就是，該測量設備的頭部會沿著此第一軸相對於該要被測量的物體(其會保持固定)產生位移。

根據上面的方法會實行另一步驟，其係由在包括該基準點的物體表面反射該投射光之後取得一視場區的一影像所構成。舉例來說，這可由一標準的 CCD 相機來實行。此時接著會決定該物體在一第二軸之中的位置。

該第二軸可能對應於一垂直於該第一軸的軸線。所以，該要被測量的物體，或是，該測量設備的頭部，會沿著該第二軸垂直地位移。

如本文中的用法，「影像」一詞希望表示該物體表面的一視場區在空間中的一特殊位置與配向處之任何再生(尤

其是光學再生)的結果。其在本文中亦可能係表示照片、訊框、圖像、...等。

上面的步驟會重複進行，俾使得光會被投射在該物體表面之上的多個連續目標區域上，其中，在該第一軸之中會有該物體表面的多個個別基準點。該等個別視場區的數個影像會在包括該等基準點的物體表面反射該投射光之後被取得。

當改變該要被測量之物體在此第一軸之中的位置時，該物體在第二軸之中的位置也會同步地改變。此步驟的實行方式會經由使用將在下面作進一步解釋的共焦追蹤演算法而讓該等基準點一直保持盡可能的接近該最佳聚焦位置。

舉例來說，該物體在第一軸之中的位置以及在第二軸之中的位置係藉由高精確性位置感測器來決定。該等位置感測器能夠測量該物體在包括該等基準點的視場的影像已經被取得的第二軸之中的位置。

本發明方法的基本原理係被投射在該物體表面之上的光係一種在該第一軸之中具有一光分佈的光圖樣。在光圖樣的定義裡面雖然包含各式各樣的形式，但是，不論是在連續的形式中或是在不連續的形式中，對本發明的方法來說，較佳的係投射一由一被投射在該物體表面之上的測量狹縫所組成的結構式光圖樣。在本發明的意義裡面，應該瞭解的係，測量狹縫係一由一組光點所構成的單一光狹縫圖樣，該組光點實質上會形成一匹配該物體之移動方向的

直線，也就是，該第一軸。

使用結構式的照射有利於本發明的方法。投射一結構式的光圖樣可以在該視場裡面更精確地決定該物體之中的最佳聚焦位置點。

如本文中的揭示，本發明的方法進一步包括在已經取得的該等影像中的每一者的第一軸之中決定最佳聚焦位置點的位置。這可以取得對應的修正差。

此修正差可被定義成在該第一軸之中介於該等最佳聚焦位置點和該等基準點之間的距離。

透過上面和該第一軸之中的基準點有關的參數，利用該修正差以及該物體在該第二軸之中的位置便能夠取得該物體表面的精確代表符。從該已取得的物體表面的代表符中便能夠取得該物體表面之非常精準的測量結果。於某些應用中，經由此方法所取得的物體表面的測量結果可能會與事先決定的設計資料作比較，俾使得能夠取得修正資料並且，舉例來說，將該修正資料供應給自動加工設備，...等。

在本發明的方法的一第一實施例中，該被測量的物體表面的代表符可藉由建立一具有下面形式的曲線來取得：

$$[(X_1 + \Delta_1, Z_1), (X_2 + \Delta_2, Z_2) \dots (X_n + \Delta_n, Z_n)]$$

其中，

$(X_1, X_2 \dots X_n)$ 表示該物體表面在該第一軸之中的基準點；

$(Z_1, Z_2 \dots Z_n)$ 表示該物體在該第二軸之中的個別位置；以及

$(\Delta_1, \Delta_2 \dots \Delta_n)$ 表示修正差或是殘餘追蹤誤差，其定義為在該第一軸之中介於該等最佳聚焦位置點和該等基準點之間的距離。此修正差可能會從像素單位被轉換成長度單位。舉例來說，修正差數值的大小可能高達 $1 \mu m$ 。

在本發明方法的第二實施例中，要表示該物體表面可能包括實行一光柵掃描。光柵掃描係由在一第三軸之中將該測量狹縫投射在該物體表面的多個不同位置處所組成。該第一軸與該第三軸可能彼此垂直並且垂直於該第二軸。舉例來說，該等第一軸與第三軸可能含有該測量設備在使用中會常設於其上的水平平面。

這可以取得具有下面形式的三維映圖：

$$[(X_{i1} + \Delta_{i1}, Y_i, Z_{i1}), (X_{i2} + \Delta_{i2}, Y_i, Z_{i2}) \dots (X_{in} + \Delta_{in}, Y_i, Z_{in})]$$

其中，對要被測量的物體表面的來說 ($i:1, 2 \dots m$)：

$(X_{i1}, X_{i2} \dots X_{in})$ 表示該物體表面在該第一軸之中的基準點；

$(Z_{i1}, Z_{i2} \dots Z_{in})$ 表示該物體在該第二軸之中的個別位置；

$(Y_1, Y_2 \dots Y_m)$ 表示該物體表面在該第三軸之中的個別位置；

以及

$(\Delta_{i1}, \Delta_{i2} \dots \Delta_{in})$ 表示修正差或是殘餘追蹤誤差，其定義為在該第一軸之中介於該等最佳聚焦位置點和該等基準點之間的距離。同樣地，此修正差可能會從像素單位被轉換成長度單位，以便建立該物體表面的三維映圖。舉例來說，修正差數值的大小可能高達 $1 \mu m$ 。

在本發明方法的第三實施例中，一三維映圖會透過角掃描藉由旋轉該物體而被取得，以便取得該物體表面的代表符。角掃描係由繞著一穿過該物體之其中一點(例如，舉例來說，該物體的旋轉中心)的第四軸來旋轉該物體所組成。該物體表面的完整代表符涉及讓該物體繞著該第四軸旋轉 360° 。於該方法的此實施例中會實施角掃描，該測量狹縫會被投射在該第四軸的多個不同的角位置處。一具有下面形式的三維映圖會被取得：

$$[(X_{i1} + \Delta_{i1}, \theta_i, Z_{i1}), (X_{i2} + \Delta_{i2}, \theta_i, Z_{i2}) \dots (X_{in} + \Delta_{in}, \theta_i, Z_{in})]$$

