I832284

(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 I832284 B**

(45)公告日： 中華民國 113 (2024) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：111121396 (22)申請日： 中華民國 111 (2022) 年 06 月 09 日

(51)Int. Cl.： ***G01R1/14 (2006.01)*** ***G01R1/067 (2006.01)***

H01J37/26 (2006.01)

(30)優先權：2021/06/29 世界智慧財產權組織 PCT/JP2021/024581

(71)申請人：日商日立全球先端科技股份有限公司 (日本) HITACHI HIGH-TECH CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：佐村直樹 SAMURA, NAOKI (JP) ；奈良安彦 NARA, YASUHIKO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	202037896A	CN	103733299A
JP	2005-189239A	JP	4675615B2
JP	2018-84582A	US	2005/0263702A1

審查人員：朱啓信

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：18 共 55 頁

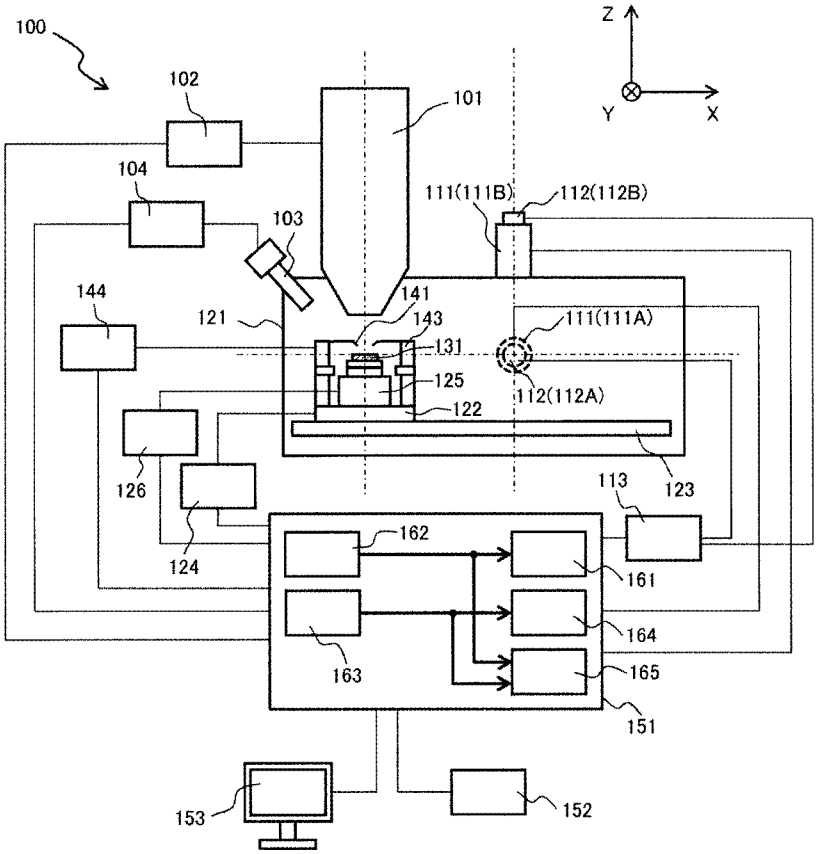
(54)名稱

探針裝置

(57)摘要

探針裝置具有：支撐樣品的樣品台(125)；安裝有探針(141)的探針單元(143)，該探針(141)接觸到樣品的特定的樣品表面；第一照相機(111A)，其對樣品和探針進行拍攝；及第一照相機光軸調整台(112A)，其對第一照相機的光軸進行調整；第一照相機的光軸係平行於樣品表面，第一照相機光軸調整台能夠使第一照相機的光軸在垂直於樣品表面的方向上移動。

指定代表圖：



【圖 1】

符號簡單說明：

100:不良檢測裝置

101:電子束柱

102:電子束柱控制器

103:帶電粒子檢測器

104:帶電粒子檢測器控制器

111:照相機

111A:側面觀察照相機

111B:頂面觀察照相機

112:照相機光軸調整台

112A:側面觀察照相機光軸調整台

112B:頂面觀察照相機光軸調整台

113:照相機光軸調整台控制器

121:樣品室

122:基台

123:基台引導件

124:基台控制器

125:樣品台

126:樣品台控制器

131:樣品

141:探針

143:探針單元

144:探針單元控制器

151:控制電腦

152:輸入裝置

153:顯示器

161:電子束柱控制部

162:檢測器信號處理部

163:照相機圖像處理部

164:照相機光軸調整台控制部

165:台控制部

專利案號：111121396

I832284

公告本

【發明摘要】

【中文發明名稱】

探針裝置

【中文】

探針裝置具有：支撐樣品的樣品台(125)；安裝有探針(141)的探針單元(143)，該探針(141)接觸到樣品的特定的樣品表面；第一照相機(111A)，其對樣品和探針進行拍攝；及第一照相機光軸調整台(112A)，其對第一照相機的光軸進行調整；第一照相機的光軸係平行於樣品表面，第一照相機光軸調整台能夠使第一照相機的光軸在垂直於樣品表面的方向上移動。

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100:不良檢測裝置

101:電子束柱

102:電子束柱控制器

103:帶電粒子檢測器

104:帶電粒子檢測器控制器

111:照相機

111A:側面觀察照相機

111B:頂面觀察照相機

112:照相機光軸調整台

112A:側面觀察照相機光軸調整台

112B:頂面觀察照相機光軸調整台

113:照相機光軸調整台控制器

121:樣品室

122:基台

123:基台引導件

124:基台控制器

125:樣品台

126:樣品台控制器

131:樣品

141:探針

143:探針單元

144:探針單元控制器

151:控制電腦

152:輸入裝置

153:顯示器

161:電子束柱控制部

162:檢測器信號處理部

163:照相機圖像處理部

164:照相機光軸調整台控制部

165:台控制部

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

探針裝置

【技術領域】

【0001】本發明關於使機械式探針接觸樣品表面來測定樣品特性的探針裝置。

【先前技術】

【0002】近年來，隨著半導體元件的微細化和高集成度的進展，為了檢測該半導體元件的佈線缺陷，廣泛使用以探針接觸到(觸針)半導體元件來測量其電氣特性的探針裝置(不良檢測裝置)。與微細化的半導體元件的期望位置(例如觸點、栓塞等電極)接觸的探針也被微細化，為了在不良檢測裝置中將探針準確地接觸到半導體元件的期望位置，需要以高空間分辨率即時地觀察探針的前端。因此，廣泛使用利用掃描電子顯微鏡(SEM：Scanning Electron Microscope)將探針接觸到半導體元件的方法。

【0003】SEM雖然具有高的空間分辨率，但不適合在低倍率下大範圍地拍攝，而且焦點深度亦淺。雖然為了提高檢測效率(throughput)可以加快探針接近樣品的速度，但是需要防止探針在觸針的瞬間軟著陸在樣品上而造成樣品和探針的破損。

【0004】專利文獻1中揭示，為了快速定位探針，在

利用SEM進行探針的觸針之前，使用光學圖像進行粗調(粗對準)來使探針與樣品接近的探針粗對準圖像裝置，並且將該探針粗對準圖像裝置與電子光學系統裝置並列設置的不良檢測裝置。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0005】

[專利文獻1] 特開2005-189239號公報

【發明內容】

[發明所欲解決的課題]

【0006】在專利文獻1的不良檢測裝置中，探針粗對準圖像取得裝置被固定在樣品室。但是，如果厚度因樣品而不同，則樣品表面與側面觀察照相機的光軸的位置關係對於每個樣品都不同，因此光學圖像中樣品表面和探針前端的外觀也不同。此外，當藉由改變SEM的動作距離進行不良檢查時，載置樣品的樣品台的高度會根據動作距離而改變，因此即使是相同的樣品時，樣品表面與側面觀察照相機的光軸的位置關係也會發生變化，導致光學圖像中樣品表面和探針前端的外觀發生變化。

【0007】如果探針不慎接觸到樣品表面，衝擊可能會損壞探針，因此，不可避免的是，在藉由低倍率光學圖像接近探針的粗對準階段中，探針可以接近樣品的距離本來

就有限制。但是，如果如上所述在前述光學圖像中出現外觀的差異，則無法測量樣品與探針之間的準確的分離距離，並且探針無法接近樣品至極限。如果粗對準精度較低，則藉由SEM圖像進行探針位置微調的時間將會增加。這會降低檢測效率，並且可能由於電子束更長時間繼續碰觸樣品而導致污染量增加和損壞。

【0008】本發明的目的在於提供一種能夠使探針迅速且安全地接近樣品的探針裝置。

[解決課題的手段]

【0009】本發明的一實施態樣的探針裝置，係具有：支撐樣品的樣品台；探針單元，其安裝有與樣品的特定的樣品表面接觸的探針；第一照相機，其對樣品和探針進行拍攝；及第一照相機光軸調整台，其對第一照相機的光軸進行調整；第一照相機的光軸係平行於樣品表面，第一照相機光軸調整台能夠使第一照相機的光軸在垂直於樣品表面的方向上移動。

[發明效果]

【0010】可以提高探針的觸針處理的效率，並且可以減少帶電粒子束照射引起的損壞到樣品和探針的時間。

【0011】其他的課題和新穎的特徵可以由本說明書的說明及附圖加以理解。

【圖式簡單說明】

【0012】

[圖1]不良檢測裝置的概略圖。

[圖2]表示表示樣品及探針周圍的構成的主視圖。

[圖3]表示探針的構成的俯視圖。

[圖4]側面觀察照相機的光軸的高度與樣品表面一致時的光學圖像。

[圖5]側面觀察照相機的光軸位於高於樣品表面的位置時的光學圖像。

[圖6]側面觀察照相機的光軸位於低於樣品表面的位置時的光學圖像。

[圖7]表示探針的觸針處理的一例的流程圖。

[圖8]SEM像的例(示意圖)。

[圖9]表示使用光學圖像的粗調處理的一例的流程圖。

[圖10]表示使用光學圖像的粗調處理中的照相機位置對準方法的側視圖。

[圖11]表示多個探針的接近處理的一例的流程圖。

[圖12]由側面觀察照相機111A拍攝的光學圖像。

[圖13]表示圖11的步驟S1103中的各探針的位置關係的側視圖。

[圖14]表示使用了頂面觀察照相機的探針的位置關係取得處理的一例的流程圖。

[圖15]由頂面觀察照相機111B拍攝的光學圖像。

[圖16]表示探針與標記的位置關係的前視圖。

[圖17]表示探針與標記的位置關係的前視圖。

[圖18]表示探針之間的位置關係的前視圖。

【實施方式】

【0013】以下，參照圖面說明本發明的實施形態。在各圖中，對共同的構成要素標註相同的符號，並省略重複說明。

【0014】

<不良檢測裝置的裝置構成>

圖1係作為探針裝置的一例之不良檢測裝置的概略圖。不良檢測裝置100的主要構成係具備電子束柱101、電子束柱控制器102、帶電粒子檢測器103、帶電粒子檢測器控制器104、照相機111、照相機光軸調整台112、照相機光軸調整台控制器113、樣品室121、基台122、基台引導件123、基台控制器124、樣品台125、樣品台控制器126、探針141、探針單元143、探針單元控制器144、控制電腦151、輸入裝置152、和顯示器153。

【0015】電子束柱101內建有電子光學系統，該電子光學系統構成為包括用於產生電子束的電子源、用於聚焦電子束的透鏡、及用於掃描電子束的偏光器等。電子束柱控制器102負責驅動電子束柱101所需的所有控制。可以使用離子束等代替電子束，在這種情況下具備帶電粒子束柱，該帶電粒子束柱內建有與用於觀察的帶電粒子束對應

的帶電粒子光學系統。

【0016】帶電粒子檢測器103藉由向樣品131照射由電子束柱101產生的電子束來檢測從樣品131釋出的帶電粒子。帶電粒子檢測器103例如是二次電子檢測器、反射電子檢測器、STEM檢測器、低能量損失電子檢測器、EDX檢測器等檢測器。可以具備多個帶電粒子檢測器103。帶電粒子檢測器控制器104對帶電粒子檢測器103檢測到的信號進行運算處理並進行成像。

【0017】在載置作為檢測對象的樣品131的樣品室121，連接有旋轉泵、渦輪分子泵、離子泵或低溫泵等用於真空排氣的減壓裝置。為了在保持樣品室121的真空度的同時容易且快速地更換樣品131或探針141，可以連接樣品交換室或探針交換室。

