

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： 96103945

※ 申請日期： 96.2.2

※IPC 分類： ~~G06F~~

G01B 11/03 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

校準系統及其使用方法

ALIGNMENT CORRECTION SYSTEM AND METHODS OF USE
THEREOF

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商吉爾森公司

GILSON, INC.

代表人：(中文/英文)

丹尼爾 J 曼菲特

MAFFET, DANIEL J.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國威斯康辛州米多頓市寶曼特街3000號郵政信箱620027

3000 PARMENTER STREET, P.O. BOX 620027, MIDDLETON,

WISCONSIN 53562-0027, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 羅伯特 J 諾頓
NORTON, ROBERT J.
2. 克里斯多福 J 戴維斯
DAVIS, CHRISTOPHER J.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 美國 U.S.A.

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： 年 月 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. 美國；2006年02月03日；11/347,355

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

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】

本發明係關於用於恰當對準之直角座標型機器人及方法。更特定言之，本發明使用光反射球體及一雷射來定位特定點，其可接著用以決定校正因數。

【先前技術】

所製造的直角座標型機器人在其至目標位置之運動中通常具有三個主要可校正誤差來源。第一誤差來源係偏移誤差，即在底架之區域上不變化的X或Y位移。第二誤差分量係標度不準確度，其中命令運動系統地導致比所請求運動多或少的運動。第三誤差來源係傾斜，此時所請求的X運動產生一非預期的Y運動，或所請求的Y運動產生一非預期的X運動。

此等三個誤差(偏移、標度不準確度及傾斜)係機器特定誤差且無法針對所製造的所有機器人進行預設。對於所製造的每一機器，必須決定該等誤差中的每一個且必須設定校正因數。由於各種事件(包括常規操作、機器移動或顛簸)而亦必須不時地(或作為規則維護排程之部分)重新決定及重置校正因數。

因為需要針對每一機器設定校正因數，所以需要一種簡單且可靠的決定此等因數之校準系統及方法。因此提供此一系統及方法。

【發明內容】

一方面，本發明係關於一種校準系統。該校正系統包含

光源與感測器(或探針)，其可定位於一探針平面內，該探針平面係實質上平行於包含校正系統之基底(或底架)的一平面。通常，光源與感測器係位於一直角座標型機器人(或X-Y繪圖機)的一受驅動臂上。該光源可為任何光源，其包括但不限於雷射光源。該基底包含一具有實質上位於一單一平面內之若干目標位置的表面，每一目標位置係適於接收一光反射物體。在本發明之某些具體實施例中，該光反射物體係一光反射球體。該基底可視準確校正誤差所必需之位置數而具有一單一目標位置、兩個目標位置、三個目標位置、或更多目標位置。此外，一或多個光反射物體可各位於該等目標位置之一處。探針平面應位於離基底平面一距離之位置處，以便探針可採用一束光照射每一目標位置且感測器可偵測自位於此一目標位置處之任何光反射物體所反射之光。該等光反射物體允許光與感測器偵測一特定點。在光反射物體係光反射球體之情況下，該特定點係球體之曲率頂點。一旦定位了該等物體中的一或多個之位置，即可使用此等已定位位置來計算校正因數以調整任何直角座標型機器人或X-Y繪圖機系統內固有的三個主要誤差來源。本發明亦提供一種使用上述系統藉由採用來自探針之該束光照射該等光反射物體中的一或多個並採用探針上的一感測器偵測自該等物體所反射之光來校正對準誤差的方法。接著，可依據偵測到的反射光來計算對準誤差。

另一方面，本發明提供一種校正一機器內之對準誤差的

方法，其包含：(1)在位於該等目標位置之一處的該等光反射物體之一的上方定位校準系統之探針；(2)採用來自探針光源的一束光照射光反射物體；(3)採用探針感測器偵測自光反射物體所反射之光；(4)相對於光反射物體重新定位探針直到反射光達到最大值並記錄最大值情況下之探針位置；(5)針對那裏具有一光反射物體的每一目標位置重複以上步驟，並依據步驟4中所收集之資料決定對準誤差。藉由該方法所決定之對準誤差可為偏移誤差、標度不準確度或傾斜中的一或多個。

【實施方式】

如圖1與2所示，本發明之校準系統10具有一直角座標型機器人臂50(或等效地具有一X-Y繪圖機)，其係以垂直置放於一基底(即底架)100上的一方式進行安裝，機器人與基底佔據實質上平行的平面。

基底之表面具有一系列孔或凹陷，可將光反射物體70定位於該等孔或凹陷內。將該等孔或凹陷中的每一個稱為一參考點，或等效地稱為一目標位置。如本申請案之用法，光反射物體可包括球體。本發明之光反射球體可包括反射光之球體或球體之部分。適合用於本發明之校準系統內的光反射球體包括市售不銹鋼、鈦、碳化矽、碳化鎢、或陶瓷球軸承；其他金屬塗布球體，例如但不限於由玻璃、塑膠、木頭、陶瓷或石頭製成之球體；及其他反射式凸形表面，例如鏡與玻璃。光反射球體不需要為完整球體；其可為半球或更小(只要可自球體反射光即可)，或球體之部分

