



(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 I545611 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：100141405

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 14 日

(51)Int. Cl. : H01J37/317 (2006.01)

H01J37/304 (2006.01)

G03F7/20 (2006.01)

(30)優先權：2010/11/13 美國

61/413,396

2010/11/17 美國

61/414,459

(71)申請人：瑪波微影 I P 公司 (荷蘭) MAPPER LITHOGRAPHY IP B. V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：麥傑 珍 安卓依 MEIJER, JAN ANDRIES (NL)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 200616001A

CN 1606129A

CN 101300656A

US 2007/0057204A1

審查人員：王志成

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：12 共 36 頁

(54)名稱

多射束曝光裝置以及用於決定其內的兩射束之間的距離之方法與感測器

MULTI-BEAMLET EXPOSURE APPARATUSES, METHODS AND SENSORS FOR DETERMINING A DISTANCE BETWEEN TWO BEAMLETS THEREIN

(57)摘要

本發明關於一種用於決定在多射束曝光裝置中之兩個帶電粒子射束之間的距離之方法。該裝置備有感測器，其包含用於將帶電粒子的能量轉換成為光線的轉換器元件與感光偵測器。該轉換器元件備有感測器表面區域，其備有射束阻隔與非射束阻隔區域的二維圖型。該種方法包含：將第一射束掃描在二維圖型上；接收響應於其為透射通過二維圖型之第一射束部分的帶電粒子而由轉換器元件所產生的光線；且，藉由感光偵測器來將接收的光線轉換成為第一訊號。然後，二維圖型與第一射束是關於彼此而相對移動越過一段預定距離。隨後，該種方法繼續為：將第二射束掃描在二維圖型上；接收響應於其為透射通過二維圖型之第二射束部分的帶電粒子而由轉換器元件所產生的光線；且，藉由感光偵測器來將接收的光線轉換成為第二訊號。最後，在第一射束與第二射束之間的距離是基於第一訊號、第二訊號與預定距離來決定。

The invention relates to a method for determining a distance between two charged particle beamlets in a multi-beamlet exposure apparatus. The apparatus is provided with a sensor comprising a converter element for converting the energy of charged particles into light and a light sensitive detector. The converter element is provided with a sensor surface area provided with a two-dimensional pattern of beamlets blocking and non-blocking regions. The method comprises scanning a first beamlet over the two-dimensional pattern, receiving light generated by the converter element in response to charged particles being part of the first beamlet transmitted through the two-dimensional pattern, and converging the received light into a first signal by means of the light sensitive detector. Then the two-dimensional pattern and the first beamlet are moved relatively with respect to each other over a predetermined distance. Subsequently, the method continues

with scanning a second beamlet over the two-dimensional pattern, receiving light generated by the converter element in response to charged particles being part of the second beamlet transmitted through the two-dimensional pattern, and converging the received light into a second signal by means of the light sensitive detector. Finally, the distance between the first beamlet and second beamlet is determined based on the first signal, the second signal and the predetermined distance.

指定代表圖：

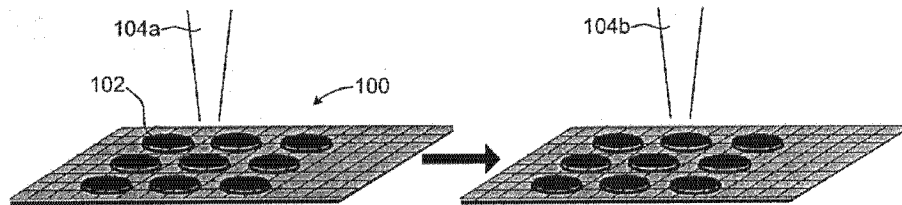


圖12

符號簡單說明：

100 . . . 感測器

102 . . . 阻隔結構

104a、104b . . . 帶

電粒子射束

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100/41405

H01J 37/317 (2006.01)

※申請日：100.11.14

※IPC 分類：H01J 37/304 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

G03F 7/20 (2006.01)

多射束曝光裝置以及用於決定其內的兩射束之間的距離之方法與感測器

Multi-beamlet exposure apparatuses, methods and sensors for determining a distance between two beamlets therein

二、中文發明摘要：

本發明關於一種用於決定在多射束曝光裝置中之兩個帶電粒子射束之間的距離之方法。該裝置備有感測器，其包含用於將帶電粒子的能量轉換成為光線的轉換器元件與感光偵測器。該轉換器元件備有感測器表面區域，其備有射束阻隔與非射束阻隔區域的二維圖型。該種方法包含：將第一射束掃描在二維圖型上；接收響應於其為透射通過二維圖型之第一射束部分的帶電粒子而由轉換器元件所產生的光線；且，藉由感光偵測器來將接收的光線轉換成為第一訊號。然後，二維圖型與第一射束是關於彼此而相對移動越過一段預定距離。隨後，該種方法繼續為：將第二射束掃描在二維圖型上；接收響應於其為透射通過二維圖型之第二射束部分的帶電粒子而由轉換器元件所產生的光線；且，藉由感光偵測器來將接收的光線轉換成為第二訊號。最後，在第一射束與第二射束之間的距離是基於第一

訊號、第二訊號與預定距離來決定。

### 三、英文發明摘要：

The invention relates to a method for determining a distance between two charged particle beamlets in a multi-beamlet exposure apparatus. The apparatus is provided with a sensor comprising a converter element for converting the energy of charged particles into light and a light sensitive detector. The converter element is provided with a sensor surface area provided with a two-dimensional pattern of beamlets blocking and non-blocking regions. The method comprises scanning a first beamlet over the two-dimensional pattern, receiving light generated by the converter element in response to charged particles being part of the first beamlet transmitted through the two-dimensional pattern, and converging the received light into a first signal by means of the light sensitive detector. Then the two-dimensional pattern and the first beamlet are moved relatively with respect to each other over a predetermined distance. Subsequently, the method continues with scanning a second beamlet over the two-dimensional pattern, receiving light generated by the converter element in response to charged particles being part of the second beamlet transmitted through the two-dimensional pattern, and converging the

received light into a second signal by means of the light sensitive detector. Finally, the distance between the first beamlet and second beamlet is determined based on the first signal, the second signal and the predetermined distance.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 12。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100      感測器

102      阻隔結構

104a、104b    帶電粒子射束

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種用於決定在多射束曝光裝置中之兩個帶電粒子射束之間的距離之方法。

### 【先前技術】

為了將圖型轉移到目標表面上，射束的可控制阻隔及結合其在目標表面上的移動是根據調變資訊來實行。多帶電粒子射束微影系統的一個實例是經描述於美國專利第 6,958,804 號。

此類的微影系統可具有極大數目的射束，即：以 10,000 個或更高的等級，例如：13,000 個。未來的設計甚至設想到 1,000,000 個射束之等級的數目。對於目前的電子束微影系統的一個概括目標是要能夠以高解析度使目標表面圖型化，其中一些應用是能使具有充分低於 100 nm 特徵尺寸之臨界尺度的圖型成像。

要使此類的多射束、高解析度微影系統為商業可行，必須符合微影工業的低誤差邊限。因此，重要的是，帶電粒子射束各者的位置是精確已知且受控制。然而，歸因於種種的情況，諸如：製造容許度與熱漂移，此類的位置可從其預期且期望的位置而偏離，可能使得此等偏離的射束為無效來用於準確圖型化。

在習用微影系統中，各個射束的位置是由射束位置的頻繁測量所決定。知道了射束位置，射束可經移位到正確的位置。

已知的射束位置校準方法通常包含至少三個步驟：測量步驟，其中射束的位置被測量；計算步驟，其中射束的測量位置是與該射束的期望預期位置比較；及，補償步驟，其中在測量位置與期望位置之間的差異被補償。補償可在微影系統的軟體或硬體所實行。

