



(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 I489102 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 06 月 21 日

(21) 申請案號：099125036

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 29 日

(51) Int. Cl. : G01N23/225 (2006.01)

(30) 優先權：2009/08/12 美國

12/540,357

(71) 申請人：漢民微測科技股份有限公司 (中華民國) HERMES MICROVISION INC. (TW)
新竹市埔頂路 18 號 7 樓

(72) 發明人：趙炎 ZHAO, YAN (US) ; 招允佳 JAU, JACK (US)

(74) 代理人：陳達仁

(56) 參考文獻：

US 4902967A

US 2008/0302964A1

審查人員：譚漢民

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：6 共 43 頁

(54) 名稱

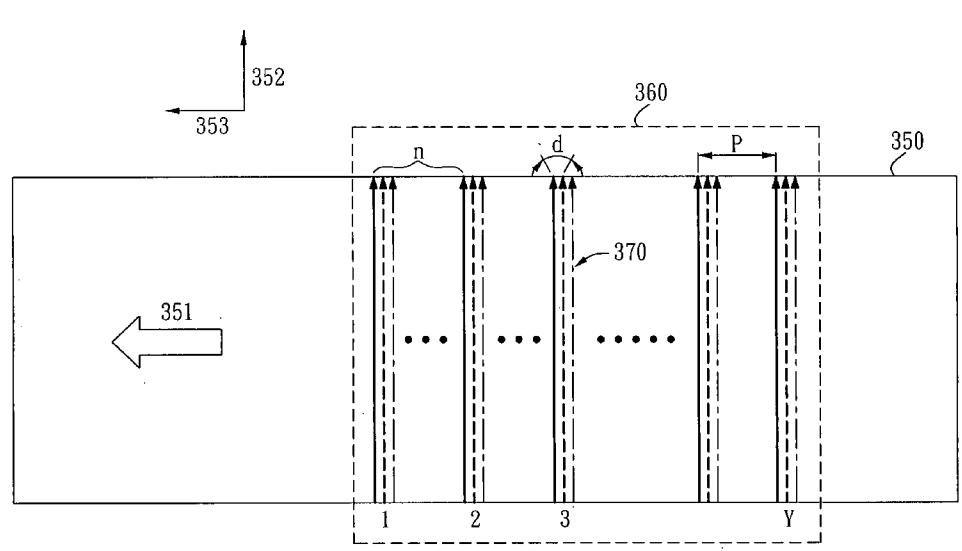
帶電粒子束成像之檢測方法與檢測系統

CHARGED PARTICLE BEAM INSPECTION METHOD AND INSPECTION SYSTEM

(57) 摘要

本發明揭露在試片上同一區域形成複數影像以檢視缺陷的成像方法與裝置。本發明揭露的成像方法包含藉由重複 Y 次形成一組 n 條掃描線以形成 n * Y 條掃描線以使帶電粒子束線掃描通過欲檢視區域。當每一組 n 條掃描線形成時，一光束於帶電粒子束掃描之前或同時選擇性地自一線掃描至另一線掃描照射試片表面。此外於每一組 n 條掃描線的形成期間，光束的一照射條件自一線掃描至另一線掃描選擇性地改變。所有 Y 組掃描線形成時重複個別該 n 條掃描線形成時的照射條件。

An imaging method and apparatus for forming a plurality of images of substantially the same area on a sample for defect inspection within the area are disclosed. The disclosed method comprises line-scanning the charged particle beam over the area to form a plurality of n*Y scan lines by repeatedly forming a group of n scan lines for Y times. During the formation of each group of n scan lines, an optical beam is, from one line scan to another, selectively illuminated on the area prior to or simultaneously with scanning of the charged particle beam. In addition, during the formation of each group of n scan lines, a condition of illumination of the optical beam selectively changes from one line scan to another. The conditions at which individual n scan lines are formed are repeated for the formation of all Y groups.



- 350 . . . 試片
- 351 . . . 試片移動方向
- 352 . . . 線掃描方向
- 353 . . . 線至線推進方向
- 360 . . . 欲檢視區域
- 370 . . . 一組 n 掃描線

第三B圖

申請案號：PP125036



申請日：PP.7.2P

IPC分類：G01N 23/225 (2006.01)

103. 1. 28

年 月 日修正本

【發明摘要】

【中文發明名稱】 帶電粒子束成像之檢測方法與檢測系統

【英文發明名稱】 Charged particle beam inspection method and inspection system

【中文】本發明揭露在試片上同一區域形成複數影像以檢視缺陷的成像方法與裝置。本發明揭露的成像方法包含藉由重複Y次形成一組n條掃描線以形成n*Y條掃描線以使帶電粒子束線掃描通過欲檢視區域。當每一組n條掃描線形成時，一光束於帶電粒子束掃描之前或同時選擇性地自一線掃描至另一線掃描照射試片表面。此外於每一組n條掃描線的形成期間，光束的一照射條件自一線掃描至另一線掃描選擇性地改變。所有Y組掃描線形成時重複個別該n條掃描線形成時的照射條件。

【英文】An imaging method and apparatus for forming a plurality of images of substantially the same area on a sample for defect inspection within the area are disclosed. The disclosed method comprises line-scanning the charged particle beam over the area to form a plurality of n*Y scan lines by repeatedly forming a group of n scan lines for Y times. During the formation of each group of n scan lines, an optical beam is, from one line scan to another, selectively illuminated on the area prior to or simultaneously with scanning of the charged particle beam. In addition, during the formation of each group of n scan lines,

a condition of illumination of the optical beam selectively changes from one line scan to another. The conditions at which individual n scan lines are formed are repeated for the formation of all Y groups.

【指定代表圖】 第三B圖

【代表圖之符號簡單說明】

350試片

351試片移動方向

352線掃描方向

353線至線推進方向

360欲檢視區域

370一組 n 掃描線

【發明說明書】

【中文發明名稱】 帶電粒子束成像之檢測方法與檢測系統

【英文發明名稱】 Charged particle beam inspection method and inspection system

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種帶電粒子束成像，特別是有關於一種形成試片上同一區域內之複數影像以檢視該區域內缺陷的方法。

【先前技術】

【0002】 在半導體元件的製造過程中，必須先檢視圖案化基板上的缺陷以生產出品質符合標準的元件。檢視圖案化基板可藉由多種技術進行，其中一種係以帶電粒子束進行檢視。一個常見的帶電粒子束檢視方法為電子束檢視方法。

【0003】 電子束檢視方法係藉由電子束掃描形成於基板上元件之表面圖案，並收集自被掃描元件表面圖案射出的二次電子以作為檢視用訊號。這些訊號經處理後以灰階呈現以產生被掃描元件表面圖案的影像。

【0004】 圖案化的表面包含圖案特徵，其可形成電子元件或是直接或間接鏈性連接到被埋入的元件。以灰階對比顯示的影像呈現與元件、連接處及材質相關的電性上帶電荷電位差異。此影像即所謂電位對比影像。偵測異常灰階或異常電位對比係用於辨識有缺陷的元件或連接處。舉例來說，若原本應呈現暗灰階處出現亮灰階時，則該位置視為具有一

亮電位對比缺陷。另一方面，若原本應呈現亮灰階處出現暗灰階時，則該位置視為具有一暗電位對比缺陷。

當電子束掃過一元件之表面圖案時，元件上將誘發並累積電荷。產生的電荷可為正電荷或負電荷，取決於電子束的條件狀態（降落能量、束電流等）以及暴露於電子束掃描下的表面圖案材質而定。在本說明書中，於一元件表面上，造成正電荷累積於被掃描元件的電子束的條件狀態為正電成像模式。另一方面，造成負電荷累積於被掃描元件的電子束的條件狀態為負電成像模式。

【0005】 正電成像模式或負電成像模式於一給定元件表面上會造成不同的電位對比影像。舉例來說，對於正電成像模式而言，若元件的正常特徵部分預期會接地，由於多餘正電荷累積造成影像中斷路缺陷相對較暗，因此呈現暗電位對比。另一方面，若元件的正常特徵部分未接地，由於形成的電荷釋放路徑造成影像中短路缺陷相對較亮，因此影像中將呈現亮電位對比。

【0006】 當一半導體元件以一特定成像模式進行掃描時，對於此元件而言其電性將造成一內定電位對比。舉例來說，耦接至相同PN接面元件之金屬接觸柱塞於正電成像模式與負電成像模式將分別呈現不同電位對比。以正電成像模式為例，一正常NMOS元件中之PN接面，例如一n佈植區域或一連接至PN接面的柱塞，在正電成像模式下進行掃描時一般呈現逆向偏壓，而一正常PMOS元件中之PN接面，例如一p佈植區域或一連接至PN接面的柱塞，在正電成像模式下進行掃描時一般呈現正向偏壓。這些元件的偏壓狀態將影響其電位對比呈現，如以下所述。

【0007】參考第一圖所示，顯示一經金屬化學機械平坦化（CMP）製程後正電成像模式下金屬氧化物半導體場效應電晶體（MOSFET）元件之概要示意圖。第一A圖顯示以傳統技術正電成像模式下PMOS電晶體之概要示意圖。第一B圖顯示以傳統技術正電成像模式下NMOS電晶體之概要示意圖。

【0008】如第一A圖所示，PMOS電晶體100A包含一閘極柱塞101A、一正常P+/N-井柱塞102A、一斷路P+/N-井柱塞103A及一短路P+/N-井柱塞104A。影像110A顯示上述元件的各自電位對比呈現。當表面充滿正電荷，柱塞102A的正常P+/N-井界面為正向偏壓，因此處於開啟狀態且多餘正電荷可透過界面釋放至N井。一正常P+/N-井柱塞102A因此某種程度等同於短路或漏電至基板，且於電位對比影像110A中呈現明亮狀態。P+/N-井柱塞104A可被短路至基板或閘極柱塞（例如圖中連接柱塞104A與N-井之黑線段107A顯示短路或漏電至基板）。柱塞104A之電荷因此可輕易釋放至N-井或基板，無論連接柱塞104A之P+/N-井界面處於開啟或關閉狀態。因此柱塞104A於電位對比影像110A中呈現較亮狀態。另一種典型缺陷即斷路P+/N-井柱塞103A，柱塞並未接觸埋入元件。因此位於P+/N-井柱塞103A表面的正電荷累積至一相當程度，呈現一遠較正常柱塞102A暗的電位對比。當閘極柱塞101A被閘極介電層105A電性隔離基板（N-井）時相當於一斷路，因此呈現與斷路P+/N-井柱塞103A類似的電位對比。因此可理解自影像110A中，正電成像模式條件下檢視PMOS電晶體柱塞時可以高敏感度輕易辨識正常P+/N-井柱塞102A與斷路P+/N-井柱塞103A，但卻以低

敏感度或難以辨識P+/N-井短路或漏電柱塞104A與正常P+/N-井柱塞102A。

【0009】類似的NMOS電晶體檢視如第一B圖所示。NMOS電晶體100B包含一閘極柱塞101B、一正常N+/P-井柱塞102B、一斷路N+/P-井柱塞103B及一短路N+/P-井柱塞104B。影像110B顯示上述元件的各自電位對比呈現。當表面充滿正電荷，柱塞102B的正常N+/P-井接面為逆向偏壓，因此接面處於關閉狀態且某種程度等同於斷路。因此正電荷累積於N+/P-井柱塞102B，使其於電位對比影像110B中呈現較暗狀態。即使斷路柱塞103B與正常柱塞102B不同而與埋入N+/P-井接面之間為真實斷路，由於柱塞102B與柱塞103B具有類似正電荷量蓄積，因此兩者之影像對比並無明顯差異。實際上微量接面漏電可能來自逆向偏壓N+/P-井接面，因此如第一B圖所示一正常N+/P-井柱塞102B可能呈現一較斷路柱塞103B稍亮的電位對比。另一種典型缺陷即接面短路或漏電，即N+/P-井柱塞104B可能洩漏一電流或短路至基板（例如圖中連接柱塞104B與P-井之黑線段107B）。此種缺陷柱塞有效釋出電荷即使其相關接面逆向偏壓至關閉狀態。因此短路柱塞104B於影像對比中呈現明顯較亮狀態。當閘極柱塞101B被閘極介電層105B電性隔離基板（P-井）時相當於一斷路，因此呈現與電位對比影像110B中斷路N+/P-井柱塞103B類似的電位對比（暗電位對比）。因此可自第一B圖中理解，正電成像模式條件下檢視NMOS電晶體柱塞時以低敏感度或難以辨識正常N+/P-井柱塞102B與缺陷斷路N+/P-井柱塞103B，但卻可以高敏感度輕易辨識N+PN-井短路或漏電柱塞104B與正常N+/P-井柱塞102B。