其中，對要被測量的物體表面的來說($i:1, 2 \dots m$):

$(X_{i1}, X_{i2} \dots X_{in})$ 表示該物體表面在該第一軸之中的基準點；

$(Z_{i1}, Z_{i2} \dots Z_{in})$ 表示該物體在該第二軸之中的個別位置；

$(\theta_1, \theta_2 \dots \theta_m)$ 表示該物體表面在該第四軸之中的個別角位置；以及

$(\Delta_{i1}, \Delta_{i2} \dots \Delta_{in})$ 表示修正差或是殘餘追蹤誤差，其定義為在該第一軸之中介於該等最佳聚焦位置點和該等基準點之間的距離。同樣地，此修正差可能會從像素單位被轉換成長度單位，以便建立該物體表面的三維映圖。舉例來說，修正差數值的大小可能高達 $1 \mu m$ 。

在任何上面實施例之中所揭示的追蹤方法都係以共焦追蹤技術為基礎，其中，該物體的相對位置會在該第一軸(較佳的係，以穩定的速率)與該第二軸之中同步改變。於任何

情況中，要被測量的物體的位置變化應該被理解成該物體相對於該測量設備的移動；或是應該被理解成該測量設備，或是其之一部分(例如，測量頭)，相對於該要被測量之物體的移動。本發明方法的優點係會擷取該被投射的測量狹縫中和最佳聚焦位置有關的資訊。

如上面所述，當改變該物體在第二軸之中的位置時，該物體在第一軸之中的位置也會改變。此種改變該物體在第二軸之中的位置係被實施俾便該物體表面會一直保持聚焦。這係透過以結構式照射為基礎的聚焦深度演算法來實行。舉例來說，此演算法可能係一以自動聚焦演算法為基礎的封閉迴路控制，且更明確地說，其可能係一以封閉迴路比例積分微分(Proportional Integral Derivative, PID)控制器為基礎的控制演算法。

透過此演算法，一旦該物體表面聚焦之後，當改變其在第二軸之中的位置時，其在第一軸(舉例來說，橫向方向)中的位置便會改變，俾使得其會一直保持聚焦。當該物體沿著該第一軸移動時，該聚焦將會實質上保持在該視場的中心處。較佳的係，該物體在該第一軸之中的位置的改變係以連續的方式並且以穩定的速率來實行。

該以 PID 為基礎的控制演算法會藉由在該被測量的物體於該第一軸之中的位置改變時改變其在該第二軸之中的位置而讓該被測量的物體一直保持聚焦。於某些實施例中，該 PID 演算法係一種廣泛使用在工業控制系統之中的控制迴路回授機制。一 PID 控制器會藉由計算並且接著輸

出一能夠據以調整該製程的修正動作來試圖修正介於一被測量的製程變數以及一所希設定點之間的誤差。該 PID 演算法係以比例參數、積分參數、以及微分參數來給定。比例參數會決定對目前誤差的反應。積分參數會以多個最近誤差的總和為基礎來決定該反應。微分參數會決定對誤差變化速率的反應。藉由在 PID 演算法中調整此等參數便能夠取得一針對特定製程需求所設計的控制動作。其並未必要使用全部三項參數。

本發明方法可能還進一步包括決定每一個視場區之基準點的步驟，它們位於該等視場區之中的相同事先決定位置處。

利用上面所揭示的共焦追蹤方法，藉由改變該物體相對於該等第一軸、第二軸、以及第四軸的位置便能夠取得該物體表面的 2D 輪廓以及 3D 映圖。這能夠透過一測量設備中的多個驅動單元來實行，下面將會作更詳細的說明。

除此之外，一置中步驟可能還會結合本發明方法的任何上面已揭示實施例被實施。此置中步驟可用於精確地定位該要被測量的物體，俾使得該測量狹縫會被投射在該物體的頂點位置上。此步驟可能特別適合具有旋轉對稱性的物體表面。

此置中步驟可能包括將至少兩個側狹縫投射在該顯微鏡物鏡的聚焦平面上。於某些實施例中，舉例來說，可能會投射一組側狹縫，舉例來說，20 至 40 個，此等側狹縫會被投射成讓它們平行於該測量狹縫。

該等側狹縫會被投射成讓它們彼此隔開並且與該測量狹縫隔開。此狹縫分離假設在該第三軸之中有一距離。該等不同的被投射的側狹縫會在不同的位置點處與該第三軸相交，俾使得該測量狹縫會介於該等被投射的側狹縫之間。該物體在該第三軸之中的位置會一直改變直到位於該測量狹縫兩個側邊處的兩個側狹縫中並且在兩個側邊處與該測量狹縫均等分隔的最佳聚焦位置點被發現位於該第一軸之中的相同座標中為止。然後，該被投射的測量狹縫將因而會匹配該物體的頂點位置。

替代的方式係，或是除此之外，在本發明方法的進一步置中步驟中亦可能會使用機械構件來定位該要被測量的物體，俾使得該測量狹縫會被投射在該物體的頂點位置上。

如上面所述，此方法的至少某些步驟能夠經由現在即將揭示的非接觸式、高精確度、快速測量設備來實行。此設備係一光學輪廓測量器，其能夠測量任何的光學表面，從非球形表面至平坦表面，甚至是自由形式表面。本發明的非接觸式測量設備因而可使用在各種範圍的應用中，例如，光學資料儲存、蜂巢式電話中的透鏡、數位相機、投影機、以及高精確度的應用、...諸如此類。