(只要可決定球體之頂點即可)。

除了係參考點之位置之外，基底亦可為一用於支架(例如試管固持器、微量滴定板)之固持器，或用於單一或多個樣本之任何支架或固持器。機器人或繪圖機亦可具有Z座標控制；不過，Z座標控制對於在基底上的特定點上方對準裝置而言並不重要。

校準系統之直角座標型機器人係一適於移至基底表面上方之任何X-Y座標之X-Y驅動器之部分。直角座標型機器人可具有藉以可將一材料遞送至基底或與基底相關之支架的一附著探針。該探針可為可設計成遞送在一位置處拾取並沈積於另一位置處之固體材料的一遞送探針，或可將機器人與探針設計成將液體材料遞送至基底或與基底相關之支架。

校準系統亦可具有位於直角座標型機器人上的一光源與一感測器230。在某些具體實施例中，該光源可為一雷射光源。光源與感測器可為以可移除方式或永久地附著於直角座標型機器人的一對準探針，或可以取代遞送探針之方式安裝光源與感測器，一旦完成對準程序，即可接著重新附著遞送探針。光源與感測器可定位於實質上平行於基底平面且離基底平面一距離的一平面內，以便雷射可採用一束光照射每一目標位置且感測器可偵測自位於基底上或基底附近之任何光反射物體所反射之光。該雷射光束之位置係實質上垂直於基底平面。

可將光源與感測器組合成一單一單元，例如回射雷射光

學感測器，或其他回射光光學感測器。回射雷射光學感測器具有一雷射發射來源及一雷射感測器。該雷射發射來源產生一雷射光束，當照射一反射表面時，該雷射光束會反向反射至感測器，感測器接著偵測反射雷射光束之存在且亦測量反射雷射光束之強度。可以市售方式獲得此類型之配置且可很容易將其調適成附著於X-Y繪圖機或直角座標型機器人裝配件。市售來源包括但不限於：來自Keyence International (Woodcliff Lake, NJ)的LV系列雷射光學感測器、來自Micro-Epsilon (Raleigh, NC)之scanCONTROL及optoNCDT系列雷射感測器及來自Aromat公司 Matsushita/Panasonic集團(New Providence, NJ)的同軸回射型雷射感測器(例如LS-H91F)。

如本發明之用法，"實質上平行"或"實質上垂直"係意欲說明在系統之公差內預期平行或垂直但由於正規製造中之變化或其他外部因素而並未完全平行或垂直之物體間之對準。因此，應明白，當偏離完全平行或垂直之任何變化總體上不會負面影響對準系統之方法時，對準係實質上平行或實質上垂直。例如，熟習此項技術者應明白，當機器人與基底之平行平面之置放位置彼此僅分離若干英吋時，該等平行平面具有 5° 偏離之情況係完全可以接受的，不過，若該等平行平面之置放位置彼此分離若干英尺，則 5° 偏離可能不可接受。在實質上垂直之情況下，若1 mm之位置誤差係可容許的，則可能需要100 mm之運動之準確度在 $\pm 0.5^{\circ}$ 範圍內。因此，若希望該等項目垂直或平行，則需要針對所

製造的每一特定系統評估實質上平行或實質上垂直，但可容許偏離平行或垂直放置之某一度數變化。

如上所述，對於所製造的每一直角座標型機器人，可能需要個別地決定偏移、標度不準確度及傾斜誤差，或可能需要決定該等誤差中的兩個誤差或所有三個誤差。誤差校正等式可表示為：

$$X' = K_1 + (K_2 * X) + (K_3 * Y)$$

$$Y' = K_4 + (K_5 * Y) + (K_6 * X)$$

對於所生產的每一機器，必須以實驗方式獲得六個常數 K_1 至 K_6 之值。 K_1 與 K_4 校正偏移誤差， K_2 與 K_5 校正標度不準確度，而 K_3 與 K_6 校正傾斜誤差。在此等式中， X 與 Y 項表示探針之請求位置，而 X' 與 Y' 表示所獲得的實際位置。接著可執行多重迴歸分析以決定恰當誤差校正座標。對於多重迴歸分析之計算方法，參見 Irwin Miller 與 John E. Freund 之 "Probability and Statistics for Engineers" §12.4，245 至 254 頁 (Albert A. Bennett 博士編輯，1965)。基於與所揭示之本發明不矛盾之所有目的，將 "Probability and Statistics for Engineers" 以引用方式全文併入本文中。

為找到此等常數之恰當值，必須準確地決定一組參考點內之每一參考點之位置(或目標位置)。應使此等參考點與直角座標型機器人底架(或基底)之固持機器人意欲解決之支架或作業的特徵準確對準。為確保準確放置該等參考點，可將其製造於基底內，或其可為一格柵之部分，該格柵係以每當將格柵附著於基底時均可重新定位參考點相對

