



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201719291 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：105125314

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 09 日

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

H01J37/30 (2006.01)

H01L21/027 (2006.01)

(30)優先權：2015/09/14 日本

2015-180370

(71)申請人：紐富來科技股份有限公司 (日本) NUFLARE TECHNOLOGY, INC. (JP)

日本

(72)發明人：松本裕史 MATSUMOTO, HIROSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：24 共 91 頁

(54)名稱

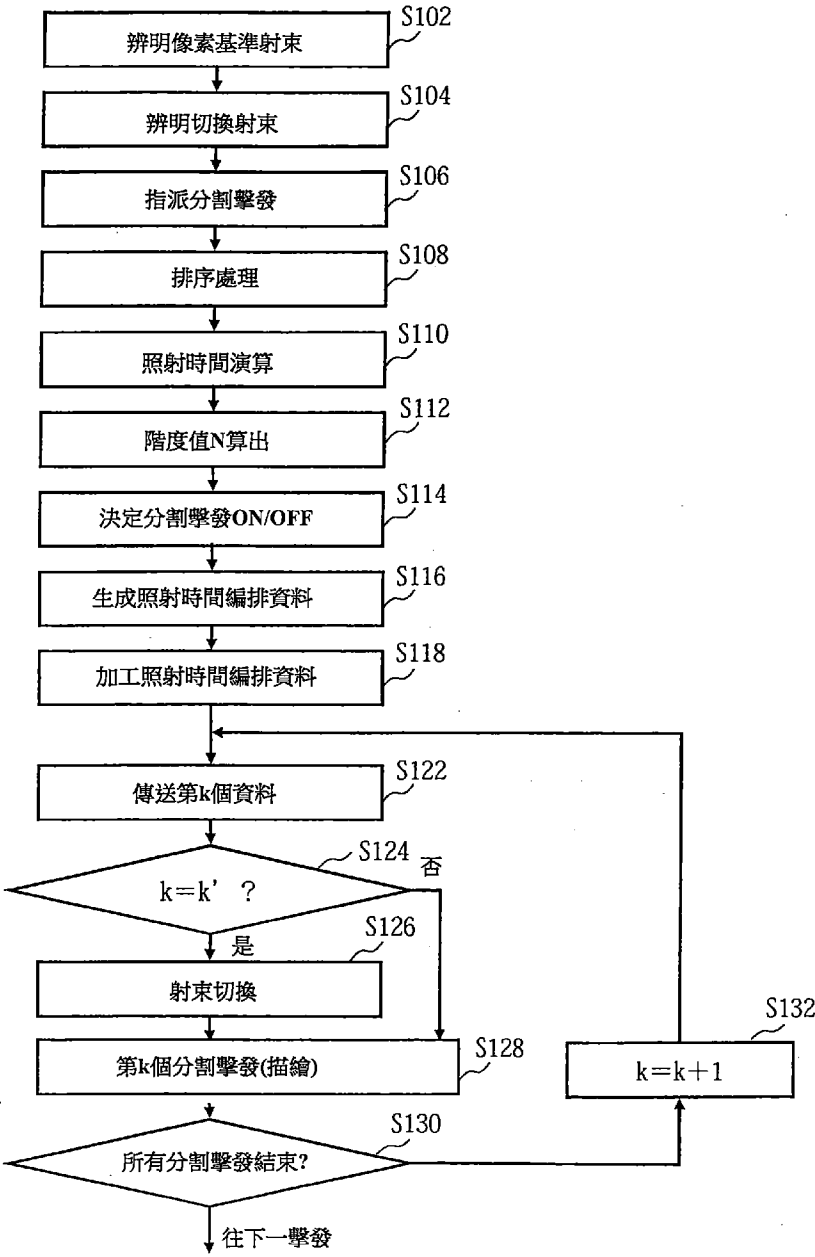
多重帶電粒子束描繪方法及多重帶電粒子束描繪裝置

(57)摘要

本發明一態樣之多重帶電粒子束的描繪方法，其特徵為，對多射束的每 1 個射束的試料的每一單位照射區域，將每 1 次擊發的最大照射時間的擊發受到分割而成之對同一單位照射區域連續進行的複數個分割擊發的各分割擊發，指派給可藉由多射束的一齊偏向而切換之複數個射束的至少 1 個，對每一單位照射區域，演算對該單位照射區域照射之射束的照射時間，對每一單位照射區域，決定將複數個分割擊發的各分割擊發設為射束 ON、或設為射束 OFF，以使合計照射時間成為和演算出的射束的照射時間相當之組合，一面藉由多射束的一齊偏向切換複數個射束，一面對該單位照射區域，使用複數個射束進行對同一單位照射區域連續進行的複數個分割擊發當中成為射束 ON 之複數個對應分割擊發。

指定代表圖：

圖 8



發明摘要

※申請案號：105125314

※申請日：105 年 08 月 09 日

G03F 7/20 (2006.01)

※IPC 分類：**H01J 37/30** (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

多重帶電粒子束描繪方法及多重帶電粒子束描繪裝置

【中文】

本發明一態樣之多重帶電粒子束的描繪方法，其特徵為，對多射束的每 1 個射束的試料的每一單位照射區域，將每 1 次擊發的最大照射時間的擊發受到分割而成之對同一單位照射區域連續進行的複數個分割擊發的各分割擊發，指派給可藉由多射束的一齊偏向而切換之複數個射束的至少 1 個，對每一單位照射區域，演算對該單位照射區域照射之射束的照射時間，對每一單位照射區域，決定將複數個分割擊發的各分割擊發設為射束 ON、或設為射束 OFF，以使合計照射時間成為和演算出的射束的照射時間相當之組合，一面藉由多射束的一齊偏向切換複數個射束，一面對該單位照射區域，使用複數個射束進行對同一單位照射區域連續進行的複數個分割擊發當中成為射束 ON 之複數個對應分割擊發。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(8)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

多重帶電粒子束描繪方法及多重帶電粒子束描繪裝置

【技術領域】

本發明係多重帶電粒子束描繪方法及多重帶電粒子束描繪裝置，例如有關多射束描繪中的射束照射方法。

【先前技術】

肩負半導體裝置微細化發展的微影技術，在半導體製程當中是唯一生成圖樣的極重要製程。近年來隨著 LSI 的高度積體化，對於半導體裝置要求之電路線寬正逐年微細化。當中，電子線（電子束）描繪技術在本質上具有優良的解析性，對晶圓等使用電子線來描繪係行之已久。

例如，有使用多射束的描繪裝置。相較於以一道電子束描繪的情形下，藉由使用多射束，能夠一次照射較多的射束，故能使產能大幅提升。該多射束方式之描繪裝置中，例如會使從電子槍放出的電子束通過具有複數個孔之光罩而形成多射束，然後各自受到遮沒控制，未被遮蔽的各射束則被光學系統縮小，並藉由偏向器被偏向而照射至試料上的期望位置。

多射束描繪中，是藉由照射時間來個別地控制各個射束的照射量。多射束描繪中，有一提出一種將照射同一位

置之必要照射時間份量的擊發分割成複數次的照射步驟，將各照射步驟以相同射束連續對試料照射之手法（例如參照日本特開 2015-002189 號公報）。

此處，多射束描繪中，由於加工精度的極限，將多射束予以成形之遮罩的複數個孔的開口直徑（孔徑直徑）會發生加工誤差。因此，藉由通過該孔而被成形的射束徑會發生誤差。故，射束電流量會發生誤差。其結果，該射束所照射之劑量亦會發生誤差。即使以通過了同一孔的複數個射束來連續對試料照射，也難以減低劑量誤差。

【發明內容】

本發明，提供一種可減低由將多射束予以成形之孔徑直徑誤差所引起的劑量誤差之多射束描繪方法及其裝置。

本發明一態樣之多重帶電粒子束的描繪方法，其特徵為，

對多射束的每 1 個射束的試料的每一單位照射區域，將每 1 次擊發的最大照射時間的擊發受到分割而成之對同一單位照射區域連續進行的複數個分割擊發的各分割擊發，指派給可藉由多射束的一齊偏向而切換之複數個射束的至少 1 個，

對每一單位照射區域，演算對該單位照射區域照射之射束的照射時間，

對每一單位照射區域，決定將複數個分割擊發的各分割擊發設為射束 ON、或設為射束 OFF，以使合計照射時

間成為和演算出的射束的照射時間相當之組合，

一面藉由多射束的一齊偏向切換複數個射束，一面對該單位照射區域，使用複數個射束進行對同一單位照射區域連續進行的複數個分割擊發當中成為射束 ON 之複數個對應分割擊發。

本發明一態樣之多重帶電粒子束描繪裝置，其特徵為，具備：

指派處理電路，對藉由帶電粒子束而構成之多射束的每 1 個射束的試料的每一單位照射區域，將每 1 次擊發的最大照射時間的擊發受到分割而成之對同一單位照射區域連續進行的複數個分割擊發的各分割擊發，指派給可藉由前述多射束的一齊偏向而切換之複數個射束的至少 1 個；

照射時間演算處理電路，對每一單位照射區域，演算對該單位照射區域照射之射束的照射時間；

決定處理電路，對每一單位照射區域，決定將前述複數個分割擊發的各分割擊發設為射束 ON、或設為射束 OFF，以使合計照射時間成為和演算出的前述射束的照射時間相當之組合；

描繪機構，具有帶電粒子束源、偏向器、及載置前述試料之平台，以一面藉由前述多射束的一齊偏向切換前述複數個射束，一面對該單位照射區域，使用前述複數個射束進行對同一單位照射區域連續進行的前述複數個分割擊發當中成為射束 ON 之複數個對應分割擊發的方式，運用前述多射束對前述試料描繪圖樣。

【圖式簡單說明】

圖 1 為實施形態 1 中的描繪裝置的構成示意概念圖。

圖 2 為實施形態 1 中的成形孔徑陣列基板的構成示意概念圖。

圖 3 為實施形態 1 中的遮沒孔徑陣列機構的部分示意俯視概念圖。

圖 4 為實施形態 1 中的描繪動作之一例說明用概念圖。

圖 5 為實施形態 1 中的多射束的照射區域與描繪對象像素之一例示意圖。

圖 6 為實施形態 1 中的多射束的描繪方法之一例說明用圖。

圖 7 為實施形態 1 中的個別遮沒控制電路與共通遮沒控制電路的內部構成示意概念圖。

圖 8 為實施形態 1 中的描繪方法的主要工程示意流程圖。

圖 9A 與圖 9B 為實施形態 1 中的複數個分割擊發的途中之射束切換說明用圖。

圖 10A 與圖 10B 為實施形態 1 中的複數個分割擊發與射束的指派之一例示意圖。

圖 11 為實施形態 1 中的分割擊發的 ON/OFF 決定方法之工程示意流程圖。

圖 12 為實施形態 1 中的照射時間編排資料的部分之

一例示意圖。

圖 13 為實施形態 1 中的針對 1 擊發中的複數個分割擊發的部分之射束 ON/OFF 切換動作示意時序圖。

圖 14 為實施形態 1 中的遮沒動作說明用概念圖。

圖 15 為實施形態 1 中的描繪方法的變形例的主要工程示意流程圖。

圖 16 為實施形態 1 中的分割擊發的 ON/OFF 決定方法的變形例之工程示意流程圖。

圖 17A 與圖 17B 為實施形態 2 的比較例中的複數個分割擊發與射束的指派之一例示意圖。

圖 18A 與圖 18B 為實施形態 2 中的複數個分割擊發與射束的指派之一例示意圖。

圖 19A 至圖 19D 為實施形態 3 中的複數個分割擊發的途中之射束切換說明用圖。

圖 20A 與圖 20B 為實施形態 3 中的複數個分割擊發與射束的指派之一例示意圖。

圖 21A 與圖 21B 為各實施形態的比較例中的曝光序列之一例示意圖。

圖 22A 至圖 22C 為比較各實施的形態的曝光序列之一例示意圖。

圖 23 為實施形態 1 中藉由 2 個射束切換而描繪的情形下之比較各射束曝光時間之一例示意圖。

圖 24 為實施形態 1 的變形例中藉由 3 個射束切換而描繪的情形下之比較各射束曝光時間之一例示意圖。

【實施方式】

以下，實施形態中，說明運用了電子束來作為帶電粒子束的一例之構成。但，帶電粒子束不限於電子束，也可以是離子束等運用了帶電粒子的射束。

實施形態 1.

圖 1 為實施形態 1 中描繪裝置的構成示意概念圖。圖 1 中，描繪裝置 100 具備描繪機構 150 與控制部 160。描繪裝置 100 為多重帶電粒子束描繪裝置之一例。描繪機構 150 具備電子鏡筒 102 與描繪室 103。在電子鏡筒 102 內，配置有電子槍 201、照明透鏡 202、成形孔徑陣列基板 203、遮沒孔徑陣列機構 204、縮小透鏡 205、共通遮沒用的偏向器 212、限制孔徑基板 206、對物透鏡 207、及偏向器 208，209。在描繪室 103 內配置有 XY 平台 105。在 XY 平台 105 上，配置有於描繪時成為描繪對象基板的光罩等試料 101。試料 101 係包括製造半導體裝置時的曝光用光罩、或供製造半導體裝置的半導體基板（矽晶圓）等。此外，試料 101 包括已塗布阻劑，但尚未受到任何描繪之光罩底板（mask blanks）。在 XY 平台 105 上還配置 XY 平台 105 的位置測定用的鏡（mirror）210。

控制部 160 具有控制計算機 110、記憶體 112、偏向控制電路 130、邏輯電路 131、數位/類比變換（DAC）放大器單元 132，134、平台控制部 138、平台位置測定部

139 及磁碟裝置等記憶裝置 140，142。控制計算機 110、記憶體 112、偏向控制電路 130、平台控制部 138、平台位置測定部 139 及記憶裝置 140，142 係透過未圖示之匯流排而彼此連接。描繪資料從描繪裝置 100 的外部被輸入並存儲於記憶裝置 140（記憶部）。在偏向控制電路 130 透過未圖示之匯流排而連接有邏輯電路 131、DAC 放大器單元 132，134 及遮沒孔徑陣列機構 204。此外，邏輯電路 131，連接至偏向器 212。平台位置測定部 139，將雷射光照射至 XY 平台 105 上的鏡 210，並接受來自鏡 210 的反射光。然後，利用該反射光的資訊來測定 XY 平台 105 的位置。

在控制計算機 110 內，配置有圖樣面積密度 ρ 演算部 60、鄰近效應修正照射係數 D_p 演算部 62、像素內圖樣面積密度 ρ' 演算部 64、照射量 D 演算部 66、照射時間 t 演算部 68、編排加工部 70、辨明部 72、辨明部 74、指派部 76、排序處理部 78、階度值 N 算出部 86、決定部 88、資料生成部 90、判定部 92、射束移位處理部 94、判定部 96、加算部 98、傳送處理部 82、及描繪控制部 84。圖樣面積密度 ρ 演算部 60、鄰近效應修正照射係數 D_p 演算部 62、像素內圖樣面積密度 ρ' 演算部 64、照射量 D 演算部 66、照射時間 t 演算部 68、編排加工部 70、辨明部 72、辨明部 74、指派部 76、排序處理部 78、階度值 N 算出部 86、決定部 88、資料生成部 90、判定部 92、射束移位處理部 94、判定部 96、加算部 98、傳送處理部 82、及描繪

控制部 84 這些各「～部」，係包含處理電路，該處理電路中包含電子電路、電腦、處理器、電路基板、量子電路、或半導體裝置等。此外，各「～部」亦可使用共通的處理電路（同一處理電路）。或，亦可使用相異的處理電路（個別的處理電路）。對於圖樣面積密度 ρ 演算部 60、鄰近效應修正照射係數 D_p 演算部 62、像素內圖樣面積密度 ρ' 演算部 64、照射量 D 演算部 66、照射時間 t 演算部 68、編排加工部 70、辨明部 72、辨明部 74、指派部 76、排序處理部 78、階度值 N 算出部 86、決定部 88、資料生成部 90、判定部 92、射束移位處理部 94、判定部 96、加算部 98、傳送處理部 82、及描繪控制部 84 輸出入之資訊及演算中之資訊會隨時被存儲於記憶體 112。

此處，圖 1 中記載了用以說明實施形態 1 所必須之構成。對描繪裝置 100 而言，通常也可具備必要的其他構造。

圖 2 為實施形態 1 中的成形孔徑陣列基板的構成示意概念圖。圖 2 中，在成形孔徑陣列基板 203，有縱（ y 方向） m 列 $\times$ 橫（ x 方向） n 列（ $m, n \geq 2$ ）的孔（開口部）22 以規定之編排間距形成為矩陣狀。圖 2 中，例如於縱橫（ x, y 方向）形成 512×512 列的孔 22。各孔 22 均形成為相同尺寸形狀的矩形。或者是相同外徑的圓形亦可。電子束 200 的一部分分別通過該些複數個孔 22，藉此會形成多射束 20。在此，雖然舉例於縱橫（ x, y 方向）均配置了 2 列以上的孔 22，但並不限於此。例如，亦可為在

縱橫（ x ， y 方向）的其中一方有複數列，而另一方僅有 1 列。此外，孔 22 的編排方式，亦不限於如圖 2 般配置成縱橫為格子狀之情形。舉例來說，縱方向（ y 方向）第 k 段的列及第 $k+1$ 段的列的孔，彼此亦可於橫方向（ x 方向）錯開尺寸 a 而配置。同樣地，縱方向（ y 方向）第 $k+1$ 段的列及第 $k+2$ 段的列的孔，彼此亦可於橫方向（ x 方向）錯開尺寸 b 而配置。

圖 3 為實施形態 1 中的遮沒孔徑陣列機構的部分示意俯視概念圖。另，圖 3 中，沒有記載成令電極 24，26 與控制電路 41 的位置關係一致。遮沒孔徑陣列機構 204，如圖 3 所示，在和圖 2 所示成形孔徑陣列基板 203 的各孔 22 相對應之位置，有供多射束的各個射束通過用之通過孔 25（開口部）開口。又，在各通過孔 25 的鄰近位置，包夾著該通過孔 25 而分別配置有遮沒偏向用之電極 24，26 的群組（遮沒器：遮沒偏向器）。此外，在各通過孔 25 的鄰近，配置有各通過孔 25 用之例如對電極 24 施加偏向電壓之控制電路 41（邏輯電路）。各射束用的 2 個電極 24，26 的另一方（例如電極 26）被接地。此外，各控制電路 41，連接至控制訊號用之例如 1 位元的配線。各控制電路 41，除了例如 1 位元的配線以外，還連接至時脈訊號線及電源用的配線。對於構成多射束之各個射束的每一者，構成由電極 24，26 及控制電路 41 所組成之個別遮沒機構 47。從偏向控制電路 130 輸出各控制電路 41 用之控制訊號。在各控制電路 41 內，配置有後述之移位

暫存器，例如串聯連接有 $n \times m$ 道的多射束的 1 列份的控制電路內的移位暫存器。又，例如 $n \times m$ 道的多射束的 1 列份的控制訊號是以序列（series）被發送，例如各射束的控制訊號係藉由 n 次的時脈訊號而被存儲於相對應之控制電路 41。

通過各通過孔的電子束 20，會分別獨立地藉由施加於成對之 2 個電極 24、26 的電壓而被偏向。藉由該偏向而受到遮沒控制。將多射束當中的相對應射束分別予以遮沒偏向。像這樣，複數個遮沒器，係對通過了成形孔徑陣列基板 203 的複數個孔 22（開口部）的多射束當中分別相對應的射束進行遮沒偏向。

圖 4 為實施形態 1 中描繪動作的一例說明用概念圖。如圖 4 所示，試料 101 的描繪區域 30，例如朝向 y 方向以規定寬度被假想分割成長條狀的複數個條紋區域 32。首先，使 XY 平台 105 移動，調整以使得一次的多射束 20 照射所能夠照射之照射區域 34 位於第 1 個條紋區域 32 的左端或更左側之位置，開始描繪。在描繪第 1 個條紋區域 32 時，例如使 XY 平台 105 朝 $-x$ 方向移動，藉此便相對地朝 x 方向逐一進行描繪。令 XY 平台 105 例如以等速連續移動。第 1 個條紋區域 32 的描繪結束後，使平台位置朝 $-y$ 方向移動，調整以使得照射區域 34 相對地於 y 方向位於第 2 個條紋區域 32 的右端或更右側之位置，這次使 XY 平台 105 例如朝 x 方向移動，藉此朝向 $-x$ 方向以同樣方式進行描繪。在第 3 個條紋區域 32 朝 x 方向描繪、在

第 4 個條紋區域 32 朝 -x 方向描繪，像這樣一面交互地改變方向一面描繪，藉此能夠縮短描繪時間。但，並不限於該一面交互改變方向一面描繪之情形，在描繪各條紋區域 32 時，亦可設計成朝向同方向進行描繪。1 次的擊發（後述之分割擊發的合計）當中，藉由因通過成形孔徑陣列基板 203 的各孔 22 而形成之多射束，最大會一口氣形成與各孔 22 相同數量之複數個擊發圖樣。

