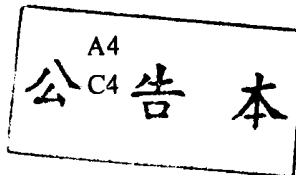


393564

申請日期	87. 7. 17
案 號	87111708
類 別	G01B 2/108

(以上各欄由本局填註)

393564



發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	修正座標-測量機之測量誤差所用之方法
	英 文	Method to correct the measure-error of a coordinate measure-machine
二、發明 創作人	姓 名	卡勞斯瑞恩 (Dr. Klaus RINN)
	國 籍	德國
	住、居所	德國赫克爾村 D-35452 格迪奧倫路 8 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	萊卡微縮系統維茲勒股份有限公司 Leica Microsystems Wetzlar GmbH
	國 籍	德國
	住、居所 (事務所)	德國維茲勒 D-35578 恩斯特雷茲街
	代 表 人 姓 名	哈羅德史塔摩 (Harald Stamer)

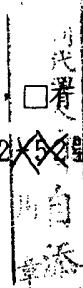
(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

德 國 (地 區) 申請專利，申請日期： 案號： 1997年 8月 11日 19734695.2X52號 (主張優先權)



(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (16)

修正
本 89 年 4 月 26 日
補充

$$\bar{K}_{Ges}(\bar{r}_{jk}) = \bar{K}_1(\bar{r}_{jk}) + \bar{K}_2(\bar{r}_{jk})$$

在此種總修正函數 $\bar{K}_{Ges}(\bar{r}_{jk})$ 中又再包含所有為了決定各調合函數而去除之旋轉對稱的線性組合 $\bar{S}(\bar{r})$ ，且可藉由這些調合函數而再構成完整之函數空間。

主要元件之符號對照表

- | | |
|---|---------------|
| 1 | 第一參考物體 |
| 2 | 第二參考物體 |
| 3 | 座標測量機之物體桌面 |
| 4 | 標記 |
| 5 | 參考結構 |
| 6 | 第一參考物體 1 之旋轉軸 |
| 7 | 第一參考物體 2 之旋轉軸 |

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (1)

本發明係有關決定一種修正函數所用之方法以便藉由自我測定來消除座標-測量機之與座標有關之測量誤差。

高準確性之座標-測量機在半導體工業中是用來測量遮罩或晶圓上之結構。在遮罩上之結構之座標的準確辨認是一定需要的，以便能夠對積體電路進行一種可控制之製程。

此種高準確性座標-測量機之測量值具有誤差成份，其和測量位置（即，所測量之座標本身）有關。因此存在系統化之誤差成份，這些誤差成份是由座標-測量機本身之構造和組件之選擇所造成。因此，習知之誤差原因在鏡面垂直性和鏡面平坦性，測量軸刻度(scale)之顯示以及用來作修正用之遮罩的彎曲現象等等方面都是缺乏的。

為了達到最高準確性之測量，則高準確性之座標-測量機需要一種與座標有關之誤差修正。此種修正量之獲得通常是和一個標準值比較而達成。在非常高之準確性中，例如在半導體基體之測量技術中所需者，則並不存在一種足夠準確之標準值。因此，習知之方式是以座標-測量機本身來自自我測定，其中須在多個旋轉位置中來測量一個唯一之物體。利用此種由自我測定所產生之誤差修正函數，則可測得座標-測量機之所有誤差（除了刻度誤差以外）。刻度誤差只能與已校準之長度標準值相比較才能決定。

先前技藝

五、發明說明(2)

US 4 583 298描述一種藉助於所謂測定板來作自我測定之座標-測量機，在測定板上配置一個閘(gate)。但不測定閘點的位置。閘板放置在座標-測量機之物體桌面上且測量其閘點之各個位置。閘板再繞旋轉軸旋轉90°二次或更多次且在每一已調整之方位中測定閘點之各個位置。此種測量結果在數學上須倒轉(back-off)且須使各種不同之修正因素和表格最佳化，以便使已倒轉之資料集(set)具有較佳之一致性。

US 4 583 298詳細地描述有誤差(或不可靠)之修正所涉及的問題。在測量此種用來作修正值之決定用之測量值時須對誤差進行測定以作為"原因"用。所顯示的是，只有當多於二個之旋轉位置是以同一閘板測定，且旋轉中心充份地在各旋轉位置之間移動時，才可在數學上達到一種明顯之修正。閘板就像習知方式一樣放置在物體桌面上且須在閘板之多個方位中測量其閘點之位置。這些方位是由多次地繞其中央點作90°旋轉而測得。但然後此閘板必須在物體桌面上完全不同之位置上移動。於該處再對其閘點之位置於多個方位(已如上所述)中進行測量，如上所述。此處重要的是，同一閘板必須在此一物體桌面上移動。

但此種需求在實際上是一種缺點；因為吾人能以最簡單方式旋轉此閘板至某一角度，其中外部之尺寸交錯地轉向，旋轉點因此總是此閘板之中心點。因此在

US 4 583 298中正方形之測定板是置於正方形的框架中

五、發明說明(3)

且在每一測量之後偏移 90° 又再置於其中。因此所有旋轉中心都等於此測定板之中心點。只有當各旋轉中心又相分隔時，即，其間隔幾乎是和測定結構之間隔一樣大時，則誤差之修正才會較佳。但在實現極不相同之旋轉中心時，所測得之修正因素以及修正之結果不能完全令人滿意。