【0018】為了進行探針141與樣品131的粗對準，將照相機111安裝在樣品室121。照相機111例如是光學顯微鏡、CCD照相機、CMOS照相機等攝像裝置。圖1表示樣品131位於樣品室121內的電子束柱101的正下方的SEM觀察區域的狀態，但藉由基台引導件123可以將樣品131與基台122一起移動到樣品室121內的探針調整區域。在探針調整區域中，照相機111進行圖像的拍攝以掌握樣品131與探針141之間的位置關係。照相機111搭載在可調節光軸的照相機光軸調整台112上，照相機光軸調整台112由照相機光軸調整台控制器113驅動。

【0019】不良檢測裝置100具備側面觀察照相機111A

和頂面觀察照相機111B。側面觀察照相機光軸調整台112A是能夠調整側面觀察照相機111A的光軸的照相機光軸調整台。側面觀察照相機111A的光軸與水平面(XY面)平行，至少能夠垂直移動(Z方向的移動)。在本例中，側面觀察照相機111A的光軸沿Y方向延伸。此外，頂面觀察照相機光軸調整台112B是能夠調整頂面觀察照相機111B的光軸的照相機光軸調整台。頂面觀察照相機111B的光軸沿垂直方向(Z方向)延伸，並且可以水平移動。圖1是具備兩個照相機111以從兩個方向把握樣品131與探針141的位置關係的例子，但也可以僅構成側面觀察照相機111A。在這種情況下，可以取消頂面觀察照相機111B和頂面觀察照相機光軸調整台112B。

【0020】基台122由基台控制器124驅動並且能夠沿基台引導件123水平移動。根據照相機111拍攝的光學圖像，將基台122移動到樣品室121的探針調整區域，使探針141盡可能靠近樣品131。在該狀態下，使基台122移動到SEM觀察區域，根據電子顯微鏡圖像使探針141與樣品131接觸。

【0021】圖2是表示樣品131和探針141周圍的構成的主視圖，圖3是表示探針的構成的俯視圖。樣品台125和探針單元143搭載在基台122上。基台122、樣品台125、探針單元143分別具有步進馬達或壓電馬達等能夠控制微小位移的驅動機構。亦即，基台122上的樣品台125和探針單元143分別藉由獨立的驅動系統進行動作。

【0022】樣品台125由樣品台控制器126驅動並且能夠至少水平移動和垂直移動。樣品支架保持器127搭載在樣品台125之上。樣品支架保持器127支撐載置有樣品131的樣品支架132。另外，為了在電氣特性的評價中確保樣品131的絕緣性，也可以在樣品台125和樣品支架保持器127之間設置絕緣材料。樣品131由樣品台125支撐，使得其與探針141接觸的樣品表面平行於水平面(XY面)。

【0023】探針141經由探針支架142安裝在探針單元143上。如圖3所示，針對1個探針141設置1個探針單元143。探針單元143由探針單元支撐台145支撐。探針單元143由探針單元控制器144驅動並且能夠至少平移動和垂直移動。

【0024】探針單元控制器144驅動探針單元143使探針141與樣品131的期望位置接觸，取出由探針141檢測到的電氣信號。根據獲得的電氣信號，可以藉由例如半導體參數分析器等電氣特性測量裝置來測量樣品131的電氣特性。

【0025】控制電腦151(圖1)係控制不良檢測裝置100的整體動作。輸入裝置152和顯示器153連接到控制電腦151。

【0026】輸入裝置152是用戶向不良檢測裝置100輸入各種指示的裝置，例如可以使用鍵盤、滑鼠等。該指示包括例如改變電子束柱101對電子束的照射條件、或基台122、樣品台125和探針單元143的移動等指示。

【0027】顯示器153顯示由控制電腦151輸出的用戶介面等。用戶介面是顯示不良檢測裝置100的控制狀態，並且由用戶經由輸入裝置152輸入指示來變更控制狀態的畫面。顯示器153可以設置一個或多個，並且顯示器153可以具有像觸控面板一樣的輸入裝置152的功能。

【0028】控制電腦151具備電子束柱控制部161、檢測器信號處理部162、照相機圖像處理部163、照相機光軸調整台控制部164和台控制部165。這些控制部和處理部的作用將在後面說明，這些控制部的控制條件是由用戶經由用戶介面畫面設定，這些處理部生成的圖像或資訊是經由用戶介面畫面顯示給用戶。

【0029】控制電腦151可以分別與電子束柱控制器102、帶電粒子檢測器控制器104、照相機111、照相機光軸調整台控制器113、基台控制器124、樣品台控制器126和探針單元控制器144互相通信。控制電腦151的每個控制部控制每個控制器的動作以執行檢測。在控制電腦151中，可以由一台電腦負責所有的控制功能，也可以由多台電腦分擔控制功能。

【0030】電子束柱控制部161控制電子束柱控制器102。檢測器信號處理部162控制帶電粒子檢測器控制器104，並輸出SEM圖像(帶電粒子圖像)。照相機圖像處理部163輸出由側面觀察照相機111A和頂面觀察照相機111B拍攝的光學圖像。照相機光軸調整台控制部164控制照相機光軸調整台控制器113，變更側面觀察照相機光軸調整台

112A和頂面觀察照相機光軸調整台112B的位置。台控制部165控制基台控制器124、樣品台控制器126和探針單元控制器144，並改變基台122、樣品台125和探針單元143的位置。

【0031】檢測器信號處理部162和照相機圖像處理部163使用圖像處理或機器學習來分析輸出的圖像，並輸出分析結果，例如可以輸出樣品131、探針141或照相機111的位置資訊。

【0032】電子束柱控制部161、照相機光軸調整台控制部164、台控制部165的控制條件，可以根據從檢測器信號處理部162或照相機圖像處理部163顯示於顯示器153上的圖像，由用戶從輸入裝置152輸入，或根據來自檢測器信號處理部162或照相機圖像處理部163的分析結果，由各控制部自動設定控制條件。

【0033】儘管圖1中未示出，但是在樣品室121內可以具有獲取樣品131的高度資訊的樣品高度測量部。樣品高度測量部輸出樣品131的高度座標值。可以使用那些使用SEM焦點的雷射及感測器。藉由樣品高度測量部，藉由測量更換樣品131時或改變樣品131的觀察對象位置時的高度差，可以容易地估計側面觀察照相機光軸調整台112A的移動量，從而可以提高檢測的效率。

【0034】

<探針觸針處理>

說明使探針141接觸到樣品131上的期望位置的探針觸

針處理。圖7是表示不良檢測裝置100中的探針觸針處理S700的一例的流程圖。

【0035】

S701：

台控制部165一邊確認照相機圖像處理部163輸出的光學圖像，一邊控制基台控制器124使得樣品131和探針141進入探針調整區域。

【0036】

S702：

照相機光軸調整台控制部164一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的光學圖像，一邊控制照相機光軸調整台112來調整照相機111的光軸。此外，台控制部165根據照相機圖像處理部163輸出的光學圖像，分別控制樣品台控制器126和探針單元控制器144，以使樣品131和探針141之間的距離盡可能接近。稍後將說明該步驟的詳細。

【0037】

S703：

台控制部165控制基台控制器124，使得樣品131和探針141進入SEM觀察區域。

【0038】

S704：

電子束柱控制部161一邊確認來自檢測器信號處理部162的信號，一邊控制電子束柱控制器102以調整電子束柱101的電子束的光軸。

【0039】

S705：

台控制部165一邊確認由檢測器信號處理部162輸出的SEM圖像，一邊控制探針單元控制器144以使樣品131和探針141彼此靠近。然而，如果探針141與樣品131高速碰撞，則探針141可能被損壞。因此，台控制部165進行控制，以使樣品131與探針141之間的分離距離越近則接近速度越慢。為了掌握分離距離，可以確認探針141投影在樣品131上的影像，或者可以使用SEM圖像中樣品131與探針141之間的聚焦位置的差異。

【0040】圖8示出了在步驟S705中檢測器信號處理部162輸出的SEM圖像(示意圖)。在樣品131的表面包含測定對象結構物801。例如測定對象結構物801為栓塞，與形成於栓塞形成層的下層的電晶體的閘極、源極、汲極等電極連接。台控制部165控制探針單元控制器144，使得探針141的前端與測定對象結構物801在圖像中重疊，並且水平移動每個探針141。

【0041】

S706：

台控制部165一邊確認由檢測器信號處理部162輸出的SEM圖像，一邊控制探針單元控制器144，降低探針141，並判定探針141是否與目標的測定對象結構物801接觸。如果接觸，則結束樣品接觸處理S700，如果沒有接觸，則再次執行步驟S705。

【0042】為了檢測探針141的觸針，可以在觸針之後從SEM圖像中檢測探針141的前端在測定對象結構物801的表面上滑動的行為，也可以從探針141接近測定對象結構物801以及觸針引起的電氣特性變化來檢測。

【0043】當變更樣品131的檢測位置或變更樣品131本身時，當為了藉由電子束柱101改變電子束的動作距離來進行檢測而驅動樣品台125時，執行探針的觸針處理S700。改變電子束的動作距離的情況例如是改變電子束的加速電壓的情況。由於可以藉由變化加速電壓等光學條件來改變SEM圖像中包含的資訊，因此電子光學系統的光學條件可能因檢測而異。

【0044】

<使用光學圖像的粗調處理>

說明使用光學圖像的粗調處理(步驟S702)。

【0045】圖4～圖6是由側面觀察照相機111A拍攝的光學圖像。根據側面觀察照相機111A的光軸高度，光學圖像中的樣品131與探針141的位置關係的外觀不同。圖4表示側面觀察照相機111A的光軸的高度與樣品表面401一致的情況，圖5表示側面觀察照相機111A的光軸位於比樣品表面401高的位置的情況。圖6表示側面觀察照相機111A的光軸位於比樣品表面401低的位置的情況。

【0046】當側面觀察照相機111A的光軸位於比樣品表面401高的位置時(圖5)，在側面觀察照相機111A的所取得的圖像中，能夠確認樣品131的靠近側面觀察照相機111A

的一側的樣品端部501和遠側的樣品端部502。另一方面，當側面觀察照相機111A的光軸與樣品表面401一致時(圖4)或位於較低位置時(圖6)，在側面觀察照相機111A的所取得的圖像中，僅能夠確認樣品131的靠近側面觀察照相機111A的一側的樣品端部501。在本實施型態中，圖5所示的狀態下的樣品端部501與樣品端部502的位置關係來調整側面觀察照相機111A的光軸的高度。

【0047】圖9是表示探針的觸針處理S700(圖7)中的步驟S702即使用光學圖像的粗調處理的一例的流程圖。此外，圖10是表示使用光學圖像的粗調處理中的照相機位置對準方法的側視圖。照相機的投影面位於遠離照相機光學中心的焦距處，並且是垂直於光軸的平面。假設已經藉由照相機校準預先消除了鏡頭失真等的影響。

【0048】

S901：

台控制部165確認由照相機圖像處理部163輸出的頂面觀察照相機111B的光學圖像的同時，控制基台控制器124使得樣品131的中心位置與側面觀察照相機111A的投影面1001一致。

【0049】

S902：

照相機光軸調整台控制部164確認由照相機圖像處理部163輸出的側面觀察照相機111A的光學圖像的同時，控制照相機光軸調整台控制器113，如圖5所示，使得側面觀

察照相機111A位於光學圖像中能夠確認樣品表面401的位置。例如，側面觀察照相機光軸調整台112A被控制為使側面觀察照相機111A位於最高位置或者樣品131與光學圖像中指定的基準位置一致。假設控制完成後的側面觀察照相機111A的光學中心位於光學中心位置1002(圖10)。

【0050】

S903：

照相機圖像處理部163根據側面觀察照相機111A的光學圖像識別樣品131的樣品端部501和樣品端部502，並輸出光學圖像即側面觀察照相機111A的投影面上的樣品端部501與樣品端部502的分離距離。

【0051】

S904：

照相機光軸調整台控制部164確認由照相機圖像處理部163輸出的側面觀察照相機111A的光學圖像的同時，控制照相機光軸調整台控制器113使得側面觀察照相機111A位於光學圖像中能夠確認樣品表面401的位置，並且成為從步驟S902中的照相機位置降低了一定量的位置。此時，輸出與步驟S902中的側面觀察照相機111A的位置的位移a。假設控制完成後的側面觀察照相機111A的光學中心位於光學中心位置1003。

【0052】

S905：

與步驟S903同樣地，照相機圖像處理部163從側面觀

察照相機111A的光學圖像中識別樣品131的樣品端部501和樣品端部502，並且輸出光學圖像即側面觀察照相機111A的投影面上的樣品端部501與樣品端部502的分離距離。

