



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I457970 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：101137928

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 15 日

(51)Int. Cl. : H01J37/317 (2006.01) H01J37/302 (2006.01)

(30)優先權：2011/11/30 日本 2011-261561

(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：松本裕信 MATSUMOTO, HIRONOBU (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	I300534	TW	I344172
TW	200717192A	TW	201117255A
US	5863682	US	2007/0114459A1
US	2007/0192757A1	US	2009/0057575A1
US	2011/0253912A1		

審查人員：李昭俊

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：10 共 0 頁

(54)名稱

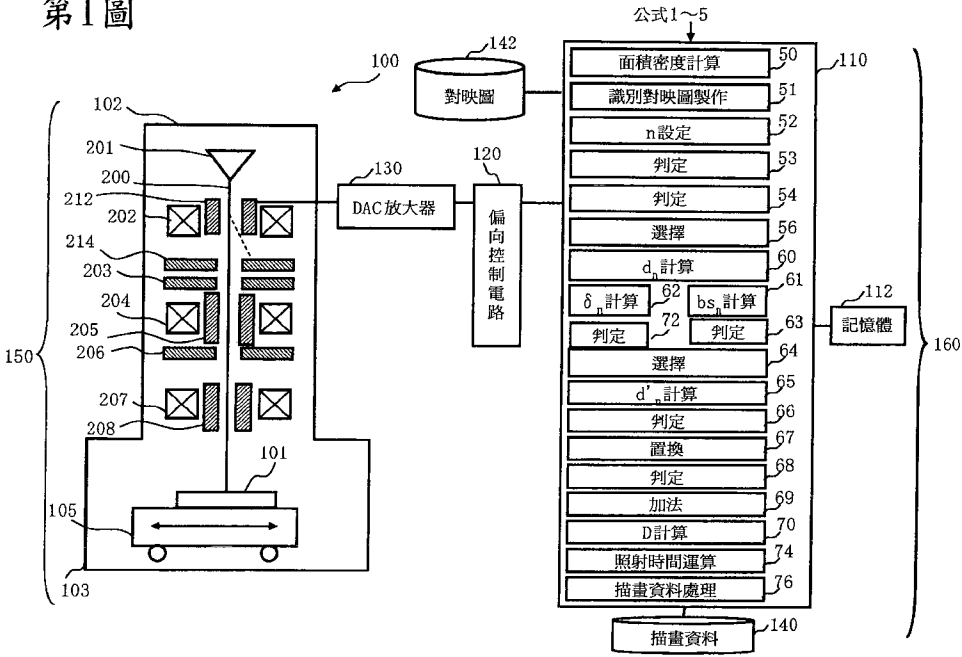
荷電粒子束描畫裝置及荷電粒子束描畫方法

(57)摘要

本發明之目的在於提供：藉由重複運算來求得照射量時，可以使解之收斂更早，可以縮短描畫時間之裝置。

本發明之構造為：描畫裝置(100)係具備有：於試料的描畫區域被假想分割後之每一網眼，藉由重複運算，算出發射於該小區域內之荷電粒子束的重複數第 n 次的照射量補正係數之照射量係數運算部(60)；及於每一小區域，將從第 $n-1$ 次之照射量補正係數對於重複數第 n 次被算出之前述第 n 次的照射量補正係數的變化率當成第 n 次的變化率予以運算之變化率運算部(62)；及於每一小區域，使用第 n 次的變化率，來補正第 n 次的照射量補正係數之照射量係數運算部(65)；及於每一小區域，使用被補正後之第 n 次的照射量補正係數，來運算發射於該小區域內之荷電粒子束的照射量之照射量運算部(70)；及以照射量，對該小區域內描畫所期望的圖案之描畫部(150)。

