



(21)申請案號：099116032

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 20 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/317 (2006.01)****G03F7/20 (2006.01)**

(30)優先權：2009/05/20 美國

61/179,762

(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：威蘭德 瑪寇 傑 加寇 WIELAND, MARCO JAN-JACO (NL)；凡 戴 佩特
 特意尼斯 VAN DE PEUT, TEUNIS (NL)；胡凡 馬克 HOVING, MARK (NL)；哈
 根尼斯 艾德文 HAKKENNES, EDWIN (NL)；范尼馬 諾爾 VENEMA, NOL (NL)

(74)代理人：閻啟泰

(56)參考文獻：

TW 200405421A

TW 200830055A

US 4467221

US 2005/0072941A1

US 2007/0029507A1

審查人員：鄧人豪

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：75 共 146 頁

(54)名稱

兩次掃描

DUAL PASS SCANNING

(57)摘要

本發明提出一種使用複數個帶電粒子小束以將晶圓曝光的方法。該種方法包含：識別在該等小束中的無作用小束；分配該等小束的第一子集，其用於將晶圓的第一部分曝光，第一子集不包括所識別的無作用小束；實行第一掃描，其使用該等小束的第一子集以將晶圓的第一部分曝光；分配該等小束的第二子集，其用於將晶圓的第二部分曝光，第二子集亦不包括所識別的無作用小束；以及，實行第二掃描，其使用該等小束的第二子集以將晶圓的第二部分曝光；其中晶圓的第一與第二部分不重疊且總共包含將被曝光的晶圓的完整區域。

A method for exposing a wafer using a plurality of charged particle beamlets. The method comprises identifying non-functional beamlets among the beamlets, allocating a first subset of the beamlets for exposing a first portion of the wafer, the first subset excluding the identified non-functional beamlets, performing a first scan for exposing the first portion of the wafer using the first subset of the beamlets, allocating a second subset of the beamlets for exposing a second portion of the wafer, the second subset also excluding the identified non-functional beamlets, and performing a second scan for exposing the second portion of the wafer using the second subset of the beamlets, wherein the first and second portions of the wafer do not overlap and together comprise the complete area of the wafer to be exposed.

指定代表圖：

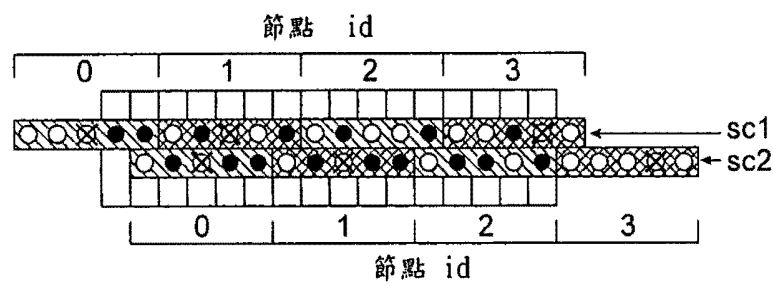


圖15

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於無遮罩(maskless)帶電粒子微影設備，且尤其關於數據途徑、用於實施修正的方法以及用於此類設備的掃描方法。

【先前技術】

用於積體電路的設計是典型為以電腦可讀檔案表示。GDS-II 檔案格式(用於圖形數據信號的 GDS 標準)是資料庫檔案格式，其為用於積體電路或 IC 佈局原圖的數據交換的微影工業標準。對於使用遮罩的微影機器，典型為使用 GDS-II 檔案以製造其接著由微影機器所使用的遮罩或一組遮罩。對於無遮罩的微影機器，GDS-II 檔案是電子式處理以使其成為適用於控制微影機器的格式。對於帶電粒子微影機器，GDS-II 檔案是轉換成為用於控制在微影製程中所使用的帶電粒子束的一組控制信號。

可使用預處理單元來處理 GDS-II 檔案以產生用於目前的微影系統的中間數據。視架構選項而定，此中間數據是位元映像(bitmap)格式或是以向量格式的區域描述。目前的微影系統是使用中間數據以使用大量的電子束來將圖型(pattern)寫入晶圓。

必須界定數據途徑的架構來實施其能夠以最低成本而放大到全域的高容量所需的所有特徵。對於全域的高容量機器所需的數據途徑特徵含有其為工具校準與製程變化所

需的不同型式的修正。

【發明內容】

本發明提出一種使用複數個帶電粒子小束以將晶圓曝光的方法。該種方法包含：識別在該等小束中的無作用小束；分配該等小束的第一子集，其用於將晶圓的第一部分曝光，第一子集不包括所識別的無作用小束；實行第一掃描，其使用該等小束的第一子集以將晶圓的第一部分曝光；分配該等小束的第二子集，其用於將晶圓的第二部分曝光，第二子集亦不包括所識別的無作用小束；以及，實行第二掃描，其使用該等小束的第二子集以將晶圓的第二部分曝光；其中晶圓的第一與第二部分不重疊且總共包含將被曝光的晶圓的完整區域。

第一與第二子集可實質為大小相等，而且第一與第二部分可實質為大小相等。第一與第二部分可各自包含從該晶圓的複數個場域所選擇的條帶。識別無作用小束之步驟可包含測量該等小束以識別失效或不合規格的小束。測量該等小束可包含將該複數個小束指向到感測器且偵測該等小束的存在、將該複數個小束指向到感測器且測量小束位置、將該複數個小束掃描到感測器且測量小束偏轉及/或將該複數個小束掃描到感測器且測量小束電流。

該複數個小束是可分成群組，各個群組的小束是用於將在晶圓的各個場域內的對應條帶曝光。關於複數個小束的晶圓位置在第二掃描開始時可為不同於在第一掃描開始

時。

該種方法可更包含：計算關於複數個小束的該晶圓的第一晶圓位置；在開始第一掃描前，將該晶圓移動到第一位置；計算關於複數個小束的該晶圓的第二晶圓位置；以及，在開始第二掃描前，將該晶圓移動到第二位置；其中第一位置連同該等小束的第一子集到該晶圓的第一部分之分配以及第二位置連同該等小束的第二子集到該晶圓的第二部分之分配造成第一與第二部分為由該等小束子集的僅有一者中的小束所曝光。

該種方法可替代更包含：執行演算法以確定第一位置連同該等小束的第一子集到該晶圓的第一部分之分配以及第二位置連同該等小束的第二子集到該晶圓的第二部分之分配將造成第一與第二部分為由該等小束子集的僅有一者中的小束所曝光。

該種方法可包括：根據小束控制數據在各個掃描期間為由小束熄滅器陣列以將該等小束接通及切斷。小束控制數據可包含用於在第一掃描期間將該等小束的第一子集切換的第一小束控制數據以及用於在第二掃描期間將該等小束的第二子集切換的第二小束控制數據，且其中該種方法更包含在第一掃描期間將第一小束控制數據傳送到小束熄滅器陣列且在第二掃描期間將第二小束控制數據傳送到小束熄滅器陣列。

該種方法可更包含：處理圖型數據以產生小束控制數據，且其中第二小束控制數據是在第一掃描期間所產生。

該處理可包含將圖型數據柵格化以產生小束控制數據，且其中對於第二小束控制數據的柵格化是在第一掃描期間所實行。圖型數據的處理可包含準備小束控制數據以供串流到小束熄滅器陣列，且其中第二小束控制數據是準備以供在第一掃描期間串流到熄滅器陣列。

該種方法可更包含：處理圖型數據以產生小束控制數據，且其中將被曝光的下個晶圓的第一小束控制數據是可在目前被曝光的晶圓的第二掃描期間所產生。處理圖型數據可包含將圖型數據柵格化以產生小束控制數據，且對於將被曝光的下個晶圓的第一小束控制數據的柵格化是可在目前被曝光的晶圓的第二掃描期間所實行。處理圖型數據可包含準備小束控制數據以供串流到小束熄滅器陣列，且將被曝光的下個晶圓的第一小束控制數據是可準備以供在目前被曝光的晶圓的第二掃描期間串流到熄滅器陣列。

該種方法可更包含：提供第一數目個處理單元，其足夠用於處理圖型數據以產生第一小束控制數據；提供第二數目個通道，其用於將小束控制數據傳送到小束熄滅器陣列，各個通道傳送對於對應群組的小束的數據；將該等處理單元連接到其對應於用於將晶圓的第一部分曝光之該等小束的第一子集的通道；處理該等處理單元中的圖型數據以產生第一小束控制數據；以及，將第一小束控制數據傳送到小束熄滅器陣列。

該種方法可更包含：提供第三數目個處理單元，其足夠用於處理圖型數據以產生第二小束控制數據；提供第四

數目個通道，其用於將小束控制數據傳送到小束熄滅器陣列，各個通道傳送對於對應群組的小束的數據；將該等處理單元連接到其對應於用於將晶圓的第二部分曝光之該等小束的第二子集的通道；處理該等處理單元中的圖型數據以產生第二小束控制數據；以及，將第二小束控制數據傳送到小束熄滅器陣列。

第一數目個處理單元是可足夠用於處理圖型數據以產生第一小束控制數據且處理圖型數據以產生第二小束控制數據，但是不夠用於處理圖型數據以同時產生第一與第二小束控制數據。對於每十二個通道可提供七個處理單元。

在另一個觀點，本發明提出一種微影系統，其包含：帶電粒子光學柱，其包括熄滅器，用於產生帶電粒子小束以供圖型投射到目標上；目標支座，柱與目標支座是相對於彼此為可動而納入在系統中，該系統更包含數據途徑，其用於處理圖型數據且將圖型數據轉移到該柱的熄滅器，該熄滅器是配置能夠關於在目標上的投射以將該等小束的各者接通及切斷，該數據途徑包含處理單元，其用於處理圖型數據成為投射數據，投射數據關於在目標支座與柱的相對移動時而形成小束的投射區域之在目標上的條帶，該數據途徑又包含連接到熄滅器的通道以供由該投射數據而個別控制小束，該系統更裝有開關以將處理單元在不同的通道之間切換連接。

【實施方式】

下文僅為舉例且關於圖式而說明本發明的種種實施例。

帶電粒子微影系統

圖 1 是顯示一種帶電粒子微影系統 100 的概念圖，系統 100 是分為三個高階的子系統：晶圓定位系統 101、電子光學柱 102 與數據途徑 103。晶圓定位系統 101 將晶圓以 x 方向在電子光學柱 102 之下方移動。晶圓定位系統 101 被供給來自數據途徑 103 的同步信號以將晶圓對準由電子光學柱 102 所產生的電子小束。

圖 2A 顯示一種帶電粒子微影系統 100 的實施例的簡化示意圖，其顯示電子光學柱 102 的細節。舉例來說，此類微影系統是描述於美國專利第 6,897,458 號、第 6,958,804 號、第 7,019,908 號、第 7,084,414 號與第 7,129,502 號、美國專利申請案公告第 2007/0064213 號以及共同申請中的美國專利申請案序號第 61/031,573 號、第 61/031,594 號、第 61/045,243 號、第 61/055,839 號、第 61/058,596 號與第 61/101,682 號，此等美國專利前案均為讓渡給本申請案的所有者且其整體為以參照方式而納入於本文。

在圖 2A 所示的實施例中，微影系統包含帶電粒子源 110，例如：用於產生擴展電子束 130 的電子源。擴展電子束 130 撞擊於孔隙陣列 111，其將部分的束阻斷以產生複數個小束 131。該系統產生許多個小束，較佳為在約 10,000 到 1,000,000 個小束的範圍中。

電子小束 131 通過其將電子小束 131 聚焦的聚光透鏡

陣列 112。小束 131 是由準直器透鏡系統 113 所準直。準直的電子小束通過 XY 偏轉器陣列 114、第二孔隙陣列 115 與第二聚光透鏡陣列 116。造成的小束 132 接著通過束熄滅器 (blanker) 陣列 117，其包含複數個熄滅器以將小束的一或者者偏轉。小束通過面鏡 148 且到達束光闌 (stop) 陣列 118，其具有複數個孔隙。小束熄滅器陣列 117 與束光闌陣列 118 是一起操作以藉由將小束阻斷或讓其通過而將小束接通或切斷。小束熄滅器陣列 117 可將小束偏轉以使得其將不會通過在束光闌陣列 118 之中的對應孔隙而是將被阻斷。若小束熄滅器陣列 117 未將小束偏轉，則其將通過在束光闌陣列 118 之中的對應孔隙。未偏轉的小束通過束光闌陣列且通過束偏轉器陣列 119 與投射透鏡陣列 120。

束偏轉器陣列 119 提供各個小束 133 在 X 及/或 Y 方向 (實質垂直於未偏轉小束的方向) 的偏轉，以將小束掃描遍及目標 104 的表面。此偏轉不同於小束熄滅器陣列所使用以將小束接通或切斷的偏轉。接著，小束 133 通過投射透鏡陣列 120 且投射到目標 104 之上。投射透鏡配置較佳提供約 100 到 500 倍的縮小。小束 133 撞擊於目標 104 的表面上，目標 104 是定位在晶圓定位系統 101 的活動台上。對於微影應用，目標通常包含其提供帶電粒子敏感層或抗蝕劑 (resist) 層的晶圓。

在圖 2A 所示的代表圖是極為簡化。在較佳實施例中，單個電子束是首先分割成為多個較小的子束，其接著分為更多個小束。此類系統是描述於美國專利申請案序號第

61/045,243 號，其整體為以參照方式而納入於本文。

在此系統中，各個子束是分為若干個小束，其可視為圖型束。在一個實施例中，各個子束是分為其排列在 7×7 陣列中的 49 個小束。小束熄滅器陣列較佳包含一個孔，其具有對於各個小束的關聯熄滅器電極，以致能各個個別小束的通/斷(on/off)切換。圖 3 與 4 顯示小束熄滅器陣列的一部分，其就每個圖型束為具有 9 個小束的實施例而言，各群組的小束為排列於 3×3 陣列。在圖型束中的小束排列及寫入策略是例如描述於美國專利申請案序號第 61/058,596 號，其整體為以參照方式而納入於本文。

束偏轉器陣列與投射透鏡陣列是對於各個圖型束較佳為僅包括一個孔與透鏡(例如：對於構成一個圖型束的各群組 49 個小束為一個孔或透鏡)。小束是典型為在其寫入單條帶(stripe)之群組中而組合(交插/多工)。

數據途徑架構

數據途徑 103 之一個實施例的簡化方塊圖是顯示在圖 2B 之中，且數據途徑的一部分亦出現在圖 2A 之中。小束熄滅器陣列 117 的切換是經由數據途徑所控制。預處理單元 140 接收其描述將由微影機器製造的裝置佈局的資訊。此資訊是典型以 GDS-II 檔案格式所提供。預處理單元實行 GDS-II 檔案的一連串變換來產生通/斷控制信號以控制小束熄滅器陣列 117。

控制信號是傳送到電光轉換裝置 143 (諸如：雷射二極體)以將電氣控制信號轉換為光學信號。光學控制信號是透

過光纖 145 所導引。在光纖輸出處的光束 146 是透過陣列的透鏡 147 而導引到有孔的面鏡 148 之上。從該鏡，光束是反射到束熄滅器陣列 117 的底側上。個別的光束是指向到束熄滅器陣列 117 的底側上的複數個光電轉換裝置(諸如：光電二極體)。較佳而言，小束熄滅器陣列上具有對於每個光纖 145 的光電二極體。光電二極體操作以致動個別的小束熄滅器電極來控制小束 132 的偏轉以將個別的小束接通或切斷。

用於控制個別小束熄滅器電極的控制信號是較佳為經多工，使得各個光束 146 載有用於一個通道的控制信號，該通道包含其共用一個光纖與光電二極體的若干個小束。多工光束是由光電二極體所接收且轉換為電氣信號。小束熄滅器陣列 117 包括邏輯操作，用於將光電二極體所接收的控制信號解多工以導出用於個別控制若干個小束熄滅器電極的控制信號。在較佳實施例中，用於控制一個圖型束的 49 個小束的個別控制信號是時間多工以供在單個光纖上傳輸，且為由小束熄滅器陣列上的單個光電二極體所接收。

除了多工以外，小束控制信號亦可為以框(frame)配置來供傳輸且可具有同步位元與附加編碼以改良傳輸，例如：使用編碼技術以達成頻繁的信號轉變，防止以 DC 耦合方式使用雷射二極體與光電二極體。藉由強制轉變，時脈信號是自動分佈在光學信號中。圖 12 顯示小束控制信號的實例，其具有對於(一個圖型束的) 49 個小束的定框、同步位元與多工控制位元。

以補償其為使用抗蝕劑性質的結果所發生的效應。數據調整亦可包括其為設計來補償在微影機器中所發生的誤差或失效之修正。

在帶電粒子微影機器的較佳實施例中，微影機器並未內建任何設施以供調整個別電子小束來修正在小束位置、尺寸、電流或束的其他特性之誤差。缺失為諸如：小束的失準或失效、低或高的小束電流、小束的不正確偏轉。此類缺失可為在微影機器之製造中的缺陷或容許度變化、阻斷小束或變成帶電及偏轉小束的污物或灰塵、機器構件中的失效或劣化、等等之結果。微影機器省略用於作成對小束的個別修正之修正透鏡或電路，以避免在納入附加的構件到電子光學柱來作成實際束修正所涉及的附加複雜度與成本，且避免由於納入此類附加構件所需要於該柱尺寸的增大。然而，小束控制信號的調處及/或晶圓的附加掃描可補償此等型的問題。在數據途徑所發生的失效亦可為由控制信號的調處且連同重新掃描晶圓所修正。用於作成此等修正的種種方法是於下文所描述。

冗餘掃描

上述的帶電粒子微影機器實施例具有在數據途徑中的許多個光纖與雷射二極體、對於各個圖型束的許多個靜電透鏡與偏轉器以及在小束熄滅器陣列中的極多個熄滅器元件。極有可能的是，失效可發生在有些此等構件中或是有些此等構件將會劣化或由污染物所影響而使其不在規格內實行。為了儘可能延長在系統維護間的時間，可週期性實

行檢查以判別失效或不合規格的小束或數據通道。此檢查可在各個晶圓掃描前、在晶圓的各個第一次掃描前或在一些其他便利時刻而實行。檢查可包括一或多個束測量，舉例來說，其包括如在共同申請中的美國專利申請案序號第 61/122,591 號所述，該件美國專利申請案其整體為以參照方式而納入於本文。冗餘掃描的主要目標是為了補償發生在 EO 柱的失效，由於在柱中的失效部分之更換耗時。然而，亦可使用冗餘掃描以對付在數據途徑中的失效。舉例來說，在一個通道中的失效光纖或雷射二極體可藉由在冗餘掃描期間將該通道切斷且使用另一個通道來寫入其將要由失效通道所寫入的條帶而作修正。

在失效或不合規格的小束為偵測處，可切斷小束以使其將要由該小束所曝光的條帶為未寫入。接著使用第二次掃描(稱為冗餘掃描)以寫入在第一次掃描期間省略的晶圓條帶。在諸如上述的圖型小束系統中，可切斷其包括失效或不合規格的小束之完整通道，且將不會寫入其將要由該通道的小束所曝光的晶圓場域的完整條帶。在實行整個晶圓的第一次掃描後，可接著實行冗餘掃描以填補遺漏條帶(及對於具有失效小束的其他通道的任何其他遺漏條帶)。

對於冗餘掃描，晶圓是在第一次掃描後而返回到起始位置，而且移位到其確保適當作用通道為可用於寫入遺漏條帶的位置。對於冗餘掃描的圖型數據較佳為在第一次掃描期間而準備於微影系統中，致使冗餘掃描能在第一次掃描完成後而儘快開始。較佳為不具有在第一次掃描結束與

冗餘掃描開始之間的顯著延遲，故對於冗餘掃描的數據較佳為快速可用在適當節點上。

微影機器較佳為能夠在一個掃描中寫入連續的線內(in-line)場域，且以平行於機械掃描的 x 方向的二個方向(即： $-x$ 與 $+x$ 方向)寫入。該機器亦較佳包括備用束(或圖型束)，其通常位在該柱的邊緣。

為了由適當作用通道在冗餘掃描期間寫入遺漏條帶，晶圓可關於該柱在 y 方向及/或 x 方向移位(偏移)其對應於條帶數目的量而直到具有適當作用小束的通道為定位以寫入遺漏條帶位置。此較佳為在台上的晶圓的機械偏移所達成。為了較佳處理所有種類的誤差位置(例如：第一個與最後一個通道的失效)，可能需要對於第一次與第二次掃描的偏移。

多次掃描

在“多次掃描”實施例中，對作用小束以及缺陷小束亦可使用第二次掃描來加強第一次掃描，而仍然達成冗餘掃描作用。在多次掃描中，晶圓的第一次掃描是寫入場域條帶的一部分且第二次掃描是寫入條帶的其餘部分，造成寫入晶圓各個場域的所有條帶。亦可將此原理擴展到三次掃描或四次掃描等等，雖然較多次的掃描增加用於將晶圓曝光的總計時間且減少晶圓產量。因此，二次掃描或兩次掃描方式為較佳。

結合第二次掃描與冗餘掃描是可能的，因為小束失效率是典型為低。可在第一次掃描前實行束測量以偵測失效

與不合規格的小束。使用此資訊，可計算第一次與第二次掃描，將造成其指定由作用小束掃描的晶圓的每個像素。如同在冗餘掃描中，較佳而言，當失效或不合規格的小束被偵測時，切斷其包括該小束的整個通道並且使用另一個作用通道(具有符合規格的所有小束)來寫入其將要由失效通道所寫入的條帶。

可使用種種演算法來計算將用於第一次與第二次掃描的通道及對於各個掃描所需要的晶圓偏移，造成所有條帶為由作用通道所寫入。對於二次掃描，演算法是在未使用任何通道的各個掃描間而尋找 50/50 分割的通道。可使用“蠻力(brute force)”方式來測試種種通道分配與晶圓偏移以找到適合的組合，或是可使用更複雜的匹配演算法。

因此，對於晶圓的總曝光電流是分配在二個(或更多個)掃描間。在多次掃描中，可使用第二次掃描(或第三次掃描或第四次掃描等等)來掃描其在第一次掃描中被指定給失效通道的條帶，如同在冗餘掃描中。不存在任何失效或失準的小束時，亦可使用多次掃描。將曝光電流分在二或多個掃描期間具有優點在於晶圓的瞬間加熱變得較不成問題。因為對於各個掃描的總小束電流降低，各個掃描給晶圓的加熱亦為降低。雖然總熱負載維持實質為相同，總熱負載是分散在多個掃描期間，造成較少的局部或瞬間熱負載。

使用多次掃描亦降低在數據途徑中的需求容量。當對各個晶圓使用二次掃描，數據途徑的數據傳輸容量在理論上為減半，因為各個掃描僅需要小束控制數據量的一半。

此需求容量降低是因為數據途徑所需的龐大數據傳輸容量與關聯的高成本而為顯著。對於上述的實施例，其中包含一個通道的每個圖型束為 49 個小束，可預期每個通道為約 4 Gbit/sec 的傳輸容量。具有 13,000 個圖型束(各個圖型束包含 49 個小束)的機器將需要其各者為 4 Gbit/sec 容量的 13,000 個通道。因此，顯著降低對於數據途徑的需求容量。

寫入策略

目前工業標準是 300mm 晶圓。晶圓是分為固定尺寸的場域，其具有最大尺度為 26mmx33mm。各個場域可作處理以產生多個 IC (即：對於多個晶片的佈局可寫入單個場域中) 而 IC 並未跨越場域邊界。就 26mmx33mm 的最大尺寸而言，單個標準晶圓上具有可用的 63 個場域。較小的場域是可能的且將造成每個晶圓為較多個場域。圖 5 顯示其分為場域的晶圓、以及寫入場域的方向。場域是在晶圓上的矩形區域，典型為具有 26mmx33mm 的最大尺寸。GDS-II 檔案是描述場域的特徵。寫入部分(不完整)場域亦為可能，舉例來說，藉由將完全場域寫為部分場域且跨越晶圓邊界。

在微影機器的較佳實施例中，機器產生 13,000 個子束且各個子束是分割為 49 個小束，造成 637,000 個小束(即：13000x49)。小束熄滅器陣列是在 26x26mm 的區域中含有 13,000 個光電二極體與 637,000 個孔。在小束熄滅器陣列中的各個光電二極體接收對於 49 (7x7)個熄滅器孔/小束之控制的多工控制信號。在距離 26mm 的 13,000 個子束造成在 y 方向(垂直於機械掃描)的寬度 2 μ m 的條帶且如同在 x 方向

的場域一樣長。各個子束的 49 個小束寫入單個條帶。

晶圓較佳為由微影機器在反向與順向的 x 方向所寫入(曝光)。(由偏轉器)在 y 方向的寫入方向是通常在一個方向。

當場域的尺寸(高度)是選取為小於電子-光學(EO, electron-optical)裂縫的尺寸(即：如投射到晶圓上的小束的完整陣列的尺寸)(例如：小於 26mm 的最大尺寸)，則多個場域可被置放在晶圓上，但是並非所有電子小束為將使用以寫入在晶圓上。EO 裂縫將必須多次掃描晶圓且整體產量將減少。

當機器為正在將圖型寫入場域時，在某個瞬間，小束熄滅器陣列進入下個場域且開始將圖型寫入其中，故機器應該能夠同時寫入二個場域。若場域為足夠小，機器應該能夠同時寫入三個場域。

小束熄滅器陣列的簡化形式是顯示在圖 3 與 4 之中，其中僅有 16 個光電二極體，各者接收對於 9 (3×3)個熄滅器孔/小束之控制的多工控制信號。具有關聯的熄滅器電極之熄滅器孔能夠將小束(或電子束)阻斷或是讓其通過。通過熄滅器孔的小束將寫入晶圓表面上的抗蝕劑。

在圖 3 中，熄滅器孔的配置是對於平行投射寫入策略所顯示；而在圖 4 中，此是對於垂直寫入策略所顯示。在圖 4 中，對於小束的熄滅器孔是分佈在整個條帶寬度，即：各個小束與相鄰小束是在垂直於寫入(掃描)方向的方向為等距離定位。此為可能，但對於少量的孔，就於束與小束電流之間的比率而論，此配置的效率將為極低。對於效率

在實例 B 中，在整個條帶寬度上交插小束。偏轉信號的頻率是低的而且其振幅是大的。相配交插掃描線的寫入策略是平行投射寫入策略。特別是對於在一個群組中的相當少量的小束，此策略允許較小的群組尺寸及改良的填滿比率。因為少量的小束，在晶圓上的群組尺寸是因為合理的填滿因數而顯著小於條帶。對於此寫入策略(平行投射)，可計算其為對於在一個群組中的特定數目的小束與某個小束間距所實現之一連串的像素尺寸。故，像素尺寸不是任意值。可添加在掃描線位元框中的額外位元以補償在小束熄滅器孔與條帶中央之間的最差情況的偏移。

平行投射是一系列的寫入策略。對於平行投射，所有小束以交插方式寫入整個條帶寬度。熄滅器孔網格無關於條帶寬度。

實例 C 是交插與堆疊的組合。對於實例 D，連續交插層是如同磚牆而重疊。相較於實例 C，此組態將提供在小束間的較佳平均。在條帶邊界，具有將寫入越過條帶邊界的小束。

圖 8 顯示掃描線如何將條帶填滿的實例。寫入策略是確定掃描線將如何使用對於小束熄滅器陣列上的小束的孔圖型所寫入。“平行投射”寫入策略的一個優點是其效率。使用一個電子束以作成該等小束。其效率是取決於孔的總面積(小束輸出電流)相較於孔群組面積(束輸入電流)的比率。對於相當少量的孔(49 個)，束(小束群組)的面積是為了可接受的效率而必須為小。對於“平行投射”，束(群組)

尺寸是小於條帶寬度。

像素尺寸是一個重要的系統參數。在熄滅器(孔的)網格與像素尺寸之間的關連性是在下文解說。

圖 9 顯示一種簡化的小束熄滅器陣列。對於各個小束，具有在小束熄滅器陣列中的一個對應孔、以及在各個孔的熄滅器電極。熄滅器包括電子電路，藉由使得熄滅器電極通電或斷電以將小束切斷或接通。僅具有四個孔的陣列是顯示作為簡單實例，且圖型束是由四個小束所組成。

按照網格，五列的掃描線圖型是類似於圖 8 的圖型而繪製。五列是對於在 1 到 5 之範圍中的特定 K 值所繪製。K 是關於(例如：由掃描之間的台移動所引起)在掃描線之間的距離的一個因數。藉由調整在 x 方向的台移動與在 y 方向的偏轉速度(掃描階段與返馳階段)之相對速度可達成不同的 K 因數。

在圖 9 之對於 $K=1$ 的列中，圖型是顯示當台移動群組寬度的距離時而將被寫入。在掃描線之間的距離是等於在對於此投射的熄滅器孔之間的距離，即：投射間距(P_{proj})。實際上，投射間距將為遠大於像素尺寸且為一個常數(微影機器的設計參數)。在圖 9 中的其他列是顯示當該台僅移動群組尺寸的整數分數而在 x 方向的掃描線距離發生為何。K 是此分數。

一些 K 值將造成重寫先前的掃描線。不應使用此等 K 值。避免此舉的 K 值是由方程式 $GCD(N,K)=1$ 所定義，其中，GCD 指出最大公分母，N 是對於一個通道在小束熄滅

在單圖型束上的 49 個小束的控制。此控制資訊可在被施加到對於各個小束的熄滅器電極之前而先作緩衝，或是控制資訊可在沒有緩衝的情況下而直接被施加。為此目的，可在小束熄滅器陣列上提供緩衝器。具有交插/多工的子通道之數據途徑的示意圖是顯示於圖 55，且解多工方案的示意圖是顯示於圖 56，其使用列選擇器與行選擇器來將多工的子通道解碼以分開對於各個小束的個別控制位元。

為了同步且指出在控制資訊串流中的哪個位元為屬於哪個小束，較佳為使用某種的定框，如在圖 12 的實例所示。在此實例中，使用框起始指示位元(在此實例為 7 個位元)在小束熄滅器上的定框器將同步到其的循環圖型中。

當 DC 平衡序列需要用於光電二極體側的 AC 耦合光學發射器與自動臨限調整，較佳為使用某種編碼。一個實例是例如 8b/10b 編碼。然而，此將造成較高的位元率，以 8/10b 編碼將對於位元率增加 25%。

信號的定框與編碼亦可作結合，例如：使用特定編碼字組以標示框的起始。

各個通道將載有對於若干個個別小束(例如：49 個小束)的數據。資訊將為以串列方式從數據途徑傳送到熄滅器。視在熄滅器上的解多工與同步實施而定，可能需要補償“熄滅器時序偏移”，其起因於熄滅器為歸因於串列數據傳輸在不同時間接收對於不同小束的控制資訊。存在數個可能的小束同步選項。同步實施主要視在熄滅器上的實施的可能性而定。

可用不同方式實行小束同步，例如：將所有小束同步到一個同步信號、將在一行的所有小束同步、將在一列的所有小束同步或是不將小束同步。對於具有排列在 7×7 陣列之每個圖型束為 49 個小束的實施例，為了將所有小束同步到一個同步信號，對於 49 個小束的控制數據可作緩衝且同步施加到用於小束切換的 49 個熄滅器電極各者。為了將在一行的所有小束同步，對於在各行的 7 個通道的控制數據可作緩衝且同步施加到用於該行小束的 7 個熄滅器電極。為了將在一列的所有小束同步，對於在各列的 7 個通道的控制數據可作緩衝且同步施加到用於該列小束的 7 個熄滅器電極。當並未實行任何同步，所有 49 個小束的控制數據可隨著該數據為由熄滅器所接收而直接施加到熄滅器電極。

對於行同步、列同步或無同步，個別小束像素時序將為不同。當在小束間有時序差異，差異可藉由將像素在 y 方向移位而作補償。此移位將恆為在子像素範圍中。因為移位是視列小束結合而定，補償是僅當即時執行柵格化而為可能。

縫綴(stitching)

因為場域為由多束所寫入，較佳為在不同束所寫入的場域部分間使用縫綴。縫綴誤差(由一束所寫入的圖型相對於相鄰束所寫入的圖型之移位)造成二個型式的微影誤差：臨界尺寸(CD)誤差(在縫綴邊界的線為太厚或太薄)與重疊誤差。對於重疊誤差，典型為容許 5 nm。縫綴方式是免除

CD 誤差的方法，CD 誤差是起因於縫綴誤差。可使用不同的縫綴策略。此等策略是例如：無縫綴、不整齊邊緣、軟邊緣與智慧型邊界。

對於無縫綴策略，預期的是，除了束的良好對準以外，並不需要特定手段。一束結束在其他束開始處。如果發生失準，線將出現在劑量為太低或太高之處。束光點將在某程度上使此效應平均。然而，無縫綴並非較佳。

不整齊邊緣縫綴策略是例如描述於美國專利公告第 2008/0073588 號，其整體為以參照方式而納入於本文。

對於軟邊緣策略，束寫入範圍將重疊。圖 58B 顯示其說明軟邊緣策略的圖例。圖型是在二束寫入處的二端而(在遞色之前)淡出。此策略具有其誤差為散佈在一個區域的效應，如在圖中的 $1\ \mu\text{m}$ 軟邊緣所示。此策略的副效應是在於某些像素可能被加倍寫入(即：用 200%劑量)。因為相當大的束尺寸，劑量將在數個像素間散佈。

智慧型邊界策略定義重疊寫入範圍，但是僅為讓一束寫入此區域。圖 58A 顯示其說明智慧型邊界策略的圖例。在圖示的實例中，使用 100 nm 重疊寫入範圍，例如：具有 4 nm 像素的 25 個像素。在二個條帶或場域之間的邊界或是靠近此邊界的圖型數據特徵的臨界部分將作識別且置放到一個條帶或另一者中。此造成在二個條帶之間的實際寫入邊界為移動以避免跨越特徵的臨界部分，使得臨界特徵將恆為由單束所寫入。

軟邊緣縫綴策略是在二個邊界平滑淡出到下一個條帶的

區域處。對於軟邊緣縫綴策略，可使用 $0.5\ \mu\text{m}$ 的最大過掃描長度。若發生 $5\ \text{nm}$ 的縫綴誤差，此造成在 $5\ \text{nm} \times$ 線寬度之區域中的 100%劑量誤差。若縫綴重疊為 $1\ \mu\text{m}$ ，此 100%劑量誤差為減少到 $100\% \times 5\ \text{nm} / 1\ \mu\text{m} = 0.5\%$ 。可設定總劑量誤差預算為 3%，且 0.5%劑量誤差是對來自此劑量誤差預算的縫綴誤差所供給的合理預算。

