



(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 I777205 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 11 日

(21)申請案號：109125939

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 31 日

(51)Int. Cl. : **B23Q17/24 (2006.01)****G01B11/30 (2006.01)**

(30)優先權：2019/08/30 日本

2019-158610

(71)申請人：日商住友重機械工業股份有限公司(日本) SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.  
(JP)

日本

(72)發明人：高娜 GAO, NA (JP)；市原浩一 ICHIHARA, KOICHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201017096A

CN 1912542A

CN 101726279B

US 2002/0148275A1

審查人員：熊正一

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：17 共 48 頁

(54)名稱

形狀測量裝置、基準器及檢測儀的校正方法

(57)摘要

[課題] 本發明提供一種形狀測量裝置，其在檢測儀的零點校正中不易產生零點位置的偏差。  
 [解決手段] 檢測儀包括排成一系列之至少三個位移計，並藉由與測量對象物對向配置而檢測從至少三個位移計到測量對象物為止的距離的位移。藉由基準器支撐於支撐構件上而提供檢測儀的校正用基準面。控制裝置校正基準器。基準器具有在至少三個位移計排列之方向上在兩個部位支撐於支撐構件上之支撐結構。控制裝置在使至少三個位移計對向基準面之狀態下校正檢測儀。

指定代表圖：

符號簡單說明：

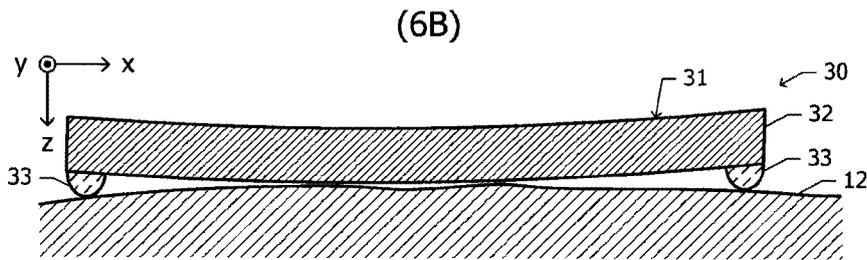
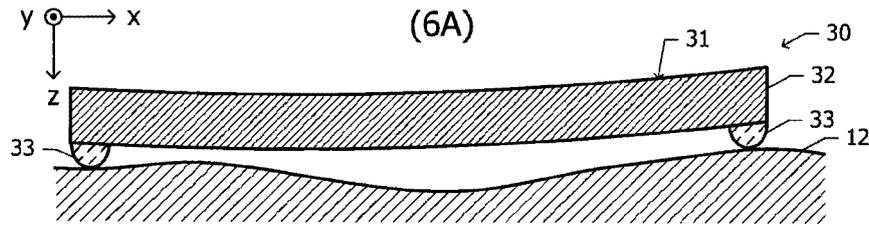
12:工件

30:基準器

31:基準面

32:主體構件

33:支腳部



【圖 6】



I777205

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

形狀測量裝置、基準器及檢測儀的校正方法

### 【中文】

[課題] 本發明提供一種形狀測量裝置，其在檢測儀的零點校正中不易產生零點位置的偏差。

[解決手段] 檢測儀包括排成一系列之至少三個位移計，並藉由與測量對象物對向配置而檢測從至少三個位移計到測量對象物為止的距離的位移。藉由基準器支撐於支撐構件上而提供檢測儀的校正用基準面。控制裝置校正基準器。基準器具有在至少三個位移計排列之方向上在兩個部位支撐於支撐構件上之支撐結構。控制裝置在使至少三個位移計對向基準面之狀態下校正檢測儀。

【指定代表圖】第(6)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

12:工件

30:基準器

31:基準面

32:主體構件

33:支腳部

【特徵化學式】無

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

形狀測量裝置、基準器及檢測儀的校正方法

## 【技術領域】

【0001】本發明係關於形狀測量裝置、搭載於形狀測量裝置上之檢測儀的校正方法及用於校正該檢測儀之基準器。

## 【先前技術】

【0002】作為測量研磨對象物亦即工件上表面的直線度之方法，已知有一種在機測量方法，其利用研磨裝置的工件進給功能，在砂輪頭上安裝位移計而掃描加工表面。在機測量方法中，通常利用使用包括三個位移計之檢測儀之逐次三點法(例如專利文獻1)。在逐次三點法中，同時測量位於工件上表面的一條直線上之三點的高度方向的位置，根據測量結果求出平面的局部彎曲程度(曲率)。將該曲率進行二階積分並藉由計算而求出工件上表面的直線度。直線度係指目標形狀從幾何學上正確之直線偏離的程度。測量工件上表面的直線度等同於測量與工件上表面的高度方向有關的凹凸形狀。

【0003】為了對測量對象物表面的直線度高精度地進行測量，需要進行檢測儀的零點校正，以使三個位移計的零點位於幾何學上正確之平面上。為了進行檢測儀的零點

校正而使用具有高直線度之基準面之基準器。當測量藉由研磨裝置而被研磨之工件上表面的直線度時，例如，在研磨後的工件的上表面放置基準器而進行檢測儀的零點校正，以使三個位移計的零點位於基準面上。

[先前技術文獻]

**【0004】**

[專利文獻1] 日本特開2016-166873號公報

**【發明內容】**

[發明所欲解決之問題]

**【0005】** 在進行檢測儀的零點校正之後，若將基準器設置於工件上的其他位置而測量基準面的直線度，則理想的係直線度的幾何公差成為零。然而，明確得知若改變設置基準器之位置而測量基準面的直線度，則有基準面的直線度的幾何公差不為零的情況。這意味著根據放置基準器的位置而導致在零點校正後的零點的位置上產生偏差。若不進行高精度的零點校正，則會導致工件上表面的直線度的測量精度下降。

**【0006】** 本發明的目的係在於提供一種在檢測儀的零點校正中不易產生零點位置的偏差之形狀測量裝置及檢測儀的校正方法。本發明的另一個目的係在於提供一種可適用於該校正方法中之基準器。

[解決問題之技術手段]

【0007】根據本發明的一觀點，提供一種形狀測量裝置，其具有：

檢測儀，係包括排成一系列之至少三個位移計，並藉由與測量對象物對向配置而檢測從前述至少三個位移計到前述測量對象物為止的距離的位移；

基準器，係藉由支撐於支撐構件上而提供前述檢測儀的校正用基準面；以及

控制裝置，係校正前述基準器，

前述基準器具有在所述至少三個位移計排列之方向上在兩個部位支撐於前述支撐構件上之支撐結構，

前述控制裝置在使前述至少三個位移計對向前述基準面之狀態下校正前述檢測儀。

【0008】根據本發明的另一觀點，提供一種形狀測量裝置，其具有：

檢測儀，係包括排成一系列之至少三個位移計，並藉由與測量對象物對向配置而檢測從前述至少三個位移計的每一個到測量對象物為止的距離的位移；

基準器，係藉由支撐於支撐構件上而提供用於校正前述檢測儀的基準面；及

控制裝置，係校正前述基準器，

在將前述基準器支撐於前述支撐構件上之狀態下，因自重而產生撓曲，產生撓曲之狀態下的前述基準面的形狀具有不受前述支撐構件上表面的凹凸的影響之結構，

前述控制裝置在使前述至少三個位移計對向前述基準

面之狀態下校正前述檢測儀。

【0009】根據本發明的又一觀點，提供一種基準器，其具有：

基準面，係與排成一系列之三個位移計相對向；及

三個支腳部，係從與前述基準面相反之一側的底面突出，

前述三個支腳部中的兩個支腳部配置於在前述基準面的長度方向上相同之位置。

【0010】根據本發明的又一觀點，提供一種校正方法，其為檢測儀的校正方法，該檢測儀藉由使排成一系列之至少三個位移計與測量對象物對向配置而檢測從前述至少三個位移計的每一個到前述測量對象物為止的距離的位移，

在使前述至少三個位移計對向基準器的基準面之姿勢下，使前述基準器在前述至少三個位移計排列之方向上在兩個部位支撐於支撐構件上，

在使前述至少三個位移計對向前述基準面之狀態下校正前述檢測儀。

[發明之效果]

【0011】基準器的撓曲形狀不受支撐構件上表面的凹凸的影響。因此，提供當校正檢測儀時形狀偏差小的基準面，其結果，能夠抑制檢測儀的至少三個位移計的零點位置的由設置部位引起之偏差。

**【圖式簡單說明】****【0012】**

[圖 1A]係組裝有實施例的形狀測量裝置之研磨裝置的立體圖，[圖 1B]係在砂輪頭上安裝有檢測儀之狀態下之檢測儀的側視圖。

[圖 2]係表示測量對象亦即工件的上表面及檢測儀之示意圖。

[圖 3]係表示檢測儀的第 1 位移計、第 2 位移計、第 3 位移計與基準器的位置關係之示意圖。

[圖 4A]及[圖 4B]係在將比較例的檢測儀的校正方法中使用之基準器放置在工件上表面上之狀態的剖面圖。

[圖 5]係從斜下方觀察在實施例的形狀測量裝置中使用之基準器之立體圖。

[圖 6A]及[圖 6B]係將在實施例的形狀測量裝置中使用之基準器放置在工件的上表面上之狀態的剖面圖。

[圖 7A]係具有兩端支撐均布荷重的樑結構之基準器的示意圖，[圖 7B]係表示在實施例的形狀測量裝置中使用之基準器與檢測儀的位置關係之示意圖。

[圖 8A~圖 8C]係評價實驗中之工件、基準器及檢測儀的位置關係之圖。

[圖 9A]係表示使用不具有支腳部之長方體形狀的基準器來測量之偏移量  $g$  的分佈之圖表，[圖 9B]係表示使用在實施例的形狀測量裝置中使用之基準器(圖 5)亦即具有支

腳部之基準器來測量之偏移量 $g$ 的分佈之圖表。

[圖 10]係實施例的形狀測量方法的流程圖。

[圖 11A]係表示控制裝置在輸入輸出裝置的顯示器上顯示之控制窗口的圖像之圖，[圖 11B]係表示在輸入輸出裝置的顯示器上顯示之測量結果的圖像的一例之圖。

[圖 12]係另一實施例的形狀測量方法的流程圖。

[圖 13]係表示圖 12所示之實施例的控制裝置在輸入輸出裝置(圖 1A)的顯示器上顯示之控制窗口的圖像的一例之圖。

[圖 14]係表示工件上表面的直線度的幾何公差的測量結果、及由溫度感測器(圖 1B)測定之溫度測定值的經時變化之圖表。

[圖 15A]係表示又一實施例的形狀測量裝置的控制裝置在輸入輸出裝置(圖 1A)的顯示器上顯示之控制窗口的圖像的一例之圖，[圖 15B]係在輸入輸出裝置(圖 1A)的顯示器上顯示之圖像的一例之圖。

[圖 16A~圖 16D]係從斜下方觀察圖 5所示之實施例的變形例的基準器之立體圖。

[圖 17A]係圖 5所示之實施例的另一變形例的基準器在失重狀態下之側視圖，[圖 17B]係設置於工件上表面上之狀態下的基準器的側視圖。

## 【實施方式】

【0013】參閱圖 1A~圖 11B，對實施例的形狀測量裝

置進行說明。

圖 1A 係組裝有本實施例的形狀測量裝置之研磨裝置的立體圖。研磨裝置包括可動工作台 10、工作台引導機構 11、砂輪頭 15、砂輪 16、導軌 18、控制裝置 20、輸入輸出裝置 21、基準器 30 及檢測儀 40。可動工作台 10 藉由工作台引導機構 11 而在水平面內的一方向上往復移動。被研磨物亦即工件 12 支撐於可動工作台 10 上。該工件 12 相當於藉由形狀測量裝置而被測量直線度之測量對象物。