在微影系統的操作期間決定射束位置是合意允許早期位置校準來改良目標表面圖型化準確度。為了限制在產量(即：可在預定時間期間內圖型化的目標表面數目)上的負面效應，合意的是，測量帶電粒子射束位置之方法可在沒有犧牲準確度的情況下而在有限時間期間內來實行。

用於測量大量帶電粒子射束(尤其對於用在微影系統中的帶電粒子射束)的性質之感測器是從讓渡給本案申請人之美國公開專利申請案第 2007/057204 號而為已知。

美國專利申請案 US 2007/057204 號描述一種感測器及方法，其中，帶電粒子射束是經掃描在備有帶電粒子阻隔與非阻隔區域的圖型之轉換器元件上。撞擊在非阻隔區域上的束部分是由轉換器元件所轉換成為光束。該轉換器可為螢光螢幕或摻雜 YAG 材料。隨後，光束是由諸如二極體、CCD 或 CMOS 裝置之感光偵測器的陣列所偵測。相當快速的測量可藉由在單一個操作中來讀出大量的感光偵測器所達成。此外，感測器結構(尤其是光線偵測器陣列)致使多個束的極小間距能夠作測量而無需在微影系統之台級部分的區域中的過大結構測量。束分離是藉由標稱圖型(即：當在產生圖型時所使用的預定影像)與測量掃描結果(其中每束

是將其本身限定區域掃描在感測器表面上)的比較所決定。

然而，鑒於產業關於小尺度而無產量損失之持續增大需求，仍有需要提供更快捷且更準確的裝置及技術來用於在微影系統(尤其是其設計為提供高產量之包含大量的帶電粒子射束之微影機器)中的射束性質測量。較高的準確度是有利於提高微影機器的解析度。尤其，當使用拼接(即：二束寫入晶圓的相同區域來修正寫入失效之一種技術)時為有利。對此技術，束分離必須為已知具有奈米精確度。甚者，需要知道射束的絕對位置。

#### 【發明內容】

本發明之一個目的是關於改良在多射束微影系統中的兩射束之間的束分離測量的準確度。為此目的，根據請求項第 1 項，本發明提出一種用於決定從用在多射束曝光裝置中之單一平面兩個帶電粒子射束之間的距離之方法。

在一些實施例中，第一訊號與第二訊號是直接比較。因為二個射束均掃描在感測器表面上的相同區域，其訊號相像，除了對應於從其標稱分離的偏差之空間移位以外。比較該二個射束掃描所得到的二個訊號將因此揭示此類的偏差。偏差之附加到在距離之間的標稱距離將於是造成在射束之間的實際距離。使用藉由將個別束掃描在相同區域所得到的資訊使得該種方法顯著較不易受到圖型不規則性(即：從標稱圖型的偏差)的損害。

在一些其他實施例中，在兩束間的距離是藉由將第一訊號和第二訊號與標稱訊號比較來決定。隨後，從對於兩

射束的標稱訊號的偏差是在當決定實際射束分離時被納入考量。在此等實施例中，雖然對於各射束的決定射束位置的準確度是易受到圖型不規則性的影響，在二個位置之間的差異是幾乎不易受到此類圖型不規則性的影響。結果，實質量的準確度損失是有效被移除。此外，因為標稱圖型無雜訊，自動化計算相當容易。

### 【實施方式】

下文是本發明的某些實施例的描述，其僅為舉例而言且參考圖式。

圖 1 示意顯示一種用於決定帶電粒子射束的束位置之感測器的操作。該種感測器包含轉換器元件 1 與光線接收器 5。轉換器元件是備有一種圖型，該圖型包含帶電粒子阻隔區域 8 與帶電粒子透射區域 7，其進而稱為非阻隔區域。轉換器元件 1 經配置為用於接收帶電粒子 2 且響應而產生光子，其進而稱為光線 3。光線 3 可藉由光學系統 11 而經指引朝向光子接收器 5。光子接收器 5 是經通訊耦接到計算單元，例如：用於決定帶電粒子 2 的束位置之電腦 13。

轉換器元件 1 可採取螢光元件(例如：螢光螢幕)或閃爍元件(例如：一種摻雜鈮鋁石榴石(YAG, yttrium aluminum garnet)材料的基板)的形式。下文，本發明的實施例將以其經使用作為轉換器元件 1 的 YAG 螢幕來描述，其中 YAG 螢幕可稱為 YAG 1。

光線接收器 5 可包括任何適合的感光偵測器，諸如：複數個二極體、電荷耦合元件(CCD, charged coupled device)

相機、或互補金屬氧化物半導體(CMOS, complementary metal-oxide semiconductor)相機。下文，光子接收器 5 可稱為相機 5。此外，雖然本發明的實施例可關於其他型式的帶電粒子所使用，下文，本發明的實施例將關於電子來論述。

在其射束尺寸為在奈米範圍的電子射束裝置，例如：電子顯微鏡、電子束微影裝置、與電子束圖型產生器，由轉換器元件 1 之轉換所產生的光線的直接觀察是不充分以致能諸如電子射束位置的特性之決定，由於解析度是受限於轉換器元件 1 的波長。為了改良準確度，電子射束可經掃描跨過其備有尖銳邊緣的電子阻隔結構，該尖銳邊緣是進而稱為刀緣。使用備有刀緣的轉換器元件之感測器的一個實例是經描述在美國專利申請案 US 2007/057204 號中。

圖 2A 示意顯示 YAG 1 的橫截面，YAG 1 包含其備有電子阻隔結構的電子射束接收表面。電子阻隔結構包含其備有能夠阻隔電子之一阻隔層 18 的電子阻隔區域。阻隔層 18 可為金屬層。用於阻隔電子的適合金屬是鎢。在阻隔區域之間為非阻隔區域。撞擊在電子阻隔結構之非阻隔區域上的電子束 22 是實際撞擊在 YAG 1 的表面或在 YAG 表面上的塗層。

在用於阻隔電子的部分內，除了阻隔層 18 之外，還可存在一個附加層 21。附加層 21 可為金屬層，且可作為提高阻隔層 18 的邊緣尖銳度之目的。此藉由選取其對於阻隔層蝕刻過程有抵抗力的附加層材料來達成。當鎢被選取作為阻隔層材料，對於附加層 21 的適合材料是鉻。

YAG 1 可經塗覆有導電塗層 20。此塗層之目的是防止 YAG 由於進來的帶電粒子射束之充電。塗層還可用於阻隔背景輻射。對於導電塗層 20 的適合材料包括鋁與鈦。

如稍早所述，為了決定電子束 22 的位置，電子束 22 可經掃描在其設置在 YAG 1 的阻隔結構上(在圖 2A 朝標示為 X 方向的方向)。響應而產生在 YAG 1 內的光線可由相機所偵測。此類的掃描與偵測動作之示範結果是經示意描繪在圖 2B 中。

圖 2B 顯示其代表由轉換器元件 1 所發射光線的強度的曲線圖，強度是作為電子束 22 在轉換器元件 1 之表面上的 x 位置的函數。最大響應是經觀察在電子束 22 為完全定位在非阻隔區域中時，且最小光線是若電子束 22 為完全定位在阻隔區域的頂部上而產生。刀緣之跨越造成光線強度的陡峭變化。

在將電子束朝預定方向掃描時，電子射束可能在跨越刀緣時而遇到二種情況。在第一種情況中，射束經歷從阻隔區域到非阻隔區域的轉變。在第二種情況中，射束經歷從非阻隔區域到阻隔區域的轉變。