於機器人臂之位置之一方式與基底相關。每當需要決定誤差校正因數時，此可透過加工、打孔、攻絲或將參考點及特徵放置於底架上的相同位置內的其他方式來完成。

一可能的參考點配置係位於切入底架內的孔、凹陷或圓槽上。此等孔之中心係準確地置放於允許計算校正常數之位置處。圖3僅顯示底架100上之許多可能的孔、凹陷或圓槽配置之一。為準確地決定校正因數，參考點較佳地包括(但並不需要)沿對角線放置於工作空間之相反側處的兩參考點110、120。由此等參考點所產生之資訊有助於標度不準確度常數計算。可將其他參考點130、140、150沿著相反對角線放置於靠近工作區域之中心的位置處。由此等參考點所產生之資訊主要影響偏移誤差常數 K_1 與 K_4 之準確度。可將另一參考點160放置於工作空間之第三角落處且有助於準確地確定傾斜校正常數。如圖3所示，儘管未必一定如此，但仍希望針對參考點拾取此等位置以便兩個X座標(或兩個Y座標)不相同。參考點之數目(及/或其精確放置)可隨若干因素(包括裝置之類型或尺寸或預期應用)而變化。熟習此項技術者應明白，可基於本文之揭示內容選擇參考點之恰當數目及放置。

藉由如以上詳細說明製備直角座標型機器人系統，可使用以下說明之方法來校正對準誤差。本發明之方法具有若干步驟，其包括：

(1)在位於該等目標位置之一處的該等光反射物體之一的上方定位校準系統之回射光源與感測器；

(2)採用一束光照射光反射物體；

(3)採用感測器偵測自光反射物體所反射之光；

(4)相對於光反射物體重新定位光源與感測器直到反射光達到最大值並記錄最大值情況下之光源與感測器之位置；及

(5)針對具有一光反射物體的每一目標位置重複以上步驟，並依據步驟4中所收集之資料決定對準誤差。對準誤差可為偏移誤差、標度不準確度或傾斜中的一或多個。

作為該方法之部分，一旦如上所述將該等參考點準確地放置於底架或基底中或其上，即可藉由將光反射物體放置於基底上的每一位置處來測量此等位置之明顯位置。在某些具體實施例中，該(該等)光反射物體係光反射球體。當光反射物體係球體且光反射球體係放置於一孔或凹陷內時，球體之頂點將自動位於孔或凹陷之中心處。球體之頂點定位於孔或凹陷之中心處即為熟知的自定中心。為有助於光反射球體之自定中心，孔或凹陷之直徑可與光反射球體之直徑相同。或者，孔或凹陷之直徑可小於光反射球體之直徑，以便球體之底部不接觸孔或凹陷之底部，而是藉由孔之邊緣懸掛在孔中。在任一情況下，均可視需要限制光反射球體運動以便可準確地決定參考點。因為光反射球體係自定中心，所以可用手快速且準確地將其放置於底架上。不需要專門工具或其他放置裝置。不過，亦預期基底可具有用於接收栓釘、螺釘或用於球體之其他附著構件的孔，此栓釘或螺釘具有執行與完整球體相同功能之圓形球

在某些具體實施例中，決定一單一參考點之位置即可足以決定一誤差來源之校正因數。在其他具體實施例中，可定位一個以上的參考點以決定一或多個誤差來源之校正因數。在其他具體實施例中，可定位兩個、三個、四個或更多參考點以決定所有誤差來源之校正因數。

通常會掃描三遍。圖7。首先執行沿X方向之粗略掃描510以定位球體之近似中心線。在此中心線上執行沿Y方向之掃描520，其找到Y中心。使用Y中心重複X方向掃描530，獲得更準確的X中心值。更準確的X中心線係用以採用X與Y更精細地近似球體70之真中心之迭代掃描程序之結果。可執行該等迭代若干次，每一掃描迭代均導致X或Y中心線之讀數比先前迭代中所決定之讀數稍微更準確。當然，X與Y方向之定義係任意的且熟習此項技術者馬上即明白，可以首先沿Y方向、接著沿X方向、然後沿Y方向之方式執行三個掃描迭代。作為該方法之一最後步驟，可接著掃描所有參考點位置以提供此等已知參考點位置之一完整X與Y測量集，以便決定對準誤差。接著可使用定位光反射球體所在之位置的多元線性迴歸來決定校正因數(K_x)。

本發明之系統及方法提供安全優點。例如，球軸承之表面很大程度地凸起，且可造成雷射光發散。由於此效應，故對於人的視力，雜散的反射雷射光可能比自(例如)平坦表面所反射之雷射光安全。此外，所使用之雷射可具有足夠低功率以致於不會帶來安全風險。

已參考各種特定及說明性具體實施例說明本發明。不

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種用於恰當對準之直角座標型機器人及方法。更特定言之，本發明使用反射球體及一雷射來定位特定點，其可接著用以決定校正因數。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