該已揭示的設備包括多個光投射構件。舉例來說，此等光投射構件可能包含至少一 LED、一光圈、準直光學元件、一面鏡、一光學透鏡、一射束分歧器、以及顯微鏡物鏡。

本發明設備的光投射構件適合被設計成用以將光投射

在該要被測量的物體表面的一目標區域上，例如，一光學透鏡。此要被該光投射構件照射的目標區域在該物體表面的第一軸之中含有上面提及之最接近最佳聚焦位置的基準點。

本發明設備的光投射構件的用途係將一在該第一軸之中具有一光分佈的光圖樣投射在該正在被測量的物體表面上。此光投射構件可能包含多個顯微鏡物鏡。此種物鏡的其中一種範例可能係 Super Long Working Distance(SLWD)無限遠修正的 Nikon 100x 物鏡。此物鏡的特徵係具有 0.7 的高數值孔徑(NA)以及 6.5mm 的工作距離。透過使用此種高數值孔徑透鏡可確保用以測量具有高達 35°局部斜面的表面。另一方面，由於長工作距離的關係，可以舒適的操作而不會有碰到該物體表面的風險，這在操作者於生產環境中使用本發明的方法時非常重要。該 100x SLWD 物鏡的景深約 1 μ m，因此，正在被測量的物體中僅有落在以物鏡之聚焦平面為中心的 1 μ m 區域裡面的部分才會實質上正確聚焦。此種光圖樣雖然可能包含各種範圍的形式；然而，該設備能夠投射的光圖樣較佳的係一測量狹縫。如上面所提，此測量狹縫會在該第一軸之中被成像在一顯微鏡物鏡的聚焦平面上。該測量狹縫係由該光投射構件中的一光圈所構成，俾使得此特殊圖樣會精確地被投射在該顯微鏡物鏡的聚焦平面上。其會根據物鏡放大率來套用一縮小倍數。

本發明所揭示的設備進一步具備影像獲取構件，用以在該物體表面反射該投射光之後取得包括該等基準點的視

場區的影像。該影像獲取構件可能包含顯微鏡物鏡以及一相機。於該影像獲取構件的其中一特定範例中，其可能包含一形成一共焦排列的 CCD 相機。於此種共焦排列中，該測量狹縫會被該光投射構件成像在一平面上，接著，該平面則會被該影像獲取構件成像在該 CCD 相機上。該 CCD 相機的用途係用於在該物體表面反射該投射光之後獲取上面所提及之包括該等基準點的視場的影像。本發明設備的相機可能能夠在一給定的時間(訊框速率)中取得數個連續的影像(訊框)。於其中一範例中，所使用的相機可能會每秒取得至少 50 個訊框(50fps)。在每一個該等已獲取的影像中，藉由決定具有以結構式照射為基礎之聚焦深度演算法的軸向響應之最大數值的位置點便能夠取得該被投射的測量狹縫中的最佳聚焦位置點。

本發明所揭示的設備進一步具備用以改變該物體在第一軸之中之位置的構件。要注意的係，上面包含下面的實施例：該物體為固定，而該測量設備的一或多個部件會相對於該物體來移動；該測量設備的該等部件為固定，而該物體會相對於該等部件來移動；以及，上面和該正在被測量之物體的位置的變化有關的實施例的組合。

於該測量設備的一或多個部件為固定而該物體相對於該等部件移動的實施例中，該用以改變該物體在第一軸之中之位置的構件可能包括至少一高準確度的空氣軸承平台以及一磁性線性馬達。由於該空氣軸承平台的關係，其會在該物體以及該設備之間提供一小型空氣間隙，舉例來

說，大小為 $3\mu\text{m}$ 。因此，在該用以改變該物體之位置的構件以及該物體本身之間並不存在任何接觸，所以，可以確保該物體以及該設備會有連續以及恆定的相對移動。於其中一特定的實施例中，舉例來說，該用以改變該物體在第一軸之中之位置的構件可能係一可向 Aerotech 購得之型號為 ABL-15010 的 100mm 衝程傳動單元。此傳動單元的平坦性誤差低於 100nm。由於其完全重複行為的關係，其會被校正俾使得平坦性誤差可能變成約 10nm，該數值低於該設備預期的精確度。

本發明所揭示的設備進一步具備在讓該等基準點保持盡可能靠近該最佳聚焦位置的條件下用以改變該物體在第二軸之中之位置並同步改變該物體在第一軸之中之位置的構件。該用以同步改變該物體在第二軸之中之位置的構件可能包括至少一交叉滾子軸承(crossed roller bearing)平台。為降低筆直性測量誤差、平坦性測量誤差、以及線性測量誤差，提供此類型軸承相當重要。

該用以同步改變該物體在第二軸之中之位置的構件會根據上面所提及的封閉迴路演算法以協調的移動來操作，俾使得在抵達所希的測量長度之前會一直保持聚焦該視場的中心處。

本發明的設備進一步包括一測量頭，其中會提供該光投射構件與該影像獲取構件。該測量頭可能會受到一柱體(舉例來說，其係由花崗石製成)支撐。此材料具有高彎曲強度以及超低的熱膨脹，並且適合用於大小為 10nm 的高準確

性測量。

本發明所揭示的設備進一步具備用以決定該第二軸之中的個別基準點的位置的構件。此等構件可能係高準確度位置感測器構件而且它們可能同樣會被併入在該測量頭之中。它們適合用於準確地決定該物體在該第二軸之中的相對位置。於某些實施例中，會使用高準確度位置編碼器(舉例來說，高準確度線性編碼器)來決定該等第一軸以及第二軸之中的位置。

在本發明設備的較佳實施例中會設計成使其進一步包含置中構件，用以將該要被測量的物體定位成使得該測量狹縫會被投射在該物體的頂點位置上。這能夠透過使用置中構件來達成。於其中一實施例中，該置中構件可能包括用以沿著對應的側軸線將至少兩個側狹縫投射在該顯微鏡物鏡之聚焦平面上的構件。此等側軸線可能平行於該第一軸。該等側狹縫會被投射在該顯微鏡物鏡的聚焦平面上而使得它們會在第三軸之中彼此分隔一給定的距離。該等側狹縫會被投射成使得該測量狹縫位於該等側狹縫之間。該置中構件可能進一步包括用以改變該物體在第三軸之中的位置的構件，其會一直改變該物體在第三軸之中的位置直到位於該測量狹縫兩個側邊處的兩個側狹縫中並且和該測量狹縫均等分隔的最佳聚焦位置點被發現位於該第一軸之中的相同座標中為止。

經由本發明的設備，能夠根據上面的方法來實施該物體表面的光柵掃描。光柵掃描涉及對該物體進行側邊至側

邊的掃描，也就是，改變該物體在第三軸之中的位置，同時改變該物體在第二軸之中的位置。光柵掃描會取得該物體表面的一代表符。為達此目的，其還進一步提供用以改變該物體在第三軸之中之位置的構件。