為了允許此旋轉中心有一明顯之移動，則必須移動一種支撐機構，例如，正方形之框架。測量區域在和未移動之物體比較時亦必須被擴大。此種座標-測量機之變動所需之措施是和重大之缺點相關連的。因此，安裝一種用於測定板中之可移動的支架於物體桌面上是有問題的。即，若另一遮罩支架（例如，Vakuum-Chuck或特殊之多點貯存架）存在於試驗桌上，則其為了測定過程必須另外拆除。支架放置在已存在之遮罩支架上同樣是不可以的，這是因為遮罩支架可能受到損害或不能提供支架所需之平坦的接觸面。

擴大測量區以便測量移動狀態中之測定板亦是有問題的，其需要成本很高之構造上之改變，此種改變會成為此機器之製造成本。此機器之外部尺寸亦會變大。但此機器之安置面直接影響其操作成本，這是因為在半導體工業中淨化室中之安置面是成本非常高的。

目的

本發明之目的因此是提供一種方法以便決定一種修正函數來消除此種座標-測量機之與座標有關之測量誤差，

五、發明說明(4)

其中在測定過程中藉由使用已存在之不可移動之遮罩支架，則各別之測定基體繞唯一之旋轉中心而進行之旋轉即已足夠而不必移動上述之測定基體。於是可達成一種最佳之誤差修正。應提供一種連續性之修正函數，藉此種修正函數可對整個測量區中之任意測量位置作修正，即，在測定間之各點之間作修正。

依據本發明，在本文開頭所述技藝之方法中上述目的是由獨立之申請專利範圍第1項來達成。本發明之有利構造和其它方式則敘述在申請專利範圍各附屬項中。

本文

就數學上之觀點而言，與測量位置有關之修正函數（其係用來消除座標-測量機之與座標有關之測量誤差）是一種二維或三維之函數 $\vec{K}(\vec{r})$ 。此種修正函數實際上通常是連續的且是可微分的。藉由使用此種修正函數 $K(r)$ 於任意之測量物體之結構之已測量的含有錯誤的原始座標 $\vec{r}$ （其意義是位置向量），則吾人可獲得相關之已修正的座標 $\vec{r}_{\text{korrr}} = \vec{r} + \vec{K}(\vec{r})$ 。

為了決定此種修正函數 $\vec{K}(\vec{r})$ ，則必須決定一種調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r})$ 中之調合參數 a_i ，使此種修正最佳化，即，殘餘之誤差最小化或等於零。

本發明由下述認知開始，即，其產生此種修正函數 $\vec{K}(\vec{r})$ 之特殊成份，此種特殊成份不能明確地被決定或含有很小之誤差；此種特殊成份主要是和一些成份有關，這些成份在測定所有方位之測定用之參考物體時會持續

五、發明說明 (5)

地轉向至本身（正確或只是近似方式），即，旋轉對稱成份對此參考物體所進行之旋轉而言是不變的。其因此分別和調合函數 (Fit function) $\vec{k}_i(\vec{r})$ 之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 有關，此種線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 相對於所有已進行之旋轉 D_k 而言是旋轉對稱的而為一個整體，其適合對稱條件 $\vec{S}(\vec{r}) = D_k \vec{S}(\vec{r})$ ，其可和唯一可辨認之調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r})$ 有關而作為此種線性組合之特殊情況。

此種以線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 形式表示之旋轉對稱成份對理想化之正確修正函數 $\vec{K}(\vec{r})$ 之近似值不會有貢獻或只提供一種非常不準確之貢獻值。因此，此種旋轉對稱成份之存在可造成：調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r})$ 用之調合參數 a_i 不能明確地被決定。為了改進此種誤差修正值，則依據本發明此種旋轉對稱成份須由修正函數 $\vec{K}(\vec{r})$ 之級數展開中去除或在測量技術上予以排除。

本發明因此提供一種方法以便對座標-測量機作誤差修正，此種方法使旋轉對稱之誤差成份適當地不被考慮。此處將提供三種不同之實施例 A，B 和 C。

A：測量技術上之第一種解法是一種方法，在此種方法中利用二個不同大小之參考物體來進行測量，則在修正函數中不會產生上述之旋轉對稱成份。

B：第二種解法是一種方法，其中藉由對一唯一之參考物體進行測量來決定調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r})$ 之旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 且由一組調合函數中去除。藉由一組較少之調合函數，則可求得此修正函數之近似值。

五、發明說明 (b)

C: 旋轉對稱之線性組合 $S(r)$ 在此種決定過程中會干擾上述之調合參數 a ，但描述一些已決定之誤差成份是符合預期的且因此原來就包含在調合函數之一般組合中。於是提供第三種解決方法來測得上述之修正函數 $K(r)$ ，其中利用二種不同大小之參考物體來進行測量，在求取此修正函數之近似值時所測得之旋轉對稱誤差成份首先須去除，然後再引入此種近似之修正函數中。

須使修正函數 $K(r)$ 最佳化，其中參考物體中之一完全覆蓋此座標-測量機之測量區。

本發明以下將依據實施例藉助於圖式而作詳細描述。圖式簡單說明如下：

第 1a 圖在起始方位 $k=0$ 中之第一參考物體。

第 1b 圖在第一測定方向 $k=1$ 中之第一參考物體。

第 1c 圖在第二測定方位 $k=2$ 中之第一參考物體。

第 2a 圖在起始方位 $k=0$ 中之第二參考物體。

第 2b 圖在第一測定方位 $k=1$ 中之第二參考物體。

第 2c 圖在第二測定方位 $k=2$ 中之第二參考物體。

A: 描述一種測量技術上之方法以達成一種如申請專利範圍第 2 項所述之實施例。

第 1a 圖顯示一種硬而未測定之參考物體 1，其放置在座標-測量機之物體桌面 3 上以便在起始方位 $k=0$ 中進行自我測定。參考物體 1 之實際方位是由標記 4 所顯示，其在起始方位中顯示在參考物體 1 之右下角。須選取參考物體 1 之大小，使其可覆蓋座標-測量機之整個測量