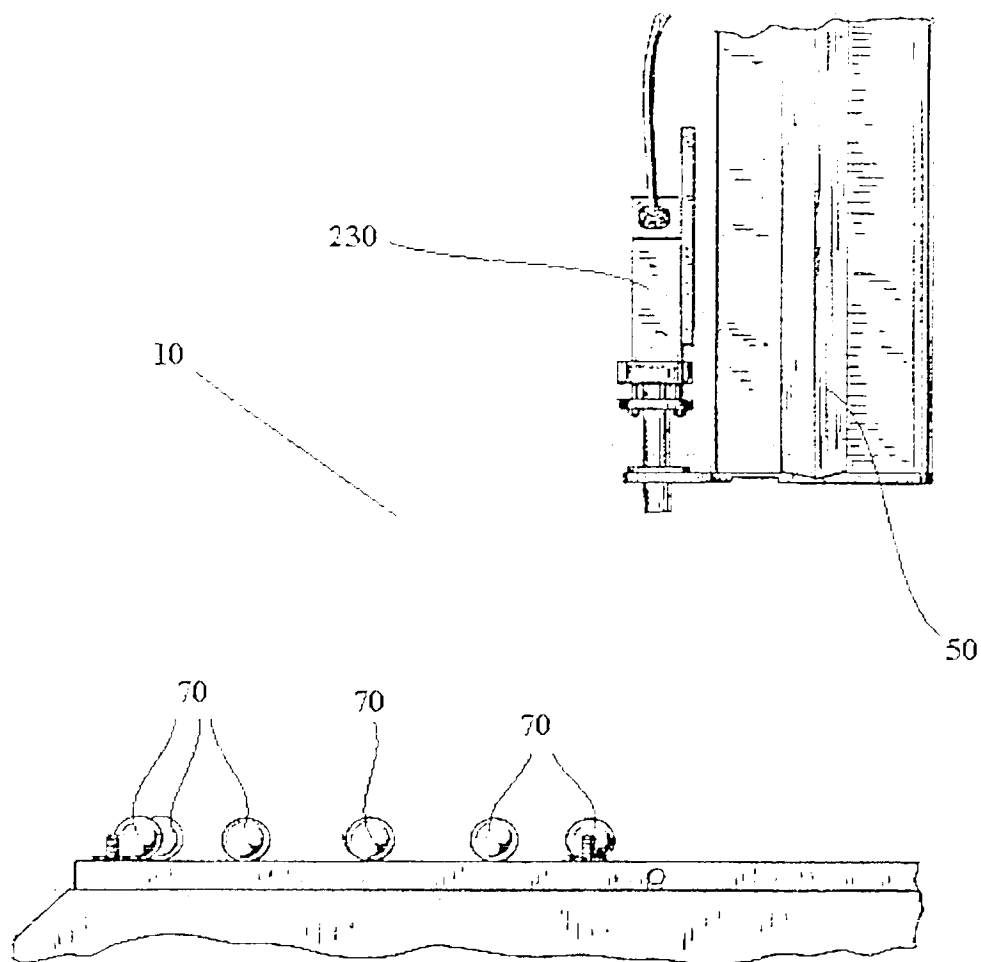


圖 1

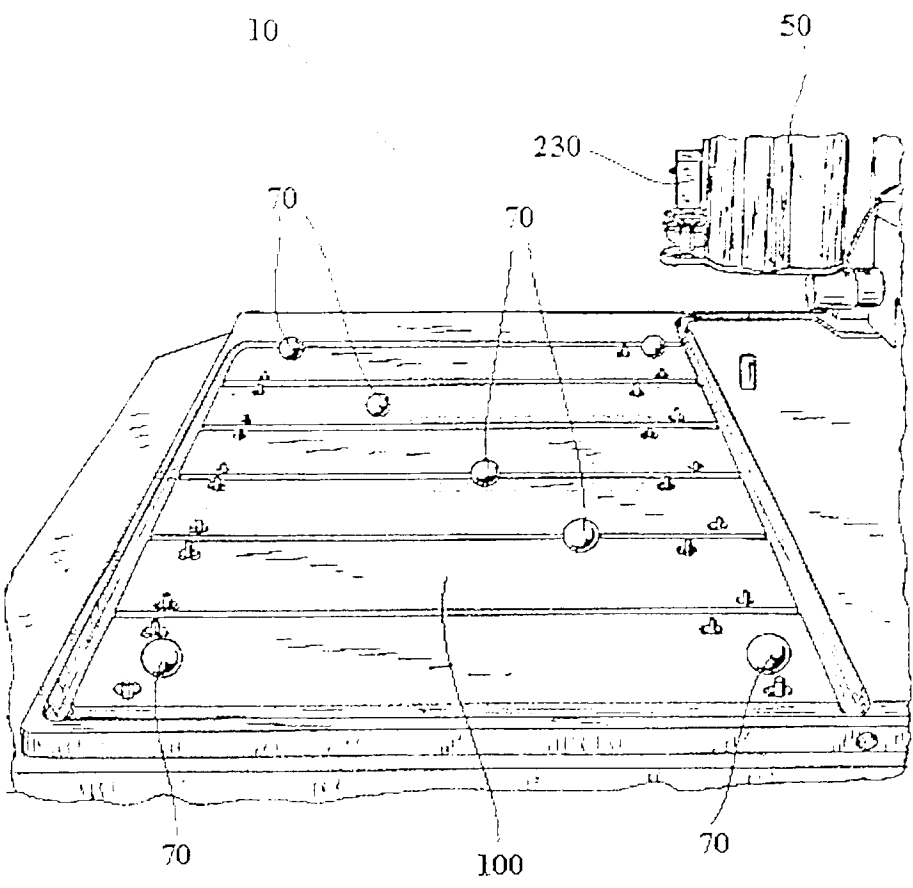


圖 2

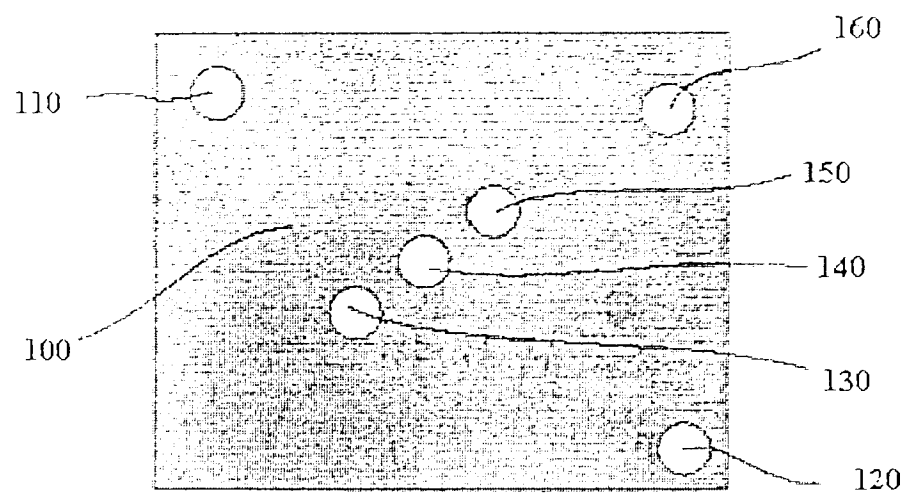


圖 3

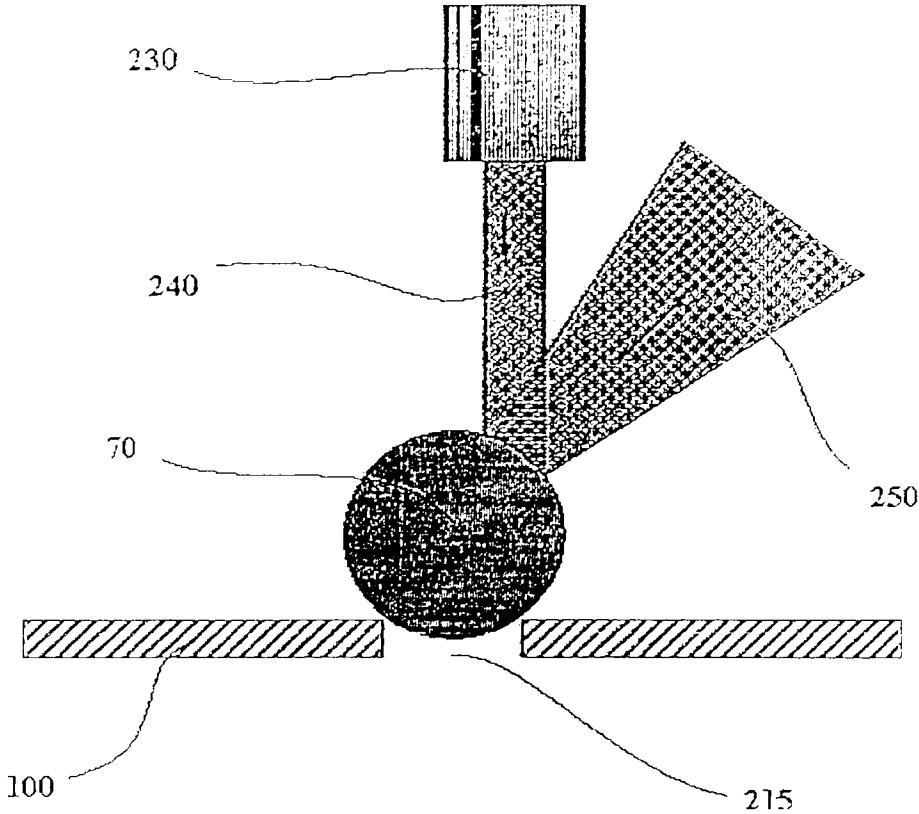


圖 4

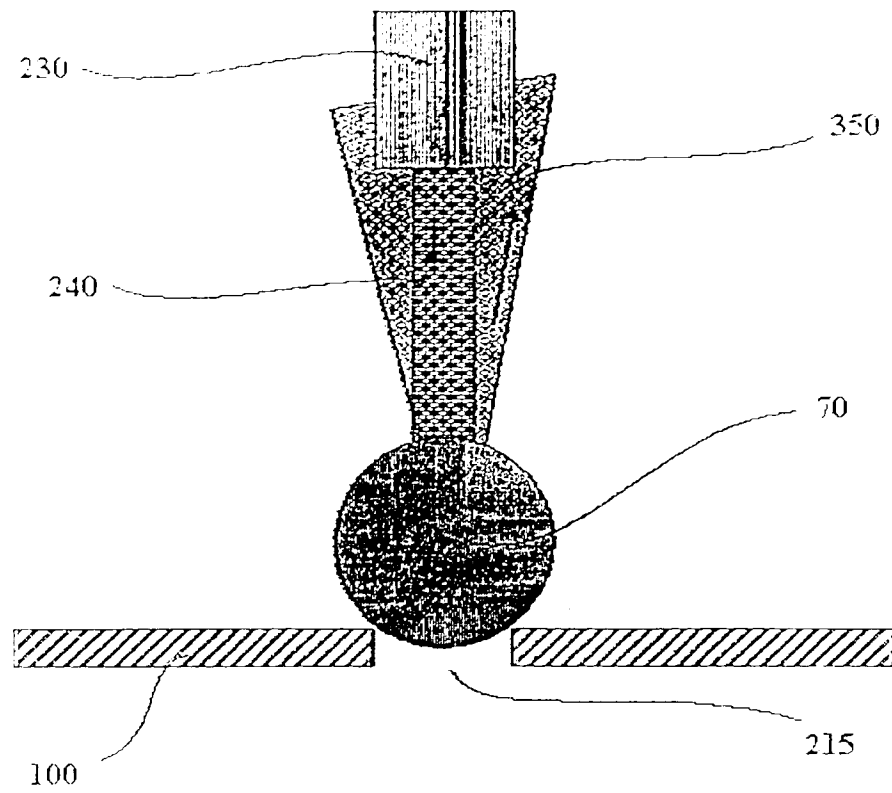


圖 5

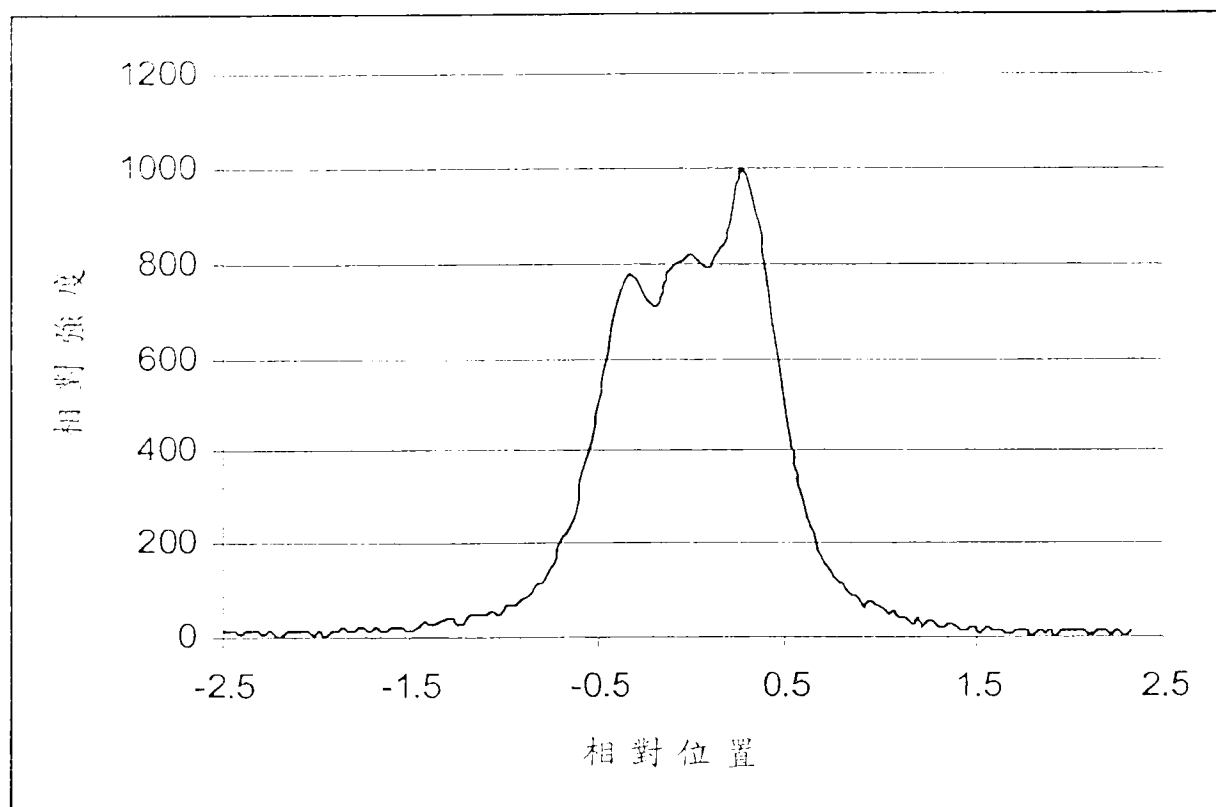


圖 6

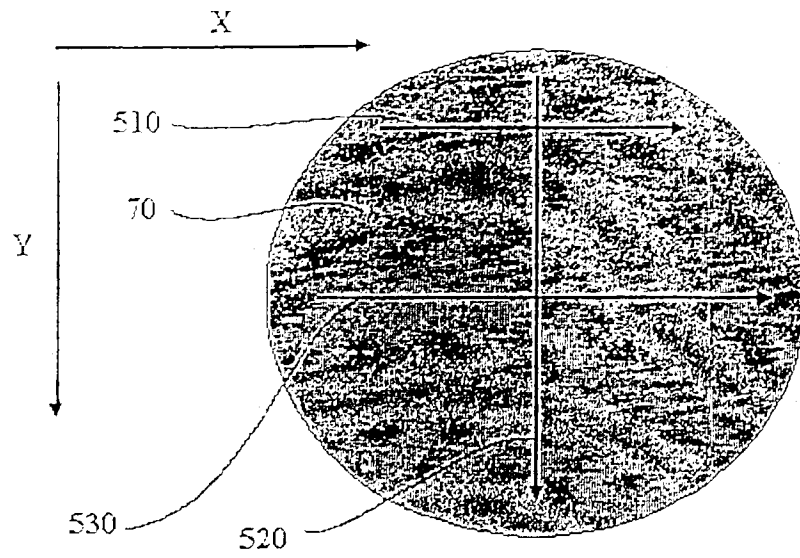


圖 7

