



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201822941 A

(43)公開日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：105143329

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 27 日

(51)Int. Cl.：

B23Q11/00 (2006.01)**B23Q17/24 (2006.01)**(71)申請人：國家中山科學研究院(中華民國) NATIONAL CHUNG-SHAN INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY (TW)

桃園市龍潭區中正路佳安段 481 號

(72)發明人：黃宜裕 HWANG, YI YUH (TW)；張偉國 CHANG, WEI KUO (TW)；劉立中 LIU,
LI CHUNG (TW)

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：3 共 18 頁

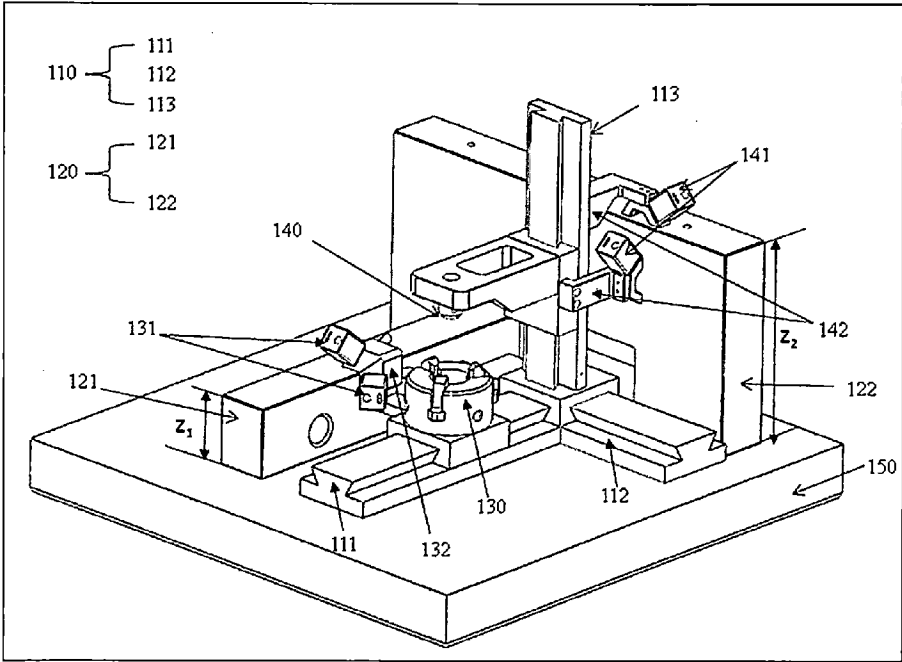
(54)名稱

一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置

(57)摘要

一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置，包括：一三軸平移台，其包含一 X 軸平移台、一 Y 軸平移台及一 Z 軸平移台，該 X 軸平移台、Y 軸平移台及 Z 軸平移台相互垂直設置；一定位基座單元，係用來提供定位座標，其包含一 X 軸定位基座、一 Y-Z 軸定位基座，該 X 軸定位基座、Y-Z 軸定位基座相互垂直設置；一物件單元，設置於該 X 軸平移台上，係用來固定物件，其包含有二個光斑影像讀取頭；一加工單元，設置於該 Z 軸平移台上，係用來加工物件，其包含有二個光斑影像讀取頭。藉此，上述裝置具有熱漂移精密量測校正及補償的功能，可避免因熱膨脹效應影響高精密加工裝置的加工精密度。

指定代表圖：



第一圖

符號簡單說明：

- 110 . . . 三軸平移台
- 111 . . . X 軸平移台
- 112 . . . Y 軸平移台
- 113 . . . Z 軸平移台
- 120 . . . 定位基座單元
- 121 . . . X 軸定位基座
- 122 . . . Y-Z 軸定位基座
- 130 . . . 物件單元
- 131、141 . . . 光斑影像讀取頭
- 132、142 . . . 固定臂
- 140 . . . 加工單元 (刀具單元)

發明專利說明書

【發明名稱】 一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種精密加工之裝置，特別是關於一種具有熱漂移精密量測校正及補償機制的裝置。