圖 5 為實施形態 1 中的多射束的照射區域與描繪對象像素之一例示意圖。圖 5 中，條紋區域 32 例如以多射束的射束尺寸而被分割成網目狀的複數個網目區域。該各網目區域係成為描繪對象像素 36（單位照射區域、或描繪位置）。描繪對象像素 36 的尺寸，並不限定於射束尺寸，亦可為和射束尺寸無關而由任意大小所構成者。例如，亦可由射束尺寸的 $1/n$ （ n 為 1 以上的整數）的尺寸來構成。圖 5 例子中揭示，試料 101 的描繪區域，例如於 y 方向以和多射束 20 一次的照射所能照射之照射區域 34（描繪照野）的尺寸實質相同之寬度尺寸被分割成複數個條紋區域 32 之情形。另，條紋區域 32 的寬度不限於此。合適為照射區域 34 的 n 倍（ n 為 1 以上之整數）之尺寸。圖 5 例子中，揭示 512×512 列的多射束之情形。又，在照射區域 34 內，揭示多射束 20 一次的照射所能夠照射之複數個像素 28（射束的描繪位置）。換言之，相鄰像素 28 間の間距即為多射束的各射束間之間距。圖 5 例子中，藉由被相鄰 4 個像素 28 所包圍，且包括 4 個像素 28

當中的 1 個像素 28 之正方形區域，來構成 1 個格子 29。
圖 5 例子中，揭示各格子 29 由 4×4 像素所構成之情形。

圖 6 為實施形態 1 中的多射束的描繪方法之一例說明用圖。圖 6 中，揭示描繪圖 5 所示條紋區域 32 的多射束當中，由 y 方向第 3 段的座標 $(1, 3)$ ， $(2, 3)$ ， $(3, 3)$ ， $\dots$ ， $(512, 3)$ 的各射束所描繪之格子的一部分。圖 6 例子中，例如揭示 XY 平台 105 在移動 8 射束間距份的距離之期間描繪（曝光）4 個像素之情形。在描繪（曝光）該 4 個像素的期間，藉由偏向器 208 將多射束 20 全體予以一齊偏向，藉此使照射區域 34 追隨 XY 平台 105 之移動，以免照射區域 34 因 XY 平台 105 之移動而與試料 101 之相對位置偏離。換言之，係進行追蹤（tracking）控制。圖 6 例子中，揭示在移動 8 射束間距份的距離之期間描繪（曝光）4 個像素，藉此實施 1 次的追蹤循環之情形。

具體而言，平台位置檢測器 139，將雷射照射至鏡 210，並從鏡 210 接受反射光，藉此對 XY 平台 105 的位置測長。測長出的 XY 平台 105 的位置，會被輸出至控制計算機 110。在控制計算機 110 內，描繪控制部 84 將該 XY 平台 105 的位置資訊輸出至偏向控制電路 130。在偏向控制電路 130 內，配合 XY 平台 105 的移動，演算用來做射束偏向之偏向量資料（追蹤偏向資料）以便追隨 XY 平台 105 的移動。身為數位訊號之追蹤偏向資料，被輸出至 DAC 放大器 134，DAC 放大器 134 將數位訊號變換成

類比訊號後予以放大，並施加至偏向器 208 以作為追蹤偏向電壓。

然後，描繪機構 150，在該擊發（後述之分割擊發合計）中的多射束的各射束各者的照射時間當中的最大描繪時間 T_{tr} 內的和各像素 36 相對應之描繪時間，對各像素 36 照射和多射束 20 當中和 ON 射束的各者相對應之射束。實施形態 1 中，是將 1 次份的擊發分成後述之複數個分割擊發，而在 1 次份的擊發的動作中，進行該複數個分割擊發。又，實施形態 1 中，當對各像素 36 進行該複數個分割擊發，途中，切換射束而進行剩餘之分割擊發。首先，將複數個分割擊發視為 1 次份的擊發，說明各擊發的動作如下。

圖 6 例子中，藉由座標（1，3）的射束（1）（基準射束）與後述之切換射束，在從時刻 $t=0$ 至 $t=$ 最大描繪時間 T_{tr} 為止之期間，對矚目格子 29 的例如從最下段右邊第 1 個像素，進行第 1 擊發的複數個分割擊發的射束之照射。例如，以射束（1）照射複數個分割擊發的前半的分割擊發，途中射束切換，剩餘的分割擊發是藉由切換射束來進行射束照射。或是，以切換射束照射複數個分割擊發的前半的分割擊發，途中射束切換，剩餘的分割擊發是藉由射束（1）來進行射束照射。圖 6 中，省略了切換後之狀態。從時刻 $t=0$ 至 $t=T_{tr}$ 為止之期間，XY 平台 105 例如朝 -x 方向移動恰好 2 射束間距份。在此期間，追蹤動作持續。

從該擊發的射束照射開始起算經過該擊發的最大描繪時間 T_{tr} 後，藉由偏向器 208 一面持續用於追蹤控制之射束偏向，一面在用於追蹤控制之射束偏向之外，另藉由偏向器 209 將多射束 20 一齊偏向，藉此將各射束的描繪位置（前次的描繪位置）移位至下一各射束的描繪位置（本次的描繪位置）。圖 6 例子中，在成為時刻 $t = T_{tr}$ 的時間點，將描繪對象像素從矚目格子 29 的最下段右邊數來第 1 個像素移位至下面數來第 2 段且右邊數來第 1 個像素。在此期間，XY 平台 105 亦定速移動，故追蹤動作持續。

然後，一面持續追蹤控制，一面對已被移位之各射束的描繪位置，以和該擊發的最大描繪時間 T_{tr} 內的各自相對應之描繪時間，照射和多射束 20 當中 ON 射束的各者相對應之射束。圖 6 例子中，藉由座標（1，3）的射束（1）與後述之切換射束，從時刻 $t = T_{tr}$ 至 $t = 2T_{tr}$ 為止之期間，對矚目格子 29 的例如下面數來第 2 段且右邊數來第 1 個像素，進行第 2 擊發之射束的照射。從時刻 $t = T_{tr}$ 至 $t = 2T_{tr}$ 為止之期間，XY 平台 105 例如朝 -x 方向移動恰好 2 射束間距份。在此期間，追蹤動作持續。

圖 6 例子中，在成為時刻 $t = 2T_{tr}$ 的時間點，藉由偏向器 209 所做的多射束之一齊偏向，將描繪對象像素從矚目格子 29 的下面數來第 2 段且右邊數來第 1 個像素移位至下面數來第 3 段且右邊數來第 1 個像素。在此期間，XY 平台 105 亦移動，故追蹤動作持續。然後，藉由座標（1，3）的射束（1）與切換射束，從時刻 $t = 2T_{tr}$ 至 $t =$

3Ttr 為止之期間，對矚目格子 29 的例如下面數來第 3 段且右邊數來第 1 個像素，進行第 3 擊發之射束的照射。從時刻 $t = 2Ttr$ 至 $t = 3Ttr$ 為止之期間，XY 平台 105 例如朝 -x 方向移動恰好 2 射束間距份。在此期間，追蹤動作持續。在成為時刻 $t = 3Ttr$ 的時間點，藉由偏向器 209 所做的多射束之一齊偏向，將描繪對象像素從矚目格子 29 的下面數來第 3 段且右邊數來第 1 個像素移位至下面數來第 4 段且右邊數來第 1 個像素。在此期間，XY 平台 105 亦移動，故追蹤動作持續。然後，藉由座標 (1, 3) 的射束 (1) 與切換射束，從時刻 $t = 3Ttr$ 至 $t = 4Ttr$ 為止之期間，對矚目格子 29 的例如下面數來第 4 段且右邊數來第 1 個像素，進行第 4 擊發之射束的照射。從時刻 $t = 3Ttr$ 至 $t = 4Ttr$ 為止之期間，XY 平台 105 例如朝 -x 方向移動恰好 2 射束間距份。在此期間，追蹤動作持續。藉由上述，便結束矚目格子 29 的右邊數來第 1 個像素列之描繪。

圖 6 例子中，對從初次位置被移位 3 次後之各射束的描繪位置一面切換射束一面照射了各個相對應之射束後，DAC 放大器單元 134 會將追蹤控制用的射束偏向予以重置，藉此將追蹤位置返回開始做追蹤控制時之追蹤開始位置。換言之，使追蹤位置朝和平台移動方向相反之方向返回。圖 6 例子中，在成為時刻 $t = 4Ttr$ 的時間點，解除矚目格子 29 的追蹤，將射束擺回至朝 x 方向挪移了 8 射束間距份之矚目格子。另，圖 6 例子中，雖說明了座標

(1, 3) 的射束 (1)，但針對其他座標的射束，亦是對各個相對應之格子同樣地進行描繪。也就是說，座標 (n, m) 的射束，在 $t = 4T_{tr}$ 的時間點，對於相對應之格子結束從右邊數來第 1 個像素列之描繪。例如，座標 (2, 3) 的射束 (2)，對和圖 6 的射束 (1) 用的矚目格子 29 於 -x 方向相鄰之格子，結束從右邊數來第 1 個像素列之描繪。

另，由於各格子的從右邊數來第 1 個像素列之描繪已結束，故追蹤重置後，於下次的追蹤循環中，首先偏向器 209 會將各個相對應的射束的描繪位置予以偏向以便對位（移位）至各格子的下面數來第 1 段且右邊數來第 2 個像素。

如上述般，同一追蹤循環中，於藉由偏向器 208 將照射區域 34 控制在對試料 101 而言相對位置成為同一位置之狀態下，藉由偏向器 209 一面使每次移位 1 像素一面進行各擊發（複數個分割擊發）。然後，追蹤循環結束 1 循環後，返回照射區域 34 的追蹤位置，再如圖 4 的下段所示，例如將第 1 次的擊發位置對位至挪移了 1 像素之位置，一面進行下一次的追蹤控制一面藉由偏向器 209 使每次移位 1 像素一面進行各擊發。條紋區域 32 的描繪中，藉由重複該動作，照射區域 34 的位置以照射區域 34a ~ 34o 這樣的方式依序逐一移動，逐一進行該條紋區域之描繪。

圖 7 為實施形態 1 中的個別遮沒控制電路與共通遮沒

控制電路的內部構成示意概念圖。圖 7 中，在配置於描繪裝置 100 本體內的遮沒孔徑陣列機構 204 之個別遮沒控制用的各邏輯電路 41，配置有移位暫存器 40、暫存器 42、AND 演算器 44、及放大器 46。另，針對 AND 演算器 44，亦可省略。實施形態 1 中，對於以往例如是藉由 10 位元的控制訊號來控制之各射束用的個別遮沒控制，是藉由例如 1 位元的控制訊號來控制。也就是說，對於移位暫存器 40、暫存器 42、及 AND 演算器 44，係輸出入 1 位元的控制訊號。控制訊號的資訊量少，藉此能夠縮小控制電路的設置面積。換言之，即使在設置空間狹窄的遮沒孔徑陣列機構 204 上配置邏輯電路的情形下，仍能以更小的射束間距配置更多的射束。這可使穿透遮沒孔徑陣列機構 204 之電流量增加，亦即能夠提升描繪產能。

此外，在共通遮沒用的偏向器 212 配置有放大器，在邏輯電路 131 配置有暫存器 50、及計數器 52。這裡並非同時進行複數種不同控制，而是以進行 ON/OFF 控制的 1 個電路來達成，因此即使配置用來令其高速響應之電路的情形下，也不會發生設置空間或電路的使用電流限制上的問題。故，此放大器相較於在遮沒孔徑上所能實現之放大器而言會甚為高速地動作。此放大器例如藉由 10 位元的控制訊號來控制。也就是說，對於暫存器 50、及計數器 52，例如會輸出入 10 位元的控制訊號。

實施形態 1 中，利用上述個別遮沒控制用的各邏輯電路 41 所做之射束 ON/OFF 控制、以及將多射束全體予以

一齊遮沒控制之共通遮沒控制用的邏輯電路 131 所做之射束 ON/OFF 控制這雙方，來進行各射束的遮沒控制。

圖 8 為實施形態 1 之描繪方法的主要工程示意流程圖。圖 8 中，實施形態 1 中的描繪方法，對 1 次份的每一擊發，係實施每一像素的基準射束辨明工程（S102）、切換射束辨明工程（S104）、分割擊發指派工程（S106）、排序處理工程（S108）、照射時間演算工程（S110）、階度值 N 算出工程（S112）、分割擊發 ON/OFF 決定工程（S114）、照射時間編排資料生成工程（S116）、照射時間編排資料加工工程（S118）、第 k 個資料傳送工程（S122）、判定工程（S124）、射束切換工程（S126）、第 k 個分割擊發工程（S128）、判定工程（S130）、加算工程（S132）這一連串的工程。

作為每一像素的基準射束辨明工程（S102），辨明部 72，對每一像素 36，辨明對該像素照射射束之基準射束。多射束描繪中，如圖 4～圖 6 中說明般，係一面挪移像素一面反覆追蹤循環，藉此逐一進行條紋區域 30 之描繪。多射束當中的哪個射束會負責哪個像素 36，是由描繪序列（sequence）來決定。辨明部 70，對每一像素 36，將藉由描繪序列而決定之該像素 36 的射束，辨明作為基準射束。圖 6 例子中，例如，座標（1，3）的射束（1），會被辨明作為該擊發（複數個分割擊發）中的矚目格子 29 的最下段右邊數來第 1 個像素的基準射束。

作為切換射束辨明工程（S104），辨明部 74，對每

一像素 36，將可藉由多射束的一齊偏向而切換之射束，
 辨明作為對該像素照射射束之切換射束。

圖 9A 與圖 9B 為實施形態 1 中的複數個分割擊發的途中之射束切換說明用圖。圖 9A 例子中，揭示運用 5×5 的多射束 20，對試料擊發多射束 20 的情形之一例。例如，揭示多射束 20 當中的射束 a 作為基準射束而負責矚目格子 29 的最上段左邊數來第 1 個像素 36 之情形。射束 a，表示照射一口氣可照射之照射區域 34 的 5×5 的多射束 20 的上面數來第 2 段且左邊數來第 2 列之射束。複數個分割擊發當中，例如，射束 a 負責進行第 1 個分割擊發～第 8 個分割擊發後，將 5×5 的多射束 20 藉由偏向器 209 往圖 9A 所示上方一齊偏向恰好 1 射束間距份，藉此將射束照射位置移位。如此一來，如圖 9B 所示，矚目格子 29 的最上段左邊數來第 1 個像素 36，會從射束 a 切換成射束 b。然後，複數個分割擊發當中，剩餘的分割擊發由射束 b 負責。如此一來，矚目格子 29 的最上段左邊數來第 1 個像素 36，便會藉由射束 a 與射束 b 這 2 個射束而受到多重曝光。即使將射束 a 予以成形之成形孔徑陣列基板 203 的孔 22（孔徑）的直徑相對於設計值而言發生了加工誤差的情形下，藉由重疊射束 b 而照射，便能將射束電流量的誤差平均化。其結果，能夠減低對該像素的劑量誤差。例如，以射束 a 與射束 b 這 2 個射束來照射，藉此，相較於僅以射束 a 來照射之情形，能夠減低對該像素 36 照射之射束電流的不均一性的統計誤差。例如，在 2 個射

束間若能使照射時間相同，則能將射束電流的不均一性的統計誤差減低成 $1/2^{(1/2)}$ 倍。圖 9A 與圖 9B 中，說明了基準射束（射束 a）先進行分割擊發之情形，但如後述般切換射束（射束 b）先進行分割擊發亦無妨。如圖 9B 般脫離了照射區域 34 之射束，能夠用於和上方鄰接之條紋內的像素之曝光。因此，必須使各條紋的起點、終點之 X 座標及條紋內的像素之曝光順序相同。或是，照射區域亦可定義一比 34 更小的照射區域 34'，將條紋 30 的高度設定成和照射區域 34' 的高度相同。如此一來，包括圖 8 的處理在內之描繪處理，能夠於每一條紋完結，因此較佳。另在此情形下，如圖 9B 般，脫離了照射區域 34' 之射束，會被控制成為 OFF 而不將像素曝光。或是，亦可將孔徑 203、204 事先構成為，具有比構成照射區域所必須之射束陣列還多一行開口。

另，圖 9A 與圖 9B 例子中，揭示了將 5×5 的多射束 20 藉由偏向器 209 往上方（y 方向）一齊偏向恰好 1 射束間距份之情形，但並不限於此。例如，亦可將 5×5 的多射束 20 藉由偏向器 209 往左側（x 方向）一齊偏向恰好 1 射束間距份。或是，例如，亦可將 5×5 的多射束 20 藉由偏向器 209 往右側（-x 方向）一齊偏向恰好 1 射束間距份。或是，例如，亦可將 5×5 的多射束 20 藉由偏向器 209 往下方（-y 方向）一齊偏向恰好 1 射束間距份。此外，射束的移位量亦不限於 1 射束間距份。亦可為 2 射束間距以上。射束的移位量只要是可藉由偏向器 209 偏向之

射束間距的整數倍，則便能切換成任一射束。

作為分割擊發指派工程（S106），指派部 76，對多射束 20 的每 1 個射束的試料 101 的像素 36（單位照射區域）每一者，將每 1 次擊發的最大照射時間 T_{tr} 的擊發受到分割而成之對同一像素 36 連續進行之照射時間相異的複數個分割擊發的各分割擊發，指派給可藉由多射束 20 的一齊偏向而切換之複數個射束的至少 1 個。實施形態 1 中，例如，將複數個分割擊發的各分割擊發指派給可藉由多射束 20 的一齊偏向而切換之複數個射束的任一者。

圖 10A 與圖 10B 為實施形態 1 中的複數個分割擊發與射束的指派之一例示意圖。實施形態 1 中，將 1 次份的擊發的最大照射時間 T_{tr} ，分割成對同一位置連續照射之照射時間相異的 n 次的分割擊發。首先，制定將最大照射時間 T_{tr} 除以量子化單位 Δ （階度值解析力）而成之階度值 N_{tr} 。例如，訂 $n=10$ 的情形下，分割成 10 次的分割擊發。當將階度值 N_{tr} 以位數 n 的 2 進位之值來定義的情形下，只要事先設定量子化單位 Δ 使成為階度值 $N_{tr}=1023$ 即可。如此一來，便成為最大照射時間 $T_{tr}=1023\Delta$ 。然後，如圖 10A 所示， n 次的分割擊發，具有 512Δ （ $=2^9\Delta$ ）， 256Δ （ $=2^8\Delta$ ）， 128Δ （ $=2^7\Delta$ ）， 64Δ （ $=2^6\Delta$ ）， 32Δ （ $=2^5\Delta$ ）， 16Δ （ $=2^4\Delta$ ）， 8Δ （ $=2^3\Delta$ ）， 4Δ （ $=2^2\Delta$ ）， 2Δ （ $=2^1\Delta$ ）， Δ （ $=2^0\Delta$ ）的其中一者之照射時間。也就是說，1 次份的多射束的擊發，會被分割成具有 512Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具

有 256Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 128Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 64Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 32Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 16Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 8Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 4Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 2Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、以及具有 Δ 的照射時間 tk 之分割擊發。

故，對各像素 36 照射之任意的照射時間 t ($= N\Delta$)，能夠藉由該 512Δ ($= 2^9\Delta$)， 256Δ ($= 2^8\Delta$)， 128Δ ($= 2^7\Delta$)， 64Δ ($= 2^6\Delta$)， 32Δ ($= 2^5\Delta$)， 16Δ ($= 2^4\Delta$)， 8Δ ($= 2^3\Delta$)， 4Δ ($= 2^2\Delta$)， 2Δ ($= 2^1\Delta$)， Δ ($= 2^0\Delta$) 及零 (0) 的至少 1 者之組合來定義。例如，若為 $N=50$ 之擊發，則因 $50 = 2^5 + 2^4 + 2^1$ ，故會成為具有 $2^5\Delta$ 的照射時間之分割擊發、具有 $2^4\Delta$ 的照射時間之分割擊發、以及具有 $2^1\Delta$ 的照射時間之分割擊發的組合。另，當將對各像素 36 照射之任意的照射時間 t 的階度值 N 做 2 進位變換的情形下，合適是定義成盡可能使用較大的位之值。

指派部 76，針對各像素，例如將具有 512Δ 的照射時間 tk 之分割擊發指派給切換射束 (射束 b)。將具有 256Δ 的照射時間 tk 之分割擊發指派給基準射束 (射束 a)。將具有 128Δ 的照射時間 tk 之分割擊發指派給切換射束 (射束 b)。將具有 64Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 32Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 16Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 8Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 4Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、具有 2Δ 的照射時間 tk 之分割擊發、以及具有 Δ 的照射時間 tk 之分割擊發。

發、具有 4Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具有 2Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、以及具有 Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發，指派給基準射束（射束 a）。

將哪一分割擊發指派給基準射束，將哪一分割擊發指派給切換射束，只要事先設定即可。此處，只要將複數個分割擊發指派給對像素分別辨明出的實際之基準射束與實際之切換射束即可。 n 次的分割擊發所做的曝光中，射束電流的不均一性為，參與將像素 36 曝光的劑量之比例會和各次的分割擊發的照射時間（曝光時間）成比例。是故，就減低每一射束的射束電流的不均一性之意義而言，將具有較長照射時間（曝光時間）的分割擊發指派給複數個射束會較為有效。圖 10A 例子中，在照射時間（曝光時間）較長，例如排名前三的 512Δ ， 256Δ ， 128Δ 的分割擊發這一帶範圍使用複數射束則效果較大，反之，在 64Δ 以下的分割擊發這一帶範圍使用複數射束則效果較小。故，實施形態 1 中，針對照射時間（曝光時間）較長之排名前面的分割擊發來切換射束。