在對應於第一種情況之轉變期間所遇到的刀緣可稱為第一型式的刀緣。同理，在對應於第二種情況之轉變期間所遇到的刀緣可稱為第二型式的刀緣。刀緣的型式因此為取決於待測量之射束的掃描方向。若是提及“類似型式的刀緣”，此意指所涉及的所有刀緣是關於第一型式的刀緣或關於第二型式的刀緣。

在轉換器元件表面的電子接收表面上所設置的刀緣圖型之知識允許束位置的決定。射束位置可藉由將射束朝  $x$  方向掃描跨過轉換器元件表面且測量在其由轉換器元件所發射光線強度從最大到最小值或從最小到最大值而變化的位置(如在圖 2B 所示)來測量。舉例來說，當強度是從最大到最小值而變化，此指出該射束朝  $x$  方向經掃描在其從非阻隔區域轉變到阻隔區域的刀緣上。然而，可能有關於該射束為位在哪個刀緣的不確定性。

注意，在圖 2B 所示的測量、以及射束位置測量的論述是關於其具有尺度為小於涉及的阻隔與非阻隔區域的寬度之射束。此等尺度與寬度是沿著平行於經使用的掃描方向之方向所取得。

在諸多應用中，單一個刀緣是不適合來得到具有充分準確度的射束特性。尤其，刀緣之所謂的線緣粗糙度(LER, line edge roughness)可能限制射束測量的準確度。圖 3 示意顯示其關於 LER 的問題。在圖 3 中，感測器是配置來偵測其移動跨過刀緣 31 之射束的強度，刀緣 31 是將電子阻隔區域 33 與電子非阻隔區域 34 分開。刀緣 31 是設計要具有如虛線 32 所標示的方位與形狀。

若射束的  $x$  位置是在其沿著軌跡 A 行進從阻隔區域 33 跨過刀緣 31 朝向非阻隔區域 34 之假設下所偵測，而實際是沿著軌跡 B 行進，朝掃描方向的射束位置測量應該對於二個軌跡均帶來相同結果。畢竟，二個軌跡在相同  $x$  位置跨過虛線 32。然而，如可在圖 3 所容易看出，歸因於刀緣

31 的線緣粗糙度，對於軌跡 A 的射束測量 x 位置將不同於對於軌跡 B 的測量 x 位置。在此實例中，基於單一個刀緣 31 之跨越來決定 x 位置提供了不準確的結果。

圖 4 示意顯示其可用在本發明的一些實施例中之阻隔結構 40 的俯視圖。阻隔結構 40 包含複數個單元 41。單元 41 經配置以評估個別的射束。各個單元 41 包含其包含不同部分的預定阻隔圖型，該等部分包含帶電粒子阻隔結構的不同圖型而在阻隔與非阻隔區域之間的轉變處形成多個刀緣。

在圖 4 所繪的實施例中，各個單元 41 包含四個部分，其進而稱為象限 42a、42b、42c、42d。各個象限可包含一或多個阻隔圖型。

在圖 4 的阻隔結構 40 之中，第一象限 42a 包含其具有方位朝第一方向而實質平行於彼此的多個刀緣。類似型式的刀緣可為週期式相隔。

第二象限 42b 包含其具有方位朝第二方向而實質平行於彼此的多個刀緣。概括而言，第二方向是選取為不同於第一方向。在圖 4 所示的實施例中，第一方向是實質垂直於第二方向。具有實質正交的刀緣圖型之該二個象限 42a、42b 允許朝第一與第二方向的獨立測量。阻隔結構 40 的第三象限 42c 包含具有方位朝第三方向而平行於彼此的多個刀緣。

在圖 4 中，阻隔結構 40 的第四象限 42d 並未備有任何的阻隔結構。替代而言，數個阻隔圖型中的一或多者可經

提供在此象限中。要在第四象限 42d 提供不同圖型之選項開放可能性來在第四象限 42d 使用其最適以決定不同射束特性(諸如：射束尺寸或形狀)的圖型。因此，單元可經設計為具有不同區域來用於在射束上實行不同型式的測量。

較佳而言，單元尺寸是充分大以降低對於感測器關於複數個射束的旋轉失準的敏感度。另一方面，單元尺寸是鑒於束分離距離而為充分小。在其使用約 10,000 個射束的帶電粒子裝置中，此類的束分離距離是典型在從 75 到 200 微米的範圍中。

各個單元 41 可對應於其特性待作決定的單一個射束，包含多個單元的系統同時測量多個射束的特性。該等單元的佈局較佳對應於射束的實際配置。以此方式，射束特性可經平行測量，此造成相當快速的測量。單元 41 的數目可超過射束的數目，藉以降低感測器在轉換器元件表面平面的對準敏感性。舉例來說，含有總束的面積可為  $1.5 \times 1.5 \text{ mm}^2$  而含有感測器單元的面積可為  $3 \times 3 \text{ mm}^2$ 。替代而言，單元的數目可為少於射束的數目，且射束可為成群來作測量。

刀緣可如同圖 1 與 2 所示為相等間隔或者可如同圖 5A 所示為不等間隔。在阻隔圖型 50 中，刀緣結構是以群 51 所簇集來形成在較寬的非阻隔區域 52 之間的格柵。在一群 51 之內的類似型式的平行刀緣是以第一間距  $d_1$  來作配置，第一間距  $d_1$  可經設計為小於光點尺寸。群 51 是以第二間距  $d_2$  來設置。第二間距  $d_2$  是大於第一間距  $d_1$  且大於光點尺寸。較寬區域 52 可替代為阻隔區域，或是可使用寬的阻隔

區域與寬的非阻隔區域之組合。

相較於如在圖 1 與 2 所示之等距圖型中的刀緣，如在圖 5A 所示之刀緣的配置是當將電子射束掃描過預定距離時而提供在射束阻隔區域與非阻隔區域之間的更多個轉變。增大數目個轉變可藉由提供每個掃描距離與每個掃描時間的大量轉變而有助於改良測量準確度且提高測量效率。舉例來說，射束位置測量可較不易受到歸因於大量射束轉變的平均之線緣粗糙度的影響。

附加或替代而言，鑒於較高密度的轉變，掃描長度、以及用相同掃描速度的掃描期間可經降低來得到充分的測量資訊。換言之，資料獲取及/或資料處理的效率可改良。經降低的掃描期間可造成微影裝置的較佳性能，由於較多時間可專用於曝光而較少時間是對於校準及/或對準目的所需要。

圖 5B 代表其顯示隨著射束為經掃描跨過圖 5A 的阻隔圖型之透射強度的示範曲線圖。因為阻隔區域是不夠大來完整阻隔電子束，最小測量強度不是對應於缺乏電子束時。然而，已經得知的是，此類的大阻隔區域之存在非為必然得到期望的測量結果。舉例來說，若射束尺寸是明顯小於刀緣群 51 的寬度，當將射束掃描過該群所測量的平均強度提供一值，其大約等於電子射束的最大強度之一半。為了此測量，在刀緣群 51 之內的阻隔區域與非阻隔區域的寬度是較佳為小於要測量之射束的光點尺寸的平均直徑。

圖 6 示意顯示另一種阻隔圖型的俯視圖，該阻隔圖型

包含刀緣群 65，其類似於在圖 5B 所示之刀緣群 51。然而，在一刀緣群 65 之內的格柵圖型是彼此不同在於：沿著表面上的預定掃描軌跡在阻隔與非阻隔區域之間的轉變是對於各個圖型為獨特。結果，在一群 65 之內的各個格柵圖型載有絕對的位置資訊。在圖 6 所示的阻隔圖型可用於在圖 4 所示的象限 42a、42b、42c 中的任一者、以及於象限 42d。