【先前技術】

【0002】 現今產業在產能極大化的目標下，工廠內的設備都必須在長時間作業的情況下，設備機台本身產生的熱能或環境溫度的變化，將導致設備機台因熱效應而使機台產生微量的熱變形，將造成高精密加工機具的刀具及工件的相對位置發生變化，進而引起加工尺寸或形狀的偏差，最後造成加工精度的降低，無法達到高精密度的要求；另根據誤差分析，高精密度工具機加工時的誤差約有 40%至 70%是由熱變形所造成，因此，高精密度工具機熱行為表現的優劣程度，可視為衡量精度與穩定度的重要指標之一，若熱行為表現具有重現性與穩定性，表示工具機可長時間維持良好加工品質，反之，若工具機的熱行為模式變異過大，則加工品質便難以確保。

【0003】 有鑒於此，許多國家及國際大廠便將解決熱誤差的技術，視為達到高加工精度與高穩定度的技術象徵，並代表國家高精密度加工製程的能力，像國際大廠 Okuma 公司的

熱親合技術與 Makino 公司的熱源冷卻抑制技術等，就是目前國內尚無法達到的技術；目前國外大廠用來降低機台熱變形量的方法，包括有：1.設計熱對稱及熱平衡的機體結構，使工具機熱變形誤差的產生具備對稱特性與可掌握性、2.採用熱親合機體，有效降低工具機機體的熱變形量、3.採用多通道零熱源冷卻技術，有效降低熱源溫度之變化量、4.機體熱點量測及熱變形補償，但上述技術每一項都需具由強大的基礎工業能力，且必須全部執行才可達到充分的熱效應誤差控制，其複雜度、困難度及製作成本都很高，為目前國內業者無法達到的技術。

【0004】 目前國內工具機相關製造廠商解決工具機熱變形方法，主要藉由開發 CNC 數控系統的熱變形控制技術，包括：1.利用溫度感測器安置於機體溫度變化較顯著位置(可利用紅外線熱像儀進行量測)，以擷取機台溫度變化、2.架設三維量測儀，來量測及記錄機台溫升變形量、3.利用溫度及熱變形量數據，來建立機台熱變形模型、4.建立機台熱變形量模型及溫升補正驗證設備；但利用 CNC 數控系統的熱變形控制技術，採用量測機台溫度變化量，再透過機台熱變形模組內建軟體來計算出機台即時熱變形量，做為加工主軸熱補償校正位移量，但此項技術由於其熱變形模組軟體開發時，機台熱源與環境溫度取樣範圍無法完全模擬實際狀況，取樣有限，且當機台工作時日增加後，機台內發熱特性將逐漸改變且其

工作環境溫度變化若太大等因素，都將會造成原先設定之校正軟體計算誤差，造成熱效應誤差補償機制的失效。

【0005】 因此目前業界極需發展出一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置，具有低成本、簡單態樣的熱變形校正精度的方法，如此一來，方能同時兼具製程成本與效率，利用熱漂移精密量測校正及補償的機制來有效提升多軸加工機之加工精度。

【發明內容】

【0006】 鑒於上述習知技術之缺點，本發明之主要目的在於提供一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置，整合一三軸平移台、一定位基座單元、一物件單元、一加工單元等，以有效控制熱漂移產生的誤差，獲得高品質精密加工的裝置。

【0007】 為了達到上述目的，根據本發明所提出之一方案，提供一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置，包括：一三軸平移台，其包含一 X 軸平移台、一 Y 軸平移台及一 Z 軸平移台，該 X 軸平移台、Y 軸平移台及 Z 軸平移台相互垂直設置；一定位基座單元，係用來提供定位座標，其包含一 X 軸定位基座、一 Y-Z 軸定位基座，該 X 軸定位基座、Y-Z 軸定位基座相互垂直設置；一物件單元，設置於該 X 軸平移台上，係用來固定物件，其包含有二個光斑影像讀取頭；一加工單元，設置於該 Z 軸平移台上，係用來加工物件，其包含有二個光斑影像讀取頭。