縫綴方法(軟邊緣或智慧型邊界)與過掃描長度可為每個掃描的選擇。降低過掃描長度將造成機器的較高產量。使用者較佳為能夠選擇軟邊緣或智慧型邊界縫綴策略及軟邊緣的尺寸。

所需數據途徑容量的降低

具有二個掃描的多次掃描使用造成微影機器以其最大容量的一半而寫入。此寫入容量降低使得數據途徑所需的硬體量為能夠顯著減少。

一個通道是在數據途徑中的一個工作單元。一個通道能夠在掃描期間寫入一個條帶。即時處理中所涉及的數據途徑的元件為：快速記憶體、處理單元、雷射、光纖與熄滅器。因為僅有 50%通道為現用於一個掃描，處理單元的數目可能為以大約相同的因數所減少。

同時串流較少個通道之處理單元減少具有下述優點：每個通道所需的較少個邏輯格(cell)、每個通道節點所需在快速記憶體頻寬上的硬性限制及所需的快速記憶體儲存尺寸的可能降低。減少處理單元的數目亦具有缺點：須有一種方式以對於適當通道連接處理單元與雷射，且新限制可

能讓掃描失效，尤其如果發生大量後繼(叢集)通道誤差。

在以下敘述中，運用節點的概念。一個節點具有連接的 Y 個(光學)通道且具有可用的 X 個處理單元。圖 13 顯示對於此類節點的一個模型。可商購的電氣至光學(E/O)轉換器是典型為含有 12 個通道(即： $Y=12$)。E/O 轉換器(例如：雷射二極體)將來自處理單元的電氣控制數據轉換為透過光纖而傳送到微影機器的熄滅器的光學數據。將 E/O 轉換器驅動的處理單元(例如：現場可程式閘陣列(FPGA, field programmable gate array))含有 X 個通道。可使用 $X*Y$ 交點來將任一個處理單元切換到任一個 E/O 轉換器。 $X*Y$ 交點是單獨的裝置或是整合在處理單元中。用交點，可能將任一個處理單元輸出(X)路由到任一個數據途徑輸出(Y)。

假使一些光學通道失效，首先對於在第一次與第二次掃描之間的移位的可能性必須作確定，其中所有條帶位置為由至少一個適當工作的通道所涵蓋。當可能移位位置為已知，確定是否可用的處理單元為在掃描間分配且涵蓋 100% 的條帶。

在圖 14 中，以概念圖顯示每個掃描的通道位置。如在圖 14 所示的條帶(藍色)是以此特定組合的通道誤差與二個個別移位值所寫入。區別重疊與非重疊的通道位置是重要的。對於在重疊的通道位置將正確寫入的條帶，在此位置對於一個掃描的工作通道必須為可用。對於非重疊的通道位置，在第一次與第二次掃描之間的晶圓移位將造成二個區域，其中僅可能用一個特定掃描來寫入條帶。在此區域

中的失效通道將中斷良好通道的序列。最左側的通道誤差(參閱：在圖中指向其的紅色箭頭)強制條帶在其右側開始。在左側，無法使用通道。典型而言，使用移位以使得重疊區域成為無誤差(使用二個掃描)，且可使用在重疊區域中的一些通道以達到將寫入之所需數量的條帶。

相較於不能寫入在重疊區域中的位置的可能性，不能寫入在非重疊區域中的位置的可能性是相對較高。因此，典型而言，在非重疊區域中的“良好通道”序列是短的。因此，使用 12870 個通道在二個掃描中涵蓋 13000 個條帶將是困難的，因為太過於取決在非重疊區域中的良好通道的相當大序列的可用性。使用 13130 個通道在二個掃描中涵蓋 13000 個條帶將較容易許多，因為成功將不是太取決在非重疊區域。實際上，很可能是在重疊區域中找到條帶的完整序列。

當將處理單元的數目減少時引入新的拘束。除了找到適當移位之外，必須找到對於第一次與第二次掃描之處理單元到通道的成功分配。在圖 15 中，顯示此舉的一個實例。對於此實例，假設其管理 5 個通道與 3 個處理單元的節點。白點指出通道為切斷，而黑點指出其為使用且處理單元為分配的通道。紅色十字形記號指出通道誤差。可驗證的是，並無節點違反對於特定掃描為具有作用在節點的最大三個處理單元的限制。

圖 16 顯示相較於對於非重疊區域的通道而使用較少個處理單元的結果。此圖顯示良好通道的最大序列是以對於

一節點的每五個通道為三個處理單元的限制所得到。最大長度等於每個節點的處理單元數目之二倍。對於其他移位值(圖 16 的移位是理想者)，在非重疊區域中的有用序列將實質為較小(查看當移位為增加 1 時所發生者)。因此，在非重疊區域中的通道甚至是不如先前(未考慮減少處理單元量)為有用。

除了在非重疊區域中的通道之較差利用外，基於相同限制的另一個弱點是在重疊區域中發生。在重疊區域中，減少每個節點的處理單元數目是轉變為對於誤差序列(誤差叢集)的靈敏度。對於每個 12 個通道的節點為 7 個處理單元之組態，處理單元數目的二倍加上一的叢集將造成失敗的分配。假使叢集是映射在單一個節點上，分配將對於處理單元尺寸加上一的叢集為失敗。每當掌控叢集為實際瓶頸時，仍存在將節點尺寸按比例放大(例如：24 個通道與 14 個處理單元)的可能性。此舉將降低對於大叢集的靈敏度。重要的是，系統是對於高達某個階層的通道誤差為強健。此外，如果發生減少處理單元，對於通道誤差的強健度是維持在合理的階層。

對於冗餘掃描概念的關鍵參數是條帶的數目、通道的數目、誤差通道的預期數目、誤差叢集的預期尺寸、每個節點的通道數目以及每個節點的處理單元數目。在識別通道誤差之後，系統將找出其造成長度為等於或大於需要條帶數目的“良好”序列之可能移位組合。“良好”序列是由在非重疊區域中的“良好”通道位置或在其至少一個通

道為“良好”處的重疊區域中的位置所組成。此過程將造成移位的清單與“良好”區域的起始與尺寸。

如果發生在通道與處理單元之間的一對一關係(即：無在數據途徑容量的減小)，成功的晶圓移位是成功的條件。如果發生處理單元為少於通道，成功的分配是附加要求。當所有的條帶位置是僅使用“良好”通道而由二個掃描的一者所寫入時，分配是成功的。按照掃描，節點不能分配較可用者為多的處理單元。

可能的分配策略是先分配其必須寫入某些條帶位置的通道。此等位置是典型為在非重疊區域中的位置與在一個掃描的重疊區域中的位置，其對應於在其他掃描中的誤差位置。假使任何節點需要較可用者為多的處理單元，分配企圖將失敗。

從一側開始，分配是通過條帶位置而反覆進行。處理單元是從其將最早離開範圍的節點而作分配。假使此類的節點是完全分配，來自其他掃描的節點應分配處理單元以寫入位置。假使任何節點需要較可用者為多的處理單元，分配企圖將失敗。可使用其他策略，其給予較佳的結果而找到在假使先前被拒絕時的分配可能性。

分配方案失敗的典型理由是在非重疊區域中的失敗的限制、沒有備用的處理單元以及大的誤差叢集。結合在特定位置的誤差通道之特定移位值經常造成失敗的分配。對於兩次掃描，備用的處理單元是超過節點應供應的通道數目半數的處理單元，例如：每個節點為 12 個通道與 6 個處

理單元的組態不具有任何備用的處理單元。

大誤差叢集最後將耗盡在特定節點的處理單元數目。叢集的影響是重度取決於其位置，因為確定是否一或二個節點應分配處理單元以寫入誤差位置。對於每個 12 個通道的節點為 7 個處理單元，一個節點最多可吸收 7 個誤差，而二個節點最多可吸收 14 個誤差。

圖 17 至 23 是曲線圖，其說明為了確定關於微影機器容量而改變數據途徑容量的效應之模擬實驗結果。曲線圖是顯示從 50 個實驗當中的成功數目。成功是意指已經找到一個成功的移位與分配。因為許多模擬是關於改變單一個參數，除非是另作指明，定義其為使用的一個預設參數集：條帶的數目=13000；通道的數目=13130；每個節點的處理單元數目=7；及，每個節點的通道數目=12。

12 個通道使用 7 個處理單元的節點是稱為 12/7 組態。在圖 17 中，顯示每個節點為不同數目個處理單元的效應，假設無大的誤差叢集(僅有小的自然叢集情形)。12/6 組態是視為降低的下限，因為每 12 個通道為 5 個處理單元的組態將總是失敗。12/12 組態是實際為沒有減少任何處理節點的組態；其成功僅是取決於找到一個成功移位(無分配限制)。模擬結果顯示，相較於 12/12 組態，對於 12/6 與 12/7 組態的強健度將稍微減小。

圖 18 是針對於如同在圖 17 中的相同組態的誤差叢集的效應。12/6 組態是對於尺寸 5 的誤差叢集為特別靈敏，尺寸 5 的誤差叢集是由於缺乏在節點中的備用處理單元所

引起。在關鍵位置的一個誤差將引起執行的失敗。12/7 與 12/12 組態並未顯示對於尺寸 5 的叢集之特別靈敏度。

改變通道數目的效應是顯示在圖 19 中。如果發生減少處理單元數目，非重疊的區域是幾乎為無用。此解釋對於使用 13000 個通道的不佳結果。具有較多個通道的組態將給予較多個具有“良好”序列的移位機會，主要因為較寬的重疊區域。模擬實驗顯示，具有 200 個誤差的 13130 個通道將造成平均 26 個成功的移位，而 13260 個通道將對於相同數目個誤差而造成平均 41 個成功的移位。使用 13000 個通道僅提供平均 14 個成功的移位。對於典型 12/7 組態，增加通道數目乃增大強健度。

圖 20 顯示當先前模擬是以誤差叢集為 5 的效應所擴大的結果。並未觀察出結合改變通道數目的任何顯著效應。

如稍早所述，強健度在當將處理單元數目從 12 個減少到 7 個而減小，且增加通道數目將改良強健度。圖 21 呈現當藉由使用較多個通道以嘗試補償其歸因於處理單元減少的強健度損失之結果。如可看出，當將組態從 12/12 改變到 12/7 的強健度損失可藉由將通道數目增加僅約 1%（例如：將通道數目從 13130 個增加到 13280 個）所補償。

注意，在模擬中使用的叢集均為其似乎為最差條件之特定尺寸的“單叢集”。其他叢集策略傾向提供較正面的結果。圖 22 顯示三種策略的比較：僅為注入單一個叢集；在固定距離注入儘可能多個類似的叢集（從起始位置到起始位置為 65 個）；及，在隨機位置注入儘可能多個類似的叢集

(然而在其間維持 20 個良好通道的最小距離)。注意，誤差叢集之間的固定距離產生許多相關性且將造成大量的成功移位。

當減少處理單元數目，大於尺寸為 5 的叢集將具有在強健度上的嚴重影響。此可在圖 23 所看出，其中，在具有叢集尺寸 5 的 12/07 (12/07@5)與具有叢集尺寸 8 的 12/07 (12/07@8)之間的強健度差異是顯而易見的。

若大於 5 的誤差叢集更頻繁發生，可使用替代方式來結合減少處理單元數目以減小叢集靈敏度。增大節點尺寸且使用可相比的比率(諸如：24/14 組態)是一個此類的替代者。此舉的效應可在圖 23 所看出，其顯示相較於 12/07@8 組態之使用 24/14@8 組態的較大強健度。

其他替代者是將通道隨機排列遍及於節點、或將通道系統式在節點間廣泛分佈。此等者將造成一個誤差叢集，其對應於多個不同節點而非為集中在一或二個節點。在此組態中，寫入叢集誤差的所有鏡射位置將不會是 1 或 2 個節點而是其多者的任務。然而，將通道隨機排列或是散佈可能具有其他負面的副作用，因為相鄰者(且潛在共用資訊)的概念消失。

分配策略最佳化：除了檢查分配限制外，分配功能性的重要任務可能是使掃描間的縫綴數目為最小化。

可從以上模擬所得到的結論是如下。減少每個節點的處理單元數目可顯著減少硬體的量。減少每個節點的處理單元數目將稍微減小強健度。對於兩次掃描，50% (例如：

12/6 組態)是用於減少每個節點的處理單元數目的下限。接近 50%的組態是對於小叢集的誤差(尺寸=5)為特別靈敏。12/6 組態因此不如 12/7 組態為佳，12/7 組態未顯示此靈敏度。12/7 組態似乎為對於每 12 個通道的處理單元數目的合理下限。為了良好強健度，通道數目較佳為大於條帶數目(+1%)。增加通道數目顯著提高強健度。因為減少每個節點的處理單元數目之強健度損失可藉由使用附加 1%通道而易於作補償。大的誤差叢集(>5)將戲劇性地減小強健度。

數據途徑要求

在圖 24 中的流程圖是顯示在微影系統中所涉及的處理的概觀與其相依性。瞭解相依性允許(就持續時間而論的)性能的分析且揭示對於平行執行以提高產量的機會。重要的主旨在於，對於一個掃描的圖型數據是可在執行前一個掃描時而作處理且/或載入到 RAM。

不同的相依性與其不同的機率或限制可能發生於不同架構。舉例來說，在處理 E1 (晶圓測量與定位)與 C1 (線內處理及/或載入數據以供初次掃描到 RAM)之間的相依性。對於架構選項 A (離線處理)，此相依性不存在。對於選項 C，此相依性可能存在，然而對於即時柵格化，此相依性將存在(小束與掃描線的即時結合)。

關於處理的典型性能要求：從伺服器下載新的圖型到串流器節點的局部儲存器<60 分鐘；要儲存在串流器節點的局部儲存器中的圖型數目 ≥ 10 ；機器是歸因於載入新影像而離線的時間<60 秒；若每個晶圓將實行柵格化一次，在將

修正參數更新與其為備妥以寫入之間的最大時間是 36 秒(6 分鐘的 10%); 及, 掃描曝光期間為 <3 分鐘。

時序與同步

時脈與同步信號可透過光纖而分佈到其他子系統(諸如: 偏轉器與晶圓台)。此具有優點為在子系統間的電流隔離與對於電磁影響的不靈敏度。可使用時脈變化以改變劑量。然而, 由於可藉由改變像素尺寸來補償劑量變化, 較佳為避免時脈變化以簡化其負責將數據傳送到熄滅器之數據途徑的實際部分的實施且排除在時脈頻率改變之後要重新同步所需要的時間。

使用固定時脈率的優點是在於時脈不再需要被分佈到數據途徑的不同構件之間。利用(在 FPGA 內側的)標準相位鎖定迴路(PLL), 在局部時脈頻率的變化可作補償。當需要較大的變化(諸如: $\pm 10\%$), 需要特別準備為能夠使得數據途徑子系統同步。

數據途徑較佳操作為對於整個微影系統的時脈主控器且將時序與同步信號提供到其他子系統, 諸如: 電子-光學柱(偏轉器)與晶圓定位系統。

修正

在上述的帶電粒子微影機器的實施例中, 不具有內建到微影機器的任何設施來調整個別電子小束以修正在小束位置、尺寸、電流或其他束特徵的誤差。微影機器省略修正的透鏡或電路來作成對於小束的個別修正, 以避免在納入附加構件到電子光學柱來作成實際的束修正所涉及的附

加複雜度與成本，且避免由於納入此類附加構件所需要在柱尺寸的增大。

因此，為了修正在小束位置、尺寸、電流等等變化的調整是藉由作成對於由數據途徑所提供的控制信號的修正調整而作成。對於種種理由所需要，作成數個型式的修正。此等修正包括修正以補償：

- 在小束位置的變化。歸因於在柱之製造中的變化，諸如：在孔隙陣列或小束熄滅器陣列中的孔的確實定位與尺寸的變化或由聚光透鏡或投射透鏡或偏轉電極所產生的電場強度的差異，小束可能失準。此類失準可用“圖型移位”來修正。

- 機械位置誤差。此等者可能造成整個晶圓場域為在 x 及/或 y 方向移位。此型式的場域移位亦可用“圖型移位”來修正。

- 在數據途徑的延遲誤差(例如：由數據途徑中的光纖長度的差異所引起)。此誤差可藉由在 y 方向移位來修正。

- 熄滅器時序偏移。由於將小束控制信號多工傳輸，多個小束是透過一個通道所控制且小束控制信號是串列式接收，即：對於不同小束的控制信號是由小束熄滅器陣列在不同時間所接收。視熄滅器設計而定，對於將小束接通及切斷(例如：小束可為以列或行的單位所切換)或個別小束將會遭受不同的偏移。視實現控制位元(小束被切換)的策略而定，此可能造成特定小束為相較於另一個小束而在稍後的時間所切換。此誤差的效應是在子像素範圍中。結果是

意以滿足準確度規格。使用小像素的缺點是在於：需要其相較於可用於通道的較大頻寬，此可能造成較低的產量或每個通道需要使用多個光纖。

在圖 35 中，顯示對於此架構選項的處理流程。重點是在改變批次的瞬間。處理流程可作分析以在微影系統整個過程找出其可用於將圖型數據載入的區間，使得此等處理可平行處理以使產量最大化。在中央條塊，批次是從圖型 A 改變到圖型 B。對於此圖，假設的是：沒有理由(因為失效束)將束與條帶重新配置。載入新圖型的主要部分(對於圖型 B 的主要掃描所寫入的條帶)可在最後的主要掃描為完成後而立即開始。此圖亦顯示：載入新圖型的第二次掃描/冗餘掃描部分可相當晚開始且應在當對於新圖型的第二次掃描/冗餘掃描應開始時而完成。

掃描 G 與 F 的持續時間都是典型為 2.5 分鐘。對於平行的處理 H 與 D 的總持續時間可為約 1 分鐘。因此，可用於載入總圖型的時間等於用於二個掃描與晶圓交換的時間(約 6 分鐘)，假設不需要在節點間的條帶數據重組。當新的失效通道是以處理 D 所找到，條帶數據重組可能是必要的。

圖 36 是對於離線柵格化架構(選項 A)的圖型串流器節點的主要元件的方塊圖。在圖 36 中，各個節點包含數個元件。節點 CPU 協調在節點上的處理且將數據到處移動。網路裝置是與伺服器(離線處理&中央處理單元)通訊且接收佈局數據到串流。

磁碟儲存單元儲存用於處理單元的位元映射。可能具

有數種版本的位元映射為可用在磁碟上。可藉由使用以某些 RAID 模式的磁碟陣列而改良可靠度與讀取性能。磁碟機的讀取速度是藉由條串化(RAID 0, 將數據分佈在磁碟陣列)而提高。可藉由將數據以冗餘方式儲存(RAID 5, N 個磁碟: 儲存尺寸= $N-1 \times$ 磁碟尺寸)而改良可靠度。

處理單元記憶體(PU-RAM)儲存圖型數據。當掃描時, 處理單元是從此 RAM 讀取其圖型數據。CPU 是在掃描之前將圖型數據載入到 RAM。處理單元將圖型數據串流且產生光學信號以供傳輸到熄滅器。

對於此組態的典型數據流是在圖 37 所顯示。圖型數據是由節點 CPU 從網路裝置所接收(1)且儲存在磁碟(2)。每當圖型數據是對於掃描所需要時, 節點 CPU 從磁碟讀出數據(3)且將其儲存在 PU-RAM (4)。當掃描時, 處理單元從 PU-RAM 讀出其圖型數據(5)。

此架構的重要特徵是 PU-RAM 的大小、PU-RAM 載入時間、磁碟載入時間、與磁碟大小。PU-RAM 載入時間(將所有條帶數據載入 PU-RAM 的時間)將主要取決於磁碟儲存單元的性能。關於磁碟載入時間, 對於新掃描的位元映射必須從伺服器下載, 且伺服器可能是對於通訊的瓶頸。磁碟載入時間可為藉由將從伺服器到節點的頻寬增大或是將在伺服器上的位元映射數據壓縮而改良。對於磁碟大小, 假設為了克服分佈瓶頸(伺服器頻寬), 可在磁碟儲存單元中儲存多個(例如: 10 個)圖型。視關於可用性或讀取速度的要求而定, 磁碟可針對於特定 RAID 階層而構成。

以離線與線內的概念，預處理像素的重新排序及映射可由其包含現場可程式陣列(FPGA)的處理單元所實行。此處理單元將允許全像素移位並且可將來自記憶體的数据重新排序以朝向熄滅器多工傳輸。

壓縮亦可用於架構選項 A。可能的組態包括：無壓縮、壓縮遞色影像或壓縮灰階影像。

對於無壓縮，圖型串流器節點將(未壓縮)遞色影像儲存在磁碟上。亦可能在分佈前而在伺服器將此影像壓縮。在此情況，圖型串流器應在影像接收後不論以何種方式將其解壓縮，但此似乎不會是瓶頸，因為存在對此處理的合理時間量。

對於壓縮遞色影像，壓縮降低分佈工作量(通訊時間)且降低 RAM 大小要求。對此解決辦法，離線處理應將遞色影像壓縮，而 FPGA 應將影像在內部解壓縮且將其處理。因此，在 RAM 的影像是較小許多。就圖 34 的功能單元而論，壓縮與解壓縮功能是插入在遞色之後，如在圖 39 所示。

壓縮可能對於遞色影像為較沒效，因為遞色影像含有許多零值，且非零區域是歸因於劑量值的變化而可能為難以壓縮。圖 40 顯示遞色的測試影像，使用單色(每個像素為 1 位元)影像。影像(圖 40)是當每次重複時改變劑量階層之圖 42 的遞色版本的 8 倍。由於每次重複時改變劑量，壓縮工具無法利用重覆且為較沒效率。GZIP 與 Optipng 是可能的壓縮方法。遞色影像的壓縮不容易且將大約傳遞 1:4 規模的壓縮比率(主要是壓縮零的序列)。使用 1:4 的壓縮比率，

使用 2 nm 像素的典型條帶影像的尺寸將造成每個條帶為 4352 MB 未壓縮與 1088 MB 壓縮、且每個串流器為 61 GB 未壓縮與 15.2 GB 壓縮(即：14x)。在此方案中，壓縮遞色影像將降低 RAM 大小為 16 G 位元組，提供對於載入時間(對單磁碟而言，磁碟->RAM 為約 2 分鐘)與分佈時間(伺服器->磁碟為約 1.5 小時)的優點。2 分鐘的載入時間適合用於處理流程中之載入的時窗。不利處在於，FPGA 是加強具有每個通道的解壓縮，其跟上約 5 Gbit/s 的即時數據速率。此外，伺服器較佳是在初始將所有數據壓縮。

對於壓縮的灰階影像，就圖 34 的功能單元而論，壓縮與解壓縮功能應是在轉列之後而插入，如在圖 41 所示。在轉列之後，離線過程應將灰階影像壓縮，且 FPGA 將影像解壓縮、遞色及處理。

圖 42 顯示一格(64x1000 nm@2 nm 像素)的轉列位元映射的實例。為了壓縮，使用 GZIP 與 optipng (均為開放原始碼的壓縮工具)。此二種方法均為無損失。GZIP 是通用的壓縮工具，而 optipng 是專用於壓縮 2D 影像。PNG 壓縮是由二個階段所組成，即：2D 預測濾波器與 GZIP 壓縮器，使得 optipng 提供優異的壓縮比。視在實際設計中找到的圖型而定，在較大影像中可能存在較多的重複。

使用 1:40 (PNG)的壓縮比與 2 nm 像素，壓縮率將影像收縮到可相比於向量格式的尺寸。然而，使用此方式需要將 PNG 解壓縮整合在處理單元 FPGA。當位元映射尺寸以一因數 4 而成長，壓縮影像是對於 GZIP 為僅成長一因數 1.3

選項，用於微影系統的輸入數據將是以向量格式的條帶圖型描述。將依需求(按照晶圓、按照數個晶圓、按照系列的晶圓)而進行柵格化。在總體偏移或是在總體劑量的變化可觸發線內柵格化。

適當的劑量是藉由改變像素面積所設定。可藉由改變 X 與 Y 像素尺寸二者而改變像素面積。然而，僅可將 X 尺寸改變到某些值(如關於圖 10 所論述)。為了總體劑量的微調，可使用對於 Y 尺寸的改變。假設固定位元率，Y 像素尺寸是藉由改變偏轉頻率以及使用不同的圖型定標因數所設定。

因為柵格化結果將用於所有場域，無法考量特定場域的子像素偏移。每個場域的偏移是較佳為最後捨入到全像素，其為由階段 5 (通道定框及多工)所即時考量。

修正可包括：

- 在 X 與 Y 的場域圖型移位(僅為全像素移位)。參數是每個場域為更新一次。
- 在 X 與 Y 的總體圖型移位(以子像素解析度)。參數是每個晶圓掃描為更新一次或多次。
- 透過圖型定標的總體劑量改變。參數是每個晶圓掃描為更新一次或多次。

每個小束的劑量修正以及子像素移位是均無法處理。根本原因是在 X 方向移位的能力，其控制列對小束的映射。為了限制誤差，此選項將典型導致使用相當小的像素尺寸(約 2 nm)。以小束將寫入每個場域的相同線之意義而言，

此選項相較於架構選項 B 是特例。換言之，對於小束映射的列是固定的且對於每個場域為相同。因此，可補償小束特定修正。因為子像素修正是適當實行，小束將以較大的準確度來寫入圖型。因此，像素尺寸是較大的(~ 3.5 nm)，其不會造成朝向熄滅器之較高的光學通道計數。

所有修正是被支援，然而，場域是位在理想的位置，且因此在場域間不具有在 X 與 Y 的偏移。處理流程可能是不同於架構選項 A。對於架構選項 B 與 C，新的位元映射必須在每個晶圓或數個晶圓而從向量輸入檔案所頻繁產生。

(F)主要掃描。假使新的圖型位元映射再生，可能具有在晶圓測量(E1)的相依性。圖 45 顯示如果發生相依性的處理流程。當不具有此相依性，處理流程將類似於圖 35 的處理流程。當有效估計對於再生所需要的資訊(緩慢變化的處理參數)，亦不具有相依性。故，再生可提早開始，但是必須在實際測量之後而確認。如果發生非預期的不匹配，重新開始再生且將損失一些產量。最後，考量在於：假使足夠 RAM 是可用的，可在主要掃描後而儘早開始處理。此對於處理的時框將再增加 2.5 分鐘。支援線內處理的解決辦法將需要極度強大的處理單元以滿足合理時序要求。對於最差的條件(2.00 nm 像素，最大縫綴)，要轉列的像素數目將是每個條帶為 35 G 個像素。向量數據的尺寸將是每個條帶為 606 M 位元組。在圖 46，顯示對於線內處理的架構。圖示架構顯示方塊“柵格化器(rasterizer)”。此方塊將是負責將向量格式轉列為條帶 B/W 影像的線內處理任務。用於實

施線內柵格化器的選項是：

- 離線，處理及控制。

● 使用 FPGA 邏輯。對於即時柵格化，FPGA 邏輯是為了相同目的所使用。對於即時柵格化，在 FPGA 的許多資源必須被使用以滿足性能要求。對於線內柵格化，使用 FPGA 技術，可用相較於即時形式為較少的資源來實施解決辦法。

● 使用 GPU 技術。圖形處理單元 (GPU, Graphical Processing Unit) 是典型為用於視訊處理的處理器。此等處理器是在用於轉列 3D 圖像 (遊戲, Vista) 的消費者系統 (桌上型與膝上型) 所見到。GPU 是利用大量平行性。G80 架構利用 128 個分緒 (thread) 處理器，而技術現狀的卡 GTX280 利用 240 個分緒處理器。分緒處理器的性能是概略為 Intel 核心 CPU 的五分之一。GPU 的性能是明顯取決於在其任務中的平行性程度。轉列是相當容易平行化的任務。(在一個方向的) 遞色任務是某個程度 (對角線) 平行。

● 使用技術現狀的多核心 CPU。現今的多核心 CPU 是極為強大的。實例是 Intel 的新架構：Core 17 技術。FPGA 解決辦法是顯然為相對便宜的解決辦法。相較於架構選項 D (在 FPGA 即時柵格化)，對於此解決辦法的性能要求是較為放寬許多 (對於 7 個條帶為 2.5 秒，相較於對於 14 個條帶為 6 分鐘)。因此，FPGA 是較小 (且較便宜) 許多。儘管如此，可行性是取決於 VHDL 的轉列演算法實施的可行性。

當對軟體解決辦法評估，GPU 技術將會是最佳，因為在 GPU 可用的高度平行性將使得轉列任務獲益。不利之處

在於：GPU 技術正快速發展中。藉由提供穩定的計算統合裝置架構(CUDA，Compute Unified Device Architecture) API，此快速發展硬體的問題(至少由 NVIDIA)已經解決。此 API 適用大範圍的圖形卡型號與版本。現今，甚至存在為了高性能計算(Tesla)的產品線。此產品線針對於科學計算而非為遊戲繪圖。

對於此架構，處理是於以下步驟所描述。

向量格式輸入檔案是從伺服器轉移到硬碟。在開始初始掃描之前或在參數變化之後，柵格化模組應將輸入檔案處理以產生新的位元映射。位元映射是儲存在處理單元的 RAM 記憶體。當掃描時，處理單元從其 RAM 讀出位元映射數據。此處理對於架構選項 A、B 與 C 是類似的。柵格化器是使用 FPGA 技術所實施。邏輯將類似如同用於即時柵格化選項。相較於即時解決辦法，線內解決辦法是較為輕型許多。因此，將需要較少的邏輯格。對於 FPGA 解決辦法，存在對於數據流的二個選項。在圖 47 中，顯示數據流，其中，FPGA 將其輸出直接儲存在 PU-RAM。假使柵格化的邏輯是結合在如同處理單元的同個 FPGA，此解決辦法是適當的。在此例，構件共用相同的記憶體控制器。根據圖 45 的處理圖，處理是能夠平行執行。然而，潛在的干擾是將 FPGA 分離的理由。另一個可能性是在圖 48 所顯示，其中，節點 CPU 將負責從 FPGA 提取結果且將其儲存在 PU-RAM。在圖 49 中，顯示在主機與 GPU 之間的通訊。主機將程式(核心)與數據儲存在 GPU 的 DRAM 中且將程式觸發。多處理器從

DRAM 提取其需要的數據且將結果寫回到 DRAM。在總作業完成時，主機將從 GPU 的 DRAM 提取數據。在主機與 GPU 之間的介面是典型為 PCIe x16 匯流排且在數據轉移中涉及 DMA。當使用標準 GPU 硬體，在 CPU 節點與 GPU 卡之間的介面是 PCI-Express/16。GPU 的內部架構(參閱：圖 51)顯示其完全集中在平行性。此特定 GPU 含有 30 個多處理器及每個多處理器為 8 個分緒處理器。此相加起來為 240 個分緒處理器。多處理器採用單指令多數據(SIMD, Single Instruction Multiple Data)型態且對其 8 個分緒處理器使用晶載的(快速)共用記憶體。為了利用 GPU 架構的性能，其任務是分成多個平行任務。柵格化任務是由二個子任務所組成：轉列與遞色。

轉列任務的性質是在於相當容易平行化。將掃描線或甚至像素轉列可視為獨立的處理。遞色任務的性質是較為串行，因為量化誤差是以二個方向傳播(在遞色移動方向的相同線上且到下條線)。然而，當僅在一個方向遞色，遞色是沿著對角線而平行化。將下條線遞色應延遲一或二格以正確處理前條線的量化誤差。

使用 GPU 的缺點包括：GPU 不便宜；在執行時的可觀的功率消耗(例如：TDP=200 W)；以及，產生對於制衡運用其功率的 GPU 的平行碼不是普通的任務。

多核心 CPU 解決辦法：當使用強大的多核心 CPU 作為節點 CPU，節點 CPU 將能夠執行柵格化任務。圖 52 顯示對此組態的典型數據流。CPU 從硬碟讀出向量輸入數據(3)。

CUP 將實行柵格化任務且將位元映射儲存在 PU-RAM (4)。當掃描時，處理單元從 PU-RAM 讀出位元映射(5)。

缺點包括：處理器的費用；可觀的功率消耗(Intel Core2 Extreme 四核心處理器：TDP=130 W)；以及，相當低度的平行性(用於 Intel Core2 四核心處理器的 4 個核心)。

對於線內柵格化，不同的解決辦法是可行的。然而，線內柵格化顯露一些共同的特徵：PU-RAM 尺寸。如同對於離線柵格化，線內柵格化要求位元映射儲存在 PU-RAM。架構選項 B 需要小的像素尺寸(例如：2.00 nm，參閱附錄 A.1)且因此需要儲存大約 61 G 位元組的(未壓縮)位元映射數據。對於架構選項 C，使用較大的像素(例如：3.50 nm)。對於 3.50 nm 像素，20 G 位元組將是適當的。RAM 載入時間。對於此解決辦法，假設僅有向量輸入數據是儲存在磁碟上(總尺寸 8.5 GB)。每當需要新的位元映射，向量輸入數據是從磁碟所讀出且經柵格化以及被儲存在 PU-RAM。在此情形，磁碟數據速率似乎不是瓶頸。對於此解決辦法的瓶頸將是柵格化器。其性能是取決於多個因素且無法容易作預測。替代方式將是在稍早階段來實行柵格化。位元映射可儲存在 PU-RAM 或是於磁碟。將中間的位元映射儲存於磁碟具有缺點在於，將具有對於載入時間的明顯瓶頸(參閱：架構選項 A)。

磁碟載入時間：對於新掃描的向量輸入數據必須從伺服器所下載。伺服器將顯然是對於通訊的瓶頸。對於改良磁碟載入時間的選項是將從伺服器到節點的頻寬增大或是

將在伺服器上的位元映射數據壓縮。在磁碟儲存單元上儲存 10 個版本的位元映射將必需 85 GB 的儲存容量。改良可靠度(及讀取性能)提示使用鏡射組態(RAID 1)且使用二個 100 GB 的磁碟。

假設主要演算法是大程度地平行化，在 CUP 與 GPU 之間的概略性能比較是基於以下特徵而作出：Intel CPU 核心是以因數 5 而勝過分緒(thread)處理器；Intel CPU 含有 4 個核心；及，GPU 含有 20 個分緒處理器。

再假設平行性的全利用，性能比率(Intel:GPU)的要點是四核心： $\text{GPU}=(4*5):240=1:12$ 。實際上，數個因素將降低此“理想”比率。因素是：執行成本的差異(對於此品牌的 GPU，整數除法的代價相當高)；平行性程度；可將平行碼寫入的程度；在限量的局部記憶體中可執行多少個分緒；因為單指令多數據(SIMD)處理器的使用。在 SIMD 群組中典型具有 8 個分緒處理器。此意指執行途徑因為總是(串行)執行分支的二側而擴展。