五、發明說明(7)

區且因此幾乎可覆蓋整個物體桌面3。

一種一般之遮罩支架(其是設計用來測量正方形之遮罩,為了簡化起見此處不顯示)可用來容納參考物體1。因此,習知之方式是自然地將遮罩放置在二個安置點上而不必強加任何力量。須計算此種由於本身重量所產生之彎曲度且由遮罩之結構的已測得之座標計算而得。其它遮罩支架以真空吸腳吸住此遮罩。但這樣會使遮罩產生不能正確描述之彎曲現象。在所考慮之例子中,參考物體1(就像稍後之其它參考物體一樣)持續地準確施加至物體桌面3之下(lower)邊緣,此種下邊緣對此種待測量之遮罩而言是作為一種設施且對各種不同之遮罩大小所需之可移動的安置點而言是存在的。

在參考物體1上須選取j個參考結構5,須測量這些參考結構之座標以便進行自我測定。首先,參考物體1在起始方位中須放置在遮罩支架上。在第一參考物體1之此種起始方位 $k=0$ 中,須測量此j個已選取之參考結構5之(位置向量)起始座標 $\vec{r}_{1j0}$ 。然後參考物體1之參考結構5必須仍然在參考物體1之至少另一方位中被測量。此種所謂測定方位必須和起始方位不同且藉由繞旋轉軸6之旋轉作用而由起始方位中產生。就像此一例子一樣,當選取正方形之參考物體1且其持續地準確施加至物體桌面3之下邊緣時,則旋轉軸6由於已存在之遮罩支架而經由參考物體1之中心而成垂直狀態。

第1b圖顯示此種在第一測定方位 $k=1$ 中之參考物體1

五、發明說明(8)

，其由起始方位開始藉由繞旋轉軸6（其經由參考物體1之中心）作 90° 旋轉而產生。標記4顯示在第一測定方位中參考物體1之左下角。在第一測定方位 $k=1$ 中須測量第一參考物體1之 j 個參考結構5之測定座標 $\vec{r}_{1j1}$ 。

在起始方位和測定方位中進行測量之後，則可計算一種完整之修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 。為了調整一種最佳之修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ ，則可有利地在至少一與參考物體1之目前所使用之方位不同之另一測定方位中測量此參考結構5之測定座標，如下所述。

第1c圖顯示第二測定方位 $k=2$ 中之參考物體1，其由起始方位開始藉由繞旋轉軸6（其經由參考物體1之中心）作 180° 旋轉而產生。標記4顯示在第二測定方位中參考物體1之左上角。在第二測定方位 $k=2$ 中須測量 j 個參考結構5之測定座標 $\vec{r}_{1j2}$ 。

目前亦須在參考物體1上對參考結構5在起始方位 $k=0$ 中測量該起始座標 $\vec{r}_{1j0}$ ，在測定方位 $k=1$ 中測量該測定座標 $\vec{r}_{1j1}$ 且在測定方位 $k=2$ 中測量該測定座標 $\vec{r}_{1j2}$ 。目前對第二參考物體2上之參考結構5之座標的測量是需要的。這亦必須在互相不同之方位（其是由繞一共同之旋轉軸之旋轉而產生）中測量。於是參考物體1可由座標測量機之物體桌面3移除且放置參考物體2以取而代之。

第2a圖顯示物體桌面3上之第二參考物體2。須明顯可辨認地選取第二參考物體2使其較先前所測得之第一

五、發明說明(9)

參考物體 1 還小。圖中所示的是標記 4 (用來辨認方位)，第二參考物體 2 之參考結構 5，以及第二參考物體 2 之中心，旋轉軸 7 經由該中心以便調整各種不同之方位。可辨認的是，由於此二個參考物體 1，2 之大小不同，此二個旋轉軸 6，7 互相之間具有很大大之距離。

第 2b 圖現在顯示一種在其起始方位 $k=0$ 中之第二參考物體 2。在此一方位中須測量參考結構 5 之起始座標 $\vec{r}_{2j0}$ 。

第 2c 圖顯示第一測定方位 $k=1$ 中之第二參考物體 2。其是由其起始方位 $k=0$ 開始而將 42 參考物體旋轉 90° 所產的。在第一測定方位 $k=1$ 中，須對第二參考物體 2 之參考結構 5 測量其測定座標 $\vec{r}_{2j1}$ 。

由起始方位開始繞旋轉軸 7 旋轉 180° ，則第二參考物體 2 被帶領至第二測定方位 $k=2$ 中，就像其在第 2c 圖中所示一樣。在此種測定方位 $k=2$ 中須對參考結構 5 測量其測定座標 $\vec{r}_{2j2}$ 。

因此，對第二參考物體 2 之參考結構 5 同樣須測量三個不同方位中之起始座標和測定座標，就像其已對第一參考物體 1 所進行者一樣。

首先須給定一種調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 以便藉由

$$\vec{K}(\vec{r}_{jk}) \approx \sum_{i=0}^N a_i \vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$$

來求取此修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 之近似值。由數學文獻中已知有許多由線性獨立之函數所組成之完整之集合，這些函數可對修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 形成一種任意準確之近似值。

五、發明說明 (10)