本發明設備亦能夠根據上面的方法對一物體實施角掃描，尤其是一具有旋轉對稱性的物體表面，以便取得該物體表面的代表符。這涉及繞著一穿過該物體之其中一點(例如，舉例來說，該物體的旋轉中心)的第四軸來改變該物體的角位置。於其中一特定的實施例中，該物體會被旋轉而使得該測量狹縫會被投射在該第四軸的多個不同的角位置處。所以，該設備具備用以繞著該第四軸來旋轉該物體的合宜構件。和光柵掃描相同，該角掃描會取得該物體表面的一三維映圖。

本發明所揭示的設備提供數項優點。使用共焦排列結合高數值孔徑的物鏡可以提供該物體表面之極高深度切片能力，端視物鏡而定，其可能優於 2nm。

除了判斷兩個最佳聚焦位置點位於它們個別側狹縫中之相同位置中以外，本發明設備的置中構件可以自動決定該物體的頂點，而不需要實行任何測量。

一般來說，本發明的非接觸式表面度量設備的優點係適合以結構式照射的整個圖樣為基礎來實行本發明所揭示的方法，其並非以單點為基礎的方法，而係以影像為基礎的方法。使用結構式照射可以更精確地決定該視場裡面的聚焦位置點。

再者，至少某些上面的方法步驟可由本發明的設備以連續的方式來實行，俾使得其不會在使用中停止。本發明可以達到 1mm/s 甚至更快的測量速度。

本發明所揭示的方法與設備已經被證實在複雜表面中非常有效，甚至在高局部斜面的區域中(該區域中照在相機上的反射光的強度非常微弱)也非常有效。端視樣本幾何形狀而定，可以使用能夠測量高達 65° 之斜面的顯微鏡物鏡。

本發明的方法與設備的進一步優點係可達到大小為 10nm 的高測量重複性，大小為 50nm 的低形狀準確性誤差，1mm/s 以上的高速度，以及分析資料的可能性。

熟習本技術的人士檢視本說明時便會明白本發明的方法與設備的實施例的額外目的、優點、以及特點，或者，可以藉由實踐本發明而習得。

【實施方式】

本發明的圖式圖解一種非接觸式、高精確性、快速測量設備的一示範性實施例。所有圖式中的圖 1 中所示之設備的非限制性範例大體上以 100 來表示。其係一種能夠測量任何光學表面的光學輪廓測量器。其雖然可以使用在許多應用中，但是，本發明的範例僅和用於非接觸式測量一透鏡之表面的測量設備 100 有關。本文的圖式中大體上以 300 來表示該透鏡。

該測量設備 100 包括光投射構件 110，其包含一個或一連串的 LED 111。圖中所示之設備 100 中的光投射構件 110 適合用於透過一光圈 112 將一結構式光的圖樣投射在該透

鏡 300 的一目標區域上。如圖 1 中所示，該光投射構件 110 還進一步包含：準直光學元件 113、一 45° 面鏡 114、一光學透鏡 115、一射束分歧器 116、以及一顯微鏡物鏡 150。

該透鏡 300 的目標區域含有基準點 X_1 、 X_2 、 $X_3 \dots X_n$ ，該等基準點中的其中一者 X_1 顯示在圖式中的圖 2a 以及 2b 之中。該基準點 X_1 、 X_2 、 $X_3 \dots X_n$ 係在透鏡 300 的水平軸 x 之中。該等基準點 X_1 、 X_2 、 $X_3 \dots X_n$ 係最接近於最佳聚焦位置(圖中的 P 所示)的位置點，也就是，落在用於成像該透鏡 300 之表面的顯微鏡物鏡 150 的光學元件的景深裡面的位置點。上面所提及之由圖中所示之設備 100 中的光投射構件 110 所投射的結構式光的圖樣在水平軸 x 之中會有一光分佈，其具有如圖式中的圖 2a、2b、以及 3 中所示的測量狹縫 m 的形式。

所以，該測量狹縫 m 會在該水平軸 x 之中被投射在該等顯微鏡物鏡 150 的聚焦平面上。此處所使用的顯微鏡物鏡 150 係 Super Long Working Distance(SLWD) 無限遠修正的 Nikon 100x 物鏡，其具有 0.7 的高數值孔徑(NA)以及 6.5mm 的工作距離。該 100x 的 SLWD 物鏡的景深約 $1 \mu m$ ，因此，該正在被測量的物體中僅有落在以該顯微鏡物鏡 150 之聚焦平面為中心的 $1 \mu m$ 區域裡面的部分才會實質上正確聚焦。

該測量設備 100 進一步包括影像獲取構件 120，在圖中所示的特殊範例中其包括一訊框速率大小為 50fps 的 CCD 相機 121。在每一個該等已獲取的影像中，藉由決定具有以結構式照射為基礎之聚焦深度演算法的軸向響應之最大數

值的位置點便能夠取得該被投射的測量狹縫 m 中的最佳聚焦位置點 P 。相機 121 能夠在透鏡 300 的表面反射該投射光之後獲取包括基準點 X_1 、 X_2 、 X_3 、... X_n 的視場區 F 的影像。

該影像獲取構件 120 進一步包含上面的顯微鏡透鏡(其係被該光投射構件 110 以及該影像獲取構件 120 兩者共用)、一面鏡 117、以及一場透鏡 118。射束分歧器 116 會耦合該光投射構件 110 以及該影像獲取構件 120。

該測量設備 100 還進一步包括用以改變透鏡 300 在水平軸 x 之中的位置的構件 130，也就是，用以讓該透鏡 300 產生橫向位移。

該測量設備 100 還進一步包括用以沿著垂直軸 Z 來移位該測量頭 160 的構件 140，也就是，用以讓該測量頭 160 沿著垂直軸 Z 產生垂直位移，俾使得基準點 X_2 、 X_3 、... X_n 會保持盡可能接近該最佳聚焦位置 P ，如圖 2a、2b、以及 3 中所示。

該用以改變透鏡 300 在水平軸 x 之中的位置的構件 130 包括至少一高準確度的空氣軸承平台。此處所使用的平台係一可向 Aerotech 購得之型號為 ABL-15010 的 100mm 衝程傳動單元。