另一方面，像是 Intel 處理器之多核心的解決辦法使用共用的快取記憶體。視數個因素而定，當多個核心為現用時，每個核心的性能將降級。在此章節，作出其使用 Intel CPU 之柵格化(轉列與遞色)性能的估計。

為了估計性能，已經以 C++來實施轉列與遞色模組。僅使用 C++的 00 特徵，而不是任何性能關鍵指令，像是：新、刪除或像是串列或佇列的任何先進數據結構。64*1000 nm 格是使用為用於轉列與遞色的單元。藉由比較向量格式

輸入與位元映射輸出而用視覺確認的是：轉列與遞色是如所預期。Visual C++ 2008 編譯器已經使用為致能對於速度的最佳化。

用於轉列的演算法是掃描線方式。使用現用邊緣表格以維持其相交至少一條掃描線(像素線)的邊緣組。使用像素尺寸是 3.5 nm (架構選項 C)。儘管指定最多為 64 個邊緣，每格使用 52 個(81%)為合理的平均值。

為了測量，已經選擇具有現代 CPU 的機器。CPU 是以 2.14 GHz 執行的 Core 2 Duo (6400) 且具有執行視窗 XP 作業系統的 2GB 的 RAM。

使用的輸入向量格式是在格中的一組閉合多邊形的規格。劑量格是被省去，但是處理納入 Y 相依的劑量因數。對於轉列在 y 方向的移位總是 0，但是演算法納入對於掃描線相依移位值的作業。

碼的最佳化是藉由測量碼改良所進行。正規的剖析器是因為其有限的時間解析度而不適用。反而，已經使用在 Win 32 API 中的“QueryPerformanceCounter”。此計數器使用以 ns 解析度的 CPU 時間戳記計數器。碼是已經基於 QueryPerformanceCounter 的結果而由人工所最佳化。在最佳化之後，負載是以下列的分數部分而分佈在應用程式：轉列 55%、遞色 27%、與輸入處理 18%。

所述機器的單核心可在 8.7 秒內執行 100,000 個格轉列循環。此轉化為每秒執行 11,494 個循環。此外，用雙核心的執行是幾乎為以線性方式所定標(8.7 單核心 100,000 個格

僅是從記憶體擷取轉列的像素數據所構成。

為了將向量數據轉列到像素，各個條帶是分為以向量格式之 62.5 nm 的子條帶。對於(最大) 500 nm 的軟邊緣，要處理的子條帶數目是 $2000+500+500/62.5=42.8$ 個子條帶。各個子條帶是在子條帶管道中轉列。各個管道將以約 100 MHz 操作，且 48 個管道將因此產生近乎需要的 5 Gbit/s。

在管道的頂端，使用 FIFO 以越過從記憶體時脈域到處理時脈域的時脈域邊界。此 FIFO 亦作為中間的儲存緩衝器，由於記憶體頻寬必須在多個條帶共用。FIFO 含有稜角數據與劑量映射數據二者。轉列應用可隨機定址在 FIFO 底部內。FIFO 必須含有至少三個區塊的數據以允許對於記憶體仲裁器的一些鬆弛。各個區塊的數據含有 272 個位元組。3 個區塊的數據=816 個位元組。標準的區塊隨機存取記憶體含有 18 K 位元的數據=2 K 位元組的數據。此意指的是：從數據尺寸的觀點，各個區塊隨機存取記憶體(blockram)可適用於 3 個子條帶管道。然而，從數據可用性的觀點，各個管道應在頂端使用其本身的區塊隨機存取記憶體。

各個子條帶管道需要一些內部 FF 與 LUT 以供處理。假設，可用的 FF 與 LUT 的數目及 BLOCKRAMS 的需要數目是超過必要的數目。

重新排列像素以供多束曝光。

在子條帶管道的底端，或若為在記憶體的位元映射數據而直接在記憶體埠之下，數據是儲存在另一個 FIFO。此

FIFO 必須含有至少為 245 線的數據，其是用 $K=5$ 以 49 個小束將像素寫入所需要。各線將(最多)含有 $3000 \text{ nm}/2 \text{ nm}=15000$ 個像素。 $15000 \text{ 個像素} \times 245 \text{ 線}=367,500$ 位元。此等於 20 個區塊隨機存取記憶體，其化整為 32 個區塊隨機存取記憶體以利於處理。

定框器/多工器從此等 32 個區塊隨機存取記憶體讀取且形成適用於傳送到雷射的框。此等框是儲存在另一個 FIFO 區塊隨機存取記憶體，其為必要以作為在 MGT 時脈域間的非同步邊界並且作為彈性的儲存單元。

基於格的輸入格式

向量表示法是典型為用於產生圖型數據，諸如：GDS-II 或 OASIS 格式。如上所述，不同的操作模式可能用於帶電粒子微影系統。上述的一個模式是即時柵格化模式，其中，以基於向量的輸入格式之圖型數據是被使用且由處理單元(諸如：FPGA)所即時處理(即：對於晶圓的一組場域的圖型數據是當該組場域的掃描發生時而至少部分被處理)。

基於格的輸入格式可被用於此即時柵格化模式。輸入格式的一個實施例描述了二個方面：特徵佈局與劑量率。特徵佈局是使用基於格的方式所描述，對於即時 FPGA 轉列與遞色為適合且為最佳化。劑量率是由涵蓋所有特徵區域(例如：場域)的固定尺寸網格所描述。

用於圖型數據之基於格的格式可產生其具有較可預測尺寸的數據組，有利於將圖型數據串流到微影系統以供即時及/或硬體處理。以向量格式的圖型數據提供每格為較不

可預測的尺寸。可使用以位元映射格式的圖型數據，但將須作壓縮以供從預處理系統轉移到微影系統。位元映射數據的壓縮量可能每格為可觀地變化，視存在格中的特徵而定。將此類壓縮數據串流到微影機器且然後將數據解壓縮造成未壓縮數據之不可預測的傳輸率。

預先知道每格最多含有多少數據(位元)、及若圖型數據被壓縮所達成的何等壓縮因數(例如：當相較於若以位元映射格式所編碼的總尺寸)是有利的。基於格的格式是設計具有此等特徵。此為期望，因為提供保證基於格的圖型數據總配合某個尺寸的記憶體(在設計時所選取的記憶體大小)，其為實質小於未壓縮位元映射數據的大小。對於使用通用壓縮演算法(諸如：ZIP)所壓縮的位元映射無法提供此保證。亦為期望，因為提供保證基於格的圖型數據可在某個最大時間量內轉換為位元映射，此在如果發生即時柵格化時是重要的。

甚者，若涵蓋位元映射場域的某個區域的特定格必須從以基於格的格式編碼的“壓縮檔案”所讀出，立即知道此格是編碼在檔案中的何處(無須如同將為若檔案是以例如GDSII格式(其中特徵是隨機存在於檔案中)的情形而尋找此區域)。

基於格的格式是因為其按照格所排列而亦為較適用於串流到微影系統，且將圖型數據以待掃描的格順序排列是相較於向量格式而相當直接簡單。

在基於格的格式亦由於僅將在各格中的特徵相對位置

編碼而存在附加量的“壓縮”。此相對位置結合格的位置提供在場域中的特徵的絕對位置。相對特徵位置具有較少個可能值(受限於格的尺寸)且因此相較於關於場域的絕對位置而需要定義較少個位元。

用於描述特徵佈局之基於格的輸入格式之此實施例的相關參數是總結如下。

名稱	值
網格解析度	0.5 nm
臨界尺寸(CD)	22 nm
最小特徵間距	64 nm
可能線角度	$n \times 45$ 度
圖型劑量映射	50%-100%
圖型劑量映射網格尺寸	CD
圖型劑量準確度	0.2%步進尺寸

對於特徵佈局格式，最小特徵間距是重要參數。最小特徵間距是本質上限制特徵密度。意指的是：在最小特徵間距的距離內，特定的轉變(例如：ON->OFF 或 OFF->ON)僅可發生二次。

在圖 67 中，顯示一個實例的圖型佈局，其具有遵從最小特徵間距(P)的特徵(較淺色的區域)。

特徵描述的重要結果是在於，64x64 nm 的一個轉列格應最多描述 4 個稜角。當以此類轉列格來描述特徵，轉列格索引提供其基準位置。在轉列格之內的特徵可使用相對位置來描述。

名稱	位元數目	基本原理
X 位置	8	64 nm@0.5 nm
Y 位置	8	64 nm@0.5 nm
Edge1 方向	3	8 個方向
Edge2 方向	3	7 個方向可能，等於 Edge1 是特例：項目未使用
襯線尺寸	5	0 意指截止(off)
總計	27	

為了從其場域值來計算襯線尺寸，可使用不同策略，例如：查表，其中，場域值是使用作為在預先定義表格中的索引，或是藉由計算(例如：襯線尺寸=值*0.5 nm，因此其範圍為 0...15.5@0.5nm，假設為正襯線尺寸)。

對於一個實施例的轉列格數據的規格是提供在下表：

名稱	每個單元的位元	單元數目	總位元
稜角	27	4	108
劑量映射 3x3	8	9	72
總計			180

下表是總結當使用上述格式時的數據量。對於此數據量表格的假設是不具有縫綴。

名稱	公式	結果
每個格的位元組數目	180 位元 / 8	23 位元組
每個條帶的格數目	$33\text{mm}/64\text{nm} * 2\mu\text{m} / 64\text{nm}$	16E6 格
每個場域的格數目	$13000 * 16\text{E}6$	209E9 格
每個場域的位元組數目	$209\text{E}9 * 23$	5T 位元組
每個條帶的位元組數目	$16\text{E}6 * 23$	370M 位元組

可能存在數據壓縮的機會。舉例來說，預期的是：多個格是含有少於 4 個稜角，且對於所有劑量格，劑量率可能為相同值。

定義固定尺寸的數據結構將減輕 FPGA 設計(定址以及載入)的任務，但是具有對於記憶體的后果。對於通訊以及(磁碟)儲存，可使用標準的壓縮技術來將數據壓縮。此當未使用記錄為填充相同值(例如：對於未使用稜角是均為零)而很有效。壓縮亦對於重覆值為有效，如同對於劑量映射的類似值。

對於上述實施例的一些設計問題是：

- 每格最多為 4 個稜角可能是不夠的；
- 在相鄰格中尋找襯線是在處理時間與記憶體為昂貴且若是可能而應避免；
- 襯線可能為不同於預期者的形狀；
- 每格為固定個稜角是合意於硬體實施；
- 每格為大的固定數目個稜角造成龐大的數據量；

名稱	每個單元的位元	單元數目	總位元
稜角	26	64	1664
劑量映射 3x3	8	64	512
總計			2176

下表是總結當使用上述格式時的數據量。對於此數據量表格的假設是不具有縫綴。此估計並未考量捨入，其當將資訊儲存在實際 RAM 時而發生。

名稱	公式	結果
每個區塊的位元組數目	2176 位元 / 8	272 位元組
每個條帶的區塊數目	$33\text{mm} / 1000\text{nm} * 2\mu\text{m} / 62.5\text{nm}$	1056000
每個場域的區塊數目	$13000 * 1\text{E}6$	13.7E9 區塊
每個場域的位元組數目	$13\text{E}9 * 272$	3.4T 位元組
每個條帶的位元組數目	$1\text{E}6 * 272$	274M 位元組

存在壓縮的機會。舉例來說，預期的是：多個區塊是含有少於 64 個稜角，且對於相鄰的劑量格，劑量率將具有類似值。然而，壓縮亦導致較複雜的實施。數據可能是在被輸送通過系統時而作壓縮。

由資訊的理論觀點，將具有所有座標的所有稜角編碼是不必要的。然而，此戲劇性地減少在實施中的計算工作量。亦將區塊邊界交叉編碼是可為裨益的。此增加稜角的數目，但是將在 FPGA 中的計算工作量減少更多。此外，應納入考量的是：整個轉列過程應可從數據的二端所執行。在一個方向將一些“明顯”資訊省去，可能當在其他方向

掃描時而引起問題。

區塊是同樣可能定位在偏轉掃描方向。存在為何不應如此的二個理由。實施的平行性必須在條帶內的數個條帶處理數據，且若是以此方式定位數據，此將是不可能的。此外，在偏轉掃描方向的粒度將是 1000 nm，其對於縫綴為不合意。在目前情況，包括縫綴區域之條帶寬度的粒度是 62.5 nm。

將數據封包在記憶體應該得到一些想法。若對於劑量映射的數據是儲存在不同於稜角數據的個別位元路徑可能會有所助益。

使用先前段落的方式具有以下裨益：

- 數據量較小(例如：3.5 TB 而非 5 TB)；
- 特徵解析度較高(例如：0.25 nm 而非 0.5 nm)；
- 對於視線且對於在局部範圍的稜角數目，彈性較高；
- 實施較不複雜。

圖型束微影系統

圖 74 顯示一種帶電粒子多個小束微影系統 1 的實施例的簡化示意圖，微影系統 1 是基於其不具有所有電子小束的共同交越的電子束光學系統。此光學系統是詳述於美國專利申請案序號第 61/045,243 號，其整體為以參照方式而納入於本文。

此種微影系統適當包含：小束產生器，其產生複數個小束；小束調變器，其將該等小束圖型化為調變的小束；及，小束投射器，其用於將該等小束投射到目標表面上。

小束產生器是典型包含源與至少一個孔隙陣列。小束調變器是典型為小束熄滅器，其具有熄滅偏轉器陣列與束光閘陣列。小束投射器典型包含掃描偏轉器與投射透鏡系統。圖 74 並未明確顯示本發明的晶圓定位與支撐結構。

微影系統 1 尤為適以結合如本文所述的所謂的兩次或多次掃描來實施冗餘掃描功能性。到目標表面上的掃描線準確度的此達成改良致使能夠實現第二次掃描，其將在第一次掃描順序中所留空的間隙填滿。

在圖 74 所示的實施例中，微影系統包含電子源 3，其用於產生同質、擴展的電子束 4。束能量較佳為在約 1 到 10 keV 的範圍中維持相當低。為了達成此舉，加速電壓是較佳為低，電子源較佳為相關於在接地電位的目標而保持在約 -1 到 -10 kV 之間，雖然亦可使用其他設定。

來自電子源 3 的電子束 4 通過雙重八極及隨後為用於使電子束 4 準直的準直器透鏡 5。如將瞭解，準直器透鏡 5 可為任何型式的準直光學系統。隨後，電子束 4 撞擊於分束器，其在一個適合實施例為孔隙陣列 6A。孔隙陣列 6A 將部分束阻斷且允許複數個子束 20 通過孔隙陣列 6A。孔隙陣列較佳包含其具有通孔的板。因此，產生複數個平行的電子子束 20。

第二孔隙陣列 6B 從各個子束產生若干個小束 7。系統產生大量小束 7，較佳為約 10,000 到 100,000 個小束，雖然誠然可能使用較多或較少的小束。注意，亦可使用其他的已知方法來產生準直的小束。

此允許子束的操控，其結果是對系統操作為有益，尤其是當小束的數目增加到 5,000 或更多個時。此類操控是例如由聚光透鏡、準直器或其將子束會聚到光軸(例如：在投射透鏡的平面)的透鏡結構所實現。

聚光透鏡陣列 21 (或一組聚光透鏡陣列)被納入在子束產生孔隙陣列 6A 的後方，用於將子束 20 聚焦朝向在束光闌陣列 10 中的對應開口。第二孔隙陣列 6B 從子束 20 產生小束 7。小束產生孔隙陣列 6B 較佳納入為結合小束熄滅器陣列 9；舉例來說，可將二者組裝在一起以形成子組件。在圖 74 之中，孔隙陣列 6B 從各個子束 20 產生三個小束 7，其撞擊在束光闌陣列 10 的對應開口，使得三個小束為由在末端模組 22 中的投射透鏡系統所投射到目標上。實際上，對於在末端模組 22 中的各個投射透鏡系統，可由孔隙陣列 6B 產生更大量的的小束。在一個實施例中，從各個子束產生(排列在 7x7 陣列中的) 49 個小束且將其指引通過單個投射透鏡系統，雖然可將每個子束的小束數目增加到 200 個或更多者。

從束 4 透過子束 20 的中間階段逐步產生小束 7 具有優點在於，可用相當有限的子束 20 且位在相當遠離目標處來實現主要光學操作。一個此類操作將子束會聚到對應於一個投射透鏡系統的一點。較佳而言，在操作與會聚點之間的距離是大於在會聚點與目標之間的距離。最適合的是，在此結合利用靜電投射透鏡。此會聚操作致使系統能夠符合縮小光點尺寸、增大電流及縮小點展開的需求，以在進

階節點完成可靠的帶電粒子束微影，尤其是在具有小於 90 nm 的臨界尺度的節點。

小束 7 接著通過調變器陣列 9。此調變器陣列 9 可包含具有複數個熄滅器的小束熄滅器陣列，各個熄滅器為能夠將一或多個電子小束 7 偏轉。熄滅器是較明確為提供第一與第二電極的靜電偏轉器，第二電極是接地或共同電極。小束熄滅器陣列 9 與束光闌陣列 10 是構成調變裝置。基於小束控制數據，調變機構 8 將圖型添加到電子小束 7。圖型將藉由存在於末端模組 22 之內的構件而投射到目標 24。

在此實施例中，束光闌陣列 10 包含用於允許小束通過的孔隙陣列。束光闌陣列在其基本的形式中包含基板，其提供通孔，典型為圓孔，雖然亦可使用其他形狀。在一個實施例中，束光闌陣列 10 的基板是由具有規律間隔的通孔陣列的矽晶圓所形成，且可用金屬的表面層所塗覆以防止表面充電。在一個實施例中，該金屬是不形成天然氧化物表層的一種型式者，諸如：CrMo。

在一個實施例中，束光闌陣列 10 的通路被對準在小束熄滅器陣列 9 中的孔。小束熄滅器陣列 9 與小束光闌陣列 10 是一起操作以將小束 7 阻斷或讓小束 7 通過。若小束熄滅器陣列 9 將小束偏轉，則其將不會通過在小束光闌陣列 10 的對應孔隙，而是將會由小束阻斷陣列 10 的基板所阻斷。但若是小束熄滅器陣列 9 未將小束偏轉，則其將通過在小束光闌陣列 10 的對應孔隙且將接著投射為目標 24 的目標表面 13 上的光點。

微影系統進一步包含用於將小束控制數據供應到小束熄滅器陣列的數據途徑。可用光纖來傳送小束控制數據。來自各個光纖端的調變光束是投射在小束熄滅器陣列 9 的光敏元件上。各個光束持有用於控制其耦合到光敏元件的一或多個調變器的部分圖型數據。

隨後，電子小束 7 進入末端模組。下文，術語“小束”是關於已經調變後的小束。此類的調變小束是有效包含依時間方式的順序部分。此等順序部分的一些者可具有較低強度且較佳為具有零強度，即：止在束光闌的部分。為了允許小束定位到對於隨後掃描週期的起始位置，一些部分將具有零強度。

末端模組 22 較佳構成為可插入、可更換式單元，其包含種種構件。在此實施例中，末端模組包含束光闌陣列 10、掃描偏轉器陣列 11、及投影透鏡配置 12，雖然並不是所有此等者為均須納入在末端模組中且其可為以不同方式配置。

在通過小束光闌陣列 10 之後，調變的小束 7 通過掃描偏轉器陣列 11，其提供各個小束 7 在 X-及/或 Y-方向(實質為垂直於未偏轉小束 7 的方向)的偏轉。在此實施例中，偏轉器陣列 11 掃描靜電偏轉器，其致使能夠施加相當小的驅動電壓，如將在下文所解說。

接著，小束通過投影透鏡配置 12 且投射到目標平面中的目標(其典型為晶圓)的目標表面 24 上。對於微影應用，目標通常包含其提供帶電粒子敏感層或抗蝕劑層的晶圓。

投影透鏡配置 12 將小束聚焦，較佳為造成其直徑約 10 到 30 奈米的幾何光點尺寸。以此類設計的投影透鏡配置 12 較佳提供約 100 到 500 倍的縮小。在此較佳實施例中，投影透鏡配置 12 有利為位在接近於目標表面。

在一些實施例中，束保護器可位在目標表面 24 與聚焦投影透鏡配置 12 之間。束保護器可為提供必要孔隙的箔片或板，用於將從晶圓所釋放的抗蝕劑粒子在其可能到達微影系統中的任何敏感元件前而吸收。替代或附加而言，掃描偏轉陣列 11 可提供在投影透鏡配置 12 與目標表面 24 之間。

概略而言，投影透鏡配置 12 將小束 7 聚焦到目標表面 24。此外，進一步確保單個像素的光點尺寸為正確。掃描偏轉器 11 將小束 7 偏轉為遍及目標表面 24。此外，須確保在目標表面 24 上的像素位置於微刻度為正確。尤其，掃描偏轉器 11 的操作必須確保將像素適當相配到像素網格，其最後為構成在目標表面 24 上的圖型。將瞭解的是，在目標表面上的像素的微刻度定位是適合為由其在目標 24 下方的晶圓定位系統所致能。

此類的高品質投射是相關以得到其提供可複製結果的微影系統。通常，目標表面 24 包含在基板頂部上的抗蝕劑膜。部分的抗蝕劑膜將由帶電粒子(即：電子)小束的施加以化學方式修改。此結果為，膜的照射部分將多少有些為可溶於顯影劑，造成在晶圓上的抗蝕劑圖型。在晶圓上的抗蝕劑圖型可隨後為轉移到下層，即：藉由實施在半導體製

造技術中所習知的蝕刻及/或沉積步驟。明顯地，若照射為不均勻，抗蝕劑可能為並非以均勻方式顯影，導致在圖型中的錯誤。甚者，諸多的此類微影系統利用複數個小束。偏轉步驟不應該造成在照射中的任何差異。

在此類光學系統的一個實施例中，在來自相鄰子束 20 的第一與第二群組的小束 7 之間保留空間。此外，系統定義為含有束區域 51 與非束區域 52，如在圖 75 所示。成為束區域 51 與非束區域 52 的劃分是存在調變裝置中以及末端模組(例如：投射透鏡系統)內。可利用非束區域 52 在投射透鏡系統中，用於提供機械支撐結構以使得任何振動效應最小化。對應於非束區域 52 的空間可被填滿，例如：預定圖型為在轉移過程的後續步驟中轉移到目標上的空間。此後續步驟是在相對於柱而將目標移動後而實行。填滿空間的特定順序亦稱為寫入策略。

本發明已經關於上文論述的某些實施例所描述。應注意，已經描述種種結構與替代者，其可為連同本文所述的任何實施例所使用，如將為熟悉此技術人士所習知。再者，將認可的是，在沒有脫離本發明的精神與範疇的情況下，此等實施例容許對於熟悉此技術人士為眾所週知的種種修改與替代形式。是以，雖然已經描述特定實施例，此等實施例僅為舉例且不限制本發明的範疇，其為定義在隨附的申請專利範圍中。

【圖式簡單說明】

本發明的種種觀點與本發明的實施例的某些實例是在圖式中說明，其中：

圖 1 是顯示無遮罩微影系統的概念圖；

圖 2A 是帶電粒子微影系統的實施例的簡化示意圖；

圖 2B 是在數據途徑中的元件的簡化圖；

圖 3 與 4 顯示小束熄滅器陣列的一部分；

圖 5 是顯示在分割為場域的晶圓上的寫入方向的圖例；

圖 6 是顯示掃描線位元框與小束偏轉的圖例；

圖 7 是說明圖型偏移與圖型定標的實例的圖例；

圖 8 是顯示對於使用四個小束來寫入條帶的可能交插方案的實例的圖例；

圖 9 是簡化的四小束熄滅器陣列與掃描線圖型的圖例；

圖 10 是對於因數 K 與在掃描線間的距離的值的表格；

圖 11 是九個小束的陣列的圖例，顯示束間距 P_b 、投射間距 P_{proj} 、網格寬度 W_{proj} 、與傾斜角 α_{array} ；

圖 12 是框起始指示位元的圖例；

圖 13 是具有 X 個處理單元的節點的示意圖；

圖 14 是每個掃描的通道位置的概念圖；

圖 15 與 16 是對於二個掃描的處理單元對通道的分配的概念圖；

圖 17 至 23 是曲線圖，說明關於微影機器容量而改變數據途徑容量的模擬實驗結果；

圖 24 是顯示在微影系統中的處理的相依性的流程圖；

圖 25 與 26 是說明 x 與 y 圖型移位的實例的圖例；

圖 27 是對於不同型式的修正的典型參數與範圍的表格；

圖 28 是數據途徑的簡化功能方塊圖；

圖 29 是重疊在條帶上的佈局圖型特徵的圖例；

圖 30 是遞色過程的圖例；

圖 31 是在位元框中的位元移位的圖例；

圖 32 是對於參數 $N=4$ 與 $K=3$ 的小束位置的圖例；

圖 33 是顯示數據途徑的數據處理與儲存元件的示意方塊圖；

圖 34 是數據途徑的第二個實施例的功能方塊圖；

圖 35 是顯示對於圖 34 之數據途徑的處理的相依性的流程圖；

圖 36 是圖型串流器節點的元件的方塊圖；

圖 37 是顯示在圖 36 之圖型串流器節點的元件間的數據流的功能圖；

圖 38 是顯示數據途徑的處理與傳輸元件的細節的方塊圖；

圖 39 是包括壓縮與解壓縮功能的數據途徑的一部分的功能方塊圖；

圖 40 說明遞色的單色測試影像的實例；

圖 41 是包括在通道轉列後的壓縮與解壓縮功能的數據途徑的一部分的功能方塊圖；

圖 42 顯示一格的轉列位元映射的實例；

圖 43 是小網格輸入像素與大輸出像素的概念圖；

圖 44 是數據途徑的另一個實施例的功能方塊圖；

圖 45 是顯示對於圖 44 之數據途徑的處理的相依性的流程圖；

圖 46 是圖型串流器節點的元件的方塊圖；

圖 47 與 48 是顯示在圖 46 之圖型串流器節點的元件間的替代數據流的功能圖；

圖 49 是顯示數據途徑的元件間的通訊的示意圖；

圖 50 是顯示在圖型串流器節點的元件間的替代數據流的功能圖；

圖 51 是用於數據途徑的 GPU 的內部架構的圖例；

圖 52 是顯示在圖型串流器節點的元件間的替代數據流的功能圖；

圖 53 是數據途徑的另一個實施例的功能方塊圖；

圖 54 是顯示數據途徑的處理與傳輸元件的細節的方塊圖；

圖 55 是具有交插/多工的子通道的數據途徑的示意圖；

圖 56 是使用列選擇器與行選擇器的解多工方案的示意圖；

圖 57 是像素尺寸與網格寬度的表格，取決於每個圖型束的小束數目 ($N_{\text{pat_beams}}$)、陣列傾斜角 (α_{array})、投射間距 (P_{proj})、與 K 因數；

圖 58A 是說明智慧型邊界策略的圖例；

圖 58B 是說明軟邊緣策略的圖例；

圖 59 是使用離線柵格化的數據途徑的實施例的功能流

程圖；

圖 60 是使用線內柵格化的數據途徑的實施例的功能流程圖；

圖 61 是使用線內柵格化的數據途徑的另一個實施例的功能流程圖；

圖 62 是使用即時柵格化的數據途徑的實施例的功能流程圖；

圖 63 是說明四個小束的陣列的圖例；

圖 64 是說明縫綴方案的圖例；

圖 65 是說明具有因數 $K=1$ 與 $K=3$ 的寫入策略的圖例；

圖 66 是對於具有 4 個小束的圖型束的可能 K 值的圖例；

圖 67 是說明圖型佈局的實例的圖例；

圖 68 是說明稜角概念的圖例；

圖 69 是說明向量方位的圖例；

圖 70 是說明方形特徵的編碼的圖例；

圖 71 是說明複雜特徵形狀的編碼的圖例；

圖 72 是說明小於一格的對角線長度之最小特徵間距的實例的圖例；

圖 73 是說明具有附加到其一些稜角的襯線之特徵的實例的圖例；

圖 74 是顯示一種帶電粒子多個小束微影系統的實施例的簡化示意圖；以及

圖 75 是顯示成為束區域與非束區域的劃分的圖例。

【主要元件符號說明】

1	微影系統
3	電子源
4	電子束
5	準直器透鏡
6	孔隙陣列
6A	孔隙陣列
6B	孔隙陣列
7	小束
9	小束熄滅器陣列
10	束光闌陣列
20	子束
21	聚光透鏡陣列
22	末端模組
24	目標
51	束區域
52	非束區域
100	帶電粒子微影系統
101	晶圓定位系統
102	電子光學柱
103	數據途徑
104	目標
110	帶電粒子源
111	孔隙陣列

112	聚光透鏡陣列
113	準直器透鏡系統
114	XY 偏轉器陣列
115	第二孔隙陣列
116	第二聚光透鏡陣列
117	束熄滅器陣列
118	束光闌陣列
119	束偏轉器陣列
120	投射透鏡陣列
130	電子束
131、132、133	小束
140	預處理單元
143	電光轉換裝置
145	光纖
146	光束
147	透鏡
148	面鏡
149	光電轉換裝置

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： 99116032

※申請日： 99. 5. 20

※IPC 分類： H01J 37/317 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

G03F 7/50 (2006.01)

兩次掃描

DUAL PASS SCANNING

二、中文發明摘要：

本發明提出一種使用複數個帶電粒子小束以將晶圓曝光的方法。該種方法包含：識別在該等小束中的無作用小束；分配該等小束的第一子集，其用於將晶圓的第一部分曝光，第一子集不包括所識別的無作用小束；實行第一掃描，其使用該等小束的第一子集以將晶圓的第一部分曝光；分配該等小束的第二子集，其用於將晶圓的第二部分曝光，第二子集亦不包括所識別的無作用小束；以及，實行第二掃描，其使用該等小束的第二子集以將晶圓的第二部分曝光；其中晶圓的第一與第二部分不重疊且總共包含將被曝光的晶圓的完整區域。

三、英文發明摘要：

A method for exposing a wafer using a plurality of charged particle beamlets. The method comprises identifying non-functional beamlets among the beamlets,

allocating a first subset of the beamlets for exposing a first portion of the wafer, the first subset excluding the identified non-functional beamlets, performing a first scan for exposing the first portion of the wafer using the first subset of the beamlets, allocating a second subset of the beamlets for exposing a second portion of the wafer, the second subset also excluding the identified non-functional beamlets, and performing a second scan for exposing the second portion of the wafer using the second subset of the beamlets, wherein the first and second portions of the wafer do not overlap and together comprise the complete area of the wafer to be exposed.