尤其，圖 6 的阻隔圖型包含阻隔結構，其界定在阻隔區域 63 與非阻隔區域 64 之間的刀緣，該等刀緣形成刀緣群 65。在各個群 65 之內，阻隔及非阻隔區域寬度與在後續刀緣之間的間隔距離獨特變化。變化的間隔距離與阻隔及非阻隔寬度致使處理器能夠決定射束朝實質垂直於在阻隔圖型內的刀緣方位之方向的絕對位置。此決定可例如藉由將射束掃描越過阻隔圖型且將偵測的強度變化圖型匹配到已登錄組的刀狀寬度與間距圖型來達成。

射束位置測量(尤其在多射束微影裝置中)的一個可能應用是要控制拼接，即：在分開的時刻以不同束來寫入要作圖型化的目標表面上的相同位置。在微影應用中，拼接需求可為以奈米精確度來設定。

理論上，在多射束微影裝置或類似者中的多個射束是根據已知的設計而隔開。結果，在設計內的個別射束之間而如假設完美系統的  $x$  與  $y$  座標所定義的標稱向量距離是已知。注意，標稱向量距離亦可在此整個文件被稱為理論向量距離。此知識可用來控制拼接。然而，歸因於實際的限制，在射束之間的實際向量距離將不會等於理論向量距

離。結果，所謂的拼接誤差可能發生。射束的拼接誤差可定義為在使表面圖型化之射束的標稱位置與實際位置之間的向量偏差。

在本發明的一些實施例中，具有刀緣的阻隔圖型是經配置來決定從在兩射束之間的理論向量距離的偏差。換言之，感測器是經配置來實行實際射束分離測量。決定從在兩射束之間的理論向量距離的偏差可為有用，用於預測由使用個別射束使關於多射束曝光裝置的目標表面圖型化所造成的拼接誤差。若偏差為已知，適當的補償可藉由修改個別射束中的至少一者的控制資料來作安排。

配置為朝一個方向來掃描的阻隔圖型(例如：備有諸如在圖 5A 與 6 所示的若干個平行刀緣)是通常不適用於決定在兩射束之間的束分離距離。此可參考圖 3 來論證。考慮軌跡 A 是因第一射束所產生的軌跡，且軌跡 B 是因第二射束所產生的軌跡，其假定圖型如同第一射束的相同位置。雖然受限於歸因於稍早所論述的線緣粗糙度之不準確度，可能決定朝掃描方向的位置差異。然而，沒有可用的資訊來決定朝垂直於掃描方向之方向的射束間的偏移。

為此理由，對於束分離測量使用二維阻隔圖型是合意的。二維阻隔圖型較佳包含刀緣的實質長度。已經得知的是，將影像配合到圖型的精確度是得自將在阻隔圖型內的阻隔區域與非阻隔區域分開之刀緣的位置。為此理由，使阻隔圖型之每單位表面積的刀緣長度為最大化是合意的。

替代或附加而言，為了避免模糊性關於所測量射束的

實際位置而未出現，合意的是，在二維阻隔圖型中無任何的週期性發生在小距離內。較佳而言，此距離是大於在兩射束之間的最大束分離距離的二倍。

二維刀緣圖型可經使用以提供關於在二維的射束位置的資訊。射束的(垂直) $y$ 位置可隨著射束為朝(水平) $x$ 方向掃描在阻隔圖型上而由轉變的圖型所決定，此等轉變是由沿著掃描路徑的阻隔與非阻隔區域的圖型所決定。同理，射束的 $x$ 位置可隨著射束為朝 $y$ 方向掃描而由轉變的圖型所決定。

圖 7 示意顯示其可經使用之一種二維阻隔圖型 70 的俯視圖。該二維阻隔圖型可能涵蓋轉換器元件之電子接收表面的一部分(例如：一象限)。在圖 7 中，分別具有實線周邊與虛線周邊的方形 71、72 代表分別以第一射束與第二射束來實行的二維掃描所涵蓋的區域。區域 73 代表非阻隔區域，且區域 74 代表阻隔區域。由於該等射束受控制以掃描相同區域，該二個方形 71、72 應在理論上為完全重疊。然而，如在圖 7 所展示，經常在由第一射束所掃描的區域與由第二射束所掃描的區域之間有偏移。若二個射束必須在目標平面上的相同區域來圖型化，此偏移可能造成拼接誤差。

為了能夠補償在二個射束之間的偏移，射束位置測量可經實行來決定在轉換器元件的帶電粒子接收表面之平面中的該二個射束之間的理論向量距離的偏差，即：束分離。首先，第一射束可經定位在至少一個理論預定位置。舉例來說，複數個測量位置可經選擇在一個掃描場域中，俾使

預定區域經掃描。然後可沿著涵蓋該掃描場域的掃描線來取得測量，例如：藉由沿著諸如光柵掃描之掃描軌跡的二維掃描。在各個選擇測量位置，第一射束的第一實際位置經測量。隨後，第二射束經定位在該至少一個理論預定位置。此類的定位可藉由使用關於在第一射束與第二射束之間的理論向量距離之知識來達成。一或多個實際位置是以關於第一射束所述的類似方式來測量。基於測量的第一與第二位置，從在該二個射束之間的理論向量距離之偏差可經決定。

在一些實施例中，決定在該二個射束之間的向量距離可包含將實際測量位置與理論預定位置(所謂的標稱位置)比較。圖 8A 與 8B 示意說明此類的比較之概念。在圖 8A 與 8B 中，要由射束所掃描的理論預定區域是由虛線的方形 75 所標示。在圖 8A 中，用第一射束所實際掃描的區域 71 是與理論預定區域 75 作比較，且基於此比較來決定第一位移向量  $v_1$ 。同理，如在圖 8B 所示，用第二射束所實際掃描的區域 72 是與理論預定區域 75 作比較，且基於此比較來決定第二位移向量  $v_2$ 。

此時，決定在第一射束與第二射束之間的束分離可為基於第一位移向量  $v_1$  與第二位移向量  $v_2$ 。決定可由該二個位移向量  $v_1$ 、 $v_2$  之向量相加來實行。將二個實際測量區域與標稱區域比較的優點是在於：標稱區域不容易遭受由於雜訊的降級。

在一些實施例中，決定在該二個射束之間的向量距離

可包含將第一射束的一或多個測量實際位置與第二射束的對應一或多個測量實際位置比較。圖 9A 與 9B 示意代表此類的比較，其中，圖 9A 顯示由第一射束所掃描的實際區域 71 且圖 9B 顯示由第二射束所掃描的實際區域 72。

基於此比較，從在該二個射束之間的理論向量距離之偏差可經決定。使用由第一與第二射束所掃描的實際區域 71、72 之直接比較具有優點在於：該作業不易受到圖型不符合性的損害，例如：由線緣粗糙度所引起。在標稱圖型中的小變形不具有任何嚴重的影響，由於變形可能均存在於二個區域 71、72。結果，直接比較將排除此變形在決定從該二個射束之間的理論向量距離之偏差的影響。

可使用在根據本發明之感測器的一些其他實施例中之二維圖型的設計是顯示於圖 10A 到 10D。在圖 10A 到 10C 所示的設計包含對角線的刀緣。圖 10A 顯示其具有等邊三角形的正/負阻隔圖型，且圖 10B 顯示其具有直角等腰三角形的類似圖型。圖 10C 顯示其結合了方形與朝種種方位的直角等腰三角形的圖型，特徵為大的阻隔與非阻隔區域。高達  $L$  之射束分離可經測量，其中  $L$  是圖型的一個單元之側邊。適合圖型的選取可取決於要使分析為最佳化所需要之細節的量，即：轉變數目，或者可取決於關於產生特定圖型之容易度的準則。