【0010】因此可得到正電成像模式下電子束檢視方法檢出P+/N-井

柱塞斷路缺陷時具有較高敏感度的結論，但檢視N+/P-井柱塞斷路時卻有敏感度低的問題。為了解決上述的問題各種不同的嘗試以被提出，例如施加強擷取電場以使N+/P-井界面反向崩潰，或將試片表面充滿負電荷以使N+/P-井界面正向偏壓（負電成像模式掃描）。這些技術不是在晶圓附近產生極強電場導致晶圓承受電弧損害的高風險，就是需要至少二次不同的檢視才能一併檢測出P+/N-井柱塞斷路與N+/P-井柱塞斷路，但卻耗費時間。

【0011】另一種提高檢測敏感度的方式為，舉例來說，美國專利號4902967專利提出之關於正電成像模式下的斷路N+/P-井柱塞。其中提出的方法利用具有高於能隙能量的光束照射欲檢測元件。當掃描試片表面時將引發光電流，同時也引發光電流穿過N+/P-井界面，或激發漏電流穿過薄閘極氧化層。接地或基板電子因此可以上升與累積於元件被掃描表面的正電荷電性中和，就某種程度而言被掃描元件N+/P-井界面將漏電或短路，無論在正常正電成像模式下實際的偏壓狀況（正向或逆向偏壓）為何。此有助於將累積於被掃描元件的正電荷釋放掉，特別是如第一B圖所示逆向偏壓N+/P-井界面。

【0012】參考第一C圖所示，顯示一以傳統技術於正電成像模式下以光束照射成像之NMOS電晶體。一NMOS電晶體100C包含一閘極柱塞101C、一正常N+/P-井柱塞102C、一斷路N+/P-井柱塞103C及一短路N+/P-井柱塞104C。影像110C顯示上述元件的各自電位對比呈現。如圖所示，光束照射激發光電流。光電流使接地或基板電子因此可以上升與累積於元件被掃描表面的正電荷電性中和。此有助於將累積於正

常N+/P-井柱塞102C的電荷釋放掉。因此柱塞102C於影像110C中變亮，正常N+/P-井柱塞102C與暗的斷路N+/P-井柱塞103C之間的對比則被大幅增強，斷路N+/P-井柱塞103C檢測的敏感度則被改善。值得注意的是閘極柱塞101C與第一B圖所示之閘極柱塞101B（無光束照射檢測）相比也相對變亮。這是由於閘極氧化層105C內激發漏電所致。此現象可用於區分正常閘極柱塞與實際上未與閘極連接的斷路閘極接觸。

【0013】上述做法的一個缺點為光束會激發正常N+/P-井柱塞102C造成漏電，因此N+/P-井漏電或短路缺陷例如柱塞104C可能變得難以檢測辨識。因此必須進行至少二次檢測才能一併檢測發現斷路及短路或漏電缺陷。

【0014】參考第二A圖所示，顯示正電成像模式下包含NMOS電晶體與PMOS電晶體的試片之電位對比影像的概要示意圖。此影像為正電成像模式下無光束照射所獲得。此試片元件可為，舉例來說，一靜態隨機存取記憶體（SRAM）元件。因此P+/N-井斷路缺陷200A呈現一暗電位對比，N+/P-井漏電或短路缺陷200B呈現一亮電位對比，斷路N+/P-井柱塞缺陷200C呈現一暗電位對比，斷路閘極接觸200D呈現一暗電位對比。如圖中所示，其位於正常閘極柱塞之中，且其間並無明顯電性差異。閘極短路或漏電缺陷200E呈現一亮電位對比。第二A圖中並無P+/N-井漏電或短路缺陷（亮電位對比）。

【0015】參考第二B圖所示，顯示正電成像模式及光束照射下第二A圖中的試片元件之電位對比影像的概要示意圖。此影像係於正電成像模式及光束照射下所獲得。從第二B圖中可見在光束照射下所有N+/P-井柱塞都變亮。因此N+/P-井漏電或短路缺陷200B變得隱藏在正

常亮柱塞之中，而斷路N+/P-井柱塞200C則突顯出來而為高對比暗柱塞。值得注意的是P+/N-井斷路缺陷200A幾乎未受光束照射的影響。同時光束照射將激發某種程度的漏電穿過薄閘極氧化物使閘極柱塞變得相對較亮。不過斷路閘極柱塞200D卻未受此閘極氧化物漏電影響，因此為較暗柱塞。

【0016】於一般半導體元件製造過程中，自表面同時見到NMOS與PMOS柱塞於一層中十分常見。第二A圖與第二B圖顯示互補影像，或稱為用於辨識單一試片上的不同缺陷的互補成像方法。這些互補成像方法可以負電成像模式實施亦可應用於其他元件。由於這些互補成像方法僅要求光束照明條件（開或關）改變，將上述二成像步驟（一成像步驟使用光束照明而另一成像步驟則否）結合成單一成像順序以改進產能而不犧牲不同種類缺陷的檢測靈敏度將獲得極大利益。

【發明內容】

【0017】本發明一實施例揭露一種形成一試片上大致相同區域之複數影像以檢視該區域內缺陷的方法。影像之尺寸具有 $X * Y$ 像素，且預定像素尺寸為 p 。該影像係由帶電粒子束成像形成，帶電粒子束成像係以一帶電粒子束重複以與線掃描方向垂直的線至線推進方向進行線掃描通過該區域完成。

【0018】揭露的方法包含以帶電粒子束線掃描通過欲檢視區域以藉由重複形成一組 n 條掃描線 Y 次形成複數 $n * Y$ 條掃描線。每一組 n 條掃描線的形成期間，一光束在帶電粒子束掃描之前或同時選擇性地自一線掃

描至另一線掃描照射該區域。此外在該每一組 n 條掃描線的形成期間，該光束的一照射條件自一線掃描至另一線掃描選擇性地改變。且個別該 n 條掃描線形成時的照射條件於所有該組掃描線形成時施加。

【0019】本發明一實施例中揭露一帶電粒子束檢視系統。此帶電粒子束檢視系統包含一帶電粒子束成像裝置、一光束裝置與一缺陷決定裝置。

【0020】帶電粒子束成像裝置藉由一帶電粒子束掃描通過一試片表面形成該試片的電位對比影像，該影像具有 $X * Y$ 像素的一影像尺寸及一預定像素尺寸 p 。光束裝置係以一光束照射該試片。

【0021】缺陷決定裝置包含一控制模組與一影像分析模組，其中該控制模組耦接至該帶電粒子束成像裝置及該光束裝置以控制該帶電粒子束成像裝置及該光束裝置，使得該帶電粒子束進行線掃描該試片表面以藉由重複形成一組 n 條掃描線一共 Y 次形成複數 $n * Y$ 條掃描線，在該每一組 n 條掃描線的形成期間，該光束在該帶電粒子束掃描之前或同時選擇性地自一線掃描至另一線掃描照射該試片表面，且在該每一組 n 條掃描線的形成期間，該光束的一照射條件自一線掃描至另一線掃描選擇性地改變。且個別該 n 條掃描線形成時的照射條件可於所有該組掃描線形成時施加。該影像分析模組耦接至該帶電粒子束成像裝置以接收並分析來自該帶電粒子束成像裝置的該電位對比影像，因此決定該試片上某些種類缺陷的存在與否。

【圖式簡單說明】

【0022】本發明的概念及優點經以下詳細說明伴隨圖示進行說明後

將更易於了解領會。

【0023】

第一A圖顯示以傳統技術正電成像模式下PMOS電晶體之概要示意圖。

第一B圖顯示以傳統技術正電成像模式下NMOS電晶體之概要示意圖。

第一C圖顯示一以傳統技術於正電成像模式下以光束照射成像之NMOS電晶體。

第二A圖顯示正電成像模式下包含NMOS電晶體與PMOS電晶體的試片之電位對比影像的概要示意圖。

第二B圖所示，顯示正電成像模式及光束照射下第二A圖中的試片元件之電位對比影像的概要示意圖。

第三A圖所示，顯示傳統技術之陣列掃描的概要示意圖。

第三B圖顯示本發明一實施例之帶電粒子束成像方法的概要示意圖。

第三C圖顯示本發明一實施例中形成之試片影像的概要示意圖。

第三D圖顯示本發明一實施例中形成之試片影像的概要示意圖。

第三E圖顯示本發明一實施例中形成之試片影像的概要示意圖。

第三F圖顯示本發明一實施例之帶電粒子束檢視方法的概要示意圖。

第三G圖為本發明一實施例中第三B圖所示的成像方法之伸長版本的概要示意圖。

第四A圖為本發明一實施例之SRAM元件在沒有雷射光束照射之下正電成像模式電位對比影像的概要示意圖。

第四B圖為本發明一實施例中第四A圖所示之SRAM元件在雷射光束照射之下正電成像模式電位對比影像的概要示意圖。

第五A圖為本發明一實施例之SRAM元件在沒有雷射光束照射之下正電成像模式電位對比影像的概要示意圖。

第五B圖為本發明一實施例中第五A圖所示SRAM元件在雷射光束照射之下正電成像模式電位對比影像的概要示意圖。

第六圖為本發明一實施例之帶電粒子束檢視系統的概要示意圖。

【實施方式】

【0024】雖然本發明係藉由以下之實施例說明，熟悉本發明技術領域之人士能輕易了解到實施例的各種變化且這些變化都涵蓋在本發明所揭露的精神及範圍內。因此熟悉本發明技術領域之人士可完成各種未脫離本發明所揭示精神及申請專利範圍的等效改變或修飾。

【0025】如先前所述，當以一特定模式進行掃描時，一半導體元件可呈現一為元件電性改變結果的固定電位對比。且此固定電位對比會導致半導體元件上某些種類缺陷辨識上的混淆。舉例來說，在正電成像模式下，一正常NMOS元件的所有PN接面為逆向偏壓，因此正常N+/P-井柱塞的灰階影像與缺陷斷路柱塞的灰階影像類似（例如同時呈現暗電位對比）。另一方面，在正電成像模式下，一正常PMOS元件的所有PN接面為正向偏壓，因此其灰階影像與接面短路漏電缺陷的灰階影像類似（例如同時呈現亮電位對比）。表一列出這些及其他實例（在正電成像

模式下)。

表一

元件	正常元件電性	可能缺陷電性
N+/P-井柱塞	~斷路(逆向偏壓時關閉)	斷路；短路，接面漏電
P+/N-井柱塞	~短路(正向偏壓時開啟)	斷路；短路，接面漏電
閘極柱塞	~斷路(由閘極介電層與 基板隔開)	斷路，短路/漏電

【0026】

自表一中可看出正常N+/P-井柱塞的電位對比影像將混淆N+/P-井柱塞中斷路缺陷的辨識，因兩者於正電成像模式中均與斷路缺陷相同呈現暗電位對比。另一方面，正常P+/N-井柱塞的電位對比影像將混淆P+/N-井柱塞中短路/漏電缺陷的辨識，因兩者於正電成像模式中均與短路缺陷相同呈現亮電位對比。

【0027】如前所述，光束照明可加強一特定半導體元件中某些種類缺陷的辨識敏感度。參考表二所示，其中列出一些一般實例：

表二

檢測敏感度強化之 缺陷種類(於特定柱 塞上)/光束照明條件	開啟照明 (條件一)	關閉照明 (條件二)
N+/P-井柱塞	斷路	短路/漏電
P+/N-井柱塞	斷路	斷路
閘極柱塞	斷路	短路/漏電