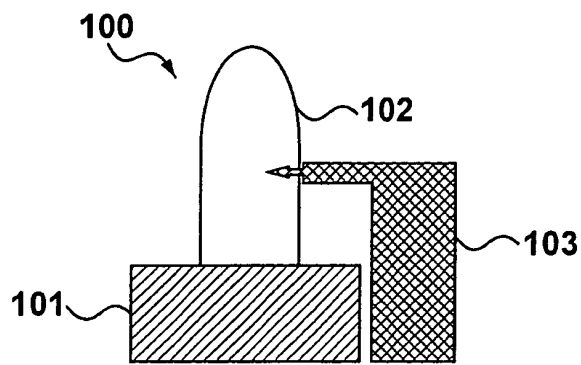


圖 1

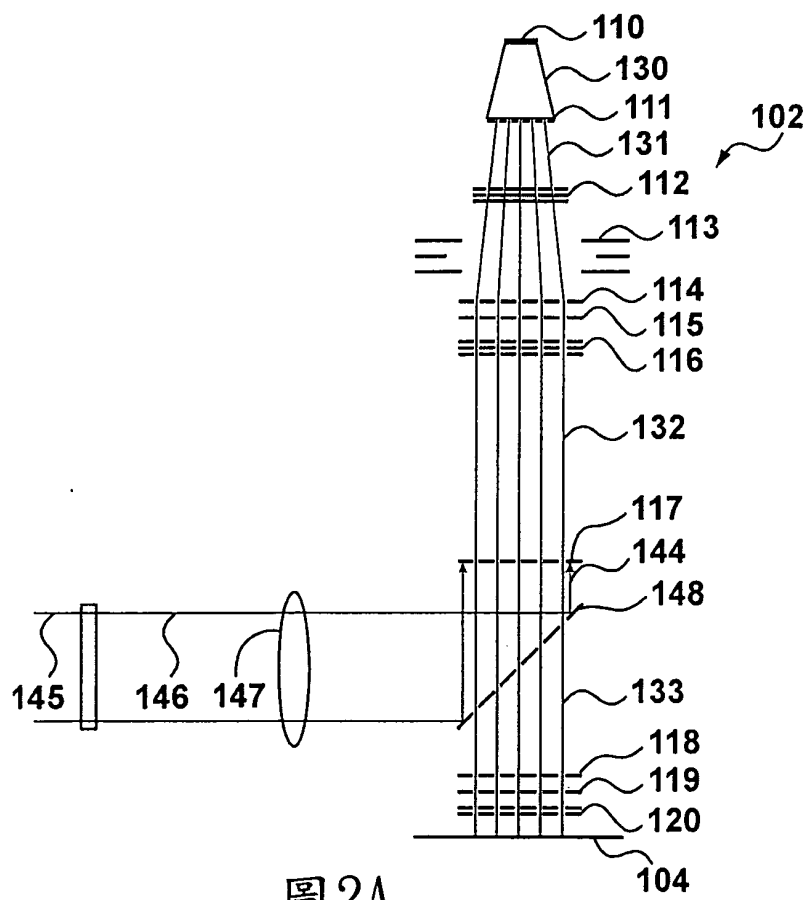


圖 2A

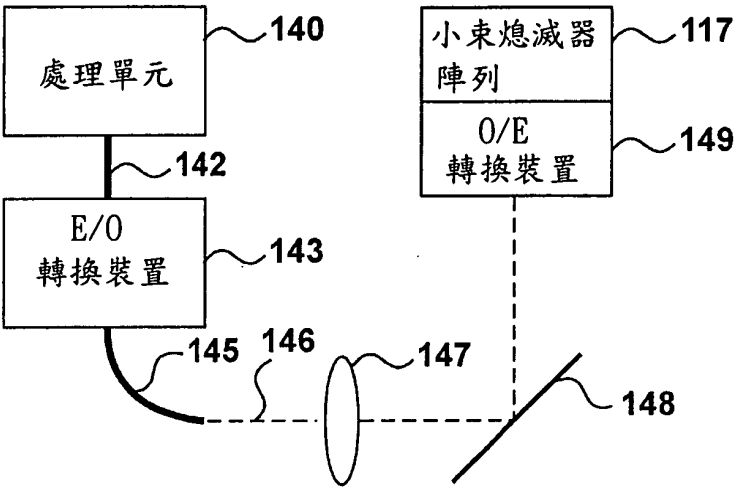


圖 2B

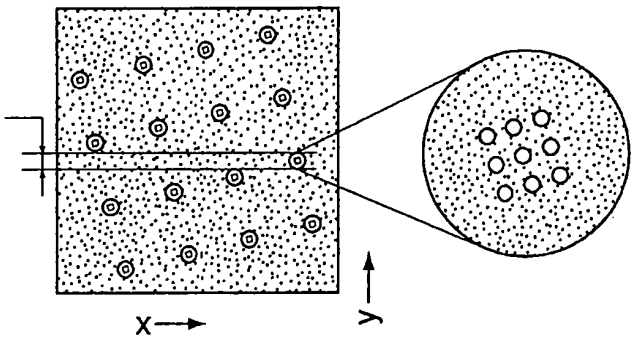


圖 3

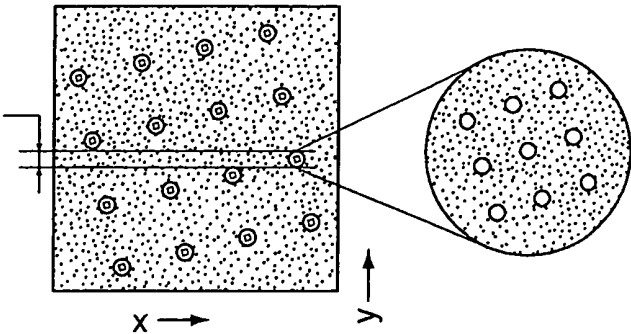


圖4

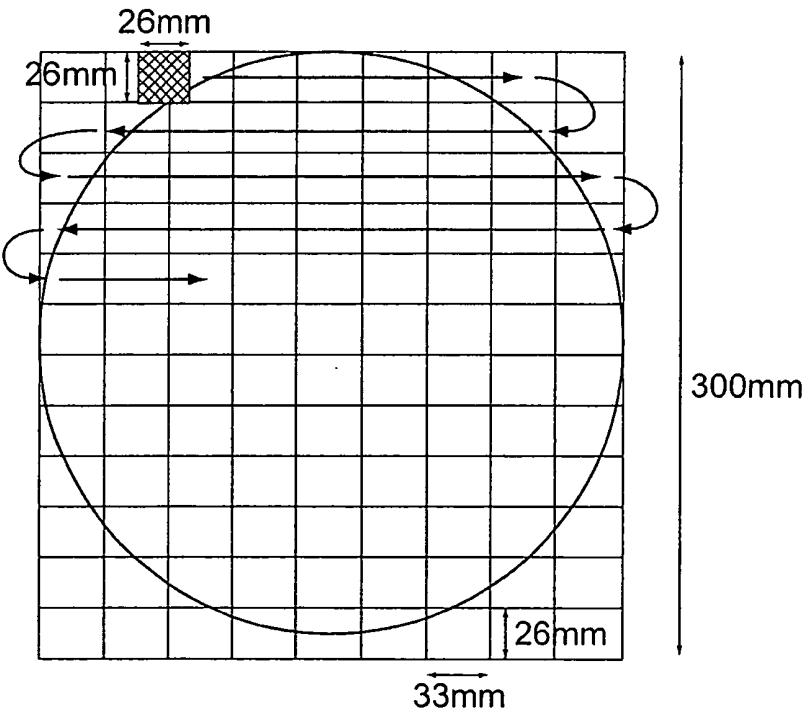


圖5

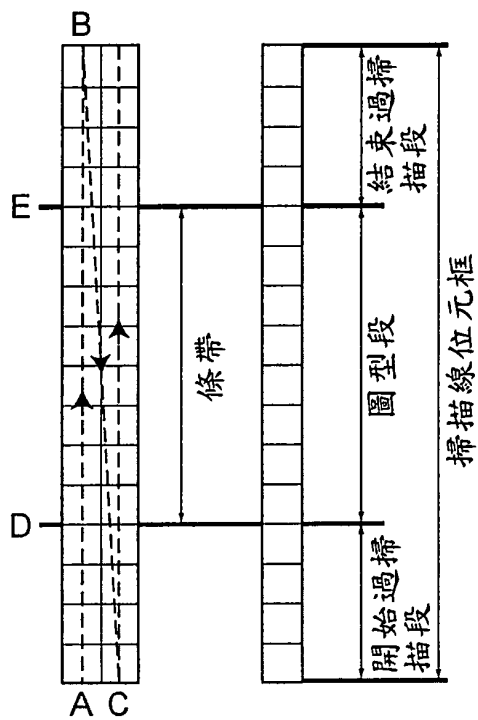


圖6

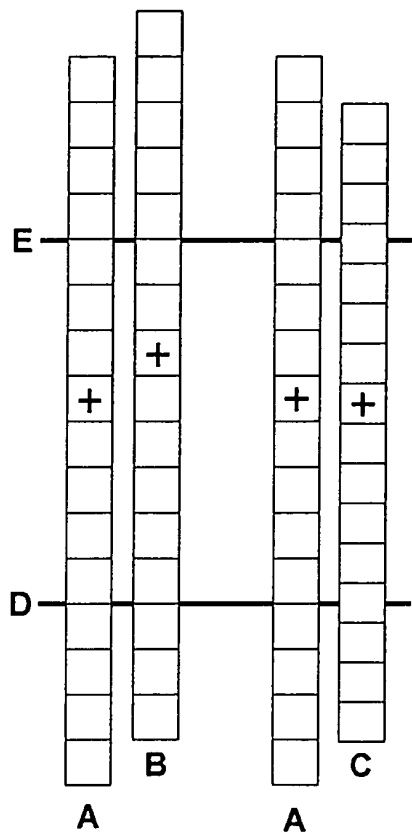


圖 7

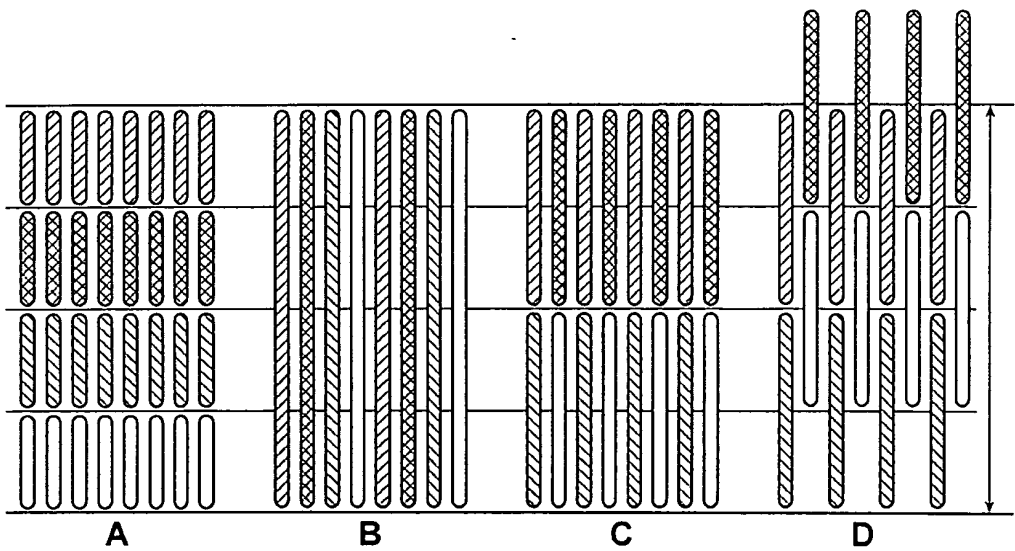


圖 8

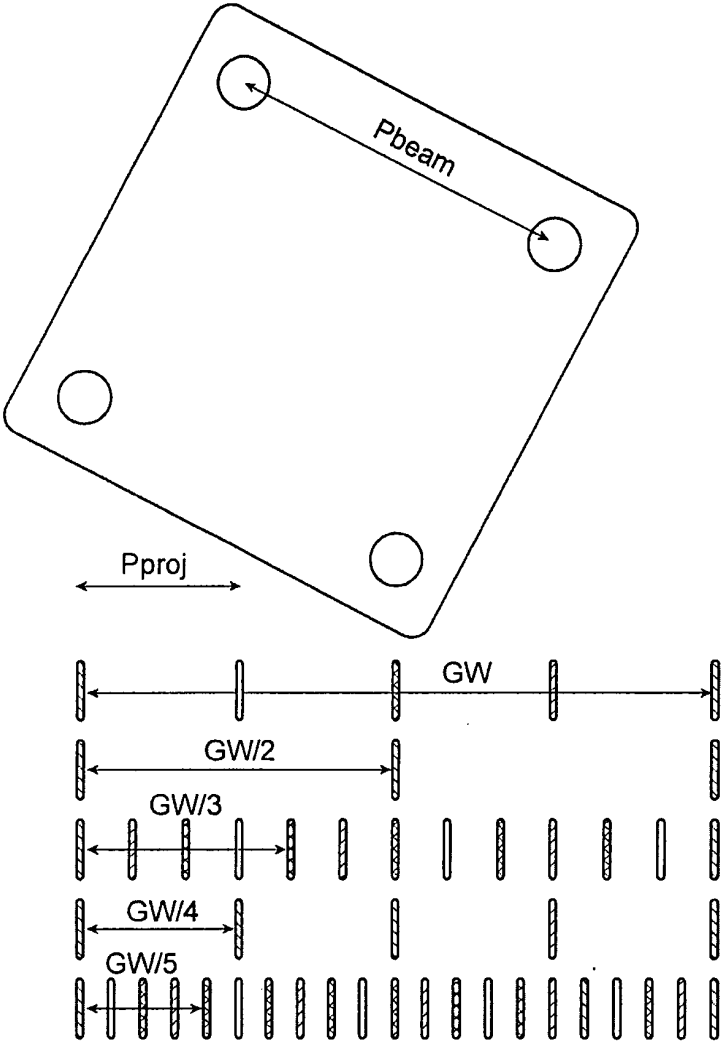


圖9

K	在掃描線間的距離(=在X的像素尺寸)
1	8.63
2	4.31
3	2.87
4	2.16
5	1.73

圖10

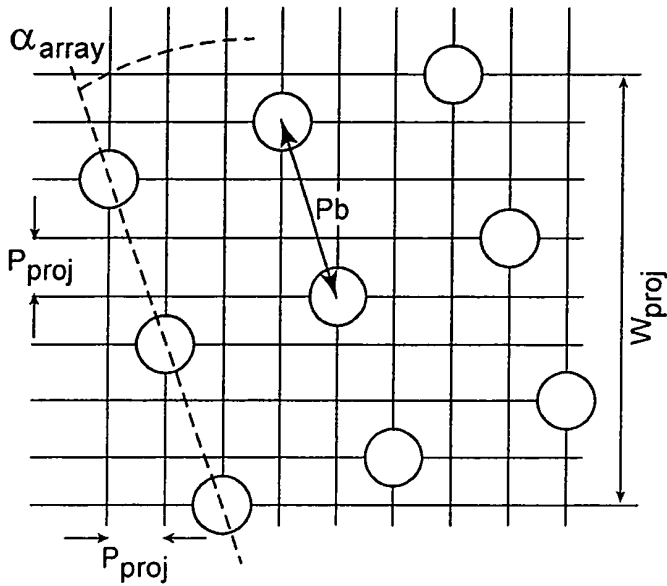


圖 11

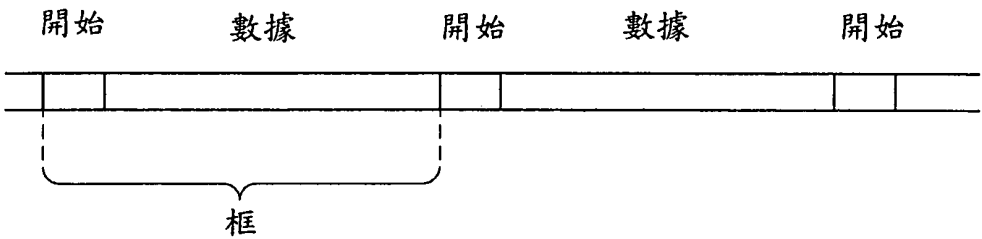


圖 12

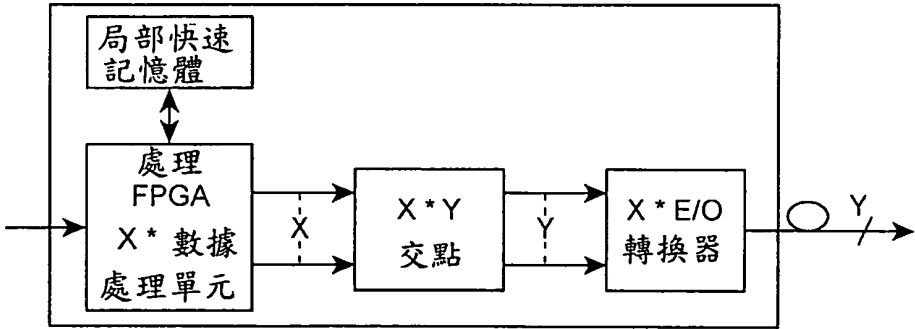


圖 13

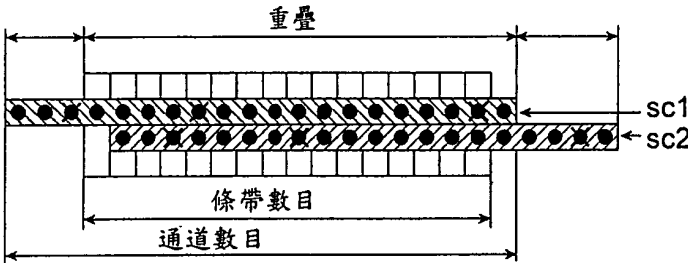


圖14

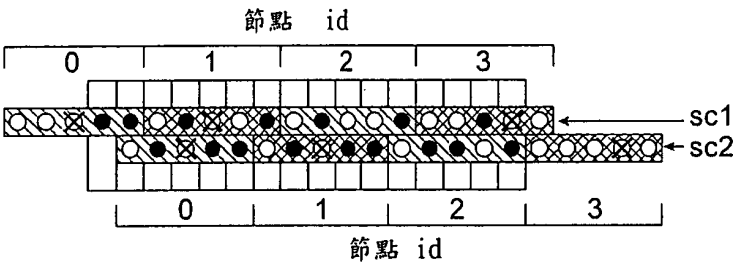


圖15

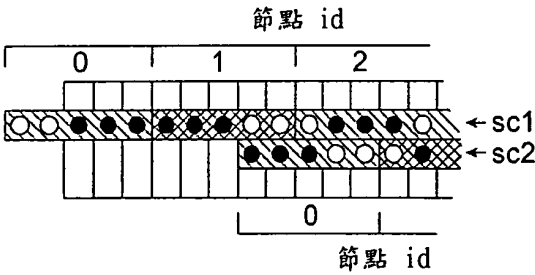


圖16

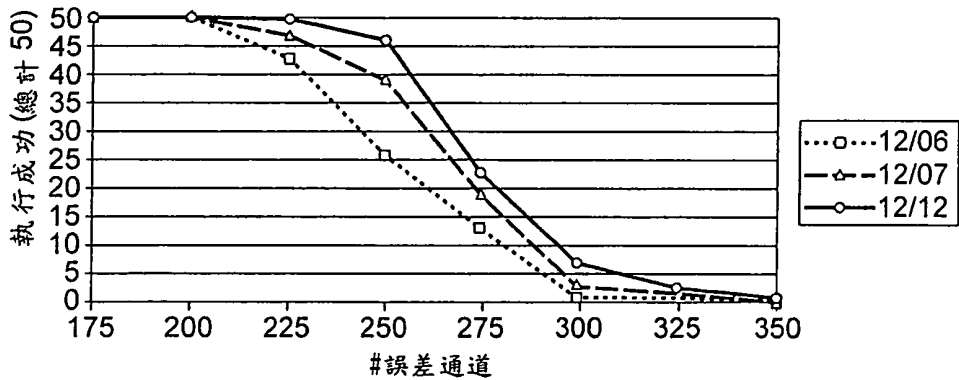


圖17

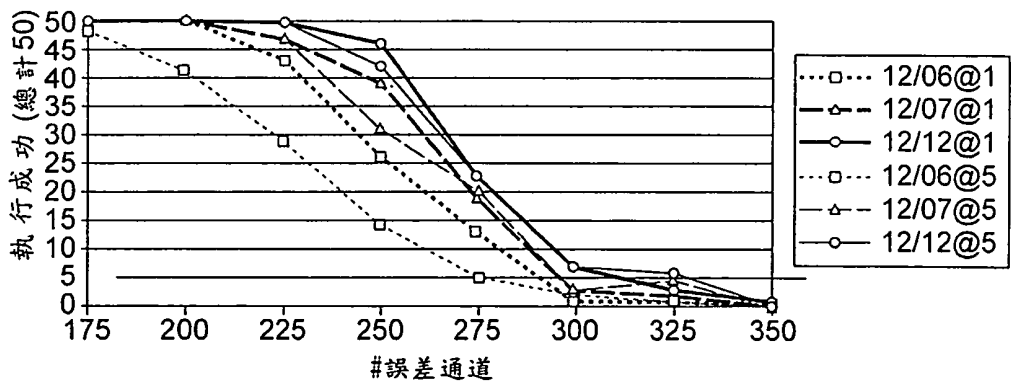


圖18

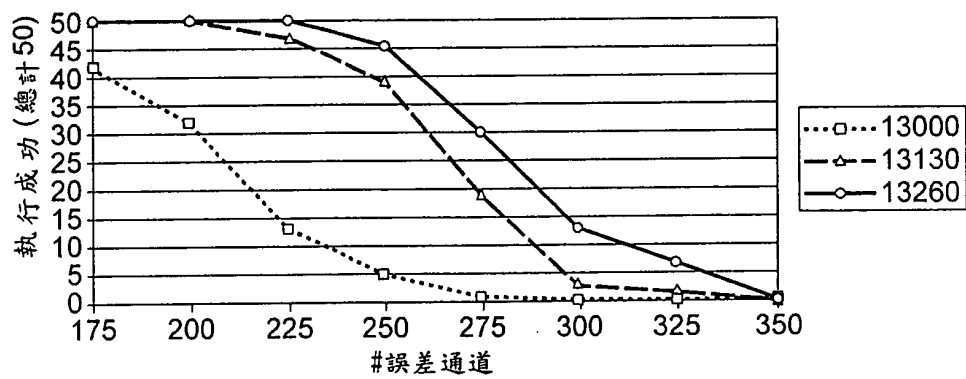


圖19

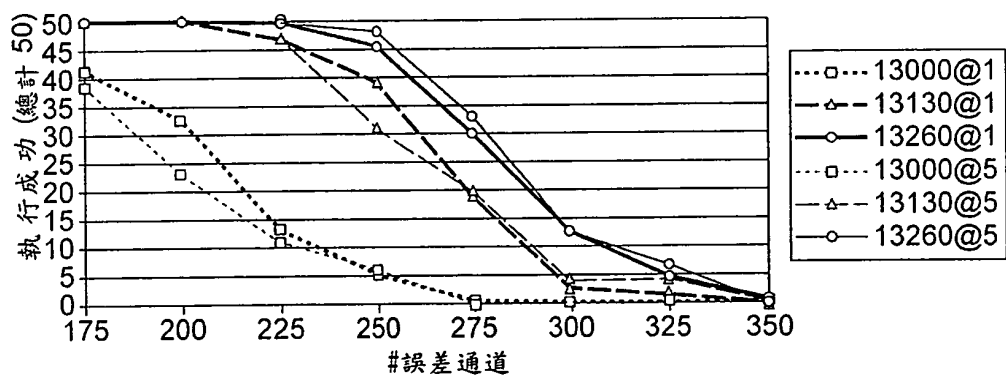


圖20

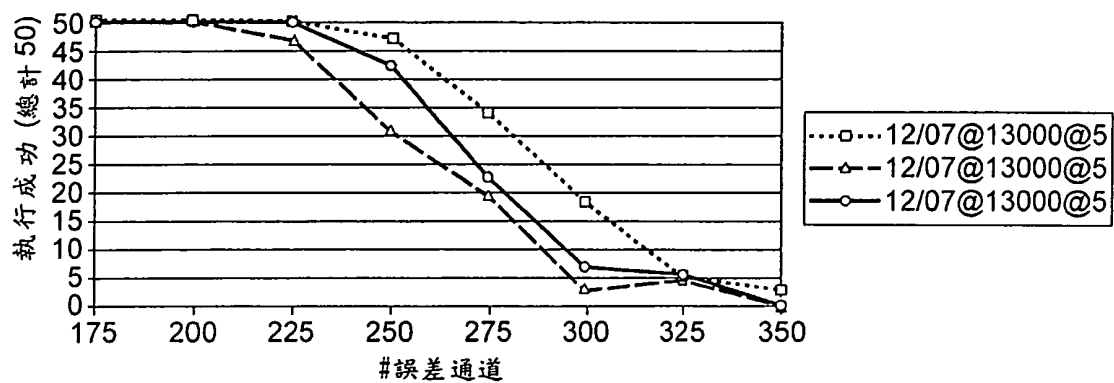


圖21

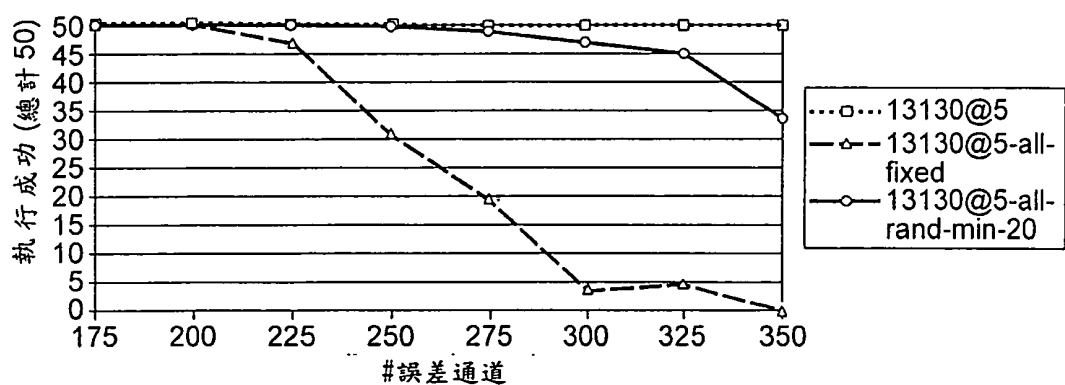


圖22

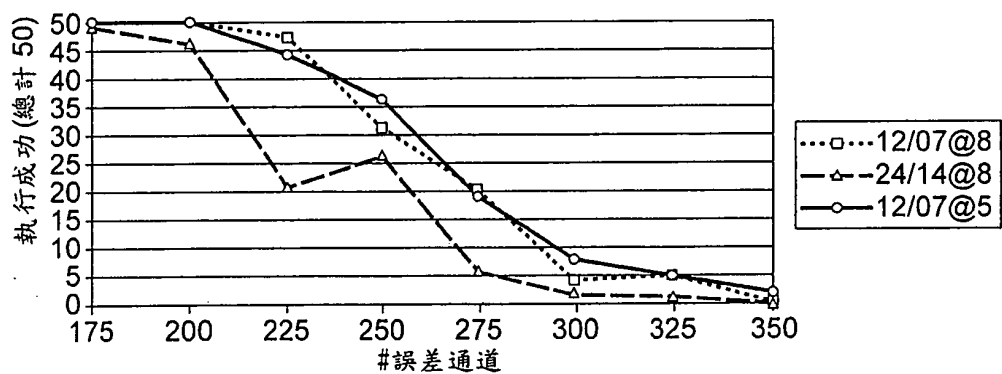


圖23

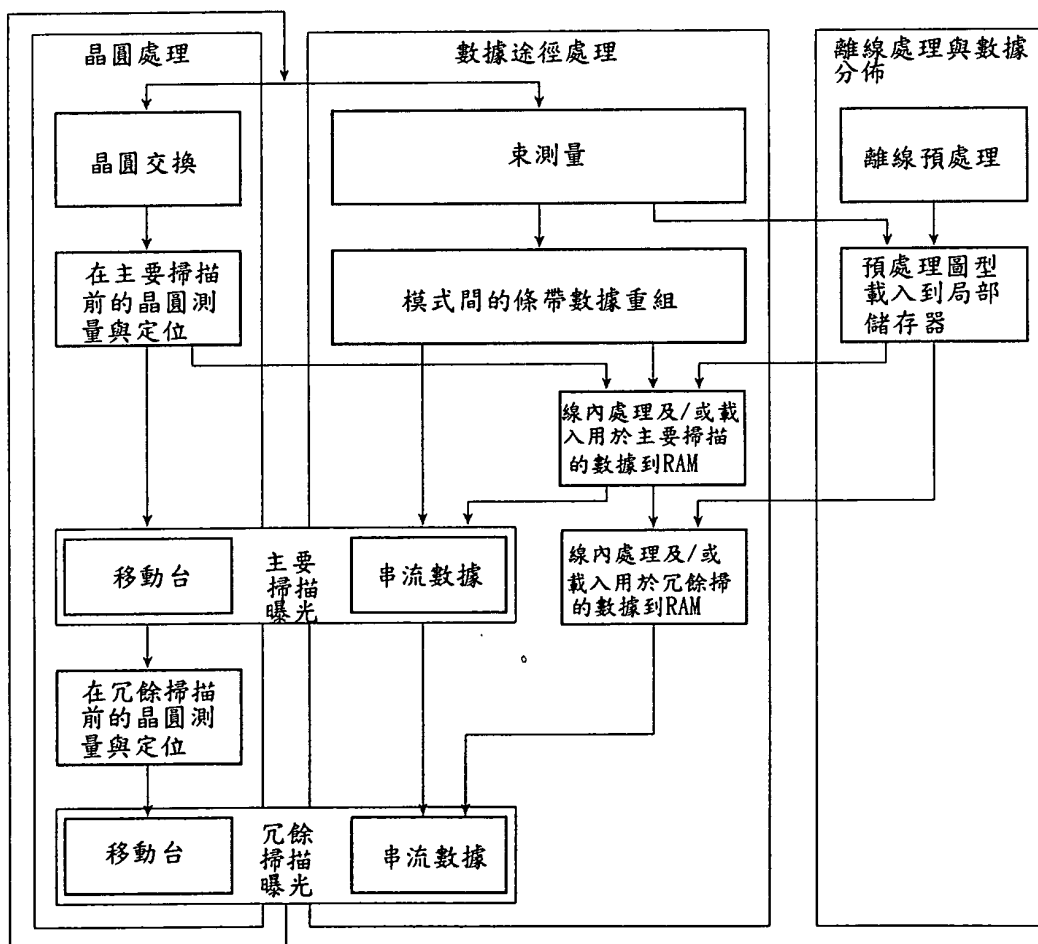


圖24

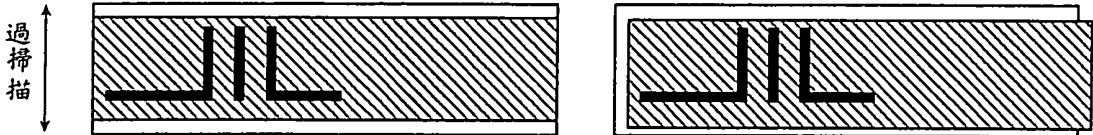


圖 25

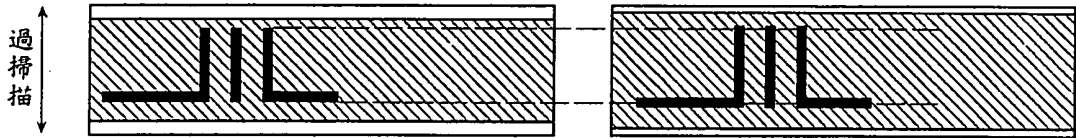


圖 26

修正	按照...更新	束/小束	範圍	解析度
總體圖型移位X	場域	束	+/-200nm	0.1nm
總體圖型移位Y	場域	束	+/-200nm	0.1nm
熄滅器時序偏移(Y)	-	小束	< 1 pixel	0.1nm
熄滅器孔(Y)偏移	-	小束	+/-210nm	0.1nm
劑量修正	晶圓掃描	小束	80% - 100%	0.2%
圖型定標Y	晶圓掃描	束	1 - 1.1	0.0001