圖 10D 顯示其具有大的阻隔區域 84 與圓形的非阻隔區域 83 之圖型，即：由備有非阻隔區域(其在此特例中為圓形)之阻隔層所形成的圖型。此設計可為容易製造且提供所有

方向的刀緣。然而，此設計不具有每單位面積的刀緣長度之高比值。

如關於圖 6 所論述，在一些應用中，識別射束的絕對位置是可能為有用。圖 11A 與 11B 示意顯示二維阻隔圖型設計的實例，其適用於本發明的其他實施例來界定射束的絕對位置。該種二維阻隔圖型設計包含若干個子單元 87。類似於在圖 6 所示之用於一維測量的阻隔圖型，在圖 11A 與 11B 所示的圖型上之沿著水平路徑的交替阻隔與非阻隔區域之圖型允許該射束正在哪個子單元 87 以及該射束為在子單元 87 內的何處之準確決定。此是歸因於各個子單元 87 的獨特圖型、及在各個子單元 87 內的圖型朝二個方向(水平與垂直)的變化。此設計允許對於  $n \times n$  圖型單元之大約  $2^x$  個不同“碼”，其中  $x = n^2 - 3$ ，假使阻隔對非阻隔區域的整體比值等於約 50% 且在該圖型內沒有太多個相鄰的阻隔或非阻隔區域。各個碼於是代表一個獨特的子單元圖型。

圖 11B 的阻隔圖型是藉著對角線的刀緣之運用來結合圖 11A 的獨特子單元圖型編碼以致能射束形狀測量。三角形編碼允許在  $n \times n$  圖型中的大量不同碼，其中各個三角形可具有四個可能方位中的一者。絕對位置編碼(例如：由在圖 11A 與 11B 中的設計所提供)是在測量大束分離時為特別有用。

在一些實施例中，如在圖 11A 與 11B 所示的二維阻隔圖型可用於射束的絕對位置的第一估計。射束位置決定的準確度的進一步改良可接著藉由使用不同阻隔圖型(例如：

定位在感測器表面上的不同位置)(例如：在感測器單元 41 的不同象限中)來實行。

應注意的是，在圖式中所示且在上文所述的不同型式之阻隔圖型中的任一者可結合其他圖型中的一或多者來使用。舉例來說，轉換器元件可經配置具有其形成在轉換器的不同區域上之不同型式的阻隔圖型，使得射束可經掃描在不同圖型上以致使能夠作成種種測量。不同阻隔圖型可經組合成為單元，例如在圖 4 所示，其中各個單元的各個象限具有經選擇的阻隔圖型。應進一步注意的是，將在此文件中所述的圖型中的任一者的阻隔與非阻隔區域倒轉是在測量原理上沒有任何影響。

圖 12 示意顯示一種藉由感測器 100 來決定在兩個帶電粒子射束 104a、104b 之間的距離之方法。感測器 100 可為稍早所論述的感測器。該感測器包含用於將帶電粒子轉換成為光線的轉換器元件與感光偵測器。該轉換器元件是備有感測器表面區域，其備有射束阻隔與非射束阻隔區域的二維圖型。此類的圖型可對應於稍早所論述的圖型中的任一者，例如：在圖 10D 所示的圖型。在圖 12 中，該圖型是由一陣列的圓形阻隔結構 102 所形成。

首先，第一射束 104a 經掃描在二維圖型上。響應於其為透射通過二維圖型之第一射束 104a 部分者的帶電粒子而由轉換器元件所產生的光線是接著由感光偵測器所接收。感光偵測器於是配置來將接收的光線轉換成為第一訊號。通常，該訊號是電氣訊號。倘若運用其包含一陣列的感光

單元(例如：CCD)之感光偵測器，此類訊號是典型包括連續流的訊號值。該訊號可為多工訊號。

在將第一射束掃描之後，二維圖型是關於第一射束而移位越過一段預定距離，例如：在兩射束 104a、104b 之間的標稱距離。在圖 12 中，移位是藉由將感測器與二維圖型從適用於測量第一射束 104a 的第一位置而移動朝向適用於測量第二射束 104b 的第二位置來實行。

在圖 12 所示的方法繼續為將第二射束 104b 掃描在二維圖型上。感光偵測器現在接收響應於其為透射通過二維圖型之第二射束 104b 部分者的帶電粒子而由轉換器元件所產生的光線。感光偵測器接著將接收的光線轉換成為第二訊號。

最後，在第一射束 104a 與第二射束 104b 之間的距離可基於第一訊號與第二訊號來決定。此外，預定距離被納入考量。

本發明已經關於上文論述的某些實施例來描述。將被承認的是，此等實施例是容許對於熟習此技術人士為眾所週知的種種修改與替代形式。除了上述彼等者之外的進一步修改可對於本文所述的結構與技術所作出。是以，雖然特定的實施例已經描述，此等者僅為舉例且並未限制本發明的範疇，其為在隨附的申請專利範圍中所定義。

#### 【圖式簡單說明】

本發明的特徵與優點是參考以下圖式來理解，其中：

圖 1 示意顯示其使用基板來將帶電粒子轉換成為光子

之感測器的概念；

圖 2A 示意顯示其備有阻隔結構之轉換器元件的橫截面；

圖 2B 代表其顯示對於圖 2A 的阻隔結構之作為位置的函數之透射強度的曲線圖；

圖 3 示意顯示其關於線緣粗糙度的問題；

圖 4 示意顯示其可用在本發明的實施例中之阻隔結構的俯視圖；

圖 5A 示意顯示其可用在本發明的實施例中之一維阻隔圖型；

圖 5B 代表其顯示對於圖 5A 的阻隔圖型之作為位置的函數之透射強度的示範曲線圖；

圖 6 示意顯示其可用在本發明的實施例中之另一種一維阻隔圖型的俯視圖；

圖 7 示意顯示其可用在本發明的實施例中之二維阻隔圖型；

圖 8A 與 8B 示範顯示兩個不同帶電粒子射束經置放在圖 7 的阻隔圖型頂部上之相同位置時的涵蓋區域；

圖 9A 與 9B 分別示意顯示如在圖 8A 與 8B 中所得到的兩個不同帶電粒子射束的涵蓋區域；

圖 10A 到 10D 示意顯示其可用在本發明的實施例中之還有其他的二維阻隔圖型；

圖 11A 與 11B 示意顯示其可用在本發明的實施例中之還有其他的二維阻隔圖型；

圖 12 示意顯示二維阻隔圖型之使用在根據本發明的一個實施例之一種用於決定在兩射束之間的距離之方法。

【主要元件符號說明】

- 1 轉換器元件
- 2 帶電粒子
- 3 光線
- 5 光線(光子)接收器
- 7 帶電粒子透射區域
- 8 帶電粒子阻隔區域
- 11 光學系統
- 13 電腦
- 18 阻隔層
- 20 導電塗層
- 21 附加層
- 22 電子束
- 31 刀緣
- 32 虛線
- 33 電子阻隔區域
- 34 電子非阻隔區域
- 40 阻隔結構
- 41 單元
- 42a、42b、42c、42d 象限
- 50 阻隔圖型
- 51 刀緣群

- 52 非阻隔區域
- 63 阻隔區域
- 64 非阻隔區域
- 65 刀緣群
- 70 二維阻隔圖型
- 71 第一射束掃描區域
- 72 第二射束掃描區域
- 73 非阻隔區域
- 74 阻隔區域
- 75 理論預定區域
- 83 阻隔區域
- 84 非阻隔區域
- 87 子單元
- 100 感測器
- 102 阻隔結構
- 104a、104b 帶電粒子射束