【0014】砂輪頭 15 藉由導軌 18 而可升降地支撐於可動工作台 10 上的工件 12 的上方。砂輪頭 15 在水平面內在與可動工作台 10 的移動方向正交之方向上能夠移動。如下定義 xyz 正交坐標系：將可動工作台 10 的移動方向設為 x 軸方向，將砂輪頭 15 的移動方向設為 y 軸方向，將鉛垂朝下的方向設為 z 軸的正方向。

【0015】在砂輪頭 15 的下端部安裝有砂輪 16。砂輪 16 具有圓柱狀形狀，其中心軸與 y 軸方向平行。使砂輪頭 15 下降至砂輪 16 接觸到工件 12 之程度，並藉由一邊使砂輪 16 旋轉，一邊使工件 12 在 x 軸方向上移動而進行工件 12 的研磨。藉由使砂輪頭 15 在 y 軸方向上移動並重複相同之處理而能夠研磨工件 12 的上表面的整個區域。

【0016】控制裝置 20 控制可動工作台 10 向 x 軸方向的移動、砂輪頭 15 向 y 軸方向的移動及升降、砂輪 16 的旋轉。各種指令從輸入輸出裝置 21 輸入到控制裝置 20，處理結果等藉由控制裝置 20 而輸出到輸入輸出裝置 21。輸入輸

出裝置21例如包括顯示器、定點設備、鍵盤等。

【0017】檢測儀40可裝卸地安裝於砂輪頭15的側面。當研磨時，檢測儀40從砂輪頭15被卸除。當測量工件12的上表面的直線度時，檢測儀40被安裝於砂輪頭15。檢測儀40例如藉由磁鐵的吸引力、螺紋固定等而被安裝於砂輪頭15。以下，參閱圖1B對檢測儀40的結構進行詳述。當校正檢測儀40時，在工件12的上表面配置基準器30。基準器30藉由支撐於工件12的上表面而提供檢測儀40的校正用基準面。工件12作為在零點校正時用於支撐基準器30之支撐構件而發揮作用。

【0018】圖1B係在砂輪頭15上安裝有檢測儀40之狀態下之檢測儀40的側視圖。

【0019】檢測儀40包括安裝於支撐基座41上並在x軸方向上排成一系列之第1位移計42a、第2位移計42b、第3位移計42c。作為該等位移計，例如能夠使用非接觸式雷射位移計。由於第1位移計42a、第2位移計42b及第3位移計42c中的每一個與工件12對向配置，因此檢測從每個位移計到工件12為止的距離的位移。更具體而言，測定從各位移計的零點到工件12的上表面的被測定點為止在z軸方向上的距離。在檢測儀40所對向之位置配置有基準器30(圖1A)之狀態下，各位移計檢測基準器30的基準面的在z軸方向上的位移。

【0020】在支撐基座41上還安裝有溫度感測器45。溫度感測器45測定檢測儀40的溫度。第1位移計42a、第2位

移計42b及第3位移計42c的測定值及溫度感測器45的測定值被輸入到控制裝置20(圖1A)。

【0021】其次，參閱圖2，對測量工件12的上表面的直線度的方法進行說明。

圖2係表示測量對象亦即工件12的上表面及檢測儀40之示意圖。工件12的上表面與xy面大致平行地配置。另外，在圖2中放大示出工件12的上表面的微小的凹凸。檢測儀40的第1位移計42a、第2位移計42b及第3位移計42c在x軸方向上以間距P排成一列。

【0022】若進行三個位移計的零點校正，則理想的係第1位移計42a、第2位移計42b及第3位移計42c各自的零點 $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$ 在與x軸大致平行的一條直線上以間距P排列。另外，在本實施例中，如以下參閱圖7A及圖7B進行說明，三個零點 $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$ 並非嚴格地配置在一條直線上，但是在此假定三個零點 $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$ 配置在一條直線上。

【0023】第1位移計42a測定從零點 $A_0$ 到工件12的上表面的被測定點A為止的距離 $D_a$ 。同樣，第2位移計42b及第3位移計42c分別測定從零點 $B_0$ 到被測定點B為止的距離 $D_b$ 、以及從零點 $C_0$ 到被測定點C為止的距離 $D_c$ 。

【0024】將連接被測定點A和C的線段與被測定點B在z軸方向上的距離稱為偏移量g。偏移量g由以下式來表示。

【數式 1】

$$g = D_b - \frac{D_a + D_c}{2} \dots (1)$$

【0025】在第 2 位移計 42b 的被測定點 B 上的工件 12 的上表面的曲率  $d^2z/dx^2(x=B)$  能夠由以下式來表示。

【數式 2】

$$\frac{d^2z}{dx^2}(x = B) = \frac{2g}{p^2} \dots (2)$$

【0026】一邊使檢測儀 40 和工件 12 中的一個相對於另一個在 x 軸方向上移動，一邊藉由式 (1) 而測量偏移量 g。藉由對使用式 (1) 及 (2) 來求出之工件 12 的上表面的曲率分佈進行二階積分而能夠求出上表面的直線度 (亦即，xz 剖面中的表面形狀)。

【0027】其次，參閱圖 3，對檢測儀 40 的零點校正的原理進行說明。

圖 3 係表示檢測儀 40 的第 1 位移計 42a、第 2 位移計 42b、第 3 位移計 42c 與基準器 30 的位置關係之示意圖。

【0028】將基準器 30 放置在工件 12 的上表面上，並使基準面 31 對向檢測儀 40。在該狀態下，將第 1 位移計 42a、第 2 位移計 42b 及第 3 位移計 42c 各自的基準面 31 上的被測定點分別設定為第 1 位移計 42a、第 2 位移計 42b 及第 3 位移計 42c 的零點  $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$ 。

【0029】另外，可以一邊使基準器 30 相對於檢測儀 40 在 x 軸方向上移動，一邊進行複數次測定，並根據測定值

的平均值來設定零點  $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$ 。將一邊使基準器 30 在  $x$  軸方向上移動，一邊進行複數次測定之處理稱為掃描。基準器 30 的移動係藉由由工作台引導機構 11 使工件 12 在  $x$  軸方向上移動而實現者。藉由採用該方法，能夠減小由基準面 31 的表面粗糙引起之零點的偏差。此外，可以改變基準面 31 上的被測定點在  $y$  軸方向上的位置進行複數次掃描，並根據藉由複數次掃描而得到之測定值的平均值來設定零點  $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$ 。另外，即使第 1 位移計 42a、第 2 位移計 42b 及第 3 位移計 42c 在支撐基座 41 上的安裝位置在  $z$  軸方向上偏離，若基準面 31 係幾何學上正確之平面，則零點  $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$  藉由零點校正而位於一條直線上。

【0030】其次，參閱圖 4A 及圖 4B，對使用比較例的基準器 30 來校正檢測儀 40 之方法進行說明。

【0031】圖 4A 及圖 4B 係將比較例的基準器 30 放置在工件 12 的上表面上之狀態的剖面圖。當校正檢測儀 40 時，在工件 12 的上表面上，長方體形狀的基準器 30 被設置成其長度方向與  $x$  軸平行。研磨後的工件 12 的上表面大致平坦，但是實際上殘留有微小的凹凸。因此基準器 30 在其長度方向上在大致兩點處支撐於工件 12 上。基準器 30 例如由楊氏模量約為 130GPa 左右的不易變形之陶瓷材料形成，但是以接觸到工件 12 之部位為支點因自重而稍微產生撓曲。

【0032】在圖 4A 所示例中，基準器 30 在長度方向的兩端附近接觸到工件 12 而被支撐。此時，在基準器 30 上產生朝下方凸出形狀的撓曲。在圖 4B 所示例中，基準器 30 在長

度方向的中央附近接觸到工件 12 而被支撐。此時，在基準器 30 上產生朝上方凸出形狀的撓曲。若在基準面 31 上產生有撓曲之狀態下進行檢測儀 40 的零點校正，則三個零點  $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$  不位於一條直線上。又，根據設置基準器 30 之位置，導致在三個零點  $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$  的相對位置關係上產生偏差。

【0033】在基準器 30 上產生之撓曲受到其支撐表面(亦即，工件 12 的上表面)的凹凸形狀的影響。因此，無法正確地推斷出產生撓曲之狀態下之基準面 31 的形狀。從而，難以校正三個零點  $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$  而使其配置在一條直線上。

【0034】其次，參閱圖 5~圖 7B，對利用在本實施例的形狀測量裝置中使用之基準器 30 進行檢測儀 40 的零點校正之方法進行說明。

【0035】圖 5 係從斜下方觀察在實施例的形狀測量裝置中使用之基準器 30 之立體圖。基準器 30 包括具有在一方向上長的長方體形狀之主體構件 32。主體構件 32 的上表面被設為基準面 31。在主體構件 32 的與基準面 31 相反之一側的底面上安裝有三個支腳部 33。一個支腳部 33 被安裝於基準器 30 的底面的在長度方向上的一個端部，其他兩個支腳部 33 被安裝於另一個端部。又，該兩個支腳部 33 在與長度方向正交之寬度方向上隔開間隔地被安裝。亦即，該兩個支腳部 33 安裝於在長度方向上相同之位置，並且在寬度方向上被安裝於不同的位置。

【0036】每個支腳部33具有半球形狀，並在平坦之表面上黏接於主體構件32的底面。在支腳部33的黏接中能夠使用黏接劑或雙面膠帶等。在支腳部33中例如使用氧化鋯等硬質材料。支腳部33的高度例如為2mm以上且15mm以下，典型地為7mm。然而，支腳部33的高度並不限定於該範圍。在將基準器30放置在工件12的上表面上之狀態下，支腳部33的高度只要係基準器30的主體構件32的底面不接觸到工件12的上表面之程度的高度即可。

【0037】圖6A及圖6B係將在實施例的形狀測量裝置中使用之基準器30放置在工件12的上表面上之狀態的剖面圖。圖6A及圖6B中所示出之工件12的上表面的凹凸形狀分別與圖4A及圖4B中所示出之工件12的上表面的凹凸形狀相同。在圖6A及圖6B中的任一種情況下，基準器30藉由三個支腳部33接觸到工件12的上表面而支撐於工件12的上表面。基準器30在除了三個支腳部33以外的部位不會接觸到工件12。

【0038】由於三個支腳部33中的兩個支腳部配置於在長度方向上相同之位置，因此基準器30在長度方向上的兩個部位支撐於工件12的上表面。因此，基準器30具有兩端支撐均布荷重的樑結構。基準器30不取決於支撐表面的凹凸形狀，而始終在長度方向上的兩個部位支撐於支撐表面上，因此基準器30的撓曲的形狀及大小不受支撐表面的凹凸形狀的影響。

【0039】圖7A係具有兩端支撐均布荷重的樑結構之基

準器 30 的示意圖。若由  $L$  表示基準器 30 的長度，由  $w$  表示每單位長度的荷重，由  $E$  表示楊氏模量，由  $I$  表示彈性二維力矩，則與一個端部的距離為  $x$  的點的撓曲量  $\delta(x)$  由以下式來表示。

【數式 3】

$$\delta(x) = \frac{wx}{24EI} (x^3 - 2Lx^2 + L^3) \dots (3)$$

【0040】當將基準器 30 放置在工件 12 的上表面上時，能夠使用式 (3) 預先求出在基準面 31 上產生之撓曲的形狀及大小。定義該撓曲的形狀之資訊被存儲於控制裝置 20 (圖 1A)。

【0041】圖 7B 係表示在實施例的形狀測量裝置中使用之基準器 30 與檢測儀 40 的位置關係之示意圖。基準面 31 如圖 7A 所示撓曲。在圖 7B 中，撓曲量由實際的撓曲量放大示出。藉由檢測儀 40 的第 1 位移計 42a、第 2 位移計 42b 及第 3 位移計 42c 而檢測該基準面 31 的高度並進行零點校正。藉此，在基準面 31 上設定有零點  $A_0$ 、零點  $B_0$  及零點  $C_0$ 。