就用以同步改變該透鏡 300 在垂直軸 z 之中的位置的構件 140 來說，在圖中所示的實施例中，它們包括一或多個交叉滾子軸承平台。

提供構件 130 與 140 兩者可讓該測量頭 160 沿著 z 軸垂直地移動，同時沿著 x 軸水平地同步移動該透鏡 300，俾使

得基準點 X_1 、 X_2 、 X_3 、... X_n 會根據一封閉迴路追蹤演算法而保持盡可能接近該最佳聚焦位置 P 。

該設備 100 還提供用以決定該等基準點 X_1 、 X_2 、 X_3 、... X_n 在垂直軸 z 之中的位置 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、... Z_n 的構件 170。此外，還提供用以決定該透鏡 300 在水平軸 x 之中的位置的構件。用以決定該透鏡 300 之位置的此等構件中的全部與部分可能包括高準確度線性編碼器。

要注意的係，垂直軸 z 之中的位置點 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、... Z_n 係關於正在由設備 100 測量的透鏡 300 的一位置點的垂直位置。就此方面來說，該用以改變該透鏡 300 在垂直軸 z 之中的位置的構件 140 會讓該測量頭沿著 z 軸垂直地移位，從而導致該透鏡 300 的位置點 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、... Z_n (它們對應於藉由上面的追蹤演算法正確聚焦的位置點) 會沿著該 z 軸改變。

該光投射構件 110 以及該影像獲取構件 120 兩者會被裝進被提供在該測量設備 100 中的測量頭 160 之中。此測量頭 160 會受到一花崗石柱(圖中並未顯示)的支撐，以便達到更高準確度測量的目的。

本發明所揭示的設備 100 能夠被操作用以實行下面步驟，以便實施透鏡 300 的非接觸式、高精確性、快速測量：

- 將一測量狹縫 m 投射在該要被測量之透鏡 300 的表面的一目標區域上，其中，在水平軸 x 之中會有一最接近於該最佳聚焦位置 P 的基準點 X_1 ，如圖式中的圖 2a 中所示；

- 在包括此基準點 X_1 的透鏡 300 的表面反射該投射光

之後獲取一對應於一視場區 F 的影像；

- 決定該透鏡 300 在垂直軸 z 之中的垂直位置 Z_1 ；

將該測量狹縫 m 投射在該透鏡 300 的表面的多個連續目標區域上，其中，在該水平軸 x 之中會有該透鏡 300 的多個個別基準點 X_2 、 X_3 、... X_n ；

- 藉由同步地改變該測量頭 160 在垂直軸 z 之中的垂直位置 Z_2 、 Z_3 、... Z_n 同時保持該等基準點 X_2 、 X_3 、... X_n 盡可能接近該最佳聚焦位置 P 而在包括該等基準點 X_2 、 X_3 、... X_n 的透鏡 300 的表面反射該投射光之後獲取該等個別視場區 F 的數個影像，如圖 2a 或 2b 中所示；

- 決定該透鏡 300 之每一個對應位置的垂直位置 Z_2 、 Z_3 、... Z_n ，其中，包括該等基準點 X_2 、 X_3 、... X_n 的視場區 F 的該等影像已經被獲取；

- 決定每一個該等已獲取影像在水平軸 x 之中的最佳聚焦位置點 P 的位置；

- 計算對應的修正差 Δ_1 、 Δ_2 、... Δ_n ，如圖式中的圖 3 中所示，它們係在水平軸 x 之中介於該等最佳聚焦位置點 P 和該等基準點 X_1 、 X_2 、... X_n 之間的距離(接著，修正差 Δ_1 、 Δ_2 、... Δ_n 會從像素單位被轉換成長度單位而且其之大小高達 $1\ \mu\text{m}$)；以及

- 透過該水平軸 x 之中含有該修正差 Δ_1 、 Δ_2 、... Δ_n 的該等基準點 X_1 、 X_2 、... X_n 以及該透鏡 300 在垂直軸 z 之中的垂直位置 Z_1 、 Z_2 、... Z_n 來取得該透鏡 300 的表面的代表符。

當該測量設備 100 根據上面提及的方法步驟來操作時，其便能夠提供該透鏡 300 之表面的 2D 輪廓。更明確地說，該測量設備 100 能夠根據下面的曲線來提供該透鏡 300 之表面的一準確的輪廓： $[(X_1 + \Delta_1, Z_1), (X_2 + \Delta_2, Z_2) \dots (X_n + \Delta_n, Z_n)]$ 。

此外，當根據上面提及的方法步驟來操作時，該測量設備 100 便能夠提供該透鏡 300 的一 3D 映圖。更明確地說，該測量設備 100 能夠：

- 藉由實行光柵掃描，針對該透鏡 300 之表面，根據一三維映圖 $[(X_{i1} + \Delta_{i1}, Y_i, Z_{i1}), (X_{i2} + \Delta_{i2}, Y_i, Z_{i2}) \dots (X_{in} + \Delta_{in}, Y_i, Z_{in})](i:1, 2 \dots m)$ 來提供該透鏡 300 之表面的一準確代表符，其中，該測量狹縫會被投射在垂直於該第一軸的第三軸 y 之中的多個不同的位置 Y_1 、 Y_2 、... Y_m 處；以及

- 藉由實行角掃描，針對該透鏡 300 之表面，根據一三維映圖 $[(X_{i1} + \Delta_{i1}, \theta_i, Z_{i1}), (X_{i2} + \Delta_{i2}, \theta_i, Z_{i2}) \dots (X_{in} + \Delta_{in}, \theta_i, Z_{in})](i:1, 2 \dots m)$ 來提供該透鏡 300 之表面的一代表符，其中，角掃描由繞著一穿過該透鏡 300 之旋轉中心的軸線來旋轉該透鏡 300 所組成，俾使得該測量狹縫會被投射在穿過該透鏡 300 的第四軸之中的多個不同的角位置 θ_1 、 θ_2 、... θ_m 處。

可以使用一合宜的曲線分析(例如，最佳適配及/或標稱形狀比較分析)軟體來處理該透鏡 300 的 2D 輪廓以及 3D 映圖。此軟體可能是該設備 100 的一部分，或者，其可能係由一位於遠端的電腦系統來執行。