【0028】

如表二所示，以及參考第二A圖與第二B圖，無光束照明（條件二）正電成像模式對於缺陷200A（P+/N-井柱塞斷路）、缺陷200B（N+/P-井柱塞短路/漏電）及缺陷200E（閘極柱塞短路/漏電）較敏感，但對於缺陷200C（N+/P-井柱塞斷路）與200D（閘極柱塞斷路）較不敏感。另一方面光束照明（條件一）正電成像模式對於缺陷200B及缺陷200E較不敏感，但對缺陷200A、200C與200D較敏感。

【0029】換句話說，當一斷路缺陷位於P+/N-井柱塞，缺陷200A對應於無論開啟或關閉光束照射時高檢測敏感度。當短路/漏電缺陷位於N+/P-井柱塞，缺陷200B對應於關閉光束照射時高檢測敏感度。當斷路缺陷位於N+/P-井柱塞，缺陷200C對應於開啟光束照射時高檢測敏感度。當斷路缺陷位於閘極柱塞，缺陷200D對應於開啟光束照射時高檢測敏感度。當短路/漏電缺陷位於閘極柱塞，缺陷200E對應於關閉光束照射時高檢測敏感度。

【0030】如第二A圖與第二B圖中所示的實例，為了要實施上述光束照明輔助檢測方法，形成二個試片欲檢視區域的影像。其中之一影像

是在無光束照射下形成，另一影像是在光束照射下形成。

【0031】此實施方式一般以步進掃描 (Step-and-scan) 模式及連續移動平台 (continuously moving stage) 模式進行。舉例來說，於步進掃描模式中，形成並分析試片欲檢視之基本上相同區域的二個影像以檢視該區域，接著成像系統或試片平台移動一步進距離至試片下一個欲檢視區域。於連續移動平台模式中，二個試片欲檢視區域的影像可藉由重複平台動作形成 (一次成像動作中平台向前移動，然後再回到指定起始點，接著平台再向前移動以進行另一次於試片上大致相同位置的成像動作)。但上述實施方式的可能問題包含 (1) 機械位置誤差造成二次成像動作之間試片上掃描位置可能不同 (2) 二次成像動作所需的平台來回移動造成產能損失。儘管有這些問題，對於目前電子束檢視系統而言，連續移動平台模式成像方式的產能仍高於步進掃描模式。因此有必要整合二種或更多互補的成像方式成為單一成像順序且不需犧牲產能及靈敏度。

【0032】在一實施例中，揭露一種半導體元件的帶電粒子束檢視方法。此方法掃描試片，例如半導體元件的圖案化表面，以帶電粒子束逐線進行；同時以光束的開啟或關閉、不同功率的光束、不同波長的光束同步進行線掃描，且於每一次線掃描時維持不變。如此形成在不同光束條件下的複數線掃描。重複形成此組複數線掃描即完成全部成像過程。

【0033】所揭露的方法的一個目的為藉由以單一成像順序不同光束照射條件於試片上大致相同區域形成一或複數個影像，在此為了簡便易於說明起見而稱為成像條件。

【0034】所揭露的方法可同時應用於步進掃描模式及連續移動平台模式。傳統上在任一模式下，均以一帶電粒子束係於試片上欲檢視區域重複進行陣列(raster)掃描。帶電粒子束於欲檢視區域上沿與線掃描方向垂直的線至線推進方向重複進行線掃描。於連續移動平台模式下，線至線推進係由連續移動其上固定有用於成像之試片的試片平台達成。於步進掃描模式下，線至線推進係由粒子束偏向裝置使帶電粒子束偏移達成。

【0035】參考第三A圖所示，顯示傳統技術之陣列掃描的概要示意圖。首先需注意的是連續移動平台模式在此係作為描述傳統陣列掃描的範例。此僅是為了簡化易於說明而不應視為對本發明範圍的限制。如圖所示，試片300固定於一沿平台移動方向301及以預定固定速率移動的平台上。電子束沿二個方向掃過試片300表面：一線掃描方向302及一線至線推進方向303。在此範例中，線掃描方向302與平台移動方向301大致垂直以涵蓋所獲影像的寬度，而線至線推進方向303與線掃描方向302大致垂直。於線至線推進方向303與平台移動方向301的電子束掃描部分的淨效應定義線至線掃描偏移。試片300表面上因此形成掃描線的二維陣列320。值得注意的是掃描線陣列320的虛線指出掃描粒子束自前一條掃描線末端至下一條掃描線起點馳返回的軌跡。每一條掃描線之間的距離稱為像素尺寸並以符號“ P ”表示。

【0036】值得注意的是若平台移動速率為零，例如試片300置於一靜止平台上，則此實例相當於步進重複模式下進行的陣列掃描。若線至線推進方向部分303等於零，例如平台以固定速率移動，則此實例相當於一般連續移動平台模式。在本發明的一實施例中，平台移動方

向301與線至線推進方向303並不相同，例如試片平台以一維方式移動而帶電粒子束於成像時係以二維方式進行陣列掃描。

【0037】不同於第三A圖中顯示傳統重複單一線掃描以形成單一條件影像，第三B圖顯示本發明重複一組 n 條掃描線的一實施例，使得特定“ m ”組 n 條掃描線形成於試片上，且因此可獲得每一以伴隨每一掃描線同時發生的不同成像條件形成的影像。來自一 n 條掃描線對應組的每一 m 條掃描線的聚集的影像訊號用於形成最多 n 個影像，每個影像均以不同成像條件形成。在一範例中， n 為一等於或大於2的整數，且 X 與 Y 均為大於2的整數。若一單一條件影像需要 $X * Y$ 像素的影像尺寸，且預定像素尺寸為 p （如第三B圖所示）， m 可選為 Y 且新獲得的影像尺寸為 $X * Y * n$ 像素，無論最終獲得的影像數為何。

【0038】值得注意的是在這種情況下，形成的 $n * Y$ 條掃描線可以相距一固定距離 d （如第三B圖所示），使得 n 乘以 d 的乘積等於預定像素尺寸 p ，例如 $n * d = p$ 。或者 n 乘以 d 的乘積大於預定像素尺寸 p （ $n * d > p$ ）。或者 n 乘以 d 的乘積小於預定像素尺寸 p （ $n * d < p$ ）。後者情況可能造成變形扭曲的影像。

【0039】如第三B圖所示，一試片350沿著試片移動方向351連續移動。在一範例中，試片350固定於一平台上以進行成像，且試片移動方向351為平台移動方向。一帶電粒子束沿一線掃描方向352與一線至線推進方向353重複線掃描通過試片350之一欲檢視區域360。在一範例中，試片移動方向351與線至線推進方向353相反。在一範例中，線至線推進方向353與線掃描方向352垂直。藉由於移動試片350上重複形成一組 n 掃

描線370一共Y次，帶電粒子束的掃描於試片350上形成複數 $n * Y$ 掃描線370。值得注意的是於此實施例中，上述尺寸“Y”像素係沿線至線推進方向353量測而得。

【0040】形成每一掃描線370的成像條件可為相同或不同。此外，成像條件的變更係與每一次線掃描同步且於該次線掃描過程中保持不變。如第三B圖所示，掃描線370不同的線特性指出不同的成像條件。換句話說，第一條掃描線（粗實線）、第二條掃描線（粗虛線）、及第三條掃描線（細虛線）等的成像條件均不相同。

【0041】於此實施例中，成像條件的變更係透過光束功率的變化實施（來自一或更多光源）。在每一掃描線370形成期間，光束照射被帶電粒子束掃描的欲檢視區域360。在帶電粒子束掃描試片之前或同時將光束的功率調至一固定水準，並且在每一次線掃描期間保持不變。

【0042】在另一實施例中，成像條件的變更係透過光束波長的變化實施（來自一或更多光源）。在每一掃描線370形成期間，光束照射被帶電粒子束掃描的欲檢視區域360。在帶電粒子束掃描試片之前或同時改變光束的波長，並且在每一次線掃描期間保持不變。

【0043】在一更一般的實施例中，成像條件的變更係透過光束波長、功率或二者的結合的變化實施（來自一或更多光源）。在一實施例中，光束照射試片係與具有變化或固定光束強度、波長、光束能量、照射時間或任何其間組合的帶電粒子束掃描同步（例如同時或之前）進行。

【0044】在一實施例中， n 個影像可自 $n * Y$ 條掃描線獲得。獲得之 n 個影像係於與每一線掃描同步的 n 個不同成像條件下形成。第

第三C圖、第三D圖與第三E圖顯示此情況。第三C圖、第三D圖與第三E圖係本發明實施例之試片影像。如圖所示， n 個影像中每一影像均為收集自總共為 $n * Y$ 線掃描中選定的 Y 線掃描的影像訊號所形成。換句話說，選自每一 Y 組掃描線的掃描線被用來形成（最多） n 個影像中的一個影像。舉例來說，如第三C圖所示，每一 Y 組掃描線中的 1^{st} 掃描線（粗實線）被選為提供形成欲檢視區域360的 1^{st} 影像所需的影像訊號。如第三D圖所示，每一 Y 組掃描線中的 2^{nd} 掃描線（粗虛線）被選為提供形成欲檢視區域360的 2^{nd} 影像所需的影像訊號。如第三E圖所示，每一 Y 組掃描線中的 3^{rd} 掃描線（細虛線）被選為提供形成欲檢視區域360的 3^{rd} 影像所需的影像訊號，並依此類推。值得注意的是第三C圖、第三D圖與第三E圖中每一形成影像具有 Y 個像素，每一像素沿線至線推進方向的像素尺寸 p 。並且每一形成的影像涵蓋區域與實際上試片350的欲檢視區域360大致相同。

【0045】儘管如此，如前所述，來自 $n * Y$ 條掃描線的影像訊號（在 Y 組 n 條掃描線中）“最多”能形成 n 個影像。這是因為不是每一條掃描線都需要被設定在不同成像條件下形成。舉例來說，多條掃描線可被設定在相同成像條件下形成，則這些掃描線的影像訊號被平均以獲得一強化影像品質。在此情況下，可得自 $n * Y$ 條掃描線之影像的總數必少於 n 。參考第三F圖，為本發明一實施例之帶電粒子束檢視方法的概要示意圖。首先要注意的是此實施例類似第三B圖所示實施例，因此類似元件及相關標號在此不再重複。如圖所示，每一 Y 組掃描線中第一與第二掃描線以相同粗線表示。此表示第一與第二掃描線係以相同成像條件

形成。因此，來自此二條掃描線的影像訊號可以被平均以形成一具有強化品質的影像。因此於此實施例中，可得自 $n \times Y$ 條掃描線之影像的總數為 $(n-1)$ 。不過在一實例中，來自以不同成像條件形成之掃描線的影像訊號也可以被平均。

【0046】第三B圖所示實施例中藉由逐線改變成像條件的方式使得光束照射輔助的帶電粒子束檢視方法可由單一檢視動作實施。換句話說，不再需要在不同成像條件（開啟或關閉光束照明）下重複成像。舉例來說，在連續移動平台模式下進行檢視時，平台不須來回移動。平台移動時可產生檢視不同種類缺陷時的多個影像。如此將大幅改善缺陷檢視的產出率。

【0047】如前所述，欲檢視區域的圖案可以所獲得影像的灰階輪廓表示。經成像圖案中的缺陷以異常灰階或異常電位對比呈現因此可以自灰階影像中被辨識出來。在一實例中，每一獲得的影像可以單獨檢視。例如若欲檢視區域的圖案為重複形成，可藉由分析影像中重複圖案的灰階輪廓來進行缺陷辨識。或者交叉影像比對也可用來進行缺陷辨識。參考第三G圖，為本發明一實施例之成像方法的概要示意圖，其係第三B圖所示的成像方法之伸長版本。首先要注意的是此實施例類似第三B圖所示實施例，因此類似元件及相關標號在此不再重複。在實施例中，揭露的成像方法係用於對一具有多個欲檢視區域360的移動試片350進行成像。在一實例中，這些欲檢視區域360具有可位於不同晶方一對應位置的相同圖案與佈局。如第三G圖所示，當試片350持續沿方向351向前移動，揭露的成像方法被重複進行使得二或更多欲檢視區域360在相同成