最為人所習知的是多項式及傅氏 (Fourier) 級數。一些特別適合作為特定錯誤之修正用之特定的線性獨立函數亦已為人所知。由此可預設一組調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ ，其可足夠正確地描述此一修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 。

第一參考物體 1 之起始座標 $\vec{r}_{1j0}$ 以及測定座標 $\vec{r}_{1j1}$ 和 $\vec{r}_{1j2}$ ，第二參考物體 2 之起始座標 $\vec{r}_{2j0}$ 以及測定座標 $\vec{r}_{2j1}$ 和 $\vec{r}_{2j2}$ 現在以修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 來檢驗，其是藉由預設之線性獨立函數所求得之近似值來描述。首先，N 個預設之線性獨立之調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 之調合參數 a_i 仍然是未知的。現在應決定它們之值。於是以修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 來檢驗之此種測定座標是藉由旋轉函數 D_k (其在其所屬之起始方位中描述其旋轉現象) 而倒轉至其所屬之起始方位中，即，第一參考物體 1 之測定座標 $\vec{r}_{1j1}$ 和 $\vec{r}_{1j2}$ 倒轉至第一參考物體 1 之起始方位中，而另一方面第二參考物體 2 之測定座標 $\vec{r}_{2j1}$ 和 $\vec{r}_{2j2}$ 則倒轉至第二參考物體 2 之起始方位中。

現在考慮此二個參考物體 1，2 上之所有參考結構 5 時，則必須計算上述之調合參數 a_i ，使屬於一指定之參考結構 5 的各已修正之起始座標和所屬之已修正且已倒轉之各測定座標都具有一種盡可能良好之一致性。

因此可產生此一修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 之近似值，其對第一參考物體 1 上之已進行之旋轉以及第二參考物體 2 上之已進行之旋轉而言都是最佳化的。其中此二個參考物體 1，2 就本身而言分別繞一固定之旋轉軸而旋轉，但相

五、發明說明 (11)

互之間是繞不同之旋轉軸而旋轉，所測得之修正函數不具備一種相對於所有已使用之旋轉而言都是旋轉對稱之成份。由於上述之自我測定之方法，則修正函數 $\vec{k}(\vec{r}_{jk})$ 可以不含有上述之旋轉對稱成份，這是因為其並不產生上述之調合函數，而這些調合函數在繞二個軸旋轉時可以是旋轉對稱的。

B:描述一種方法以實現一種如申請專利範圍第3項所述之實施例

在此種方法中，須對參考物體1之參考結構5（例如，第1a，1b，1c圖中所示者）在起始方位 $k=0$ 中測量該起始座標 $\vec{r}_{1j0}$ ，在第一測定方位 $k=1$ 中測量該測定座標 $\vec{r}_{1j1}$ 以及在第二測定方位 $k=2$ 中測量該測定座標 $\vec{r}_{1j2}$ 。以其它參考物體來進行之測量是不需要的。

現在對預設之調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 來探討所有由任意 P 個調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 所組成之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ ，這些調合函數相對於上述二個已進行之旋轉而言又再合併 (merge)。這些旋轉對稱之線性組合的每一個都可由 $\vec{S}(\vec{r}) = \sum_{i=0}^P s_i \cdot \vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 來描述。這些 s_i 因此是此種線性組合之調合參數。此處只探討此種線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ ，其對所有已進行之旋轉 D_k 而言滿足對稱條件 $\vec{S}(\vec{r}) = D_k \cdot \vec{S}(\vec{r})$ 。

對每一已發現之旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 而言，所選取之一組線性獨立之調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 必須再作修正。因此產生一組新的線性獨立之調合函數 $\vec{k}_i^{(1)}(\vec{r}_{jk})$ ，其中此種新的各調合函數 $\vec{k}_i^{(1)}(\vec{r}_{jk})$ 分別是日前 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 之

五、發明說明(12)

線性組合且暫時構成一個相同之函數空間。因此這些新的線性獨立之調合函數 $\vec{k}_1(1)(\vec{r}_{jk})$ 中之一必須是先前已發現之旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ ，且這是指第 N 個。即：

$$\vec{S}(\vec{r}) = \vec{k}_N(1)(\vec{r}_{jk})。$$

此種旋轉對稱之線性組合 $\vec{k}_N(1)(\vec{r}_{jk})$ (即，新的一組調合函數 $\vec{k}_i(1)(\vec{r}_{jk})$ 中之第 N 個) 須去除。於是新的調合函數 $\vec{k}_i(1)(\vec{r}_{jk})$ 之數目只剩下 N-1。新的一組調合函數 $\vec{k}_i(1)(\vec{r}_{jk})$ 所構成之函數空間因此和原來的一組調合函數 $\vec{k}_i(1)(\vec{r}_{jk})$ 所構成者不同。由新的一組調合函數 $\vec{k}_i(1)(\vec{r}_{jk})$ 所構成之函數空間的維度因此已減少 1。

就每一已發現之旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 而言，都對一組調合函數 $\vec{k}_i(1)(\vec{r}_{jk})$ 採取上述之調整方式，直至其不再產生線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 為止，其中該線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 滿足所有旋轉函數 D_k 所需之上述對稱條件。首先以最近所產生之一組調合函數 $\vec{k}_i(M)(\vec{r}_{jk})$ 重複上述方式之調整過程 M 次之後，則能以習知之方式來計算此調合函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 。