圖 27

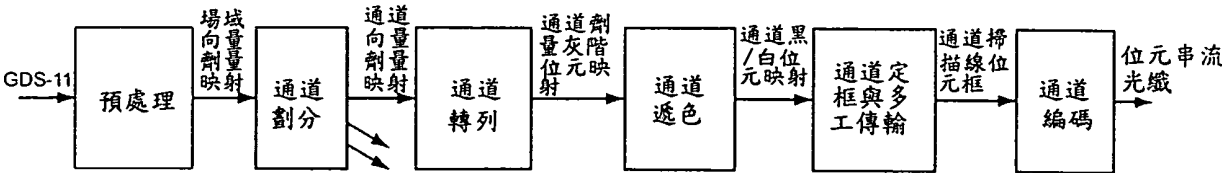


圖 28

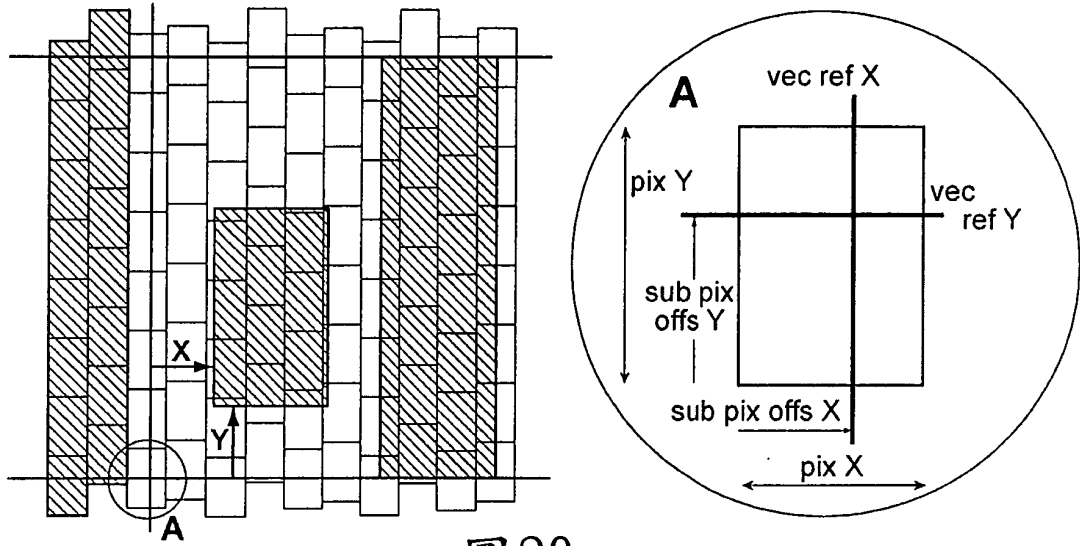


圖 29

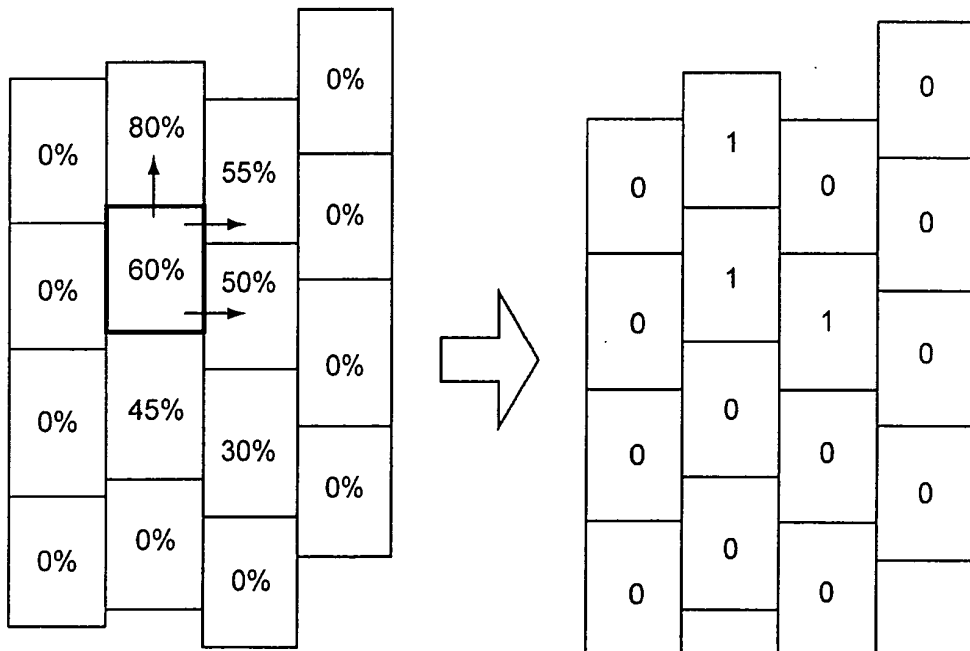


圖 30

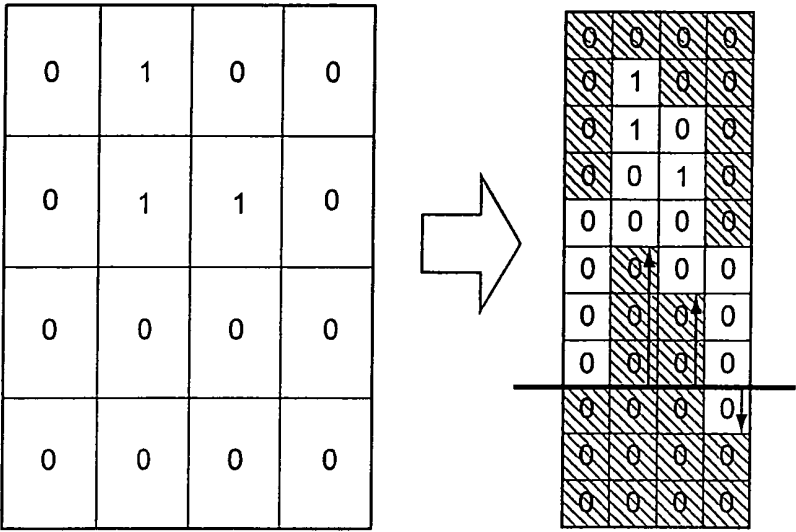


圖31

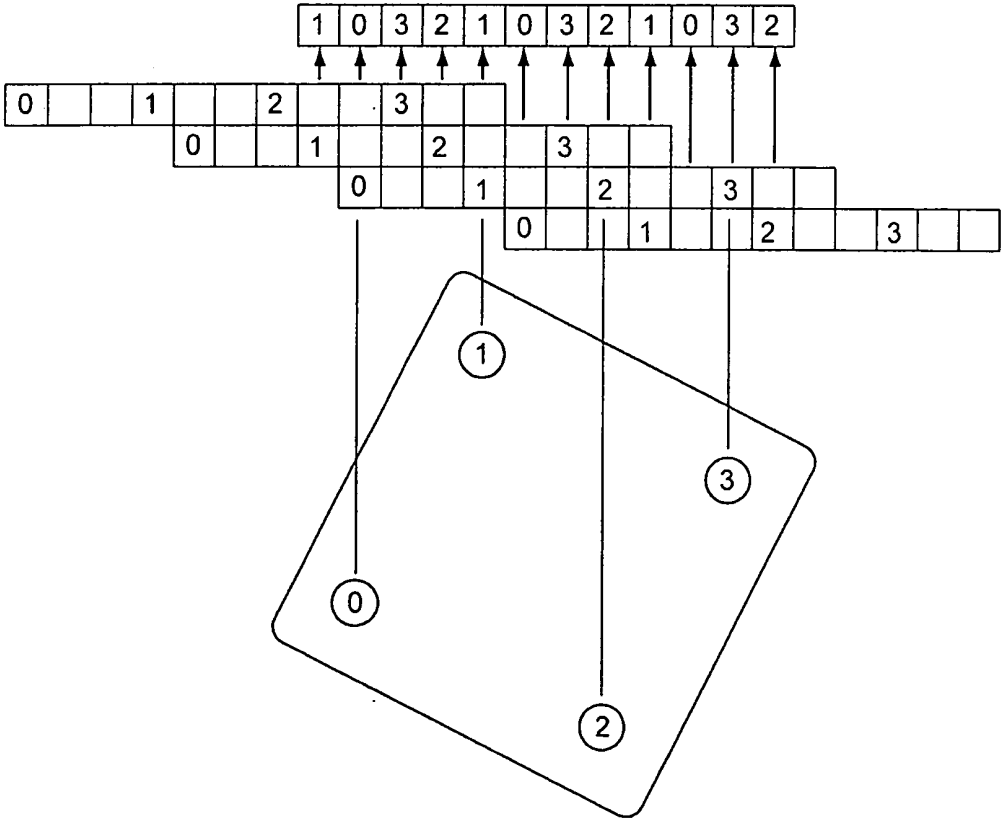


圖32

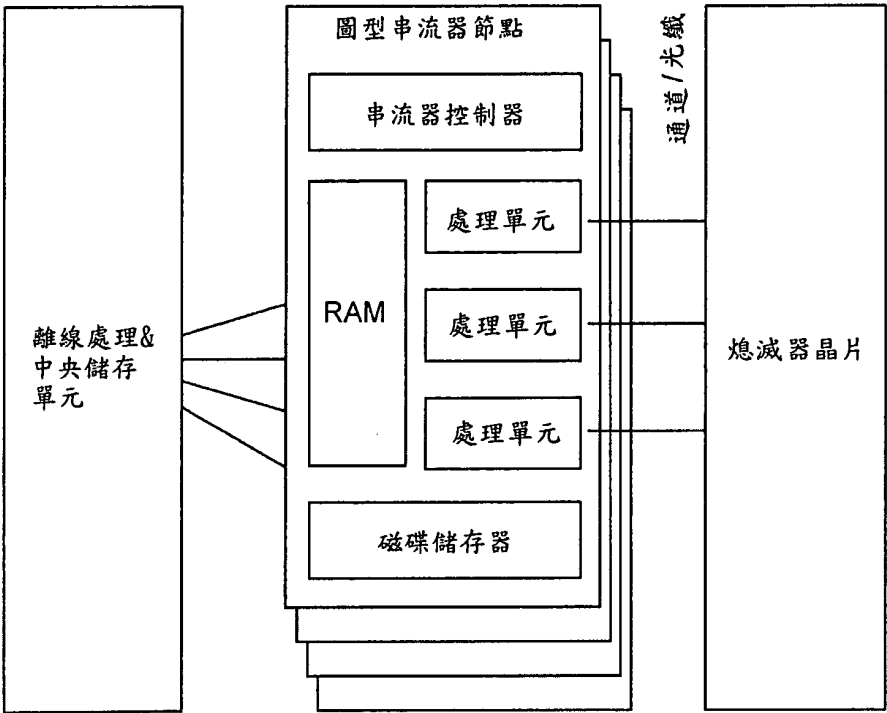


圖33

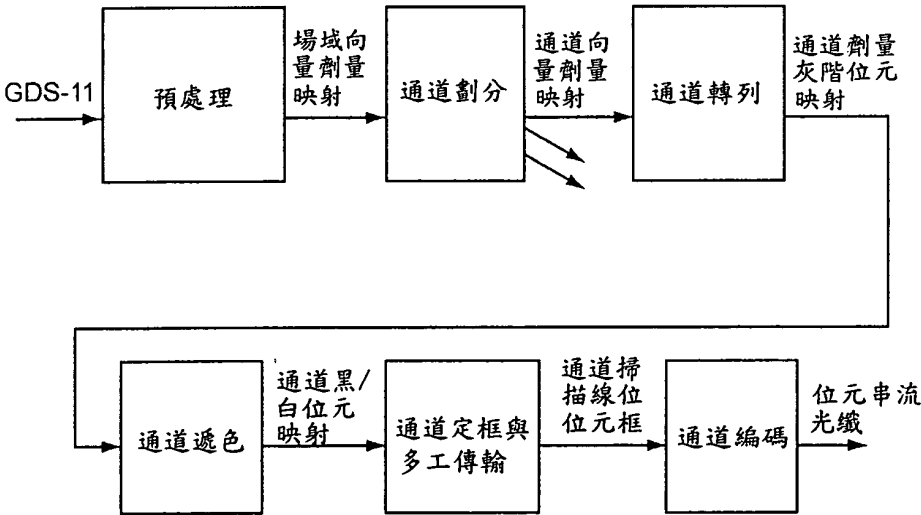


圖34

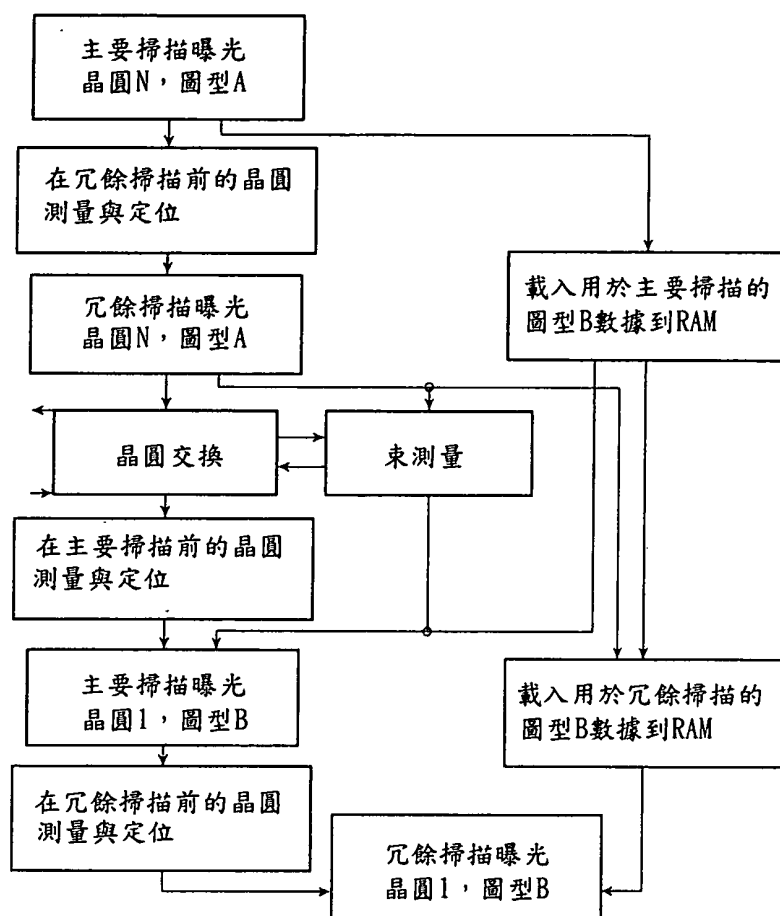


圖 35

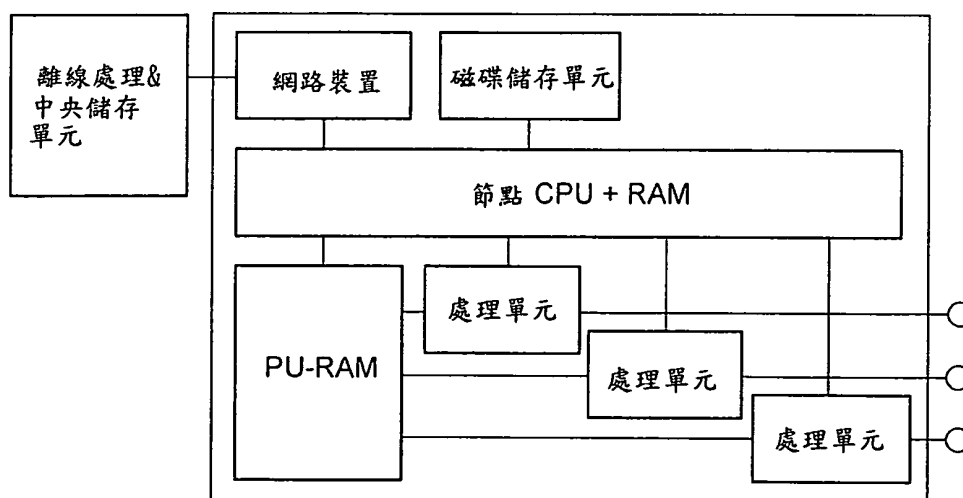


圖 36

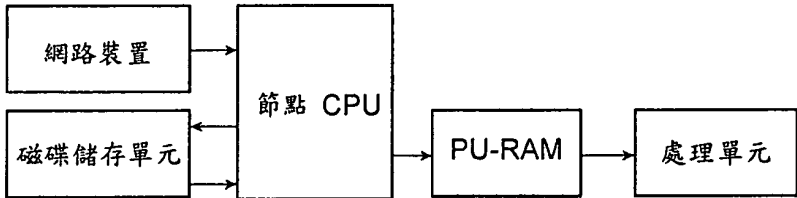


圖 37

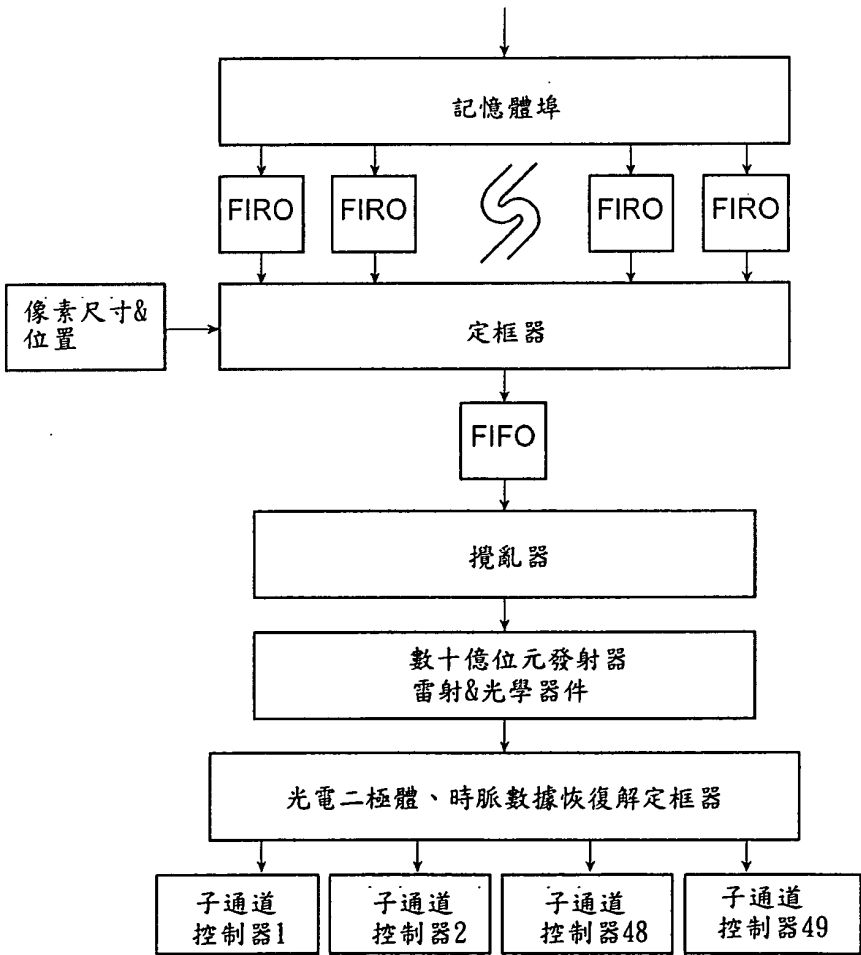


圖 38

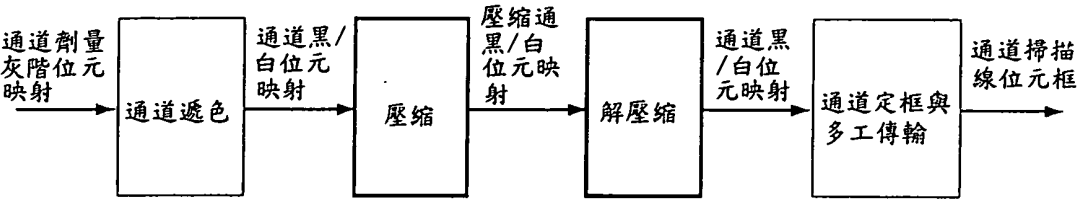


圖 39

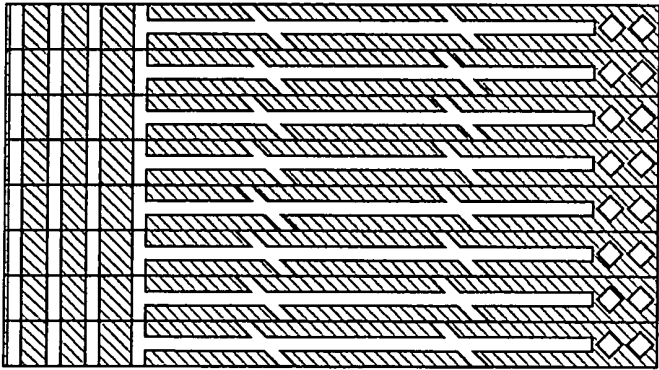


圖 40

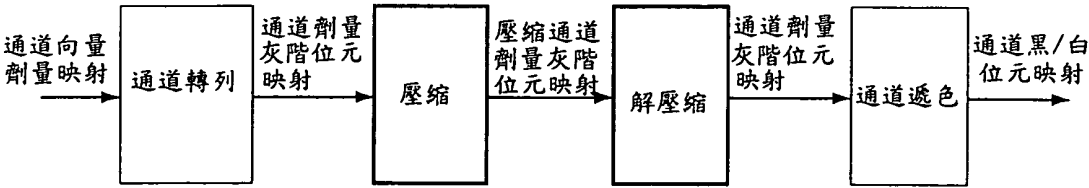


圖 41

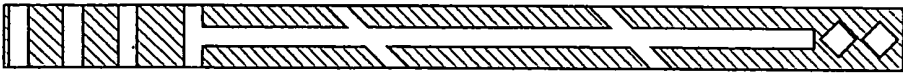


圖 42

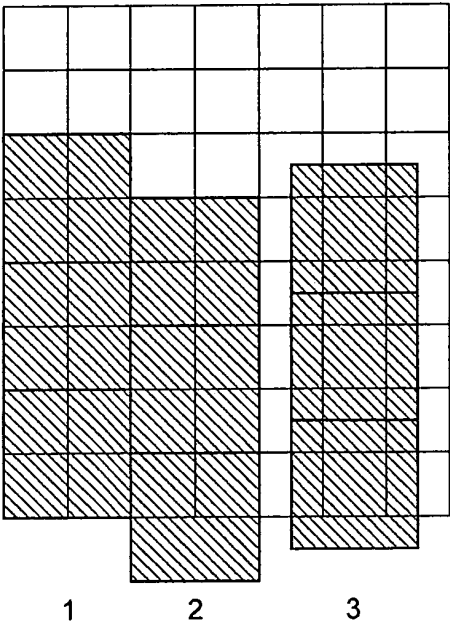


圖43

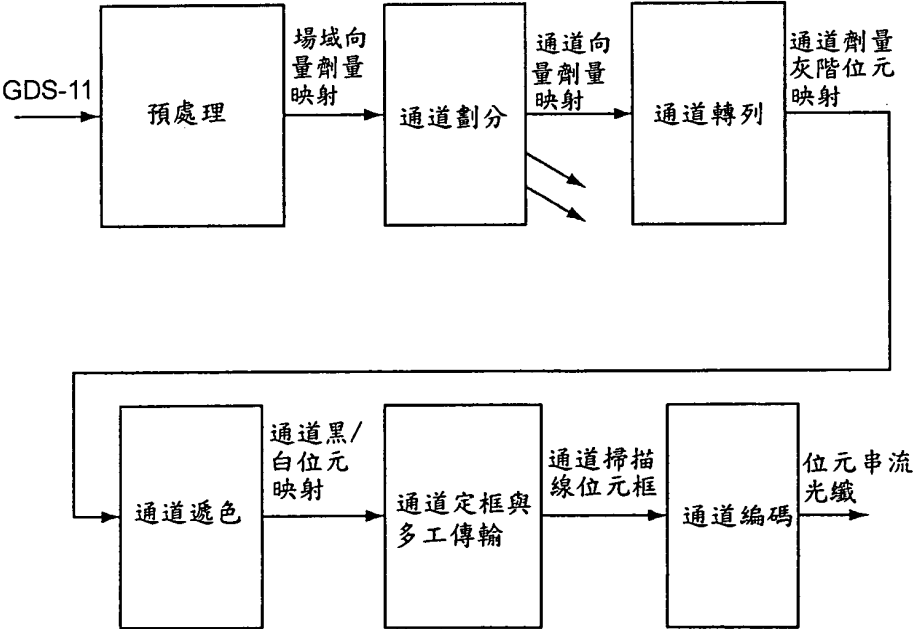


圖44

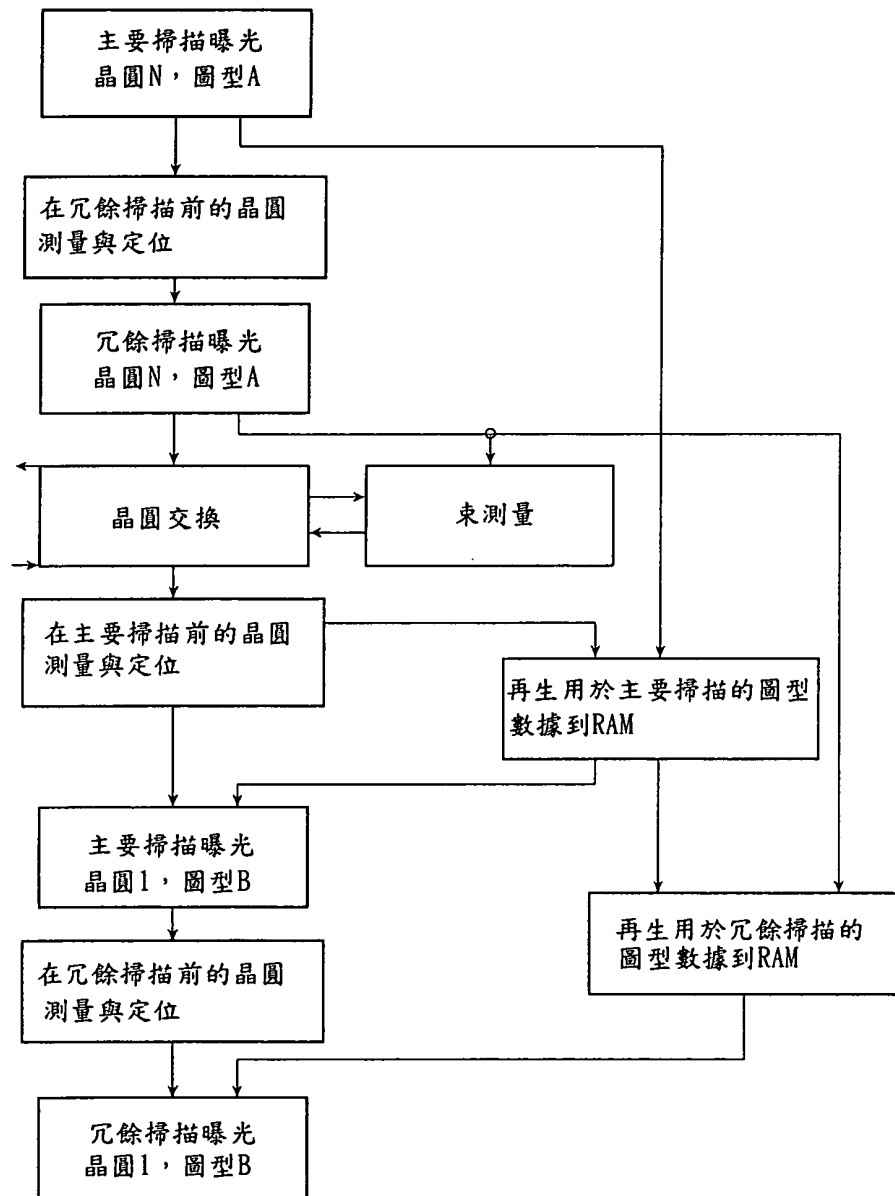


圖45

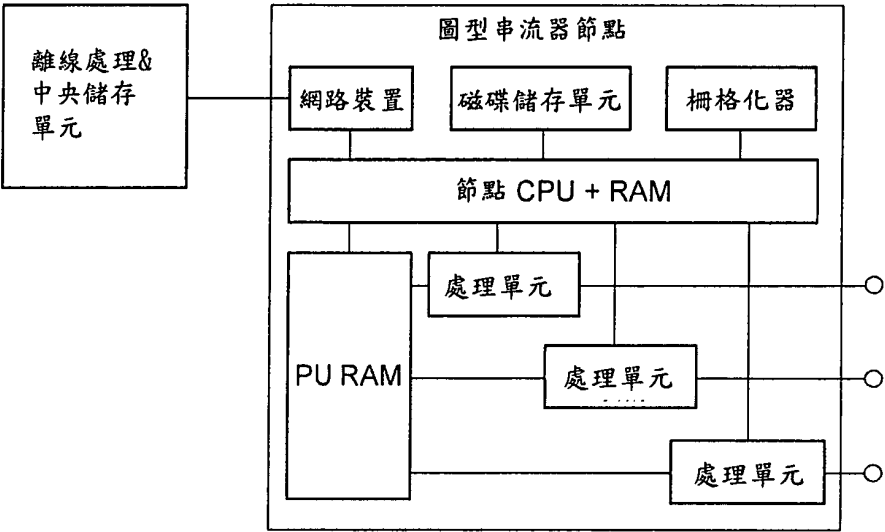


圖46

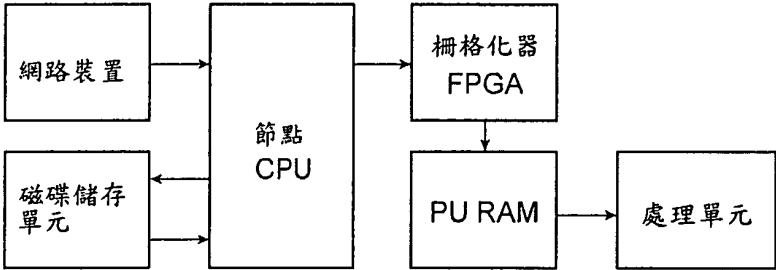


圖47

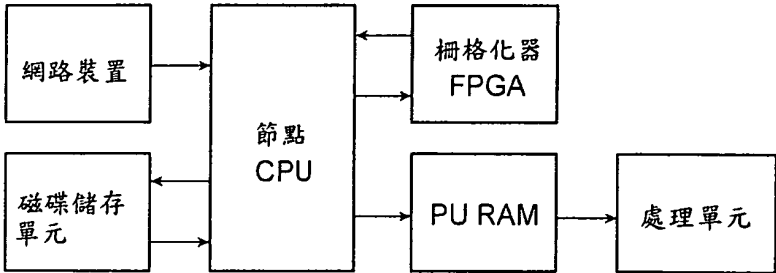


圖48

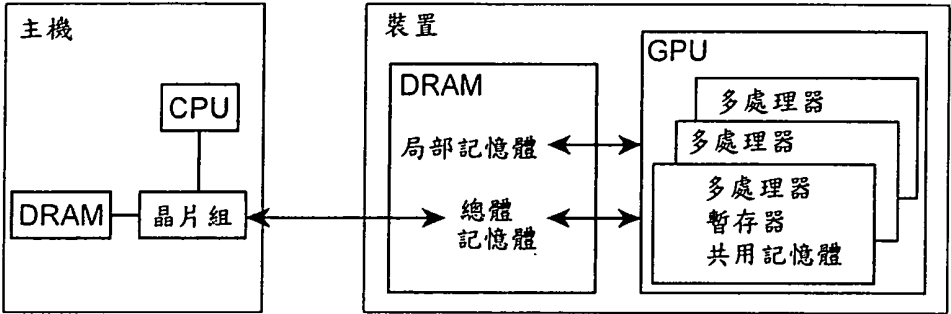


圖 49

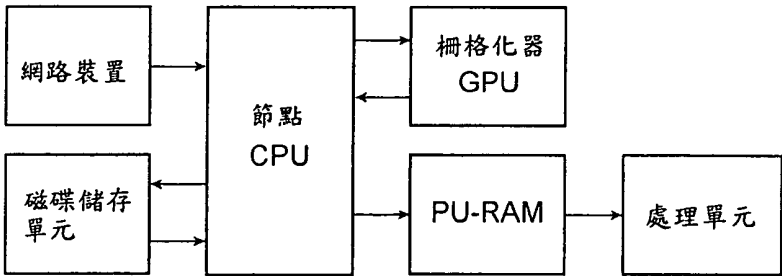


圖 50

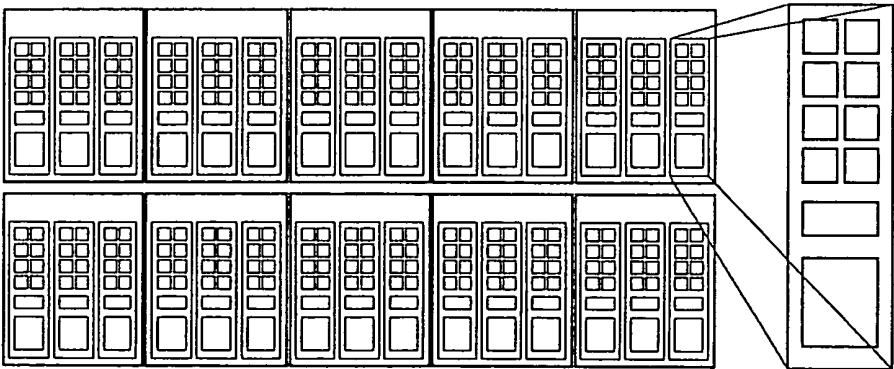


圖 51

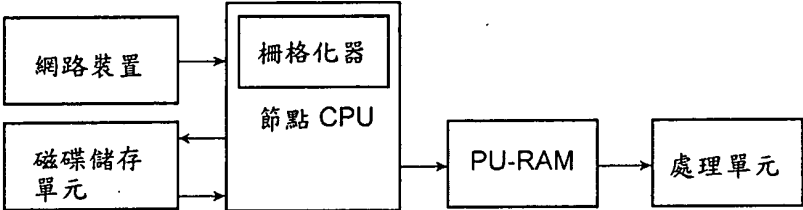


圖52

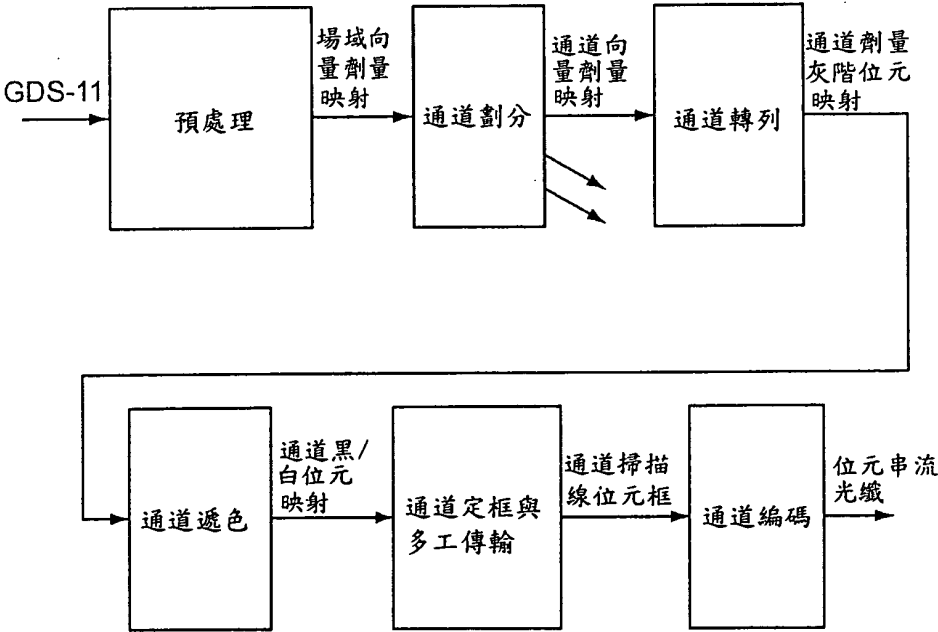


圖53

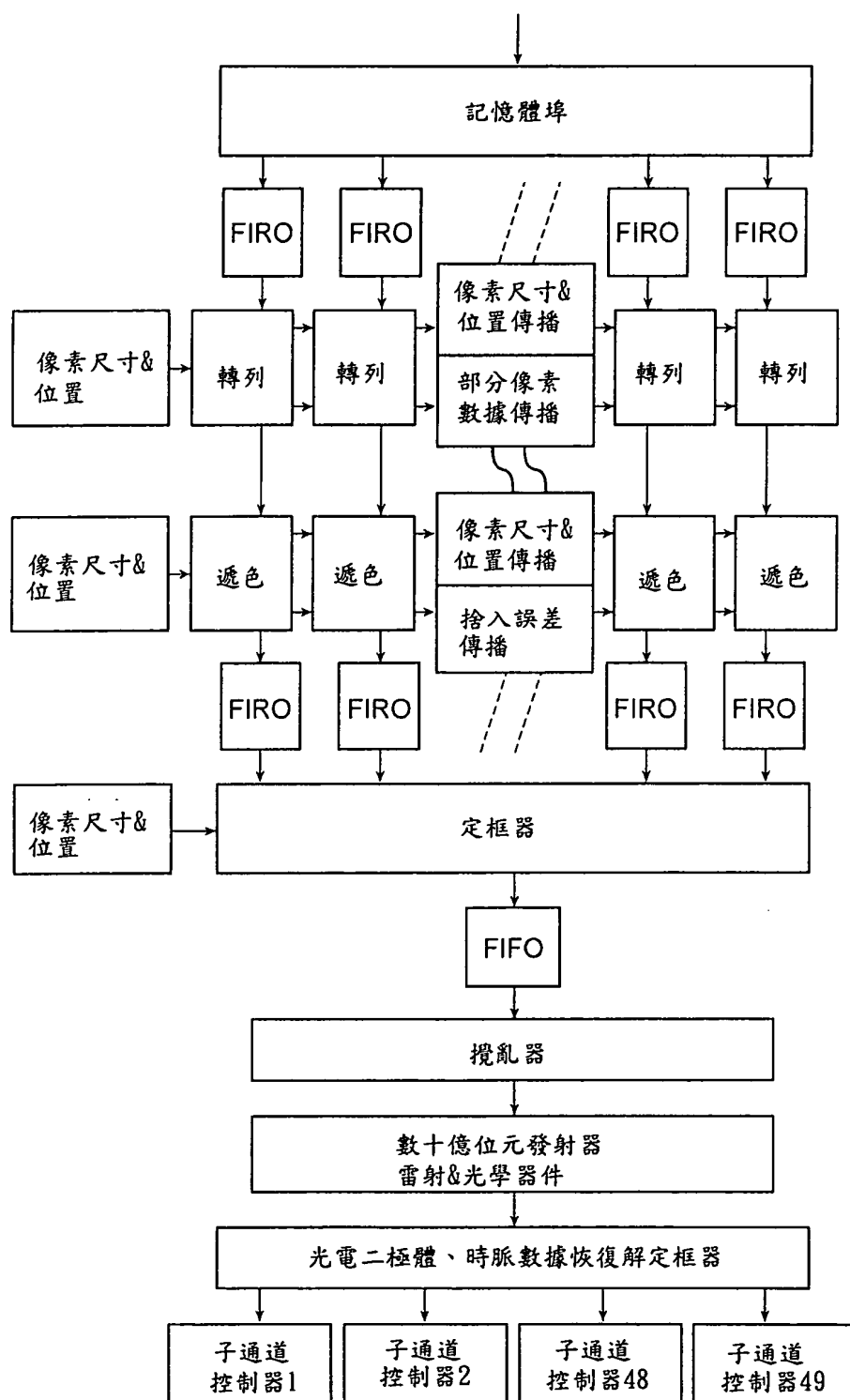


圖54

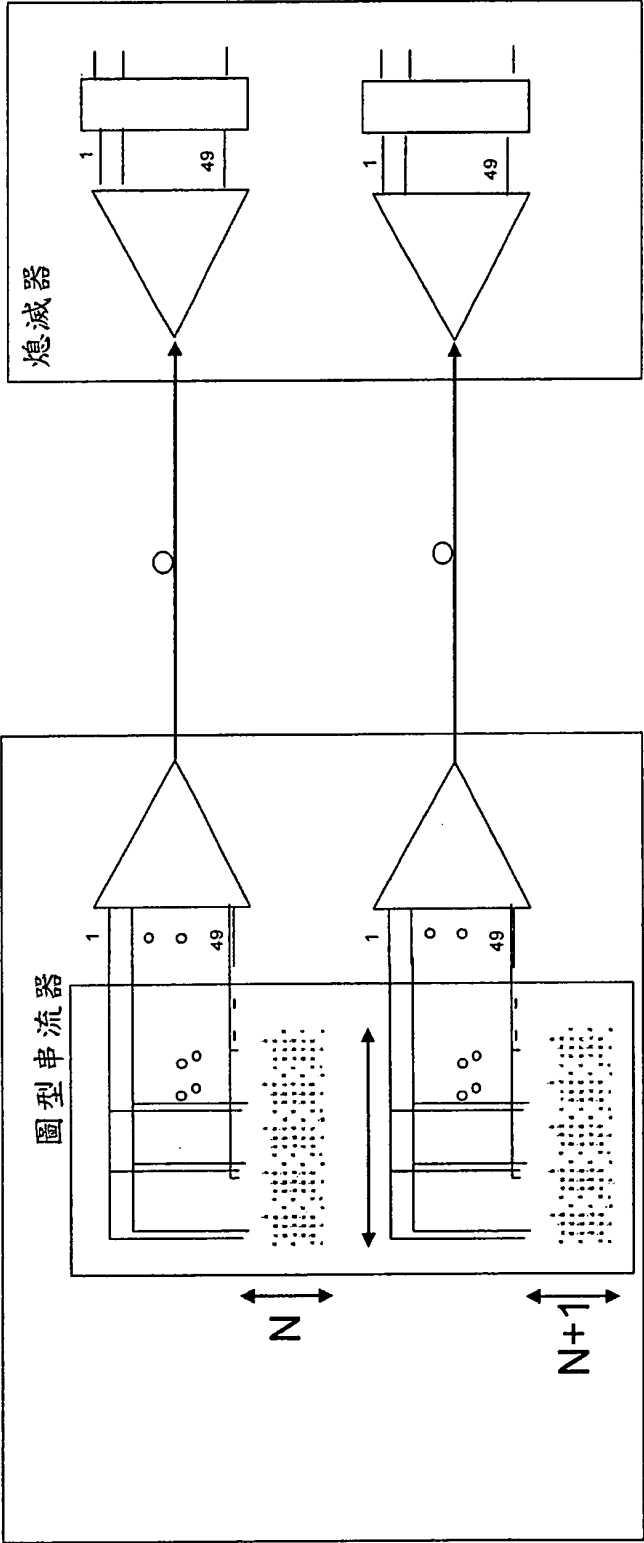


圖55

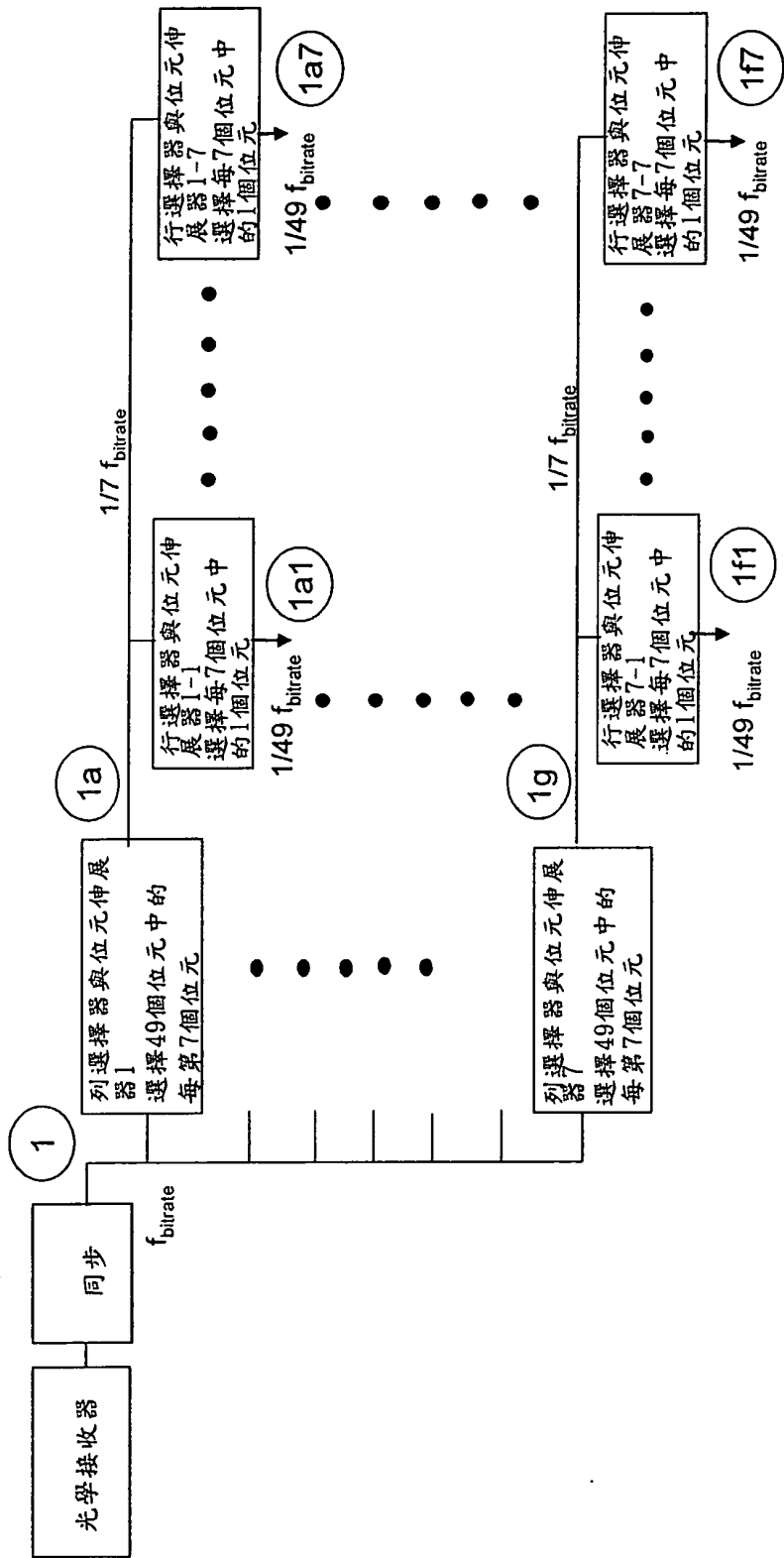


圖56

$N_{\text{pat_beams}}$	α_{array}	P_{proj}	$K = P_{\text{proj}}/L_{\text{pixX}}$ $L_{\text{pixX}} = 3.5 \text{ nm}$	最接近因數 K $\text{GCD}(N_{\text{pat_beams}}, K) = 1$	實現 $L_{\text{pix_X}} [\text{nm}]$	W_{proj} [nm]
4	0.464	26.9	8	9	2.99	82
9	0.322	19.0	6	7	2.71	154
16	0.245	14.6	5	5	2.92	222
25	0.197	11.8	4	4	2.95	287
36	0.165	9.89	3	5	1.98	350
49	0.142	8.51	3	3	2.84	413
64	0.124	7.46	3	3	2.49	476
81	0.111	6.64	2	2	3.32	538
100	0.100	5.99	2	3	2.00	600