第1圖



- 50 . . . 面積密度算出部
- 51 . . . 識別對映圖製作部
- 52 . . . n 設定部
- 53、54 . . . 判定部
- 56 . . . 選擇部
- 60 . . . d_n 計算部
- 61 . . . bs_n 計算部
- 62 . . . δ_n 計算部
- 63 . . . 判定部
- 64 . . . 選擇部
- 65 . . . d_n' 計算部
- 66 . . . 判定部
- 67 . . . 置換部
- 68 . . . 判定部
- 69 . . . 加法部
- 70 . . . D 計算部
- 72 . . . 判定部
- 74 . . . 照射時間算出部
- 76 . . . 描畫資料處理部
- 100 . . . 描畫裝置
- 101 . . . 試料
- 102 . . . 電子鏡筒
- 103 . . . 描畫室
- 105 . . . XY 工作台
- 110 . . . 控制計算機
- 112 . . . 記憶體
- 120 . . . 偏向控制電路
- 130 . . . DAC 放大器單元
- 140 . . . 記憶裝置
- 142 . . . 記憶裝置
- 150 . . . 描畫部
- 160 . . . 控制部

- 200 . . . 電子束
- 201 . . . 電子槍
- 202 . . . 照明透鏡
- 203 . . . 第 1 成形孔
隙
- 204 . . . 投影透鏡
- 205 . . . 偏向器
- 206 . . . 第 2 成形孔
隙
- 207 . . . 物鏡
- 208 . . . 偏向器
- 212 . . . 遮蔽偏向器
- 214 . . . 遮蔽孔隙

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101137928

H01J 37/317 (2006.01)

※申請日：101 年 10 月 15 日

※IPC 分類：

H01J 37/302 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

荷電粒子束描畫裝置及荷電粒子束描畫方法

二、中文發明摘要：

本發明之目的在於提供：藉由重複運算來求得照射量時，可以使解之收斂更早，可以縮短描畫時間之裝置。

本發明之構造為：描畫裝置(100)係具備有：於試料的描畫區域被假想分割後之每一網眼，藉由重複運算，算出發射於該小區域內之荷電粒子束的重複數第 n 次的照射量補正係數之照射量係數運算部(60)；及於每一小區域，將從第 $n-1$ 次之照射量補正係數對於重複數第 n 次被算出之前述第 n 次的照射量補正係數的變化率當成第 n 次的變化率予以運算之變化率運算部(62)；及於每一小區域，使用第 n 次的變化率，來補正第 n 次的照射量補正係數之照射量係數運算部(65)；及於每一小區域，使用被補正後之第 n 次的照射量補正係數，來運算發射於該小區域內之荷電粒子束的照射量之照射量運算部(70)；及以照射量，對該小區域內描畫所期望的圖案之描畫部(150)。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

50：面積密度算出部，

51：識別對映圖製作部，52：n設定部，

53、54：判定部，56：選擇部，

60： d_n 計算部，61： bs_n 計算部，

62： δ_n 計算部，63：判定部，64：選擇部，

65： d_n' 計算部，66：判定部，67：置換部，

68：判定部，69：加法部，70：D計算部，

72：判定部，74：照射時間算出部，

76：描畫資料處理部，100：描畫裝置，

101：試料，102：電子鏡筒，103：描畫室，

105：XY工作台，110：控制計算機，

112：記憶體，120：偏向控制電路，

130：DAC放大器單元，140：記憶裝置，

142：記憶裝置，150：描畫部，

160：控制部，200：電子束，201：電子槍，

202：照明透鏡，203：第1成形孔隙，

204：投影透鏡，205：偏向器，

206：第2成形孔隙，207：物鏡，

208：偏向器，212：遮蔽偏向器，

214：遮蔽孔隙

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於荷電粒子束描畫裝置及荷電粒子束描畫方法，例如關於電子線描畫中，求得電子束的照射量之手法。

【先前技術】

擔負半導體裝置之微細化進展之微影技術，在半導體製造製程中，也是唯一產生圖案之極為重要的製程。近年來，伴隨 LSI 之高集成化，半導體裝置所被要求之電路線寬年年更為微細化。爲了要對此等半導體裝置形成所期望之電路圖案，需要高精度的原圖圖案（也稱爲網線或光罩）。此處，電子線（電子束）描畫技術，本質上具有優異的解析性，被使用於高精度的原圖圖案的產生。