本文中雖然僅揭示本發明之設備與方法的數個特殊實施例與範例；但是，熟習本技術的人士便會瞭解，本發明亦可能有其它替代的實施例及/或用法以及其之顯而亦見的修正與等效例。

本發明涵蓋本文中所說明的特殊實施例的所有可能組合，而且並不應該受限於該等特殊實施例，而應該僅由後面的申請專利範圍的正確解讀來決定。

【圖式簡單說明】

前面已經藉由非限制性的範例，參考隨附的圖式，說明過本發明的方法與設備的特殊實施例，其中：

圖 1 所示的係用於非接觸式測量一物體之表面的設備的其中一示範性實施例的正視圖；

圖 2a 與 2b 所示的係在被實施用於非接觸式測量該物體表面的方法的不同步驟中所示之圖 1 中的設備的示意圖；以及

圖 3 所示的係圖 2a 的放大部分的俯視平面圖。

【主要元件符號說明】

100	測量設備
110	光投射構件
111	LED
112	光圈
113	準直光學元件
114	面鏡
115	光學透鏡

- 116 射束分歧器
- 117 面鏡
- 118 場透鏡
- 120 影像獲取構件
- 121 CCD 相機
- 130 用以改變透鏡在水平軸 x 之中的位置的構件
- 140 用以沿著垂直軸 Z 來移位測量頭 160 的構件
- 150 顯微鏡物鏡
- 160 測量頭
- 170 用以決定基準點在垂直軸之中的位置的構件
- 300 透鏡
- $X_1, X_2, X_3 \cdots X_n$ 基準點
- $Y_1, Y_2, Y_3 \cdots Y_n$ 在正交於 x 軸之軸中的點
- $Z_1, Z_2, Z_3 \cdots Z_n$ 在垂直軸中該等基準點的位置
- $\theta_1, \theta_2, \theta_3 \cdots \theta_n$ 在一穿過透鏡的軸中的角位置
- x 水平軸
- y 正交於 x 軸之軸
- z 垂直軸
- m 測量狹縫
- P 最佳聚焦位置點
- F 視場區
- $\Delta_1, \Delta_2, \cdots \Delta_n$ 修正差(沿著水平軸介於最佳聚焦位置點和基準點之間的距離)

七、申請專利範圍：

1. 一種用以非接觸式測量一物體(300)之表面的方法，該方法包括下面步驟：

將光投射在一物體表面的一目標區域上，其中，在該物體表面的至少一第一軸(x)之中會有一基準點(X_1)，俾使一聚焦點(P)藉由調整該物體(300)在一第二軸(z)之中的位置而被盡可能放置於接近該基準點(X_1)以便決定該物體(300)在該第二軸(z)之中的位置(Z_1)；

在包括該基準點(X_1)的物體表面將經投射光反射之後獲取一視場區(F)的一影像；

決定該物體(300)在該第二軸(z)之中的位置(Z_1)；

將光投射在該物體表面上的多個連續目標區域上，其中，在該第一軸(x)之中會有該物體表面之多個其他基準點(X_2 、 X_3 、... X_n)；

藉由同步地改變該物體(300)在該第一軸(x)及該第二軸(z)之中的位置以便保持該等其他基準點(X_2 、 X_3 、... X_n)及該聚焦點(P)在該視場區(F)之內，而在包括該等基準點(X_2 、 X_3 、... X_n)的該物體表面將該經投射光反射之後獲取個別視場區(F)的數個影像；以及

針對在該相對應的目標區域中的該等其他基準點(X_2 、 X_3 、... X_n)，決定該物體(300)的位置(Z_2 、 Z_3 、... Z_n)；

其特徵在於：

該將光投射在一物體表面的一目標區域上的步驟係藉由在至少該第一軸(x)中投射一具有一光分佈的光圖樣來實

行；

且其中，其進一步包括下面步驟：

決定每一個經獲取影像在該第一軸(x)之中的聚焦點(P)的位置；

計算對應的修正差(Δ_1 、 Δ_2 、... Δ_n)，作為在第一軸(x)之中介於該等聚焦點(P)和該基準點及該等其他基準點(X_1 、 X_2 、... X_n)之間的距離；以及

取得該物體表面的一代表符，該代表符至少涉及和該第一軸(x)之中含有該修正差(Δ_1 、 Δ_2 、... Δ_n)的該等基準點(X_1 、 X_2 、... X_n)以及該物體在該第二軸(z)之中的位置(Z_1 、 Z_2 、... Z_n)有關的多個參數。

2.如申請專利範圍第1項的方法，其中，被投射在該物體表面上的該光圖樣係在該第一軸(x)之中被投射在一顯微鏡物鏡(150)的聚焦平面上的一測量狹縫(m)。

3.如申請專利範圍第1項或第2項的方法，其中，該取得該物體表面的一代表符的步驟包括建立一曲線 $[(X_1 + \Delta_1, Z_1), (X_2 + \Delta_2, Z_2) \dots (X_n + \Delta_n, Z_n)]$ ，其涉及和該第一軸(x)之中含有該修正差(Δ_1 、 Δ_2 、... Δ_n)的該基準點及該等其他基準點(X_1 、 X_2 、... X_n)以及該物體在該第二軸(z)之中的位置(Z_1 、 Z_2 、... Z_n)有關的多個參數，以致於用來給定正在被測量的該物體表面的輪廓之曲線可被決定。

4.如申請專利範圍第2項的方法，其中，該取得該物體表面的一代表符的步驟包括實行一光柵掃描，其係由將該測量狹縫(m)投射在一第三軸(y)之中的多個不同位置(Y_1 、

$Y_2, \dots, Y_m$)處所組成，以便針對正在被測量的該物體表面來取得一三維之映圖 $[(X_{i1} + \Delta_{i1}, Y_i, Z_{i1}), (X_{i2} + \Delta_{i2}, Y_i, Z_{i2}) \dots (X_{in} + \Delta_{in}, Y_i, Z_{in})] (i:1, 2, \dots, m)$ ，該映圖涉及和在該第一軸(x)之中含有該修正差($\Delta_{i1}, \Delta_{i2}, \dots, \Delta_{in}$)且在該第三軸(y)的不同位置($Y_1, Y_2, \dots, Y_m$)處的該基準點及該等其他基準點($X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}$)以及該物體在該第二軸(z)之中的位置($Z_{i1}, Z_{i2}, \dots, Z_{in}$)有關的多個參數。