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：

10	校 準 系 統
50	機 器 人 臂
70	光 反 射 物 體
230	回 射 雷 射 光 學 感 測 器

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)

狀頂部或半球體。可使用的其他球形形狀係可安裝於基底內或其上之球體之弧面。同樣地，球體、半球體或弧面可為任何反射式凸形表面。

一旦將反射球體70放置於基底100上(圖4)並以孔215(或凹陷)為中心，就可以可與最終工具使用相比較之方式將光源與感測器(或回射雷射光學感測器230)安裝於機器人驅動器上。換言之，可將回射雷射光學感測器230安裝於實質上與遞送探針即將位於或目前所位於之位置相同的位置處。

如圖4、5及6所示，藉由定位每一光反射物體之頂點來決定參考點位置。此可藉由向下朝球體並沿著探針行進的相同路徑引導雷射光束240來實現。通常，初始束位置並不與參考中心(或反射球體之頂點)準確地對準。結果係遠離感測器反射雷射光束250，且感測器會彙報少量反射光而指示該光束並不在目標上。當橫跨反射球體之表面掃描雷射光束時，決定反射光之最大值與最小值。圖4。當找到一最大值時，接著朝垂直於該第一掃描方向的一第二方向(沿著該最大值中心線)掃描回射雷射光學感測器，以找到該第二方向上之反射最大值，直到雷射光束240與雷射光學中心對準350。圖5。在此情況下，最大數量的光返回至感測器，進而定位反射球體之頂點。

圖6說明橫跨反射球體之中心的一掃描。將反射光之數量顯示成探針之行進路徑之函數。感測器偵測極端情況下光之最小值並在光反射球體之中心(或頂點)處達到飽和。

過，應瞭解，可進行許多變更與修改，而仍屬於本發明之精神與範疇內。

【圖式簡單說明】

圖1係一校準系統之透視圖。

圖2係一校準系統之正視圖。

圖3說明一可能的光反射球體配置。

圖4說明未對準的一雷射與光反射球體中心。

圖5說明已對準的一雷射與光反射球體中心。

圖6係雷射橫跨一光反射球體之中心掃描時與位置成函數關係之反射光強度之曲線圖。

圖7說明用於位置定位的三個掃描方向。

【主要元件符號說明】

10	校準系統
50	機器人臂
70	光反射物體
100	基底(底架)
110、120、130	參考點
140、150、160	參考點
215	孔
230	回射雷射光學感測器
240、250	雷射光束
510	沿X方向之粗略掃描
520	沿Y方向之掃描
530	X方向掃描