## 七、申請專利範圍：

1.一種用於決定在多射束曝光裝置中的兩個帶電粒子射束之間的距離之方法，該多射束曝光裝置備有感測器，其包含用於將帶電粒子的能量轉換成為光線的轉換器元件與感光偵測器，該轉換器元件備有感測器表面區域，其備有射束阻隔區域與非射束阻隔區域的二維圖型，該方法包含：

將第一射束掃描在該二維圖型的區域上；

響應於透射通過該二維圖型之該第一射束的部分的帶電粒子，接收該轉換器元件所產生的光線；

藉由該感光偵測器將所接收的光線轉換成為第一訊號；

其中，在將該第一射束掃描在該二維圖型上之後，該方法進一步包含：

將該二維圖型與該第一射束關於彼此而相對地移動越過一段預定距離；

將第二射束掃描在該二維圖型的該區域上；

響應於透射通過該二維圖型之該第二射束的部分的帶電粒子，接收該轉換器元件所產生的光線；

藉由該感光偵測器將所接收的光線轉換成為第二訊號；

基於該第一訊號、該第二訊號與該預定距離來決定在該第一射束與該第二射束之間的距離。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中將該二維圖型與

該第一射束關於彼此而相對移動越過該預定距離包含將該轉換器元件移動越過該預定距離，而該第一射束的位置保持實質靜止。

3.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該多射束曝光裝置包含射束產生器，且其中將該二維圖型與該第一射束關於彼此而移動越過該預定距離包含將該第一射束移動越過該預定距離，而該轉換器元件的位置保持實質靜止。

4.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該二維圖型包含複數個圖型部分，各個圖型部分是阻隔結構的獨特二維圖型。

5.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該二維圖型部分是以象限來分割，且各個象限是備有阻隔結構的不同預定圖型。

6.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在若干個射束對之間的若干個距離是同時決定。

7.如申請專利範圍第 6 項之方法，其中在兩個射束之間的若干個距離之同時決定包含使二維圖型備有複數個類似圖型，其經適當地隔開來致能在該二維圖型的各自區域上若干個第一射束的同時掃描，每個區域包含該複數個類似圖型的其中一者，並且在該相對地移動之後致能在該二維圖型的各自區域上若干個第二射束的同時掃描。

8.如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該二維圖型包含備有非阻隔區域的阻隔層，該等非阻隔區域較佳為圓形的非阻隔區域。

9.如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該等非阻隔區域的位置具有對應於該預定距離的間距。

10.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該二維圖型是分割成為用於評估個別射束的複數個單元，各個單元包含預定圖型。

11.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中各個單元包含阻隔結構的獨特二維圖型。

12.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中各個單元包含複數個圖型部分，各個圖型部分是阻隔結構的獨特二維圖型。

13.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中各個單元是以象限來分割，且各個象限是備有阻隔結構的不同預定圖型。

14.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中各個單元包含不同部分，各個部分包含帶電粒子阻隔結構的不同圖型而沿著在該部分上的預定射束掃描軌跡在阻隔與非阻隔區域之間的轉變處形成多個刀緣。

15.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該二維圖型包含備有非阻隔區域的阻隔層，該等非阻隔區域較佳為圓形的非阻隔區域。

16.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中決定該距離包含比較該第一訊號與該第二訊號。

17.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中決定該距離包含：

將該第一訊號與預定標稱訊號比較，且得到第一偏差；

將該第二訊號與該預定標稱訊號比較，且得到第二偏差；

比較該第一偏差與該第二偏差。

18.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該預定距離對應於在該第一射束與該第二射束之間的標稱距離。

19.一種用於從用在多射束曝光裝置中之單一平面的第一射束與第二射束之間的標稱向量距離來決定偏差之方法，該方法包含：

將該第一射束掃描在二維阻隔結構圖型上，其包含提供在感測器表面上的刀緣，且得到第一射束資訊；

將該二維阻隔結構圖型關於該第一射束而移位越過一段距離，該距離對應於該標稱向量距離；

將該第二射束掃描在該二維阻隔結構圖型上，且得到第二射束資訊；

基於該第一射束資訊與該第二射束資訊來決定自該標稱向量距離的偏差。

20.如申請專利範圍第 19 項之方法，其中自該標稱向量距離來決定該偏差包含比較該第一射束資訊和該第二射束資訊。

21.如申請專利範圍第 19 項之方法，其中自該標稱向量距離來決定該偏差包含：

將該第一射束資訊與預定標稱射束資訊比較，且得到第一射束偏差；

將該第二射束資訊與該預定標稱射束資訊比較，且得

到第二射束偏差；

比較該第一射束偏差與該第二射束偏差。

22.如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該第一射束資訊與該第二射束資訊分別包括該第一射束與該第二射束的實際位置。

23.如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該二維圖型包含備有非阻隔區域的阻隔層，較佳地為圓形的非阻隔區域。

24.一種藉由多個射束以將圖型轉移到目標表面上的多射束曝光裝置，該多射束曝光裝置包含用以測量該等多個射束的性質的感測器，該感測器備有感測器表面區域，其備有射束阻隔區域與非阻隔區域的二維圖型，其中該多射束曝光裝置經配置以執行如申請專利範圍第 19 項的方法。

25.如申請專利範圍第 24 項之多射束曝光裝置，其中該二維圖型包含備有非阻隔區域的阻隔層，較佳地為圓形的非阻隔區域。

26.一種用於決定從用在多射束曝光裝置中之單一平面的第一帶電粒子射束與第二帶電粒子射束之間的距離之感測器，該感測器包含用以將帶電粒子的能量轉換成為光線的轉換器元件以及用以接收該光線的感光偵測器，

該轉換器元件備有感測器表面區域，該感測器表面區域備有射束阻隔區域與非阻隔區域的二維圖型，該二維圖型包含複數個類似圖型以及備有該等非阻隔區域的阻隔層，該等複數個類似圖型經適當地隔開來致能在該二維圖型上若干個第一帶電粒子射束的同時掃描及若干個第二帶

電粒子射束的同時掃描，其中該等非阻隔區域的位置具有對應於該等二個射束之間的標稱向量距離的間距。

27.如申請專利範圍第 26 項之感測器，其中該等非射束阻隔區域是圓形的。

#### 八、圖式：

(如次頁)