第 10 圖係說明先前之可變成形電子線描畫裝置之動作用的概念圖。

可變成形電子束（EB：Electron beam）描畫裝置，係如下述般動作。於第 1 孔隙 410 形成有形成電子束 330 用之矩形的開口 411。另外，於第 2 孔隙 420 形成有將通過第 1 孔隙 410 的開口 411 之電子束 330 形成爲所期望的矩形形狀用之可變成形開口 421。從荷電粒子源 430 被照射，且通過第 1 孔隙 410 的開口 411 之電子束 330，藉由偏向器被偏向，通過第 2 孔隙 420 的可變成形開口 421 的一部份，照射於搭載在於特定的一方向（例如設爲 X 方

向)連續移動的工作台之試料 340。即可以通過第 1 孔隙 410 的開口 411 和第 2 孔隙 420 的可變成形開口 421 之兩方的矩形形狀，被描畫於被搭載於在 X 方向連續移動的工作台上之試料 340 的描繪區域。將使通過第 1 孔隙 410 的開口 411 和第 2 孔隙 420 的可變成形開口 421 之兩方，來製作任意形狀之方式稱為可變成形方式 (VSB 方式) 。

於上述之電子束描畫中，在圖形的端部，以電子束照射量成為像分解光阻之照射量的臨界值之方式，來設定各發射的照射量。通常，以在圖形端部之發射的照射能量的最大值的一半程度達到臨界值之方式進行設定。然後，於照射量的計算上，不管照射位置，使用 1 個之照射量計算式。因此，在描畫連接複數次發射而構成的圖形之情形，於各發射中，不管是否為圖形的端部，以照射能量的最大值的一半程度達到臨界值之方式來設定照射量。

另一方面，伴隨近來之圖案的微細化，以描畫裝置進行描畫的描畫時間變長，被要求縮短化。但是為了依據尺寸描繪圖案，需要使經過計算的照射量射入光阻，在先前的手法中，描畫時間的縮短有其界限。

此處，和電子束描畫的照射量計算式有關，為了補正稱為鄰近效應的現象等，也存在有和位置有關地變更使用於照射量的運算之基準照射量 D_{base} 、及補正鄰近效應用之反向散射係數 η 值來運算照射量之手法。但是於此種手法中，使用的照射量計算式本身相同，只是調整計算式內的變數。

如上述般，先前以設定的 1 個照射量計算式來計算各發射之照射量。如以先前之照射量計算式求得的射入照射量來照射時，於除了圖形端部和不描畫的場所之全部的區域中，全照射量都比光阻的臨界值還大。爲了使在圖形端部的全照射量成爲光阻的臨界值，需要使在圖形端部附近的全照射量比光阻的臨界值還大，於從圖形端部相當分開之區域中，全照射量可以是臨界值程度。但是，在先前之方法中，並未考慮及此。因此，例如在描繪連接複數次發射而構成之圖形的情形等，以此手法來求得從圖形端部比電子束的前向散射半徑更爲分離之圖形內的區域之射入照射量時，此種區域之照射量變得比光阻的臨界值還大。照射量如過大，因而照射時間也變長。如此，依據圖形或其照射位置，存在過剩的照射量，因而有描畫時間過長之問題。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1]日本專利特開 2011-228503 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

相對於此，本申請案發明者提出了在圖形端部和圖形內之區域之間，分開使用照射量計算式之手法（例如，參照專利文獻 1），針對使用的計算式之收斂時間，追求進一步之縮短化。

如上述般，得知於先前之照射量計算式中，在運算照射量方面的收斂上，有時相當花時間，以特定的疊代（iteration）次數運算後，還無法收斂，會有導致照射量不足的情形。但是對於此問題，先前並未能確立充分之手法。雖可使疊代次數增加，但因此運算時間會變長，有影響描畫時間之虞。伴隨近來之圖案的微細化所導致的資料量的增加，爲了縮短描畫時間，期待照射量運算的運算時間可以縮短化。