【0008】 上述中 X 軸定位基座台可以設計為平行該 X 軸平移台(但不以此為限)，Y-Z 軸定位基座台可以設計為平行該 Y 軸平移台(但不以此為限)，其中，X 軸平移台上的物件單元，可利用一個固定臂來作為與兩個光斑影像讀取頭的連結(但不以此為限)，讓物件單元與光斑影像讀取頭形成一體，固定住物件單元與光斑影像讀取頭間的距離，而物件單元主要的功能是固定住待加工的物品，用以承載待加工的物品；而 Y-Z 軸平移台上的加工單元，可利用兩個固定臂來作為與兩個光斑影像讀取頭的連結(但不以此為限)，讓加工單元與光斑影像讀取頭形成一體，固定住加工單元與光斑影像讀取頭間的距離，而加工單元主要的功能是提供加工的器具，例如一刀具，用以加工待加工的物品。

【0009】 物件單元上的光斑影像讀取頭是用來讀取該 X 軸定位基座台表面的不變形光斑影像，且兩個光斑影像讀取頭分別用來讀取該 X 軸定位基座台不同面的不變形光斑影像，例如，其中一個光斑影像讀取頭讀取 X 軸定位基座台上的 $Z = Z_1$ 之 X-Y 平面的不變形光斑影像，另一個光斑影像讀取頭則讀取 X 軸定位基座台上的 $Y = 0$ 之 X-Z 平面的不變形光斑影像，如此一來，可將物件單元定義出在 X 軸定位基座台上的光斑影像定位座標；加工單元上的光斑影像讀取頭是用來讀取該 Y-Z 軸定位基座台表面的不變形光斑影像，且兩個光斑影像讀取頭分別用來讀取該 Y-Z 軸定位基座台不同面

的不變形光斑影像，例如，其中一個光斑影像讀取頭讀取 Y-Z 軸定位基座台上的 $Z = Z_2$ 之 X-Y 平面的不變形光斑影像，另一個光斑影像讀取頭則讀取 Y-Z 軸定位基座台上的 $X = 0$ 之 Y-Z 平面的不變形光斑影像，如此一來，可將加工單元定義出在 Y-Z 軸定位基座台上的光斑影像定位座標。

【0010】 本發明中的 X 軸定位基座及 Y-Z 軸定位基座可以設計為一低熱膨脹係數材質建構而成，該低熱膨脹係數材質可選自零膨脹玻璃、不變鋼 invar、花崗岩其中之一(但不以此為限)。

【0011】 以上之概述與接下來的詳細說明及附圖，皆是為了能進一步說明本創作達到預定目的所採取的方式、手段及功效。而有關本創作的其他目的及優點，將在後續的說明及圖式中加以闡述。

【圖式簡單說明】

【0012】 第一圖係為本發明一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置示意圖；

第二圖係為本發明一種物件單元座標讀取示意圖；

第三圖係為本發明一種加工單元座標讀取示意圖。

【實施方式】

【0013】 以下係藉由特定的具體實例說明本創作之實施方式，熟悉此技藝之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地了解本創作之優點及功效。

【0014】 不同於先前藉由熱變形補償技術先量取機台溫度變化，再算出機台熱變形量的方法，我們揭露新的解決方法，是在多軸加工機台上，安裝熱膨脹三維校正定位基座，利用此低熱膨脹量三維定位基座之低熱變異特性，配合不變形光斑影像取像定位技術，同時提供加工(刀具)單元及物件單元之三維熱膨脹感知位移量，進而可精確獲得加工(刀具)單元與物件單元之三維相對熱飄移量，用來校正補償加工機定位精度，滿足多軸加工機之精密加工定位需求。