圖57

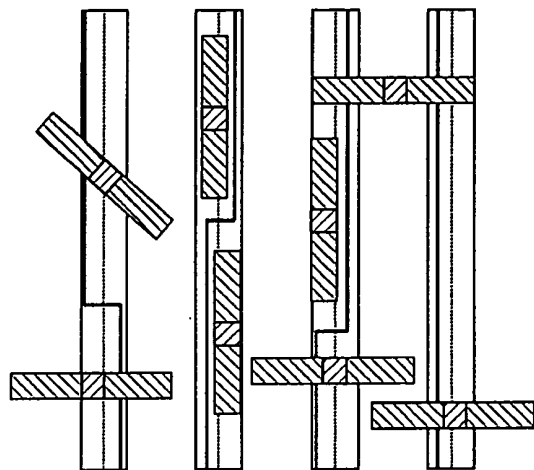


圖58A

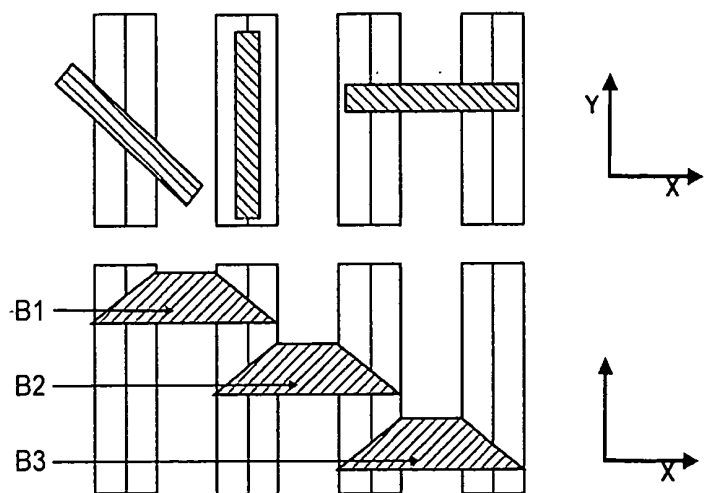


圖58B

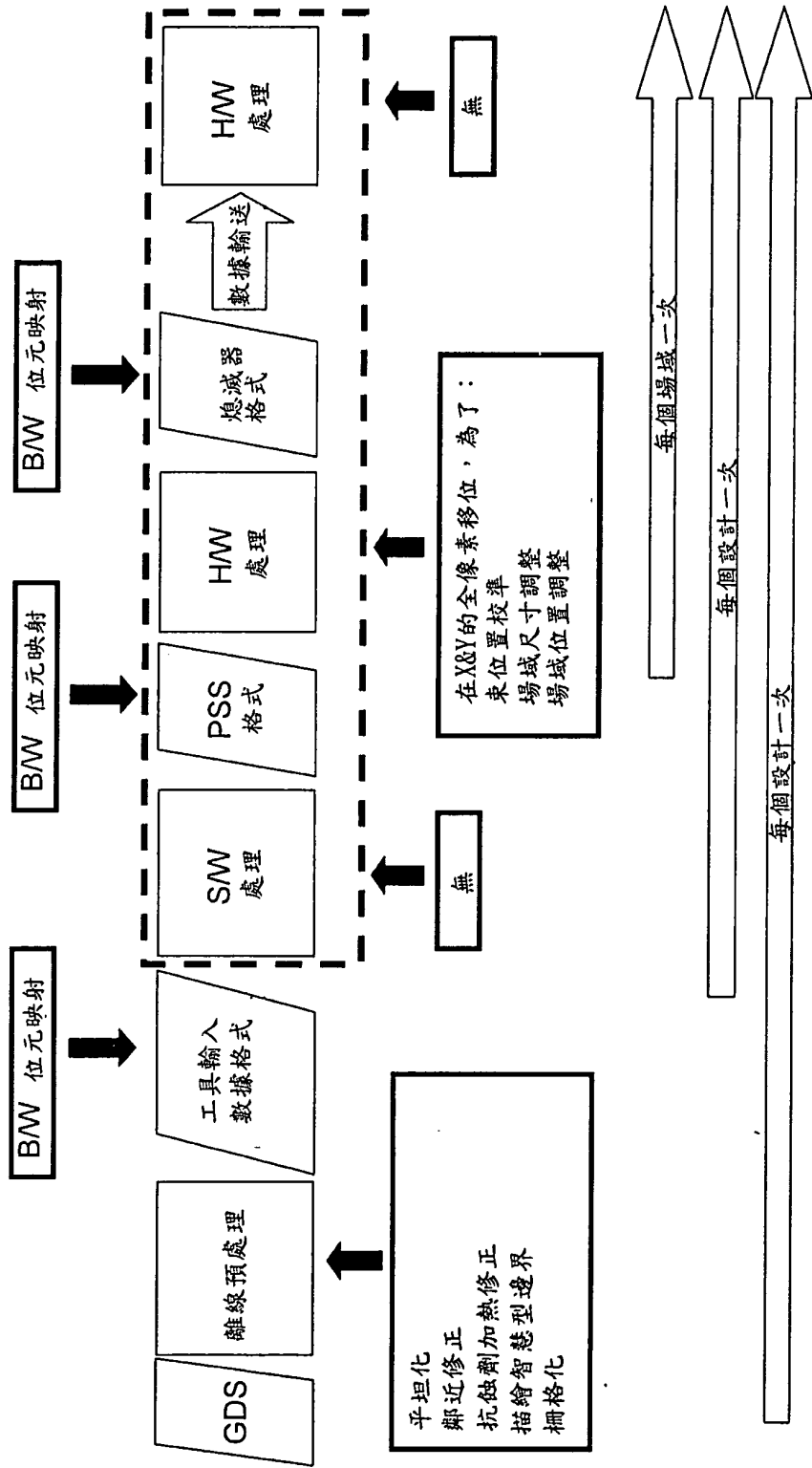


圖59

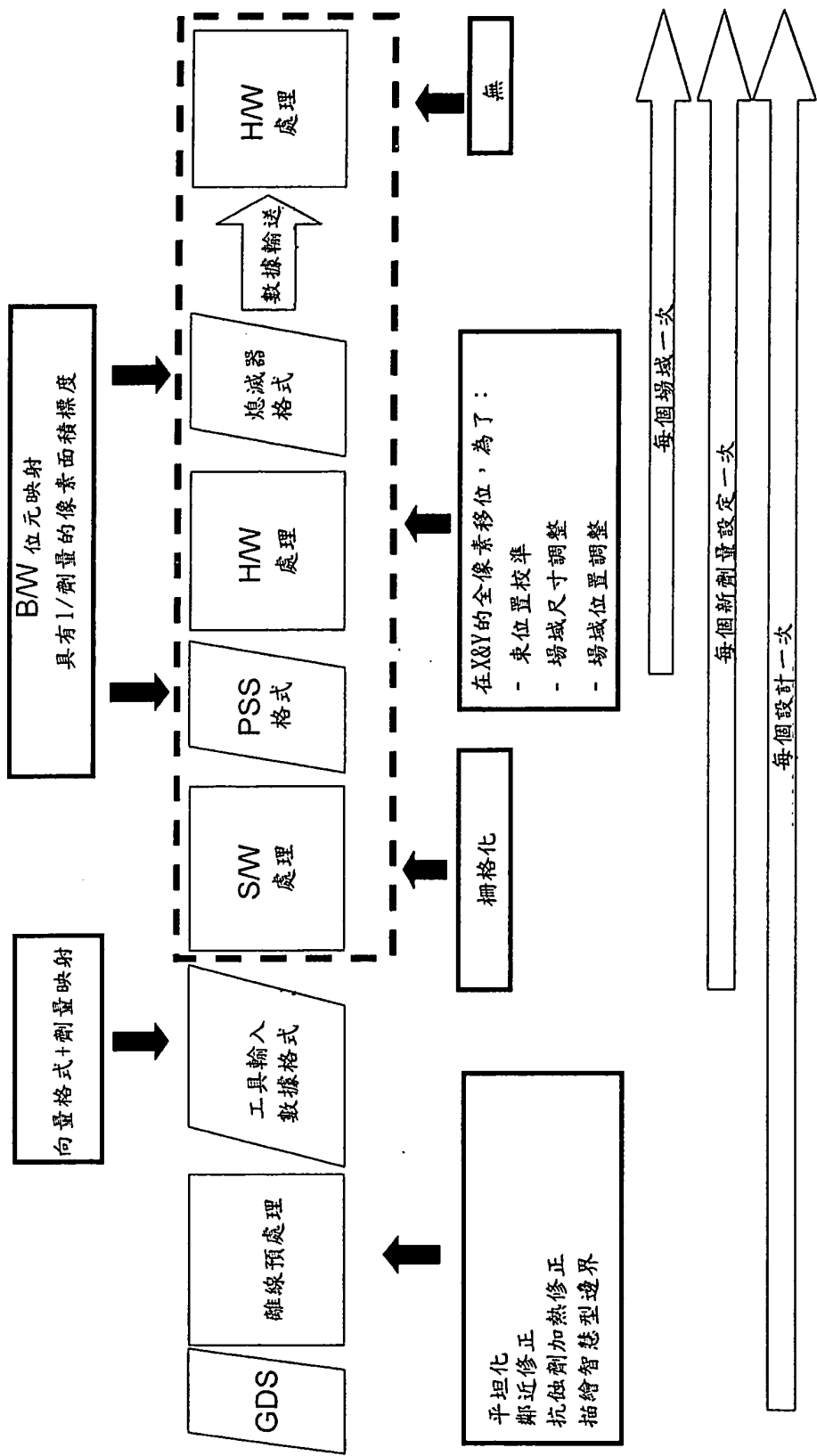


圖60

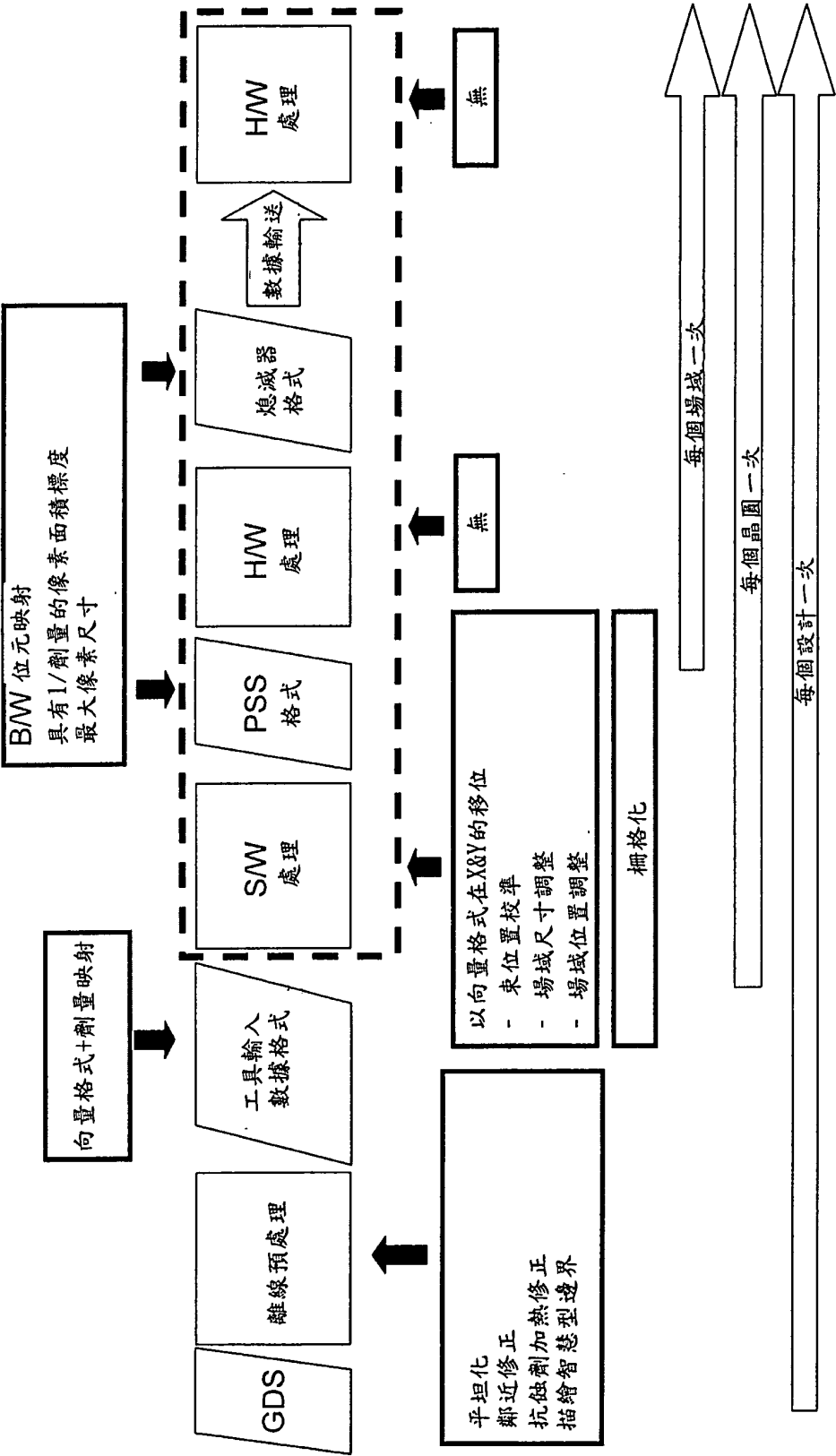


圖61

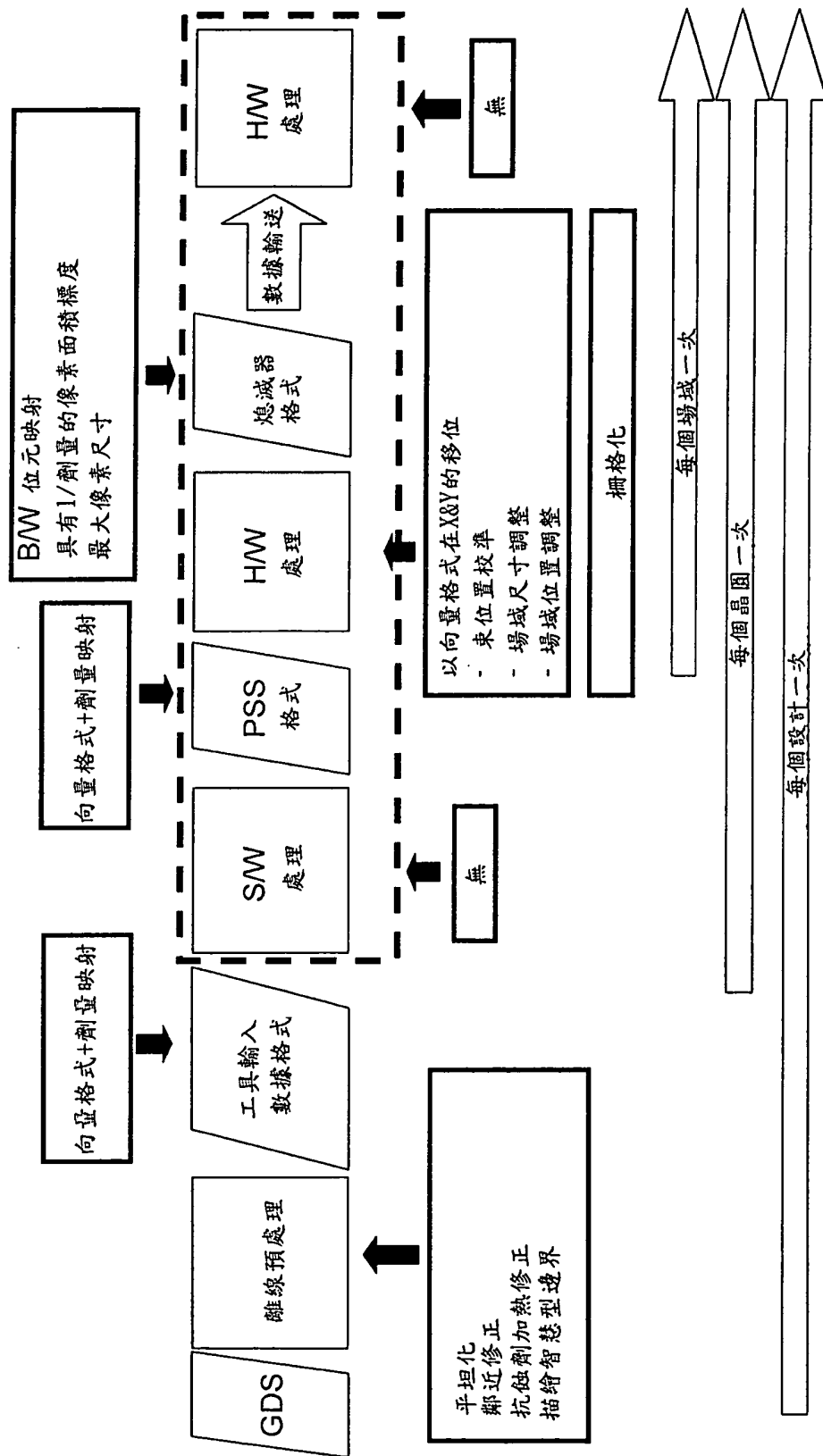


圖62

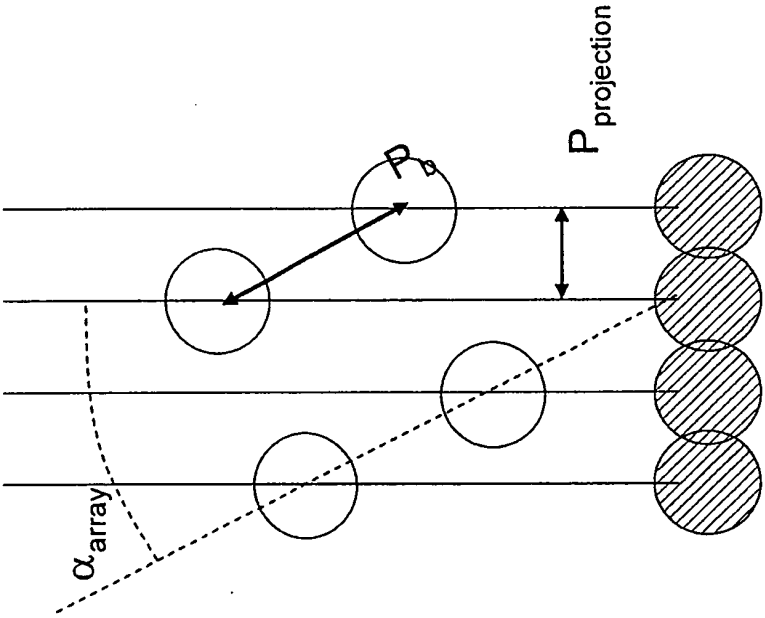


圖63

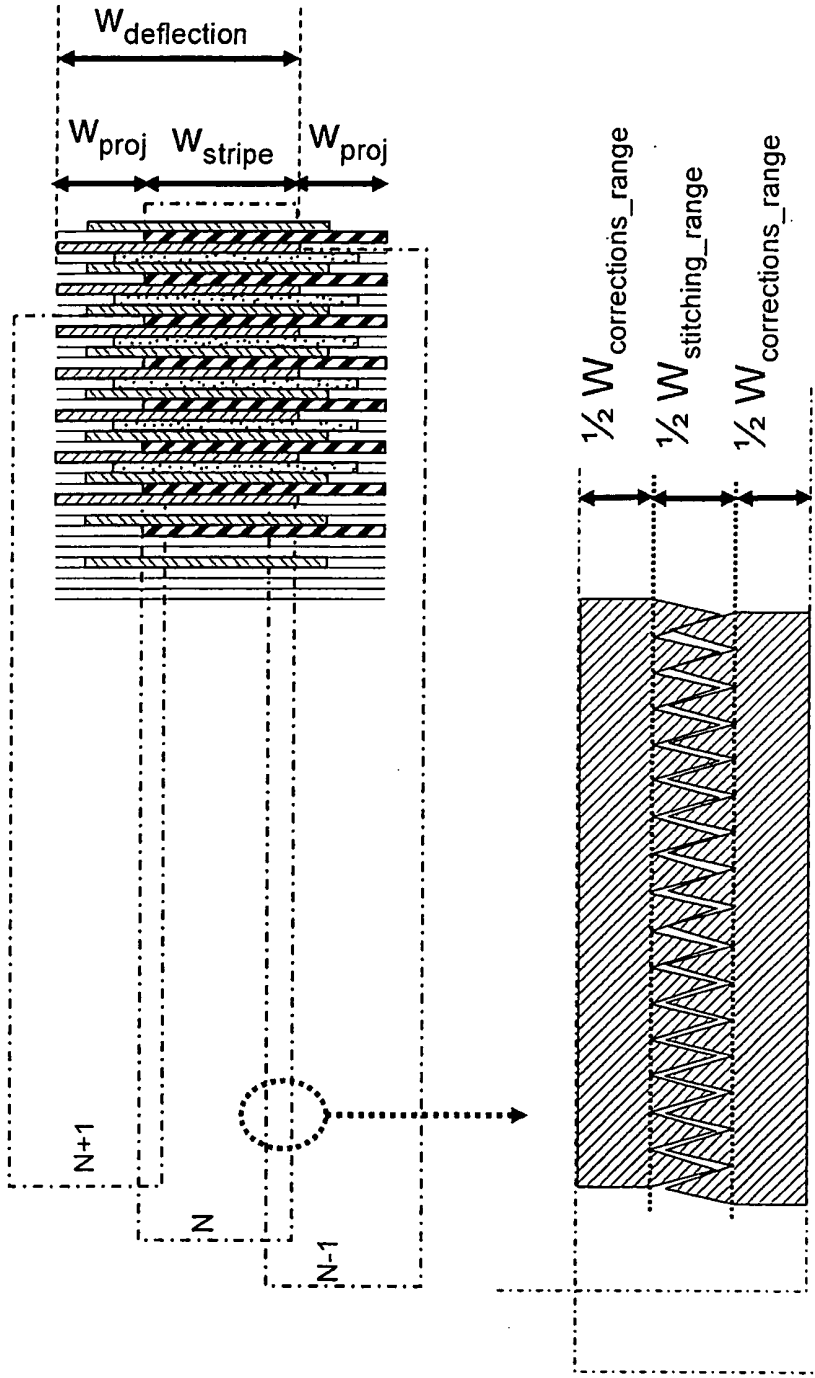


圖64

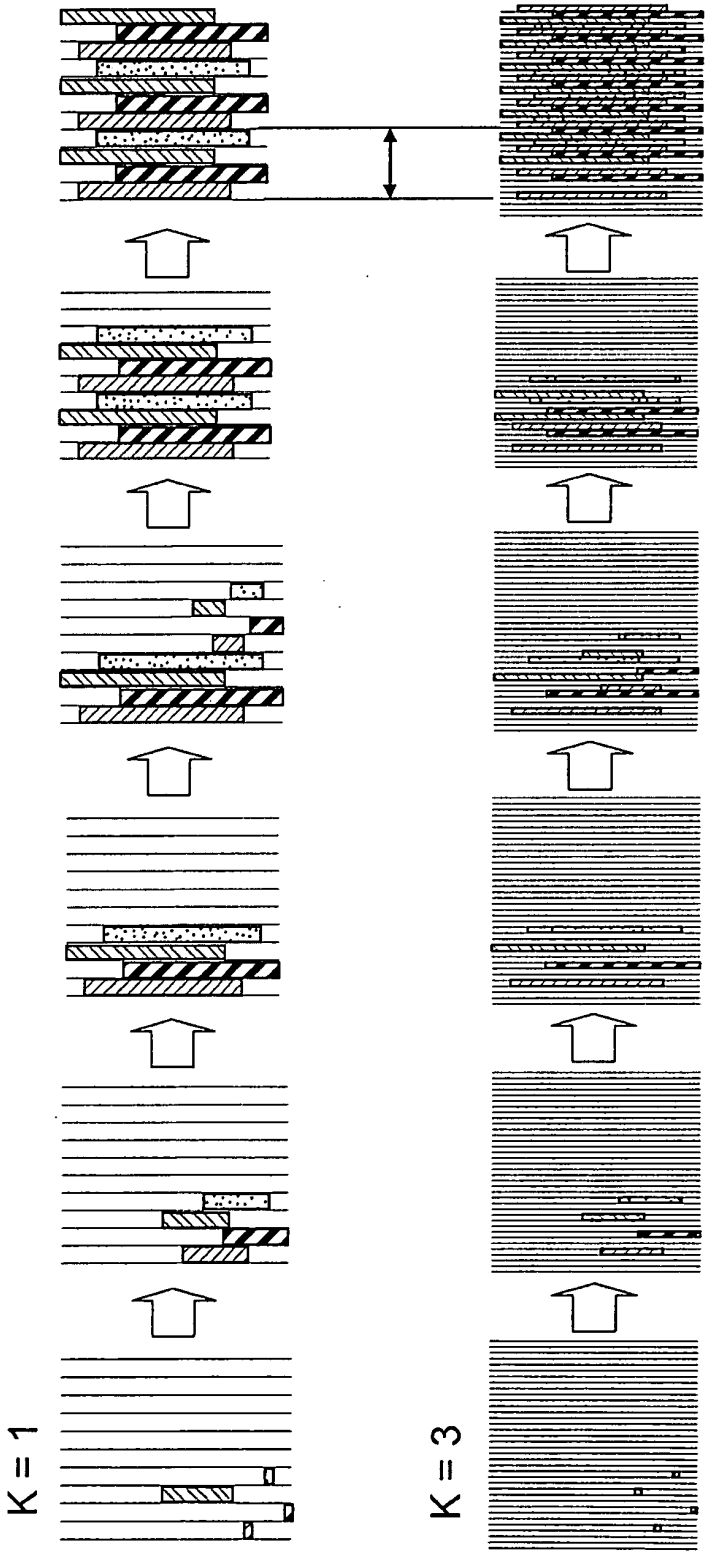


圖65

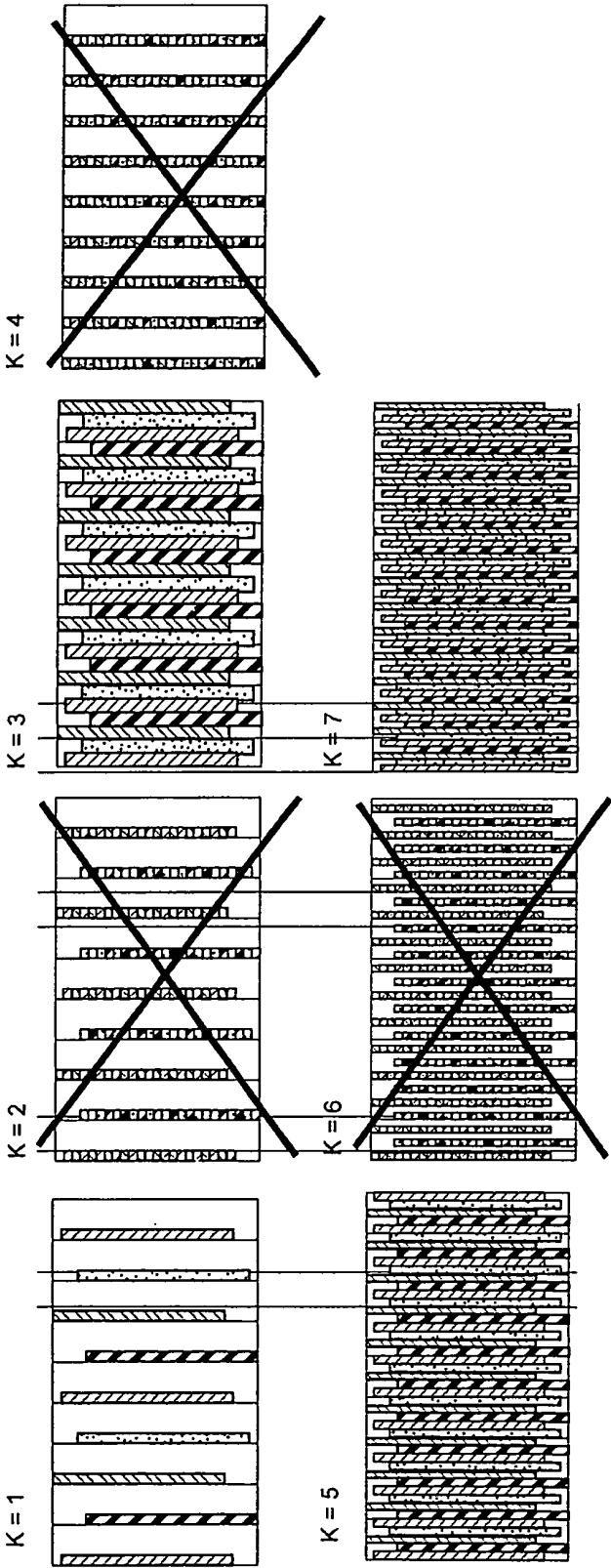


圖 66

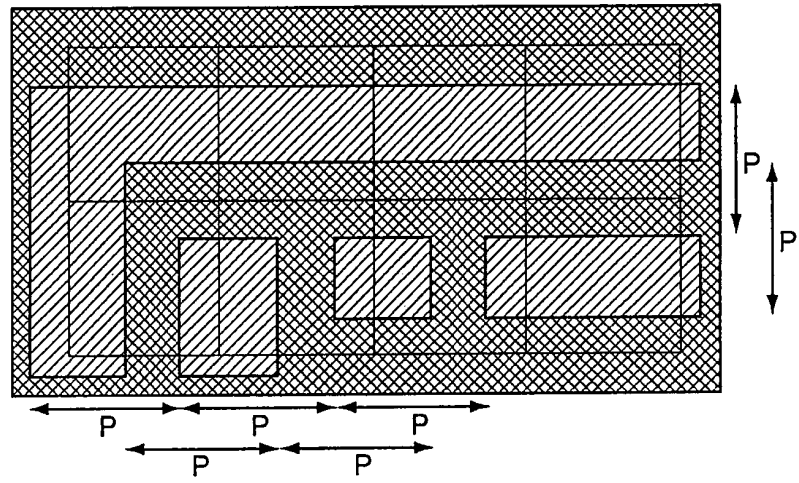


圖 67

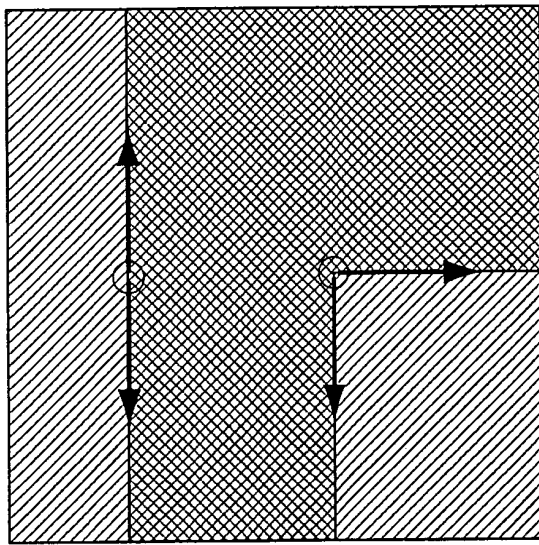


圖 68

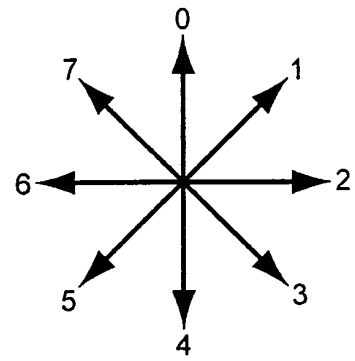


圖 69

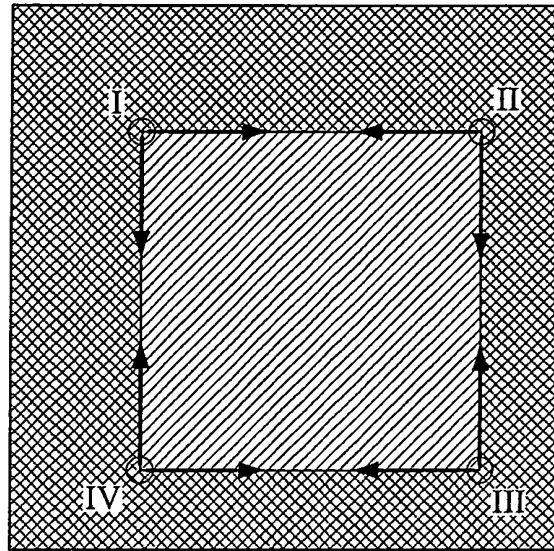


圖70

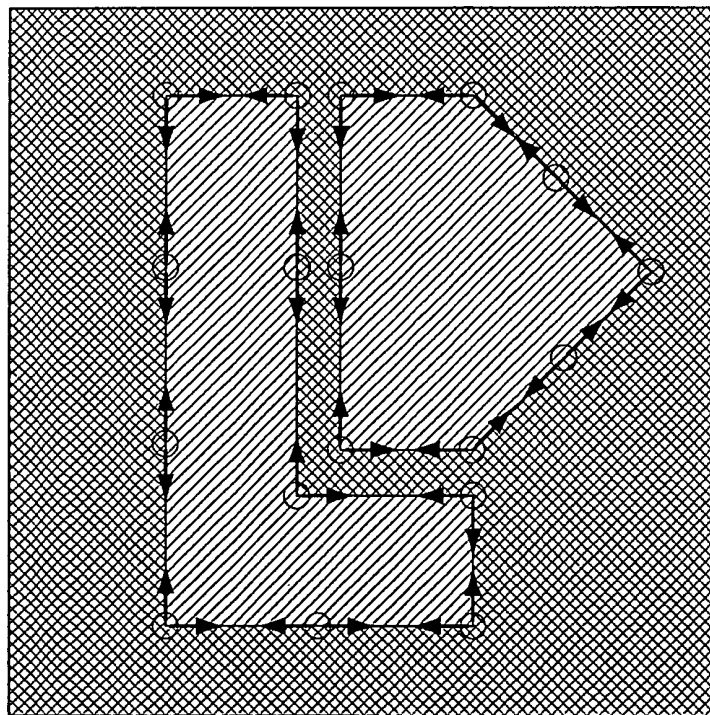


圖71

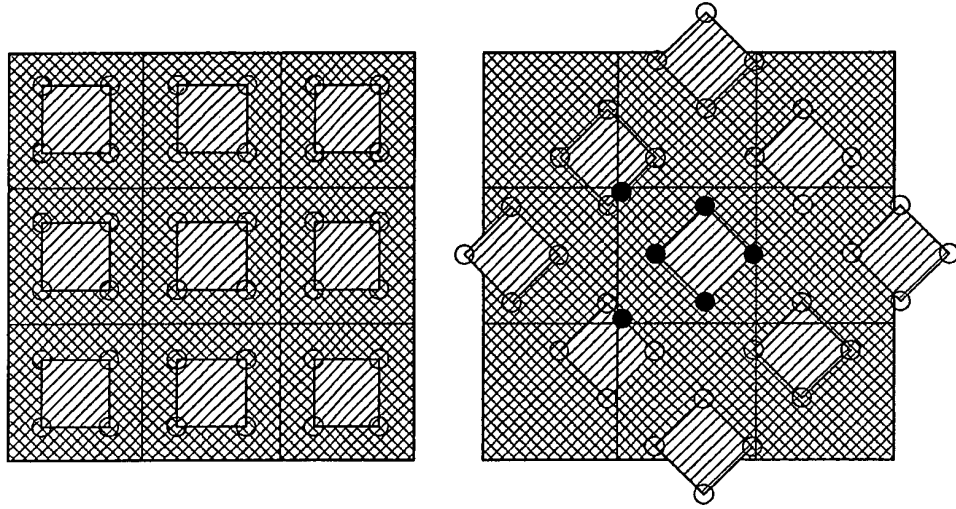


圖72

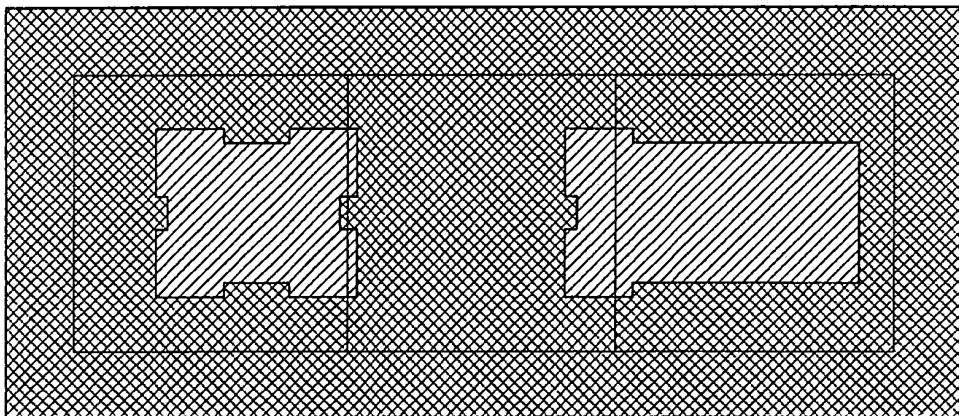


圖73

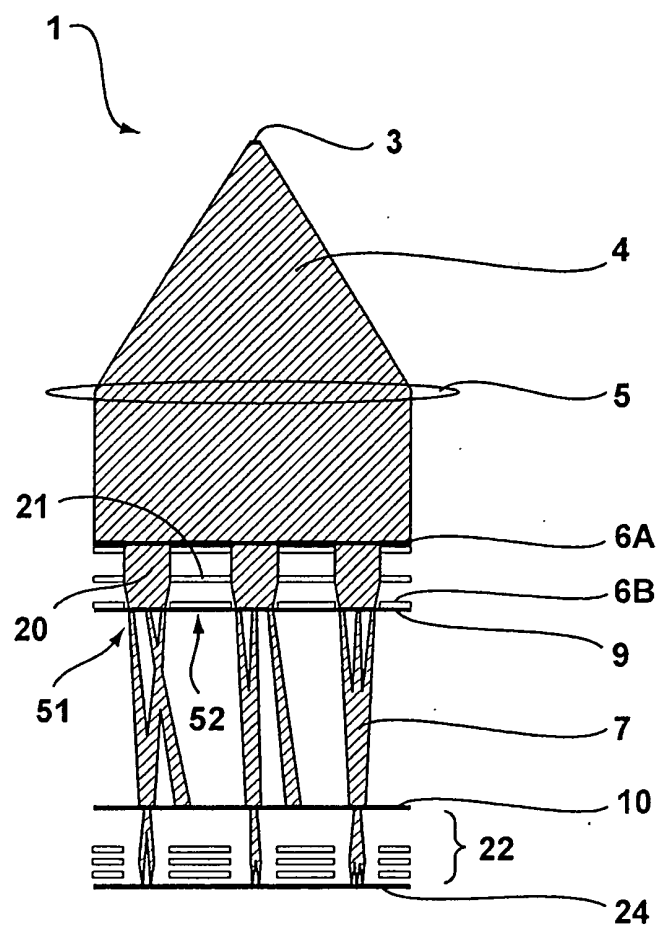


圖 74

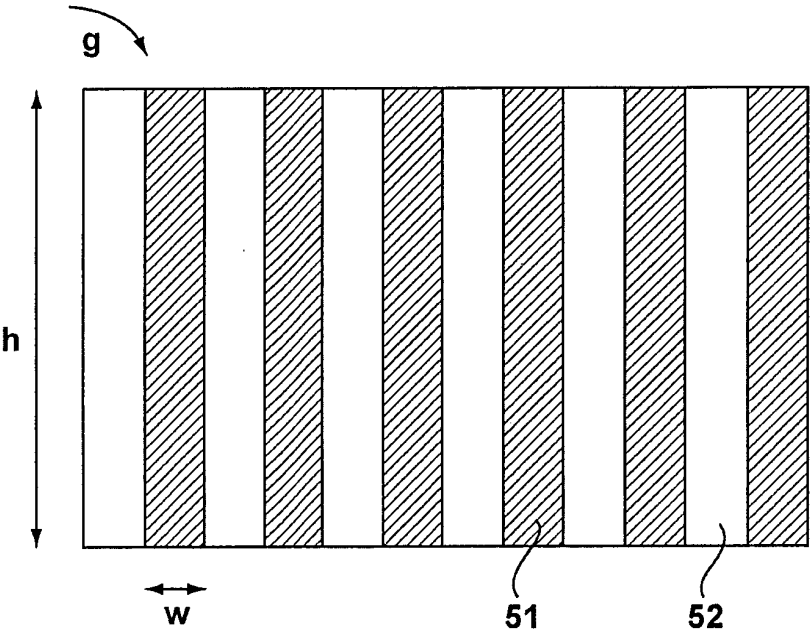


圖75

四、指定代表圖：

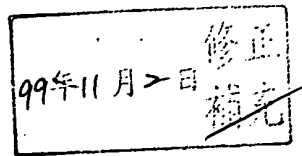
(一)本案指定代表圖為：第（ 15 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

（無）

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）



在較為接近晶圓處，使用束偏轉器陣列 119 來將電子小束在 y 方向偏轉(並且在 x 方向少量偏轉)以達成遍及晶圓 104 表面的電子小束掃描。在所述的實施例中，晶圓 104 是由晶圓定位系統 101 在 x 方向機械式移動，且電子小束是在實質垂直於 x 方向的 y 方向掃描遍及晶圓。當寫入數據，小束是在 y 方向緩慢偏轉(相較於返馳時間)。在拂掠結束時，小束是快速移動回到 y 範圍的起始位置(此稱為返馳)。束偏轉器陣列 119 接收來自數據途徑 103 的時序與同步資訊。

<通道>

數據途徑可分為若干個通道。通道是從預處理單元到微影系統的電子數據途徑。在一個實施例中，通道包含電氣至光學轉換器(例如：雷射二極體)、用於傳送小束控制信號的單個光纖及光學至電氣轉換器(例如：光電二極體)。可指定此通道以傳送對於單個圖型束的控制信號，單個圖型束包含若干個個別小束(例如：構成一個圖型電子束的 49 個小束)。可使用一個圖型束以寫入在晶圓上的單個條帶。在此配置中，通道代表數據途徑構件，其專用以控制包含多個小束(例如：49 個小束)的一個圖型束且載有小束控制信號以根據圖型數據來寫入一個條帶。子通道代表其專用以控制在圖型束內的單個小束的數據途徑構件。

<數據途徑處理>

數據途徑 101 將佈局數據變換成為用於控制電子小束的通/斷信號。如上所述，此變換可在預處理單元 140 實行，

99年11月2日修正替換頁

預處理單元 140 實行在典型為以 GDS-II 或類似檔案形式的佈局數據上的一連串變換。此處理是典型包括：平坦化(flattening)/預處理、柵格化(rasterization)及多工步驟。

平坦化/預處理步驟將佈局數據格式變換成為劑量映射。劑量映射以向量格式與關聯的劑量率值來描述在晶圓上的區域。此步驟可包括諸如鄰近效應修正的一些預處理。因為預處理的複雜度，此步驟較佳為離線實行。柵格化步驟將劑量映射變換成為串流的控制(通/斷)信號。多工步驟是根據多工方案將小束控制信號封裝。

用於在微影機器中寫入晶圓的方法可用以下步驟的順序而概略描述。晶圓 104 是安裝在晶圓定位系統 101 的台上，柱 102 維持於真空條件，且小束被校準。晶圓被機械式對準，且按照場域(field)的對準(偏移)被計算。晶圓是由該台在+x 方向移動且該柱開始寫入第一場域。當小束熄滅器陣列的前導列的孔為通過一個場域邊界，偏移修正是對於下個場域所設置。因此，當第一個場域為仍在寫入時，微影系統將開始寫入下一個場域。在寫入一系列中的最後一個場域之後，將移動該台以將晶圓上的下一列的場域定位在小束熄滅器陣列的下方。當該台在-x 方向移動時，將開始新的運行。掃描偏轉方向較佳為不變。

<修正>

由數據途徑所實行的數據處理可提供對小束控制信號的一些不同調整以作成種種型式的修正與補償。舉例來說，此等修正與補償可包括鄰近修正與抗蝕劑加熱修正，

的一個測量是填滿因數，填滿因數是熄滅器孔的總面積與對於一個圖型束的孔為群組在其的面積之間的比率。填滿因數是對於評估就電流輸入(束電流)與電流輸出(總計小束電流)而論的特定網格(grid)幾何結構的效率為有用。當小束孔群組的面積為較小，填滿因數將增大到更佳值。

適用於少量的孔之寫入策略是“平行投射”寫入策略(參閱：圖 3)，其中(以其最簡單形式)個別小束為交插且寫入整個條帶寬度(如在圖 8B 所示)。此類的寫入策略是描述於美國專利申請案序號第 61/058,596 號，其整體為以參照方式而納入於本文。

<掃描線>

對於平行的所有小束，束偏轉器陣列 119 將產生三角形的偏轉信號。偏轉信號包括掃描階段與返馳階段，如在圖 6 的示意圖所示。在掃描階段期間，偏轉信號將小束(當接通時)在 y 方向緩慢移動且小束熄滅器陣列根據小束控制信號而將小束接通及切斷。在掃描階段後，返馳階段開始。在返馳階段期間，小束被切斷且偏轉信號將小束快速移動到下一個掃描階段將開始處的位置。

掃描線是在掃描階段期間之晶圓表面上的小束途徑。在沒有特別措施的情況下，掃描線將不會確實沿著 y 方向寫入晶圓上，而將會稍微偏斜為同樣具有小的 x 方向分量，因為在 x 方向的連續台移動。此誤差可藉由將小的 x 方向分量加到偏轉場域以匹配台移動來作修正。此修正可在 EO 柱中處理，使得數據途徑不需要修正此誤差。此 x 方向的

分量是小的，因為台移動相較於 y 方向偏轉掃描速度為慢（典型的 $x:y$ 相對速度比可為 $1:1000$ ）。然而，此 x 方向分量的效應是在具有圖型束的系統中而大為提高。首先，偏轉速度可與每個圖型束的小束數目成比例而降低。其次，歸因於小束陣列的傾斜度（如在圖 3、4 與 9 的實例中所示），在晶圓上的掃描線的偏斜將造成變更由不同小束所作成的掃描線之間的距離。足夠大的偏斜可能造成掃描線重疊或改變相關於彼此的位置。

掃描線（參閱：圖 6 的右側）是分為三段：開始過掃描段、圖型段與結束過掃描段。小束是沿著 y 方向偏轉。小束為偏轉在其中的距離是典型較其條帶所應寫入為寬。過掃描提供對於移位與定標小束寫入處的位置的空間。過掃描是單邊過剩的。倘若條帶寬度為 2 pm 且過掃描為 0.5 pm （或 25%），此造成 3 pm 的掃描線長度。掃描線位元框的過掃描段持有其不是用於寫入圖型（圖型段位元）的位元。過掃描位元恆為切斷，但是傳送在光纖上。掃描線位元框的圖型段持有描述柵格化圖型的位元。在此段中的位元是被主動接通及切斷以供寫入特徵。

在圖 6 中（的左側），掃描線是對於僅有一個小束為寫入條帶的情況而描繪。在偏轉週期期間的小束途徑是 A-B-C。AB 是在掃描階段期間的掃描線移動，而 BC 是在小束為切斷期間的返馳。條帶邊界是標示為 D 與 E。在圖 6 的右側，識別過掃描與圖型段。用於在掃描線上切換小束的小束控制信號的整組位元被稱為掃描線位元框。

在整個掃描線期間，小束是由微影系統所控制。在過掃描段中，小束將被切斷。在圖型段中，小束是根據需要被寫入在晶圓場域中的特徵而切換。對於過掃描段與圖型段之在掃描線位元框中的位元是代表要轉移到小束熄滅器陣列的數據。在過掃描段中的位元/像素似乎為無用且耗用數據途徑的頻寬。然而，在過掃描段中的位元/像素可提供修正(諸如：圖型移位與圖型定標)的空間，提供縫綴演算法的空間，且當寫入策略為用在所有小束寫入整個條帶寬度(平行投射)而提供對於小束在熄滅器孔 y 位置差異的空間。

假定對於其控制小束的小束控制信號的固定位元率與某個像素尺寸，掃描線可映射成為固定長度位元框，即：掃描線位元框。

在圖 7 中，提出對於圖型偏移與圖型定標的實例。掃描線 A 是沒有偏移或定標的垂直掃描線，其中，寫入掃描線的小束被正確對準且正確偏轉以將在晶圓上的期望特徵正確曝光。掃描線 B 與條帶並未最佳對準，例如：歸因於小束的失準。此可藉由調整小束切換的時序、藉由將小束控制信號中的數據移位一個完整像素而修正。此可藉由將在掃描線位元框內的控制位元移位而達成。

掃描線 C 並未正確定標以相配在條帶邊界 D 與 E 之內，例如：歸因於其局部較常態為弱的小束的偏轉。因此，圖型段耗用控制信號的較多個位元，而過掃描段使用較少個位元。寫入條帶的圖型需要對於條帶寬度的多個位元。從位元框的觀點，僅可為以全像素的解析度而進行移位與

定標。然而，柵格化方法能夠處理子像素解析度修正(例如：0-1 像素)。組合此二者將允許移位，諸如：2.7 個像素的移位。

<小束寫入策略>

在上述的實施例中，各個子束是分為 49 個小束且通道將 49 個小束組合以供寫入條帶。對於寫入條帶存在多個不同的寫入策略。小束寫入策略是定義小束為以何種方式排列以供寫入條帶。方案可為堆疊、交插或重疊的組合。小束是在二個階段中所偏轉：掃描與返馳。在掃描階段中，小束是沿著在晶圓上的其掃描線而偏轉(當其為接通)。掃描線位元框的圖型段將用位元圖型所填滿以將期望晶片特徵曝光。

在圖 8 中，數個實例是顯示可能的交插方案，其使用四個小束以供寫入條帶。此等實例並非即時顯示小束如何寫入，而是顯示當寫入已經完成時，哪個小束為已經寫入條帶的哪個部分。

實例 A 顯示將小束堆疊。每個小束寫入其本身的子條帶。對於此組態，各個小束在其返馳前而僅為寫入少量的位元。偏轉信號的頻率是高的而且其振幅是小的。此寫入策略是適用在成群的小束為排列以使得群組寬度(小束數目 $N \times$ 投射間距 P_{proj})為等於條帶寬度(垂直投射)之情形。