即，所測得之起始座標 $\vec{r}_{1j0}$ 和測定座標 $\vec{r}_{1j1}$ ， $\vec{r}_{1j2}$ 在數學上須以可決定之修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 來檢驗。然後此種已修正之測定座標 $\vec{r}_{1j1}$ ， $\vec{r}_{1j2}$ 在數學上倒轉至起始方位 $k=0$ 中。然後即可對上述已探討之修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ (其是以最近產生之一組調合函數 $\vec{k}_i(M)(\vec{r}_{jk})$ 來求近似值) 來決定其調合參數 a_i 。因此可再對調合參數 a_i 作最佳化，使已修正且已倒轉之測定座標以及已修正之起始座標具有最大可能之一致性。

五、發明說明 (13)

這樣所產生之修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 於是由其調合函數之所有未決定之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 中去除。但因此使所構成之函數空間的維度減小是可容忍的。在適當地選取原來之調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 時，現在可能遇到的是：已決定之調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ （其係對應於已完全決定之誤差）是由一組在產生此種修正函數時所考慮之各調合函數 $\vec{k}_i^{(M)}(\vec{r}_{jk})$ 中篩選出來。更明確而言，這些具有旋轉對稱之線性組合的調合函數是由此組調合函數中去除，這是因為它們在求取此修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 之近似值時已受到干擾，但為了修正其已確定之誤差，則它們最好仍真實地保留在修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 中。以下將描述另一種方法，其需要計算。

C: 描述一種方法以實現如申請專利範圍第 4 項中所述之

實施例

在一起始方位和至少二個測定方位（就像其在第 1a, 1b, 1c 圖中所示者一樣）中在第一參考物體 1 上藉由參考結構 5 之起始座標和測定座標之改良，則藉由申請專利範圍第 3 項中所述及先前 B 部份中所述之各步驟可決定一種修正函數 $\vec{K}_1(\vec{r}_{jk})$ 且藉由一組修正之調合函數 $\vec{k}_i^{(M)}(\vec{r}_{jk})$ 來求取近似值。由此種已修正之一組調合函數 $\vec{k}_i^{(M)}(\vec{r}_{jk})$ 中去除所有和繞第一旋轉軸 6 之旋轉有關之旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 。就每一已去除之旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 而言，由這些調合函數所構成之函數空間之維度會減少 1。

如上所述，這些旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 須由原來之

五、發明說明 (14)

調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 所形成之基底 (Basis) 中去除，這是因為吾人不能以旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 作為基底函數來決定該調合參數 a_i 。但在適當地選取原來之調合函數基底時，此種旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 可含有某些成份，這些成份應適當地用來描述已決定之誤差且因此在修正函數中是所期望的。在第一修正函數 $\vec{K}_1(\vec{r}_{jk})$ 之調合參數 a_i 在參考第一參考物體 1 之旋轉時被決定之後，則吾人盡力使原來之函數基底中已去除之成份（即，旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ ）再回到該修正函數中。

現在於第二參考物體 2 上以第二旋轉軸 7 來決定第二修正函數 $\vec{K}_2(\vec{r}_{jk})$ 。因此須在起始方位 $k=0$ 中以及至少二個其它不同之測定方位 $k=1$ 和 $k=2$ 中（就像其在第 2a, 2b, 2c 圖中所示者一樣）測量第二參考物體 2 之參考結構 5 之座標。這些測定方位是由起始方位開始藉由旋轉函數 D_{2k} 之旋轉而產生。這樣所測得之起始座標 $\vec{r}_{2j0}$ 和測定座標 $\vec{r}_{2j1}$, $\vec{r}_{2j2}$ 是用來修正所有已經以上述方式決定之第一修正函數 $\vec{K}_1(\vec{r}_{jk})$ 。

對第二參考物體 2 之這些已修正之測量值以及以第二參考物體 2 所進行之旋轉 D_{2k} 而言，須以申請專利範圍第 3 項之各步驟來決定第二修正函數 $\vec{K}_2(\vec{r}_{jk})$ ，其同樣應以第一修正函數 $\vec{K}_1(\vec{r}_{jk})$ 原來之預設的調合函數基底 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 來求近似值。於是對所有在第二參考物體 2 上繞第二旋轉軸 7 所進行之旋轉 D_{2k} 而言都需決定一些旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 。就每一此種已發現之旋轉對稱之

五、發明說明 (15)

線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 而言，則此種原來已預設之調合函數基底 $\vec{k}_1(\vec{r}_{jk})$ 須由這些調合函數 $\vec{k}_1(\vec{r}_{jk})$ 之線性函數改變成一種新的函數且由此去除該線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 。此處由調合函數基底所構成之函數空間之維度在每一次去除線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 時都減少 1。

當所有關於第二參考物體 2 之旋轉是對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 被去除時，則以習知之方式來決定第二修正函數 $\vec{k}_2(\vec{r}_{jk})$ ，其對所有繞第二旋轉軸 7 之旋轉 D_{2k} 而言不含有旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ （其使用在第二參考物體 2 中），但 $\vec{k}_2(\vec{r}_{jk})$ 相對於第一旋轉軸 6 而言含有旋轉對稱之線性組合（其使用在第一參考物體 1 之旋轉 D_{1k} 中）。

同樣地，第一次即已決定之修正函數 $\vec{k}_1(\vec{r}_{jk})$ 相對於第一旋轉軸 6 而言不含有旋轉對稱之線性組合（其使用在第一參考物體 1 之旋轉中）。當然 $\vec{k}_1(\vec{r}_{jk})$ 相對於繞第二旋轉軸 7 之旋轉而言含有旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ （其使用在以第二參考物體 2 來進行之測量中）。