【0042】將通過零點  $B_0$  並平行於  $z$  軸之直線與連接零點  $A_0$  和零點  $C_0$  之線段的交點設為第 2 位移計 42b 的真零點  $B_{01}$ 。將零點  $B_0$  與真零點  $B_{01}$  的距離設為零點偏移量  $g_0$ 。基準面 31 的撓曲形狀能夠由式 (3) 藉由計算而求出，由於定義該形狀之資訊預先存儲在控制裝置 20 (圖 1A) 中，因此能夠藉由計算而求出零點偏移量  $g_0$ 。控制裝置 20 存儲藉由計算而求出之零點偏移量  $g_0$ 。為了嚴格地計算真零點  $B_{01}$  處

的工件 12 的上表面的直線度，使用真零點  $B_{01}$  作為第 2 位位移計 42b 的零點為較佳。亦即，對偏移量  $g$  (圖 2) 進行相當於零點偏移量  $g_0$  之校正為較佳。具體而言，由以下式來代替式 (1) 而計算偏移量  $g$  為較佳。

【數式 4】

$$g = D_b - \frac{D_a + D_c}{2} + g_0 \cdots (4)$$

【0043】其次，參閱圖 8A~圖 9B，對為了確認基準器 30 的撓曲形狀不受工件 12 的上表面的凹凸的影響而進行之評價實驗及其結果進行說明。

【0044】圖 8A~圖 8C 係表示當進行評價實驗時的工件 12、基準器 30 及檢測儀 40 的位置關係之圖。首先，如圖 8A 所示，將基準器 30 放置在工件 12 的區域 R1 上，並由進行零點校正之檢測儀 40 使用式 (1) 來測量偏移量  $g$  (圖 2)。在區域 R1 內使基準器 30 移動，並使用式 (1) 來測量複數次偏移量  $g$ 。

【0045】其次，如圖 8B 所示，使基準器 30 在工件 12 的區域 R2 上移動，並以相同之方式複數次測量偏移量  $g$ 。此外，如圖 8C 所示，使基準器 30 在工件 12 的區域 R3 上移動，並以相同之方式複數次測量偏移量  $g$ 。

【0046】圖 9A 係表示使用不具有支腳部 33 之長方體形狀的基準器 30 來測量之偏移量  $g$  的分佈之圖表。圖 9B 係使用在實施例的形狀測量裝置中使用之基準器 30 (圖 5) 亦即具有支腳部 33 之基準器 30 來測量之偏移量  $g$  的分佈之圖

表。圖 9A 及圖 9B 的圖表的橫軸對應於區域 R1、R2、R3，縱軸表示偏移量  $g$ 。圖表中的一個黑色圓圈符號表示藉由一次測量而計算出之偏移量  $g$ 。在一個區域內顯示有複數個黑色圓圈符號，係因為在每個區域 R1、R2、R3 中使基準器 30 在區域內移動並進行了複數次測量。

【0047】在使用不具有支腳部 33 之基準器 30 之情況下，如圖 9A 所示，在將基準器 30 放置在區域 R1 上測量之情況和放置在區域 R2 或 R3 上測量之情況下，在偏移量  $g$  上產生大的差異。總體上，在偏移量  $g$  上產生約  $0.075\mu\text{m}$  左右的偏差。這意味著，基準器 30 撓曲後的基準面 31 的形狀根據設置基準器 30 的位置而不同。

【0048】相對於此，在使用具有支腳部 33 之基準器 30 之情況下，如圖 9B 所示，即使將基準器 30 放置在區域 R1、R2、R3 中的任一個區域上，在偏移量  $g$  上亦不會產生大的差異。偏移量  $g$  的偏差在  $0.02\mu\text{m}$  以下範圍內。這意味著，基準器 30 撓曲後的基準面 31 的形狀不取決於設置基準器 30 的位置而大致恆定。又，偏移量  $g$  的計算值與零點偏移量  $g_0$  (圖 7B) 大致相等。

【0049】根據圖 8A~圖 9B 中所示出之評價實驗確認到，藉由使用具有支腳部 33 之基準器 30，基準器 30 的撓曲形狀幾乎不取決於支撐基準器 30 之支撐表面的凹凸形狀。

【0050】其次，參閱圖 10~圖 11B，對由實施例的形狀測量裝置來測量工件 12 (圖 1A) 的上表面的直線度之方法進行說明。

【0051】圖10係實施例的形狀測量方法的流程圖。

若工件12的研磨結束，則操作人員將檢測儀40安裝於砂輪頭15(步驟SA01)，並將基準器30設置於工件12的上表面(步驟SA02)。然後，利用基準器30的基準面31進行檢測儀40的零點校正。若檢測儀40的零點校正結束，則從工件12的上表面移除基準器30。

【0052】使砂輪頭15(圖1A)在y軸方向上移動至工件12的測量部位(步驟SA05)。然後，測量工件12的上表面的沿著平行於x軸方向之一條線之直線度(步驟SA06)。具體而言，控制裝置20(圖1A)一邊使工件12在x軸方向上移動，一邊從檢測儀40的第1位移計42a、第2位移計42b及第3位移計42c以一定的時間間隔獲取測定值。根據所獲取之測定值，並藉由參閱圖2已說明之逐次三點法而求出工件12的上表面的形狀。此時，使用式(4)來計算偏移量g。

【0053】在測量工件12的上表面的沿著一條線之直線度之後，將測量結果輸出到輸入輸出裝置21(圖1A)(步驟SA07)。在測量沿著另一條線之直線度之情況下，重複進行從將基準器30設置於工件12的上表面之製程(步驟SA02)到輸出測量結果之製程(步驟SA07)(步驟SA08)。在測量工件12的上表面的應測量的沿著所有線之直線度之後結束測量。

【0054】圖11A係表示控制裝置20在輸入輸出裝置21的顯示器上顯示之控制窗口的圖像之圖。控制窗口包括測定值顯示視窗22、基本設定視窗23及校正視窗24。此外，

在控制窗口上顯示測定開始按鈕 26。

【0055】在測定值顯示視窗 22 中包括顯示第 1 位移計 42a、第 2 位移計 42b 及第 3 位移計 42c 的測定值之輸出字段。在基本設定的視窗 23 中顯示工件 12 的長度(x 軸方向的尺寸)、測量時可動工作台 10 的移動速度、輸入測定往復次數的資料輸入字段。測定往復次數例如以下拉選單形式被輸入。在校正視窗 24 中顯示有顯示零點值之輸出字段及校正開始按鈕 25。

【0056】若操作人員選擇校正開始按鈕 25，則控制裝置 20(圖 1A)進行檢測儀 40 的零點校正(步驟 SA03)。按鈕的選擇例如藉由將滑鼠的指標對準按鈕點擊滑鼠之操作、觸摸按鈕之操作等而進行。在零點的輸出字段中顯示使用式 (1) 來計算出之偏移量  $g$  值。在進行了零點校正之時刻，由於距離  $D_a$ 、 $D_b$ 、 $D_c$ (圖 2)全部重置為零，因此在零點的輸出字段中顯示之數值成為 0。

【0057】若操作人員選擇測定開始按鈕 26，則控制裝置 20 執行工件 12 的上表面的沿著一條線之直線度的測量(步驟 SA06)。

【0058】圖 11B 係表示在輸入輸出裝置 21 的顯示器上顯示之測量結果的圖像的一例之圖。在顯示器上，以圖表形式顯示工件 12 的上表面在高度方向上的位置。橫軸表示工件 12 在長度方向(x 軸方向)上的位置，縱軸表示表面位移量(z 軸方向上的位置)。另外，高度變動的線性成分被去除，表面位移量被校正為使工件 12 的兩端的高度均成為

0。在圖 11B 中示出中央部分具有比兩端低的形狀之示例。工件 12 的上表面在從 0 起的位移量最大的位置(圖 11B 中曲線的最低點)上的值的絕對值相當於直線度的幾何公差。在圖 11B 所示例中，直線度的幾何公差約為  $22\mu\text{m}$ 。

【0059】其次，對上述實施例的優異之效果進行說明。

在上述實施例中，當零點校正時，基準器 30 的撓曲形狀不取決於設置基準器 30 之工件 12 上的位置而恆定。因此，能夠使三個零點  $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$  的相對位置關係恆定。此外，在上述實施例中，第 1 位移計 42a 的零點  $A_0$ 、第 2 位移計 42b 的真零點  $B_{01}$  及第 3 位移計 42c 的零點  $C_0$  位於一條直線上。藉由以位於一條直線上之三個零點  $A_0$ 、 $B_{01}$ 、 $C_0$  為基準而測量工件 12 的上表面的直線度，能夠提高直線度的測量精度。

【0060】其次，參閱圖 12~圖 14，對另一實施例的形狀測量裝置及形狀測量方法進行說明。以下，對於與圖 1A~圖 11B 所示之實施例相同之結構省略進行說明。

【0061】圖 12 係本實施例的形狀測量方法的流程圖。

在圖 10 所示之實施例中，每次測量工件 12 的上表面的沿著一條線之直線度時(步驟 SA06)，在測量之前進行檢測儀 40 的零點校正(步驟 SA03)。相對於此，在圖 12 所示之實施例中，在基於溫度感測器 45(圖 1B)之當前時刻的溫度測定值與上一次進行了零點校正時的溫度測定值之差為閾值以下的情況下，省略零點校正處理(步驟 SA02~SA04)(步驟

SA10)。僅在基於溫度感測器 45(圖 1B)之當前時刻的溫度測定值與上一次進行了零點校正時的溫度測定值之差超過閾值之情況下，再次執行零點校正處理(步驟 SA02~SA04)。

【0062】圖 13 係表示控制裝置 20 在輸入輸出裝置 21(圖 1A)的顯示器上顯示之控制窗口的圖像之圖。在本實施例中，在校正視窗 24 內，除了零點輸出字段及校正開始按鈕 25 以外，還顯示分別顯示校正時溫度、校正時刻及當前溫度之輸出字段。還顯示溫度測定按鈕 27。

【0063】在校正時溫度的輸出字段中，控制裝置 20 顯示當最近零點校正時由溫度感測器 45 測定之溫度測定值。在校正時刻的輸出字段中，控制裝置 20 顯示最近零點校正時的時刻。在當前溫度的輸出字段中，控制裝置 20 顯示由溫度感測器 45 測定之當前時刻的溫度測定值。若操作人員選擇溫度測定按鈕 27，則控制裝置 20 從溫度感測器 45 獲取當前時刻的溫度測定值，並更新顯示於當前溫度的輸出字段中之測定值。

【0064】在最近零點校正時溫度與當前溫度之差超過閾值之情況下，控制裝置 20 在校正視窗 24 內顯示督促再次執行零點校正之訊息 28。另外，可以代替訊息 28 而輸出其他警報資訊，例如提高零點校正效率之聲音、警報聲等。

【0065】圖 14 係表示工件 12 的上表面的直線度的幾何公差的測量結果及由溫度感測器 45(圖 1B)測定之溫度的測定值的經時變化之圖表。進行 10 次對工件 12 的上表面的沿

著平行於 x 軸之六條線 L1~L6 中的每條線之直線度進行測量之處理，並針對每個測量處理求出直線度的幾何公差。圖 14 所示之複數個黑色圓圈符號中的每一個表示藉由一次測量處理而得到之直線度的幾何公差的計算結果。