像條件下成像。若欲檢視區域360的每一成像產生 n 個影像，則將獲得二或更多組 n 個影像（每個代表一個欲檢視區域360）。接著相同成像條件形成的影像，例如以相同成像條件進行線掃描產生的影像訊號形成的影像可以彼此互相比較以辨識出影像中的缺陷。舉例來說，於第三G圖中，二個欲檢視區域360所屬由收集自 1^{st} 掃描線的影像訊號形成的影像可以彼此比較。

【0048】在另一實例中，一些或所有獲得的影像可透過例如線性相加、相減等數學運算結合使得正常圖案的雜訊或灰階可被消除或壓抑，或強化正常與缺陷圖案之間的灰階對比，使缺陷辨識更容易。數學運算的例子為線性相加、相減等。這些運算為常見影像處理技術，其細節在此將不再重複敘述。在另一實例中，則將單一影像互相比較。對於本技術領域具一般技術能力者而言，為了達成自灰階影像中辨識缺陷的最終目的，將上述影像檢視方法結合也是可能的選擇。

【0049】在一實施例中，所揭露的方法可應用於同時具有NMOS與PMOS元件的試片的檢視，例如一SRAM。於另一實施例中，所揭露的方法可應用於光二極體、CMOS感測器或其他對光束照射敏感元件的檢視。

【0050】參考第四A圖，為本發明一實施例之SRAM元件在沒有雷射光束照射之下正電成像模式電位對比影像的概要示意圖。相關接面為逆向偏壓時連接至 N^+/P -井的柱塞顯得較暗，相關接面為正向偏壓時有助於元件表面正電荷的釋放，使連接至 P^+/N -井的柱塞顯得較亮。如第四A圖所示，顯示二分別標示為A與B的異常接觸。A為連接 N^+/P -井的斷

路柱塞且與正常柱塞相比顯得稍暗，但B為連接P+/N-井的斷路柱塞且與明亮正常柱塞相比顯得較暗。要維持此二種斷路柱塞的平衡檢視靈敏度可能有些困難。

【0051】參考第四B圖，為本發明一實施例中第四A圖所示之SRAM元件在雷射光束照射之下正電成像模式電位對比影像的概要示意圖。在一實例中，雷射光束的功率選定為5 mW，波長為650 nm。於其他實例中，亦可使用不同的功率與波長。若欲檢視區域於電子束檢視裝置成像時被光束照射，當照射功率增加時正常N+柱塞會逐漸由暗變亮，最後達到所有N+柱塞與P+柱塞一樣亮的狀態。不過耦接至斷路接觸的異常柱塞並不受雷射光束照射的影響。此將造成異常柱塞A與B與正常柱塞相比時，灰階最多下降50%。因此可達成P+/N-井斷路柱塞（缺陷B）與N+/P-井斷路柱塞（缺陷A）的平衡檢視靈敏度，如第四B圖所示。

【0052】在另一雷射光束照射實例效應為激發閘極漏電因此顯露出閘極接觸斷路。參考第五A圖，為本發明一實施例之SRAM元件在沒有雷射光束照射之下正電成像模式電位對比影像的概要示意圖。由於難以透過閘極氧化物釋放至基板的正電荷累積使正常閘極柱塞顯得暗。異常斷路閘極接觸顯得稍暗，如箭頭C所指。接觸斷路導致的灰階差異與正常相比可達約30%。參考第五B圖，為本發明一實施例中第五A圖所示SRAM元件在雷射光束照射之下正電成像模式電位對比影像的概要示意圖。當開啟雷射，雷射光或多或少都會激發閘極氧化物漏電並將正常閘極上多餘正電荷移走。正常閘極柱塞因此變亮。相反地，斷路閘極柱塞幾乎不受雷射光束照射。測量顯示斷路閘極柱塞與正常柱塞相比，灰階最多下降50%。

【0053】在一實施例中，揭露一種帶電粒子束檢視系統。參考第六圖，為本發明一實施例之帶電粒子束檢視系統的概要示意圖。如圖所示，一帶電粒子束檢視系統600包含一帶電粒子束成像裝置610、一光束裝置620、及一缺陷決定裝置630。帶電粒子束成像裝置610係用於形成一欲檢視試片的一灰階或電位對比影像。光束裝置620係用於以一光束照射欲檢視試片。缺陷決定裝置630包含一控制模組631與一影像分析模組632。

【0054】帶電粒子束成像裝置610可為一傳統帶電粒子束顯微鏡，例如一掃描式電子顯微鏡（SEM）。如第六圖所示，在帶電粒子束成像裝置610中，一帶電粒子束產生器611產生一帶電粒子束，然後帶電粒子束經一聚光鏡模組612及一物鏡模組613聚焦，以形成帶電粒子束探針6111。帶電粒子束探針6111接著轟擊固定於一試片平台615上的試片614表面。帶電粒子束探針6111係由一偏向模組616控制以掃描試片614表面。帶電粒子束探針6111轟擊試片614表面後，粒子束探針6111的二次帶電粒子6112被誘發並與其它被試片614反射的帶電粒子一併自試片表面射出。這些粒子接著被一偵測器模組617偵測與收集。然後偵測器模組617產生一偵測訊號6113。一耦接至偵測器模組617的影像形成模組618接收偵測訊號6113並藉此形成試片614的一帶電粒子顯微鏡影像（灰階影像）。

【0055】控制模組631耦接至帶電粒子束成像裝置610及一光束裝置620以控制這些元件，使得當試片614成像時，一光束621與成像帶電粒子束探針6111的掃描協同運作並選擇性地照射試片614。特別是當

帶電粒子束探針6111進行線掃描試片614表面以藉由重複形成一組n條掃描線一共Y次形成複數 $n * Y$ 條掃描線。此外，在每一組n條掃描線的形成期間，光束621在成像帶電粒子束探針6111的掃描之前或同時選擇性地自一線掃描至另一線掃描照射試片614表面。此外，在每一組n條掃描線的形成期間，光束621的照射條件自一線掃描至另一線掃描選擇性地改變。個別n條掃描線形成時的照射條件於所有Y組掃描線形成時可被重複。

【0056】在一實例中，控制模組631耦接至偏向模組616以控制帶電粒子束探針6111對試片614的掃描。在另一實例中，控制模組631耦接至偏向模組616及或試片平台615以控制帶電粒子束探針6111與試片614間的相對移動，以執行掃描帶電粒子束探針6111的線至線推進。在另一實例中，試片平台615由控制模組631控制以使試片614沿掃描帶電粒子束探針6111的線至線推進方向連續移動，使得帶電粒子束成像能以連續模式進行。

【0057】影像分析模組632耦接至帶電粒子束成像裝置610以接收來自試片614的灰階或電位對比影像。在一實例中，影像分析模組632耦接至影像形成模組618。

【0058】藉由控制光束選擇性照射並與帶電粒子束探針6111的掃描協同運作，使帶電粒子束檢視系統600能執行如第三圖至第五圖所示實施例中揭露的缺陷檢視方法。舉例來說，自有光束621照射或無光束621照射試片614後形成的影像中辨識出的缺陷可彼此互相比較以決定試片614上某些種類缺陷的存在。

【0059】雖然本發明已經透過較佳實施例做了說明，熟悉本技術領

域之人士將能輕易了解並想到不超出之本案精神與範圍的其他修改變型、等效及替換實施方式，其被涵蓋在以下的申請專利範圍內。

【符號說明】

100A PMOS電晶體

100B NMOS電晶體

100C NMOS電晶體

101A閘極柱塞

101B閘極柱塞

101C閘極柱塞

102A正常P+/N-井柱塞

102B正常N+/P-井柱塞

102C正常N+/P-井柱塞

103A斷路P+/N-井柱塞

103B斷路N+/P-井柱塞

103C斷路N+/P-井柱塞

104A短路P+/N-井柱塞

104B短路N+/P-井柱塞

104C短路N+/P-井柱塞

105A閘極介電層

105B閘極介電層

105C閘極氧化層

107A黑線段

107B黑線段

110A影像

110B影像

110C影像

200A P+/N-井斷路缺陷

200B N+/P-井漏電或短路缺陷

200C斷路N+/P-井柱塞缺陷

200D斷路閘極接觸

200E閘極短路或漏電缺陷

300試片

301平台移動方向

302線掃描方向

303線至線推進方向

320掃描線的二維陣列

350試片

351試片移動方向

352線掃描方向

353線至線推進方向

360欲檢視區域

370一組n掃描線

600帶電粒子束檢視系統

610帶電粒子束成像裝置

611帶電粒子束產生器

612聚光鏡模組

613物鏡模組

614試片

615試片平台

616偏向模組

617偵測器模組

618影像形成模組

6111帶電粒子束探針

6112二次帶電粒子

6113偵測訊號

620光束裝置

621光束

630缺陷決定裝置

631控制模組

632影像分析模組

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種形成一試片上複數影像以將該試片上缺陷分類的方法，其中該試片包含一第一像素行與一第二像素行，該方法包含：

將該試片沿一垂直該第一像素行與該第二像素行的方向連續移動，並自該第一像素行移動至該第二像素行；

於一第一光電流條件下以一帶電粒子束線掃描通過該第一像素行；

於一第二光電流條件下以該帶電粒子束再次線掃描通過該第一像素行，其中該第二光電流條件與該第一光電流條件不同；

於該第一光電流條件下以該帶電粒子束線掃描通過該第二像素行；及

於該第二光電流條件下以該帶電粒子束再次線掃描通過該第二像素行；

其中該試片於一可在不同光電流條件下於每一像素行進行掃描的速度下連續地移動。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一與該第二光電流條件於一線掃描期間維持不變。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一與該第二光電流條件包含光束強度、光束波長、光束能量、照射時間或任何其組合。

【第4項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中在該每一組 n 條像素行的形成期間，至少二掃描線是在相同該第一與該第二光電流條件下形成。

【第5項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中 $n \times Y$ 條像素行相距一固定距離 d ，使得 n 乘以 d 的乘積等於一預定像素尺寸 p ($n \times d = p$)。

【第6項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該帶電粒子束係沿該線至線推進方向偏移一掃描線或多掃描線距離。

【第7項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中每一形成的影像係獨立檢視。

【第8項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中形成的影像係透過數學運算結合同檢視。

【第9項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中每一影像係由對應選自每一 Y 組 n 條像素行中一 Y 條像素行的集合所形成。

【第10項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一與該第二光電流條件於該試片上引發光電流，以增強預定種類缺陷的辨識敏感度，該預定種類缺陷包含 N+/P-井柱塞斷路缺陷、P+/N-井柱塞斷路缺陷、N+/P-井柱塞漏電缺陷、P+/N-井柱塞漏電缺陷或以上缺陷的任何組合。

【第11項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一與該第二光電流條件引起一區域內具有特定材質或電性的圖案呈現一較亮灰階。

【第12項】如申請專利範圍第9項所述之方法，其中 Y 與 n 為等於或大於 2 的整數。

【第13項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一與該第二光電流條件以一光束的開啟或關閉、或該光束的不同功率、或選自具有不同波長的光源，並與該線掃描同步進行。

【第14項】一將具有一第一像素行與一第二像素行的試片的缺陷分類之帶電粒子束檢視系統，該系統包含：

一帶電粒子束成像裝置，該帶電粒子束成像裝置藉由一帶電粒子束掃描通過該試片之該第一像素行與該第二像素行形成該試片的電位對比影像；

一光束裝置，該光束裝置照射該試片，以於該試片上引發一第一光電流條件與一第二光電流條件，其中該第二光電流條件與該第一光電流條件不同；

一缺陷決定裝置，該缺陷決定裝置包含一控制模組、一影像分析模組，

其中該控制模組耦接至並控制該帶電粒子束成像裝置及該光束裝置，

其中該帶電粒子束成像裝置於該第一光電流條件下掃描該第一像素行，接著於

該第二光電流條件下掃描通過該第一像素行，接著該第一光電流條件下掃描該第二像素行，接著於該第二光電流條件下掃描通過該第二像素行；及

其中該試片於一可在不同光電流條件下於每一像素行進行掃描的速度下連續地移動，且該影像分析模組耦接至該帶電粒子束成像裝置以接收並分析來自該帶電粒子束成像裝置的該電位對比影像，以將該試片上缺陷分類。