現在此目標是提供一種總修正函數，其中含有旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ ，線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 是與繞二個旋轉軸之使用在二個參考物體 1，2 之旋轉 D_{1k} 和 D_{2k} 有關。於是首先須修正與包含在有誤差之旋轉對稱之線性組合中之調合函數有關之此種誤差。因此，藉由第一修正函數 $\vec{k}_1(\vec{r}_{jk})$ 與第二修正函數 $\vec{k}_2(\vec{r}_{jk})$ 之相加 (add) 而產生一種總修正函數

五、發明說明 (16)

修正
本 89 年 4 月 26 日
補充

$$\bar{K}_{Ges}(\bar{r}_{jk}) = \bar{K}_1(\bar{r}_{jk}) + \bar{K}_2(\bar{r}_{jk})$$

在此種總修正函數 $\bar{K}_{Ges}(\bar{r}_{jk})$ 中又再包含所有為了決定各調合函數而去除之旋轉對稱的線性組合 $\bar{S}(\bar{r})$ ，且可藉由這些調合函數而再構成完整之函數空間。

主要元件之符號對照表

- | | |
|---|---------------|
| 1 | 第一參考物體 |
| 2 | 第二參考物體 |
| 3 | 座標測量機之物體桌面 |
| 4 | 標記 |
| 5 | 參考結構 |
| 6 | 第一參考物體 1 之旋轉軸 |
| 7 | 第一參考物體 2 之旋轉軸 |

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：)

修正座標-測量機之測量誤差所用
之方法

本發明描述一種方法以用來對座標-測量機進行自我測定，其中須測量座標-測量機之物體桌面上多個旋轉位置中在一未測定之參考物體上之結構的座標，此種已測得之座標利用旋轉函數而倒轉至原始位置，且須決定一種修正函數，使已倒轉之座標與起始方位中之座標具有一種最佳之一致性。於是每一參考物體只繞一個旋轉軸。考慮用來對修正函數求取近似值之各調合函數的旋轉對稱之線性組合須被決定且在此種近似過程中須被忽略。這樣所產生之修正函數是有系統而完整的且未含有未決定或有錯誤之項目。

英文發明摘要(發明之名稱： Method to correct the measure-error)
of a coordinate measure-machine

This invention describes a method to self-calibrate a coordinate measure-machine, in which the coordinates of structures on an uncalibrated reference-object in many rotation-positions on the object-table of a coordinate measure-machine are measured, said measured coordinates are rotated back into the original position with rotation-functions, and a correct-function is so determined that the back-rotated coordinates with the coordinates of the initial-orientation have an optimal conformity. Thus each reference-object only rotates around an axis. The rotation-symmetric linear combinations of the Fit-functions that are considered to approximate the correct-function are determined and are neglected in the approximation. The generated correct-functions are systematically complete and do not contain any undetermined or erroneous terms.

六、申請專利範圍

第 87111708 號「修正座標-測量機之測量誤差所用之方法」專利案(89 年 4 月修正)

1. 一種決定一修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 所用之方法，其係藉由自我測定來消除座標-測量機之與座標有關之測量誤差，其特徵為下述步驟：

a) 在參考物體 (1) 之起始方位 $k=0$ 中在一未測定之硬 (hard) 參考物體 (1) 上對 j 個參考結構 (5) 測量其起始座標 $\vec{r}_{j0}$ 且在 $k \geq 1$ 個由起始方位開始藉由旋轉而產生之不同測定方位中測量其測定座標 $\vec{r}_{jk}$ ，其中這些測定方位是以旋轉函數 D_k 繞參考物體 (1) 之唯一之旋轉軸 (6) 旋轉而產生，

b) 起始座標 $\vec{r}_{j0}$ 和測定座標 $\vec{r}_{jk}$ 是以和座標有關之修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 來檢驗， $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 是由近似值

$$\vec{K}(\vec{r}_{jk}) \approx \sum_{i=0}^N a_i \vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$$

來描述，其中 a_i 是暫時未知之調合參數， N 是預設之線性獨立之調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 的數目，

c) 以修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 來檢驗之測定座標 $(\vec{r}_{jk} + \vec{K}(\vec{r}_{jk}))$ 是藉由旋轉函數 D_k 而倒轉至起始方位中，

d) 須計算該調合參數 a_i ，使得對各別之參考結構 (5) 而言所有已修正且已倒轉之測定座標 $D_k(\vec{r}_{jk} + \vec{K}(\vec{r}_{jk}))$ 以及已修正之起始座標 $(\vec{r}_{j0} + \vec{K}(\vec{r}_{j0}))$ 都具有一種盡可能優良之一致性，

e) 產生一種可用在任意可測量之座標上之連續性修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ ，其中不可由其調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 或由這些調合函數中所選取者來形成線性組合，這些線性組合對所有已進行之旋轉 D_k 而言可自動轉向至本身中。

六、申請專利範圍

第 87111708 號「修正座標-測量機之測量誤差所用之方法」專利案(89 年 4 月修正)

1. 一種決定一修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 所用之方法，其係藉由自我測定來消除座標-測量機之與座標有關之測量誤差，其特徵為下述步驟：

a) 在參考物體 (1) 之起始方位 $k=0$ 中在一未測定之硬 (hard) 參考物體 (1) 上對 j 個參考結構 (5) 測量其起始座標 $\vec{r}_{j0}$ 且在 $k \geq 1$ 個由起始方位開始藉由旋轉而產生之不同測定方位中測量其測定座標 $\vec{r}_{jk}$ ，其中這些測定方位是以旋轉函數 D_k 繞參考物體 (1) 之唯一之旋轉軸 (6) 旋轉而產生，

b) 起始座標 $\vec{r}_{j0}$ 和測定座標 $\vec{r}_{jk}$ 是以和座標有關之修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 來檢驗， $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 是由近似值

$$\vec{K}(\vec{r}_{jk}) \approx \sum_{i=0}^N a_i \vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$$