【0053】

S906：

照相機圖像處理部163根據在步驟S903～S905中輸出的值，並將樣品131的樣品端部501與樣品端部502之間的距離變為零時，即側面觀察照相機111A的光軸與樣品表面401對準時(圖4的狀態)的側面觀察照相機111A的光學中心位置1004予以輸出。

【0054】圖10表示側面觀察照相機111A的光學中心位於光學中心位置1002時的基於透視投影照相機模型的光學圖像。在步驟S903中計算光學圖像(投影面1001)中的樣品端部的分離距離b的值(b_{1002})。假設，投影面1001與樣品端部之間的分離距離為d，照相機的焦距為L，光學中心位置1003與光學中心位置1004之間的距離為x，光學圖像中樣品端部501與樣品中心之間的距離為b1，樣品端部502與樣品中心之間的距離為b2時，其公式如下。

$$b = b1 + b2$$

$$b1 / d = (x + a) / (L + d)$$

$$b2 / d = (x + a) / (L - d)$$

因此，當側面觀察照相機111A的光學中心位於光學中心位置1002時，可以表示為

$$b_{1002} = (x + a) \{d / (L + d) + d / (L - d)\} \quad \cdots (式1)$$

。

【0055】同樣地，當側面觀察照相機111A的光學中心位於光學中心位置1003時，可以表示為

$b_{1003}=x\{d/(L+d)+d/(L-d)\}$ ‥(式2)。

【0056】這裡，由於未知數是光學中心位置1003和光學中心位置1004之間的分離距離x，以及樣品端部501或樣品端部502與投影面1001之間的分離距離d，所以由(式1)和(式2)的兩個方程式可以計算出光學中心位置1003與光學中心位置1004之間的分離距離x。

【0057】上述計算方法是一個例子。例如，在預先知道樣品端部501(樣品端部502)與投影面1001之間的分離距離d的情況下，或者使用照相機圖像處理部163輸出的頂面觀察照相機111B的光學圖像來測量分離距離d的情況下，可以在不執行步驟S904～S905的情況下計算出光學中心位置1002與光學中心位置1004之間的分離距離。

【0058】此外，如圖10所示，側面觀察照相機111A的光軸、樣品台125的水平方向的驅動面、樣品支架132的上表面汲樣品131的表面，由於組裝誤差等原因，嚴格地講有可能不是如圖10所示的相互平行的關係。在這種情況下，藉由根據樣品端部501與樣品端部502在多於兩個光學中心位置處的分離距離來計算光學中心位置1004，則可以將這些誤差的影響考慮在內。

【0059】

S907：

照相機光軸調整台控制部164控制照相機光軸調整台

控制器113，以使側面觀察照相機111A的光學中心與在步驟S906中輸出的光學中心位置1004一致。結果，側面觀察照相機111A的光軸高度與樣品表面401對齊，因此，能夠容易地確認探針141的前端與樣品131之間的分離距離，能夠使探針141更容易靠近樣品131。

【0060】

S908：

台控制部165一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的頂面觀察照相機111B的光學圖像，一邊控制樣品台控制器126，使得樣品131的觀察對象部位進入到圖像中。

【0061】

S909：

台控制部165一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的頂面觀察照相機111B的光學圖像，一邊控制探針單元控制器144，以使探針141的前端位於樣品131的觀察對象部位。

【0062】

S910：

為了使多個探針141與樣品131之間的分離距離保持恆定，台控制部165一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的側面觀察照相機111A的光學圖像，一邊控制探針單元控制器144，使得光學圖像中的多個探針141的高度一致。

【0063】

S911：

台控制部165一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的側面觀察照相機111A的光學圖像，一邊控制樣品台控制器126，使得樣品131靠近探針141。此時，照相機光軸調整台控制部164控制照相機光軸調整台控制器113，以使側面觀察照相機111A的光軸隨著樣品表面401的移動而移動。

【0064】

S912：

台控制部165一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的側面觀察照相機111A的光學圖像，一邊控制探針單元控制器144，使得探針141靠近樣品131。

【0065】

S913：

照相機圖像處理部163判斷探針141與樣品131是否足夠接近。如果粗對準被充分調整，則結束使用光學圖像的粗調處理S702。如果粗對準不充分，則再次執行步驟S908～S912。

【0066】用於調整側面觀察照相機111A的光軸與樣品表面401的高度成為一致的步驟S901～S907可以根據需要在任意的時序反覆執行。

【0067】代替步驟S901～S907，照相機光軸調整台控制部164從能夠在光學圖像中確認樣品表面401的狀態(圖5)，一邊確認照相機圖像處理部163輸出的側面觀察照相機111A的光學圖像，一邊使光學中心下降，並將側面觀察照相機光軸調整台112A控制為使側面觀察照相機111A停

止在光學圖像中的樣品端部501與樣品端部502重疊的位置亦可。

【0068】在不良檢測裝置100具備上述樣品高度測定部的情況下，代替步驟S901～S907，根據樣品高度測定部測定的高度資訊來控制側面觀察照相機光軸調整台112A亦可。

【0069】在本實施例中，為了使側面觀察照相機111A的光軸的高度對準樣品表面，而使用側面觀察照相機光軸調整台112A。另一方面，也可以考慮將側面觀察照相機111A固定在樣品室121上，以使基台122不僅能夠水平移動而且能夠垂直移動的結構。但是，如上所述，由於探針141是微小的構件，所以在探針141與樣品131接近的狀態下，基台122必須能夠在不產生大的振動等的情況下上下移動，實際上安裝困難。相對於此，在本實施例中，藉由使用側面觀察照相機光軸調整台112A，具有無需移動樣品131和探針141就能夠調整光學圖像中的樣品131與探針141的位置關係的優點。

【0070】

<多個探針的接近處理>

參照圖11～圖13說明多個探針的接近處理(步驟S912)。圖11是表示多個探針的接近處理S912的一例的流程圖。圖12是側面觀察照相機111A拍攝的光學圖像。這裡，各探針的位置關係是在步驟S1103中調整後的狀態。此外，圖13是表示步驟S1103中的各探針的位置關係的側

視圖。儘管為了簡化圖而在圖12、圖13中僅示出了兩個探針，但是與樣品接觸的多個探針141是該處理中成為控制對象的探針。

【0071】

S1101：

照相機光軸調整台控制部164一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的側面觀察照相機111A的光學圖像，一邊控制照相機光軸調整台控制器113，使得如圖5所示側面觀察照相機111A位於光學圖像中能夠確認樣品表面401的位置。假設控制完成後的側面觀察照相機111A的光學中心位於高於樣品表面的光學中心位置1301(圖13)。

【0072】

S1102：

照相機圖像處理部163從側面觀察照相機111A和頂面觀察照相機111B的光學圖像中，識別距離側面觀察照相機111A最遠的探針1201和該探針前端位置1202，以及其他探針1203和該探針前端位置1204，並輸出位置座標。

【0073】

S1103：

台控制部165一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的側面觀察照相機111A的光學圖像，一邊控制探針單元控制器144，使得在光學圖像中探針前端位置1202和探針前端位置1204的高度與參考高度1205對齊。

【0074】在下一步驟S1104中下降探針之前，照相機

光軸調整台控制部164控制側面觀察照相機光軸調整台112A使得側面觀察照相機111A的光軸高度調整為與樣品表面401的高度一致亦可，也可以保持在高於步驟S1101中的樣品表面401的位置。藉由將側面觀察照相機111A的光軸高度調整為與樣品表面401的高度一致，能夠更準確地確認探針前端位置與樣品之間的分離距離，從而能夠使探針更接近樣品。

【0075】

S1104：

台控制部165一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的側面觀察照相機111A的光學圖像，一邊控制探針單元控制器144，使得探針1201靠近樣品131。此時，台控制部165還與探針1201的控制同步地控制探針1203，使得探針1203下降與探針1201的下降量相同的量。

【0076】如圖13所示，首先與樣品131接觸的探針141是距側面觀察照相機111A最遠的探針1201，因此能夠抑制其他探針1203與樣品表面401碰撞的風險。另外，由於可以同時使多個探針141接近樣品131，所以可以提高處理的生產量。

【0077】

S1105：

照相機圖像處理部163根據側面觀察照相機111A的光學圖像，判斷探針1201與樣品131是否充分接近。如果粗對準足夠，則處理進行到步驟S1106。如果粗對準不充

分，則再次執行步驟S1104。

【0078】

S1106：

台控制部165一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的側面觀察照相機111A的光學圖像，一邊控制探針單元控制器144，使得探針1203靠近樣品131。

【0079】在與成為控制對象的樣品接觸的探針141為多個的情況下，可以從未完成接近控制(步驟S1104)的探針141中選擇距離側面觀察照相機111A最遠的探針141，重複執行步驟S1102～S1105。

【0080】

<使用了頂面觀察照相機的探針的位置關係取得處理>

參照圖14至圖17說明使用了頂面觀察照相機的探針的位置關係取得處理。該方法可應用於例如使用光學圖像的粗調處理(圖9)中的步驟S912以使探針141更靠近樣品131。

【0081】圖14是表示使用了頂面觀察照相機的探針的位置關係取得處理的一例的流程圖。圖15是由頂面觀察照相機111B拍攝的光學圖像，圖16是表示步驟S1402～S1403中的探針1501與標記1503的位置關係的主視圖，圖17是表示步驟S1404～S1405中的探針1501與標記1503的位置關係的主視圖。標記1503是能夠由光學圖像確認的樣品表面401上的特殊的結構物或專用標誌，也可以是附著在樣品表面401上的異物等。照相機的投影面位於遠離照相

機的光學中心的焦距處，並且是垂直於光軸的平面。假設已經藉由照相機校準預先消除了鏡頭失真等的影響。

【0082】

S1401：

台控制部165一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的頂面觀察照相機111B的光學圖像，一邊控制樣品台控制器126，使得頂面觀察照相機111B的投影面1601與樣品表面401一致。當頂面觀察照相機光軸調整台112B可垂直移動時，也可以藉由照相機光軸調整台控制部164控制照相機光軸調整台控制器113，以使頂面觀察照相機111B的投影面1601與樣品表面401一致。

【0083】在以後的步驟中，頂面觀察照相機111B在平行於樣品表面401的平面中進行控制。因此，在以後的步驟中，投影面1601與樣品表面401一致。

【0084】

S1402：

照相機光軸調整台控制部164一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的頂面觀察照相機111B的光學圖像，一邊控制照相機光軸調整台控制器113，使得頂面觀察照相機111B的光軸與探針1501的探針前端位置1502在光學圖像中彼此一致。控制完成後的頂面觀察照相機111B的光學中心位於光學中心位置1602(圖16)。

【0085】

S1403：

照相機圖像處理部163根據頂面觀察照相機111B的光學圖像輸出光學圖像，亦即輸出頂面觀察照相機111B的投影面中的探針前端位置1502與標記1503之間的分離距離m_1。

【0086】

S1404：

照相機光軸調整台控制部164一邊確認由照相機圖像處理部163輸出的頂面觀察照相機111B的光學圖像，一邊控制照相機光軸調整台控制器113，使得光學圖像中的頂面觀察照相機111B的光軸與標記1503彼此一致。控制完成後的頂面觀察照相機111B的光學中心位於光學中心位置1701(圖17)。照相機光軸調整台控制部164輸出來自步驟S1402的頂面觀察照相機111B的光軸的移動量m_2。

【0087】

S1405：

照相機圖像處理部163根據頂面觀察照相機111B的光學圖像輸出光學圖像，亦即輸出頂面觀察照相機111B的投影面上的探針前端位置1502與標記1503之間的分離距離m_3。

【0088】

S1406：

照相機圖像處理部163根據在步驟S1403、S1405中輸出的值，輸出探針前端位置1502與樣品表面401在垂直方向上的距離(垂直距離)。

【0089】圖17示出了當頂面觀察照相機111B的光學中心位於光學中心位置1701時基於透視投影照相機模型的光學圖像。將探針前端位置1502與樣品表面401在垂直方向上的距離(垂直距離)設為H_2，將照相機的焦距設為H時，以下關係成立。

$$m_2 = m_1$$

$$H_1 = H \times (m_2 / m_3) = H \times (m_1 / m_3)$$

$$H_2 = H - H_1 = H \times (1 - m_2 / m_3) = H \times (1 - m_1 / m_3)$$

可以根據在步驟S1406中輸出的探針前端位置1502與樣品表面401之間的垂直距離來執行探針1501的粗對準，也可以計算探針前端位置1502或標記1503的絕對位置座標。

【0090】如上述公式所示，在步驟S1403中計算出的分離距離m_1等於步驟1404的輸出即頂面觀察照相機111B的光軸的移動量m_2。因此，可以使用移動量m_2而不從光學圖像求出分離距離m_1。