**【0066】** 在測量沿著線 L1 之直線度之前，進行了檢測儀 40 的零點校正。然後，從測量沿著線 L1 之直線度到測量沿著線 L5 之直線度為止，未進行檢測儀 40 的零點校正。在測量沿著線 L5 之直線度之後，在測量沿著線 L6 之直線度之前進行了檢測儀 40 的零點校正。

**【0067】** 在從開始測量沿著線 L1 之直線度時到結束測量沿著線 L4 之直線度為止的期間，基於溫度感測器 45 之溫度測定值幾乎不變。在從溫度幾乎恆定的期間測量之線 L1 到線 L4 為止，沿著每條線之直線度的幾何公差的測量值大致恆定。

**【0068】** 在測量沿著線 L4 之直線度之後，溫度因外部因素而開始上升。若在溫度上升之狀態下測量沿著線 L5 之直線度，則直線度的幾何公差的測量值從在溫度上升之前測量之直線度的幾何公差大幅發生變化。

**【0069】** 當再次執行零點校正而測量沿著線 L6 之直線度的幾何公差時，得到與溫度上升之前測量之沿著線 L1~L4 中的每條線之直線度的幾何公差的測量值大致相等的測量值。另外，在測量沿著線 L5 之直線度之後，溫度因外部因素而稍微下降，但是維持比測量沿著線 L1~L4 中的每條線之直線度時的溫度更高的狀態。

【0070】從圖14所示之測量結果，得到以下兩種見解。

第一，若檢測儀40周圍的溫度沒有變動，則不進行零點校正便能夠高精度地測量直線度。第二，在檢測儀40周圍的溫度發生一定程度的變化之情況下，直線度的測量精度下降，但是藉由再次執行零點校正，能夠使直線度的測量精度恢復到原始的高精度。

【0071】其次，對圖12~圖14所示之實施例的優異之效果進行說明。

在本實施例中，如圖13所示，在輸入輸出裝置21(圖1A)的顯示器上顯示最近零點校正時的溫度及當前時刻的溫度。操作人員查看該溫度顯示便能夠容易判斷是否再次進行零點校正。具體而言，若溫度變化超過閾值，則可以再次執行零點校正。該閾值可以根據在直線度的測量中所要求之精度而預先確定。例如，作為閾值，可以設定為 $0.5^{\circ}\text{C}$ 。又，藉由顯示訊息28以督促進行零點校正，能夠預先防止操作人員忘記執行零點校正的情況。

【0072】又，在本實施例中，顯示最近進行了零點校正之時刻。在檢測儀40具有因某種因素而隨著時間的經過在測定值中產生浮動之特性之情況下，操作人員根據從最近進行了零點校正之時刻起的經過時間，能夠判斷是否應該再次執行零點校正。

【0073】此外，在本實施例中，如圖12所示，在溫度變化為閾值以下的情況下不進行零點校正，而測量工件12

的上表面的沿著下一條線之直線度，因此能夠縮短在測量一個工件12的上表面的直線度時所需的總時間。

【0074】其次，參閱圖15A及圖15B，對又一實施例的形狀測量裝置進行說明。以下，對於與圖1A~圖11B所示之實施例相同之結構省略進行說明。

【0075】圖15A係表示控制裝置20在輸入輸出裝置21(圖1A)的顯示器上顯示之控制窗口的圖像之圖。在本實施例中，在控制窗口內顯示過去測量結果的視窗29。在過去測量結果的視窗29內顯示“選擇過去測量結果”按鈕。

【0076】若操作人員選擇“選擇過去測量結果”按鈕，則控制裝置20(圖1A)將過去測量並存儲之直線度的測量資料的存儲位置的列表顯示於顯示器。操作人員能夠從該列表中選擇至少一個直線度的測量資料。

【0077】圖15B係表示在輸入輸出裝置21(圖1A)的顯示器上顯示之圖像的一例之圖。在圖11B所示之實施例中，相當於在當前時刻測量之直線度之表面形狀以圖表形式顯示於顯示器。相對於此，在本實施例中，在當前時刻測量之直線度和操作人員選擇之過去測量之直線度作為表面位移量的分佈而重疊顯示於一個圖表上。在圖15B中，粗實線及細實線分別表示在當前時刻測量之直線度及過去測量之直線度。

【0078】其次，對本實施例的優異之效果進行說明。

在本實施例中，操作人員能夠容易比較在當前時刻測量之工件12的上表面的直線度和過去測量之工件12的上表

面的直線度。例如，在對一個工件 12 進行第一次研磨加工之後，增大砂輪 16 的切入深度而進行第二次研磨加工之情況下，能夠容易比較第一次研磨加工之後的直線度和第二次研磨加工之後的直線度。該比較結果作為推定追加研磨加工的必要性、或進行追加研磨加工時之加工條件例如砂輪 16 的追加切入深度之基礎資訊係有利的。

【0079】其次，參閱圖 16A~圖 16D，對圖 5 所示之實施例的變形例的基準器 30 進行說明。

【0080】圖 16A~圖 16D 係從斜下方觀察圖 5 所示之實施例的變形例的基準器 30 之立體圖。在圖 5 所示之實施例中，半球狀的三個支腳部 33 被安裝於主體構件 32 的底面的在長度方向上的兩端。相對於此，在圖 16A 所示之變形例中，三個支腳部 33 安裝在比主體構件 32 的底面的在長度方向上的兩端稍微靠內側的位置。與圖 5 所示之實施例同樣，三個支腳部 33 中的兩個支腳部 33 安裝於在長度方向上相同之位置。因此，基準器 30 在長度方向上的兩個部位支撐於工件 12 的上表面。

【0081】在圖 16B 所示之變形例中，支腳部 33 具有在主體構件 32 的寬度方向上長的長方體形狀。兩個支腳部 33 分別被安裝於主體構件 32 的底面的在長度方向上的兩端。即使在圖 16B 所示之變形例中，基準器 30 亦在長度方向上的兩個部位支撐於工件 12 的上表面。

【0082】在圖 16C 所示之變形例中，支腳部 33 具有在主體構件 32 的寬度方向上長的半圓柱形狀。兩個支腳部 33

以圓柱面朝下方的姿勢分別安裝於主體構件32的底面的在長度方向上的兩端。即使在圖16C所示之變形例中，基準器30亦在長度方向上的兩個部位支撐於工件12的上表面。另外，在圖16B所示之變形例中，支腳部33面接觸於工件12，但是在圖16C所示之變形例中，支腳部33線接觸於工件12。因此，在圖16C所示之變形例中，與圖16B所示之變形例相比，能夠將基準器30更穩定地支撐於工件12的上表面。另外，支腳部33的形狀未必一定是半圓柱狀，只要是在與主體構件32的寬度方向平行之直線上與平面線接觸之形狀即可。

【0083】在圖16D所示之變形例中，半球狀的四個支腳部33被安裝於主體構件32的底面的四個角。即使在圖16D所示之變形例中，基準器30在長度方向上的兩個部位支撐於工件12的上表面。

【0084】如上前述，即使在圖16A~圖16D所示之變形例中，基準器30亦具有在長度方向上的兩個部位支撐之支撐結構。因此，與圖5所示之實施例的情況同樣，在設置於工件12的上表面上之狀態下，基準面31的撓曲形狀不取決於工件12的上表面的凹凸形狀。因此，藉由使用基準器30以參閱圖7B已說明之方法進行檢測儀40的零點校正，能夠將零點偏移量 $g_0$ 確定為使三個第1位移計42a的零點 $A_0$ 、第2位移計42b的真零點 $B_{01}$ 及第3位移計42c的零點 $C_0$ 位於一條直線上。

【0085】其次，參閱圖17A及圖17B，對圖5所示之實

施例的另一變形例的基準器30進行說明。

【0086】圖17A係失重狀態下之基準器30的側視圖，圖17B係設置於工件12的上表面上之狀態下之基準器30的側視圖。在圖5所示之實施例中，在將基準器30設置於工件12的上表面上之狀態下，在基準面31上產生朝下方凸出之撓曲。相對於此，在本變形例中，在失重狀態下，基準面31(圖17A)以朝上方凸出之方式彎曲。若將基準器30設置於工件12的上表面上，則因自重而在基準器30上產生撓曲。撓曲後的基準面31(圖17B)的形狀成為在幾何學上正確之平面。

【0087】在圖17A及圖17B所示之變形例中，在將基準器30設置於工件12的上表面上之狀態下，基準面31成為平面，因此檢測儀40的零點偏移量 $g_0$ 成為0。因此，不使用式(4)而能夠使用式(1)來計算偏移量 $g$ 。

【0088】在上述實施例中，檢測儀40具有第1位移計42a、第2位移計42b及第3位移計42c共計三個位移計，但是亦可構成為具有四個以上的位移計。

【0089】上述各實施例及變形例係示例，當然，在不同實施例中所示結構能夠部分替換或組合。關於複數個實施例的基於相同結構的相同之作用效果，對每個實施例不逐一說明。此外，本發明並非係受上述實施例的限制者。對於本領域技術人員而言，很顯然能夠進行各種變更、改進、組合等。

【符號說明】

【0090】

- 10:可動工作台
- 11:工作台引導機構
- 12:工件
- 15:砂輪頭
- 16:砂輪
- 18:導軌
- 20:控制裝置
- 21:輸入輸出裝置
- 22:測定顯示視窗
- 23:基本設定視窗
- 24:校正視窗
- 25:校正開始按鈕
- 26:測定開始按鈕
- 27:溫度測定按鈕
- 28:督促零點校正之訊息
- 29:過去測量結果視窗
- 30:基準器
- 31:基準面
- 32:主體構件
- 33:支腳部
- 40:檢測儀
- 41:支撐基座

42a:第1位移計

42b:第2位移計

42c:第3位移計

45:溫度感測器

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種形狀測量裝置，其特徵為係具有：

檢測儀，係包括排成一系列之至少三個位移計，並藉由與測量對象物對向配置而檢測從前述至少三個位移計到前述測量對象物為止的距離的位移；

基準器，係藉由支撐於支撐構件上而提供前述檢測儀的校正用基準面；以及

控制裝置，係校正前述基準器，

前述基準器具有在所述至少三個位移計排列之方向上在兩個部位支撐於前述支撐構件上的支撐結構，

前述控制裝置，藉由在使前述至少三個位移計對向前述基準面之狀態下校正前述檢測儀，用以校正前述至少三個檢測儀的上下位置的偏差。

【請求項2】如請求項1所述之形狀測量裝置，其中，

前述基準器具有在一方向上長的形狀，

前述支撐結構包括從與前述基準面相反之一側的底面突出之三個支腳部，前述三個支腳部中的兩個支腳部配置於在所述基準器的長度方向上相同之位置。

【請求項3】一種形狀測量裝置，其特徵為係具有：

檢測儀，係包括排成一系列之至少三個位移計，並藉由與測量對象物對向配置而檢測從前述至少三個位移計的每一個到前述測量對象物為止的距離的位移；

基準器，係藉由支撐於支撐構件上而提供用於校正前述檢測儀的基準面；以及

控制裝置，係校正前述基準器，

在將前述基準器支撐於前述支撐構件上之狀態下，因自重而產生撓曲，產生撓曲的狀態下之前述基準面的形狀具有不受前述支撐構件上表面的凹凸的影響之結構，

前述控制裝置在使前述至少三個位移計對向前述基準面之狀態下校正前述檢測儀。

**【請求項4】**如請求項1至請求項3中任一項所述之形狀測量裝置，其中，

前述控制裝置存儲有當將前述基準器放置在支撐構件上時在前述基準面上產生之撓曲的形狀，並依據所存儲之撓曲的形狀來校正前述檢測儀。

**【請求項5】**如請求項1至請求項3中任一項所述之形狀測量裝置，係還具有：

輸入輸出裝置，係向前述控制裝置輸入指令，並且藉由前述控制裝置進行輸出測量結果；以及

溫度感測器，係測定前述檢測儀的溫度被反映之部位的溫度，

前述控制裝置將最近校正時基於前述溫度感測器之測定值及當前時刻的基於前述溫度感測器之測定值輸出到前述輸入輸出裝置。

**【請求項6】**如請求項5所述之形狀測量裝置，其中，若最近校正時基於前述溫度感測器之測定值與當前時刻的基於前述溫度感測器之測定值之差超過閾值，則前述控制裝置使督促校正前述檢測儀之警報資訊從前述輸入輸

出裝置輸出。

【請求項7】如請求項5所述之形狀測量裝置，其中，  
前述控制裝置一邊使測量對象物及前述檢測儀中的一個相對於另一個在前述至少三個位移計排列之方向移動，一邊測量並存儲測量對象物表面的直線度，