【第15項】如申請專利範圍第 14 項所述之帶電粒子束檢視系統，其中該第一與該第二光電流條件於一線掃描期間維持不變。

【第16項】如申請專利範圍第 14 項所述之帶電粒子束檢視系統，其中每一組 n 條掃描線的形成期間，至少二掃描線是在相同該第一與該第二光電流條件下形成。

【第17項】如申請專利範圍第 14 項所述之帶電粒子束檢視系統，其中 $n * Y$ 條掃描線相距一固定距離 d ，使得 n 乘以 d 的乘積等於一預定像素尺寸 p ($n * d = p$)。

【第18項】如申請專利範圍第 14 項所述之帶電粒子束檢視系統，其中每一影像係由對應選自每一 Y 組 n 條掃描線中一 Y 條掃描線的集合所形成。

【第19項】如申請專利範圍第 14 項所述之帶電粒子束檢視系統，其中該帶電粒子束成像裝置包含：

一帶電粒子束產生器以產生一帶電粒子束；

一聚光鏡模組以聚集該帶電粒子束；

一物鏡模組以使該帶電粒子束聚焦成為一帶電粒子束探針；

一偏向模組以使該帶電粒子束探針掃描通過固定於一平台之該試片表面；

一偵測器模組以收集當該試片由該帶電粒子束探針掃描後來自該試片的帶電粒子，並因此產生一偵測訊號；

一耦接至該偵測器模組的影像形成模組以接收該偵測訊號並藉此形成該試片的該電位對比影像；

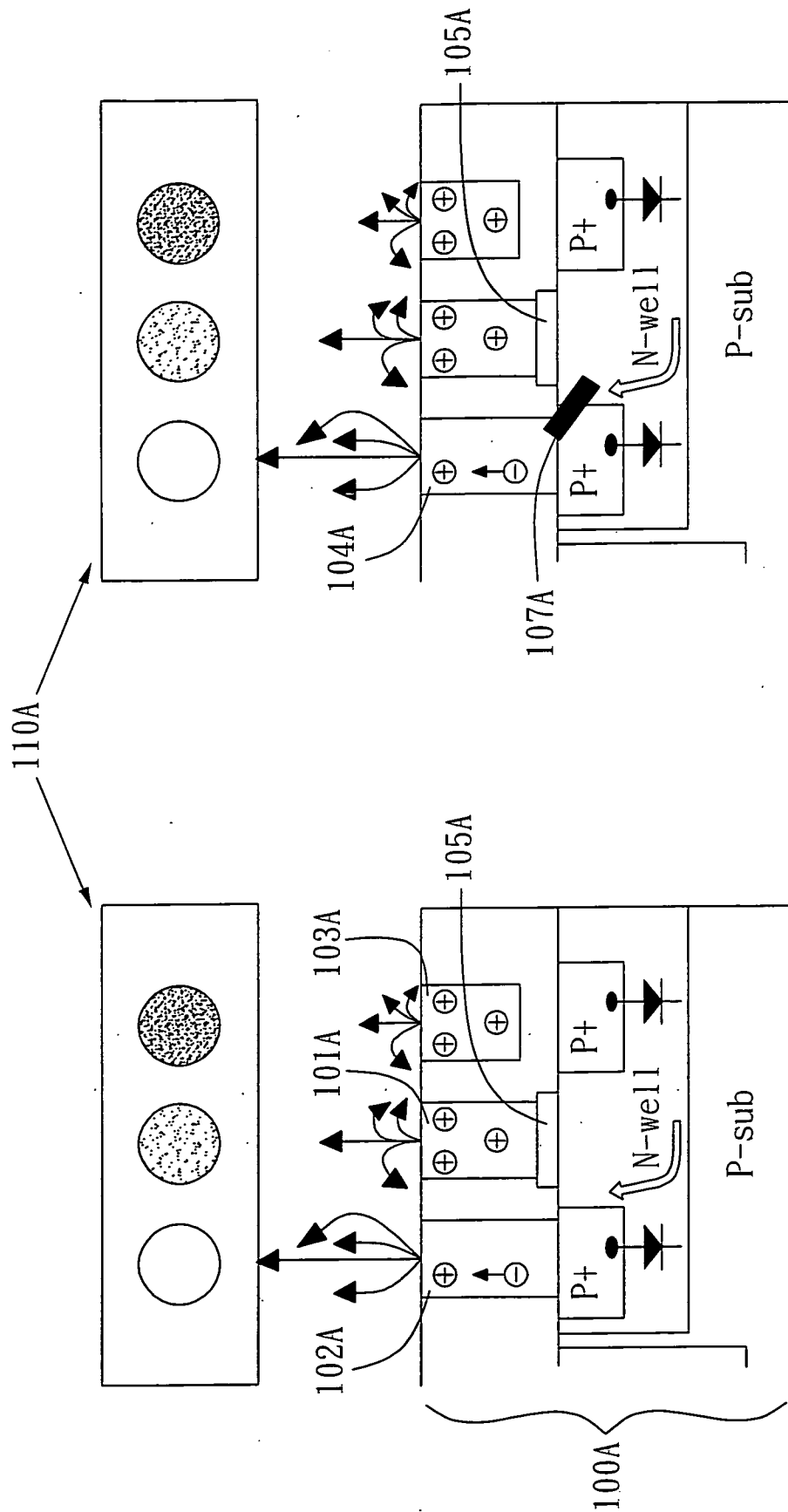
一粒子束偏向模組，該粒子束偏向模組控制該帶電粒子束掃描該試片；及

一平台，該試片於掃描時固定於該平台上；

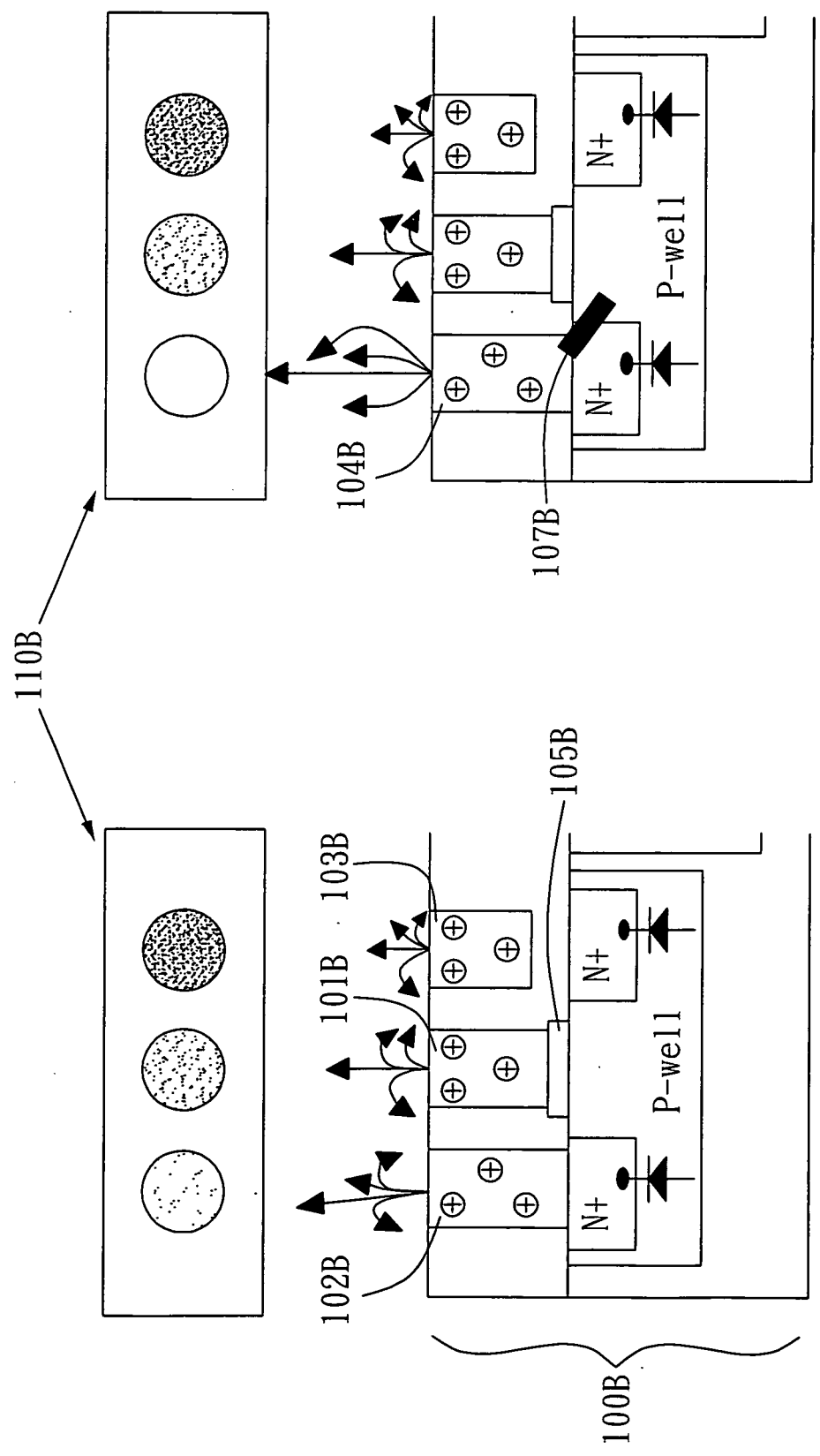
該控制裝置電性連接及協調控制該粒子束偏向模組與該平台以執行該帶電粒子束掃描之線至線推進。