5.如申請專利範圍第2項的方法，其中，該取得該物體表面的一代表符的步驟包括實行一角掃描，其係包含繞著一穿過該物體之其中一點的軸線來旋轉該物體，俾使得該測量狹縫(m)會被投射在一第四軸(θ)之中的多個不同的角位置($\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m$)處，以便針對正在被測量的該物體表面來取得一三維之映圖 $[(X_{i1} + \Delta_{i1}, \theta_i, Z_{i1}), (X_{i2} + \Delta_{i2}, \theta_i, Z_{i2}) \dots (X_{in} + \Delta_{in}, \theta_i, Z_{in})] (i:1, 2 \dots m)$ ，該映圖涉及和在該第四軸(θ)的不同角位置($\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m$)處於該第一軸(x)之中含有該修正差($\Delta_{i1}, \Delta_{i2}, \dots, \Delta_{in}$)的該等基準點($X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}$)以及該物體在該第二軸(z)之中的位置($Z_{i1}, Z_{i2}, \dots, Z_{in}$)有關的幾個參數。

6.如申請專利範圍第2項的方法，其中進一步包含一用以定位要被測量之該物體(300)的置中步驟，俾使得該測量狹縫(m)會被投射在該物體(300)的頂點位置上，該置中步驟包括：

將至少兩個側狹縫投射在該顯微鏡物鏡(150)的聚焦平面上，該等側狹縫實質上平行於該測量狹縫(m)並且在一第

三軸(y)之中與該測量狹縫(m)分隔一給定的距離，俾使得該測量狹縫(m)會位於該等側狹縫之間；以及

改變該物體(300)在該第三軸(y)之中的位置直到位於該測量狹縫(m)兩個側邊處的兩個側狹縫中並且在兩個側邊處與該測量狹縫(m)均等分隔的聚焦點(P)被發現位於該第一軸(x)之中的相同座標中為止。

7.如申請專利範圍第1項或第2項的方法，其中，同步地移動該第二軸(z)以便保持該聚焦點(P)盡可能接近該該等其他基準點(X_2 、 X_3 、... X_n)係藉由使用一以結構式照射為基礎的聚焦深度演算法。

8.如申請專利範圍第1項或第2項的方法，其中進一步包括針對每一個視場區(F)決定位於該等視場區(F)之中相同事先決定位置處的該基準點及該等其他基準點(X_1 、 X_2 、 X_3 、... X_n)。

9.如申請專利範圍第1項或第2項的方法，其中，該等聚焦點(P)會被判定為該視場之中具有軸向響應之最大值的位位置點，該軸向響應係表示以結構式照射為基準之聚焦深度演算法的訊號如何在該第一軸(x)之中改變。

10.如申請專利範圍第1項或第2項的方法，其中，其進一步包括將該修正差(Δ_1 、 Δ_2 、... Δ_n)從像素單位轉換成長度單位的步驟，該修正差(Δ_1 、 Δ_2 、... Δ_n)係等於或小於 $1\ \mu\text{m}$ 。

11.一種用以根據前面申請專利範圍中任一項的方法來非接觸式測量一物體(300)之表面的設備(100)，其中，該設

備(100)包括：

光投射構件(110)，用以將光投射在一物體表面的一目標區域上，其中，在該物體表面的一第一軸(x)之中會有最接近於該聚焦點(P)的基準點(X_1 、 X_2 、 X_3 、... X_n)，該光投射構件(110)係適合用來將一光圖樣投射在該物體表面上，該光圖樣包含在該第一軸(x)之中將被投影在一顯微鏡物鏡(150)的聚焦平面上的至少一測量狹縫(m)；

影像獲取構件(120)，用以在該物體表面反射經投射光之後來獲取包括該等基準點(X_1 、 X_2 、 X_3 、... X_n)的視場區(F)的一影像；

用以決定在第二軸(z)之中的個別基準點(X_2 、 X_3 、... X_n)的位置(Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、... Z_n)的構件；

用以改變該物體(300)在第一軸(x)之中的位置的構件；

用以同步地改變該物體(300)在該第二軸(z)之中的位置的構件，俾使得該聚焦點(P)會盡可能保持接近該等基準點(X_2 、 X_3 、... X_n)；以及

置中構件，用以以該測量狹縫(m)會被投射在該物體(300)的頂點位置上的方式來定位要被測量之該物體(300)，該置中構件包含：

用以在對應的側軸(x')之中將至少兩個側狹縫投射在該顯微鏡物鏡(150)的聚焦平面上的構件，該側軸(x')實質上平行於該第一軸(x)並且在一第三軸(y)之中與該第一軸(x)分隔一給定的距離，俾使得該測量狹縫(m)會位於該等側狹縫之間；以及

用以改變該物體在該第三軸(y)之中的位置直到位於該測量狹縫(m)之兩個側邊處的兩個側狹縫中並且在兩個側邊處與該測量狹縫(m)均等分隔的聚焦點(P)被發現位於該第一軸之中的相同座標中為止的構件。

12.如申請專利範圍第 11 項的設備(100)，其中，該光投射構件(110)包括至少一 LED(111)、一光圈(112)、準直光學元件(113)、一面鏡(114)、一光學透鏡(115)、一射束分歧器(116)、以及顯微鏡物鏡(150)。

13.如申請專利範圍第 11 或 12 項的設備(100)，其中進一步包含用以改變該物體在該第三軸(y)之中的位置以便實行光柵掃描的構件。

14.如申請專利範圍第 11 或 12 項的設備，其中進一步包含用以繞著一穿過該物體(300)之一點的第四軸(θ)來改變該物體之角位置的構件，用以實行一角掃描以便取得該物體表面的一代表符。

15.如申請專利範圍第 11 項的設備，其中，用以決定該物體在第二軸(z)之中的位置(Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、... Z_n)的構件包括高準確度位置感測器構件(170)。

八、圖式：

(如次頁)