將測量對象物表面的直線度的複數個測量結果以能夠比較之態樣輸出到前述輸入輸出裝置。

【請求項8】一種基準器，其特徵為係具有：  
基準面，係與排成一系列之三個位移計相對向；以及  
三個支腳部，係從與前述基準面相反之一側的底面突出，

前述三個支腳部中的兩個支腳部配置於在前述基準面的長度方向上相同之位置。

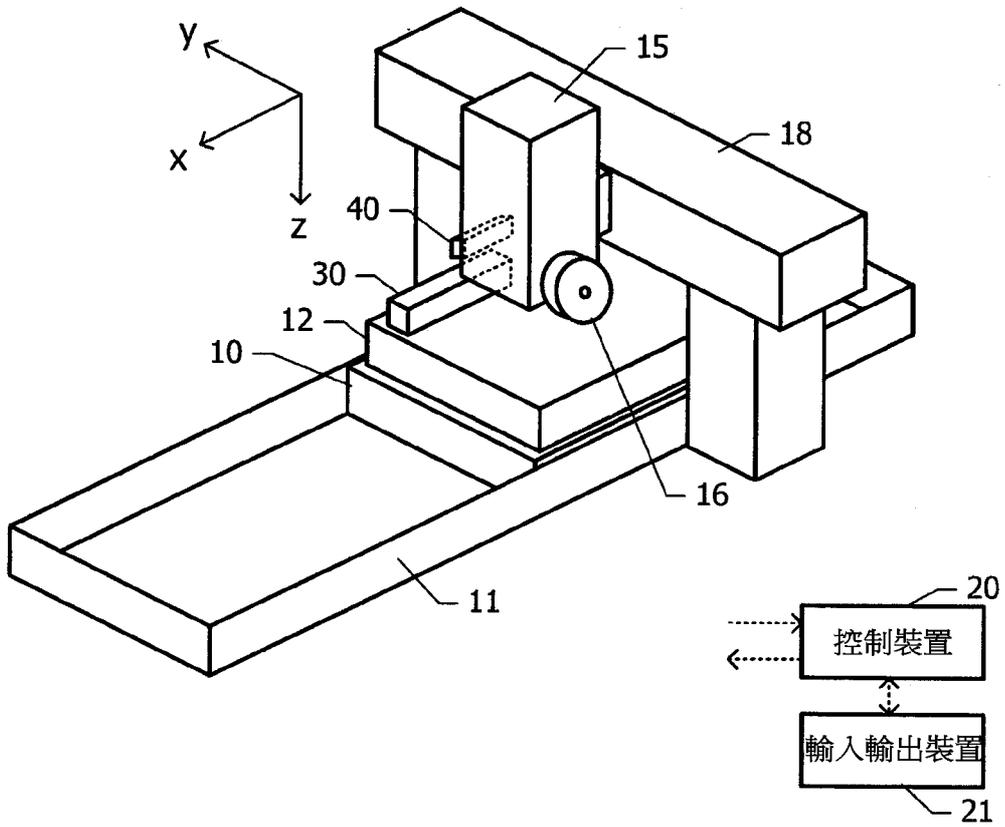
【請求項9】一種校正方法，其為檢測儀的校正方法，該檢測儀藉由使排成一系列之至少三個位移計與測量對象物對向配置而檢測從前述至少三個位移計的每一個到前述測量對象物為止的距離的位移，前述校正方法的特徵為：

在使前述至少三個位移計對向基準器的基準面之姿勢下，使前述基準器在前述至少三個位移計排列之方向上在兩個部位支撐於支撐構件上，

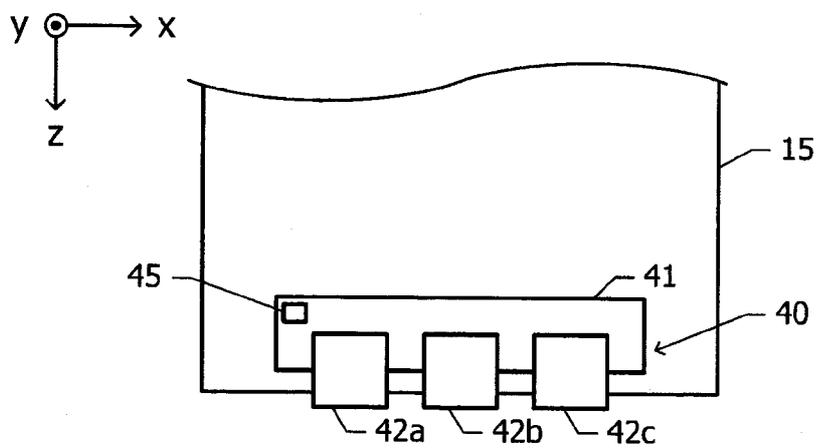
藉由在使前述至少三個位移計對向前述基準面之狀態下校正前述檢測儀，用以校正前述至少三個檢測儀的上下位置的偏差。

【發明圖式】

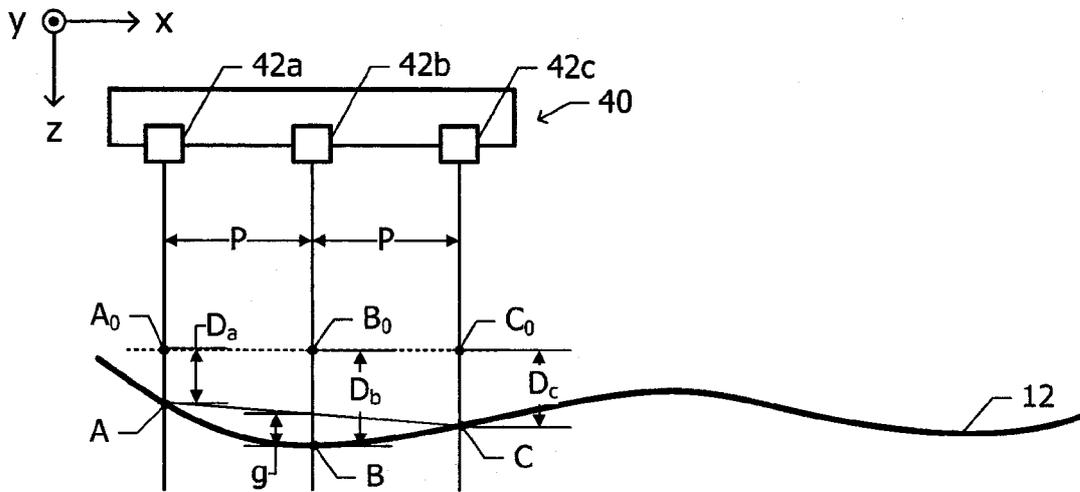
(1A)



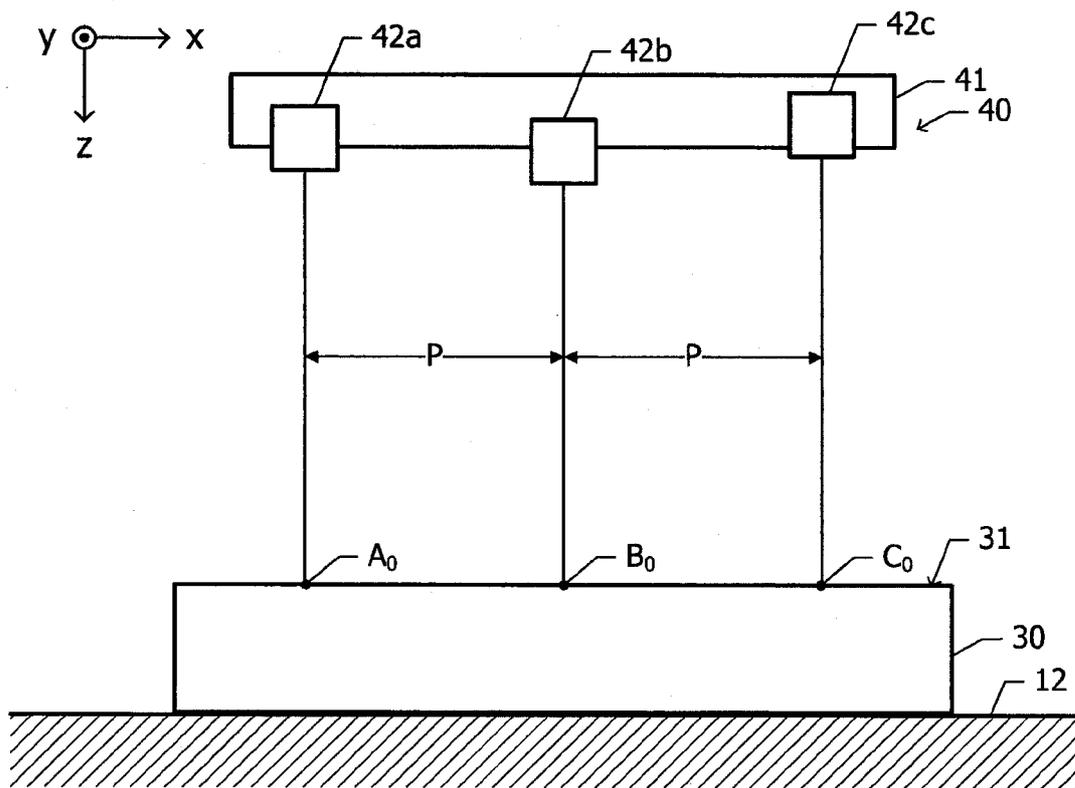
(1B)



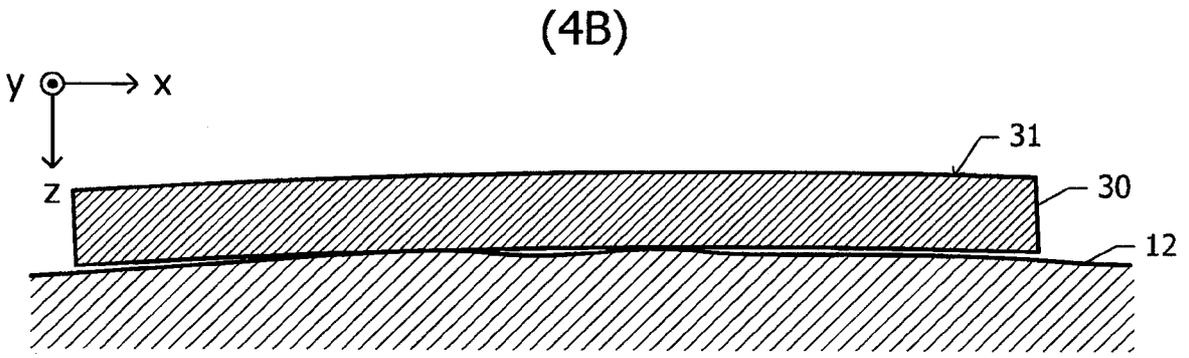
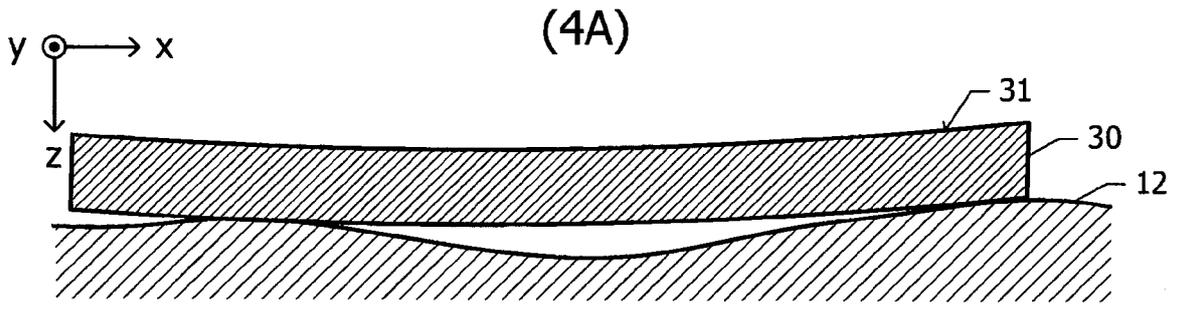
【圖 1】