【0015】 請參閱第一圖，為本發明一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置示意圖。如圖一所示，本發明所提供一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置，包括：一三軸平移台 110，其包含一 X 軸平移台 111、一 Y 軸平移台 112 及一 Z 軸平移台 113，該 X 軸平移台 111、Y 軸平移台 112 及 Z 軸平移台 113 相互垂直設置；一定位基座單元 120，係用來提供定位座標，其包含一 X 軸定位基座 121、一 Y-Z 軸定位基座 122，該 X 軸定位基座 121、Y-Z 軸定位基座 122 相互垂直設置；一物件單元 130，設置於該 X 軸平移台上 111，係用來固定物件，其包含有二個光斑影像讀取頭 131；一加工單元 140，設置於該 Z 軸平移台 113 上，係用來加工物件，其包含有二個光斑影像

讀取頭 141；一機台座 150，用以提供穩定的基底，上述所有元件皆設置於該機台座 150 上。

【0016】 本發明中光斑影像讀取頭 131、141 的不變形光斑取像定位技術中，設計了(不變形)光斑影像讀取頭 131、141 可以確認一個建射性干涉斑點進入二維影像器取像窗到移出取像窗，此干涉斑點之相對光程差變化量小於五分之一波長，所以進入光斑影像取像範圍之建射性光斑亮點，到移出光斑影像取像範圍之光斑，大部分還是維持建設性干涉，看起來還是一個亮點，此光斑影像經影像處理軟體(SAD、SSD、NCC、SURF、SIFT 等)比對定位，可以獲得正確比對位移量，此位移量是擷取相鄰 2 張不變形光斑影像進行光斑影像特徵點之產生與比對，利用統計消去法，去除大於位移標準差 1.5 倍之特徵配對點，可以精確比對兩張相鄰光斑影像在像平面位移量之標準差小於 0.008 像素大小，約等於百分之一像素之標準差大小，因此，利用(不變形)光斑影像讀取頭擷取熱膨脹物體表面前後兩張光斑影像，再經 SIFT 或 SURF 等圖像比對定位方法，可精確獲得物面熱膨脹前後之相對熱膨脹位移量，提供本發明所需之精密位移量測數據。

【0017】 實施例

本發明設計使用低熱膨脹係數材質之三維定位基座單元 120，包括 X 軸花崗岩定位基座(X 軸定位基座 121)及光斑牆(Y、Z 軸)花崗岩定位基座(Y-Z 軸定位基座 122)，其中，X 軸花

崗岩定位基座及光斑牆(Y、Z軸)花崗岩定位基座互相垂直，而物件單元（包含一個物件夾持裝置及C軸旋轉台）則為承載、固裝加工物件之機械單元，可以在X軸平移台111移動及在C軸旋轉台轉動(未標示)，另外，刀具單元(加工單元140)為承載、固裝加工刀具之機械單元，可以在Y、Z雙軸平移台移動及在A軸旋轉台轉動；本發明利用固定臂142將光斑影像讀取頭141與刀具單元140固裝成一體，利用固定臂142上之二個不變形光斑影像讀取頭141，來讀取刀具單元140在光斑牆(Y、Z軸)花崗岩定位基座(Y-Z軸定位基座122) $X = 0$ 之Y-Z表面定位點之光斑影像。

【0018】 請參閱第二圖，為本發明一種物件單元座標讀取示意圖。如圖二所示，物件單元二個光斑影像定位點於X軸定位基座121上的三維校正用的定位基座之座標，分別是 $Y=0$ 、X-Z面之光斑影像定位點座標 $(X_{\text{object}}, 0, Z_{\text{object}})$ 及 $Z = Z_1$ 、X-Y面之光斑影像定位點座標 $(X_{\text{object}}, Y_{\text{object}}, Z_1)$ ，綜合二定位點可得物件單元定位於花崗岩三維校正用的定位基座之光斑影像定位座標為 $(X_{\text{object}}, Y_{\text{object}}, Z_{\text{object}})$ ，其中，該三維校正用的定位基座之座標，係利用物件單元上的兩個光斑影像讀取頭分別讀取該X軸定位基座台不同面的不變形光斑影像，來定義出物件單元定位點座標 $(X_{\text{object}}, Y_{\text{object}}, Z_{\text{object}})$ 。