【0091】在以上的說明中，示出了探針前端位置1502和標記1503位於頂面觀察照相機111B的光學圖像中的水平線(由圖15中的虛線表示)上的情況，但是無論連結兩點的直線的方向如何都能夠成立。

【0092】此外，也可以取代將標記1503設定在樣品表面401上，而使用與探針1501不同的其他探針141的前端位置來輸出各探針的前端位置的垂直距離。圖18是表示兩個探針的前端位置1502、1801的位置關係的主視圖。標記1503被讀取為探針的前端位置1801，並執行圖14的流程。

在光學圖像中，當頂面觀察照相機111B的光軸與探針前端位置1801彼此一致時的頂面觀察照相機111B的光學中心位於光學中心位置1802(圖18)。將探針前端位置1801與樣品表面401在垂直方向上的距離(垂直距離)設為H_4時，以下關係成立。

$$H_1 = H \times (m_2 / m_3)$$
$$H_2 = H - H_1 = H \times (1 - m_2 / m_3)$$
$$H_3 = H \times (m_2 / m_1)$$
$$H_4 = H - H_3 = H \times (1 - m_2 / m_1)$$

從圖18可以看出，在這種情況下，m_1和m_2的值不相等。

【0093】此外，在步驟S1401中，與標記1503不同地在樣品表面401上設置另一個標記，當光學圖像上的標記之間的分離距離m_α，與在光學圖像中頂面觀察照相機111B的光軸與每個標記一致時的頂面觀察照相機111B的光學中心之間的分離距離m_β一致時，認為頂面觀察照相機111B的投影面1601與樣品表面401一致，而能夠進行一致的判定。

【0094】在該流程中，為了將頂面觀察照相機111B的光軸移動到標記或探針的前端位置，而使用頂面觀察照相機光軸調整台112B。另一方面，也可以考慮以下流程，亦即將頂面觀察照相機111B固定於樣品室121，由台控制部165控制樣品台控制器126來移動標記1503，或者由台控制部165控制探針單元控制器144來移動探針前端位置1502。

或者，也可以考慮由台控制部165控制基台控制器124以水平移動基台122的流程。然而，在任何情況下，如果在樣品表面401與探針141彼此靠近的狀態下，兩者可能會相互碰撞，導致樣品131或探針141的損壞。另一方面，在該流程中，藉由使用頂面觀察照相機光軸調整台112B，具有無需移動樣品131和探針141即可調整光學圖像中的光軸位置的優點。

【符號說明】

【0095】

101:電子束柱

102:電子束柱控制器

103:帶電粒子檢測器

104:帶電粒子檢測器控制器

111:照相機

111A:側面觀察照相機

111B:頂面觀察照相機

112:照相機光軸調整台

112A:側面觀察照相機光軸調整台

112B:頂面觀察照相機光軸調整台

113:照相機光軸調整台控制器

121:樣品室

122:基台

123:基台引導件

124:基台控制器

125:樣品台

126:樣品台控制器

127:樣品支架保持器

131:樣品

132:樣品支架

141,1201,1203,1501:探針

142:探針支架

143:探針單元

144:探針單元控制器

145:探針單元支撐台

151:控制電腦

152:輸入裝置

153:顯示器

161:電子束柱控制部

162:檢測器信號處理部

163:照相機圖像處理部

164:照相機光軸調整台控制部

165:台控制部

401:樣品表面

501,502:樣品端部

801:測定對象結構物

1001,1601:投影面

1002,1003,1004,1301,1602,1701,1802:光學中心位置

1202,1204,1502,1801:探針前端位置

1205:參考高度

1503:標記

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種探針裝置，係具有：

支撐樣品的樣品台；

探針單元，其安裝有與前述樣品的特定的樣品表面接觸的探針；

第一照相機，其對前述樣品和前述探針進行拍攝；及

第一照相機光軸調整台，其對前述第一照相機的光軸進行調整；

前述第一照相機的光軸係平行於前述樣品表面，

前述第一照相機光軸調整台能夠使前述第一照相機的光軸在垂直於前述樣品表面的方向上移動。

【請求項2】如請求項1之探針裝置，其中，

還具有：台控制部，其對前述樣品台和前述探針單元進行控制，

前述台控制部，係根據前述第一照相機的光軸的高度調整到與前述樣品表面的高度一致的狀態下的前述第一照相機的光學圖像，對前述樣品台或前述探針單元進行控制，以使前述探針接近前述樣品表面的特定位置。

【請求項3】如請求項2之探針裝置，其中，

還具有：

照相機圖像處理部，其輸出由前述第一照相機拍攝的光學圖像；及

照相機光軸調整台控制部，其根據前述第一照相機的光學圖像對前述第一照相機的光軸調整台進行控制。

【請求項4】如請求項3之探針裝置，其中，

前述照相機光軸調整台控制部，係對前述第一照相機光軸調整台進行控制，使得前述第一照相機的光軸成為高於前述樣品表面的位置，

前述照相機圖像處理部，係根據前述第一照相機的光軸位在高於前述樣品表面的位置之狀態下的前述第一照相機的光學圖像，計算前述第一照相機的投影面中的前述樣品靠近前述第一照相機之側的第一樣品端部與前述樣品遠離前述第一照相機之側的第二的樣品端部之間的分離距離，

前述照相機光軸調整台控制部，係根據前述樣品的前述第一樣品端部與前述第二的樣品端部之間的分離距離，對前述第一照相機光軸調整台進行控制，使得前述第一照相機的光軸的高度與前述樣品表面的高度成為一致。

【請求項5】如請求項3之探針裝置，其中，

具有多個前述探針單元，

前述照相機光軸調整台控制部，係對前述第一照相機光軸調整台進行控制，使得前述第一照相機的光軸成為高於前述樣品表面的位置，

前述台控制部，係根據前述第一照相機的光軸位在高於前述樣品表面的位置之狀態下的前述第一照相機的光學圖像，對多個前述探針單元進行控制，以使安裝在多個前述探針單元的前述探針的前端對準，

前述台控制部，係根據前述第一照相機的光學圖像，

對安裝有該探針的探針單元進行控制，以使多個前述探針之中最遠離前述第一照相機的探針接近前述樣品表面，並且對安裝有其他探針的探針單元進行控制，以使該其他的前述探針與最遠離前述第一照相機的探針同步地接近前述樣品表面。

【請求項6】如請求項3之探針裝置，其中，

還具有：

第二照相機，其對前述樣品和前述探針進行拍攝；及

第二照相機光軸調整台，用於調整前述第二照相機的光軸；

前述第二照相機的光軸垂直於前述樣品表面，

前述第二照相機光軸調整台，能夠在平行於前述樣品表面的平面內移動前述第二照相機的光軸，

前述照相機圖像處理部輸出由前述第二照相機拍攝的光學圖像，

前述照相機光軸調整台控制部，係根據前述第二照相機的光學圖像對前述第二照相機的光軸調整台進行控制。

【請求項7】如請求項6之探針裝置，其中，

前述台控制部，係對前述樣品台進行控制以使前述第二照相機的投影面與前述樣品表面一致，

前述照相機光軸調整台控制部，係對前述第二照相機光軸調整台進行控制以使前述第二照相機的光軸與前述探針的前端一致，

前述照相機圖像處理部，係根據前述第二照相機的光

軸與前述探針的前端一致的狀態下的前述第二照相機的光學圖像，計算前述第二照相機的投影面中的前述探針的前端與前述樣品表面上的標記之間的第一分離距離，

前述照相機光軸調整台控制部，係對前述第二照相機光軸調整台進行控制以使前述第二照相機的光軸與前述標記一致，

前述照相機圖像處理部，係根據前述第二照相機的光軸與前述標記一致之狀態下的前述第二照相機的光學圖像，計算前述第二照相機的投影面中的前述探針的前端與前述標記之間的第二分離距離，

前述照相機圖像處理部，係根據前述第一分離距離和前述第二分離距離，計算前述探針的前端與前述樣品表面之間的垂直距離。

【請求項8】如請求項6之探針裝置，其中，

前述台控制部，係對前述樣品台進行控制以使前述第二照相機的投影面與前述樣品表面一致，

前述照相機光軸調整台控制部，係對前述第二照相機光軸調整台進行控制以使前述第二照相機的光軸與前述探針的前端一致，接著，對前述第二照相機光軸調整台進行控制以使前述第二照相機的光軸與前述樣品表面上的標記一致，並且輸出前述第二照相機的光軸的移動量，

前述照相機圖像處理部，係根據前述第二照相機的光軸與前述標記一致之狀態下的前述第二照相機的光學圖像，計算前述第二照相機的投影面中的前述探針的前端與

前述標記之間的分離距離，

前述照相機圖像處理部，係根據前述第二照相機的光軸的移動量和前述分離距離，計算前述探針的前端與前述樣品表面之間的垂直距離。

【請求項9】如請求項8之探針裝置，其中，

前述標記是可以由前述第二照相機的光學圖像來確認的前述樣品表面上的特殊的結構物或標誌，或者是附著在前述樣品表面上的異物。

【請求項10】如請求項6之探針裝置，其中，

具有多個前述探針單元，

前述探針單元包含安裝有第一探針的探針單元和安裝有第二探針的探針單元，

前述台控制部，係對前述樣品台進行控制以使前述第二照相機的投影面與前述樣品表面一致，

前述照相機光軸調整台控制部，係對前述第二照相機光軸調整台進行控制以使前述第二照相機的光軸與前述第一探針的前端一致，

前述照相機圖像處理部，係根據前述第二照相機的光軸與前述第一探針的前端成為一致的狀態下的前述第二照相機的光學圖像，計算出前述第二照相機的投影面中的前述第一探針的前端與前述第二探針的前端之間的第一分離距離，

前述照相機光軸調整台控制部，係對前述第二照相機光軸調整台進行控制以使前述第二照相機的光軸與前述第

二探針的前端成為一致，並且輸出前述第二照相機的光軸的移動量，

前述照相機圖像處理部，係根據前述第二照相機的光軸與前述第二探針的前端成為一致的狀態下的前述第二照相機的光學圖像，計算出前述第二照相機的投影面中的前述第一探針的前端與前述第二探針的前端之間的第二分離距離，

前述照相機圖像處理部，係根據前述第一分離距離、前述第二分離距離和前述第二照相機的光軸的移動量，計算出前述第一探針的前端與前述樣品表面之間的垂直距離和前述第二探針的前端與前述樣品表面之間的垂直距離。