因此，本發明目的在於提供：於克服上述問題點，藉由重複運算來求得照射量時，可以更快取得解之收斂的裝置及方法。

[解決課題之手段]

本發明之一型態的荷電粒子束描畫裝置，其特徵爲具備有：

於試料的描畫區域被假想分割後之網眼狀的複數個小區域之每一小區域，藉由重複運算，算出發射於該小區域內之荷電粒子束的重複數第 n 次的照射量補正係數之照射量係數運算部；及

於每一小區域，將從第 $n-1$ 次之照射量補正係數對於重複數第 n 次被算出之前述第 n 次的照射量補正係數的變化率當成第 n 次的變化率予以運算之變化率運算部；及

於每一小區域，使用第 n 次的變化率，來補正第 n 次的照射量補正係數之補正運算部；及

於每一小區域，使用被補正後之第 n 次的照射量補正係數，來運算發射於該小區域內之荷電粒子束的照射量之照射量運算部；及

以照射量，對該小區域內描畫所期望的圖案之描畫部。

另外，進而具備：於每一小區域，使用第 $n-1$ 次的照射量補正係數，於該小區域照射荷電粒子束後之情形，運算表示被蓄積於除了該小區域之其他複數個小區域之個別的照射量的反向散射成分係數的合計之第 n 次的反向散射成分係數之反向散射成分函數運算部，

照射量係數運算部，於算出第 n 次的照射量補正係數時，以使用第 n 次的反向散射成分係數為佳。

另外，照射量係數運算部，於算出第 n 次的照射量補正係數時，進而使用於該小區域照射荷電粒子束後之情形，分布於該小區域之荷電粒子束的照射量分布函數值為佳。

本發明之一型態之荷電粒子束描畫方法，其特徵為具備有：

於試料的描畫區域被假想分割後之網眼狀的複數個小區域之每一小區域，藉由重複運算，算出發射於該小區域內之荷電粒子束的重複數第 n 次的照射量補正係數之工程；及

於每一小區域，將從重複數第 $n-1$ 次之照射量補正係數對於第 n 次的照射量補正係數的變化率當成第 n 次的變

化率予以運算之工程；及

於每一小區域，使用第 n 次的變化率，來補正第 n 次的照射量補正係數之工程；及

於每一小區域，使用被補正後之第 n 次的照射量補正係數，來運算發射於該小區域內之荷電粒子束的照射量之工程；及

以照射量，對該小區域內描畫所期望的圖案之工程。

另外，進而具備：於每一小區域，使用前述第 $n-1$ 次的照射量補正係數，於該小區域照射荷電粒子束後之情形，運算表示被蓄積於除了該小區域之其他複數個小區域之個別的照射量的反向散射成分係數的合計之第 n 次的反向散射成分係數之工程，

於算出第 n 次的照射量補正係數時，以使用第 n 次的反向散射成分係數為佳。

[發明效果]

如依據本發明之一型態，藉由重複運算來求得照射量時，可以使解的收斂更快，能夠縮短描畫時間。因此，可以提升裝置的產出。

【實施方式】

以下，於實施型態中，作為荷電粒子束之一例，以使用電子束的構造做說明。但是荷電粒子束並不限定於電子束，也可以使用離子束等之荷電粒子的電子束。另外，作

為荷電粒子束裝置之一例，就可變成形型的描畫裝置做說明。

實施型態 1.

第 1 圖係表示實施型態 1 中之描畫裝置的構造概念圖。第 1 圖中，描畫裝置 100 係具備：描畫部 150 和控制部 160。描畫裝置 100 係荷電粒子束描畫裝置之一例。特別是屬於可變成形型（VSB 型）的描畫裝置之一例。描畫部 150 係具備：電子鏡筒 102 及描畫室 103。於電子鏡筒 102 內配置有：電子槍 201、照明透鏡 202、遮蔽偏向器（遮蔽器）212、遮蔽孔隙 214、第 1 成形孔隙 203、投影透鏡 204、偏向器 205、第 2 成形孔隙 206、物鏡 207、及偏向器 208。於描畫室 103 內配置有：至少可在 XY 方向移動之 XY 工作台 105。於 XY 工作台 105 上配置有成爲描畫對象之試料 101。試料 101 係包含製造半導體裝置用之曝光用的光罩或矽晶圓等。光罩則包含空白光罩。