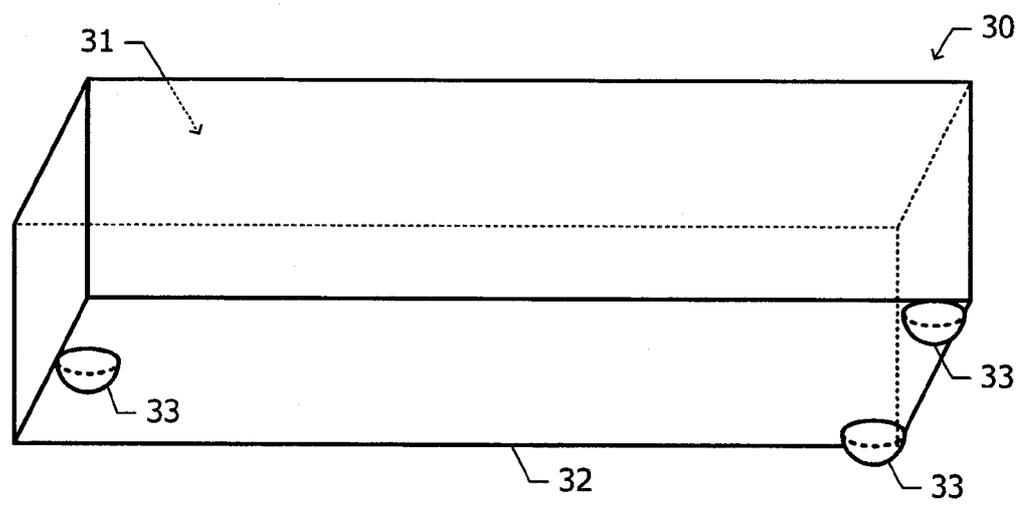
【圖 2】



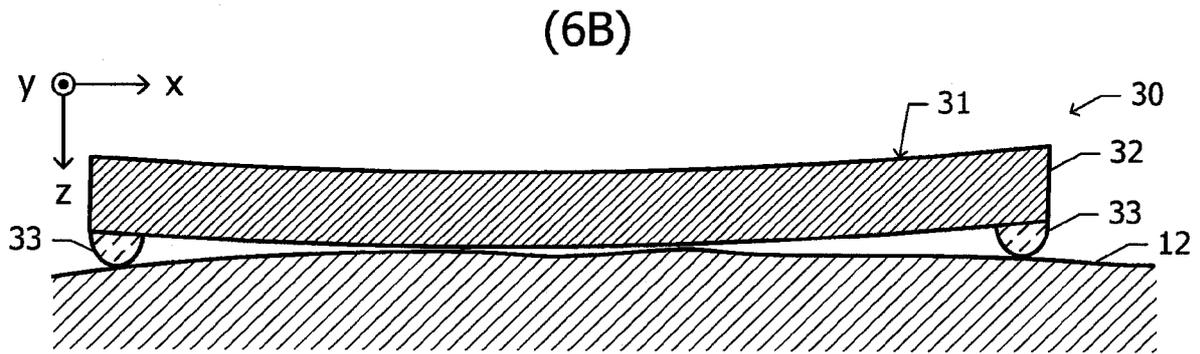
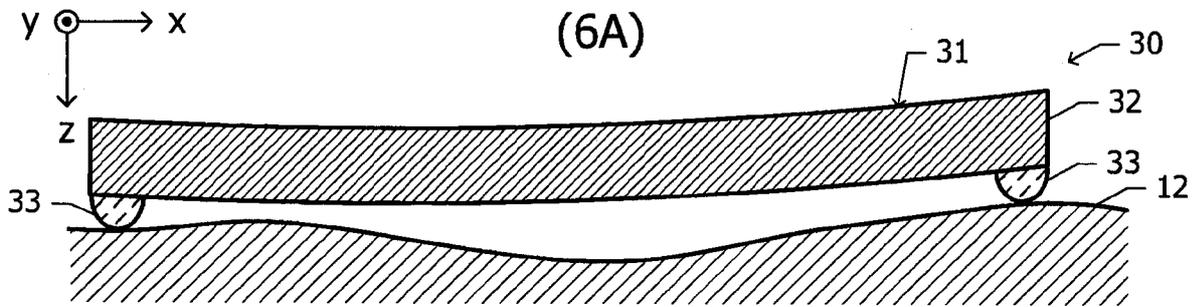
【圖 3】



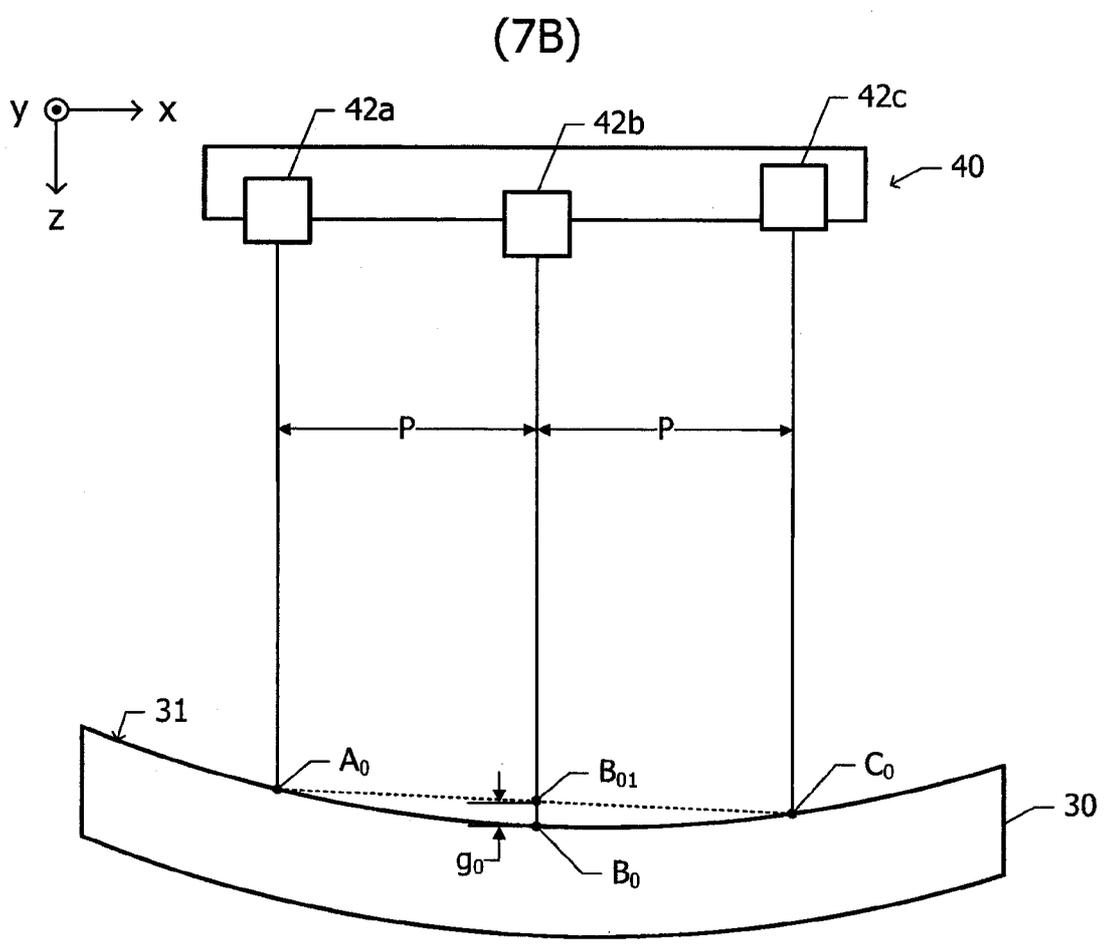
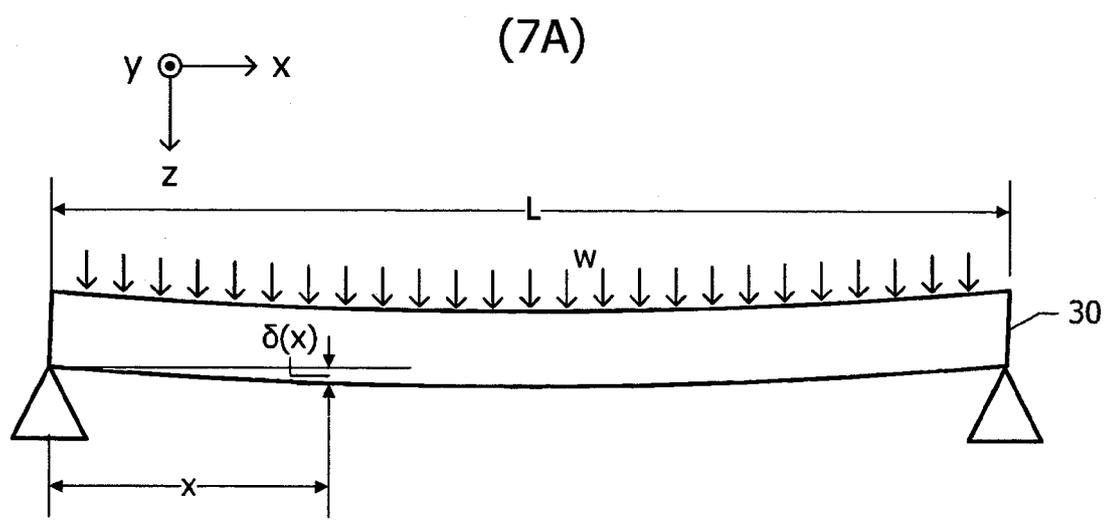
【圖 4】



【圖 5】

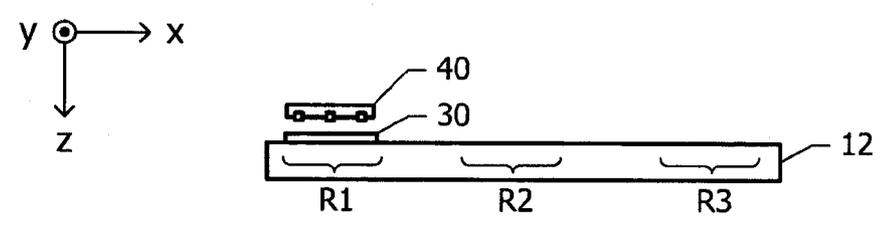


【圖 6】

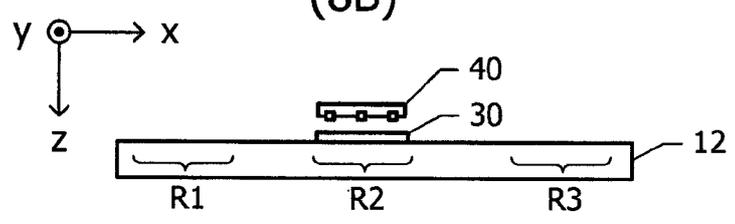


【圖 7】

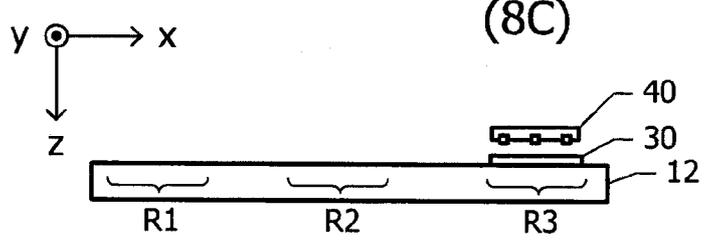
(8A)