【請求項11】如請求項2之探針裝置，其中，

帶電粒子束柱，用於照射帶電粒子束；

基台，用於搭載前述樣品台和前述探針單元；及

樣品室，其包含觀察區域和探針調整區域；

前述基台，係配置在前述樣品室內，且能夠在前述觀察區域與前述探針調整區域之間水平移動，

當前述基台位於前述觀察區域時從前述帶電粒子束柱向前述樣品照射前述帶電粒子束，當前述基台位於前述探針調整區域時，藉由前述第一照相機來拍攝前述樣品和前述探針。

【請求項12】如請求項11之探針裝置，其中，

在變更前述樣品的檢測位置時、或變更前述樣品時、或變更前述帶電粒子束的動作距離時，前述台控制部控制

前述基台使其移動到前述探針調整區域內。

【請求項13】如請求項11之探針裝置，其中，

還具有：

檢測器，其檢測前述帶電粒子束照射到前述樣品而釋出的帶電粒子；及

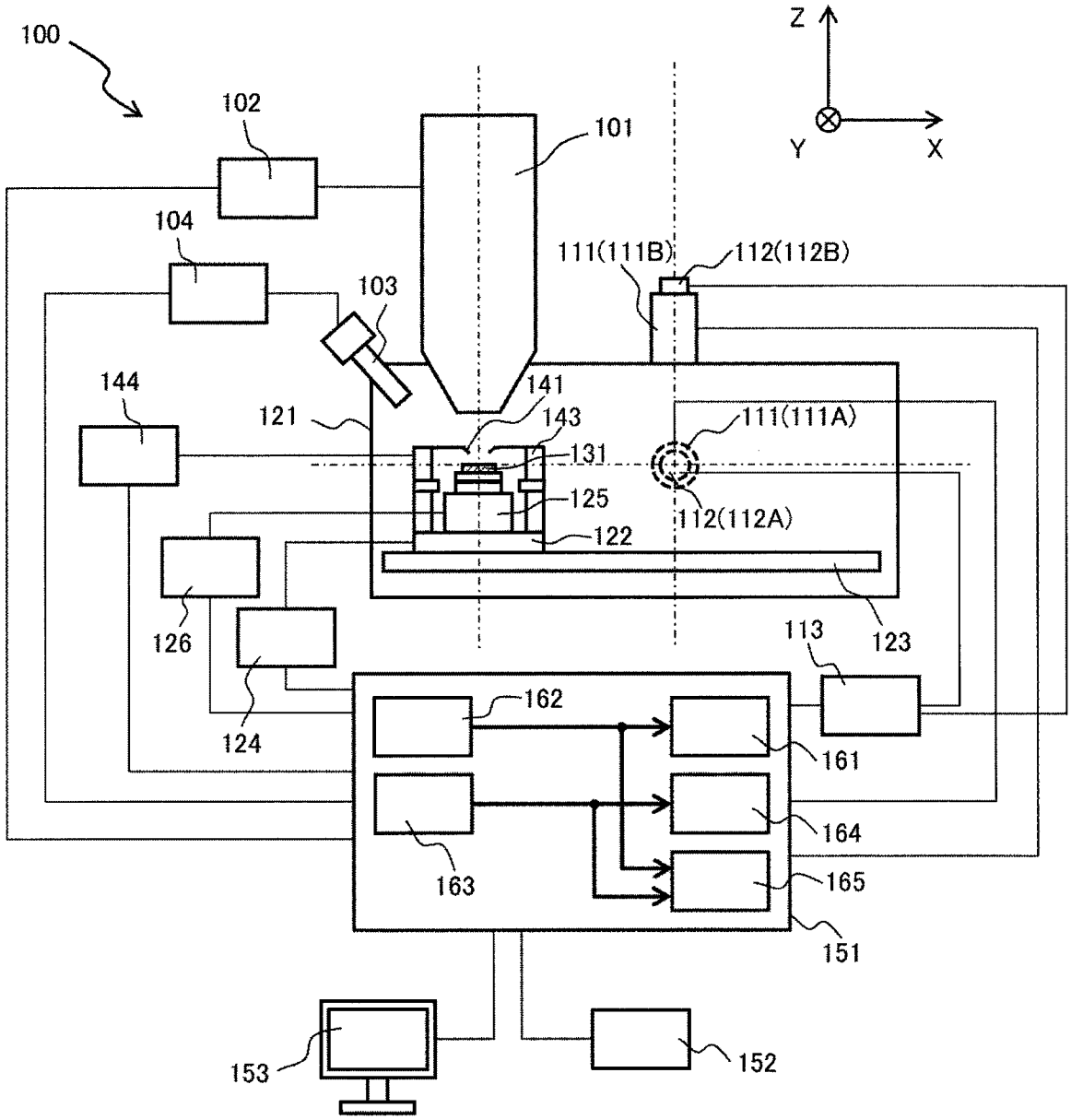
檢測器信號處理部，其根據來自前述檢測器的檢測信號來輸出帶電粒子圖像；

前述台控制部，係根據前述帶電粒子圖像對前述探針單元進行控制，以使前述探針接觸前述樣品表面的前述特定位置。

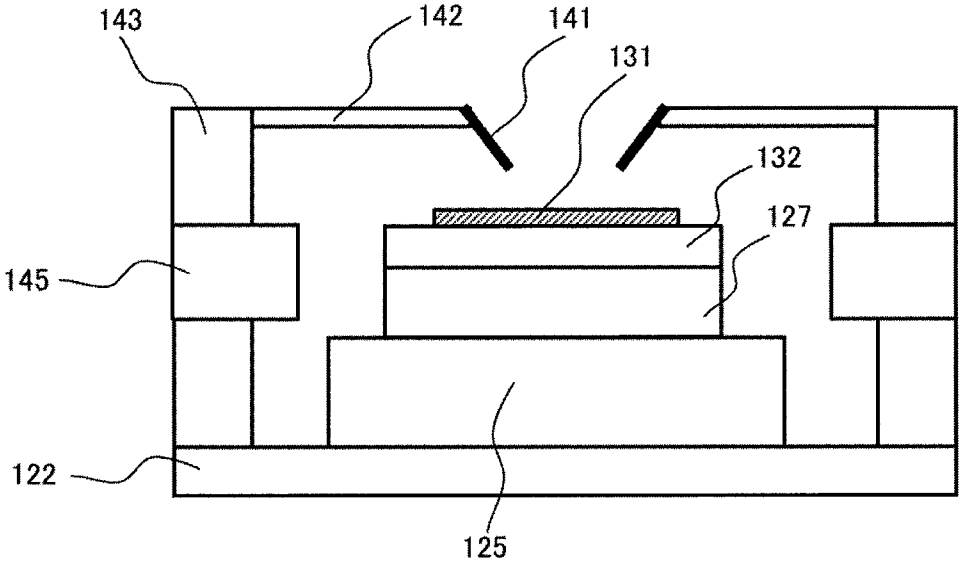
【請求項14】如請求項11之探針裝置，其中，

還具有：樣品高度測定部，其測定前述樣品的高度。

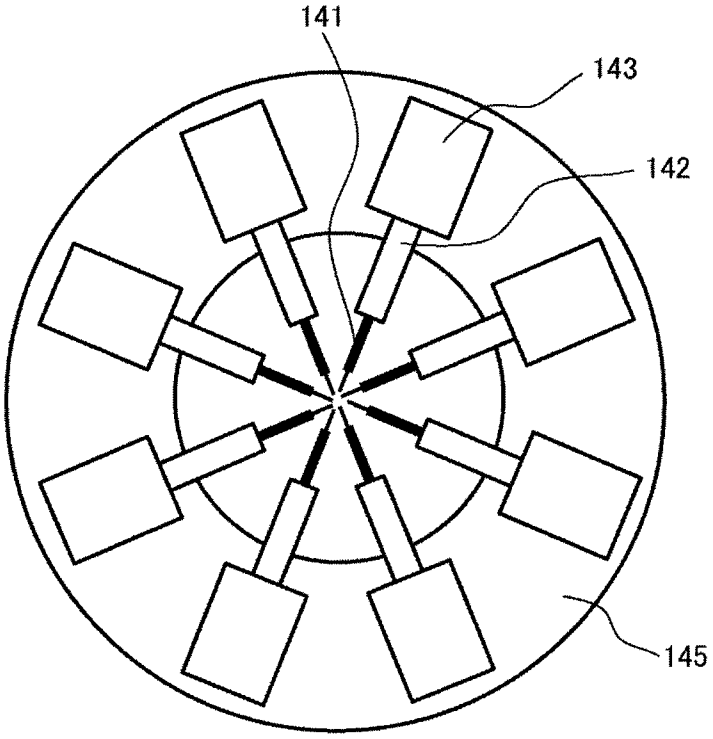
【發明圖式】


100
102
101
Z
Y
X
104
111(111B)
112(112B)
103
144
141
121
143
111(111A)
131
125
112(112A)
122
126
123
113
162
124
161
164
163
165
151
153
152