控制部 160 係具有：控制計算機 110、記憶體 112、偏向控制電路 120、DAC（數位類比轉換器）放大器單元 130（偏向放大器）、及磁碟裝置等之記憶裝置 140、142。控制計算機 110、記憶體 112、偏向控制電路 120、及記憶裝置 140、142 係透過未圖示出之匯流排而被相互連接。於偏向控制電路 120 連接有 DAC 放大器單元 130。DAC 放大器單元 130 係被連接於遮蔽偏向器 212。

從偏向控制電路 120 對於 DAC 放大器單元 130 輸出

遮蔽控制用之數位訊號。然後在 DAC 放大器單元 130 中，將數位訊號轉換為類比訊號，並予以放大後，作為偏向電壓施加於遮蔽偏向器 212。藉由此偏向電壓，電子束 200 被偏向，形成各發射之電子束。

另外，於控制計算機 110 內配置有：面積密度算出部 50、識別對映圖製作部 51、重述次數（ n ）設定部 52、判定部 53、54、選擇部 56、係數 d_n 計算部 60、反向散射成分係數 bs_n 計算部 61、變化率 δ_n 計算部 62、判定部 63、選擇部 64、係數 d_n' 計算部 65、判定部 66、置換部 67、判定部 68、加法部 69、判定部 72、照射量 D 計算部 70、照射時間算出部 74、及描畫資料處理部 76。面積密度算出部 50、識別對映圖製作部 51、重述次數（ n ）設定部 52、判定部 53、54、選擇部 56、係數 d_n 計算部 60、反向散射成分係數 bs_n 計算部 61、變化率 δ_n 計算部 62、判定部 63、選擇部 64、係數 d_n' 計算部 65、判定部 66、置換部 67、判定部 68、加法部 69、照射量 D 計算部 70、照射時間算出部 74、及描畫資料處理部 76 之各功能，能以程式之軟體構成。或以電子電路等之硬體構成。或彼等之組合。控制計算機 110 所需要的輸入資料或運算後結果，每次被記憶於記憶體 112。同樣地，偏向控制電路 120 可以程式之軟體使其動作的電腦構成，或以電子電路等之硬體構成。或彼等的組合。此處，於第 1 圖中，記載為了說明實施型態 1 所必要的構造。對於描畫裝置 100，通常可以具備必要外的其它構造。例如，不用說也可以具備：偏向

器 205 或偏向器 208 用之各 DAC 放大器單元。

第 2 圖係表示比較說明在描畫第 2 (a) 圖所示之圖案寬 L 的圖形圖案的情形時，實施型態 1 中之照射量和先前的照射量用之電子束分布曲線的一例圖。第 2 (b) 圖係表示藉由先前的補正手法之照射量分布曲線，各發射的射入照射量，被設定為即使沒有鄰接的發射，在各發射端部的全照射量成為像分解光阻的照射量臨界值 E_{th} 。因此，各發射的射入照射量係被設定為：從像分解光阻之照射量臨界值 E_{th} 減去在發射位置之反向散射照射量之值的 2 倍。但是，例如在圖形內部的發射 2~6 之位置，由於前向散射的影響所導致的尺寸變動可以忽視，理想上，被發射之電子束的能量最大值只要大到光阻像分解的臨界值 E_{th} 即可。因此，在實施型態 1 中，如第 2 (c) 圖所示般，將此圖形圖案的內部區域中之照射量 $D2 \sim D3$ 設定為從光阻像分解的照射量臨界值 E_h 減去在發射位置之反向散射照射量之值。藉由此構造，圖形圖案的內部區域 2~6 中之照射量變小，因而可以縮短此發射的照射時間。以下，具體說明處理流程。