【發明圖式】

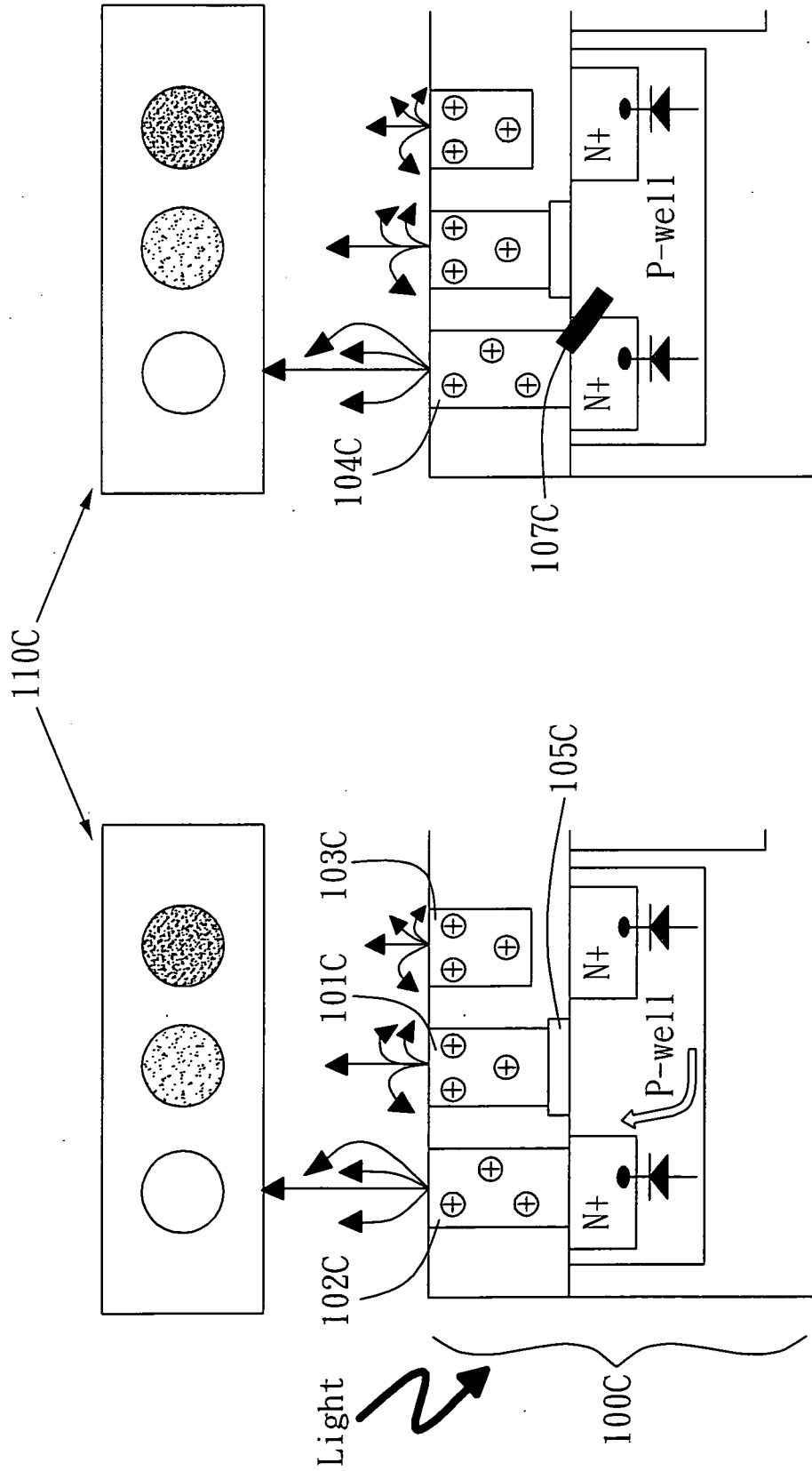
103. 1. 28



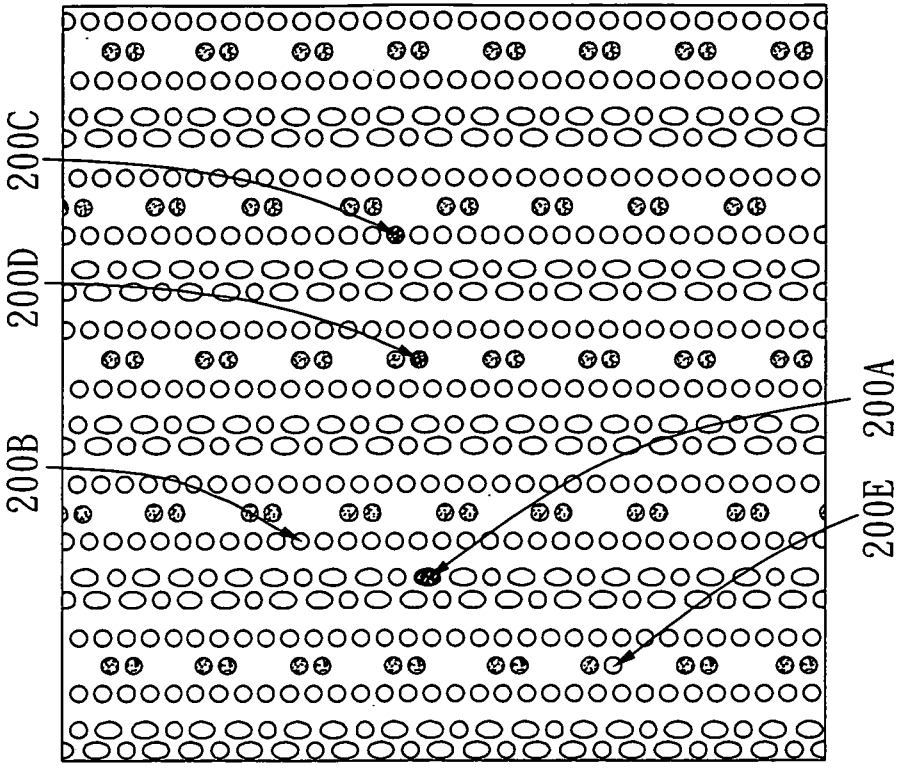
第一A圖



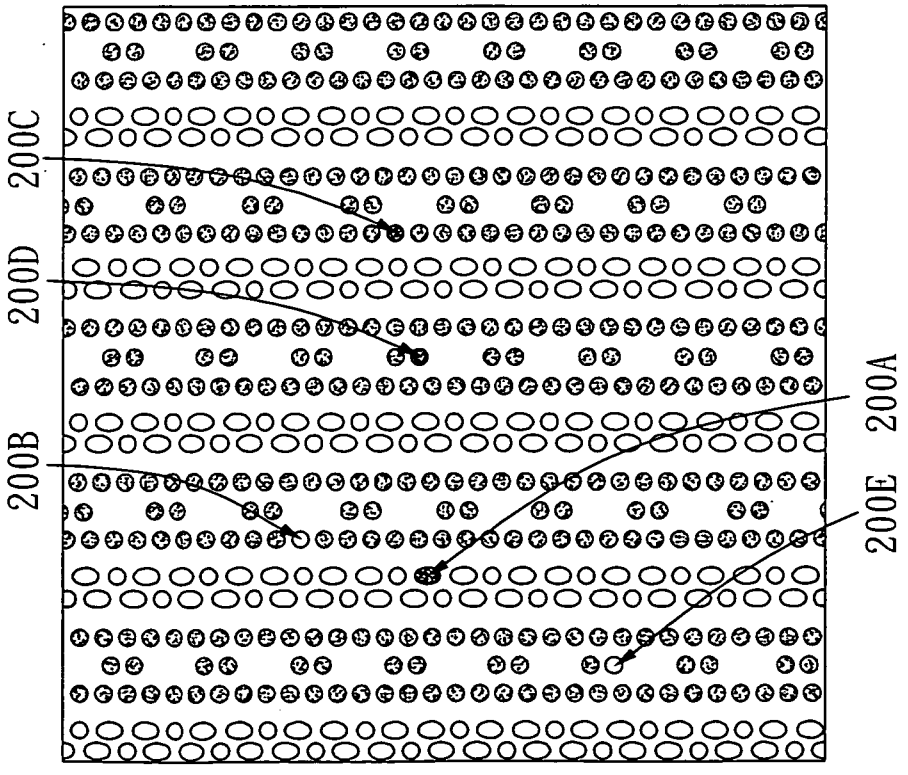
第一B圖



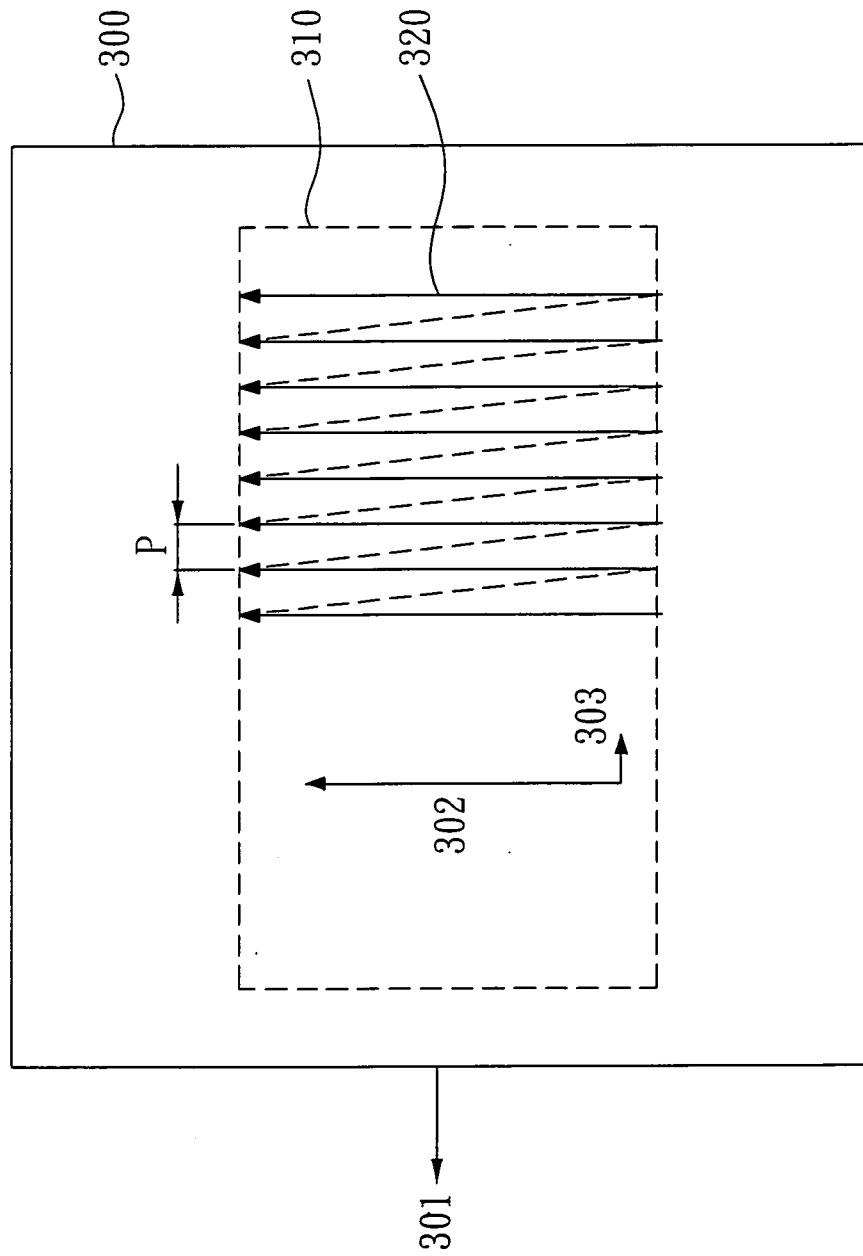
第一C圖



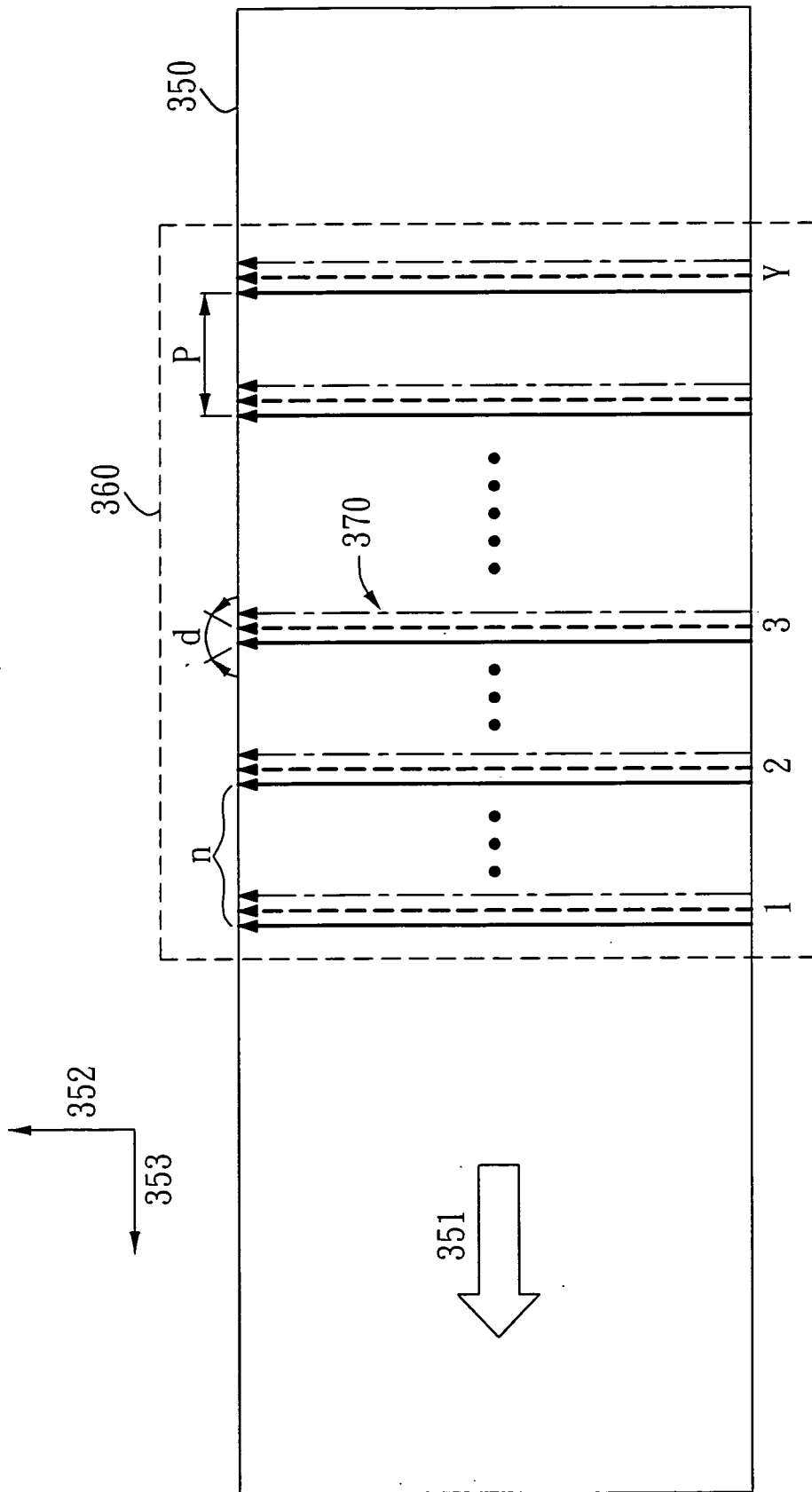
第二B圖