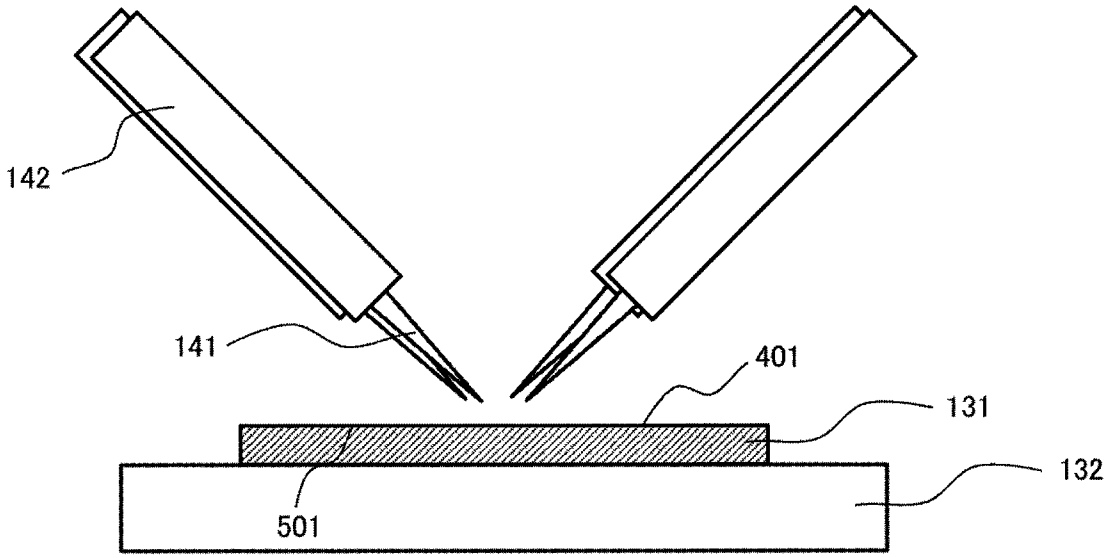
【圖 1】



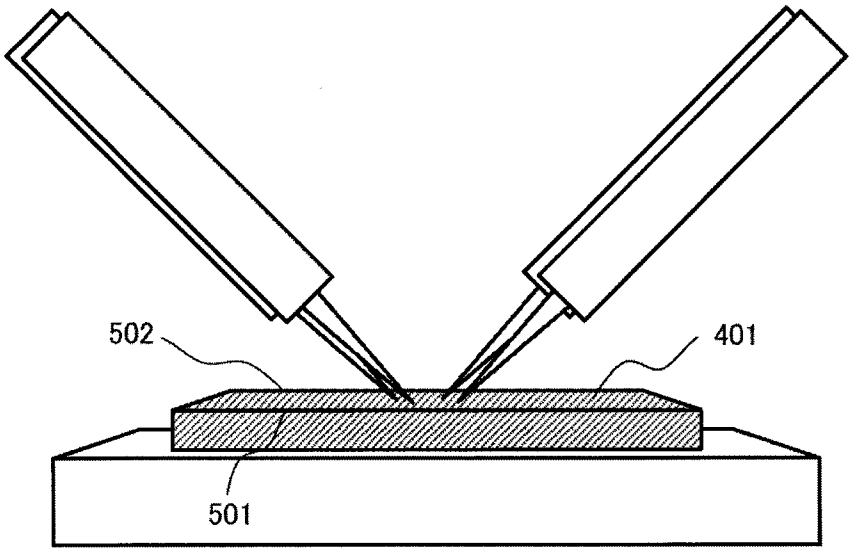
【圖 2】



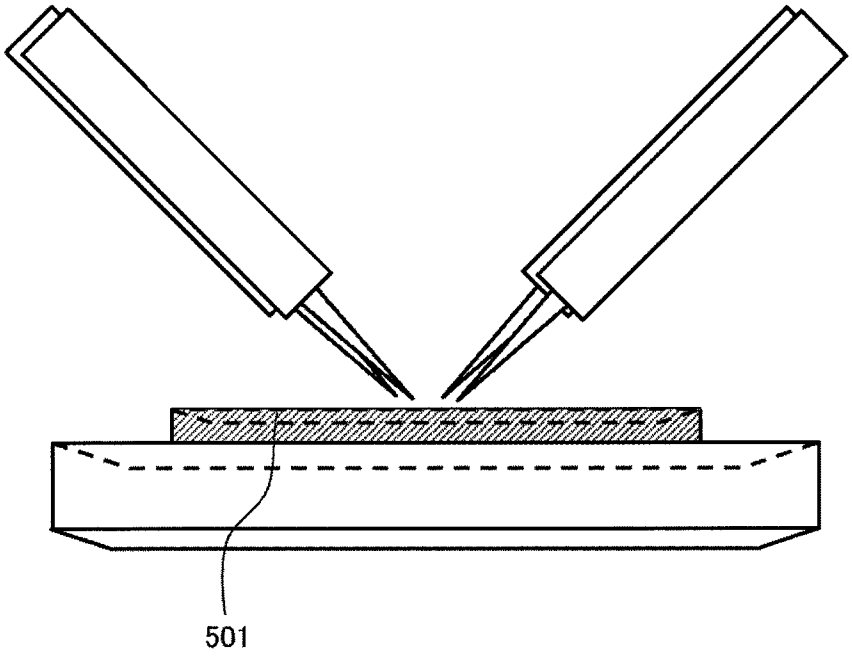
【圖 3】



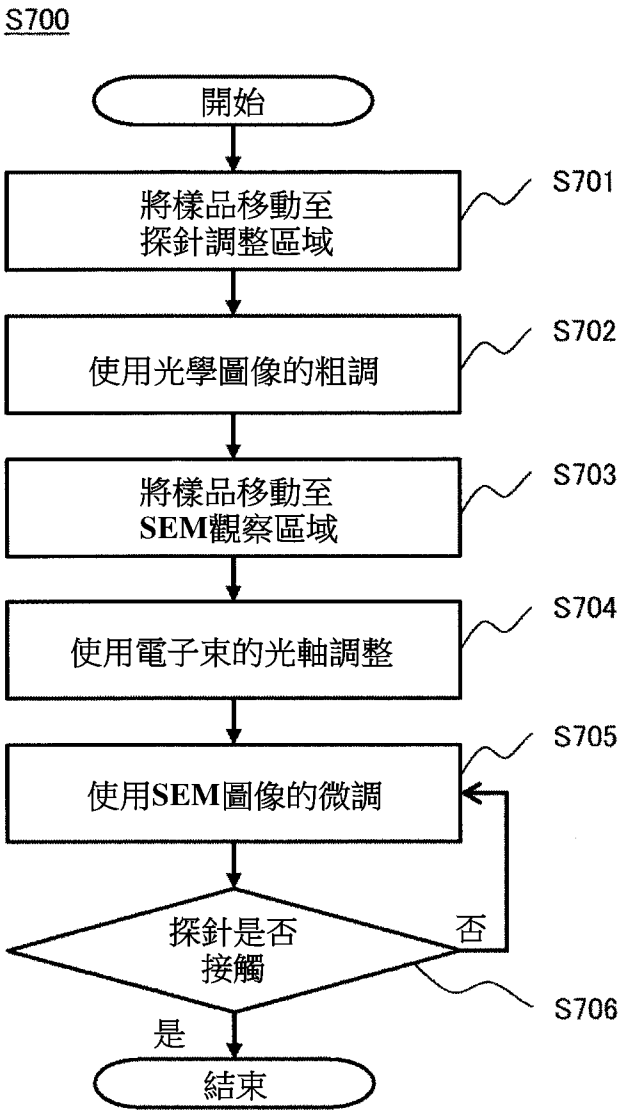
【圖 4】



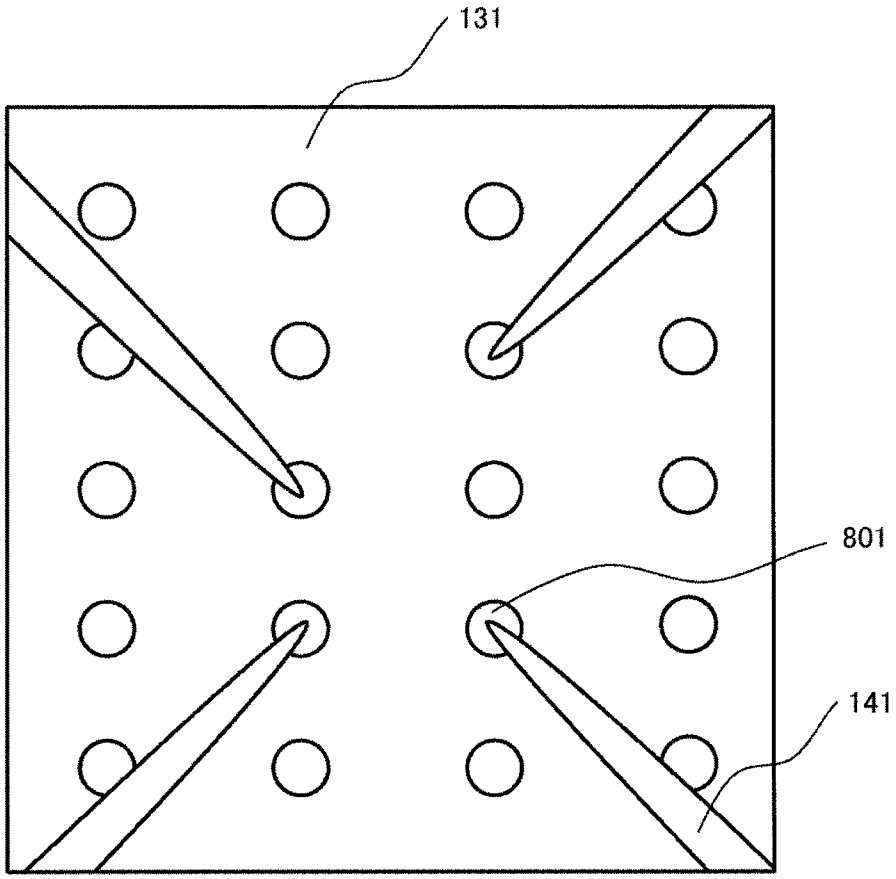
【圖 5】



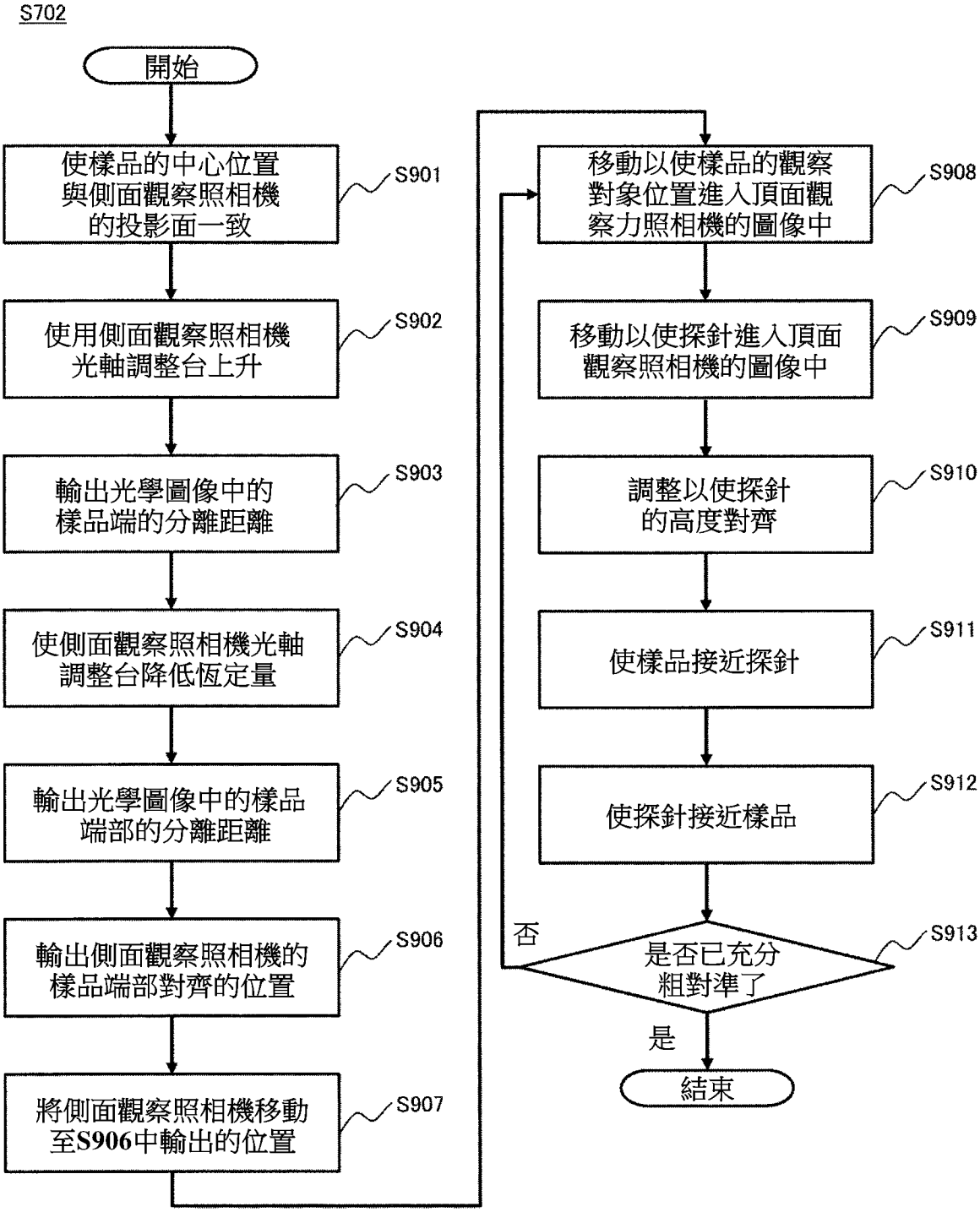
【圖 6】


S700
開始
將樣品移動至
探針調整區域
S701
使用光學圖像的粗調
S702
將樣品移動至
SEM觀察區域
S703
使用電子束的光軸調整
S704
使用SEM圖像的微調
S705
探針是否
接觸
否
S706
是
結束