來描述，其中 a_i 是暫時未知之調合參數， N 是預設之線性獨立之調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 的數目，

c) 以修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 來檢驗之測定座標 $(\vec{r}_{jk} + \vec{K}(\vec{r}_{jk}))$ 是藉由旋轉函數 D_k 而倒轉至起始方位中，

d) 須計算該調合參數 a_i ，使得對各別之參考結構 (5) 而言所有已修正且已倒轉之測定座標 $D_k(\vec{r}_{jk} + \vec{K}(\vec{r}_{jk}))$ 以及已修正之起始座標 $(\vec{r}_{j0} + \vec{K}(\vec{r}_{j0}))$ 都具有一種盡可能優良之一致性，

e) 產生一種可用在任意可測量之座標上之連續性修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ ，其中不可由其調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 或由這些調合函數中所選取者來形成線性組合，這些線性組合對所有已進行之旋轉 D_k 而言可自動轉向至本身中。

六、申請專利範圍

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中

- a) 在第一參考物體 (1) 上以固定之第一旋轉軸 (6) 來測量該起始座標 $\vec{r}_{1j0}$ 和該測定座標 $\vec{r}_{1jk}$ ，
- b) 在第二參考物體 (2) 上以固定之第二旋轉軸 (7) 來測量該起始座標 $\vec{r}_{2j0}$ 和該測定座標 $\vec{r}_{2jk}$ ，
- c) 所有已測量之起始座標和測定座標以相同之修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 來檢驗，
- d) 以修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 來檢驗之測定座標 $(\vec{r}_{1jk} + \vec{K}(\vec{r}_{jk}))$ 和 $(\vec{r}_{2jk} + \vec{K}(\vec{r}_{jk}))$ 就每一參考物體 (1, 2) 而言必須分別使用旋轉函數 D_k 而倒轉至其各別之原始方位中，
- e) 須計算該調合參數 a_i ，使得在每一參考物體 (1) 和 (2) 上各別之所有已倒轉和已修正之測定座標以及起始座標對每一參考結構 (5) 都具有一種盡可能優良之一致性。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中

- a) 對預設之調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 而言，任意 $P < N$ 個調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 之所有旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r}) = \sum_{i=0}^P s_i \cdot \vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 是由調合參數 s_i 來決定，就旋轉函數 D_k 而言此線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 滿足對稱條件 $\vec{S}(\vec{r}) = D_k \vec{S}(\vec{r})$ ，

- b) 在存在一種上述之旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 時，目前的一組線性獨立之調合函數 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 須由新的一組線性獨立之調合函數 $\vec{k}_i^{(1)}(\vec{r}_{jk})$ 所取代，其中這些新的調合函數 $\vec{k}_1^{(1)}(\vec{r}_{jk})$ 是目前之 $\vec{k}_i(\vec{r}_{jk})$ 的線性組合且構成相同之函數空間且這些新的調合函數中之一

六、申請專利範圍

(即, $\vec{k}_N^{(1)}(\vec{r})$) 是上述之旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$,

c) 由此組調合函數 $\vec{k}_i^{(1)}(\vec{r}_{jk})$ 中去除旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r}) = \vec{k}_N^{(1)}(\vec{r}_{jk})$, 使得其數目只剩下 $N-1$,

d) 重複上述之 a), b), c) 各步驟, 直至不會再產生能滿足旋轉函數 D_k 之對稱條件 $\vec{S}(\vec{r}) = D_k \cdot \vec{S}(\vec{r})$ 之此種線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 為止,

e) 以重複上述之步驟 a), b), c) 共 M 次之後所產生之一組調合函數 $\vec{k}_i^{(M)}(\vec{r}_{jk})$ 來計算該修正函數 $\vec{K}(\vec{r}_{jk})$ 。

4. 如申請專利範圍第3項之方法, 其中

a) 以第一參考物體(1)和繞一固定之第一旋轉軸(6)之旋轉 D_{1k} 來決定第一修正函數 $\vec{K}_1(\vec{r}_{jk})$, 其相對於繞第一旋轉軸(6)之所有旋轉 D_{1k} 而言並不含有旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$, 但相對於其它不使用之旋轉軸而言則含有旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$,

b) 以第二參考物體(2)和以旋轉函數 D_{2k} 繞一固定之與第一旋轉軸不同之第二旋轉軸(7)而進行之旋轉來進行其它測定過程, 於是第二參考物體(2)之所有已測量之起始座標 $\vec{r}_{2j0}$ 和測定座標 $\vec{r}_{2jk}$ 須以已計算之第一修正函數 $\vec{K}_1(\vec{r}_{jk})$ 來修正, 以第一修正函數 $\vec{K}_1(\vec{r}_{jk})$ 來修正之測定座標然後以仍然可決定之第二修正函數 $\vec{K}_2(\vec{r}_{jk})$ 來檢驗且以旋轉函數 D_{2k} 倒轉至其起始方位中, 這樣即可決定第二修正函數 $\vec{K}_2(\vec{r}_{jk})$, 其相對於所有繞第二旋轉軸(7)之旋轉 D_{2k} 而言不含有旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$, 但相對於所有繞第一旋