作為排序處理工程（S108），排序處理部 78，將分割擊發的實施順序做排序處理，以便以射束單位予以統整。藉由以射束單位予以統整，能夠減少射束的切換動作，能縮短描繪時間。圖 10B 例子中，先統整切換射束（射束 b）所負責之分割擊發，其後接連著基準射束（射束 a）所負責之分割擊發。具體而言，依具有 512Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發（切換射束（射束 b））、具有

128△的照射時間 t_k 之分割擊發（切換射束（射束 b））、具有 256△的照射時間 t_k 之分割擊發（基準射束（射束 a））、具有 64△的照射時間 t_k 之分割擊發（基準射束（射束 a））、具有 32△的照射時間 t_k 之分割擊發（基準射束（射束 a））、具有 16△的照射時間 t_k 之分割擊發（基準射束（射束 a））、具有 8△的照射時間 t_k 之分割擊發（基準射束（射束 a））、具有 4△的照射時間 t_k 之分割擊發（基準射束（射束 a））、具有 2△的照射時間 t_k 之分割擊發（基準射束（射束 a））、及具有 △的照射時間 t_k 之分割擊發（基準射束（射束 a））的順序做排序處理。

圖 10B 例子中，揭示在同一射束所負責之複數個分割擊發內，照射時間 t_k 較長的分割擊發先被實施，但並不限於此。在同一射束所負責之複數個分割擊發內，照射時間 t_k 較短的分割擊發亦可先被實施。或是，在同一射束所負責之複數個分割擊發內，分割擊發亦可以照射時間 t_k 成為隨機之順序被實施。

作為照射時間演算工程（S110），對每一像素 36（單位照射區域），演算對該像素 36 照射之射束的照射時間（該像素 36 所必須之射束照射時間）。具體而言只要如以下般演算即可。

首先， ρ 演算部 60，將描繪區域（此處例如為條紋區域 32）以規定的尺寸以網目狀假想分割成複數個鄰近網目區域（鄰近效應修正計算用網目區域）。鄰近網目區域

的尺寸，合適為鄰近效應的影響範圍的 $1/10$ 程度，例如設定為 $1\mu\text{m}$ 程度。 ρ 演算部 60，從記憶裝置 140 讀出描繪資料，對每一鄰近網目區域，演算配置於該鄰近網目區域內之圖樣的圖樣面積密度 ρ 。

接著， D_p 演算部 62，對每一鄰近網目區域，演算用來修正鄰近效應之鄰近效應修正照射係數 D_p 。此處，演算鄰近效應修正照射係數 D_p 之網目區域的尺寸，未必要和演算圖樣面積密度 ρ 之網目區域的尺寸相同。此外，鄰近效應修正照射係數 D_p 的修正模型及其計算手法可和習知之單射束描繪方式中使用的手法相同。

接著， ρ' 演算部 64，對每一像素 36，演算該像素 36 內的圖樣面積密度 ρ' 。 ρ' 的網目尺寸例如訂為和像素 28 的大小相同。

接著， D 演算部 66，對每一像素（描繪對象像素）36，演算用來對該像素 36 照射之照射量 D 。照射量 D ，例如可演算為將事先設定好的基準照射量 D_{base} 乘上鄰近效應修正照射係數 D_p 乘上圖樣面積密度 ρ' 而得之值。像這樣，照射量 D ，合適是和對每一像素 36 算出的圖樣的面積密度成比例來求出。接著， t 演算部 68，對每一像素 36，演算用來使對該像素 36 演算出的照射量 D 入射之電子束的照射時間 t 。照射時間 t ，能夠藉由將照射量 D 除以電流密度 J 來演算。

作為階度值 N 算出工程（S112），階度值 N 算出部 86，將對每一像素 36 獲得的照射時間 t 除以量子化單位

Δ （階度值解析力），藉此算出整數的階度值 N 資料。階度值 N 資料，例如以 $0 \sim 1023$ 的階度值來定義。量子化單位 Δ ，可設定為各式各樣，但例如能夠定義為 1ns （奈秒）等。量子化單位 Δ ，例如較佳是使用 $1 \sim 10\text{ns}$ 的值。此處，如上述般設定量子化單位 Δ 以使每 1 擊發的最大照射時間 T_{tr} 的階度值 N_{tr} 成為 1023 。但，並不限於此。亦可設定量子化單位 Δ 以使最大照射時間 T_{tr} 的階度值 N_{tr} 成為 1023 以下。

作為分割擊發 ON/OFF 決定工程（S114），決定部 88，對每一像素 36，決定將複數個分割擊發的各分割擊發設為射束 ON、或設為射束 OFF，以使設為射束 ON 之分割擊發的合計照射時間，會成為和演算出的射束的照射時間相當之組合。對每一像素 36 獲得的照射時間 t ，是利用表示值 0 或 1 的其中一者之整數 w_k 、及 n 個分割擊發的第 k 個分割擊發的照射時間 T_k ，而依以下式（1）定義。整數 w_k 成為 1 之分割擊發能夠決定為 ON，整數 w_k 成為 0 之分割擊發能夠決定為 OFF。

$$(1) \quad t = \sum_{k=1}^n w_k T_k$$

圖 11 為實施形態 1 中的分割擊發的 ON/OFF 決定方法之工程示意流程圖。決定部 88，實施圖 11 所示之流程圖的各工程。

首先，作為初始設定工程（S202），設定變數 $T = N\Delta$ 。當將對各像素 36 照射之任意的照射時間 t 的階度值

N 做 2 進位變換的情形下，合適是定義成盡可能使用較大的位之值。故，將 n 個整數時間的數列 T_k 依較大者順序設定。此處，設定 $n=10$ 、數列 $T_k = \{ 512\Delta (=T_1), 256\Delta (=T_2), 128\Delta (=T_3), 64\Delta (=T_4), 32\Delta (=T_5), 16\Delta (=T_6), 8\Delta (=T_7), 4\Delta (=T_8), 2\Delta (=T_9), \Delta (=T_{10}) \}$ 。將 n 個的整數 w_k 設定為「0」。將變數 k 設定為「1」。

作為判定工程 (S204)，判定是否變數 $T-T_k > 0$ 。當 $T-T_k > 0$ 的情形下，進入設定工程 (S206)。當非 $T-T_k > 0$ 的情形下，進入判定工程 (S208)。

設定工程 (S206) 中，設定 $w_k = 1$ 。此外，演算 $T = T-T_k$ 。演算後，進入判定工程 (S208)。

判定工程 (S208) 中，判定是否變數 $k < n$ 。當 $k < n$ 的情形下，進入加算工程 (S210)。當非 $k < n$ 的情形下，結束。

加算工程 (S210) 中，對變數 k 加計 1 ($k = k + 1$)。然後，回到判定工程 (S204)。然後，反覆判定工程 (S204) 至加算工程 (S210)，直到判定工程 (S208) 中變成不是 $k < n$ 為止。

例如，若 $N = 700$ ，則因 $T_1 = 512\Delta$ ，故成為 $700\Delta - 512\Delta = 188\Delta$ 。故，成為 $T-T_1 > 0$ 。故，設定工程 (S206) 中，設定 $w_1 = 1$ 。此外，成為 $T = 700\Delta - 512\Delta = 188\Delta$ 。若 $k = 1$ ，則因 $1 < 10$ ，故演算 $k = k + 1$ 後，回到判定工程 (S204)。以同樣方式反覆，藉此成為 $w_1 = 1$ 、

$w_2 = 0$ 、 $w_3 = 1$ 、 $w_4 = 0$ 、 $w_5 = 1$ 、 $w_6 = 1$ 、 $w_7 = 1$ 、 $w_8 = 1$ 、 $w_9 = 0$ 、 $w_{10} = 0$ 。故，能夠決定 T1 的分割擊發為 ON、T2 的分割擊發為 OFF、T3 的分割擊發為 ON、T4 的分割擊發為 OFF、T5 的分割擊發為 ON、T6 的分割擊發為 ON、T7 的分割擊發為 ON、T8 的分割擊發為 ON、T9 的分割擊發為 OFF、T10 的分割擊發為 OFF。

作為照射時間編排資料生成工程（S116），資料生成部 90，生成分割擊發的照射時間編排資料，以用來將 1 次份的擊發分割成對同一位置連續照射之照射時間相異的複數次的分割擊發。資料生成部 90，對每一像素 36，生成對該像素實施之分割擊發的照射時間編排資料。例如，若 $N = 50$ ，則因 $50 = 2^5 + 2^4 + 2^1$ ，故成為“0000110010”。例如，若 $N = 500$ ，依同樣方式則成為“0111110100”。例如，若 $N = 700$ ，依同樣方式則成為“1010111100”。例如，若 $N = 1023$ ，依同樣方式則成為“1111111111”。

作為照射時間編排資料加工工程（S118），編排加工部 70，依各射束的擊發順序，將照射時間編排資料加工。如圖 6 中說明般，於平台的移動方向，相鄰的像素 36 並非接著被擊發。故，此處，循著描繪序列，將順序加工，以使各像素 36 的照射時間編排資料依多射束 20 會依序擊發之像素 36 順序並排。又，在 1 個擊發內，分割擊發的順序亦藉由排序處理工程（S108）而替換，故針對各像素 36 的照射時間編排資料該順序亦替換。

圖 12 為實施形態 1 中的照射時間編排資料的部分之

一例示意圖。圖 12 中，揭示構成多射束之射束當中，例如針對射束 1~5 的規定的擊發之照射時間編排資料的一部分。圖 12 例子中，針對射束 1~5，揭示從第 k 個分割擊發至第 $k-3$ 個分割擊發為止之照射時間編排資料。例如，針對射束 1，針對從第 k 個至第 $k-3$ 個為止之分割擊發，示意資料“1101”。針對射束 2，針對從第 k 個至第 $k-3$ 個為止之分割擊發，示意資料“1100”。針對射束 3，針對從第 k 個至第 $k-3$ 個為止之分割擊發，示意資料“0110”。針對射束 4，針對從第 k 個至第 $k-3$ 個為止之分割擊發，示意資料“0111”。針對射束 5，針對從第 k 個至第 $k-3$ 個為止之分割擊發，示意資料“1011”。受加工後的照射時間編排資料，會被存儲於記憶裝置 142。

作為第 k 個資料傳送工程（S122），傳送處理部 82，對各射束的每一擊發（該擊發用的複數個分割擊發），將照射時間編排資料輸出至偏向控制電路 130。偏向控制電路 130，對每一分割擊發，對各射束用的邏輯電路 41 輸出照射時間編排資料。此外，與此同步，偏向控制電路 130，對共通遮沒用的邏輯電路 131 輸出各分割擊發的時間點資料。

如圖 7 中說明般，邏輯電路 41 中使用了移位暫存器 40，故資料傳送時，偏向控制電路 130 會將同一順序的分割擊發的資料依射束的排列順序（或識別編號順序）予以資料傳送至遮沒孔徑陣列機構 204 的各邏輯電路 41。例如，將以行列狀配置於遮沒孔徑陣列機構 204 之遮沒器依

行或列單位統整成群組，並以群組單位做資料傳送。此外，輸出同步用的時脈訊號（CLK1）、資料讀出用的讀取訊號（read）、及 AND 演算器訊號（BLK 訊號）。圖 12 例子中，例如作為射束 1~5 的第 k 個資料，係從後面的射束側開始傳送“10011”之各 1 位元資料。各射束的移位暫存器 40，遵照時脈訊號（CLK1），從上位側開始依序將資料傳送至下一移位暫存器 40。例如，射束 1~5 的第 k 個資料中，藉由 5 次的時脈訊號，在射束 1 的移位暫存器 40 會存儲 1 位元資料亦即“1”。在射束 2 的移位暫存器 40 會存儲 1 位元資料亦即“1”。在射束 3 的移位暫存器 40 會存儲 1 位元資料亦即“0”。在射束 4 的移位暫存器 40 會存儲 1 位元資料亦即“0”。在射束 5 的移位暫存器 40 會存儲 1 位元資料亦即“1”。

接著，各射束的暫存器 42，一旦輸入讀取訊號（read），各射束的暫存器 42 便從移位暫存器 40 讀入各個射束的第 k 個資料。圖 12 例子中，作為第 k 個資料，在射束 1 的暫存器 42 會存儲 1 位元資料亦即“1”。作為第 k 位元（第 k 位）的資料，在射束 2 的暫存器 42 會存儲 1 位元資料亦即“1”。作為第 k 個資料，在射束 3 的暫存器 42 會存儲 1 位元資料亦即“0”。作為第 k 個資料，在射束 4 的暫存器 42 會存儲 1 位元資料亦即“0”。作為第 k 個資料，在射束 5 的暫存器 42 會存儲 1 位元資料亦即“1”。各射束的個別暫存器 42，一旦輸入第 k 個資料，便遵照該資料將 ON/OFF 訊號輸出至 AND 演算器 44。若第 k 個資

料為“1”則輸出 ON 訊號，若為“0”則輸出 OFF 訊號即可。然後，AND 演算器 44 中，若 BLK 訊號為 ON 訊號，且暫存器 42 的訊號為 ON，則對放大器 46 輸出 ON 訊號，放大器 46 將 ON 電壓施加至個別遮沒偏向器的電極 24。除此以外的期間，AND 演算器 44 對放大器 46 輸出 OFF 訊號，放大器 46 將 OFF 電壓施加至個別遮沒偏向器的電極 24。

然後，於該第 k 個資料受到處理的期間，偏向控制電路 130 將下一第 $k-1$ 個資料依射束的排列順序（或識別編號順序）予以資料傳輸至遮沒孔徑陣列機構 204 的各邏輯電路 41。圖 12 例子中，例如作為射束 1~5 的第 $k-1$ 個資料，係從後面的射束側開始傳送“01111”之各 1 位元資料。各射束的移位暫存器 40，遵照時脈訊號（CLK1），從上位側開始依序將資料傳送至下一移位暫存器 40。例如，射束 1~5 的第 $k-1$ 個資料中，藉由 5 次的時脈訊號，在射束 1 的移位暫存器 40 會存儲 1 位元資料亦即“1”。在射束 2 的移位暫存器 40 會存儲 1 位元資料亦即“1”。在射束 3 的移位暫存器 40 會存儲 1 位元資料亦即“1”。在射束 4 的移位暫存器 40 會存儲 1 位元資料亦即“1”。在射束 5 的移位暫存器 40 會存儲 1 位元資料亦即“0”。然後，偏向控制電路 130，若第 k 個照射時間結束，則輸出下一第 $k-1$ 個讀取訊號。藉由第 $k-1$ 個讀取訊號，各射束的暫存器 42 從移位暫存器 40 讀入各自的射束的第 $k-1$ 個資料即可。以下依同樣方式推進至第 1 個資料處理

即可。

此處，針對圖 7 所示之 AND 演算器 44，亦可省略。但，當邏輯電路 41 內的各元件的任一者故障，而陷入無法設為射束 OFF 之狀態的情形等下，藉由配置 AND 演算器 44 便能將射束控制成 OFF，這一點為其功效。此外，圖 7 中，是使用與移位暫存器串聯之 1 位元的資料傳送路徑，但藉由設置複數個並聯的傳送路徑，還能控制 2 位元以上的資料，可謀求傳送的高速化。

作為判定工程（S124），判定部 92，判定受到資料傳送之第 k 個分割擊發的資料是否為第 k' 個資料。圖 10B 例子中，第 1，2 個分割擊發由切換射束（射束（b））來實施，第 3 個分割擊發以後則由基準射束（射束（a））實施，故設定成 $k'=3$ 。若第 k 個分割擊發的資料為第 k' 個資料，則進入射束切換工程（S126）。若第 k 個分割擊發的資料不為第 k' 個資料，則進入第 k 個分割擊發工程（S128）。

當從照射時間較短的分割擊發依序進行的情形下，第 1～8 個分割擊發由基準射束（射束（a））實施，第 9 個分割擊發以後則由切換射束（射束（b））實施，故設定成 $k'=9$ 。

作為射束切換工程（S126），射束移位處理部 94，當受到資料傳送之第 k 個分割擊發的資料為第 k' 個資料的情形下，對偏向控制電路 130 輸出用來將多射束 20 全體一齊偏向之射束移位訊號，以使對各像素照射之射束從上

述基準射束與切換射束的其中一方切換至另一方。偏向控制電路 130，對 DAC 放大器 132 輸出用來將多射束 20 全體一齊偏向之偏向訊號。然後，DAC 放大器 132，將該數位訊號的偏向訊號變換為類比的偏向電壓，其後施加至偏向器 209。如此一來，如圖 9B 所示，便將多射束 20 全體一齊偏向，將照射各像素之射束從基準射束與切換射束的其中一方切換至另一方。圖 10B 例子中，切換射束（射束（b））所負責之分割擊發先被實施，故循著第 3 個分割擊發的資料進行分割擊發時，從切換射束（射束（b））切換至基準射束（射束（a））。

作為第 k 個分割擊發工程（S128），在描繪控制部 84 的控制之下，描繪機構 150，一面和 XY 平台 105 的移動同步，一面使用由電子束所構成的多射束 20，對試料 101 實施第 k 個分割擊發。此處，是以和第 k 個分割擊發相對應之射束進行分割擊發。

作為判定工程（S130），判定部 96，判定和 1 次份的擊發相對應之複數個分割擊發是否已全部結束。若和 1 次份的擊發相對應之全分割擊發已結束，則進入下一擊發。若尚未結束則進入加算工程（S132）。

作為加算工程（S132），加算部 98，將 k 加算 1，以作為新的 k 。然後，回到第 k 個資料傳送工程（S122）。反覆第 k 個資料傳送工程（S122）至加算工程（S132），直到判定工程（S130）中和 1 次份的擊發相對應之複數個分割擊發全部結束為止。圖 10B 例子中，

像這樣，描繪機構 150，藉由多射束 20 的一齊偏向一面切換複數個射束，一面使用複數個射束對該像素進行對同一像素連續進行之複數個分割擊發當中成為射束 ON 的複數個對應分割擊發。在進行複數個分割擊發的途中，藉由以複數個射束照射同一像素 36，即使有由於將各射束予以成形之孔 22 的加工精度的誤差而引起之照射量（劑量）誤差，也能將劑量的誤差平均化。

圖 13 為實施形態 1 中的針對 1 擊發中的複數個分割擊發的部分之射束 ON/OFF 切換動作示意時序圖。圖 13 中，例如針對構成多射束的複數個射束當中的 1 個射束（射束 1）來表示。此處，例如針對射束 1 的從第 k 個至第（k-3）個為止之分割擊發來表示。照射時間編排資料，例如揭示第 k 個為“1”、第 k-1 個為“1”、第 k-2 個為“0”、第 k-3 個為“1”之情形。

首先，藉由第 k 個讀取訊號的輸入，個別暫存器 42 遵照存儲的第 k 個資料（1 位元）而輸出 ON/OFF 訊號。

由於第 k 個資料為 ON 資料，故個別放大器 46（個別放大器 1）輸出 ON 電壓，對射束 1 用的遮沒電極 24 施加 ON 電壓。另一方面，在共通遮沒用的邏輯電路 131 內，遵照該擊發中使用之分割擊發的各分割擊發的時間點資料，切換 ON/OFF。共通遮沒機構中，僅在各分割擊發的照射時間輸出 ON 訊號。當該擊發的複數個分割擊發，例如是由成為 512Δ 、 256Δ 、 64Δ 、 32Δ 的各照射時間之 4 次的分割擊發所構成的情形下，例如若訂定 $\Delta = 1\text{ns}$ ，則

第 1 次的分割擊發的照射時間會成為 $512\Delta = 512\text{ns}$ 。第 2 次的分割擊發的照射時間會成為 $256\Delta = 256\text{ns}$ 。第 3 次的分割擊發的照射時間會成為 $64\Delta = 64\text{ns}$ 。第 4 次的分割擊發的照射時間會成為 $32\Delta = 32\text{ns}$ 。在邏輯電路 131 內，一旦各分割擊發的時間點資料輸入至暫存器 50，則暫存器 50 便輸出第 k 個 ON 資料，計數器 52 計數第 k 個分割擊發的照射時間，並於該照射時間經過時控制使成為 OFF。對於被省略的分割擊發，係省略各分割擊發的時間點資料之輸入，此外省略相對應的照射時間編排資料之傳送，藉此能夠效率良好地進行描繪時間之縮短。

此外，共通遮沒機構中，針對個別遮沒機構的 ON/OFF 切換，是在經過放大器 46 的電壓穩定時間（安定（settling）時間）S1/S2 後，進行 ON/OFF 切換。圖 13 例子中，個別放大器 1 成為 ON 後，又經過從 OFF 切換成 ON 時之個別放大器 1 的安定時間 S1 後，共通放大器成為 ON。如此一來，能夠排除當個別放大器 1 啟動（rise）時處於不穩定電壓之射束照射。然後，共通放大器於作為對象之第 k 個分割擊發的照射時間經過時成為 OFF。其結果，實際的射束，當個別放大器及共通放大器皆為 ON 的情形下會成為射束 ON，照射至試料 101。故，共通放大器的 ON 時間被控制成實際的射束照射時間。另一方面，在個別放大器 1 成為 OFF 時，是於共通放大器成為了 OFF 後，又經過安定時間 S2 後，個別放大器 1 成為 OFF。如此一來，能夠排除當個別放大器 1 關閉（fall）

時處於不穩定電壓之射束照射。

如以上般，在藉由個別遮沒機構做進行各射束的 ON/OFF 切換之控制之外，另使用共通遮沒機構（邏輯電路 131、及偏向器 212 等）對多射束全體一齊進行射束的 ON/OFF 控制，進行遮沒控制以便僅在和第 k 個各分割擊發相對應之照射時間成為射束 ON 之狀態。如此一來，多射束的各擊發，便被分割成對同一位置連續照射之照射時間相異的複數次分割擊發。