(8B)

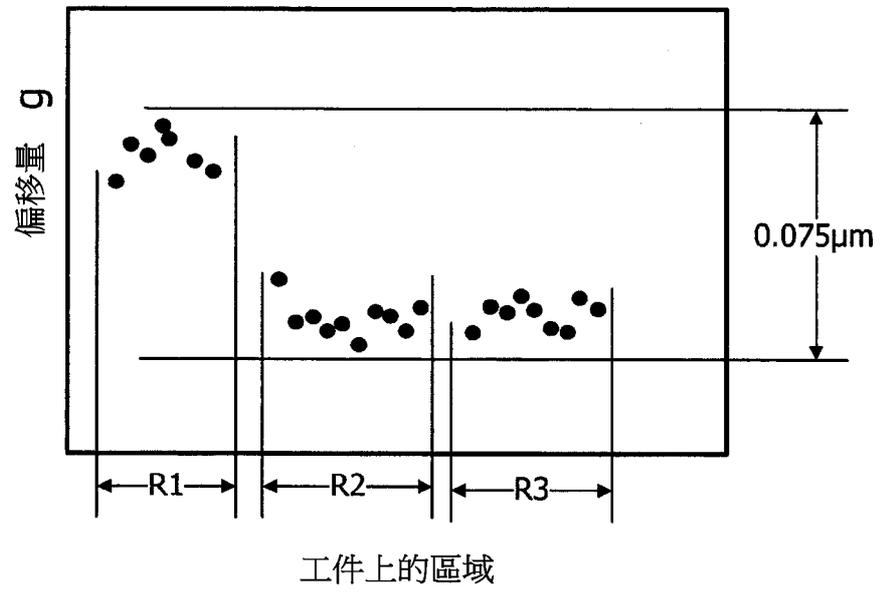


(8C)

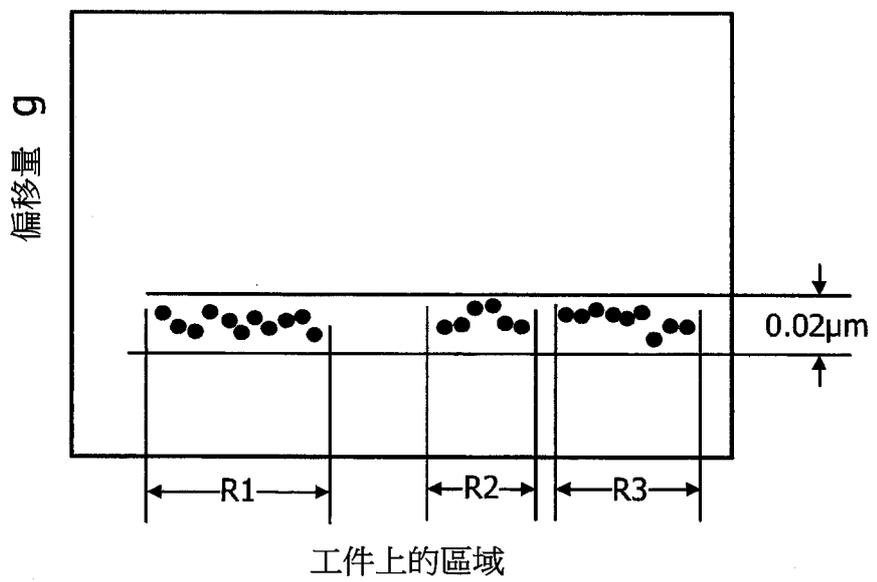


【圖 8】

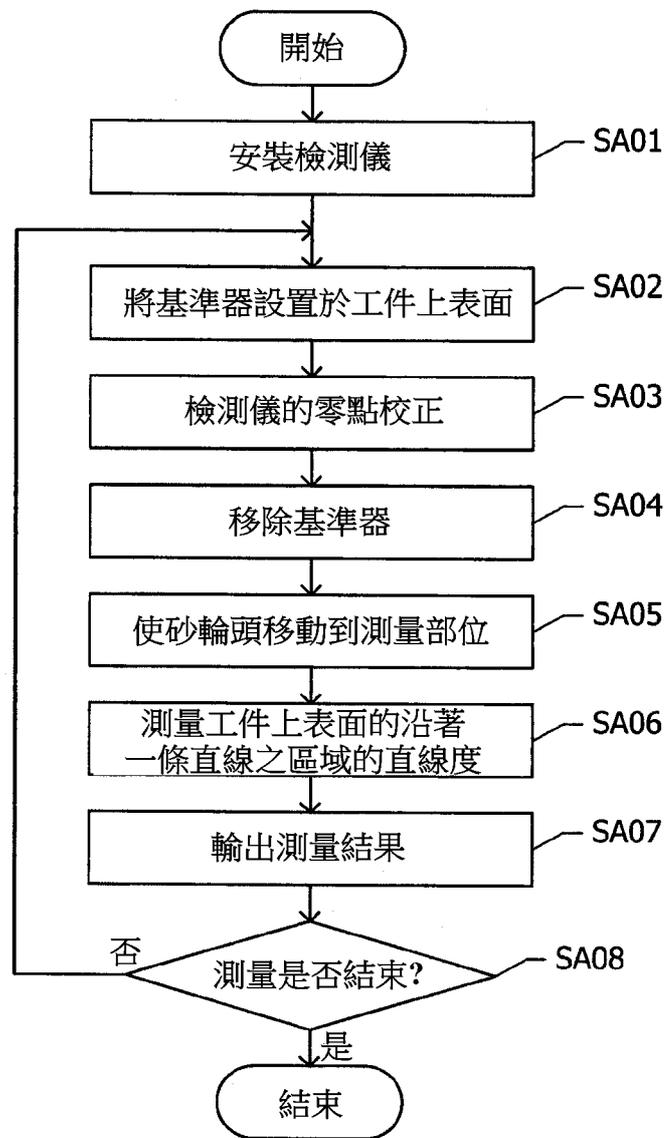
(9A)



(9B)



【圖 9】



【圖 10】

(11A)

顯示測定值

第1位移計

第2位移計

第3位移計

基本設定

工件長度  [mm]

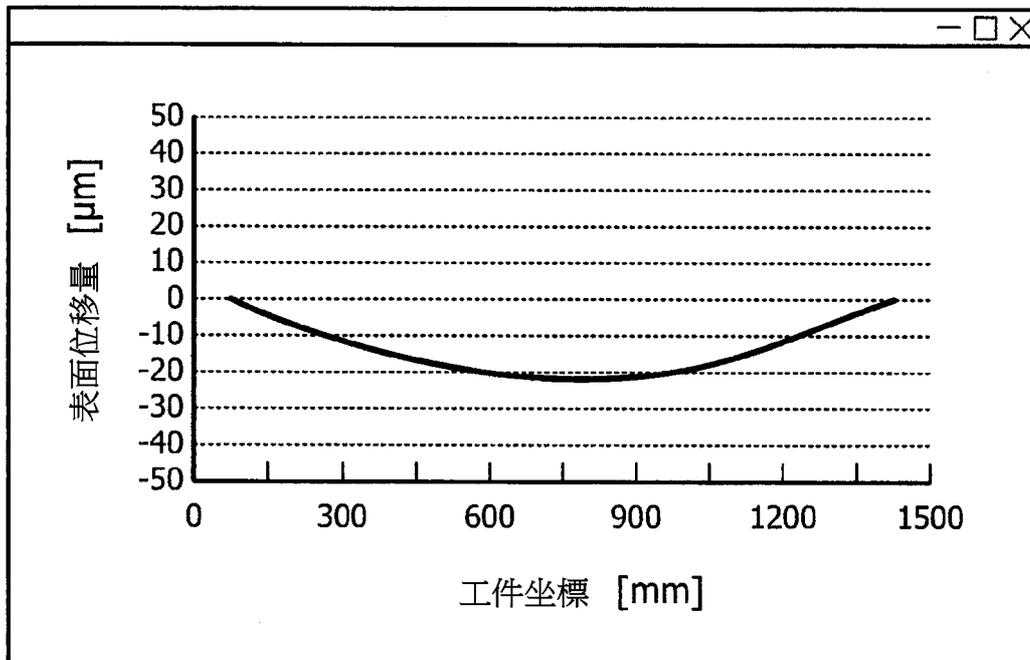
工作台速度  [mm/s]

測定往復次數  ▼

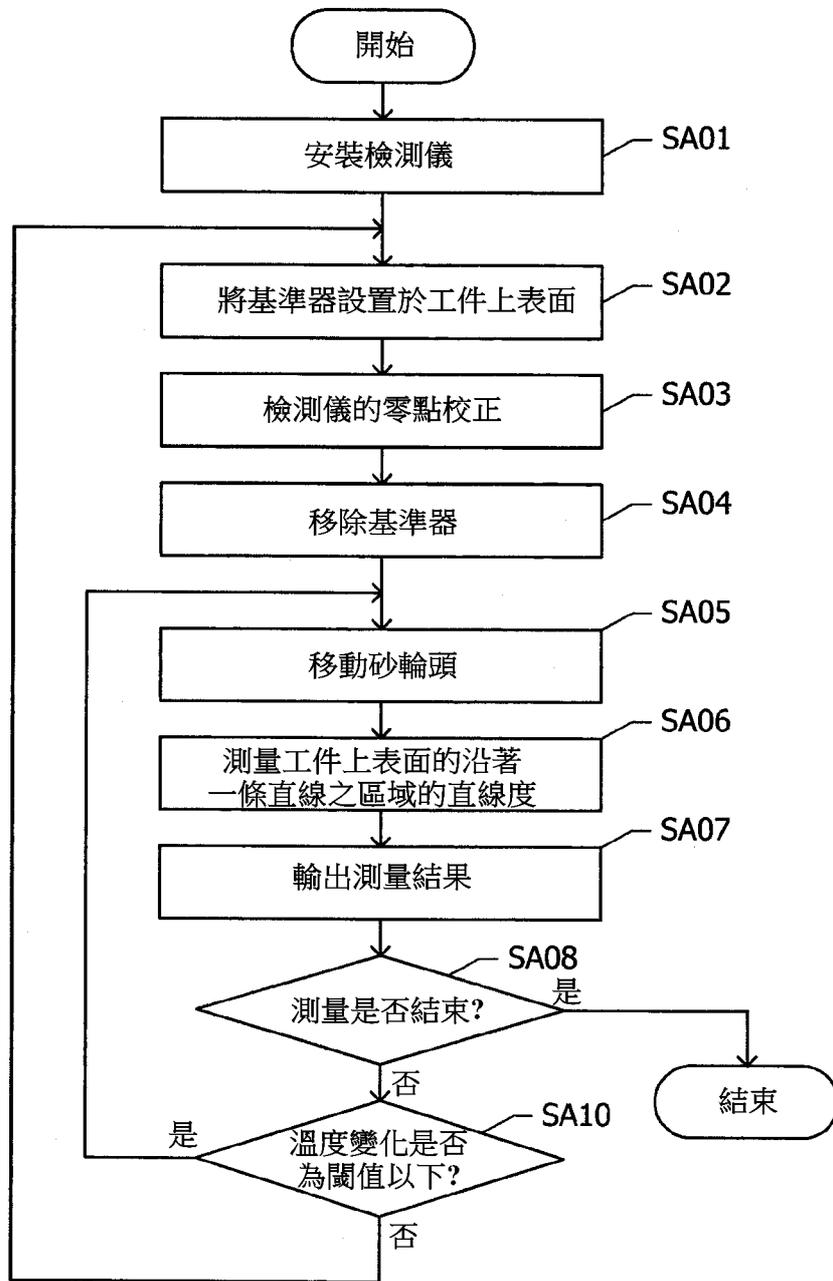
校正

零點  [μm]