【0019】 請參閱第三圖，為本發明一種加工單元座標讀取示意圖。如圖三所示，刀具單元(加工單元)之固裝方式較複

雜，先是將 Z 軸平移台固裝於 Y 軸平移台上，所以移動 Y 方向位移是移動整個 Z 軸平移台，然後刀具單元再固裝於 Z 軸平移台上，因此刀具單元可以做 Y、Z 方向之移動，本實施例在 Z 軸平移台頂端，加裝光斑影像讀頭的固定臂，用來量取 Y-Z 軸定位基座 $Z=Z_2$ 之 X-Y 面之光斑影像定位點座標 $(X_{\text{cutter}}, Y_{\text{cutter}}, Z_2)$ ，而另一固定臂，用來量取 Y-Z 軸定位基座 $X=0$ 之 Y-Z 面之光斑影像定位點座標 $(0, Y_{\text{cutter}}, Z_{\text{cutter}})$ ，綜合二定位點可得刀具單元定位於花崗岩三維校正用的定位基座之光斑影像定位座標為 $(X_{\text{cutter}}, Y_{\text{cutter}}, Z_{\text{cutter}})$ ，其中，該刀具單元的三維校正用的定位基座之座標，係利用刀具單元上的兩個光斑影像讀取頭分別讀取該 Y-Z 軸定位基座不同面的不變形光斑影像，來定義出加工(刀具)單元定位點座標 $(X_{\text{cutter}}, Y_{\text{cutter}}, Z_{\text{cutter}})$ 。

【0020】 由上述物件單元定位於花崗岩三維校正用的定位基座(X 軸定位基座)之光斑影像定位座標 $(X_{\text{object}}, Y_{\text{object}}, Z_{\text{object}})$ 及刀具單元定位於花崗岩三維校正用的定位基座(Y-Z 軸定位基座)之光斑影像定位座標 $(X_{\text{cutter}}, Y_{\text{cutter}}, Z_{\text{cutter}})$ ，配合各個光斑影像讀取頭固定臂固裝尺寸、方位，可獲得物件單元與刀具單元幾何中心相對於花崗岩三維校正用的定位基座之絕對座標位址；三維校正用的定位基座(定位基座單元)之製做精度會影響未來機台熱膨脹補償校正精度，所以必須要求 X 軸定位基座要盡量垂直 Y-Z 軸光斑牆(Y-Z 軸定位基座)，另外也需製做 X、Y、Z 三軸之起始定位標線，製做 $Z=Z_1$ 、X-Y 面之 $X=X_0$ ，

X 軸起始定位標線及 $Y = 0$ 、X-Z 面之 $X = X_0$ ，X 軸起始定位標線，此二條 X 軸起始定位標線之 X 軸讀值是一樣的，同樣地製作 $Z = Z_0$ 、X-Y 面之 $Y = Y_0$ 之 Y 軸起始定位標線及 $X = 0$ 、Y-Z 面， $Z = Z_0$ ，Z 軸起始定位標線，此三軸工作起始標線定位精度也會影響未來機台熱膨脹補償校正精度。

【0021】 本發明使用足夠強壯之花崗岩作為三維校正用的定位基座，使其總變形量小於規格值，再設計良好絕熱機構，使機台熱量不易傳到花崗岩三維校正用的定位基座(定位基座單元)，而且花崗岩三維校正用的定位基座之本體溫度很容易被精確控制，因此花崗岩三維校正用的定位基座可以提供一個極佳、極穩定之三維參考座標系統；本發明提出在多軸加工機台上，置入低膨脹係數之三維校正用的定位基座，利用三維校正用的定位基座本身之低熱變異特性及良好剛性，提供一個不會隨溫度變化之三維座標定位基座，配合時時讀取物件單元及刀具單元於花崗岩三維定位基座之絕對定位座標，回饋於軸控單元，進行精密加工，此加工定位方法，可以時時消除機台熱變形誤差，獲得極佳之加工精度。

【0022】 上述之實施例僅為例示性說明本創作之特點及功效，非用以限制本創作之實質技術內容的範圍。任何熟悉此技藝之人士均可在不違背創作之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與變化。因此，本創作之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍所列。