圖 14 為實施形態 1 中的遮沒動作說明用概念圖。從電子槍 201（放出部）放出之電子束 200，會藉由照明透鏡 202 而近乎垂直地對成形孔徑陣列基板 203 全體做照明。在成形孔徑陣列基板 203，形成有矩形的複數個孔（開口部），電子束 200 係對包含所有複數個孔 22 之區域做照明。照射至複數個孔 22 的位置之電子束 200 的每一部分，會分別通過該成形孔徑陣列基板 203 的複數個孔 22，藉此形成例如矩形形狀的複數個電子束（多射束）20a～e。該多射束 20a～e 會通過遮沒孔徑陣列機構 204 的各個相對應之遮沒器（第 1 偏向器：個別遮沒機構）內。該遮沒器，分別在分割擊發的設定好的描繪時間（照射時間）+ α 之期間，遵照個別暫存器 42，將至少個別地通過的電子束 20 保持在射束 ON、OFF 之狀態。如上述般，各分割擊發的照射時間是藉由偏向器 212（共通遮沒機構）而被控制。

通過了遮沒孔徑陣列機構 204 的多射束 20a～e，會藉

由縮小透鏡 205 而被縮小，朝向形成於限制孔徑基板 206 之中心的孔行進。此處，藉由遮沒孔徑陣列機構 204 的遮沒器而被偏向的電子束 20，其位置會偏離限制孔徑基板 206（遮沒孔徑基板）中心的孔，而被限制孔徑基板 206 遮蔽。另一方面，未受到遮沒孔徑陣列機構 204 的遮沒器偏向的電子束 20，若未藉由偏向器 212（共通遮沒機構）而受到偏向，則會如圖 1 所示般通過限制孔徑基板 206 的中心的孔。藉由該個別遮沒機構的 ON/OFF 與共通遮沒機構的 ON/OFF 之組合，來進行遮沒控制，控制射束的 ON/OFF。像這樣，限制孔徑基板 206，是將藉由個別遮沒機構或共通遮沒機構而被偏向成為射束 OFF 狀態之各射束加以遮蔽。然後，藉由從成為射束 ON 開始至成為射束 OFF 為止所形成之通過了限制孔徑基板 206 的射束，形成將 1 次份的擊發進一步分割而成之複數個分割擊發的各射束。通過了限制孔徑基板 206 的多射束 20，會藉由對物透鏡 207 而合焦，成為期望之縮小率的圖樣像，然後藉由偏向器 208 及偏向器 209，通過了限制孔徑基板 206 的各射束（多射束 20 全體）朝同方向統一被偏向，照射至各射束於試料 101 上各自之照射位置。此外，例如當 XY 平台 105 在連續移動時，射束的照射位置會受到偏向器 208 控制，以便追隨 XY 平台 105 的移動。一次所照射之多射束 20，理想上會成為以成形孔徑陣列基板 203 的複數個孔的編排間距乘上上述期望之縮小率而得之間距而並排。

另，當進行了射束切換的情形下，在進行下一分割擊

發前，必須等待下一分割擊發直到 DAC 放大器 132 的輸出安定為止。描繪時間會延長該等待時間的長度。但，當射束間距例如為 160nm 等較小的情形下，DAC 放大器 132 的穩定時間（安定時間）可收斂在 100ns 以下。另一方面，每 1 像素的最大照射時間 T_{tr} 為 10~100nm 這樣無法比擬的長，故射束切換伴隨之描繪時間的延遲能夠是足以忽視的程度。

如以上般，按照實施形態 1，能夠減低由於將多射束予以成形之孔徑直徑誤差所引起的劑量誤差。

圖 15 為實施形態 1 中的描繪方法的變形例的主要工程示意流程圖。圖 15 中，實施形態 1 中的描繪方法的變形例，除了在圖 8 的各工程中更追加了孔徑直徑測定工程（S90）、及照射量誤差比例算出工程（S92）這點以外，餘與圖 8 相同。孔徑直徑測定工程（S90）、及修正係數算出工程（S92）可在實施描繪處理前預先實施。成形孔徑陣列基板 203 的孔 22（孔徑）的大小，例如為 1~2 μ m 這樣非常地小，因此難以使該孔 22 的面積成為均一。鑑此，考慮各孔 22 的誤差來進行分割擊發的 ON/OFF 決定，藉此修正照射時間。

作為孔徑直徑測定工程（S90），事先使用光學顯微鏡或電子顯微鏡，測定製造出的成形孔徑陣列基板 203 的各孔 22 的直徑（孔徑直徑）。

作為照射量誤差比例算出工程（S92），將測定出的各孔 22 的面積分別除以孔 22 的設計面積，藉此算出照射

量誤差比例 $a(x)$ 。各孔 22 的照射量誤差比例 $a(x)$ ，被存儲於記憶裝置 140。

照射量誤差比例 $a(x)$ ，亦可由成形孔徑陣列基板 203 的各孔 22 的顯微鏡圖像，藉由圖像處理算出面積來決定。此外，亦可測定多射束 20 當中和各孔 22 相對應者之電流值，依其和目標電流值之比值來決定。在此情形下，照射量誤差比例 $a(x)$ 會成為不僅包含各孔 22 的面積的誤差，還包含電子束 200 將成形孔徑 203 照明時的不均勻。另，通過孔徑直徑與孔徑之射束電流較小，因此 $a(x)$ 很可能包含由測定誤差所引起的誤差。

從基準射束辨明工程 (S102) 至階度值 N 算出工程 (S112) 為止之各工程的内容如同上述。

作為分割擊發 ON/OFF 決定工程 (S114)，決定部 88，對每一像素 36，決定欲成為射束 ON 之複數個對應分割擊發，以修正由於形成多射束 20 之複數個孔 22 的孔徑誤差（開口面積誤差）而引起之各射束的照射量誤差。對每一像素 36 獲得的照射時間 $t(x)$ ，能夠利用過與不足時間 $\delta T(x)$ 及負責各次的分割擊發之射束的照射量誤差比例 a_k 、及示意值 0 或 1 的其中一者之整數 w_k 、及 n 個分割擊發的第 k 個分割擊發的照射時間 T_k ，依以下式 (2) 定義。 x 表示像素 36 的座標。負責每一像素 36 的各次的分割擊發之射束的照射量誤差比例 a_k ，只要將欲使用之射束的照射量誤差比例 $a(x)$ 從記憶裝置 140 讀出即可。整數 w_k 成為 1 之分割擊發能夠決定為 ON，整

數 w_k 成為 0 之分割擊發能夠決定為 OFF。

$$(2) \quad t(x) = \delta T(x) + \sum_{k=1}^n w_k(x) a_k T_k$$

圖 16 為實施形態 1 中的分割擊發的 ON/OFF 決定方法的變形例之工程示意流程圖。決定部 88，實施圖 16 所示之流程圖的各工程。

首先，作為初始設定工程（S302），設定變數 $T = N\Delta$ 。當將對各像素 36 照射之任意的照射時間 t 的階度值 N 做 2 進位變換的情形下，合適是定義成盡可能使用較大的位之值。故，將 n 個整數時間的數列 T_k 依較大者順序設定。此處，設定 $n=10$ 、數列 $T_k = \{ 512\Delta (=T_1), 256\Delta (=T_2), 128\Delta (=T_3), 64\Delta (=T_4), 32\Delta (=T_5), 16\Delta (=T_6), 8\Delta (=T_7), 4\Delta (=T_8), 2\Delta (=T_9), \Delta (=T_{10}) \}$ 。將 n 個的整數 w_k 設定為「0」。將變數 k 設定為「1」。

作為判定工程（S304），判定是否變數 $T - a_k \cdot T_k > 0$ 。當 $T - a_k \cdot T_k > 0$ 的情形下，進入設定工程（S306）。當非 $T - a_k \cdot T_k > 0$ 的情形下，進入判定工程（S308）。

設定工程（S306）中，設定 $w_k = 1$ 。此外，演算 $T = T - a_k \cdot T_k$ 。演算後，進入判定工程（S308）。

判定工程（S308）中，判定是否變數 $k < n$ 。當 $k < n$ 的情形下，進入加算工程（S310）。當非 $k < n$ 的情形下，結束。

加算工程（S310）中，對變數 k 加計 1（ $k = k + 1$ ）。

1)。然後，回到判定工程（S304）。然後，反覆判定工程（S304）至加算工程（S310），直到判定工程（S308）中變成不是 $k < n$ 為止。

若將 T_k 當中最小的值訂為 T_{min} ，則藉由循著圖 16 所示流程圖來決定分割擊發的 ON/OFF，便能得到 $0 \leq |\delta T(x)| < T_{min}$ 。另一方面，當循著圖 11 的流程圖來決定分割擊發的 ON/OFF 的情形下，也可能成為 $|\delta T(x)| > T_{min}$ 。照射時間演算工程（S110）中，該像素 36 的照射時間例如成為了 $T = 500\Delta$ ，但設想為了修正由於孔徑誤差而引起之射束的照射量誤差而該像素所必須之照射時間，例如為 $T = 501.3\Delta$ 之情形。在此情形下，藉由循著圖 11 的流程圖來決定分割擊發的 ON/OFF，式（1）右邊的值會成為 500Δ 。故，此時的過與不足時間 $\delta T(x)$ 成為 1.3Δ ，而成為 $|\delta T(x)| > T_{min} (= \Delta)$ 。相對於此，藉由循著圖 16 的流程圖來決定分割擊發的 ON/OFF，式（2）右邊的值會成為 501Δ 。故，此時的過與不足時間 $\delta T(x)$ 成為 0.3Δ ，而成為 $0 \leq |\delta T(x)| < T_{min} (= \Delta)$ 。故，能夠減小過與不足時間 $\delta T(x)$ 的絕對值。故，能夠減小為了修正由於孔徑誤差所引起之射束的照射量誤差而該像素所必須之照射時間與實際照射之照射時間的差。

又，當成為 $\delta T(x) > T_{min}/2$ 的情形下，設定變數 $T = N\Delta + T_{min}$ 來取代初始設定工程（S302）中的變數 $T = N\Delta$ ，而重新決定 w_k 也可。照射時間演算工程（S110）

中，該像素 36 的照射時間例如成為了 $T = 500\Delta$ ，但設想為了修正由於孔徑誤差而引起之射束的照射量誤差而該像素所必須之照射時間，例如為 $T = 500.7\Delta$ 之情形。在此情形下，藉由循著圖 16 所示流程圖來決定分割擊發的 ON/OFF，式 (2) 右邊第 2 項的值會成為 500Δ 。故，此時的 $\delta T(x)$ 會成為 0.7Δ 。但，初始設定工程 (S302) 中，藉由將 $T_{\min} = \Delta$ 預先加算至變數 T ，式 (2) 右邊第 2 項的值會成為 501Δ 。故，此時的 $\delta T(x)$ 會成為 -0.3Δ ，能夠減小過與不足時間 $\delta T(x)$ 的絕對值。故，能夠減小為了修正由於孔徑誤差所引起之射束的照射量誤差而該像素所必須之照射時間與實際照射之照射時間的差。

當部分或全部的孔徑的開口面積比設計值還小， a_k 當中至少 1 者成為 $a_k < 1$ 的情形下，即使將所有的 w_k 設為 1 仍可能成為 $|\delta T(x)| > T_{\min}$ 。也就是說， $N\Delta$ 可取之最大值為所有 T_k 的和，但當 $N\Delta$ 接近此值的情形下即使將所有的 w_k 設為 1，位於式 (2) 右邊的 $a_k \cdot T_k$ 的和仍可能有比 $N\Delta$ 還小之情形。在此情形下，因應測定出的 a_k 的值，將計數器 52 的時脈變更為較低的值來進行描繪控制。也就是說，若將計數器 52 的時脈降低，則控制上的量子化時間 Δ 會變大，故能夠以更小的 N 獲得相同曝光量，故能夠使曝光所必須之 $N\Delta$ 的最大值變得總是比 $a_k \cdot T_k$ 的和還小。

有關照射時間編排資料生成工程 (S116) 以後的各工程係和上述內容相同。

如以上般，按照實施形態 1 之變形例，在一面以 2 個射束切換一面實施複數個分割擊發的前提下，還能設立修正照射量誤差之照射時間。故，能夠進一步減低由於將多射束予以成形之孔徑直徑的製作誤差與由於校正的測定誤差所引起之劑量誤差。

實施形態 2.

實施形態 1 中，是藉由將照射時間相異的複數個分割擊發分派給 2 個射束的其中一者，來謀求射束電流的不均一的平均化。但，如上述般， n 次的分割擊發所做的曝光中，射束電流的不均一性為，參與將像素曝光的劑量之比例會和各分割擊發的曝光時間成比例。故，理想是在被指派的 2 個射束間，對該像素 36 照射之照射時間的合計變得更加均一。

圖 17A 與圖 17B 為實施形態 2 的比較例中的複數個分割擊發與射束的指派之一例示意圖。圖 17A 所示之各分割擊發的照射時間，如圖 10A 中說明般，是使用 2 進位的各位的值，故為了得到和具有排名最前面的 512Δ 的照射時間之分割擊發幾乎相同的照射時間，必須將 256Δ 以下的照射時間予以合計。故，例如，當 512Δ 的分割擊發是由切換射束（射束 b）負責的情形下，如圖 17B 所示，在被指派的 2 個射束間，為了使對該像素 36 照射之照射時間的合計變得更加均一，具有 256Δ 以下的照射時間之所有的分割擊發必須由基準射束（射束 a）來負責。但，若

依該分派方式，依像素 36 不同，必要的照射時間也可能有 511Δ 以下之情形。在此情形下， 512Δ 的分割擊發會成為射束 OFF，射束 b 會變成不被使用。這樣的話，射束電流的不均一的平均化會變得困難。故，理想是複數個分割擊發當中，針對照射時間較長的排名前面的分割擊發，將之分派給複數個射束。另，例如針對具有 64Δ 以下的照射時間之排名後面的分割擊發，由於原本照射時間就短，故即使發生射束電流的不均一，參與曝光的劑量之比例仍小，故能夠容許。

圖 18A 與圖 18B 為實施形態 2 中的複數個分割擊發與射束的指派之一例示意圖。實施形態 2 中，複數個分割擊發的至少 1 個分割擊發被分割成複數個子分割擊發。圖 18A 例子中，揭示圖 10A 所示複數個分割擊發當中，具有排名最前面的 512Δ 的照射時間之分割擊發、及具有排名第 2 的 256Δ 的照射時間之分割擊發，各自被分割成各 2 個子分割擊發之情形。也就是說，具有 512Δ 的照射時間之分割擊發，被分割成具有 256Δ 的照射時間之 2 個子分割擊發。同樣地，具有 256Δ 的照射時間之分割擊發，被分割成具有 128Δ 的照射時間之 2 個子分割擊發。其他則和圖 10A 相同。

另，實施形態 2 中的描繪裝置 100 的構成和圖 1 相同。此外，實施形態 2 中的描繪方法的主要工程示意流程圖，和圖 8 或圖 15 相同。此外，以下除特別說明的點以外之內容，均與實施形態 1 相同。

基準射束辨明工程（S102）與切換射束辨明工程（S104）之內容和實施形態 1 相同。

作為分割擊發指派工程（S106），指派部 76，對多射束 20 的每 1 個射束的試料 101 的像素 36（單位照射區域）每一者，將每 1 次擊發的最大照射時間 T_{tr} 的擊發受到分割而成之對同一像素 36 連續進行之照射時間相異的複數個分割擊發的各分割擊發，指派給可藉由多射束 20 的一齊偏向而切換之複數個射束的至少 1 個。實施形態 2 中，指派部 76，在被指派的射束間，將複數個分割擊發的各分割擊發指派給複數個射束的至少 1 個，以使對該像素 36 照射之照射時間的合計盡可能地趨近均一。為此，指派部 76，將複數個子分割擊發的各子分割擊發、及未被分割成子分割擊發之剩餘的分割擊發，指派給複數個射束的其中一者。特別是，實施形態 2 中，針對子分割擊發，將之分別指派給複數個射束。

指派部 76，針對各像素，例如將把具有 512Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發予以分割而成之具有 256Δ 的照射時間 t_k 之 2 個子分割擊發的其中一方，指派給切換射束（射束 b）。將具有 256Δ 的照射時間 t_k 之 2 個子分割擊發的另一方，指派給基準射束（射束 a）。將把具有 256Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發予以分割而成之具有 128Δ 的照射時間 t_k 之 2 個子分割擊發的其中一方，指派給切換射束（射束 b）。將具有 128Δ 的照射時間 t_k 之 2 個子分割擊發的另一方，指派給基準射束（射束 a）。將具有 128Δ

的照射時間 t_k 之分割擊發指派給切換射束（射束 b）。將具有 64Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具有 32Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具有 16Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具有 8Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具有 4Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具有 2Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、以及具有 Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發，指派給基準射束（射束 a）。

將哪一分割擊發指派給基準射束，將哪一分割擊發指派給切換射束，只要事先設定即可。此處，只要將複數個分割擊發及複數個子分割擊發指派給對像素分別辨明出的實際之基準射束與實際之切換射束即可。

作為排序處理工程（S108），排序處理部 78，將分割擊發的實施順序做排序處理，以便以射束單位予以統整。藉由以射束單位予以統整，能夠減少射束的切換動作，能縮短描繪時間。圖 18B 例子中，如同圖 10B 般，先統整切換射束（射束 b）所負責之分割擊發，其後接連著基準射束（射束 a）所負責之分割擊發。

圖 18B 例子中，揭示在同一射束所負責之複數個分割擊發內，照射時間 t_k 較長的分割擊發先被實施，但並不限於此。在同一射束所負責之複數個分割擊發內，照射時間 t_k 較短的分割擊發亦可先被實施。或是，在同一射束所負責之複數個分割擊發內，分割擊發亦可以照射時間 t_k 成為隨機之順序被實施。

藉由運用子分割擊發，如圖 18B 所示，基準射束（射

束 a) 的合計照射時間會成為 511Δ ，切換射束（射束 b) 的合計照射時間會成為 512Δ 。故，在被指派的射束間，能夠使對該像素 36 照射之照射時間的合計更趨近均一。照射時間演算工程（S110）以後的各工程之內容和實施形態 1 相同。

另，當將分割擊發分割成複數個子分割擊發的情形下，隨著增加的數量，在進行下一分割擊發（或子分割擊發）之前，等待個別遮沒機構的放大器 46 的電壓穩定時間（安定時間）之次數雖會隨之增加，但相較於每 1 像素的最大照射時間 T_{tr} （例如 $10\sim 100\mu s$ ）而言十分地小，故描繪時間的延遲能夠達足以忽視之程度。

如以上般按照實施形態 2，在被指派的射束間，能夠使對該像素 36 照射之照射時間的合計更趨近均一。故，能夠更加促進射束電流的不均一的平均化。

實施形態 3.