第 3 圖係表示實施型態 1 中之描畫方法的重要部分工程的流程圖。第 3 圖中，實施型態 1 中之描畫方法，係實施：面積密度算出工程 (S102)、及圖形端部、圖形內部辨識圖製作工程 (S104)、及重複次數 n 設定工程 (S106)、及判定工程 (S108)、及判定工程 (S110)、及選擇工程 (S112)、及 $d_n(i,j)$ 計算工程 (S114)、及 $\delta_n(i,j)$ 計

算工程（S116）、及判定工程（S118）、及判定工程（S119）、及選擇工程（S120）、及 $d_n'(i,j)$ 計算工程（S122）、及判定工程（S124）、及置換工程（S126）、及判定工程（S128）、及加法工程（S130）、及照射量 D 計算工程（S132）、及照射時間計算工程（S134）、及描畫工程（S136）之一連串的工程。

首先，描畫資料從描畫裝置 100 外部被輸入，記憶於記憶裝置 140。然後，在描畫裝置 100 內，描畫資料處理部 76 從記憶裝置 140 讀出從外部被輸入，記憶於記憶裝置 140 之描畫資料，進行複數段的資料轉換處理。然後，藉由此複數段的資料轉換處理，產生描畫裝置固有的發射資料。然後，依循此發射資料進行描畫處理。

試料 101 的描畫面，係被假想分割為成為計算處理單位的描畫區域之複數個圖框區域。然後，複數個圖框區域內的資料處理藉由未圖示出之複數個 CPU 等被並列進行。從先被描畫的圖框區域側依序進行並列處理。

另外，試料 101 的描畫面，係以特定的尺寸被假想分割為網眼狀的網眼區域（小區域之一例）。網眼尺寸係設為比電子束 200 的前向散射的影響半徑還大的尺寸。例如，可以設為比電子束 200 的前向散射分布的 3σ 還大。另外，網眼尺寸可以設為比最小發射尺寸還大的尺寸。

作為面積密度算出工程（S102），面積密度算出部 50 係就每一圖框從記憶裝置 140 讀出描畫資料，算出各網眼位置中之網眼區域內的圖案面積密度 ρ 。

第 4 圖係表示實施型態 1 中之面積密度圖的一例圖。第 4 圖中，圖案 10 係以虛線表示。在藉由此圖案 10 被完全覆蓋的網眼區域中，面積密度以 1.0 (100%) 表示。在完全未被圖案 10 覆蓋的網眼區域中，面積密度以 0 (0%) 表示。然後，在圖案 10 的圖形端部，涵蓋網眼區域的一部份之故，因應該包含區域的面積，個別求得面積密度。第 4 圖中，係表示以網眼尺寸 m 來分割為格子狀的例子。

作為圖形端部、圖形內部辨識圖製作工程 (S104)，識別對映圖製作部 51 係製作：就每一網眼區域，辨識該區域是位於圖形端部，或位於圖形內部之識別對映圖。

第 5 圖係表示實施型態 1 中之圖形端部、圖形內部識別對映圖的一例圖。第 5 圖中，將該網眼區域的圖形面積密度 ρ 為 100%，且包圍該網眼區域之周圍的全部的網眼區域都是圖形面積密度 ρ 為 100% 之區域當作圖形內部（以「內」表示）。然後，將不符合此條件，且面積密度 ρ 不是 0% 之網眼區域設為圖形端部（以「端」表示）。面積密度 ρ 為 0% 之網眼區域，本就沒有配置圖案，設為「空」。例如，第 5 圖中，於下端的各網眼區域中，面積密度為 0%，都設為「空」。從下端起第 2 段的各網眼區域及從下端起第 3 段以後的左右端的各網眼區域中，面積密度既不是 0% 也不是 100%，都設為「端」。從下端起第 3 段以後的左右端開始，朝內側第 2 列的各網眼區域中，該網眼區域的圖案面積密度 ρ 雖為 100%，但包含該網眼