【符號說明】

110	三軸平移台
111	X 軸平移台
112	Y 軸平移台
113	Z 軸平移台
120	定位基座單元
121	X 軸定位基座
122	Y-Z 軸定位基座
130	物件單元
131、141	光斑影像讀取頭
132、142	固定臂
140	加工單元(刀具單元)

201822941

發明摘要

※ 申請案號： 105143329

※ 申請日： 105/12/27

※IPC 分類： **B23Q 11/00** (2006.01)
B23Q 17/24 (2006.01)

【發明名稱】 一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置

【中文】

一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置，包括：一三軸平移台，其包含一X軸平移台、一Y軸平移台及一Z軸平移台，該X軸平移台、Y軸平移台及Z軸平移台相互垂直設置；一定位基座單元，係用來提供定位座標，其包含一X軸定位基座、一Y-Z軸定位基座，該X軸定位基座、Y-Z軸定位基座相互垂直設置；一物件單元，設置於該X軸平移台上，係用來固定物件，其包含有二個光斑影像讀取頭；一加工單元，設置於該Z軸平移台上，係用來加工物件，其包含有二個光斑影像讀取頭。藉此，上述裝置具有熱漂移精密量測校正及補償的功能，可避免因熱膨脹效應影響高精密加工裝置的加工精密度。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 一 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

110	三軸平移台
111	X軸平移台
112	Y軸平移台
113	Z軸平移台
120	定位基座單元
121	X軸定位基座
122	Y-Z軸定位基座
130	物件單元
131、141	光斑影像讀取頭
132、142	固定臂
140	加工單元(刀具單元)

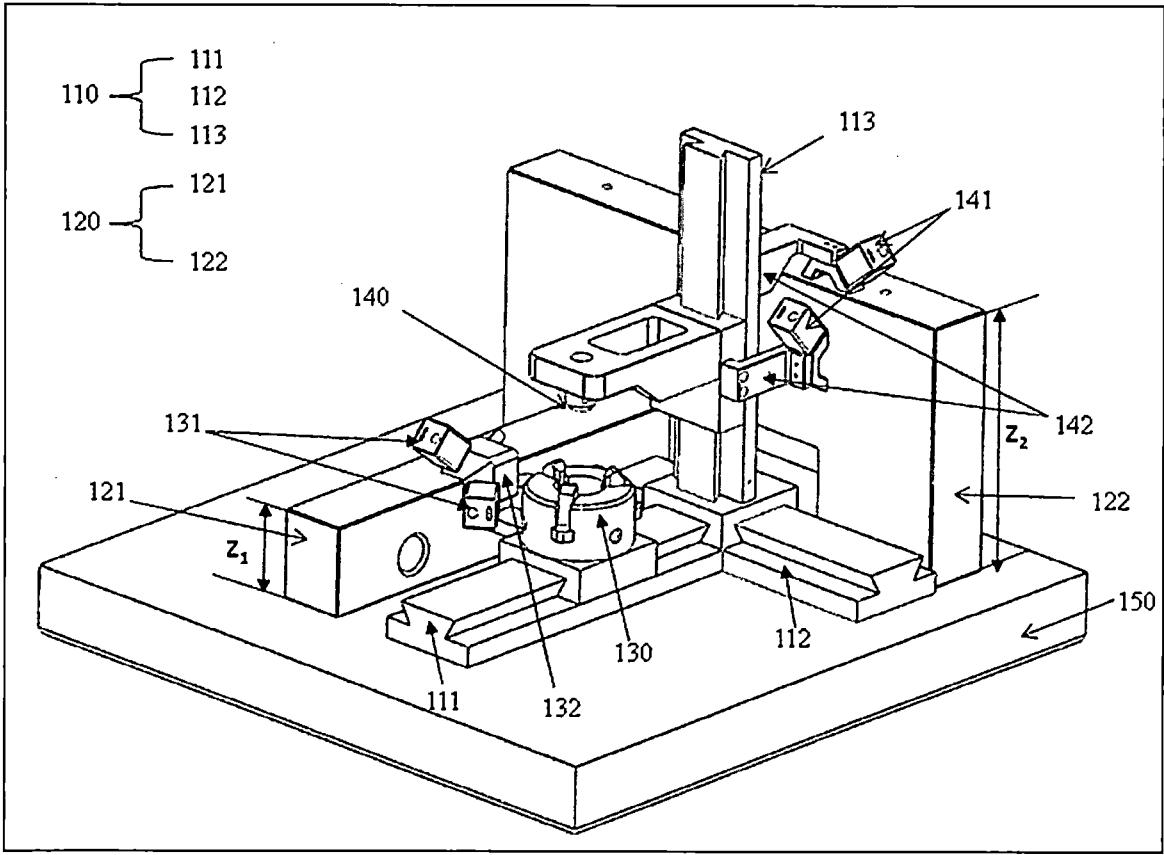
【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