垂直投射是一系列的寫入策略。對於垂直投射的基本形式，所有小束寫入小的子條帶。子條帶寬度是條帶寬度的小部分。熄滅器孔網格的尺寸是典型相關於條帶寬度。

器中的孔數目(即：在各個圖型束中的小束數目)，且 K 是台移動對群組尺寸的分數。若在網格中的孔數目與 K 值的最大公分母等於 1，則該 K 值為可接受。當使用一值 $K=5$ ，在掃描線之間的距離亦將隨著相同因數而減小。使用“平行投射”且選擇適當 K 值，可確定像素尺寸(至少在 x 方向)。然而，一個限制在於此造成僅為固定組的像素尺寸。因數 K 將偏轉頻率與台速度作連結。

圖 65 說明具有在頂部實例為因數 $K=1$ 及在底部實例為 $K=3$ 的寫入策略。圖 66 說明對於具有 4 個小束的圖型束之可能 K 值。

對於 49 個孔的網格(例如：7x7 陣列)的實例是提供在圖 10 的表格中，其描述對於數個有效 K 值在 x 方向的像素尺寸(以奈米為單位)，假設束間距為 61 nm (給定典型的孔尺寸而將提供 25%填滿比率)。對於此等參數，投射間距 P_{proj} 將為 8.6 nm。對於此幾何結構的網格寬度是 $W_{proj}=414$ nm。因此，位元框是能夠掌控 ± 207 nm 的寫入策略移位。

圖 11 是九個小束的陣列的圖例，顯示一些使用術語的定義，包括：束間距 P_b 、投射間距 P_{proj} 、網格寬度 W_{proj} 與傾斜角 α_{array} 。圖 63 是另一個實例，顯示四個小束的陣列。

圖 57 顯示像素尺寸與網格寬度的表格，取決於每個圖型束的小束數目(N_{pat_beams})、陣列傾斜角(α_{array})、投射間距(P_{proj})與 K 因數。為了降低其需要被產生且透過數據途徑所傳送的控制數據量及提高產量，大像素尺寸是期望的。然而，像素尺寸是受到期望 CD 與抗蝕劑性質所限制。在表格

中，假設在 x 方向的最佳像素尺寸(L_{pix_x})為 3.5 nm，且從左側起的第四行顯示其基於投射間距與最佳像素尺寸之 K 的計算值。給定每個圖型束的小束數目，可接受的最接近 K 值是顯示在從左側起的第五行中。第六與第七行顯示對於給定的每個圖型束的小束數目、陣列傾斜角、投射間距與 K 因數所將造成的以奈米為單位的像素尺寸與網格寬度。

較高的 K 指出較快的偏轉掃描速度(相對於台移動)，且造成在 x 方向的較小像素。以固定的數據率，像素將在 y 方向成為較大，使得像素形狀從大約方形改變為矩形。

<小束寫入策略修正>

小束是方位為對於 EO 裂縫的某個角度而能夠寫入非重疊掃描線。EO 裂縫相關於偏轉方向的傾斜引起在 y 方向的位置差距，如在圖 11 所示。此位置差距可作修正。對於每個小束，用於移位的值是投射間距的倍數。在圖 11 中，在頂部孔與中央孔之間的差距等於 $W_{\text{proj}}/2$ 。此等值將造成全像素移位分量與子像素移位分量。全像素移位分量較佳為總是作補償，但是子像素分量僅當使用即時柵格化而可作補償。

多工、定框(framing)、編碼及同步

為了降低系統成本，可使用一個光纖以控制多個(例如：7x7=49 個)熄滅器孔。在一個實施例中，透過各個光纖所傳送的連續控制位元是用於控制小束熄滅器陣列的連續熄滅器孔(即：用於控制一連串的小束)。在一個實施例中，各個光纖包含對於 49 個子通道的通道傳送控制資訊，用於

每個小束的偏移。

- 在小束熄滅器陣列孔位置的變化。各個小束通過在小束熄滅器陣列的孔且為由在該孔的熄滅器電極所切換。在小束熄滅器陣列之製造中的變化可能造成在孔且因此為對應小束的位置於 x 與 y 方向二者的機械偏移，當相較於參考位置。此誤差的效應是典型為多個像素，且結果是每個小束的偏移。此誤差的全像素(整數)部分將典型在執行時作補償。其餘的子像素(分數)部分可由即時柵格化作補償。

- 在偏轉強度的變化。此等者可能是歸因於小束偏轉器的電氣偏轉場強度的空間差異，此必須對於“圖型定標(scaling)”、“劑量修正”作修正。亦可能具有在偏轉差異的小束偏移分量，其可由“圖型移位”作修正。

- 在控制信號脈衝期間的變化。因為用於將小束熄滅器陣列電極接通及切斷的不同時序行為，有效的劑量率將在小束間為不同。當未將控制信號多工傳輸時，此效應是顯著的(例如：10%)。就對於在一個通道中的 49 個小束的控制信號多工傳輸而論，其顯著性是因為轉變效應相同而降低，但最小脈衝寬度是相較於未多工傳輸情形而為較大 49 倍(假設 $10\%/49=0.2\%$)。甚者，此誤差是取決於劑量率。誤差將對於 100%劑量率寫入為小，而誤差是在以 50%劑量率寫入為最大。

<總體圖型移位>

當在晶圓上寫入圖型時，寫入圖型的小束不太可能是均為完全對準。為了修正此失準且致使小束能夠寫入對準

條帶，調整圖型數據以補償失準誤差。此調整可使用軟體或硬體來作成，且可在圖型數據的處理期間的不同階段所進行。舉例來說，可對以向量格式、或以多階灰階格式、或以二階 B/W 位元映射(bitmap)的圖型數據而作出修正。

偏移可能發生在 x 方向(台移動方向)或 y 方向(小束掃描偏轉方向)或是二者。偏移可能以全像素移位及/或子像素移位而發生。全像素移位可藉由在柵格化後移位若干個像素所達成。子像素移位可作為部分的柵格化過程而達成。

總體圖型移位(即：在一個通道中的所有小束的移位)可用於(在 x 與 y 方向的)條帶位置修正及(在 x 與 y 方向的)場域位置修正。對於條帶位置修正的 x 與 y 圖型移位的實例是顯示於圖 25。在圖左，條帶是顯示具有其重疊在意圖位置的期望圖型。在圖右，條帶是顯示具有重疊為其若未作出修正而將寫入的圖型。如可看出，需要總體圖型移位以使通道的所有小束來寫入在移位向上且到左側的位置。

典型為在校準之後而頻繁進行(每個晶圓或場域一次)束移位。可假設小束為完全對準關於在同個通道中的其他小束，使得在通道中的所有小束得到相同的圖型偏移。

對於圖型移位的典型要求是對於總體移位的每個通道的個別 X 與 Y 移位設定，且參數是每個場域為更新一次。典型的最大移位範圍可為 +200 nm 到 -200 nm，具有 0.1 nm 的移位準確度。此修正是對於總體移位的每個通道，預期的是，在圖型束中的所有小束使用相同偏移值。對於總體圖型移位，通道圖型是無關於束交插策略而整體作移位。

<熄滅器時序偏移修正>

對於多個子通道的小束控制信號較佳為在單個通道上作多工傳輸。視熄滅器設計而定，此將造成個別的小束在不同時間切換到下個像素。熄滅器時序偏移修正需要按照子通道在 Y 的修正，典型為具有小於一個像素的最大移位範圍以及 0.1 nm 的移位準確度。移位參數是靜態的，由於熄滅器時序偏移是視熄滅器設計而定。

<熄滅器孔偏移修正>

因為熄滅器幾何結構，不同的孔具有從某個參考點的不同偏移。使用在孔之 X 的偏移以產生交插的圖型(參閱：圖 9)。將即時考量其可預測的時序延遲且不視為此修正的部分者。相對於參考(例如：中間條帶)之 Y 的偏移被補償。誤差是劃分為全像素與子像素分量。全像素移位應為總是作補償，而僅有即時柵格化能夠處理子像素分量。熄滅器孔偏移修正需要按照子通道對於子像素分量在 Y 的修正，典型為具有 $\pm W_{proj}/2$ 或 $\pm 210 \mu m$ (即： $(N-1)*P_{proj}$) 的最大移位範圍、以及 0.1 nm 的移位準確度。修正參數是靜態的，因為熄滅器孔偏移是依據熄滅器幾何結構。

<劑量修正>

因為在微影機器中的製造容許度變化，有效的劑量是按照小束而變化。小束掃描偏轉強度的變化亦可造成劑量強度的變化。劑量率亦可使用一個劑量因數作修正：造成劑量率 = 劑量率圖 * 劑量因數。此公式以數學式描述修正，但是劑量修正較佳為藉由調整像素白值及/或臨限值在遞色

過程中實現。舉例來說，當小束用 90% 的劑量因數來校準，其強度為 $100\%/90\%=111.1\%$ 。因此，若 100 為預設值，用於遞色的白值將為 111.1；且若預設值為 50，遞色臨限值將為 55.6。

劑量修正是按照小束而實行，且修正參數是每個晶圓更新一次。對於劑量修正的典型要求/值是 50%-100% 的圖型劑量映射、0.2% 步進尺寸的圖型劑量準確度、80%-100% 的束劑量因數及 0.2% 步進尺寸的束劑量準確度。造成的劑量率應捨入到最接近的值。

<圖型定標(scaling)>

束是於各個掃描期間在 y 方向偏轉且將圖型從條帶的一側寫入到另一側。偏轉距離是較佳為涵蓋條帶寬度與過掃描距離的二倍。假使偏轉為非完全一致，一束是相較於其他者而偏轉較強且因此偏轉距離將為不同。歸因於跨於陣列所發生的電壓降，掃描偏轉強度的差異是發生在掃描偏轉陣列表面上。此等電壓降造成在陣列遠端處之較弱的偏轉場，且偏轉距離是對於經歷較弱的偏轉場之小束而將為較短。

此是使用圖型定標來作補償。圖型定標的實例是在圖 26 所示。在圖左，條帶是顯示為具有以在虛線之間的圖型特徵的意圖標定所覆蓋的期望圖型。在圖右，條帶是顯示為具有若未作出定標修正時而將寫入所覆蓋的圖型。如可看出，需要圖型定標修正來降低通道的所有小束的偏轉以正確標定將特徵寫入。

定標可藉由調整傳送到熄滅器的數據信號的位元率、將曝光圖型散佈在不同數目的像素上所達成。歸因於同步考量，改變位元率並非為較佳。為了避免此，定標可藉由將圖型散佈在不同數目的位元/像素上所實行。假設的是，相同群組的小束具有相同的偏轉強度。此是因為其為由確實相同的偏轉器所偏轉。因此對於某個群組的所有小束，圖型定標因數是相同。

圖型定標需要每個通道的修正，修正參數較佳是每個冗餘掃描重組而更新一次。最大範圍典型為 1 到 1.1 (例如：2 μm 變為 2.2 μm)，且準確度 $0.1 \text{ nm}/1 \mu\text{m}=1/10,000$ 。假設偏轉強度是對於通道中的所有小束為相同，因為小束共用相同的偏轉陣列，且大約為在此偏轉器中的相同位置。

圖 27 是總結種種型式的修正以及典型的參數與範圍的表格。注意，當使用第一次掃描與第二次(或冗餘)掃描時，劑量修正是較佳為在二個掃描前所實行。

<動態圖型移位>

動態圖型移位亦可被提供來補償晶圓發熱。此可使用每個通道的 X 與 Y 偏移表，其具有依據時間變化的值。可使用每 1 ms 為 0.1 nm 的最大斜率(等於在 X 的 -10 μm)，及每 300 mm (晶圓尺寸)為具有 30,000 個項目的偏移表。

<圖型定尺寸(sizing)修正>

因為在遍及掃描偏轉陣列表面的小束掃描偏轉強度的差異，小束的偏轉距離將改變。此可使用(上述)圖型定標或圖型定尺寸修正來作補償。對於圖型定尺寸修正的要求是

99年11月2日修正替換頁

概括為同於圖型定標。

數據途徑架構

數據途徑接收指定格式的佈局數據且將此數據處理以使得其可使用電子束來寫入在晶圓上。數據途徑亦實行對圖型數據的調整以補償在微影機器中的誤差，並且將同步信號提供到其他的子系統。