實施形態 2 中，是在 2 個射束間謀求射束電流的不均一的平均化。但，若形成所使用的 2 個射束之孔徑直徑均發生了大誤差的情形下，則平均化效果小。故，對 1 個像素 36 指派之射束數較多，則平均化的效果較高。

圖 19A 至圖 19D 為實施形態 3 中的複數個分割擊發的途中之射束切換說明用圖。圖 19A 例子中，揭示運用 5×5 的多射束 20，對試料擊發多射束 20 的情形之一例。例如，揭示多射束 20 當中的射束 a 作為基準射束而負責

矚目格子 29 的最上段左邊數來第 1 個像素 36 之情形。射束 a，表示照射一口氣可照射之照射區域 34 的 5×5 的多射束 20 的上面數來第 2 段且左邊數來第 2 列之射束。複數個分割擊發當中，例如，射束 a 負責進行第 1~7 個分割擊發後，將 5×5 的多射束 20 藉由偏向器 209 往圖 19A 所示上方一齊偏向恰好 1 射束間距份，藉此將射束照射位置移位。如此一來，如圖 19B 所示，矚目格子 29 的最上段左邊數來第 1 個像素 36，會從射束 a 切換成射束 b。然後，複數個分割擊發當中，射束 b 負責進行第 8、9 個分割擊發後，將 5×5 的多射束 20 藉由偏向器 209 往圖 19B 所示左側一齊偏向恰好 1 射束間距份，藉此將射束照射位置移位。如此一來，如圖 19C 所示，矚目格子 29 的最上段左邊數來第 1 個像素 36，會從射束 b 切換成射束 c。然後，複數個分割擊發當中，射束 c 負責進行第 10、11 個分割擊發後，將 5×5 的多射束 20 藉由偏向器 209 往圖 19C 所示下方一齊偏向恰好 1 射束間距份，藉此將射束照射位置移位。如此一來，如圖 19D 所示，矚目格子 29 的最上段左邊數來第 1 個像素 36，會從射束 c 切換成射束 d。然後，剩餘的分割擊發由射束 d 負責。如此一來，矚目格子 29 的最上段左邊數來第 1 個像素 36，便會藉由射束 a~d 這 4 個射束而受到多重曝光。即使將射束 a 予以成形之成形孔徑陣列基板 203 的孔 22（孔徑）的直徑相對於設計值而言發生了加工誤差的情形下，藉由重疊射束 b，c，d 而照射，便能更加促進射束電流量的誤差平均

化。其結果，能夠減低對該像素的劑量誤差。例如，以射束 a~d 這 4 個射束來照射，藉此，相較於僅以射束 a 來照射之情形，能夠減低對該像素 36 照射之射束電流的不均一性的統計誤差。例如，在 4 個射束間若能使照射時間相同，則能將射束電流的不均一性的統計誤差減低成 $1/4^{(1/2)}$ 倍。

圖 19A 至圖 19D 例子中，說明了依基準射束（射束 a）、切換射束（射束 b）、切換射束（射束 c）、切換射束（射束 d）的順序進行分割擊發之情形，但並不限於此。例如，如後述般，依切換射束（射束 d）、切換射束（射束 c）、切換射束（射束 b）、基準射束（射束 a）的順序進行分割擊發亦無妨。

另，圖 9A 與圖 9B 例子中，揭示了將 5×5 的多射束 20 藉由偏向器 209 依上方（y 方向）、左側（-x 方向）、下方（-y 方向）的順序一齊偏向恰好 1 射束間距份之情形，但並不限於此。只要 4 個射束能夠依序往對應像素照射即可。此外，射束的移位量亦不限於 1 射束間距份。亦可為 2 射束間距以上。射束的移位量只要是可藉由偏向器 209 偏向之射束間距的整數倍，則便能切換成任一射束。

圖 20A 與圖 20B 為實施形態 3 中的複數個分割擊發與射束的指派之一例示意圖。實施形態 3 中，複數個分割擊發的至少 1 個分割擊發被分割成複數個子分割擊發。圖 20A 例子中，揭示圖 10A 所示複數個分割擊發當中，具有排名最前面的 512Δ 的照射時間之分割擊發被分割成 4 個

子分割擊發、而具有排名第 2 的 256Δ 的照射時間之分割擊發被分割成 2 個子分割擊發之情形。也就是說，圖 18A 例子中，係留下了和具有排名第 2 的 256Δ 的照射時間之分割擊發具有相同 256Δ 的照射時間之子分割擊發，但圖 20A 例子中，是將具有排名前面 1, 2 位的照射時間之分割擊發，分割成和具有排名第 3 的 128Δ 的照射時間之分割擊發具有相同 128Δ 的照射時間之 6 個子分割擊發。然後，分派給 4 個射束 a, b, c, d。其他則和圖 18A 相同。

另，實施形態 3 中的描繪裝置 100 的構成和圖 1 相同。此外，實施形態 3 中的描繪方法的主要工程示意流程圖，和圖 8 或圖 15 相同。此外，以下除特別說明的點以外之內容，均與實施形態 1 相同。

基準射束辨明工程 (S102) 之內容和實施形態 1 相同。

作為切換射束辨明工程 (S104)，辨明部 74，對每一像素 36，將可藉由多射束的一齊偏向而切換之射束，辨明作為對該像素照射射束之切換射束。圖 19A 至圖 19D 例子中，對於基準射束 (射束 a)，辨明 3 個切換射束 (射束 b、射束 c、射束 d)。

作為分割擊發指派工程 (S106)，指派部 76，對多射束 20 的每 1 個射束的試料 101 的像素 36 (單位照射區域) 每一者，將每 1 次擊發的最大照射時間 T_{tr} 的擊發受到分割而成之對同一像素 36 連續進行之照射時間相異的

複數個分割擊發的各分割擊發，指派給可藉由多射束 20 的一齊偏向而切換之複數個射束的至少 1 個。實施形態 3 中，指派部 76，在被指派的射束間，將複數個分割擊發的各分割擊發指派給複數個射束的至少 1 個，以使對該像素 36 照射之照射時間的合計盡可能地趨近均一。為此，指派部 76，將複數個子分割擊發的各子分割擊發、及未被分割成子分割擊發之剩餘的分割擊發，指派給複數個射束的其中一者。特別是，實施形態 3 中，針對子分割擊發，將之分別指派給更多的複數個射束。

指派部 76，針對各像素，例如將把具有 512Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發予以分割而成之具有 128Δ 的照射時間 t_k 之 4 個子分割擊發的第 1 個，指派給切換射束（射束 d）。將具有 128Δ 的照射時間 t_k 之 4 個子分割擊發的第 2 個，指派給切換射束（射束 c）。將具有 128Δ 的照射時間 t_k 之 4 個子分割擊發的第 3 個，指派給切換射束（射束 b）。將具有 128Δ 的照射時間 t_k 之 4 個子分割擊發的第 4 個，指派給切換射束（射束 a）。將把具有 256Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發予以分割而成之具有 128Δ 的照射時間 t_k 之 2 個子分割擊發的其中一方，指派給切換射束（射束 d）。將具有 128Δ 的照射時間 t_k 之 2 個子分割擊發的另一方，指派給基準射束（射束 c）。將具有 128Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發指派給切換射束（射束 b）。將具有 64Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具有 32Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具有 16Δ 的照射時間 t_k

之分割擊發、具有 8Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具有 4Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、具有 2Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發、以及具有 Δ 的照射時間 t_k 之分割擊發，指派給基準射束（射束 a）。

將哪一分割擊發指派給基準射束，將哪一分割擊發指派給切換射束，只要事先設定即可。此處，只要將複數個分割擊發及複數個子分割擊發指派給對像素分別辨明出的實際之基準射束與實際之切換射束即可。

作為排序處理工程（S108），排序處理部 78，將分割擊發的實施順序做排序處理，以便以射束單位予以統整。藉由以射束單位予以統整，能夠減少射束的切換動作，能縮短描繪時間。圖 20B 例子中，負責的分割擊發依切換射束（射束 d）、切換射束（射束 c）、切換射束（射束 b）、基準射束（射束 a）的順序接續。

圖 20B 例子中，揭示在同一射束所負責之複數個分割擊發內，照射時間 t_k 較長的分割擊發先被實施，但並不限於此。在同一射束所負責之複數個分割擊發內，照射時間 t_k 較短的分割擊發亦可先被實施。或是，在同一射束所負責之複數個分割擊發內，分割擊發亦可以照射時間 t_k 成為隨機之順序被實施。

藉由運用子分割擊發，如圖 20B 所示，基準射束（射束 a）的合計照射時間會成為 255Δ ，切換射束（射束 b）的合計照射時間會成為 256Δ 、切換射束（射束 c）的合計照射時間會成為 256Δ 、切換射束（射束 d）的合計

照射時間會成為 256Δ 。故，在被指派的射束間，能夠使對該像素 36 照射之照射時間的合計更趨近均一。照射時間演算工程（S110）以後的各工程之內容和實施形態 1 相同。

另，判定工程（S124）中，判定部 92，判定受到資料傳送之第 k 個分割擊發的資料是否為第 k' 個資料。圖 20B 例子中，第 1，2 個分割擊發由切換射束（射束（d））來實施，第 3，4 個分割擊發由切換射束（射束（c））來實施，第 5，6 個分割擊發由切換射束（射束（b））來實施，第 7 個分割擊發以後則由基準射束（射束（a））來實施，故設定成 $k' = 3, 5, 7$ 。若第 k 個分割擊發的資料為第 k' 個資料，則進入射束切換工程（S126）。若第 k 個分割擊發的資料不為第 k' 個資料，則進入第 k 個分割擊發工程（S128）。

當從照射時間較短的分割擊發依序進行的情形下，第 1～8 個分割擊發由基準射束（射束（a））來實施，第 9，10 個分割擊發以後由切換射束（射束（b））來實施，第 11，12 個分割擊發以後由切換射束（射束（c））來實施，第 13，14 個分割擊發以後則由切換射束（射束（d））來實施，故設定成 $k' = 9, 11, 13$ 。

然後，射束切換工程（S126）中，射束移位處理部 94，如圖 19A 至圖 19D 所示，將多射束 20 全體一齊偏向，將照射各像素之射束在基準射束與 3 個切換射束之間依序切換。圖 20B 例子中，是依切換射束（射束 d）、切

換射束（射束 c）、切換射束（射束 b）、基準射束（射束 a）的順序實施分割擊發，故當循著第 3 個分割擊發的資料進行分割擊發時，從切換射束（射束（d））切換至基準射束（射束（c））。同樣地，當循著第 5 個分割擊發的資料進行分割擊發，從切換射束（射束（c））切換至基準射束（射束（b））。同樣地，當循著第 7 個分割擊發的資料進行分割擊發，從切換射束（射束（b））切換至基準射束（射束（a））。

另，實施形態 3 中，射束切換次數變多成 3 次，在進行下一分割擊發之前，至 DAC 放大器 132 的輸出穩定為止等待下一分割擊發之次數會隨之變多。但，如上述般，當射束間距例如為 $160\mu\text{m}$ 等較小的情形下，DAC 放大器 132 的穩定時間（安定時間）可收斂在 100ns 以下。另一方面，每 1 像素的最大照射時間 T_{tr} 為 $10\sim 100\mu\text{s}$ 這樣無法比擬的長，故射束切換伴隨之描繪時間的延遲能夠是足以忽視的程度。此外，子分割擊發的數量雖亦增加，但同樣地，描繪時間的延遲能夠是足以忽視的程度。

如以上般按照實施形態 3，藉由更多的射束能夠達成射束電流的不均一的平均化。又，將射束間的照射時間設為同程度，藉此在射束間能夠使平均化效果的權重相同。又，即使具有排名第 1 長的照射時間之分割擊發與具有排名第 2 長的照射時間之分割擊發的其中一者成為了射束 OFF 的情形下，仍能以 4 個射束來照射像素。

如以上般，各實施形態中的多射束描繪裝置，是運用

複數射束、及每一射束獨立的 ON/OFF 控制、及對射束共通的偏向控制來進行描繪。藉由該描繪方式，在試料 101 面上例如定義和射束尺寸相同之像素，便能對每一像素 36 賦予必要的照射量。此外，若要實現比射束尺寸還細小的圖樣尺寸及位置之控制，只要使用灰階射束（gray-beam）描繪方式即可。這是一種將在圖樣端重疊之像素的照射量，以和最適於阻劑的解析之值相同或比其更少的照射量予以控制，而控制圖樣端的位置之方法。VSB 描繪裝置中，是使用和最適於曝光的劑量相對應之曝光時間，相對於此，灰階射束描繪方式中，（1）在圖樣內部使用和 VSB 描繪裝置相同之曝光時間，另一方面（2）在於圖樣端重疊之像素，因應像素內的圖樣占有率，進行從幾乎零的曝光時間至最佳曝光時間為止之廣泛的曝光時間控制。

此外，各實施形態中的多射束描繪裝置，如上述般，是獨立地以 N 位元來控制每一射束的曝光時間。若對遮沒控制電路各者配置 n 位元的計數器，則難以製作遮沒孔徑。但，各實施形態中的多射束描繪裝置，如圖 7 中說明般，是將由 n 位元的共通計數器所做的曝光時間控制與每一射束的 ON/OFF 控制予以組合，來進行曝光時間相異之複數次的曝光工程，而能夠以曝光時間的和 n 位元對每一射束獨立地控制。

圖 21A 與圖 21B 為各實施形態的比較例中的曝光序列之一例示意圖。多射束用孔徑中，孔徑直徑的大小例如為 $1 \sim 2\mu\text{m}$ 這樣非常地小，因此難以使孔徑的面積及每一

射束的射束電流成為均一。作為因應對策，可設想正確地測定每一射束的電流而以曝光時間來加以修正之方法，但由於射束數量多、照明電流有變化等理由，難以總是掌握正確的電流量來修正。

在此情形下，藉由以複數個射束來曝光同一像素，能夠將射束電流量的誤差平均化。圖 21A 中，揭示當分割擊發的次數 n 為 $n=6$ 的情形下，僅以射束 a 曝光某一像素之情形。圖 21B 中，揭示以射束 a 及射束 b 曝光某一像素的情形下之二種控制方法。圖 21B 中，揭示使用 $t' = t/2$ 作為曝光時間的控制單位，而進行射束 a 下的 n 次曝光、及射束 b 下的 n 次曝光之情形。圖 21B 方法中，以 2 個射束曝光同一像素，藉此能夠將射束電流的不均一的統計誤差減低成 $1/\sqrt{2}$ 。另一方面，曝光 1 像素所必須之資料量會成為 2 倍即 $2n$ 位元。是故，必須採取將資料傳送速度設為 2 倍、或將描繪時間設定得較長以確保資料傳送結束之等待時間等對策。此外，必須將曝光時間控制的計數器的動作頻率設為 2 倍。

此外，圖 21B 中是以 2 個射束實施 n 次的曝光全部。 n 次的各次的曝光中，射束電流的不均一為，參與將像素曝光的劑量之比例會和各次的曝光時間成比例。是故，就減低每一射束的射束電流的不均一之意義而言，在曝光時間為 $32\Delta t$ ， $16\Delta t$ ， $8\Delta t$ 的工程中使用複數射束效果較大，但在曝光時間為 $4\Delta t$ ， $2\Delta t$ ， Δt 的曝光工程中使用複數射束效果較小。

因此，如上述般，各實施形態中，將 1 像素曝光複數次而進行 n 位元的曝光時間控制以作為曝光時間的總和之描繪方法中，對於複數次的曝光時間是切換 2 個以上的射束來進行。特別是，對於複數次的曝光當中曝光時間較長者，切換 2 個以上的射束來進行。

圖 22A 至圖 22C 為比較各實施的形態的曝光序列之一例示意圖。圖 22A 至圖 22C 例子中，縱軸表示射束電流，橫軸表示時間。此外，圖 22A 至圖 22C 例子中，揭示將分割擊發的數量訂為 $n=6$ 之情形。對應於實施形態 1 之圖 22A 例子中，揭示以射束 b 實施曝光時間為 $32\Delta t$ 及 $8\Delta t$ 之 2 次的曝光時間，以射束 a 實施除此以外的 4 次的曝光之情形。對應於實施形態 2 之圖 22B 例子中，揭示將曝光時間為 $32\Delta t$ 的曝光時間分割成 $16\Delta t$ 的 2 個子曝光時間，將 $16\Delta t$ 的曝光時間分割成 $8\Delta t$ 的 2 個子曝光時間之情形。然後，揭示以射束 a 實施 $16\Delta t$ 的 2 個子曝光時間的其中一方，以射束 b 實施 $16\Delta t$ 的 2 個子曝光時間的另一方，以射束 b 實施 $8\Delta t$ 的曝光時間，以射束 a 實施除此以外的 4 次的曝光之情形。對應於實施形態 3 之圖 22C 例子中，揭示將曝光時間為 $32\Delta t$ 的曝光時間分割成 $8\Delta t$ 的 4 個子曝光時間，將 $16\Delta t$ 的曝光時間分割成 $8\Delta t$ 的 2 個子曝光時間之情形。然後，揭示以射束 a~d 各實施 1 次將 $32\Delta t$ 分割而成之 $8\Delta t$ 的 4 個子曝光時間，以射束 c, d 各實施 1 次將 $16\Delta t$ 分割而成之 $8\Delta t$ 的 2 個子曝光時間，以射束 b 實施 $8\Delta t$ 的曝光時間，以射束 a

實施除此以外的 4 次的曝光之情形。 $n=6$ 的情形下，像素的總曝光時間 T 為 $0, \Delta t, 2\Delta t, \dots, 63\Delta t$ 的其中之一者。因應總曝光時間，圖 22A 例子中切換 6 次的射束的 ON/OFF。圖 22B 例子中切換 8 次的射束的 ON/OFF。圖 22C 例子中切換 10 次的射束的 ON/OFF。可知相較於圖 22A，圖 22B 中射束電流的不均一的平均化當中各射束的影響的偏頗較小。又，可知相較於圖 22B，圖 22C 中射束電流的不均一的平均化效果較大。接著，說明不使用子曝光時間的情形下之切換射束數的效果。

圖 23 為實施形態 1 中藉由 2 個射束切換而描繪的情形下之比較各射束曝光時間之一例示意圖。因應曝光時間，複數次的曝光中的射束的 ON/OFF 變化，同時射束 a 的曝光時間的和及射束 b 的曝光時間的和亦變化。就將射束電流的誤差平均化之觀點而言，理想是射束 a 的曝光時間及射束 b 的曝光時間幾乎相同，但圖 23 例子中差距 50% 以上的情形很多。圖 23 例子中，作為射束電流的誤差的減低方法並非最佳，但有一定的效果。圖 23 中， $T=7\Delta t$ 的情形下射束 b 的曝光時間為 0，射束電流的誤差的平均化效果會消失，但由於總曝光時間本身小，故對描繪精度的影響小。另一方面， $T=40\Delta t$ 的情形下會變得僅以射束 b 來曝光較長的曝光時間，對描繪精度的影響大而不佳。

圖 24 為實施形態 1 的變形例中藉由 3 個射束切換而描繪的情形下之比較各射束曝光時間之一例示意圖。圖

24 例子中，以射束 a，b，c 的 3 個射束來曝光 1 個像素。若將射束數從 2 個改為 3 個，則即使總曝光時間為 $40\Delta t$ 的情形下，以射束 a，c 的 2 個射束進行曝光能夠使射束電流的平均化效果比圖 23 中所示例子還高。

以上已參照具體例說明了實施形態。但，本發明並非由該些具體例所限定。上述例子中，揭示了對各像素進行各 1 次複數個分割擊發之情形，但並不限於此。亦可更進行 m 道次的多重描繪。例如，當 m 道次的多重描繪的各道次的複數個分割擊發的合計照射時間互為同程度，負責 1 道次份的複數個分割擊發之 p 個射束的照射時間在射束間為同程度的情形下，相較於僅以 1 個射束進行 1 次份的複數個分割擊發之情形，能夠將對該像素 36 照射之射束電流的不均一的統計誤差減低成 $1/(m \cdot p)^{(1/2)}$ 倍。

此外，針對裝置構成或控制手法等對於本發明說明非直接必要之部分等雖省略記載，但能夠適當選擇使用必要之裝置構成或控制手法。例如，有關控制描繪裝置 100 之控制部構成雖省略其記載，但當然可適當選擇使用必要之控制部構成。

其他具備本發明之要素，且所屬技術領域者可適當變更設計之所有多重帶電粒子束描繪裝置及方法，均包含於本發明之範圍。

雖已說明了本發明的幾個實施形態，但該些實施形態僅是提出作為例子，並非意圖限定發明範圍。該些新穎之實施形態，可以其他各種形態來實施，在不脫離發明要旨

之範圍內，能夠進行各種省略、置換、變更。該些實施形態或其變形，均包含於發明範圍或要旨當中，且包含於申請專利範圍所記載之發明及其均等範圍內。

【符號說明】

- 22：孔
- 24、26：電極
- 25：通過孔
- 28：像素
- 29：格子
- 30：描繪區域
- 32：條紋區域
- 34（34a～34o）：照射區域
- 36：描繪對象像素
- 41：控制電路
- 47：個別遮沒機構
- 60： ρ 演算部
- 62： D_p 演算部
- 64： ρ' 演算部
- 66： D 演算部
- 68： t 演算部
- 70：編排加工部
- 72：辨明部
- 74：辨明部

- 76：指派部
- 78：排序處理部
- 82：傳送處理部
- 84：描繪控制部
- 86：N 算出部
- 88：決定部
- 90：資料生成部
- 92：判定部
- 94：射束移位處理部
- 96：判定部
- 98：加算部
- 100：描繪裝置
- 101：試料
- 102：電子鏡筒
- 103：描繪室
- 105：XY 平台
- 110：控制計算機
- 112：記憶體
- 130：偏向控制電路
- 131：邏輯電路
- 132、134：DAC 放大器單元
- 138：平台控制部
- 139：平台位置測定部
- 140、142：記憶裝置

150：描繪部

160：控制部

200：電子束

20a～20e：電子束（多射束）

201：電子槍

202：照明透鏡

203：成形孔徑陣列基板

204：遮沒孔徑陣列機構

205：縮小透鏡

206：限制孔徑基板

207：對物透鏡

208、209：偏向器

210：鏡

212：偏向器

申請專利範圍

1.一種多重帶電粒子束的描繪方法，其特徵為，

對多射束的每 1 個射束的試料的每一單位照射區域，將每 1 次擊發的最大照射時間的擊發受到分割而成之對同一單位照射區域連續進行的複數個分割擊發的各分割擊發，指派給可藉由前述多射束的一齊偏向而切換之複數個射束的至少 1 個，

對每一單位照射區域，演算對該單位照射區域照射之射束的照射時間，

對每一單位照射區域，決定將前述複數個分割擊發的各分割擊發設為射束 ON、或設為射束 OFF，以使合計照射時間成為和演算出的前述射束的照射時間相當之組合，

一面藉由前述多射束的一齊偏向切換前述複數個射束，一面對該單位照射區域，使用前述複數個射束進行對同一單位照射區域連續進行的前述複數個分割擊發當中成為射束 ON 之複數個對應分割擊發。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之多重帶電粒子束的描繪方法，其中，在被指派的射束間，前述複數個分割擊發的各分割擊發被指派給前述複數個射束的至少 1 個，以使對該單位照射區域照射之照射時間的合計趨近均一。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之多重帶電粒子束的描繪方法，其中，前述複數個分割擊發的至少 1 個分割擊發被分割成複數個子分割擊發，

前述複數個子分割擊發的各子分割擊發、及未被分割

成前述複數個子分割擊發之剩餘的分割擊發，被指派給前述複數個射束的其中一者。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之多重帶電粒子束的描繪方法，其中，以修正由形成前述多射束之複數個開口部的開口面積誤差所引起之各射束的照射量誤差之方式，來決定成為射束 ON 之前述複數個對應分割擊發。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之多重帶電粒子束的描繪方法，其中，更具有：