區域之網眼區域中，有面積密度 ρ 不是 100%之區域，都設為「端」。同樣地，從下端起第 3 段之剩餘的各網眼區域，該網眼區域的圖案面積密度 ρ 為 100%，包含該網眼區域之網眼區域中，有面積密度 ρ 不是 100%之區域，都設為「端」。然後，從下端起第 4 段以後的左右端開始，朝內側第 3 列的各網眼區域中，該網眼區域的圖案面積密度 $\rho(i,j)$ 為 100%，且包圍該網眼區域之周圍的全部的網眼區域都是圖案面積密度 ρ 為 100%，設為「內」。此處，雖以「內」、「端」、及「空」表示，但是在實際的識別對映圖中，只要是可識別彼等之記號或資訊即可。製作的識別對映圖係被儲存於記憶裝置 142。

為重複次數設定工程（S106），n 設定部 52 係設定進行照射量運算時之重複次數（n）。此處，只要將初次的 n 設定為 1（n=1）即可。以後，針對每一圖框，且各圖框內的每一網眼區域，求得使用於該網眼區域用之照射量。

作為判定工程（S108），判定部 53 係判定該網眼區域是否為圖形端部網眼。具體而言，判定部 53 係針對每一網眼區域，參照儲存於記憶裝置 142 之識別對映圖，判定該網眼區域是否為圖形端部網眼。在為圖形端部網眼的情形，進入選擇工程（S112）。在不是圖形端部網眼之情形，進入判定工程（S110）。

作為判定工程（S110），判定部 54 判定該網眼區域是否為圖形內部網眼。具體而言，判定部 53 係針對每一

網眼區域，參照儲存於記憶裝置 142 之識別對映圖，判定該網眼區域是否為圖形內部網眼。在為圖形內部網眼的情形，進入選擇工程（S112）。在不是圖形內部網眼之情形，進入判定工程（S124）。

作為選擇工程（S112），選擇部 56 係就每一網眼區域，從複數個照射量計算式中選擇 1 個。此處，使用 2 個照射量計算式 1、2。於圖形端部使用的照射量計算式 1，係以如下之公式（1）予以定義。照射量計算式 1、2 可以事先設定於描畫裝置 100。

$$(1) \quad d_n(i) = \frac{1 + \eta(1 - bs_n(i))}{\frac{1}{2} + m^2 \eta g(0)}$$

於公式（1）中，係使用：照射量補正係數 $d_n(i)$ 、及電子束之反向散射係數 η 、及電子束之反向散射分布函數 $g(x)$ 、及反向散射成分係數 $bs_n(i)$ 、及網眼尺寸 m 。另外 n 表示重複運算次數。 i 表示網眼區域之座標的向量。另外， $g(0)$ 表示分布函數的中心值。換言之， $g(0)$ 係對座標 i 之該網眼區域照射電子束 200 後之情形，分布於座標 i 之該網眼區域的電子束的照射量分布函數值。

另外，使用於圖形內部之其它的照射量計算式 2，係以以下之公式（2）定義。

$$(2) \quad d_n(i) = \frac{1 + \eta(1 - bs_n(i))}{1 + m^2 \eta g(0)}$$

另外，公式（1）及公式（2）中之反向散射成分係數

$bs_n(i)$ ，係以以下之公式（3）定義。

$$(3) \quad bs_n(i) = m^2 \sum_{j \neq 0} g(j) d_{n-1}(i+j)$$

第 6 圖係表示實施型態 1 中之網眼區域的座標量的一例圖。如第 6 圖所示般，向量 j 係表示以座標 i 之網眼區域為基準之情形的相對座標。因此，重複計算次數第 n 次之反向散射成分係數 $bs_n(i)$ 係表示：使用網眼區域 $(i+j)$ 中之重複計算次數第 $n-1$ 次的照射量補正係數 d_{n-1} ，對於除了網眼區域 (i) 之其它的網眼區域 $(i+j)$ 照射電子束 200 後之情形，所產生之在網眼區域 (i) 的反向散射成分係數。