十、申請專利範圍：

1. 一種校準系統，其包含：

(a)一基底，其具有一具一或多個目標位置之表面，其中每一目標位置係適於接收一光反射物體且所有目標位置實質上位於一單一基底平面內；

(b)一或多個光反射物體，其各位於該等目標位置之一處；及

(c)一探針，其具有一光源以及一用以偵測反射光之感測器，該探針係可定位於實質上平行於該基底平面且離該基底平面一距離的一探針平面內，以便該探針可採用一束光照射每一目標位置且該感測器可偵測自位於此類目標位置處之任何光反射物體所反射之光。

2. 如請求項1之校準系統，其中該光源係一雷射。

3. 如請求項1之校準系統，其中該光反射物體係一光反射球體。

4. 如請求項1之校準系統，其中該束光係實質上垂直於該基底平面。

5. 如請求項1之校準系統，其中該基底之該表面在每一目標位置處包含一用於容納一光反射物體之凹陷或孔。

6. 如請求項1之校準系統，其中在每一目標位置處定位一光反射物體。

7. 如請求項1之校準系統，其中藉由一x座標與一y座標界定該基底表面上之該等目標位置致使兩目標位置不具有相同x座標或相同y座標。

102年3月4日修(更)正替換頁

8. 如請求項1之校準系統，其中該基底表面包含至少兩對角落，且每一對之角落沿對角線彼此相對地定位。
9. 如請求項8之校準系統，其中沿著在該基底表面之相反角落間延伸的一第一對角線定位至少兩目標位置。
10. 如請求項9之校準系統，其中在延伸於該基底表面上之一第二對相反角落之間的一第二對角線上定位兩個或更多目標位置且其中該等目標位置係位於該基底表面之該中心區域內。
11. 如請求項10之校準系統，其中在該第二對角線上的至少一目標位置係與位於該第一對角線上之該等目標位置之一目標位置相同位於該基底表面之同一側上。
12. 如請求項1之校準系統，其中該基底適於用以固持試管或微量滴定板用於接收液體。
13. 如請求項1之校準系統，其中該校準系統係一X-Y繪圖機或一直角座標型機器人的一部分，該X-Y繪圖機與該直角座標型機器人各具有一適於移至該基底表面上方之任何X-Y座標的X-Y驅動器。
14. 如請求項13之校準系統，其中該直角座標型機器人係一液體處理機器人。
15. 如請求項13之校準系統，其中該探針係安裝於該X-Y驅動器上。
16. 如請求項3之校準系統，其中該光反射球體係選自一球軸承、一金屬塗布球體、一陶瓷球體、一反射玻璃球體或一反射塑膠球體。

17. 如請求項2之校準系統，其中該探針係一回射雷射光學感測器。
18. 一種使用請求項1之校準系統校正一機器內之對準誤差的方法，其包含：
- (a)採用來自該校準系統之該探針的該束光照射該一或多個光反射物體；及
 - (b)採用該探針感測器偵測自該一或多個光反射物體反射之光。
19. 一種校正一機器內之對準誤差的方法，其包含：
- (a)在位於該等目標位置之一處的該等光反射物體之一的上方定位請求項1之校準系統之該探針；
 - (b)採用來自該探針光源的一束光照射該光反射物體；
 - (c)採用該探針感測器偵測自該光反射物體反射之該光；
 - (d)相對於該光反射物體重新定位該探針直到該反射光達到一最大值並記錄該最大值情況下之該探針之該位置；
 - (e)針對具有一光反射物體的每一目標位置重複該等以上步驟；及
 - (f)依據步驟(d)中所收集之資料決定該對準誤差。
20. 如請求項19之方法，其中該對準誤差係偏移誤差、標度不準確度或傾斜中的一或多個。
21. 如請求項19之方法，其中該探針係定位成用以掃描每一光反射物體之一中心線。

02年 3月 4日修(更)正替換頁

22. 如請求項20之方法，其中沿該x軸之一中心線與沿該y軸之一中心線均被掃描。
23. 如請求項21之方法，其中執行沿該x中心線之一掃描；自該x中心線掃描一y中心線；及自該y中心線再次掃描該x中心線。
24. 如請求項21之方法，其中沿該x軸之該中心線與沿該y軸之該中心線針對每一目標位置提供一組X與Y測量。
25. 如請求項23之方法，其中在每一目標位置之該組X與Y測量上執行多元線性迴歸。
26. 一種校準系統，其包含：
 - (a)一直角座標型機器人臂，其進一步包含一探針；
 - (b)一基底，其具有一具一或多個目標位置之表面，其中每一目標位置係適於接收一光反射球體且所有目標位置實質上位於一單一基底平面內，另外，其中該機器人臂與該基底係彼此垂直置放且佔據實質上平行的平面；
 - (c)一或多個光反射球體，其各位於該等目標位置之一處；
 - (d)其中該探針進一步包含一雷射以及一用以偵測反射雷射光之感測器，該探針係可定位於實質上平行於該基底平面且離該基底平面一距離的一探針平面內，致使該探針可採用一束雷射光照射每一目標位置且該感測器可偵測自位於此類目標位置處之任何光反射球體反射之光。