對每一前述單位照射區域，辨明對該單位照射區域照射射束之基準射束的工程；及

對每一前述單位照射區域，將可藉由前述多射束的一齊偏向而切換之射束，辨明作為對該單位照射區域照射射束之切換射束的工程。

6.如申請專利範圍第 5 項所述之多重帶電粒子束的描繪方法，其中，當使用前述基準射束與前述切換射束的情形下，更具有做排序處理以便依射束單位來統整前述複數個分割擊發的實施順序之工程。

7.如申請專利範圍第 5 項所述之多重帶電粒子束的描繪方法，其中，前述複數個分割擊發的至少 1 個分割擊發被分割成複數個子分割擊發，

當使用前述基準射束與前述切換射束的情形下，更具有做排序處理以便依射束單位來統整前述複數個子分割擊發的各子分割擊發、及未被分割成前述複數個子分割擊發之剩餘的分割擊發的實施順序之工程。

8.如申請專利範圍第 1 項所述之多重帶電粒子束的描繪方法，其中，前述複數個分割擊發的至少 1 個分割擊發被分割成複數個子分割擊發，

前述複數個子分割擊發的各子分割擊發、及未被分割成前述複數個子分割擊發之剩餘的分割擊發，被指派給前述複數個射束的其中一者，以使在被指派的射束間，對該單位照射區域照射之照射時間的合計趨近均一。

9.如申請專利範圍第 1 項所述之多重帶電粒子束的描繪方法，其中，作為可藉由前述多射束的一齊偏向而切換之前述複數個射束，使用彼此相鄰射束。

10.一種多重帶電粒子束描繪裝置，其特徵為，具備：

指派處理電路，對藉由帶電粒子束而構成之多射束的每 1 個射束的試料的每一單位照射區域，將每 1 次擊發的最大照射時間的擊發受到分割而成之對同一單位照射區域連續進行的複數個分割擊發的各分割擊發，指派給可藉由前述多射束的一齊偏向而切換之複數個射束的至少 1 個；

照射時間演算處理電路，對每一單位照射區域，演算對該單位照射區域照射之射束的照射時間；

決定處理電路，對每一單位照射區域，決定將前述複數個分割擊發的各分割擊發設為射束 ON、或設為射束 OFF，以使合計照射時間成為和演算出的前述射束的照射時間相當之組合；

描繪機構，具有帶電粒子束源、偏向器、及載置前述

試料之平台，以一面藉由前述多射束的一齊偏向切換前述複數個射束，一面對該單位照射區域，使用前述複數個射束進行對同一單位照射區域連續進行的前述複數個分割擊發當中成為射束 ON 之複數個對應分割擊發的方式，運用前述多射束對前述試料描繪圖樣。