申請專利範圍

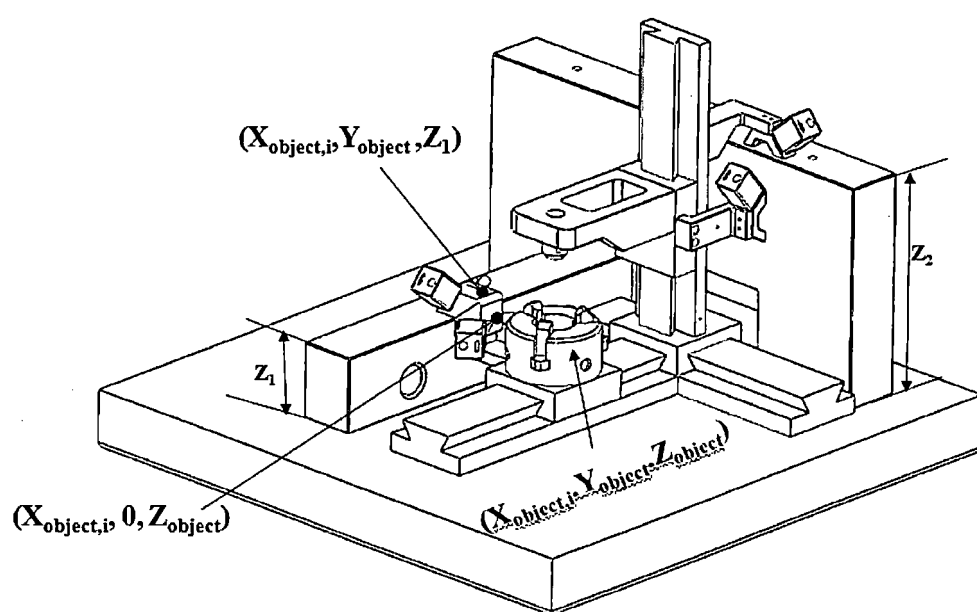
1. 一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置，包括：
一三軸平移台，其包含一X軸平移台、一Y軸平移台及一Z軸平移台，該X軸平移台、Y軸平移台及Z軸平移台相互垂直設置；
一定位基座單元，係用來提供定位座標，其包含一X軸定位基座、一Y-Z軸定位基座，該X軸定位基座、Y-Z軸定位基座相互垂直設置；
一物件單元，設置於該X軸平移台上，係用來固定物件，其包含有二個光斑影像讀取頭；
一加工單元，設置於該Z軸平移台上，係用來加工物件，其包含有二個光斑影像讀取頭。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該 X 軸定位基座台係平行該 X 軸平移台。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該 Y-Z 軸定位基座台係平行該 Y 軸平移台。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該物件單元係以一固定臂連結該光斑影像讀取頭。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該物件單元上的光斑影像讀取頭係用來讀取該 X 軸定位基座台的不變形光斑影像。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該物件單元上的兩個光斑影像讀取頭係分別用來讀取該 X 軸定位基座台不同面的不變形光斑影像。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該加工單元係以一固定臂連結該光斑影像讀取頭。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該加工單元上的光斑影像讀取頭係用來讀取該 Y-Z 軸定位基座台的不變形光斑影像。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該加工單元上的兩個光斑影像讀取頭係分別用來讀取該 Y-Z 軸定位基座台不同面的不變形光斑影像。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該 X 軸定位基座及 Y-Z 軸定位基座係為一低熱膨脹係數材質建構而成，該低熱膨脹係數材質係選自零膨脹玻璃、不變鋼 invar、花崗岩其中之一。