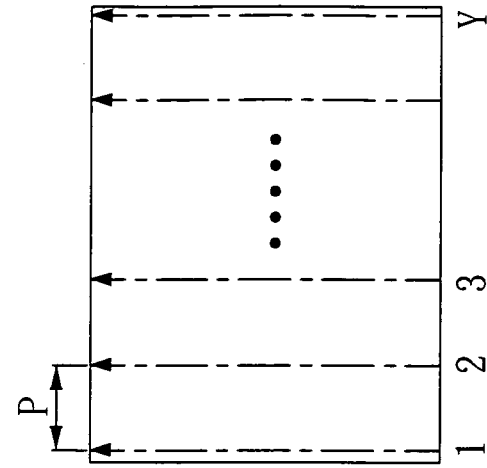
第二A圖



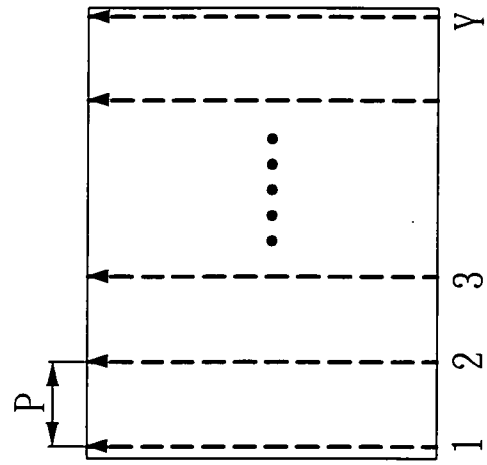
第三A圖



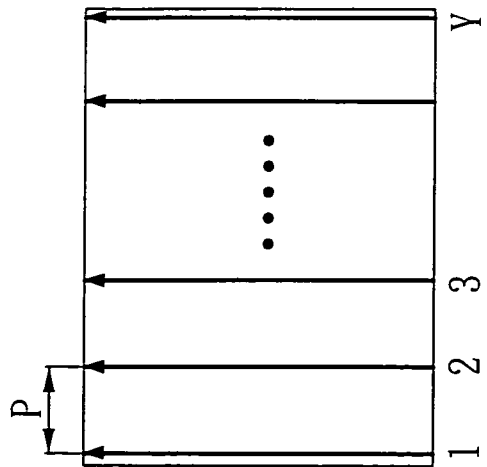
第三B圖



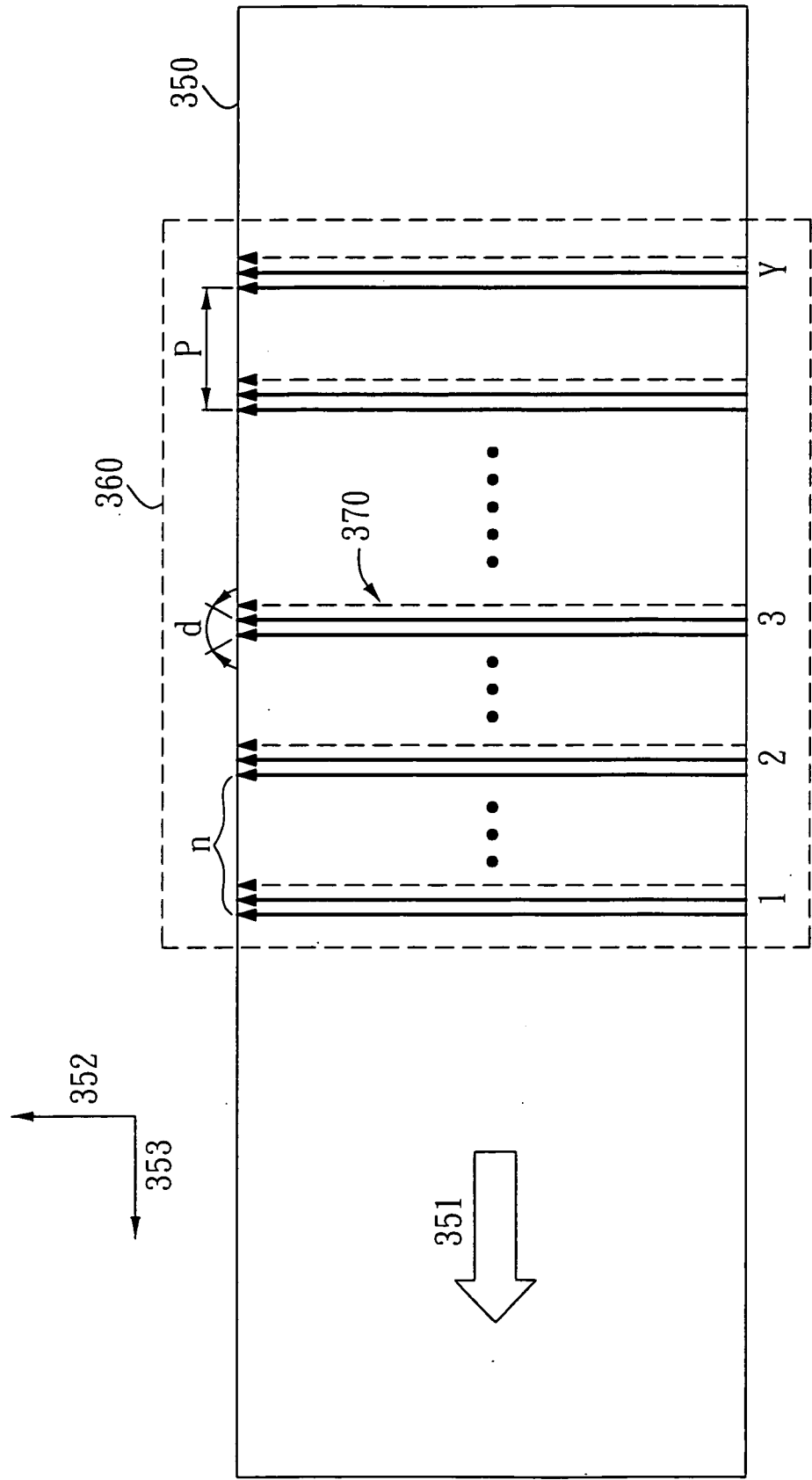
第三C圖



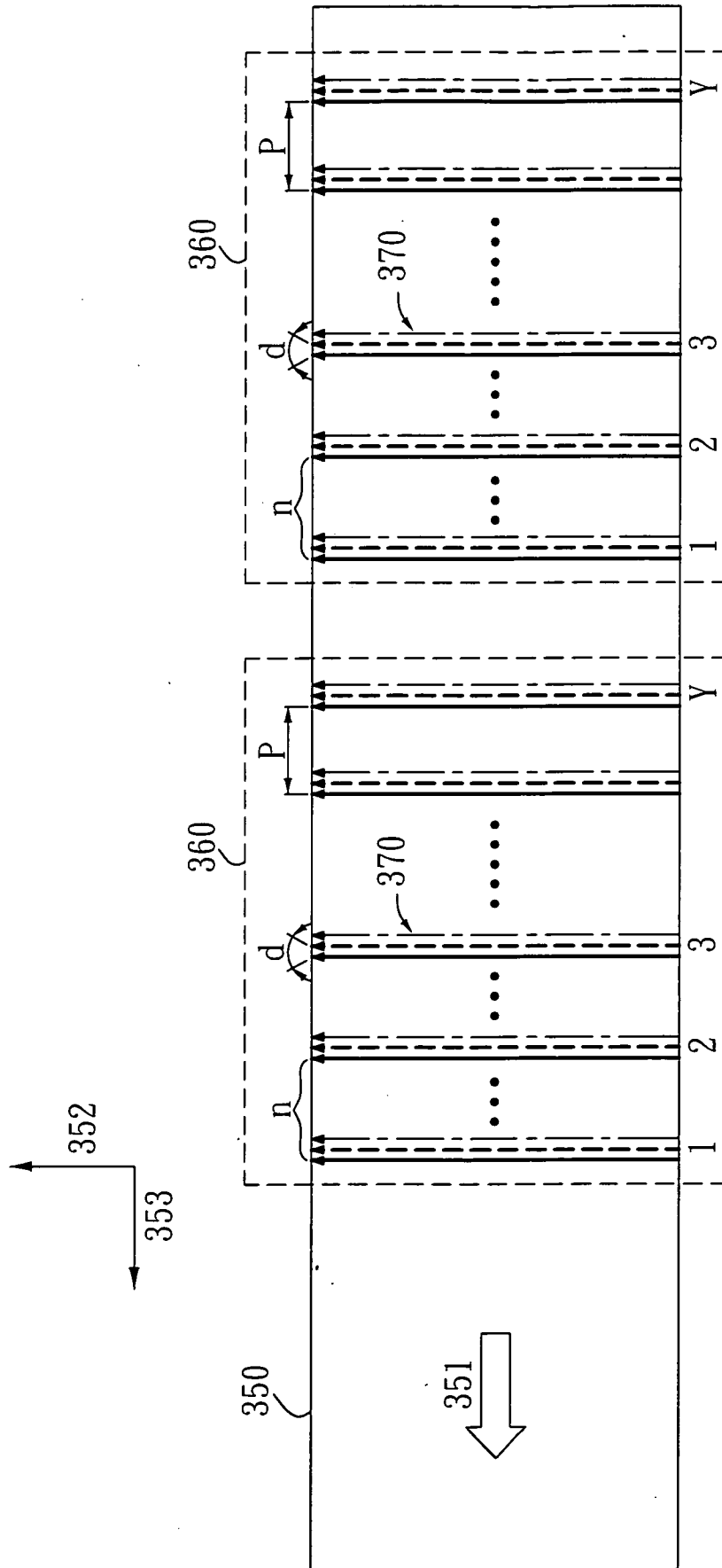
第三D圖