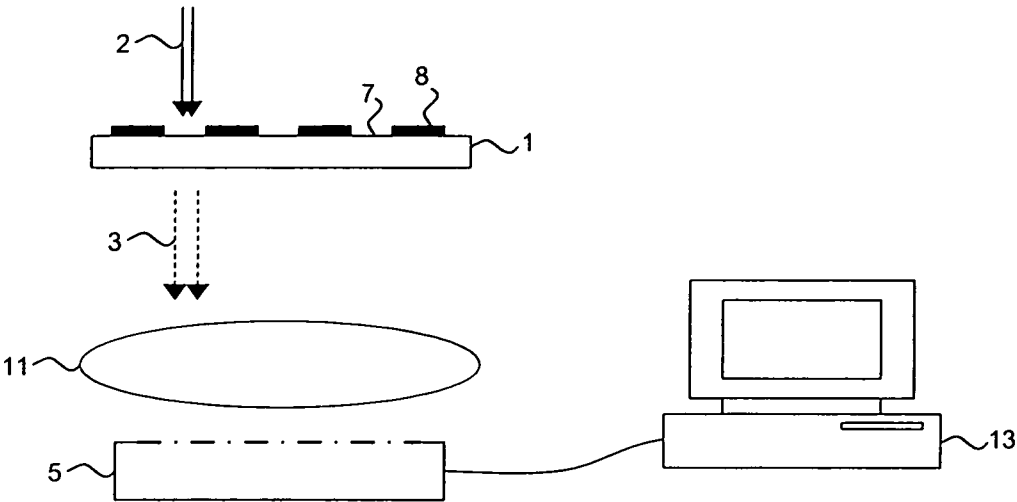


圖 1

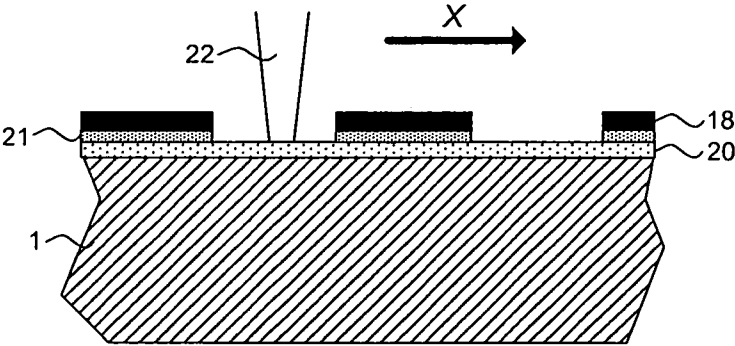


圖 2A

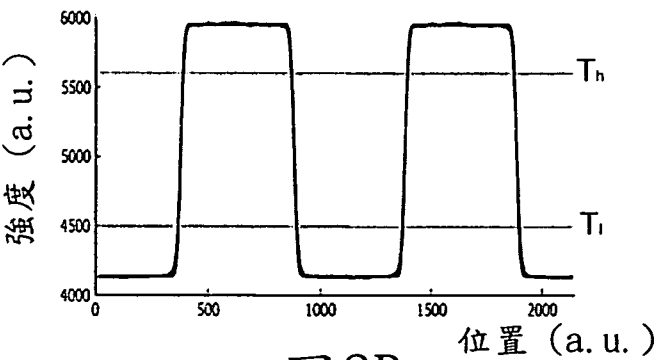


圖 2B

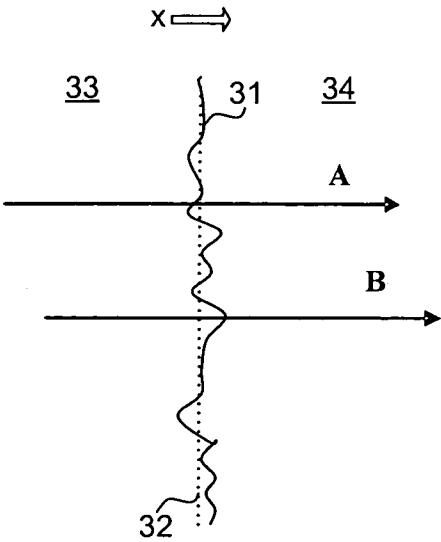


圖 3

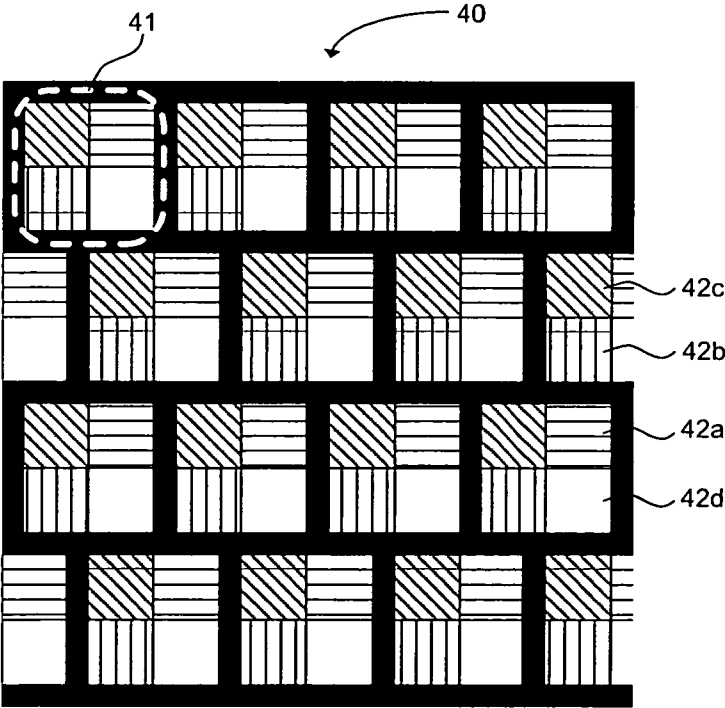


圖 4

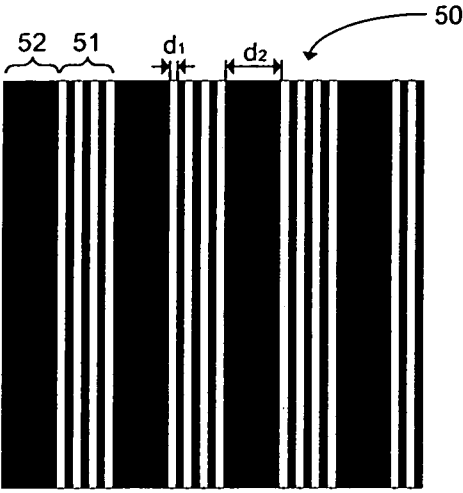


圖 5A

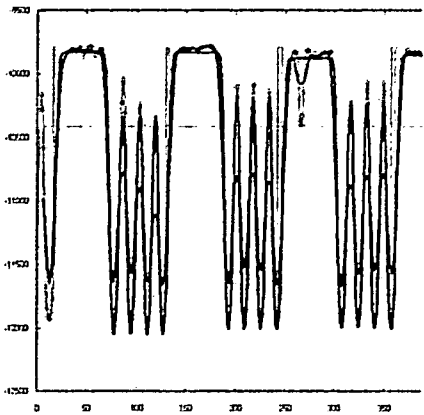


圖 5B

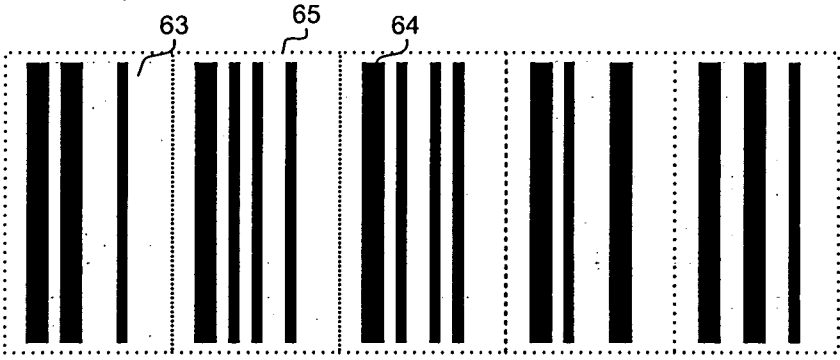


圖 6

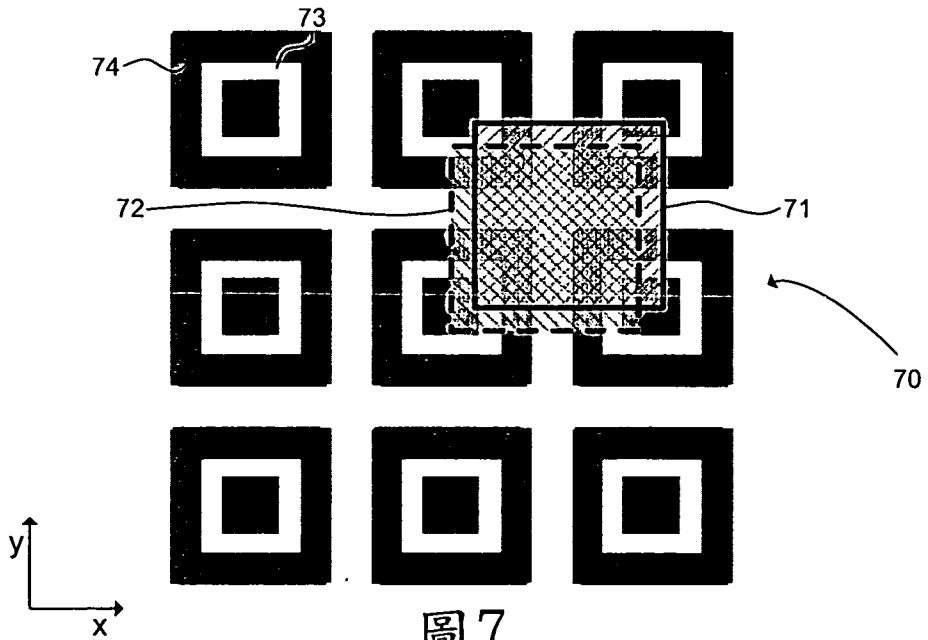


圖 7

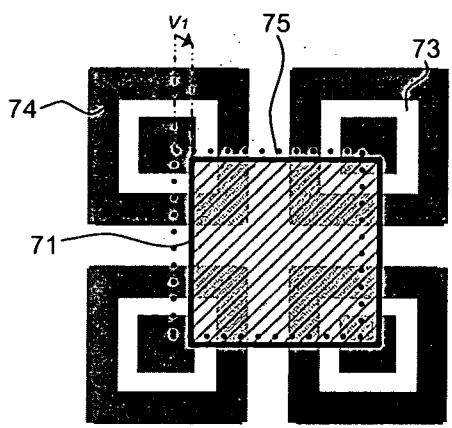


圖 8A

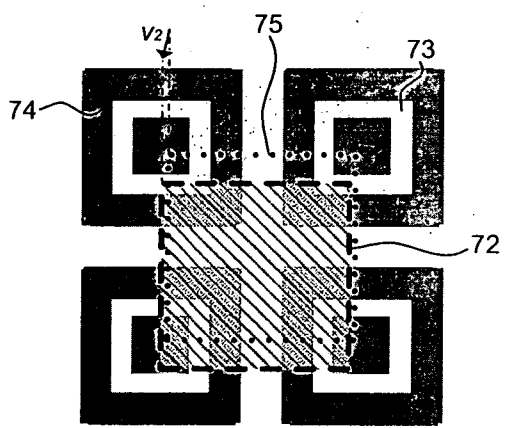