(11B)



【圖 11】



【圖 12】

顯示測定值

第1位移計

第2位移計

第3位移計

基本設定

工件長度  [mm]

工作台速度  [mm/s]

測定往復次數  ▼

校正

零點  [ $\mu\text{m}$ ]

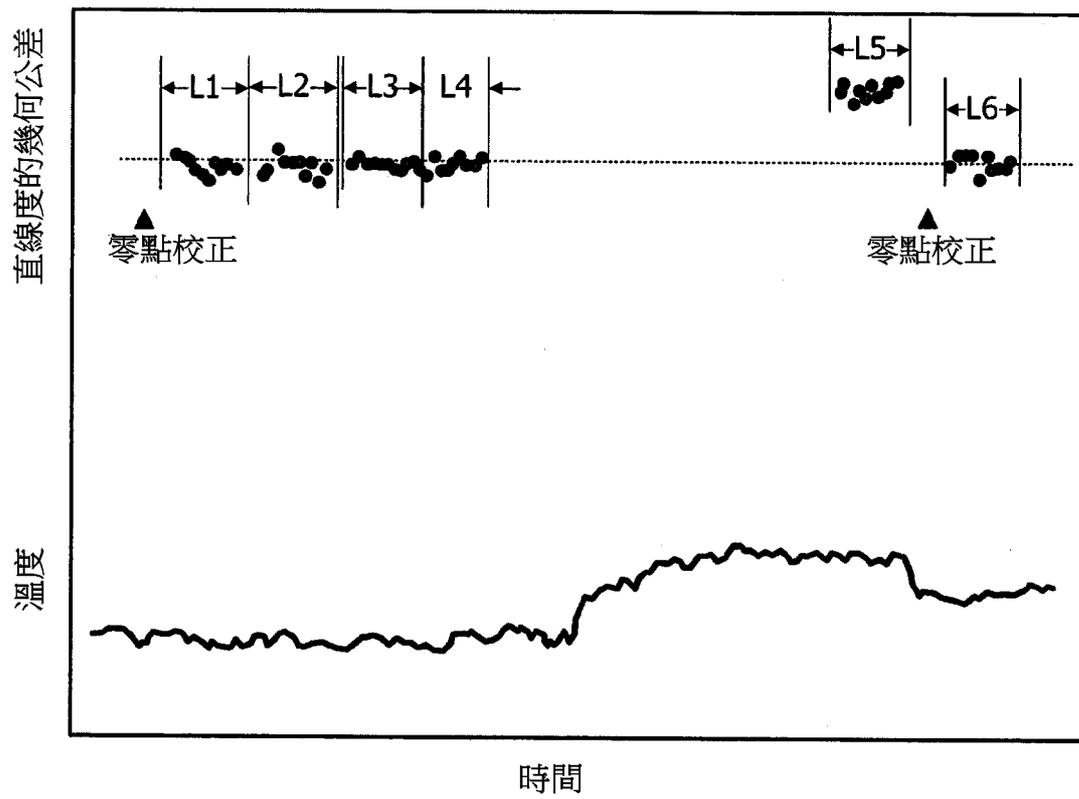
校正時溫度  [ $^{\circ}\text{C}$ ]

校正時刻

當前溫度  [ $^{\circ}\text{C}$ ]

《請進行零點校正》

【圖 13】



【圖 14】

(15A)

顯示測定值

第1位移計

第2位移計

第3位移計

基本設定

工件長度  [mm]

工作台速度  [mm/s]

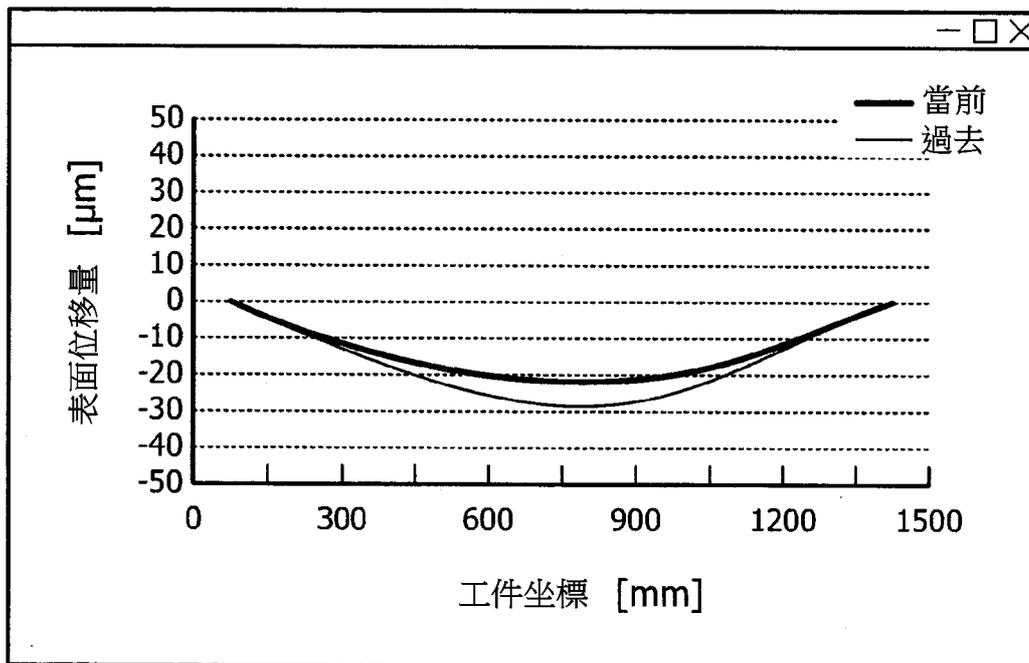
測定往復次數  ▼

校正

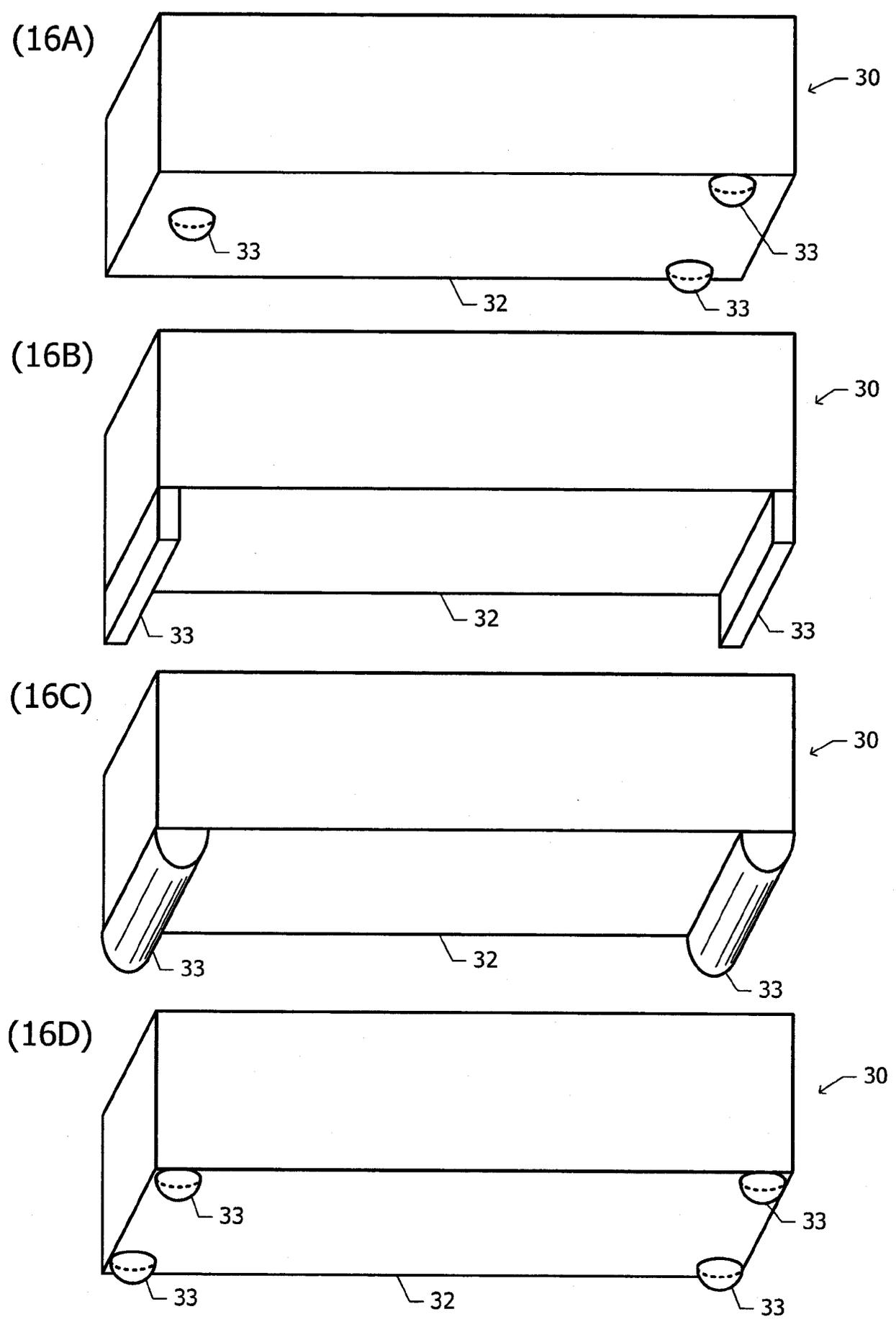
零點  [ $\mu\text{m}$ ]

過去測量結果

(15B)

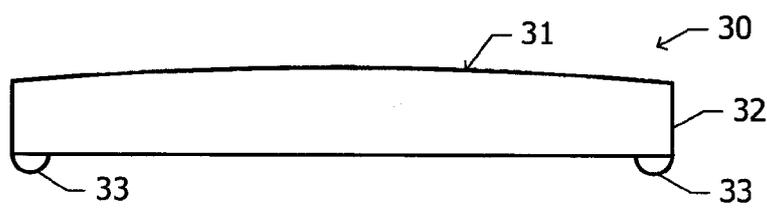


【圖 15】

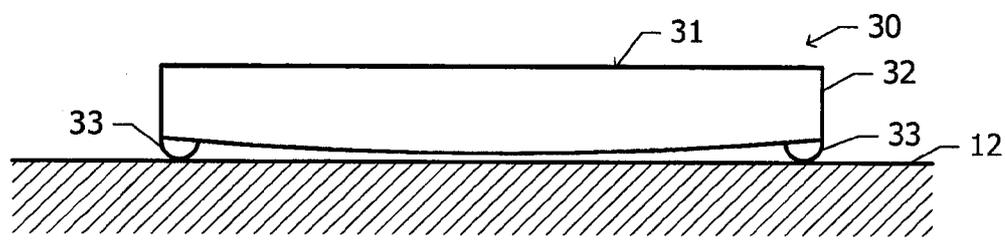


【圖 16】

(17A)



(17B)



【圖 17】