圖 1

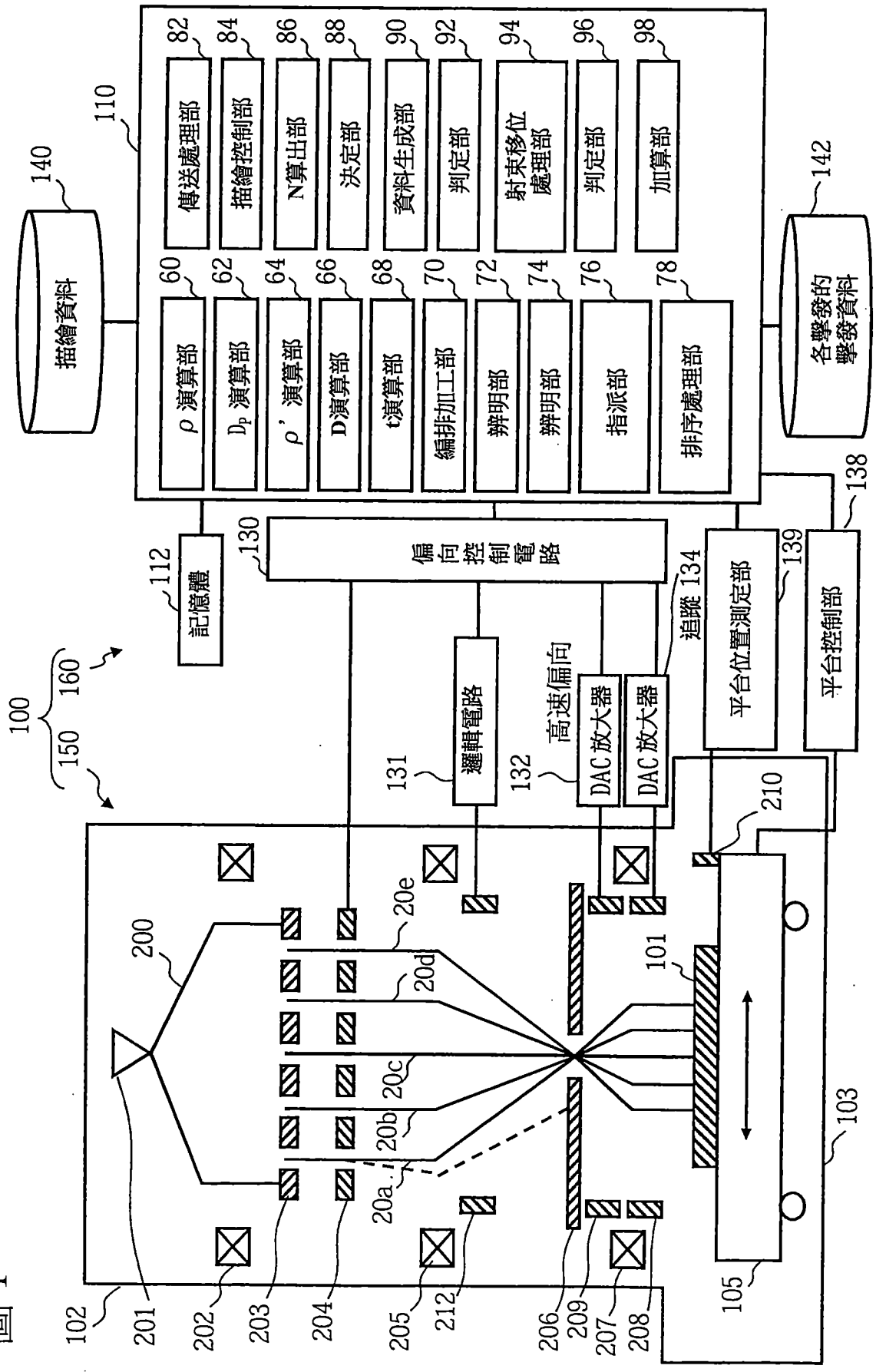


圖 1

圖 2

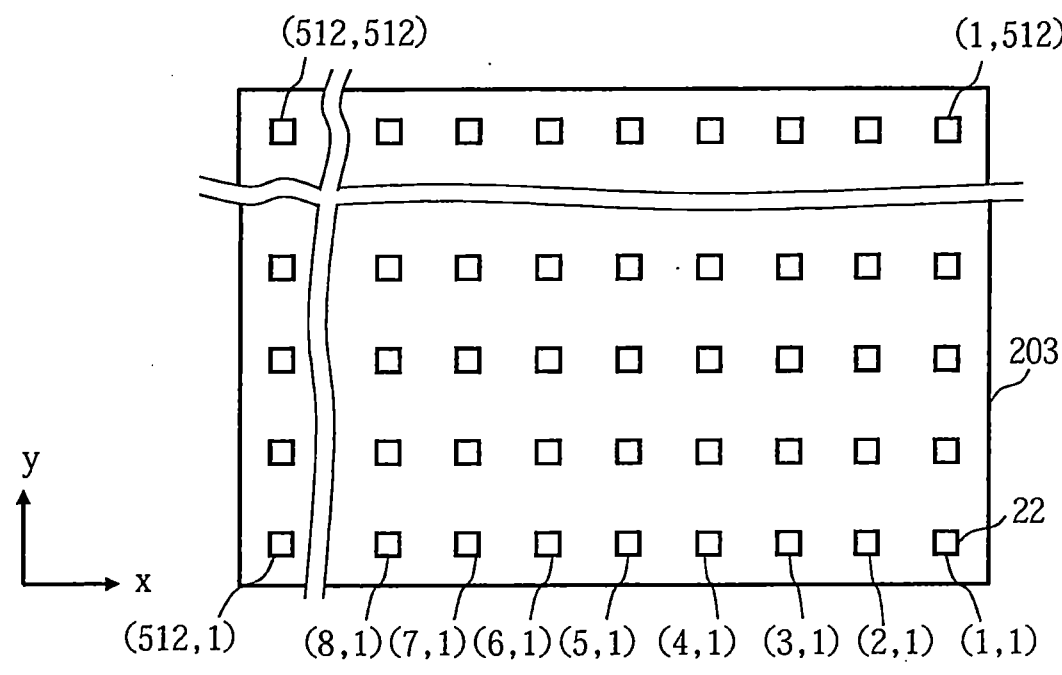


圖 3

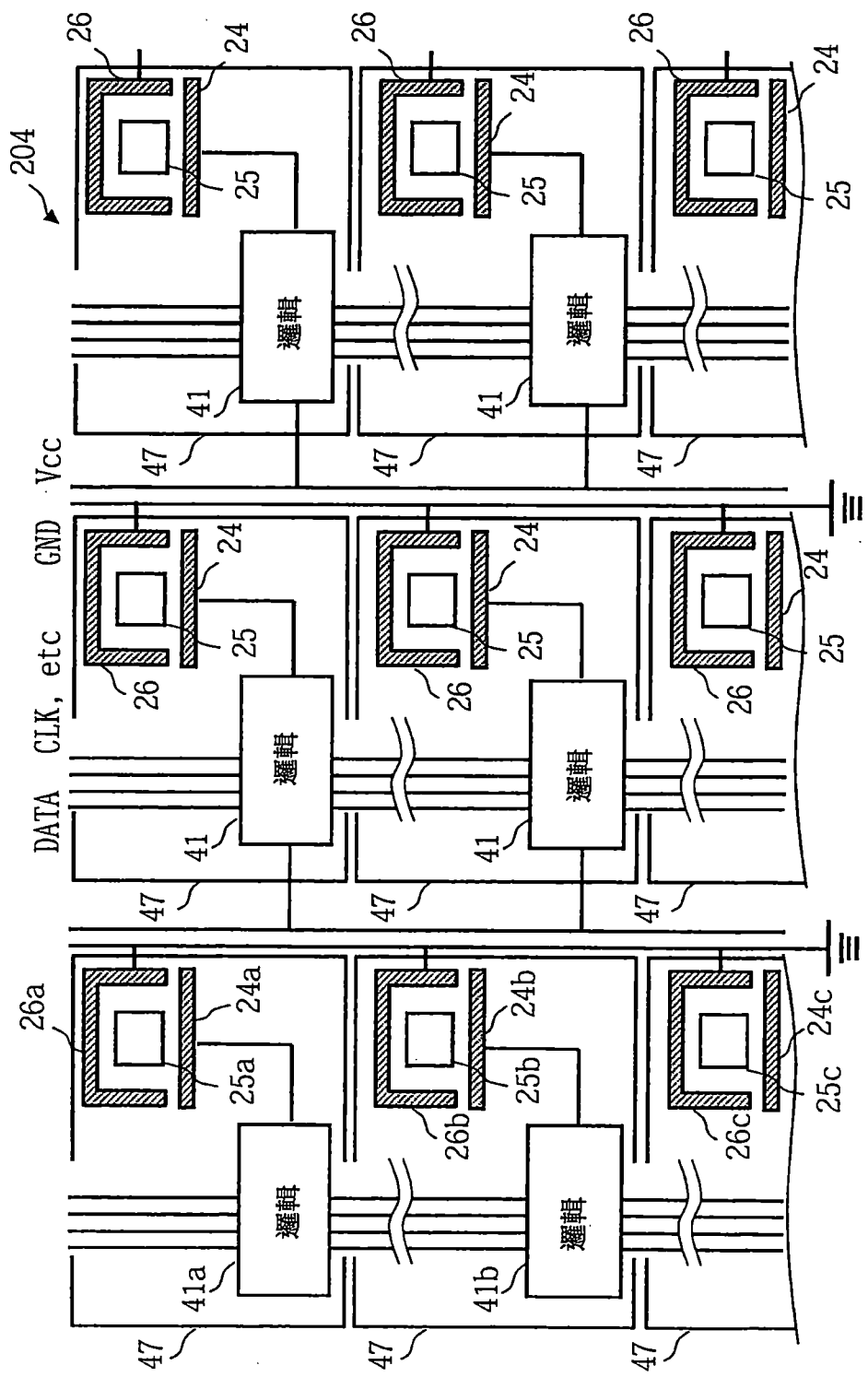


圖 4

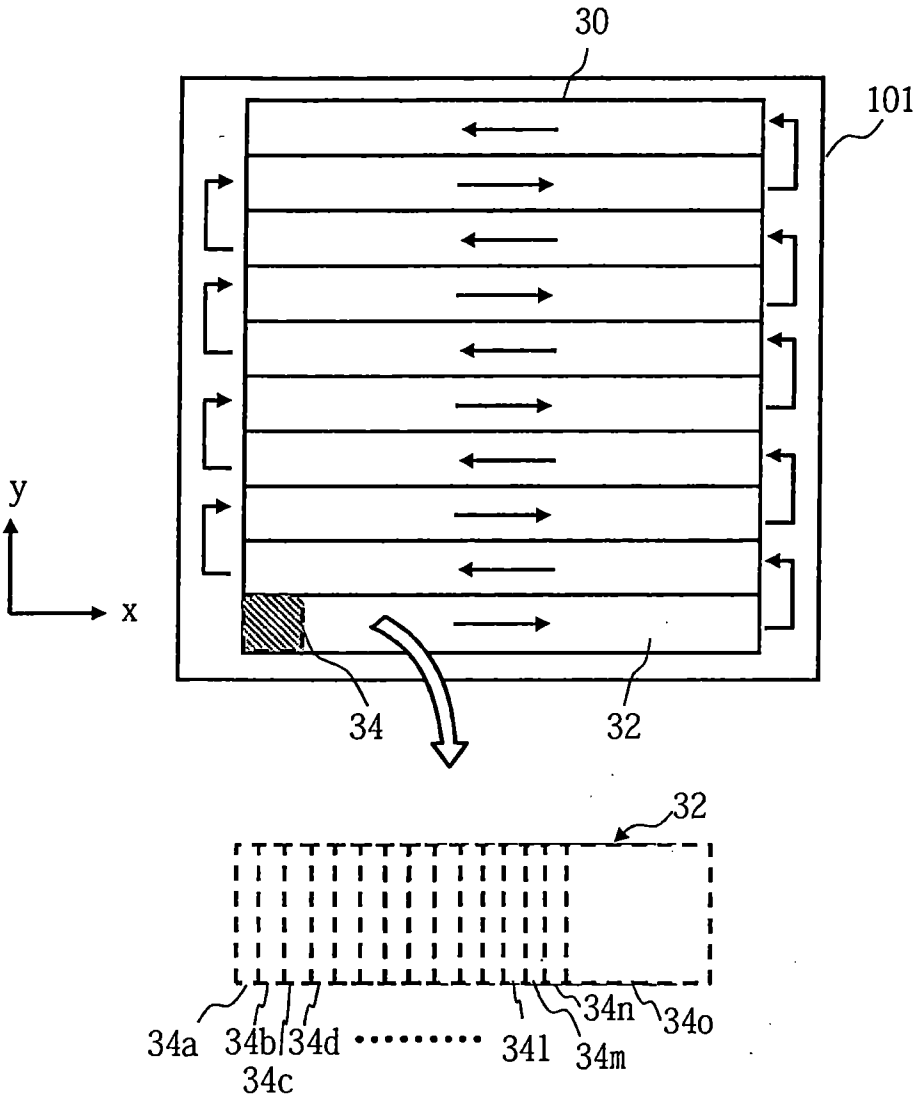


圖 5

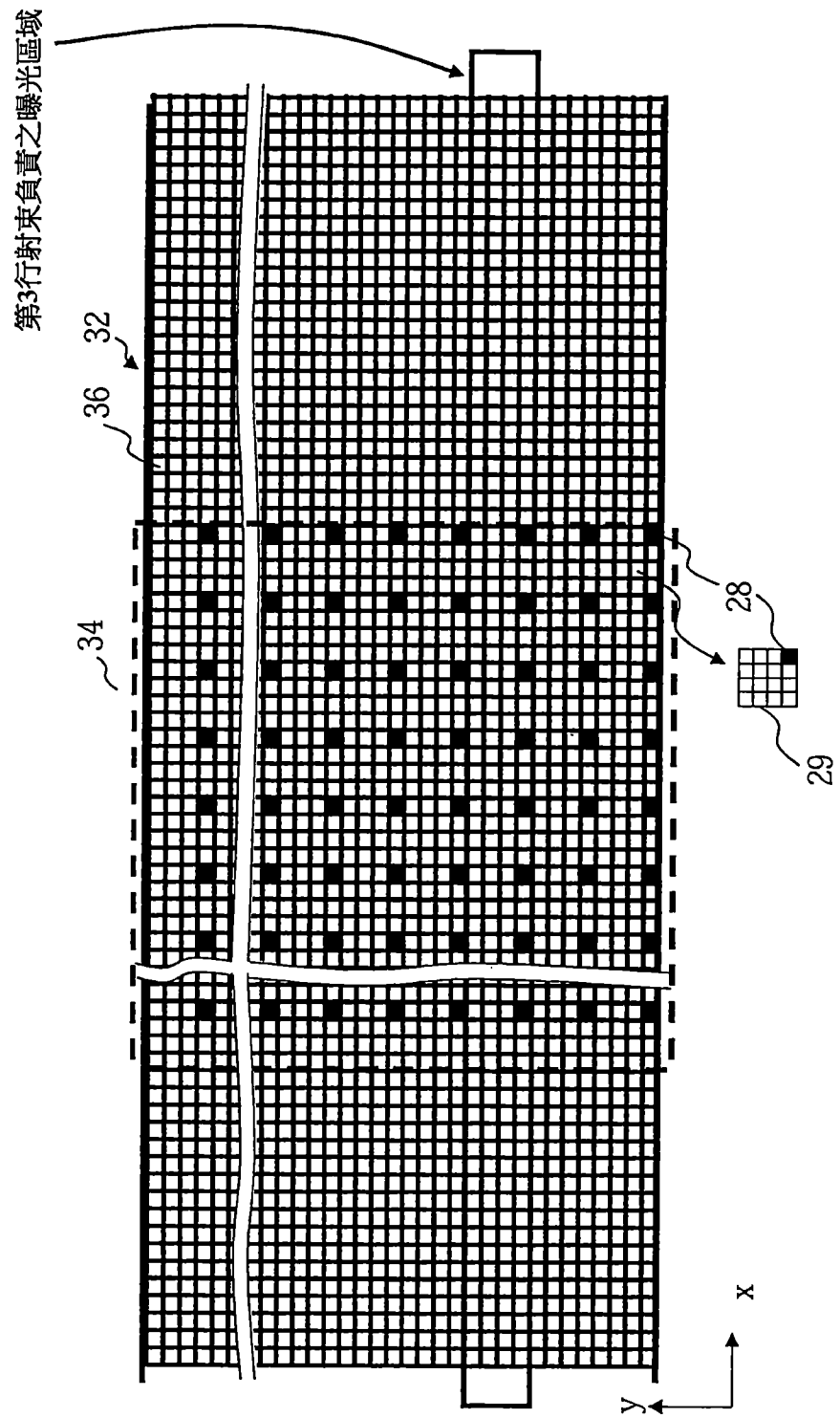


圖 6

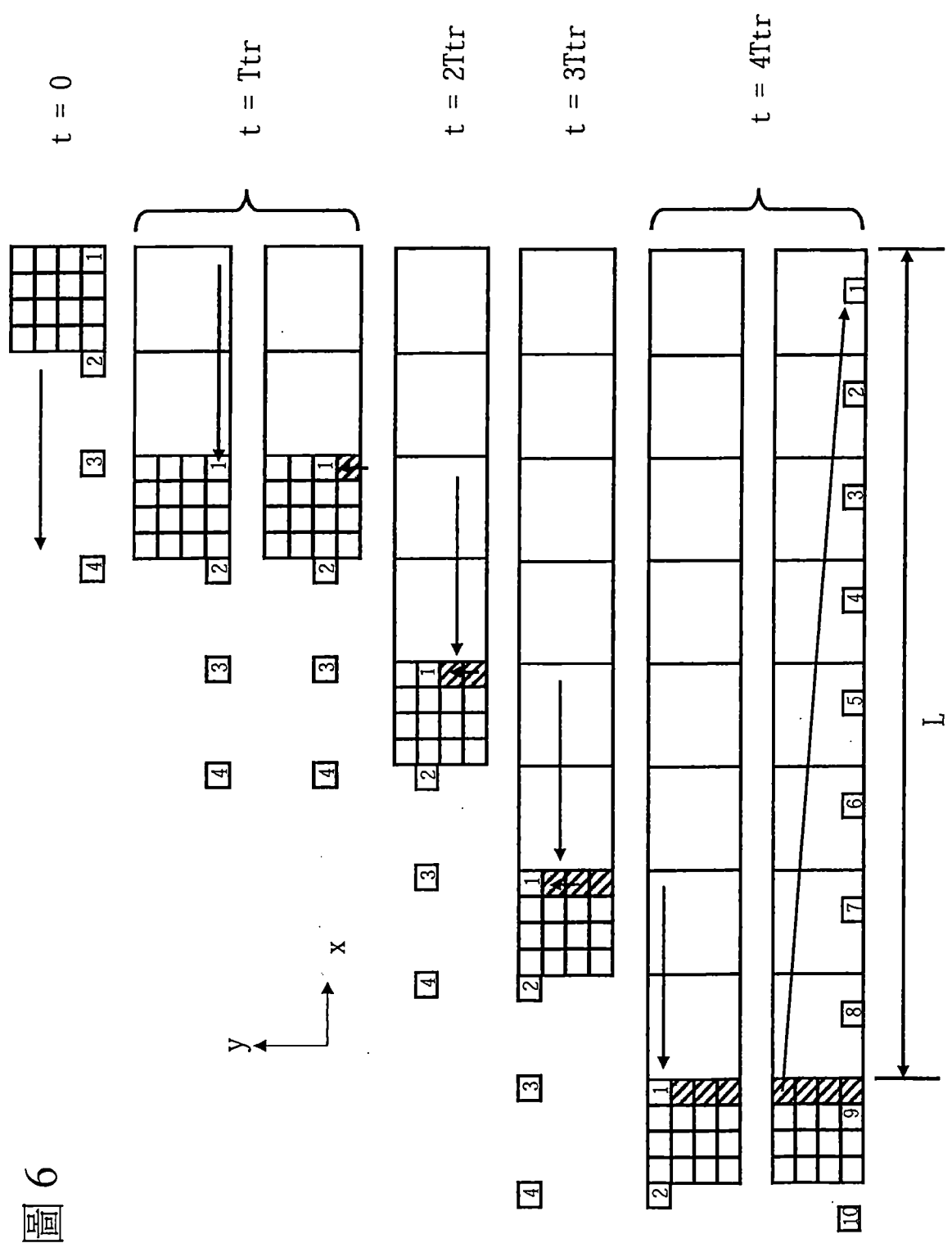


圖 7

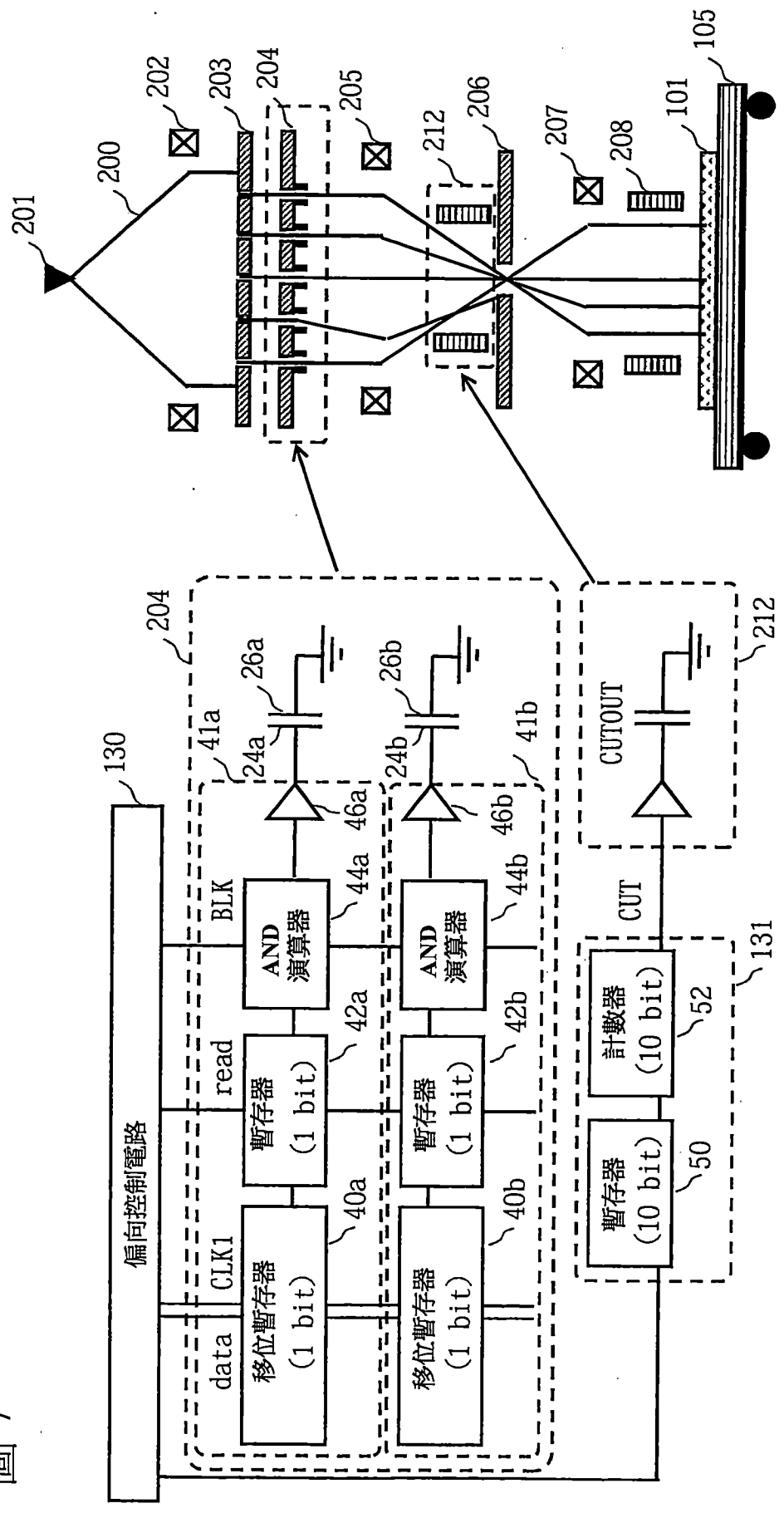
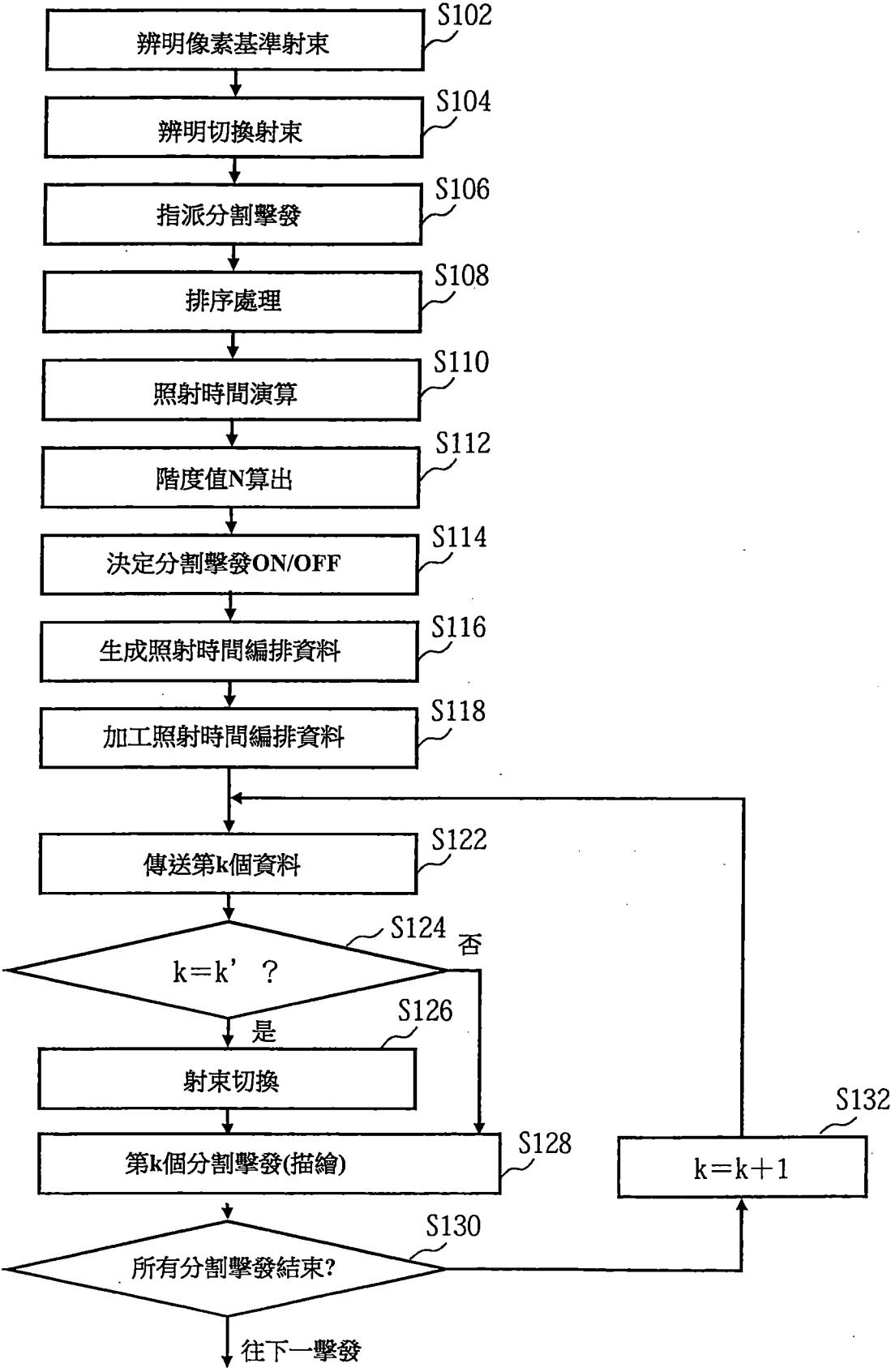


圖 8



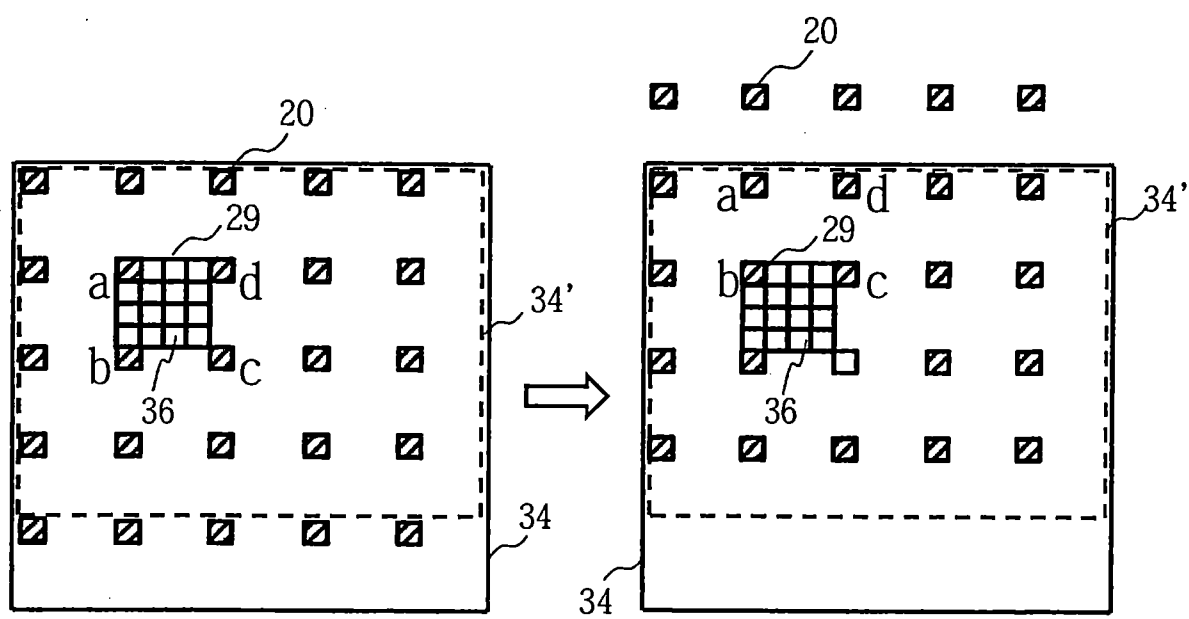


圖 9A

圖 9B

tk	射束
512 Δ	b
256 Δ	a
128 Δ	b
64 Δ	a
32 Δ	a
16 Δ	a
8 Δ	a
4 Δ	a
2 Δ	a
Δ	a

圖 10A

排序



tk	射束	每一射束的 照射時間
512 Δ	b	640 Δ
128 Δ	b	
256 Δ	a	383 Δ
64 Δ	a	
32 Δ	a	
16 Δ	a	
8 Δ	a	
4 Δ	a	
2 Δ	a	
Δ	a	

圖 10B

圖 11

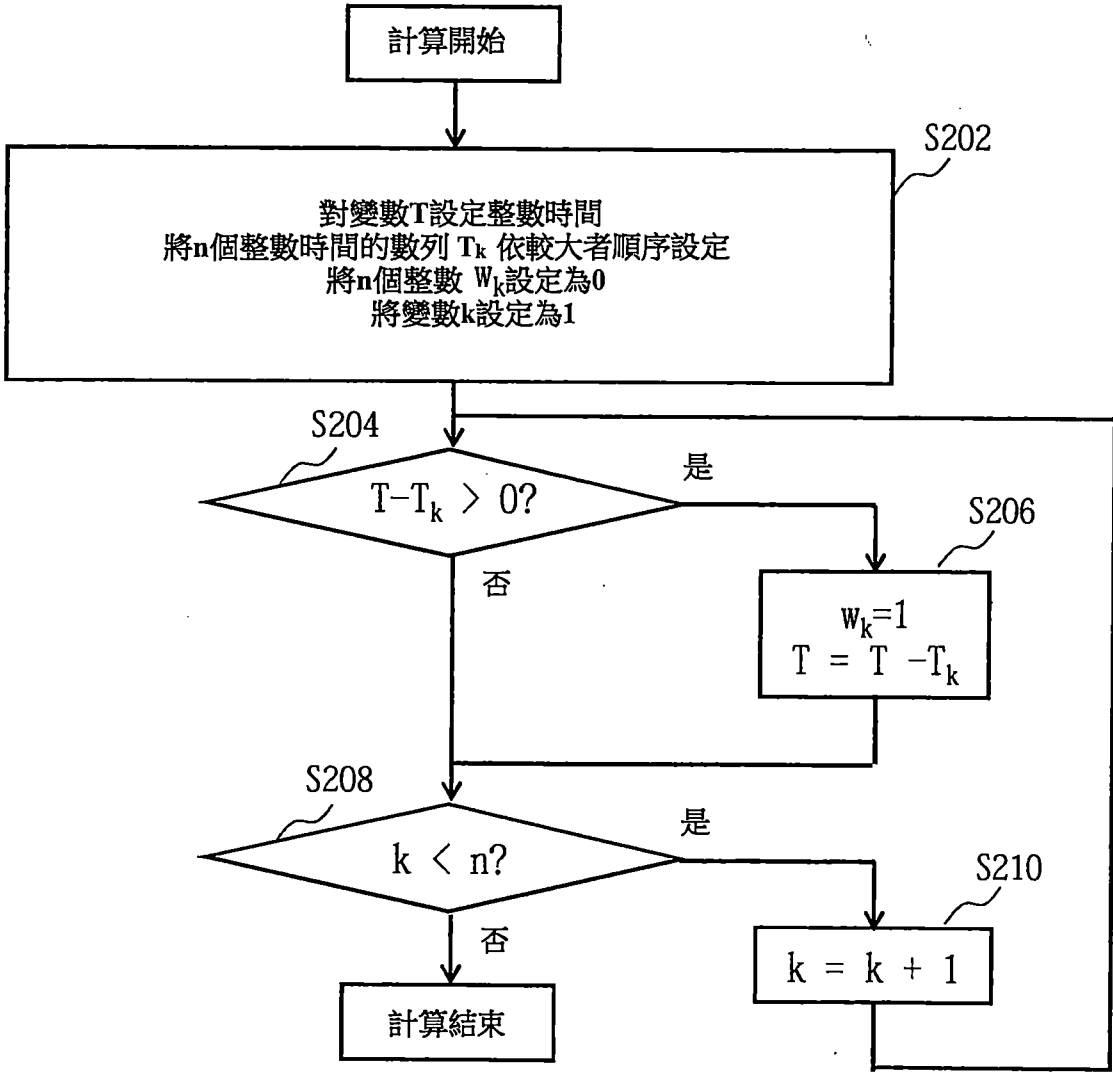


圖 12

分割 擊發 順序	k	k-1	k-2	k-3	...
射束 1	1	1	0	1	...
射束 2	1	1	0	0	...
射束 3	0	1	1	0	...
射束 4	0	1	1	1	...
射束 5	1	0	1	1	...
• •					