圖 8B

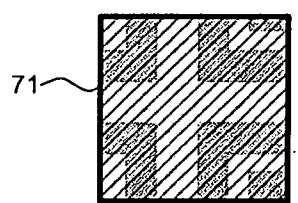


圖 9A

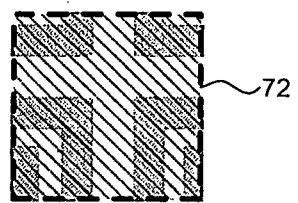
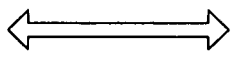


圖 9B

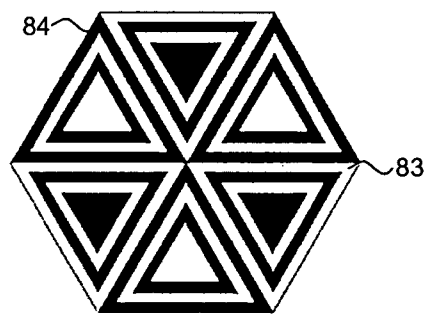


圖 10A

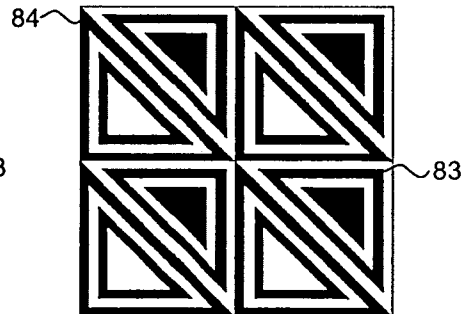


圖 10B

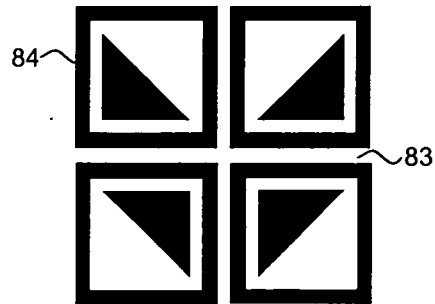


圖 10C

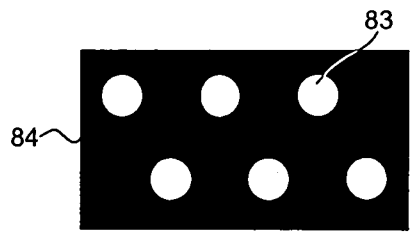


圖 10D

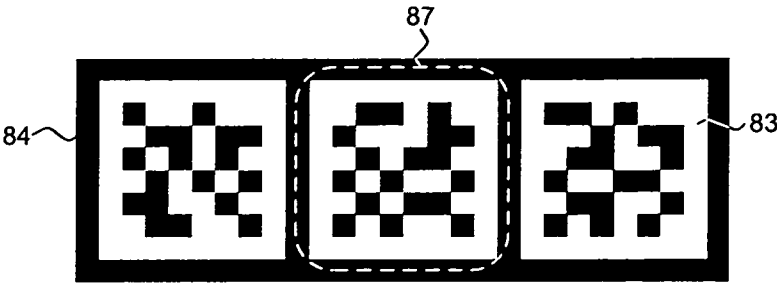


圖 11A

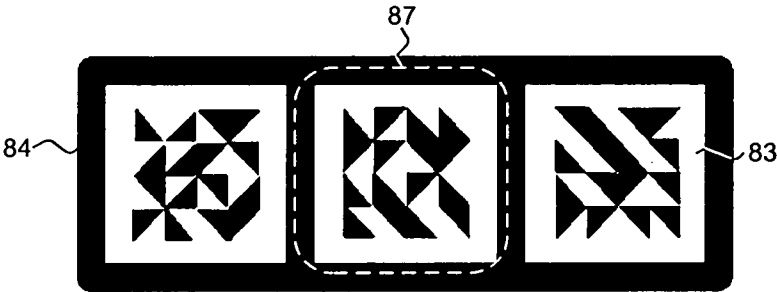


圖 11B

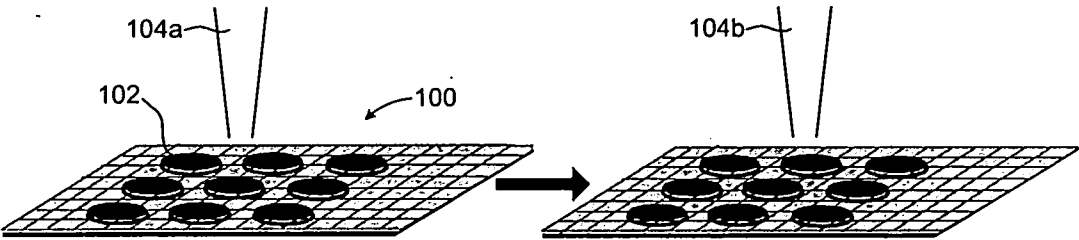


圖 12