六、申請專利範圍

轉軸 (6) 之旋轉 D_{1k} 而言則含有旋轉對稱之線性組合
 $\vec{S}(\vec{r})$,

c) 藉由第一修正函數 $\vec{K}_1(\vec{r}_{jk})$ 與第二修正函數
 $\vec{K}_2(\vec{r}_{jk})$ 之相加 (add) 來計算一種總修正函數

$$\vec{K}_{Ges}(\vec{r}_{jk}) = \vec{K}_1(\vec{r}_{jk}) + \vec{K}_2(\vec{r}_{jk})$$

,相對於已使用之繞二個旋轉軸之旋轉 D_{1k} 和 D_{2k} 而言此
 種總修正函數含有旋轉對稱之線性組合 $\vec{S}(\vec{r})$ 。

5. 如申請專利範圍第 4 項之方法, 其中為了逐步地使修
 正函數 $\vec{K}_{Ges}(\vec{r}_{jk})$ 精細化, 則須以其它參考物體和屬
 於這些參考物體之其它先前未使用之旋轉軸來重複進
 行申請專利範圍第 2 項之步驟 b) 且所獲得之各修正函
 數總是再相加起來。

6. 如申請專利範圍第 2, 4 或 5 項之方法, 其中各參考
 物體中之一覆蓋座標-測量機之整個測量區。

7. 如申請專利範圍第 1 至第 5 項中任一項之方法, 其中
 參考物體是正方形的且旋轉軸經由其中心而延伸。

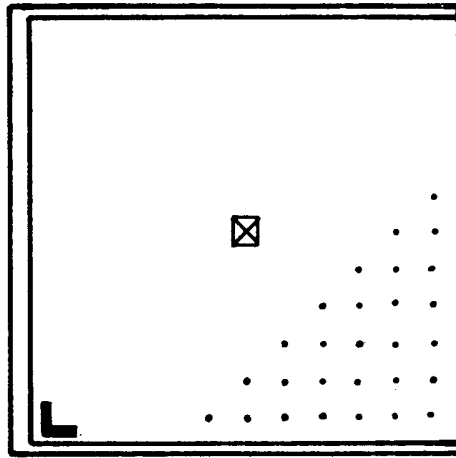
8. 如申請專利範圍第 6 項之方法, 其中參考物體是正方形
 的且旋轉軸經由其中心而延伸。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

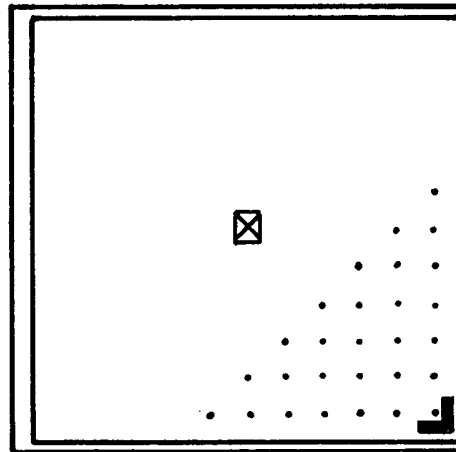
訂

線

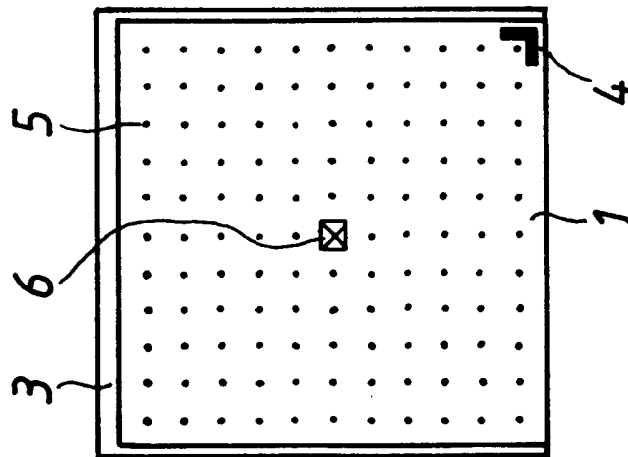
第1c圖



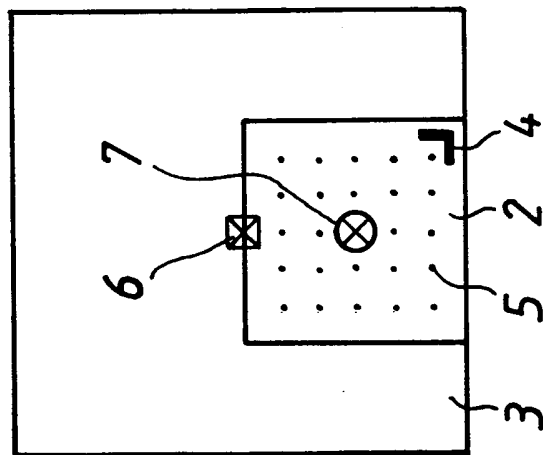
第1b圖



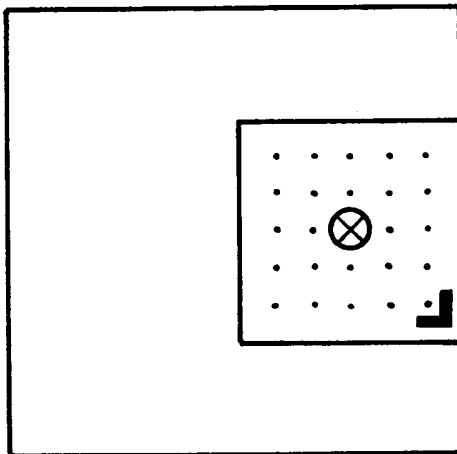
第1a圖



第2a圖



第2b圖



第2c圖