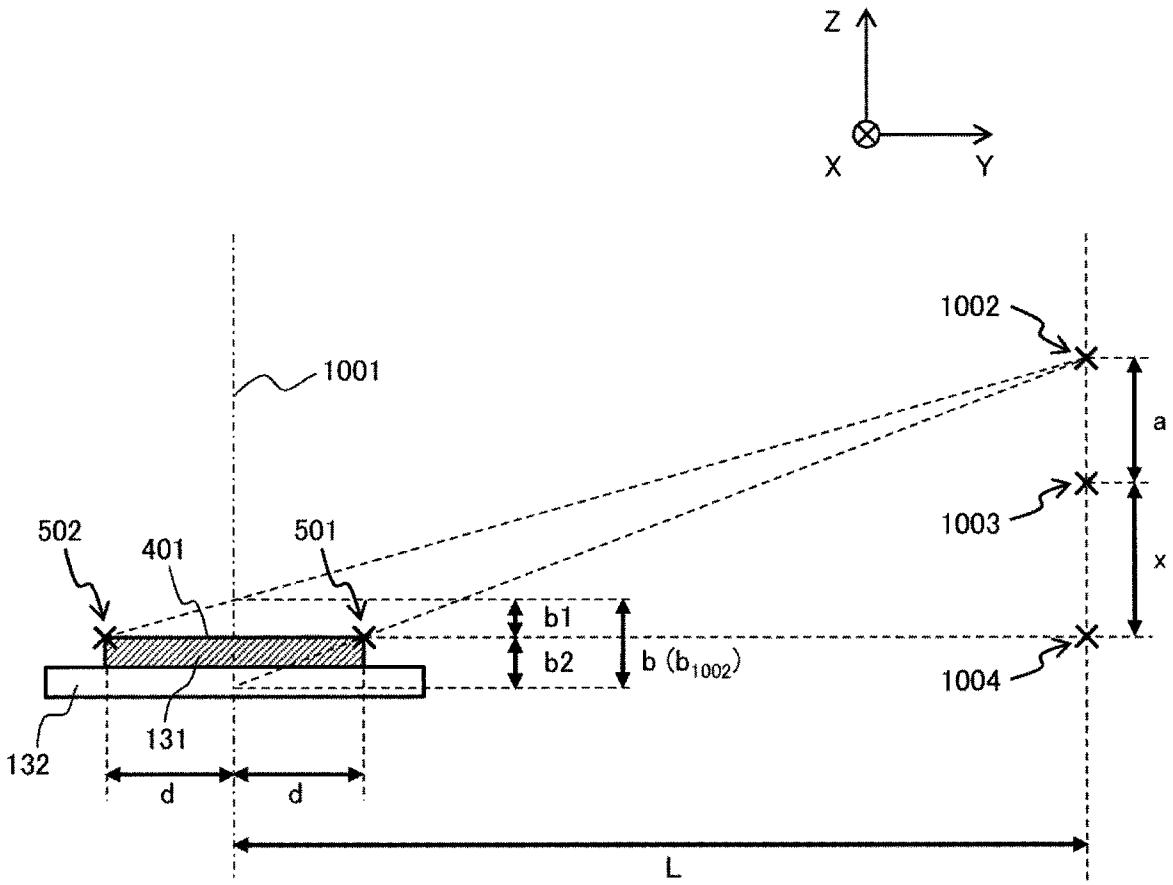
【圖 7】



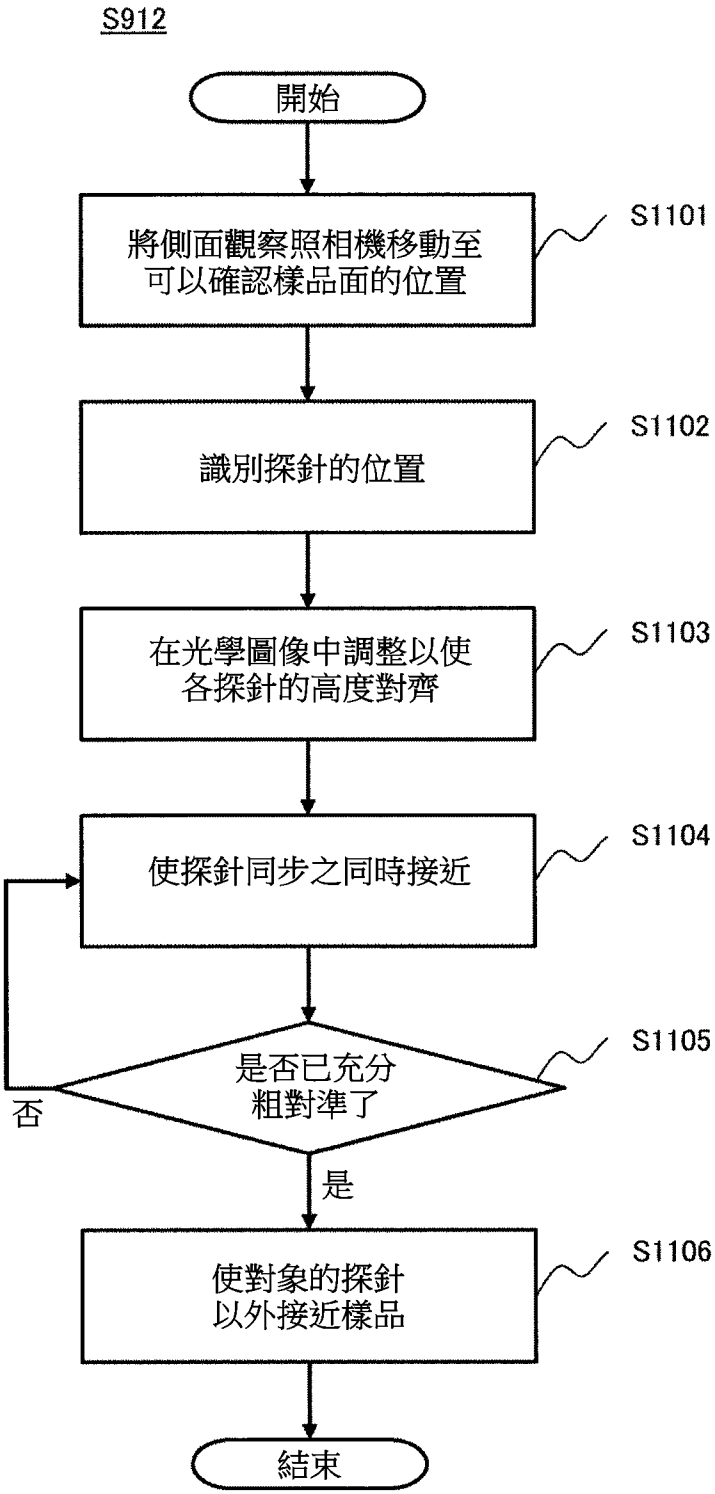
【圖 8】


S702
開始
使樣品的中心位置與側面觀察照相機的投影面一致
S901
使用側面觀察照相機光軸調整台上升
S902
輸出光學圖像中的樣品端的分離距離
S903
使側面觀察照相機光軸調整台降低恆定量
S904
輸出光學圖像中的樣品端部的分離距離
S905
輸出側面觀察照相機的樣品端部對齊的位置
S906
將側面觀察照相機移動至S906中輸出的位置
S907
移動以使樣品的觀察對象位置進入頂面觀察力照相機的圖像中
S908
移動以使探針進入頂面觀察照相機的圖像中
S909
調整以使探針的高度對齊
S910
使樣品接近探針
S911
使探針接近樣品
S912
否
是否已充分粗對準了
S913
是
結束

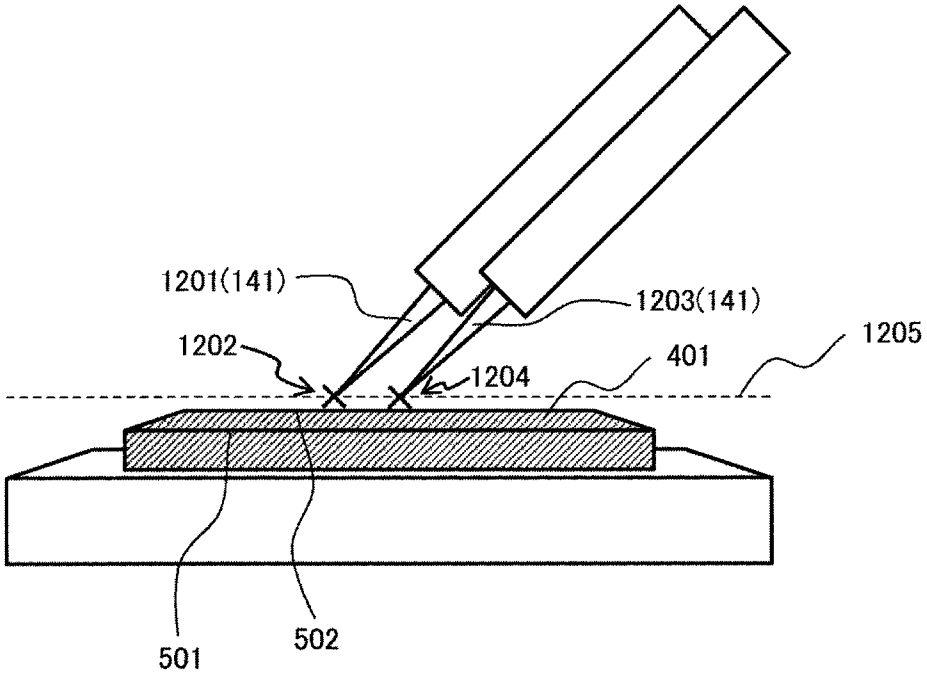
【圖 9】



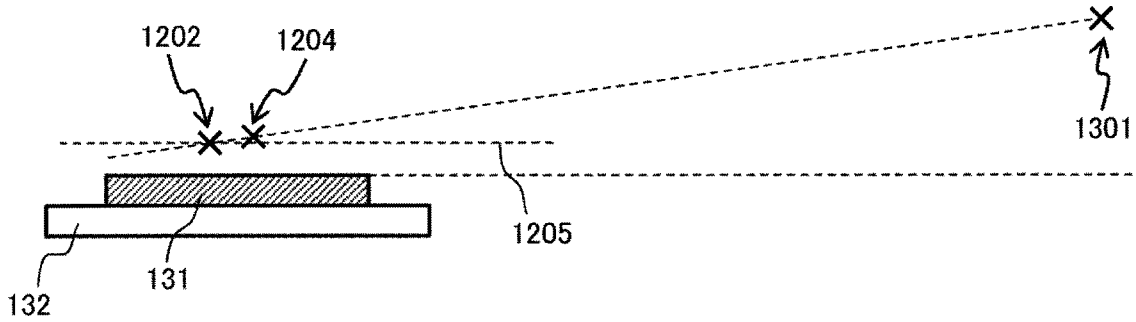
【圖 10】


S912
開始
將側面觀察照相機移動至
可以確認樣品面的位置
S1101
識別探針的位置
S1102
在光學圖像中調整以使
各探針的高度對齊
S1103
使探針同步之同時接近
S1104
是否已充分
粗對準了
S1105
否
是
使對象的探針
以外接近樣品
S1106
結束