圖 13

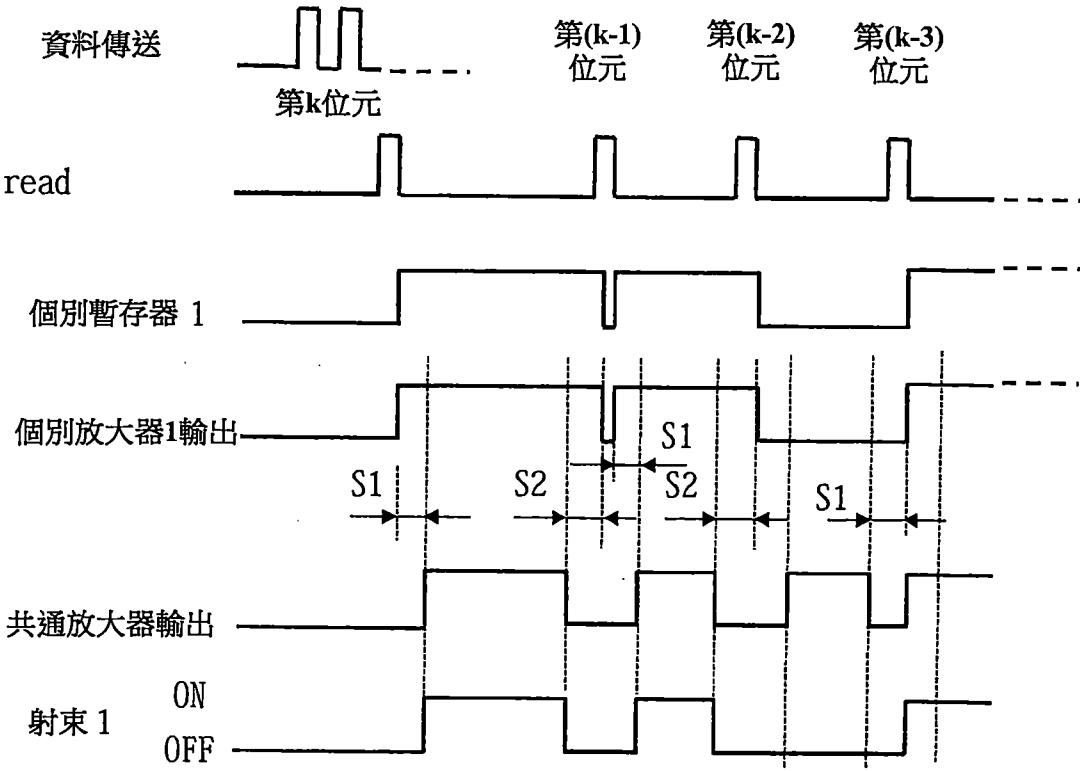


圖 14

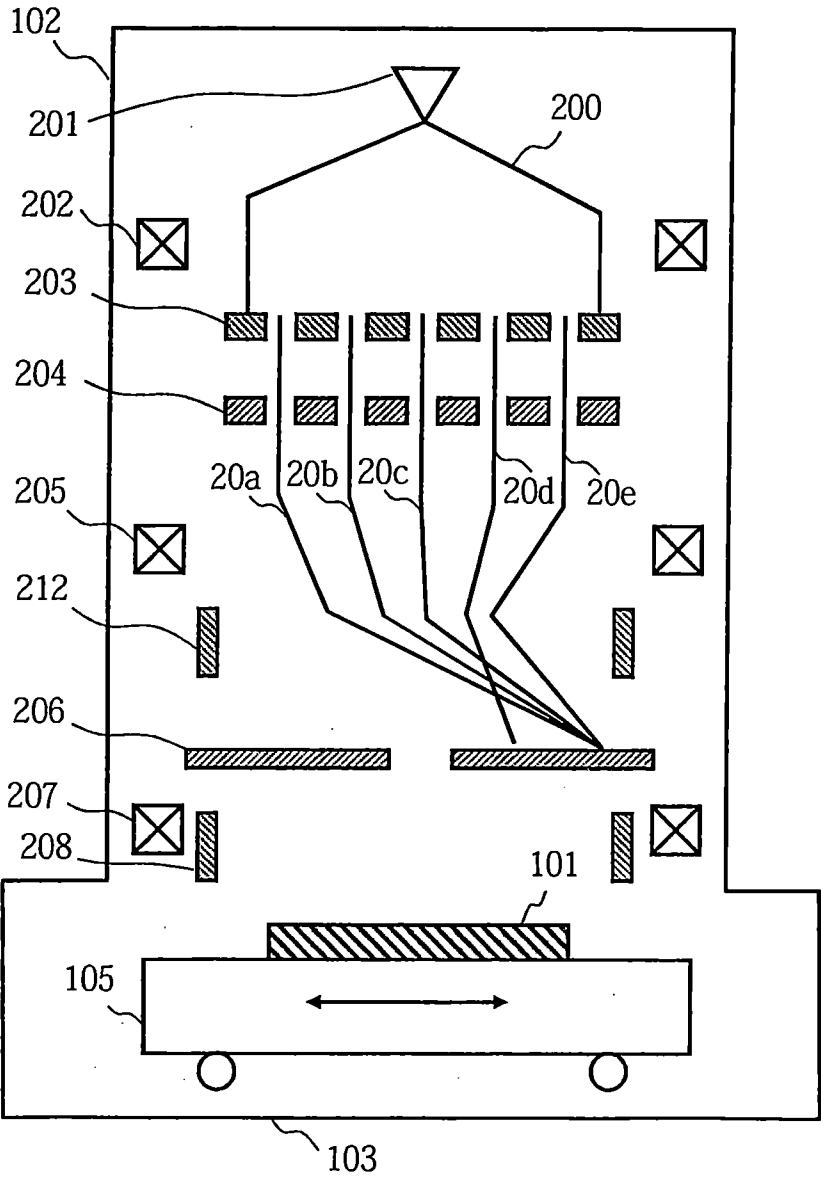


圖 15

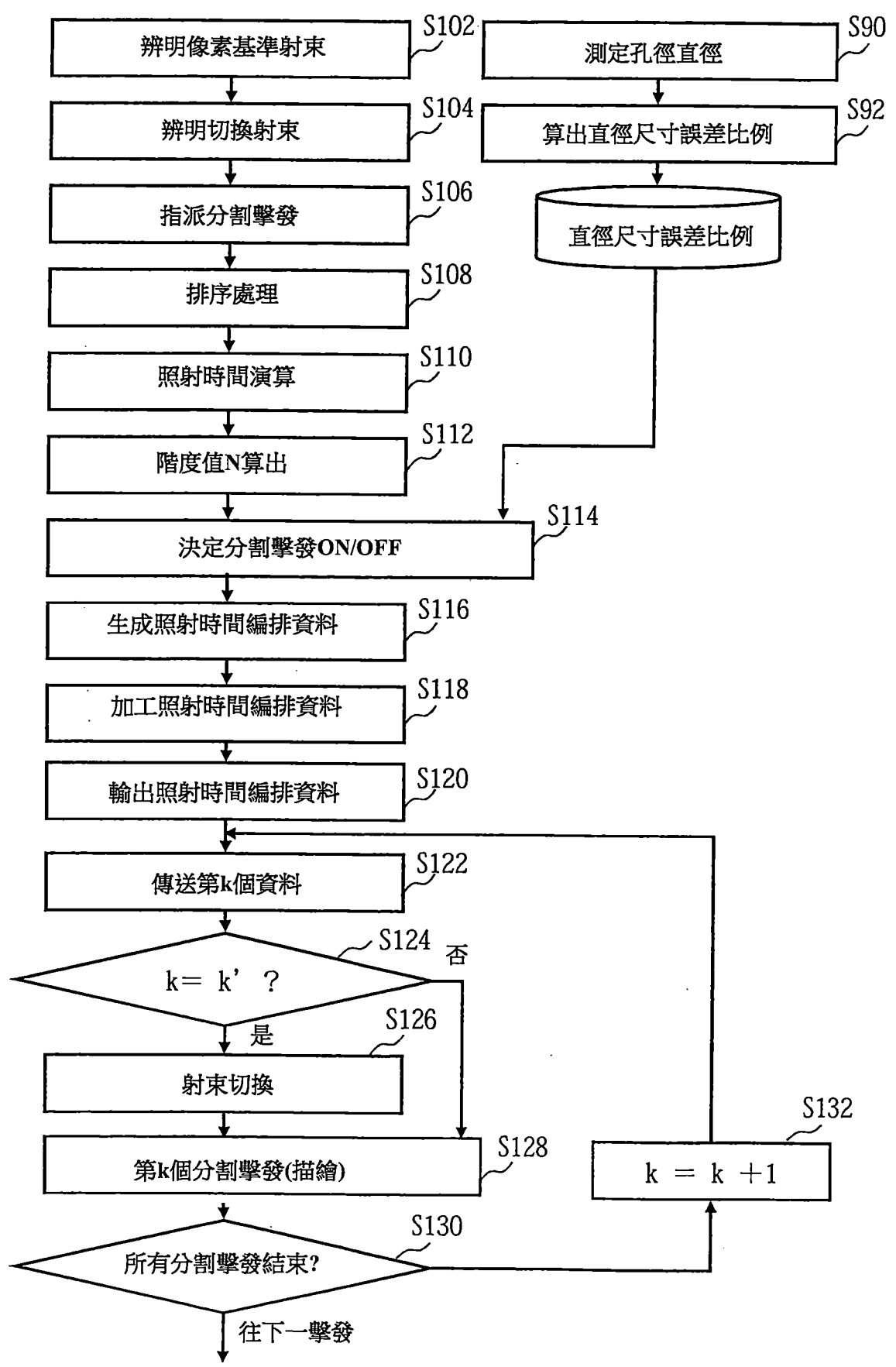
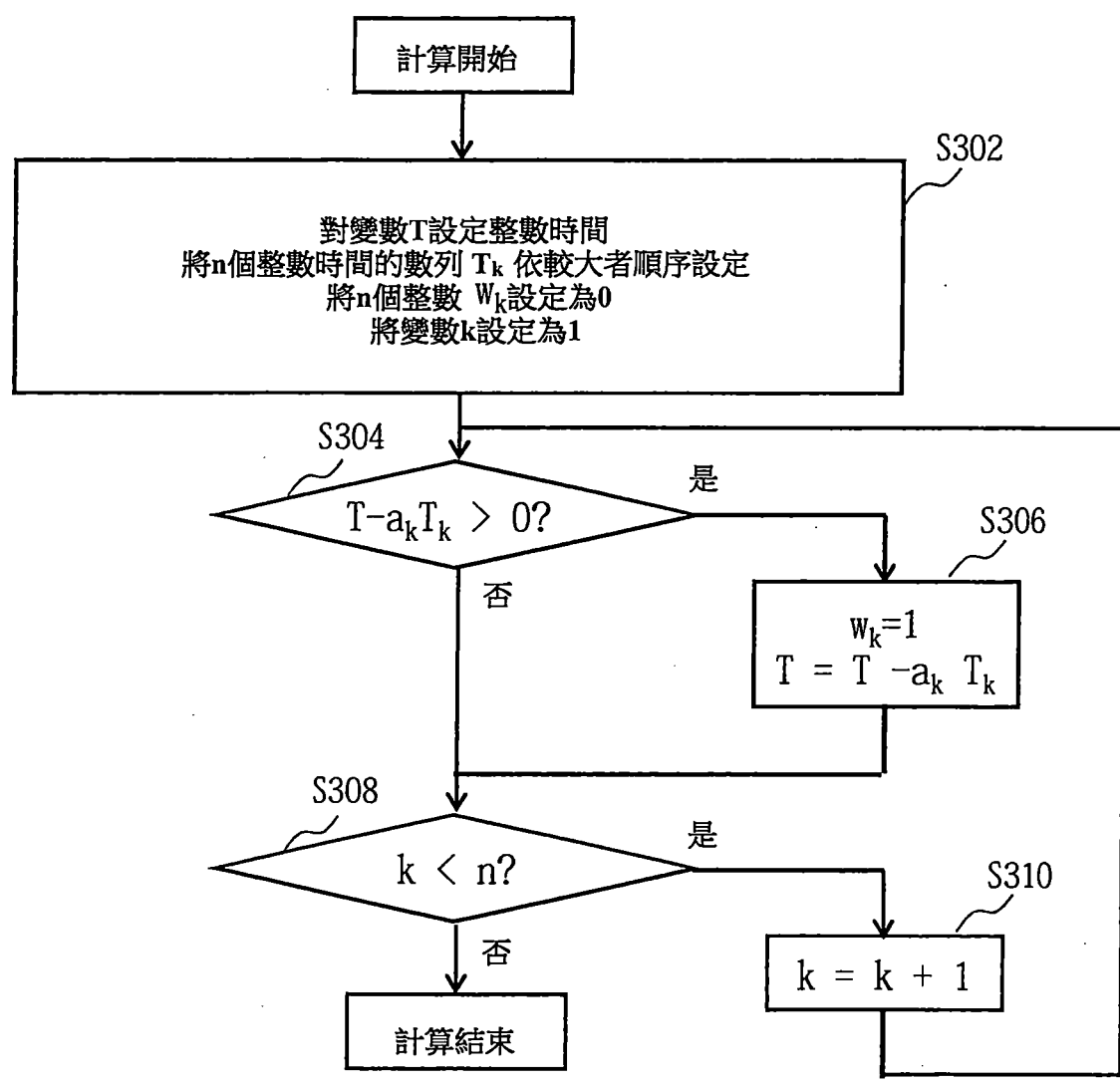


圖 16



tk	射束
512Δ	b
256Δ	a
128Δ	a
64Δ	a
32Δ	a
16Δ	a
8Δ	a
4Δ	a
2Δ	a
Δ	a

排序



tk	射束	
512Δ	b	512Δ
256Δ	a	511Δ
128Δ	a	
64Δ	a	
32Δ	a	
16Δ	a	
8Δ	a	
4Δ	a	
2Δ	a	
Δ	a	

圖 17A

圖 17B

512 Δ

256 Δ

tk	射束
256 Δ	b
256 Δ	a
128 Δ	b
128 Δ	a
128 Δ	b
64 Δ	a
32 Δ	a
16 Δ	a
8 Δ	a
4 Δ	a
2 Δ	a
Δ	a

排序

➡

tk	射束	每一射束的 照射時間
256 Δ	b	512 Δ
128 Δ	b	
128 Δ	b	
256 Δ	a	
128 Δ	a	511 Δ
64 Δ	a	
32 Δ	a	
16 Δ	a	
8 Δ	a	
4 Δ	a	
2 Δ	a	
Δ	a	

圖 18A

圖 18B

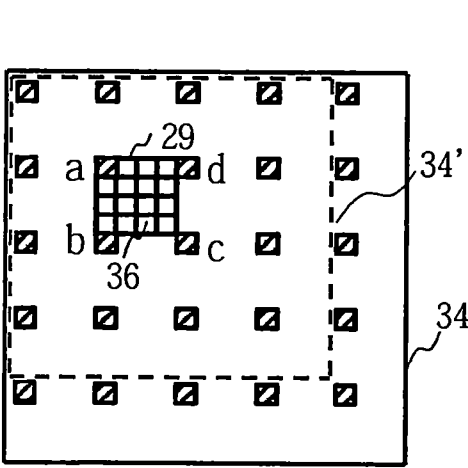


圖 19A

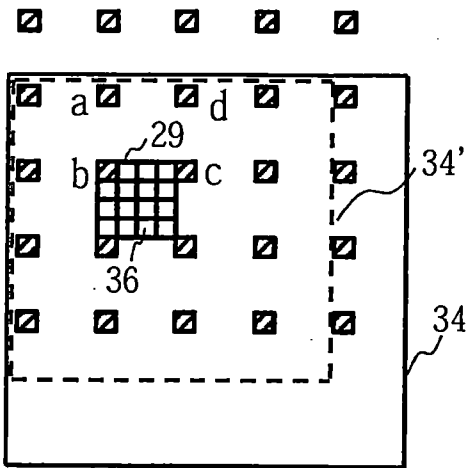


圖 19B

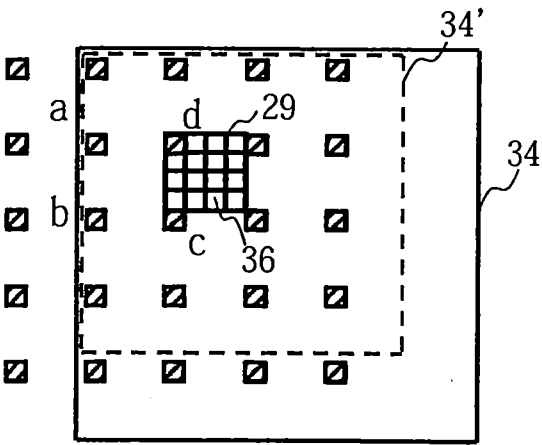


圖 19D

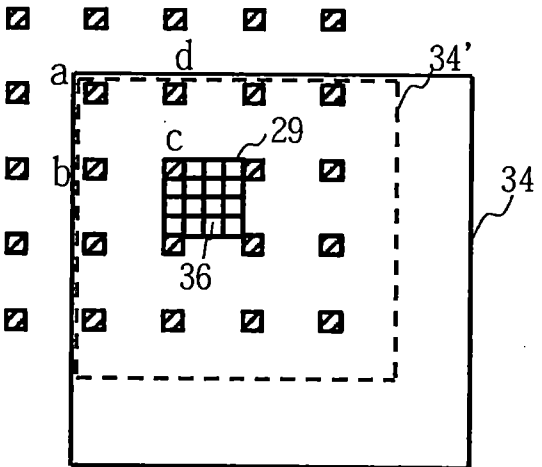


圖 19C

512 Δ

tk	射束
128 Δ	d
128 Δ	c
128 Δ	b
128 Δ	a
128 Δ	d
128 Δ	c
128 Δ	b
64 Δ	a
32 Δ	a
16 Δ	a
8 Δ	a
4 Δ	a
2 Δ	a
Δ	a

256 Δ

排序

tk	射束	每一射束的 照射時間
128 Δ	d	256 Δ
128 Δ	d	
128 Δ	c	256 Δ
128 Δ	c	
128 Δ	b	256 Δ
128 Δ	b	
128 Δ	a	255 Δ
64 Δ	a	
32 Δ	a	
16 Δ	a	
8 Δ	a	
4 Δ	a	
2 Δ	a	
Δ	a	

圖 20A

圖 20B

圖 21A

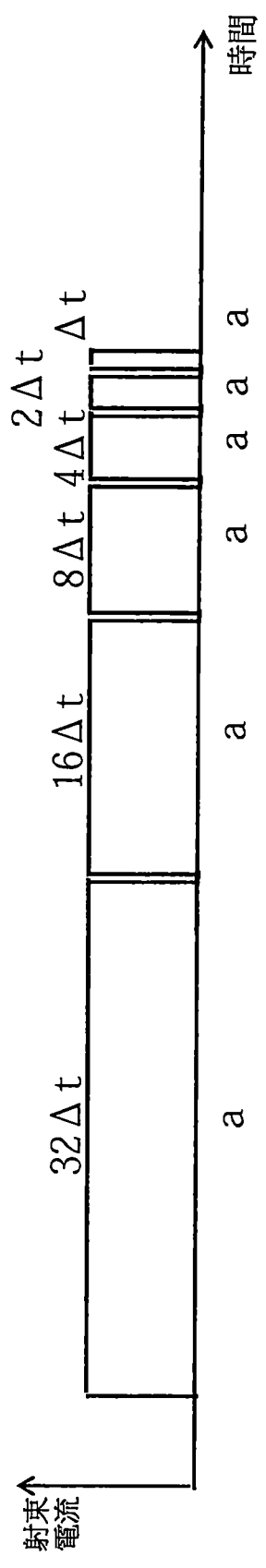


圖 21B

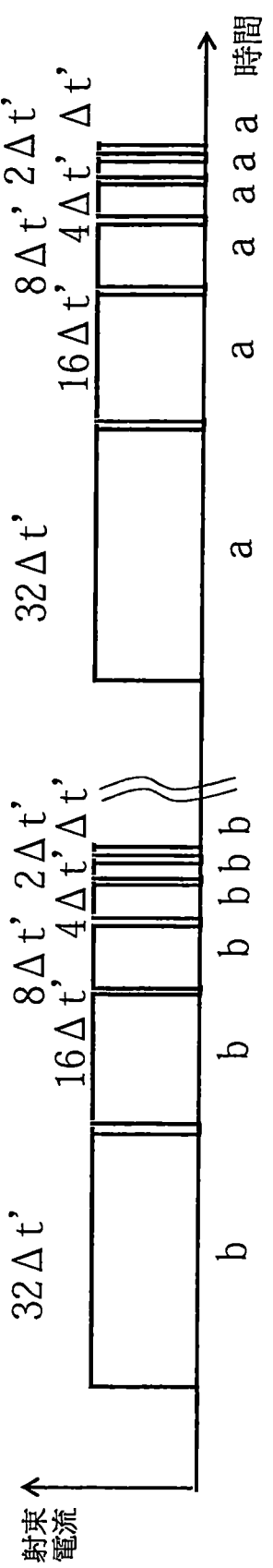


圖 22A

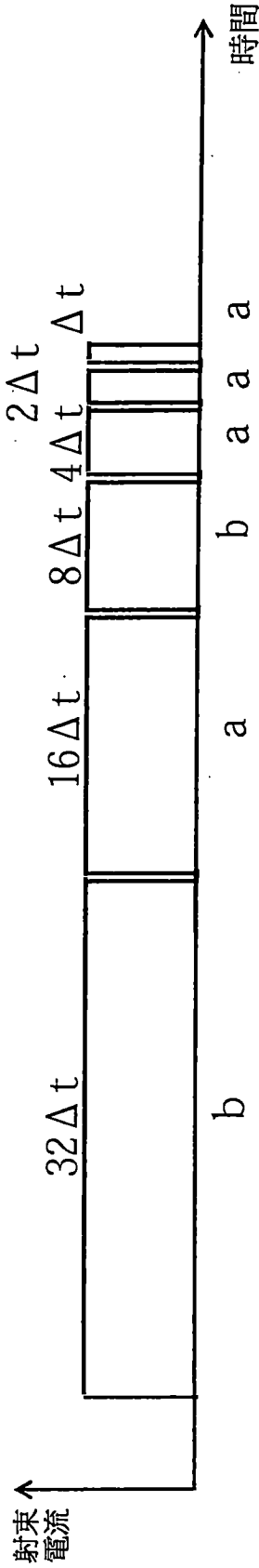


圖 22B

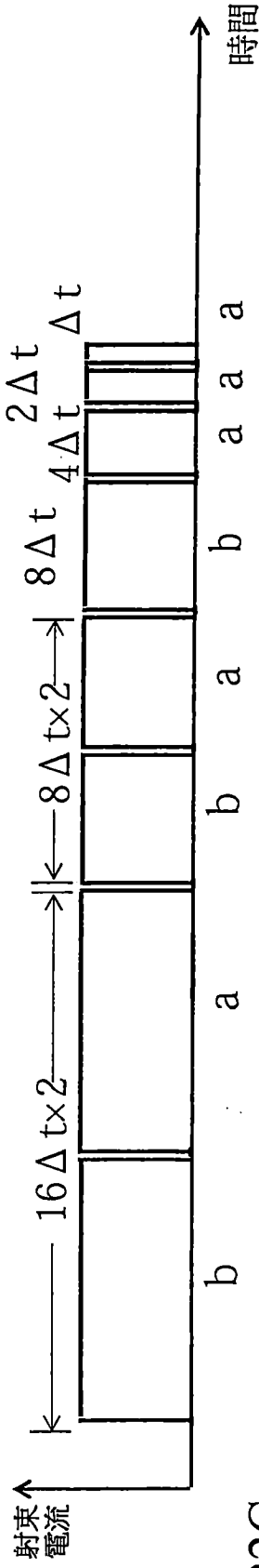


圖 22C

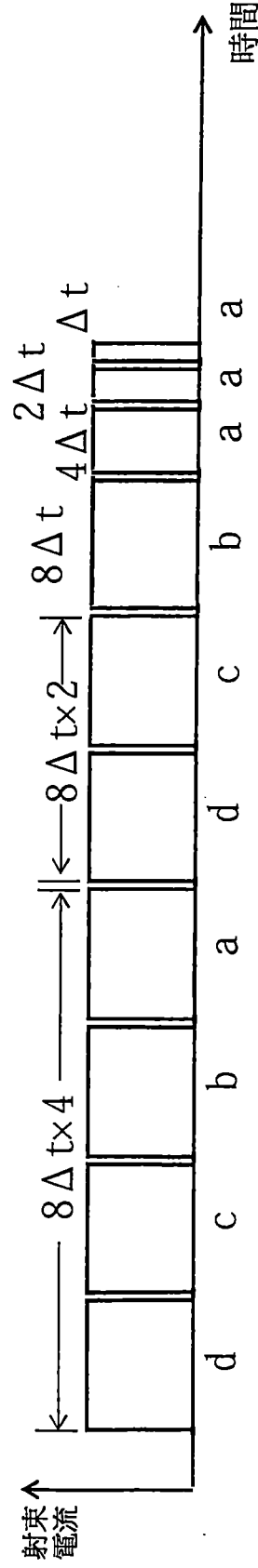


圖 23

總曝光 時間T	曝光射束 (a, b, off)						射束 a的 曝光 時間	射束 b的 曝光 時間
	32Δt	16Δt	8Δt	4Δt	2Δt	Δt		
63Δt	b	a	b	a	a	a	23	40
60Δt	b	a	b	a	off	off	20	40
40Δt	b	off	b	off	off	off	0	40
31Δt	off	a	b	a	a	a	23	8
23Δt	off	a	off	a	a	a	23	0
7Δt	off	off	off	a	a	a	7	0

圖 24

總曝光 時間	曝光射束 (a,b,c, off)						射束a 的曝光 時間	射束b 的曝光 時間	射束c 的曝光 時間
	32Δt	16Δt	8Δt	4Δt	2Δt	Δt			
63Δt	c	b	a	a	a	a	15	16	32
60Δt	c	b	a	a	off	off	12	16	32
40Δt	c	off	a	off	off	off	8	0	32
31Δt	off	b	a	a	a	a	15	16	0
23Δt	off	b	off	a	a	a	7	16	0
7Δt	off	off	off	a	a	a	7	0	0