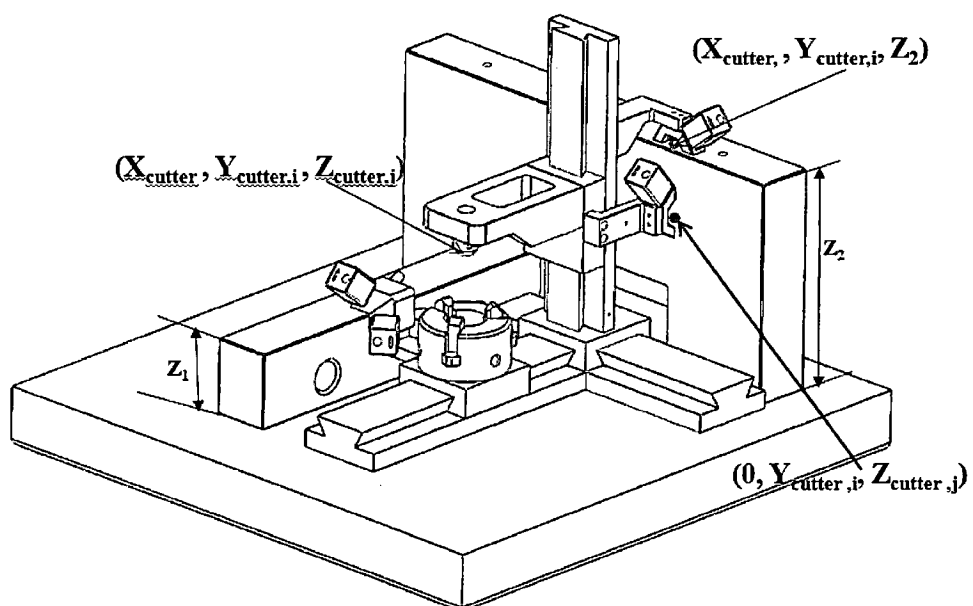
圖式



第一圖



第二圖



第三圖

申請專利範圍

1. 一種熱漂移精密量測校正及補償之裝置，包括：
一三軸平移台，其包含一X軸平移台、一Y軸平移台及一Z軸平移台，該X軸平移台、Y軸平移台及Z軸平移台相互垂直設置；
一三維定位基座單元，係用來提供三維定位座標，其包含一X軸定位基座、一Y-Z軸定位基座，該X軸定位基座、Y-Z軸定位基座相互垂直設置；
一物件單元，設置於該X軸平移台上，係用來固定物件，其包含有二個光斑影像讀取頭；
一加工單元，設置於該Z軸平移台上，係用來加工物件，其包含有二個光斑影像讀取頭，其中，該加工單元係以一固定臂連結該光斑影像讀取頭。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該 X 軸定位基座台係平行該 X 軸平移台。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該 Y-Z 軸定位基座台係平行該 Y 軸平移台。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該物件單元係以一固定臂連結該光斑影像讀取頭。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該物件單元上的光斑影像讀取頭係用來讀取該 X 軸定位基座台的不變形光斑影像。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該物件單元上的兩個光斑影像讀取頭係分別用來讀取該 X 軸定位基座台不同面的不變形光斑影像。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該加工單元上的光斑影像讀取頭係用來讀取該 Y-Z 軸定位基座台的不變形光斑影像。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該加工單元上的兩個光斑影像讀取頭係分別用來讀取該 Y-Z 軸定位基座台不同面的不變形光斑影像。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱漂移精密量測校正及補償之裝置，其中，該 X 軸定位基座及 Y-Z 軸定位基座係為一低熱膨脹係數材質建構而成，該低熱膨脹係數材質係選自零膨脹玻璃、不變鋼 invar、花崗岩其中之一。