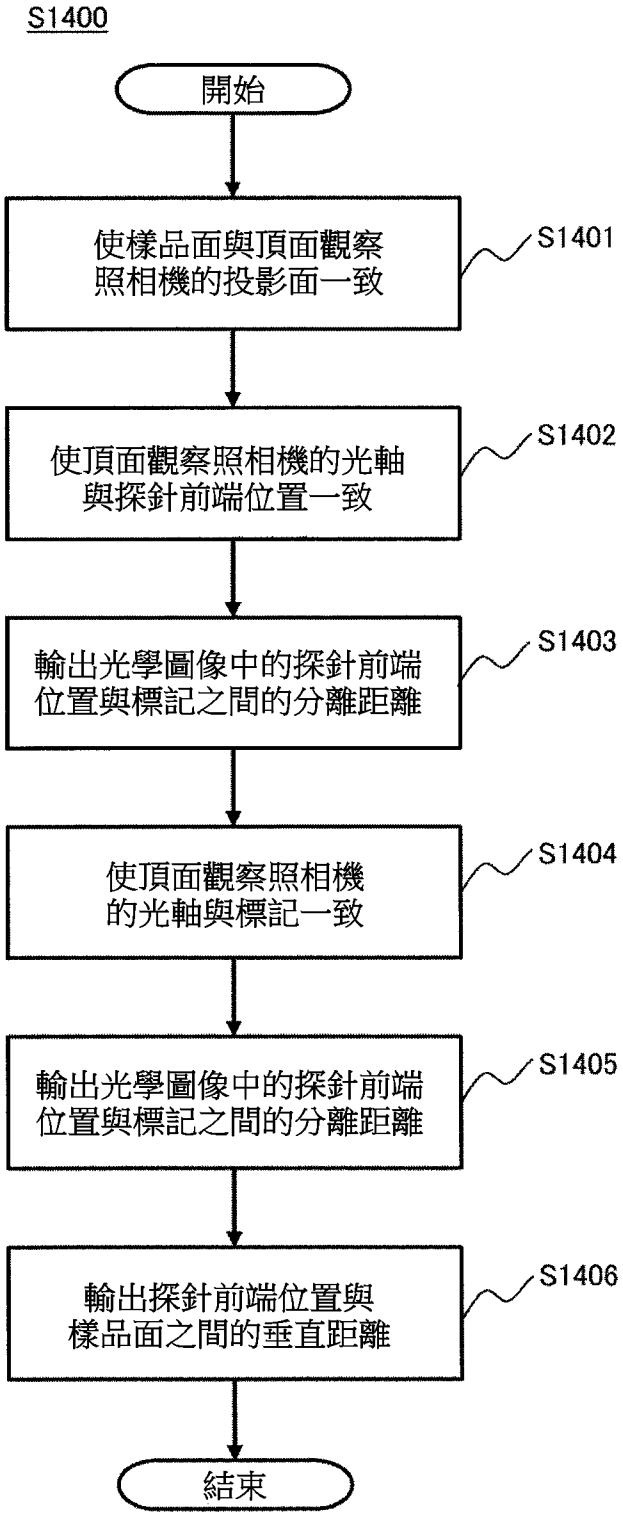
【圖 11】


1201(141)
1203(141)
1205
1202
401
1204
501
502

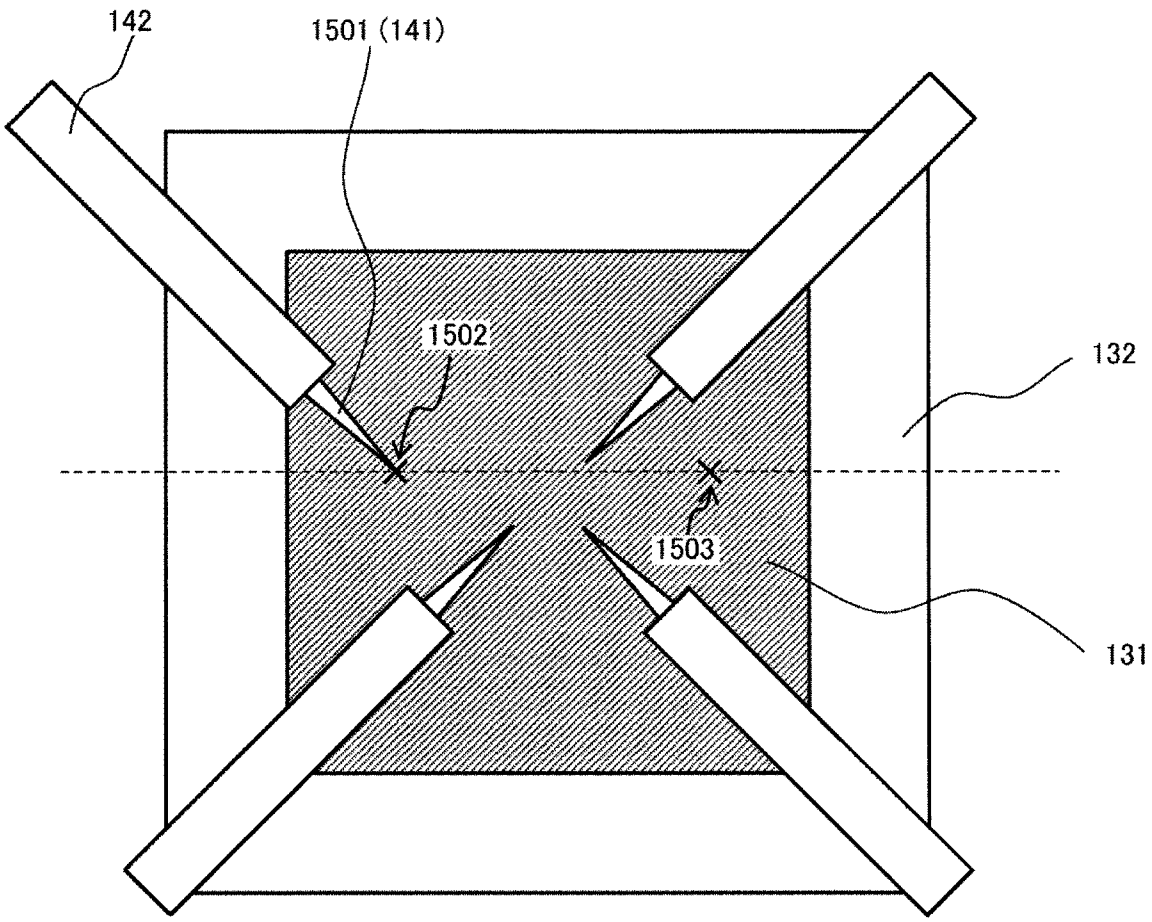
【圖 12】


1202
1204
1301
1205
131
132

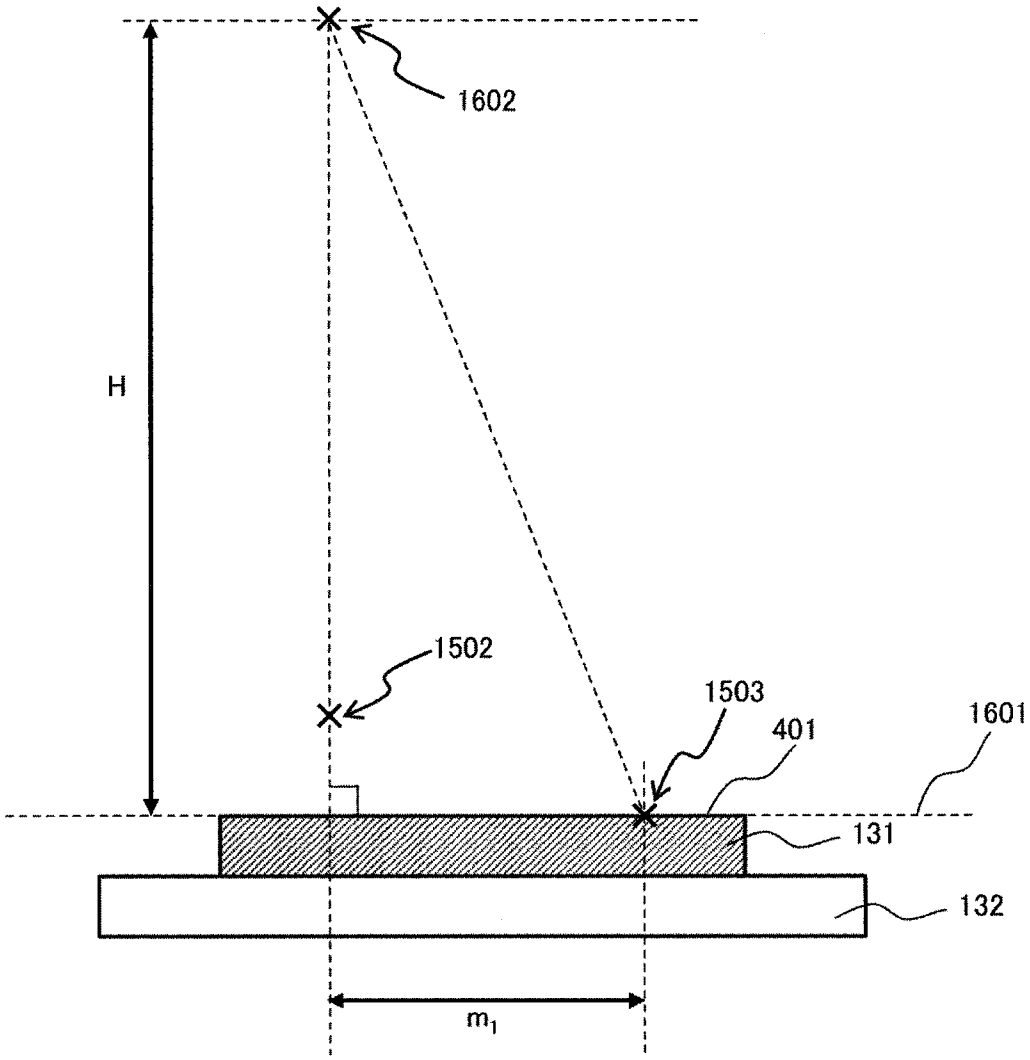
【圖 13】


S1400
開始
使樣品面與頂面觀察照相機的投影面一致
S1401
使頂面觀察照相機的光軸與探針前端位置一致
S1402
輸出光學圖像中的探針前端位置與標記之間的分離距離
S1403
使頂面觀察照相機的光軸與標記一致
S1404
輸出光學圖像中的探針前端位置與標記之間的分離距離
S1405
輸出探針前端位置與樣品面之間的垂直距離
S1406
結束

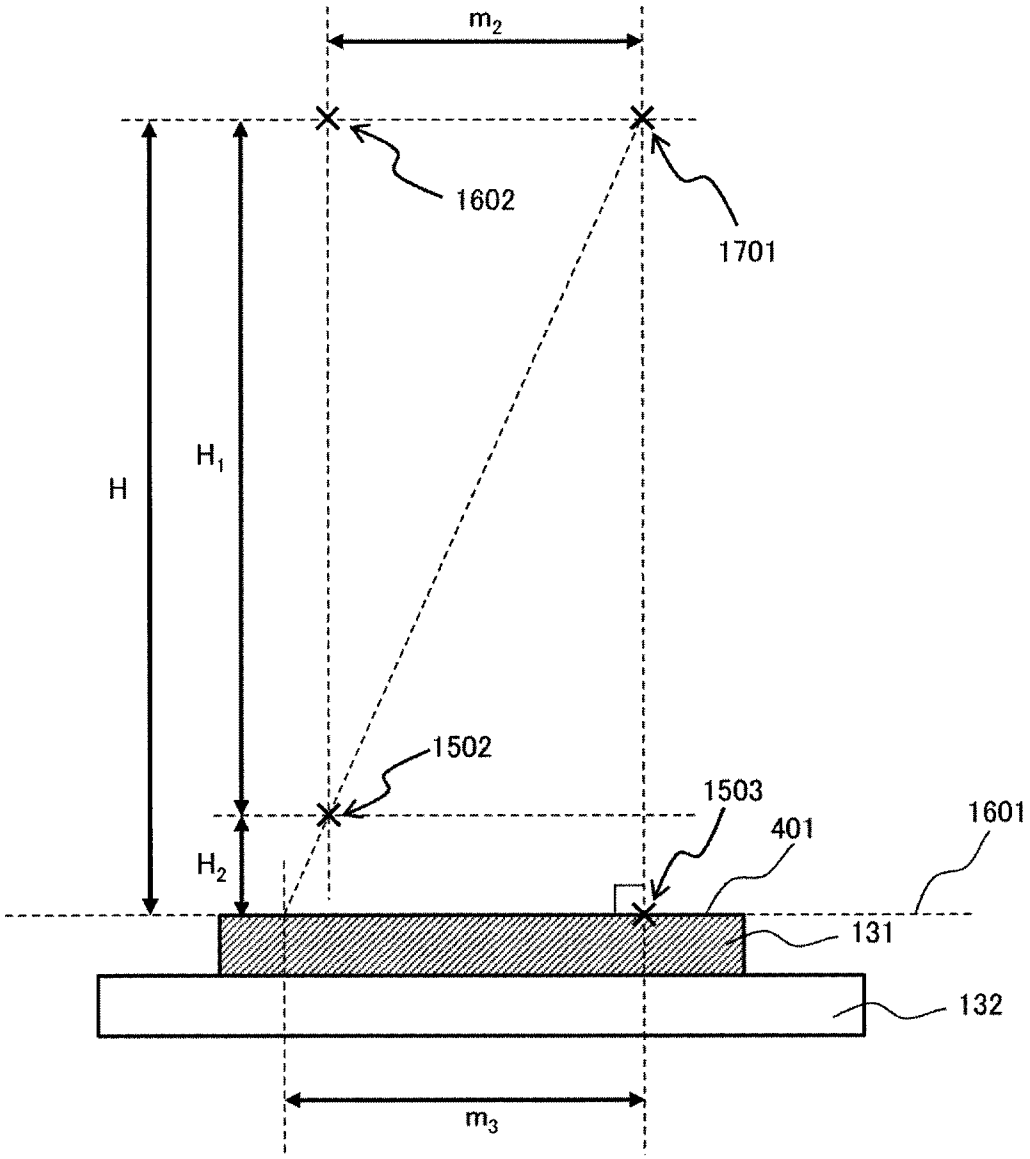
【圖 14】



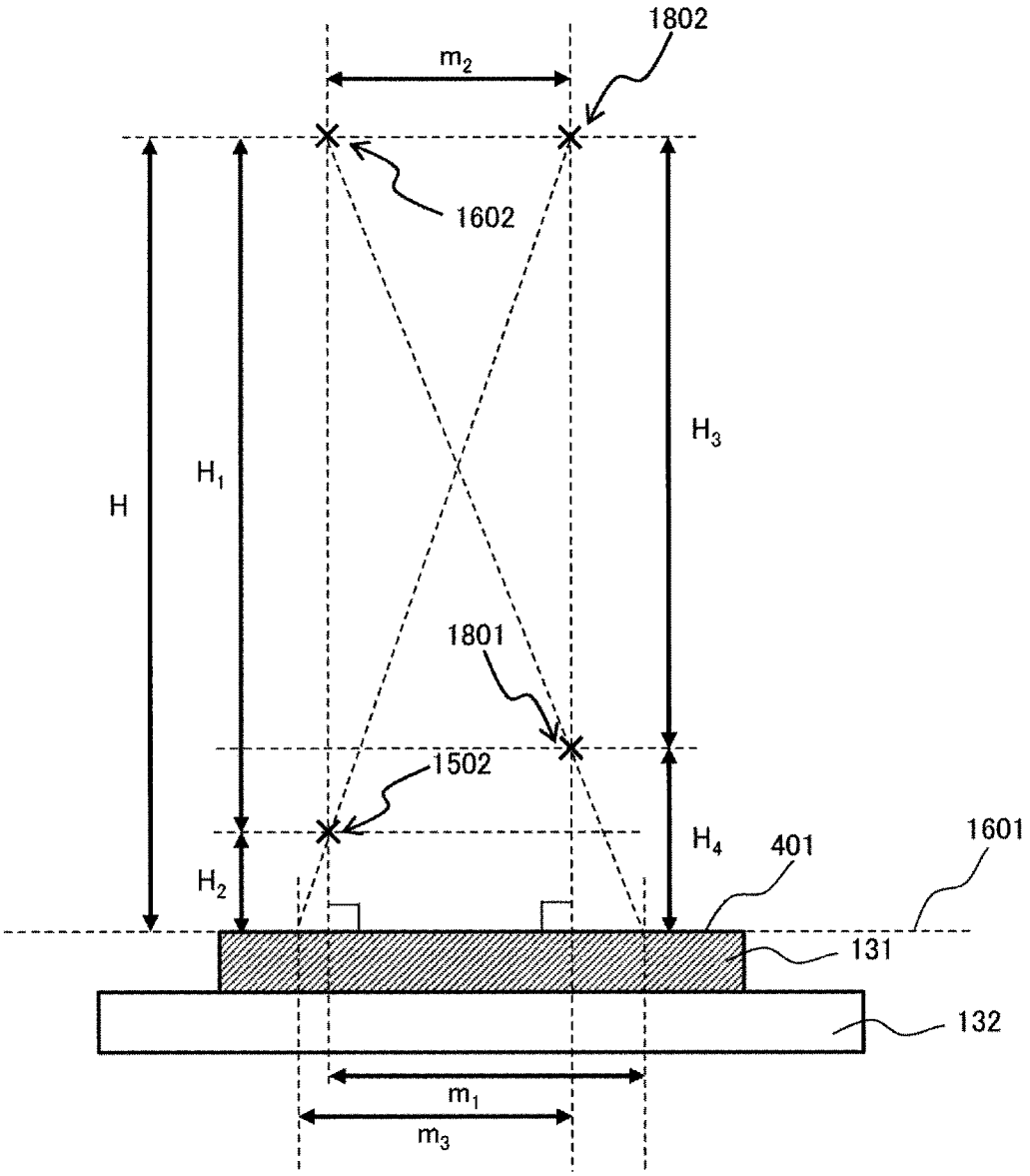
【圖 15】



【圖 16】



【圖 17】



【圖 18】