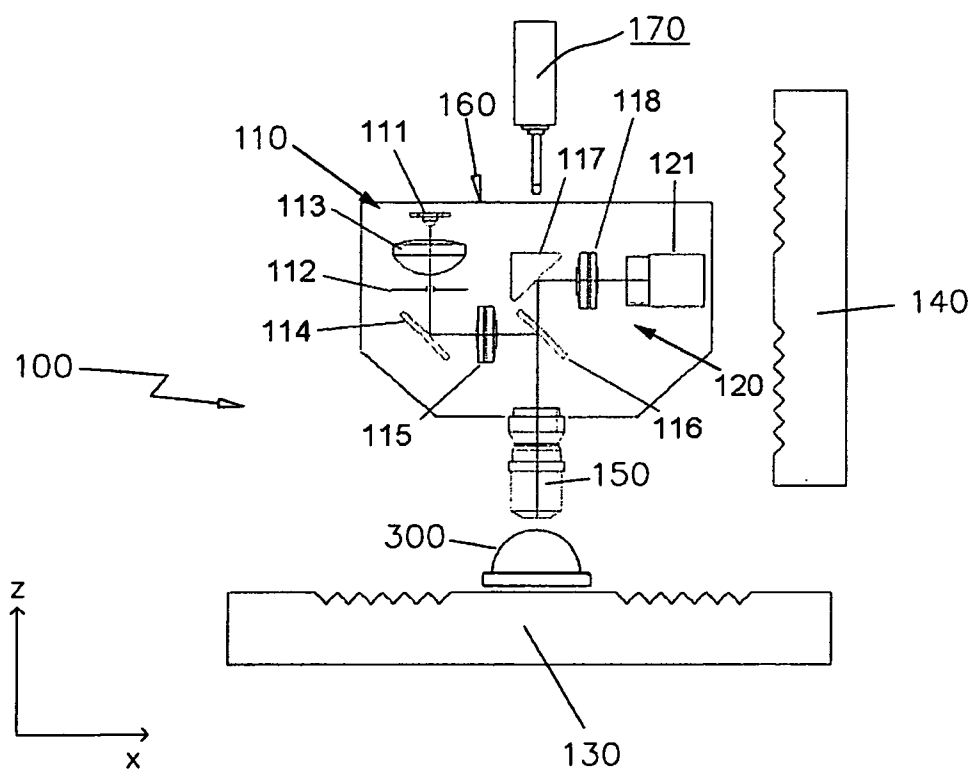


圖1

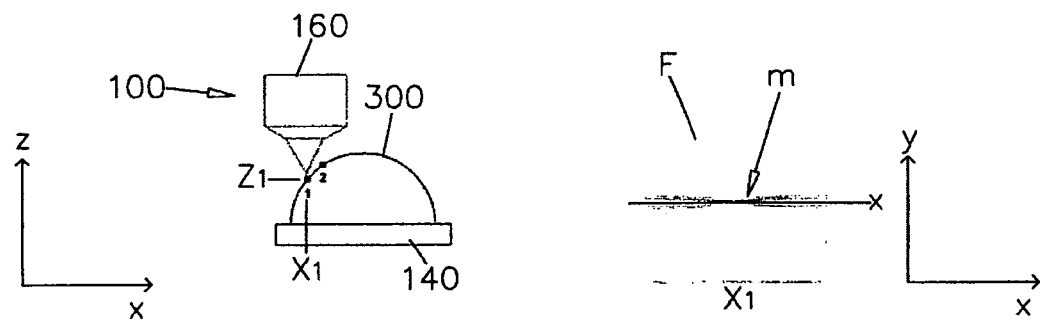


圖 2a

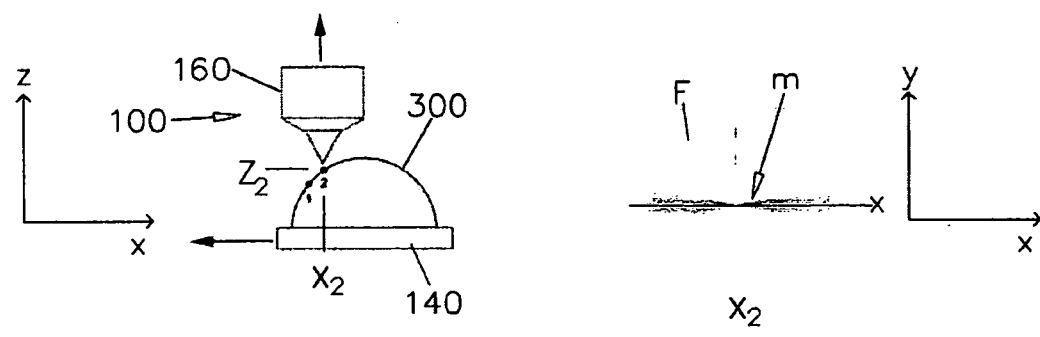


圖 2b

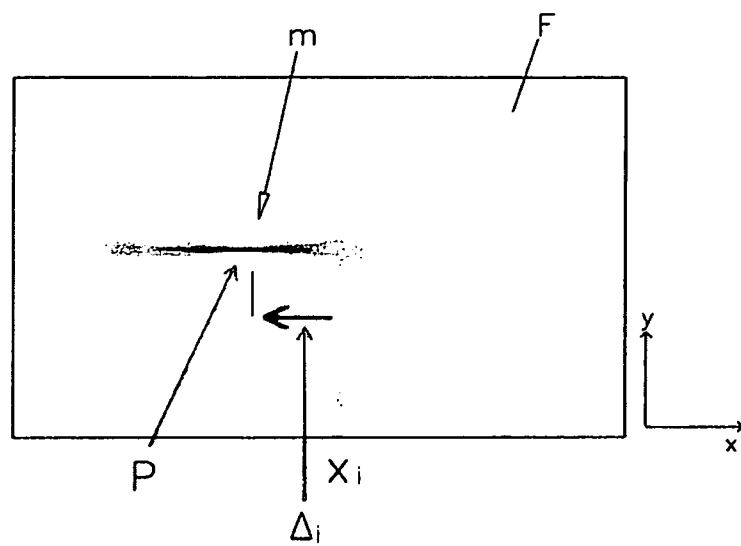


圖3