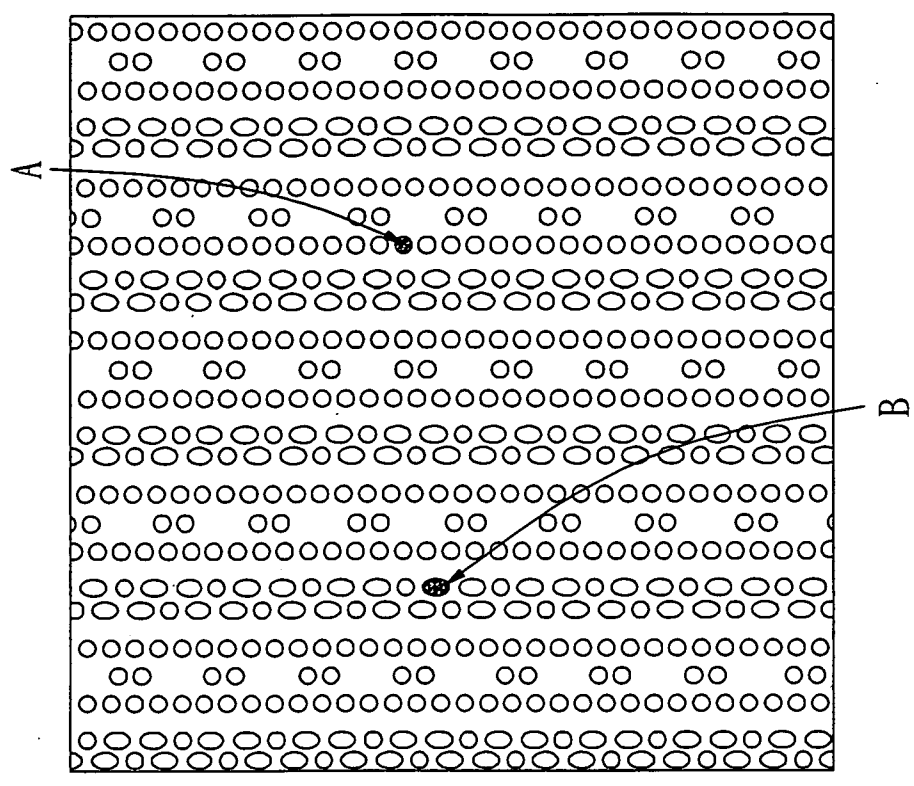
第三E圖



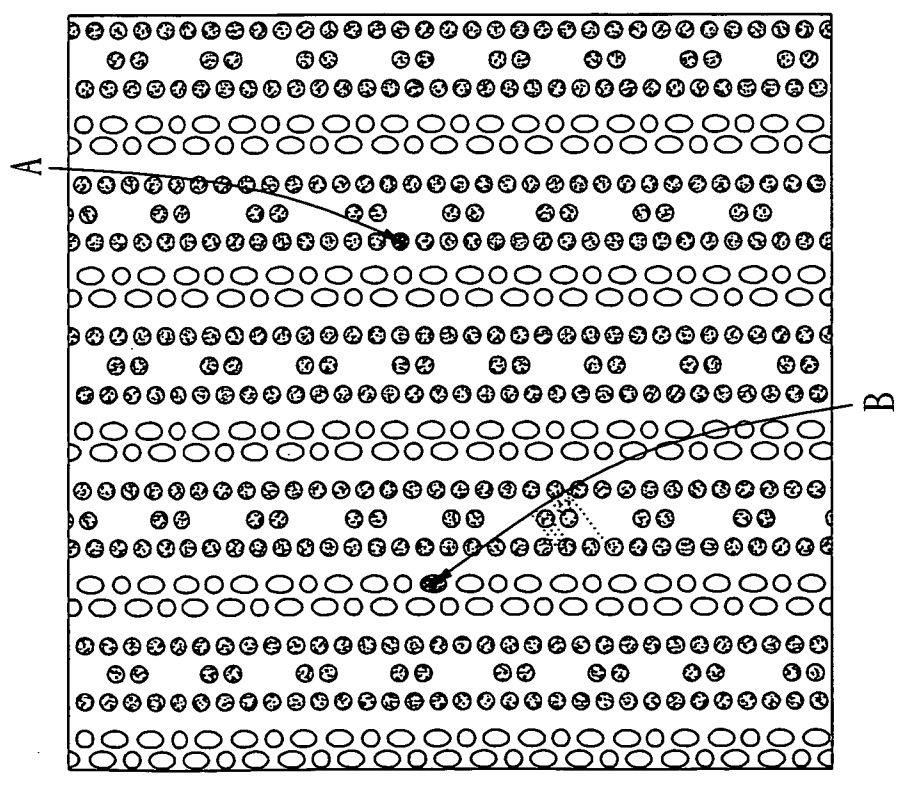
第三F圖



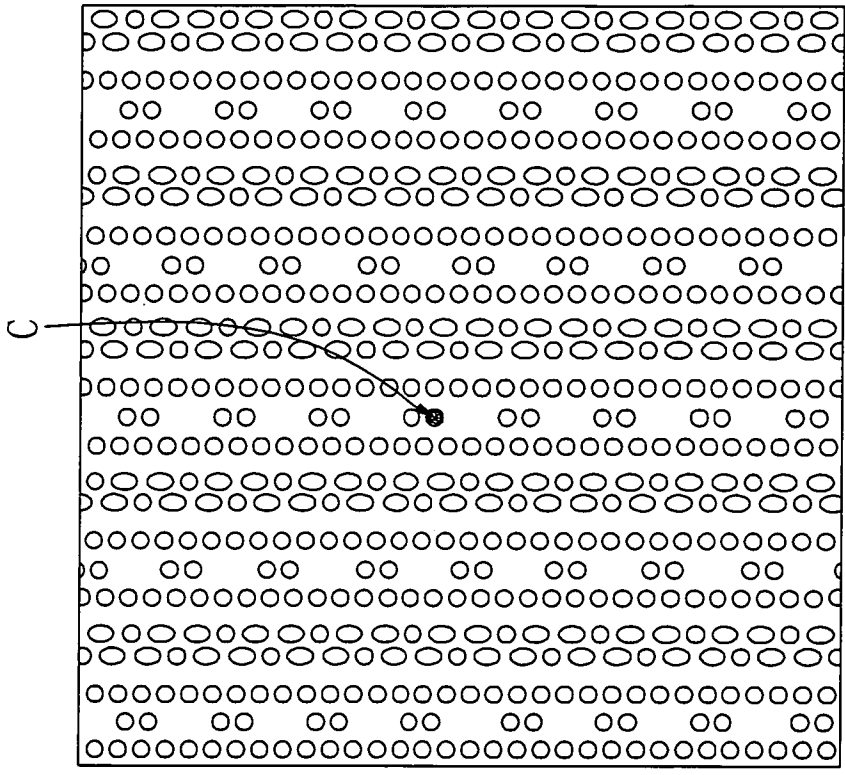
第三G圖



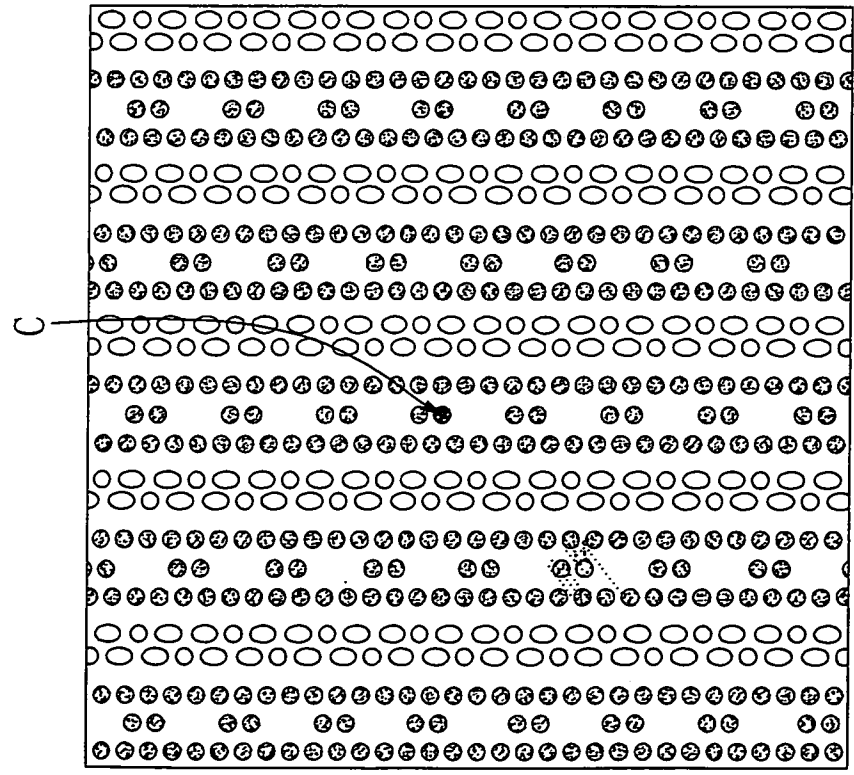
第四B圖



第四A圖

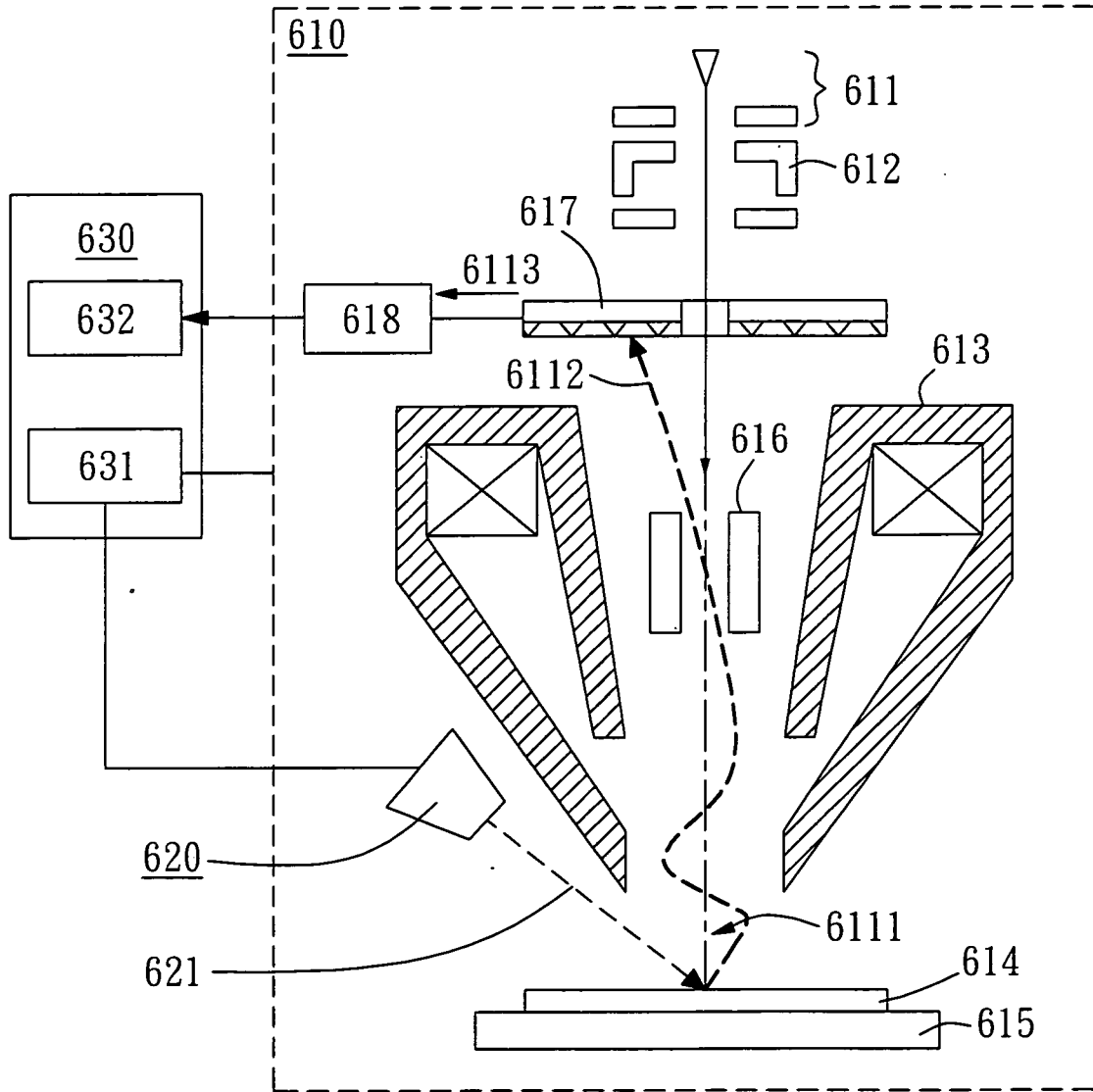


第五B圖



第五A圖

600



第六圖