圖 28 顯示數據途徑的功能方塊圖，其顯示從 GDS-II 圖型數據檔案到其透過光纖所傳送的位元串流之流程。此圖亦顯示其發生在適當功能方塊的修正。視架構選項而定，可在數據途徑處理內的不同點處而作出修正。

<輸入數據格式>

對於數據途徑子系統的輸入將是預處理的格式(通常為得自諸如 GDS-II 或 MEBES 的工業標準檔案格式)，其含有將被“寫入”到晶圓上的佈局資訊。憑藉此工業標準檔案格式，預先定義的系統補償是以離線處理所施加。在離線處理後，數據將對於數據途徑的下個階段作儲存。數據可用便於後續處理的檔案格式作儲存，例如：每個個別通道為一個檔案。

<劑量映射數據格式>

劑量映射是典型為使用向量格式以定義單一個劑量率的區域。劑量率是每單位面積的輻射強度。用適當的劑量率來將圖型寫入是必要的，否則寫入的圖型將不會在抗蝕劑中正確出現。舉例來說，劑量率的範圍可能以 0.2% 的步進為 50-100%，且劑量映射的空間解析度可能為 10-15 nm。

該等區域為非重疊，故其描述該等區域的多邊形的線並未交叉。該等區域可使用在角度 0° 、 45° 或 90° 的線以向量格式所定義。如果發生即時轉列，離線過程可將複雜的多邊形分解為較簡單者，例如：多邊形可作簡化以使得掃描線僅相交邊界最多為二次。此簡化在硬體中的轉列。

<預處理>

預處理作用是典型為每個設計實行一次。此步驟需要完成大量的計算能力。通常在預處理中納入以下功能性：(a) 讀出 GDS-II 晶片設計且取出對於在晶片製程中的特定步驟所需的資訊。此典型造成對於在此步驟中所需的特徵的多邊形圖。(b) 對劑量映射應用抗蝕劑加熱修正。此修正典型造成對於特徵位置的調整。(c) 在多邊形上應用鄰近修正。此修正將造成具有附屬不同劑量率的更多個多邊形的劑量映射。(d) 將對於以向量格式的各個場域的劑量映射輸出。

<通道劃分(splitting)>

通道是較佳使用為用於進一步處理的單元。為了使此為可能，場域劑量映射被劃分為每個通道的劑量映射。多邊形是縮減為由一個通道所寫入的條帶區域。條帶區域是較佳為延伸超過條帶的邊界，以考量縫綴策略與遞色起始人為因素。若使用“智慧邊界”縫綴策略，其中，臨界特徵被分配到單一通道/條帶，則在條帶邊界上的臨界特徵多邊形被分配到當將劑量映射劃分時的特定通道。

<通道轉列(rendering)>

轉列是柵格化過程的第一個步驟。形狀資訊與劑量資

訊是轉列在像素中。圖 29 顯示其重疊在條帶上的佈局圖型特徵來說明轉列過程。形狀資訊與劑量資訊是在劑量映射中以向量格式所描述，且通常為基於場域。在 X 的像素邊界值是由機器的起點所固定(亦假設第一列將為由小束 0 所寫入)。此將確定所有像素 X 座標(在圖 29 的像素 X idx)與其將掃描線寫入的對應小束(在圖 29 的小束 idx)之間的關係。掃描線是在 Y 方向的一列像素。

從在晶圓上的場域的典型 X 位置及從例行計量過程所確定的 X 偏移，可確定特定場域的第一次掃描線(第一場域像素列)。在此實例中的像素與場域原點是未對準。因此，“sub pix offs X”定義從場域原點開始處的左像素 X 邊界(作為用於向量格式的參考)的偏移。

在 Y 的像素尺寸、條帶寬度、過掃描與圖型定標將造成其為需要的整數個像素。一個額外像素可能被添加以允許子像素移位。對於所有小束的圖型定標因數將為相同且因此所有像素將為相同 Y 尺寸。

移位可總是分為整數部分(全像素移位)與分數部分(子像素移位)。可藉由將像素在位元框中移位來實現全像素移位。無法以此方式來實現子像素移位，但可藉由轉列/遞色過程來進行。在 Y 方向的移位為總體(即：在 Y 方向的總體圖型移位)或按照小束為專用(例如：束位置或熄滅器時序偏移修正)。轉列過程應知道哪個小束寫入掃描線且(將子像素)移位適當個掃描線像素。像素是在轉列前被移位，故其為對準“條帶 vec ref Y”(參閱：在圖中的放大顯示 A)線，其

對於特徵與劑量的向量格式描述而言為在 y 方向的基線。

因為在小束與像素 X 索引之間的關係是僅當開始掃描而為固定，僅可用即時轉列來處理子像素移位。離線轉列將總是假設子像素移位為零。

<通道遞色(dithering)>

遞色是柵格化過程的第二個步驟。藉著遞色，特定的劑量率是由對於子通道的切換序列所實現。遞色是實質將多階灰階像素量化為二階的白/黑像素，並將在各個像素中的量化誤差傳播到相鄰的像素且局部強制特定平均劑量率。圖 30 說明此過程。遞色技術是當印刷時典型用於實現灰階或彩色變化。一些眾所週知的演算法是誤差擴散(2x2 矩陣)與弗洛依德斯坦貝格(Floyd Steinberg)(2x3 矩陣)。

遞色是在一或二個(螺旋形)方向實行。遞色演算法典型需要為了作準備的一些像素。因此，條帶寬度是為了較佳結果而延伸小的邊限。

為了微影目的，可作出一些改良。一個改良在於誤差傳播較佳為不傳播到零值的像素。誤差值應在另一個方向傳播或拋棄。將量化誤差傳播到在需要零劑量處的像素是無用的。此鑒於對於 CD 與間距的合理值而亦應理解。如果發生從灰值到零值的轉變，此保證將接著多個零像素。

遞色處理將灰階像素轉變為黑/白像素。因為遞色處理必須將量化誤差傳播到其相鄰像素，亦處理每條掃描線的子像素移位。圖 30 說明此處理。為了以準確方式傳播量化誤差，對另一條掃描線的誤差傳播不是不重要，因為掃描

線並未對準。量化誤差可基於在相鄰像素之間的重疊量而傳播，使得具有較大重疊的像素接收傳播量化誤差的較大部分。替代且較簡單的策略是僅將誤差傳播到其具有最大重疊的相鄰者。

用於遞色處理的劑量是較佳為起因於來自轉列處理的劑量率、每個小束的劑量因數及對於通道的定標因數。劑量因數是較佳為每個小束所設定。因此，遞色模組亦應知道掃描線對小束結合(在圖 30 的“子束 idx”)。

遞色處理將造成對於條帶的所有像素之通/斷狀態。在進一步處理之前，移除選用的邊限像素。如果發生軟邊緣，不需要邊限像素，因為在條帶邊界已經具有平滑的淡入與淡出。

視架構選項而定，修正是在遞色過程期間為已知或是未知。對於離線遞色，無法進行子像素移位，且像素將在 Y 方向對準。

對於遞色過程，臨限是較佳總是為“白值”的一半，因為白值將因為小束劑量修正而從預設值偏離。

<通道定框及多工>

此處理實行在遞色之後的種種任務。遞色像素位元是投射到掃描線位元框中。在此作業中，可實行小束特定的全像素移位。對於單一個偏轉掃描，接著組合適當位元。

如在稍早對於轉列處理所述，在 Y 方向的全像素移位可在稍後階段所進行。b/w 位元映射的像素是置放在其掃描線位元框中。此位元框典型較位元映射寬度為寬，因為其

容許移位空間。圖 31 說明此處理。垂直箭頭指出相對於零移位線的全像素移位。若像素在此線(如在圖 31 中的掃描線位元框的最左掃描線)開始，其全像素移位為零且像素為完全置中在掃描線位元框中。

組合偏轉掃描框位元的下個步驟是在圖 32 所顯示。此步驟是必要以適應正確的寫入策略且在對的時刻提出熄滅器所需要的位元。作為舉例，圖 32 是在圖的底側左部顯示對於參數 $N=4$ 且 $K=3$ 的不同小束位置。位置是顯示為對於不同的後續偏轉掃描： n 、 $n+1$ 、 $n+2$ 與 $n+3$ 。在此步驟，僅為掃描線對小束映射並不夠充分。對於此步驟，應知道小束索引與偏轉掃描索引二者。對於特定偏轉掃描索引的所有位元是封裝為單一個偏轉掃描位元框。在圖 32，二個底部列是填滿符號以查出在偏轉掃描位元框的像素位置。

<通道編碼>

作為最後一個(選用)步驟，偏轉掃描位元框將作編碼以改良數據傳輸。

<數據流>

圖 33 是顯示數據途徑的主要數據處理與儲存元件的示意方塊圖，包含：離線處理&中央儲存單元(伺服器)、數個圖型串流器節點、及熄滅器晶片(小束熄滅器陣列)。

離線處理&中央儲存單元是處理輸入佈局數據(例如：以 GDS-II 格式)且產生對於條帶的輸入檔案。根據對於各個掃描之通道對條帶的分配，條帶數據必須最後終止在正確的圖型串流器節點。

圖型串流器節點含有磁碟與 RAM 儲存。磁碟儲存是用以儲存對於計畫圖型的輸入數據，且 RAM 儲存正在將目前圖型串流處理的處理單元所需要的數據。

視架構選項而定，來自伺服器的輸入數據是相同於對於處理單元的輸入數據。此為適用於離線與即時柵格化。對於離線柵格化，位元映射是從伺服器所接收且轉送到處理單元。對於即時柵格化，以向量格式的輸入數據是從伺服器所接收且轉送到處理單元。處理單元將向量格式轉換為位元映射。對於線內架構的選項，以向量格式的輸入數據是為了處理單元而轉換為位元映射。

<架構選項>

數據途徑的功能單元是顯示於圖 28：(1)預處理；(2)通道劃分；(3)通道轉列；(4)通道遞色；(5)子通道映射；及(6)通道多工與編碼。

預處理及通道劃分較佳為離線執行，且子通道映射及通道多工與編碼較佳為即時執行。然而，柵格化(包含通道轉列及通道遞色)可為離線、線內或即時執行。下述架構選項為：(A)離線柵格化；(B)線內柵格化與按照場域偏移；(C)線內柵格化與對準場域；(D)即時柵格化。

在微影系統的一個實施例中，定義微影系統的以下要求(其影響數據途徑架構)：最大場域尺寸為 26mm x 33mm (y,x)且每個場域的寫入時間為 2.5 秒，加上對於第二次的另一個 2.5 秒；13,000 個光纖/通道/條帶與 637,000 個電子小束(13,000 x 每個通道為 49 個小束)；條帶寬度為 2 μ m 且過掃

描寬度(單側)為 $1.15\ \mu\text{m}$ (包含 0.2 偏移範圍($\pm 200\ \text{nm}$))+ 0.2 定標範圍(條帶寬度的 10%)+ 0.5 軟邊緣($0.5\ \mu\text{m}$ 單側)+ 0.25 寫入策略(假設 $W_{\text{proj}}=420\ \text{nm}$: 單側 $W_{\text{proj}}/2=210\ \text{nm}$)); 最大偏轉寬度為 $4.3\ \mu\text{m}$ (偏轉頻率為視寫入策略與驅動速度而定); 典型像素尺寸為 $3.5\ \text{nm}$, 且像素尺寸範圍為 $2\ \text{nm}$ - $6\ \text{nm}$ ($1/3$ 到 $3\times(\text{典型像素尺寸})^2$); 劑量網格解析度為 10 - $15\ \text{nm}$; 最小間距為 $64\ \text{nm}$, 對於線的最小 CD 為 $22\ \text{nm}$, 且對於孔的最小 CD 為 $32\ \text{nm}$; 輸入解析度為 $0.25\ \text{nm}$ 且柵格化解析度為 $0.1\ \text{nm}$ 。

在圖型串流器上的數據圖型儲存尺寸 >10 個圖型; 更新修正參數且為備妥以開始寫入新晶圓的時間是 36 秒; 從伺服器到圖型串流器的上載時間 <60 分鐘; 從局部儲存器到快速記憶體的成像 <60 秒(單獨處理步驟)及 <6 分鐘(在寫入期間); 且以 7 個處理單元之 12 個通道的處理節點。

微影系統較佳為均能夠處理正與負抗蝕劑。抗蝕劑的特徵較佳為在數據途徑的離線處理中所處理且數據途徑的其餘部分應該對於此不須知道。為了寫入單一個晶圓, 可使用二次, 即: 首次與第二次或冗餘次。此二者的組合將寫入在晶圓上的所有 $13,000$ 個條帶。

<選項 A: 離線柵格化>

圖 59 顯示使用離線柵格化的實施例。GDS-II 格式圖型數據接受離線處理, 包括: 鄰近效應修正與抗蝕劑加熱修正。若使用智慧型邊界, 邊界是在此階段作計算。柵格化(轉列與遞色)被實行來將向量圖型數據轉換為二階的黑/白位

元映射，其為用於此實施例(即：用於傳輸到微影系統的數據格式)的工具輸入數據格式。此離線處理是對於既定的圖型設計、對於一或多個批次的晶圓為實行一次。

其次，實行工具輸入數據的線內處理以產生圖型系統串流(PSS, pattern system streaming)格式，其亦為 B/W 位元映射格式。線內處理是典型以軟體實行。圖型串流器接著處理 PSS 格式數據以產生熄滅器格式數據，備妥以供傳輸到小束熄滅器陣列。此處理是典型以硬體實行，且可包括其涉及對於束位置校準、場域尺寸調整及/或場域位置調整之在 X 及/或 Y 方向的全像素移位的修正。可按照場域來實行此處理。熄滅器格式圖型數據接著被傳送到用於晶圓曝光的微影系統。

在此架構選項中，許多工作是離線進行。柵格化將是離線執行且每個設計為執行一次。對於此選項，用於微影系統的輸入數據是以黑/白(B/W, black/white)位元映射格式的條帶圖型描述。位元映射是即時處理。因此，僅有由階段 5 (通道定框及多工，參閱：圖 34)所提供的修正是可用的。階段 5 的修正是全像素移位修正，其可包括：每個通道在 X 與 Y 方向的總體圖型移位、熄滅器時序偏移(Y 方向)、與熄滅器孔偏移(Y 方向)。

X 偏移具有在小束對於列映射(熄滅器孔偏移與熄滅器時序偏移)的影響。適當的 Y 偏移將被附加且捨入到最近的全像素。

由於僅為全像素修正，相當小的像素尺寸(~2 nm)是合

且對於 PNG 為一因數 2。壓縮結合小像素為相當有效。

對於使用灰階像素的此方式之有趣觀察是在於：潛在允許移位及構成較大的像素以供串流到熄滅器。較大像素的值可從較小像素所計算，藉由使用較小像素的值的線性組合。輸入影像可視為過取樣。圖 43 顯示小網格輸入像素與大輸出像素的此概念。提出實例，其中像素尺寸的比率是 1:2，然而，其他比率亦為可能。FPGA 將未壓縮位元映射且將數個小像素組合形成大像素以供串流到熄滅器。優點在於：此方式將限制於光纖(大輸出像素)的頻寬，即使當使用小的輸入像素。於光纖的頻寬是視為瓶頸，且每個通道可能需要使用二個光纖以將 2 nm 像素串流到熄滅器。

關於此架構的備註：

- 劑量映射較佳為仍被附加到輸入位元映射且由 FPGA 所使用。

- 因為在 FPGA 發生遞色，劑量修正是可能的。

- 當從輸入像素來構成熄滅器陣列而在 X 與 Y 移位，準確度是取決於實際的像素尺寸。

- 在 FPGA 的解壓縮與遞色是必要的。

- 壓縮被附加到離線過程。預期的是，壓縮將會顯著增加處理工作量。

RAM 大小是隨著 1:40 的壓縮比而減小。對於此方案，FPGA 是備有即時的解壓縮邏輯，其能夠跟上灰階所擴展的速率(>>5 Gbit/s)。

<選項 B 與 C：線內柵格化>

圖 60 顯示使用線內柵格化的實施例。GDS-II 格式圖型數據接受如同對於圖 59 的離線實施例的離線處理，包括：鄰近效應修正、抗蝕劑加熱修正及(若使用的)智慧型邊界。修正的向量圖型數據與劑量映射是用於此實施例的工具輸入數據格式。此離線處理是對於既定的圖型設計、對於一或多個批次的晶圓為實行一次。

其次，實行向量工具輸入數據的線內處理來將向量數據柵格化以產生 B/W 位元映射數據，其在此實施例為圖型系統串流(PSS)格式。此處理是典型以軟體實行，且可當設定新劑量設定時而實行。如同在圖 59 的實施例中，圖型串流器接著處理 PSS 格式數據以產生熄滅器格式數據，包括其涉及如同先前在位元映射數據之對於束位置校準、場域尺寸調整及/或場域位置調整之在 X 及/或 Y 方向的全像素移位的修正。可按照場域來實行此處理。熄滅器格式圖型數據接著被傳送到用於晶圓曝光的微影系統。

圖 61 顯示使用線內柵格化的第二個實施例。此為類似於圖 60 的實施例，除了對於束位置校準、場域尺寸調整及/或場域位置調整的修正是在向量工具輸入數據上所作成之外。因為此等修正是在向量數據所作成，在 X 與 Y 方向的全像素移位與子像素移位均可作成。此等修正是典型為以軟體實行，且可為按照晶圓所實行。在修正已經作成後，實行柵格化來產生 PSS 格式數據以供輸入到圖型串流器。

圖 44 顯示其分配到處理步驟的線內柵格化功能單元。對於此架構，功能單元 3 與 4 (柵格化)是線內執行。對於此

->8.8 雙核心 200,000 個格)。全條帶是由 2,200,000 個格所構成。

因此，一個核心將在 1 個條帶耗費 194 秒。假設線性定標，此意指的是：當使用 7.5 個核心，14 個條帶是在 6 分鐘內轉列。Core 2 Duo (6400)不再是 Intel CPU 的最頂級型號。因此，將應當以某個因數(例如：30%)提高核心性能。另一方面，知道的是：使用多個核心絕不可能以線性方式定標。假設此二個因素將彼此抵消。

性能結果是下列者的總計：使用的演算法；標度(尺寸轉列格)；演算法的完整性；使用的特定最佳化；在最佳化所耗用的總時間；相較於原型而在實際組態所使用的快取/記憶體；及，將在最終組態所使用的 CPU 的相對性能。

如對於選項 A 所論述，將其被保持在 PU-RAM 的影像壓縮是可能的。柵格化器應將其經遞色或灰階影像壓縮，而處理單元 FPGA 應將其解壓縮且選用式遞色。架構 B 將由壓縮與過取樣技術而實際獲益。不再有必要為每個通道使用 2 個光纖。架構 C 已經使用相當大的像素尺寸且將僅由壓縮而獲益。此意指較小的 PU-RAM 與較少的載入時間。然而，應該將解壓縮邏輯附加到處理單元 FPGA。然而，解壓縮將具有在線內處理工作量的顯著影響。

<選項 D：即時柵格化>

圖 62 顯示其使用即時柵格化的實施例。此是類似於圖 61 的實施例，除了柵格化是在典型為硬體實行的即時處理期間而更進一步在過程中實行。對於束位置校準、場域尺

寸調整、及/或場域位置調整的修正是在向量格式 PSS 格式數據上作出，且接著柵格化將此轉換為 B/W 位元映射。因為是在向量數據上作出修正，在 X 與 Y 方向的全像素移位與子像素移位均可被作成。

圖 53 顯示對於此架構的功能方塊。對於此選項，功能單元 3 與 4 (柵格化)是在執行期間為即時執行。

修正包括：

- 在 X 與 Y 的像素移位(全像素與子像素)修正。參數是每個場域更新一次。
- 每個子通道的劑量修正。參數是每個場域更新一次。
- 每個通道對於 Y 的定標修正。參數是每個場域更新一次。
- 熄滅器時序偏移修正。參數是每個晶圓掃描更新一次。

離線預處理系統將準備對於所有條帶的向量格式。圖型串流器將使用此數據作為輸入。藉由即時轉列與遞色，圖型串流器產生 B/W 位元映射。在轉列與遞色期間，實行所有種類的修正。從 BAA/位元映射，圖型串流器產生小束位元框，將對於通道的所有其小束的數據多工傳輸且透過光纖將數據傳送到熄滅器晶片。

需要用於將數據串流到雷射的資源。

處理由二個步驟所構成：從記憶體得到數據且以邏輯順序將其轉列到像素，歸因於子束排序而將邏輯順序像素重新排序到框。第一個步驟可由向量數據的實際轉列、或

在轉列格之內的(部分)特徵可由其稜角或是由直線所描述。可將線角度限制為 45 度的倍數，將向量方位限制為僅有 8 個可能方向，如在圖 69 所說明。八個方位碼是對於如圖 69 所示的各個可能方位所作分配。

圖 68 說明稜角(corner)概念。格(cell)是顯示為含有(在右側的)特徵的稜角與(在左側的)特徵邊緣的直線。稜角與直線均視為“稜角”。稜角 A 是由 A 的位置(例如： X_A 、 Y_A)與(例如：使用方位碼 $Edge1=2$ 、 $Edge2=4$ 所定義的)二個向量所定義。根據定義，以順時針方向從 $Edge1$ 到 $Edge2$ 的移動方向中的區域是現用區域。以相同方式，直線是由“虛擬稜角”點 B (例如： X_B 、 Y_B)與二個邊緣(例如： $Edge1=4$ 、 $Edge2=0$)所描述。此虛擬稜角的位置是在其定義的線上的任意點。再者，從 $Edge1$ 到 $Edge2$ 的順時針移動方向中的區域是現用區域。

在格之內，相同特徵的稜角應為匹配。圖 70 顯示簡單方形特徵，其編碼為在 64 nm x 64 nm 的格之中的 4 個匹配稜角。在圖 70 的左側的表格顯示其完全描述特徵的參數。稜角是由其稜角座標(X , Y)所描述，且邊緣描述根據在圖 69 所定義的方向之稜角方位。從稜角座標與方位碼，可確定在圖 70 的所有稜角是描述單一個特徵。

對於在 FPGA (或其他型式的硬體處理器)的處理，具有固定尺寸的數據結構是有利的。此使得較容易將格描述在記憶體中定址且有助於使 FPGA 邏輯保持較簡單。

圖 71 顯示其由格中的稜角所描述之較複雜特徵形狀的

實例。亦使用沿著 45 度與 -45 度方位的直線以定義所顯示的特徵。

<具有 45 度方位的特徵邊緣>

最小特徵間距確保在格中的稜角的最大數目。當考慮具有在 45 度方位邊緣的特徵，格的最大尺度是其對角線，其長度是等於格尺寸乘以對於方形格為 2 的平方根(例如：對於 64 nm 方形格為 $64 \times \sqrt{2}$)。當最小特徵間距是小於此對角線長度，風險在於每個格可能存在超過 4 個稜角。此情況是顯示在圖 72 中。在左側，圖例顯示方形特徵的規則網格，方形特徵具有 64 nm 的間距、定位在 64 nm 的格中、且每格為具有 4 個稜角(稜角是由小圓圈所指出)。在右側，方形特徵的網格是被旋轉 45 度。強調的稜角顯示六個稜角是存在中間的格上。

為了解決此問題，可應用數個解決辦法：

- 對於 +/-45 度線，指定較大的最小特徵間距，至少是等於格對角線的長度(例如：對於 64 nm 方形格為 $64 \times \sqrt{2}$ nm)。
- 減小格尺寸，使得格對角線是等於(或小於)最小特徵間距(例如：對於 64 nm 的最小特徵間距為 $\frac{1}{2}\sqrt{2} \times 64$ nm)。
- 允許每個格的較大數目個(例如：六個)稜角。
- 允許每個格的可變數目個稜角。

在以下說明中，假設為上述的第一個選項。

<鄰近效應修正>

需要鄰近效應修正以改良在將晶圓處理後的圖型(尤其

是稜角)。鄰近效應修正可藉由將幾何形狀或劑量局部微調而對付。假設鄰近效應修正是藉由幾何形狀變化所進行，使用環繞稜角的小襯線(serif)，其典型為具有 $\frac{1}{3}CD$ 的長度。

在圖 73 中，顯示具有襯線為附加到其一些稜角的二個特徵的實例。每個稜角是較佳為具有選項以將襯線納入在特定稜角。如在圖 73 所示，此類技術的一個重要結果是在於：在一格的稜角所定義的襯線(例如：圖中的格 2 的特徵 B 襯線)可部分在相鄰格中轉列(例如：特徵 B 襯線為延伸到格 3)。或者，具有其所有稜角在一格中的特徵(例如：在格 1 的特徵 A)需要在相鄰格中轉列其襯線的部分者(例如：在格 2 的特徵 A 襯線)。

為了對付此，不同方式是可能的：

- 與相鄰隔共用關於襯線稜角的資訊。
- 一旦外部襯線稜角具有在將格轉列上的影響，就將額外資訊封裝(複製)在格定義中。
- 將襯線描述為正常稜角。此解決辦法明顯增加每格(極度可變)的稜角數目。

<劑量網格(grid)>

除了特徵幾何形狀之外，劑量率是重要的系統參數，在微尺度上為關係重大。劑量資訊可藉由提供劑量網格所描述，劑量網格含有每格的一個劑量率(劑量資訊可用其他方式所提供，例如：藉由對於各個特徵關聯一劑量值)。格尺寸是典型為等於或小於期望的臨界尺寸(CD)。理論上，劑量網格是無關於轉列格網格。

用於處理該二種網格的二個選項為：

- 將二種網格定義而無關於彼此。
- 將二種網格對準且選用式整合。

對於 FPGA 處理，將劑量網格與轉列格網格結合是可能有利的。劑量網格尺寸是典型為小於轉列網格的尺寸。此可例如藉由將(3x3) 9個劑量格嵌入在轉列格之內而達成。灰階值可為以 0.2%步進而在 100%與 50%之間變化。因此，每個劑量格是需要 8 位元。

然而，結果是連結二個獨立的概念。每當間距值改變，亦具有對於劑量格尺寸的必然結果。

<像素網格>

像素格尺寸與位置是較佳為彈性。像素可為非方形，但在一個條帶/通道內將總是具有相同的尺度。像素可為由(最差情形) 4個轉列格所轉列。因為子像素的移位，每列可使用不同(Y方向)對準。

<輸入格式規格>

以下的規格是對於一個實施例所提供。轉列格包含其含有高達 4 個稜角之 64 乘 64 nm 的區塊與額外資訊。邊緣是在稜角中所起始的向量，Edge1 或 Edge2，且從 Edge1 到 Edge2 的順時針角度定義現用側。稜角是在格之中的特徵的稜角。當一線為橫越過格而無實際稜角，稜角可具有 180 度的角度。假設每個轉列格最多為 4 個稜角。

對於一個實施例的稜角數據的規格是提供在下表：

- 每格為小的固定數目個稜角造成缺乏靈活性；
- 由資訊的理論觀點，將所有稜角編碼是過度資訊，但是顯著為有利於在硬體中的實施；
- 稜角的解析度是較佳為 0.25 nm 而非 0.5 nm；
- 僅將半數的稜角編碼可能是足夠的。

<將較大區塊共同編碼>

作為在大與小的固定數目個稜角之間的折衷方案，一個可能性是限制對於較大數據區塊的最大稜角數目，例如：在機械掃描方向為約較大 16 倍。假設的是，在此較大區塊的一個區域中的局部最大稜角數目將由在此區塊的另一個區域中的較少稜角數目所補償。

在最大稜角數目之高於 4 的上限是不合意的，歸因於記憶體使用的增加。然而，使用下限將不會涵蓋所有可能情形。作為中間的解決辦法，考慮以下的方案：以較目前格為大的區塊將數據編碼(例如：一次為 16 格的區塊)，且將稜角數目限制在該區塊內，其中，局部最大稜角數目可為更高。在此方案中，視線是如同稜角其本身所編碼，此有助於實施。

為了實施此實施例，可對上述實施例作出以下的改變：

- 定義一個區塊，其在 Y 方向(偏轉方向)為 62.5 nm 且在 X 方向(機械掃描方向)為 1000 nm；
- 格/區塊的 Y 尺寸是從 64 減小到 62.5 nm。此具有二個優點： $16 \times 62.5 = 1000$ nm 且 $62.5 / 0.25 = 250$ ，其可為以 8 位元而有效率編碼；

99年11月2日修正替換頁

- 密度圖可具有解析度為 $31.25 \times 31.25 \text{ nm}$ (1000nm 的 $1/32$) ;

- 稜角的最大數目是設定為每個區塊 64 個 (平均每個 $62.5 \times 62.5 \text{ nm}$ 的格為 4 個稜角) ;

- 襯線是在數據內編碼，如同稜角其本身。

以下規格是對於此實施例所提供：

名稱	值
轉列區塊	62.5 乘 1000 nm 的區塊，其含有 64 個稜角與劑量資訊。
邊緣	在稜角起始的向量。Edge1 或 Edge2。從 Edge1 到 Edge2 的順時針角度定義現用側。
稜角	在格中的特徵的稜角。假使一線為橫越過格而無實際稜角，亦可能為具有角度 180 度的稜角。 假設每個轉列格最多為 4 個稜角。

對於此實施例的稜角數據的規格是提供在下表：

名稱	位元數目	基本原理
X 位置	12	$1000 \text{ nm} @ 0.25 \text{ nm}$
Y 位置	8	$62.5 \text{ nm} @ 0.25 \text{ nm}$
Edge1 方向	3	8 個方向
Edge2 方向	3	7 個方向可能，等於 Edge1 是特例：項目未使用
總計	26	

對於此實施例的轉列格數據的規格是提供在下表：

七、申請專利範圍：

1. 一種使用複數個帶電粒子小束以將目標曝光的方法，其包含：

在實行第一掃描之前，藉由測量該複數個帶電粒子小束中的一個或多個帶電粒子小束來識別在該等小束中的無作用小束；

執行演算法以

-確定第一位置與第一移位連同分配用於曝光該目標的第一部分之該等小束的第一子集，該第一子集不包括在執行該第一掃描之前即被識別之該等無作用小束，並且該第一移位是基於所識別的該等無作用小束來確定，以及

-確定第二位置與第二移位連同分配用於曝光該目標的第二部分之該等小束的第二子集，該第二子集亦不包括在執行該第一掃描之前即被識別之該等無作用小束，並且該第二移位是基於所識別的該等無作用小束來確定；將該目標移動到第一開始位置，該第一開始位置等於在該第一掃描開始之前以該第一移位偏移的該第一位置；

實行該第一掃描，其使用該等小束的第一子集以將該目標的該第一部分曝光；

將該目標移動到第二開始位置，該第二開始位置等於在該第一掃描之後且在第二掃描開始之前以該第二移位偏移的該第二位置，其中該第二位置係相對於該第一位置移位；

實行該第二掃描，其使用該等小束的第二子集以將該

目標的該第二部分曝光；

其中該目標的該等第一與第二部分不重疊且合起來包含將被曝光的完整目標區域。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該等第一和第二子集實質為大小相等，或者其中該等第一與第二部分實質為大小相等。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中該等第一與第二部分各自包含從該目標的複數個場域所選擇的條帶。

4.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中識別該等無作用小束包含測量該等小束以識別失效或不合規格的小束，

其中測量該等小束包含將該複數個小束指向到感測器且偵測該等小束的存在。

5.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中測量該等小束包含將該複數個小束指向到該感測器且測量該等小束的位置。

6.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中測量該等小束包含將該複數個小束掃描到該感測器且測量該等小束的偏轉。

7.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中測量該等小束包含將該複數個小束掃描到該感測器且測量該等小束的電流。

8.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該複數個小束是分成群組，各個群組的小束是用於將在該目標的各個場域內的對應條帶曝光。

9.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中關於該複數個小束的該目標的位置在該第二掃描開始時是不同於在該第一掃描開始時。

10.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該等小束是根據小束控制數據在各個掃描期間藉由小束熄滅器陣列所接通及切斷。

11.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該小束控制數據包含用於在該第一掃描期間將該等小束的第一子集切換的第一小束控制數據，以及用於在該第二掃描期間將該等小束的第二子集切換的第二小束控制數據，且其中該種方法更包含在該第一掃描期間將該第一小束控制數據傳送到該小束熄滅器陣列且在該第二掃描期間將該第二小束控制數據傳送到該小束熄滅器陣列。

12.如申請專利範圍第 11 項之方法，其更包含：處理圖型數據以產生該小束控制數據，且其中該第二小束控制數據是在該第一掃描期間所產生。

13.如申請專利範圍第 11 項之方法，其更包含：處理圖型數據以產生該小束控制數據，且其中將被曝光的下個目標的第一小束控制數據是在目前被曝光的目標的第二掃描期間所產生。

14.如申請專利範圍第 13 項之方法，其中處理該圖型數據包含將該圖型數據柵格化以產生該小束控制數據，且其中對於將被曝光的下個目標的第一小束控制數據的柵格化是在目前被曝光的目標的第二掃描期間所實行。

15.如申請專利範圍第 11 項之方法，其更包含：

提供第一數目個處理單元，其足夠用於處理該圖型數據以產生第一小束控制數據；

提供第二數目個通道，其用於將該小束控制數據傳送到該小束熄滅器陣列，各個通道傳送對於對應群組的小束的數據；

將該等處理單元連接到其對應於用於將該目標的第一部分曝光之該等小束的第一子集的通道；

處理該等處理單元中的該圖型數據以產生該第一小束控制數據；以及

將該第一小束控制數據傳送到該小束熄滅器陣列。

16.一種微影系統，其包含：

帶電粒子光學柱，其包括熄滅器，用於產生帶電粒子小束以供圖型投射到目標上，其中該等小束被分成群組，各個小束群組係配置成將在該目標上的對應條帶曝光；

目標支座，該柱與目標支座是相對於彼此為可動而納入在該系統中；

數據途徑，其用於處理圖型數據且將該圖型數據轉移到該柱的熄滅器，該熄滅器是設置成關於在該目標上的投射以將該等小束的各者接通及切斷，該數據途徑包含處理單元，其用於處理該圖型數據成為投射數據，投射數據關於在目標支座與柱的相對移動時而形成小束的投射區域之在該目標上的條帶，該數據途徑又包含連接到該熄滅器的通道以供由該投射數據而個別控制該等小束，每個通道係

指派成將小束控制信號傳送到對應的小束群組，以用於根據圖型數據來曝光該對應條帶，

其中該微影系統係設置成執行如申請專利範圍第 1 項之方法。

八、圖式：

（如次頁）