此處，針對被識別為圖形內部的網眼區域，選擇公式（1），被係別為圖形端部之網眼區域，選擇公式（2）。因此，比起以照射量計算式 1 求得的照射量，以照射量計算式 2 求得的照射量可以比較小。如上述般，於可以忽視前向散射的影響之圖形內部的發射位置中，理想上，照射能量的最大值只要是光阻的像分解臨界值 E_{th} 即可，因此，可以使照射能量的最大值變小。因此，可以排除多餘的照射量。

作為 $d_n(i,j)$ 計算工程（S114），首先， bs_n 計算部 61 使用公式（3），利用網眼區域 $(i+j)$ 中之重複計算次數第 $n-1$ 次的照射量補正係數 d_{n-1} ，計算對於除了網眼區域 (i) 之其它的網眼區域 $(i+j)$ 照射電子束 200 後之情形所產生之在網眼區域 (i) 之反向散射成分係數 $bs_n(i)$ 。

bs_n 計算部 61 為反向散射成分函數運算部的一例。接著， d_n 計算部 60 使用被選擇的照射量計算式（1 或 2），針對每一網眼區域，藉由重複運算，算出發射於該網眼區域內之電子束的重複數第 n 次之照射量補正係數 $d_n(i)$ 。

此處，雖表示 bs_n 計算部 61 進行反向散射成分係數 $bs_n(i)$ 之計算， d_n 計算部 60 進行照射量補正係數 $d_n(i)$ 之計算之分別進行計算處理的例子，但也可在 1 個計算處理中同時地進行。

如照射量計算式（1 或 2）所示般， d_n 計算部 60 在算出第 n 次之照射量補正係數 d_n 時，係使用第 n 次之反向散射成分係數 $bs_n(i)$ 。另外，如照射量計算式（1 或 2）所示般， d_n 計算部 60 在算出第 n 次之照射量補正係數 d_n 時，於該網眼區域照射電子束 200 後之情形，使用分布於該網眼區域之電子束的照射量分布函數值 $g(0)$ 。 d_n 計算部 60 係照射量係數運算部的一例。此處， n 設定為 1，算出照射量補正係數 $d_1(i)$ 。那時，作為初期值，設為：圖形端部的網眼區域中之照射量補正係數 $d_0(i)=2\rho$ 、圖形內部之網眼區域中之照射量補正係數 $d_0(i)=\rho$ 。 ρ 係表示該網眼區域中之面積密度之值。

作為 $\delta_n(i,j)$ 計算工程（S116）， δ_n 計算部 62 係針對每一網眼區域，將從第 $n-1$ 次的照射量補正係數 d_{n-1} 往重複數第 n 次被算出的第 n 次的照射量補正係數 d_n 的變化率當成第 n 次的變化率 δ_n 予以運算。 δ_n 計算部 62 為變化率運算部的一例。此處， n 被設定為 1，算出照射量

補正係數 $\delta_1(i)$ 。變化率 δ_n 係以以下公式 (4) 定義。

$$(4) \quad \delta_n(i) = \frac{d_n - d_{n-1}}{d_{n-1}}$$

作為判定工程 (S118)，判定部 63 係判定變化率 δ_n 是否比容許值 Δ 小。在變化率 δ_n 比容許值 Δ 小之情形，進入選擇工程 (S120)。在變化率 δ_n 不比容許值 Δ 小之情形，進入判定工程 (S119)。

作為判定工程 (S119)，判定部 72 在變化率 δ_n 不比容許值 Δ 小之情形，判定該網眼區域是否為圖形端部網眼。具體而言，判定部 53 針對每一網眼區域，參照儲存於記憶裝置 142 之識別對映圖，判定該網眼區域是否為圖形端部網眼。

作為選擇工程 (S120)，選擇部 64 係從補正照射量補正係數 d_n 用之複數個照射量計算式 3~5 中選擇 1 個。選擇部 64 在變化率 δ_n 不比容許值 Δ 小，且該網眼區域為圖形端部網眼之情形，選擇照射量計算式 3。照射量計算式 3 係以以下公式 (5) 定義。照射量計算式 3~5 可以事先設定於描畫裝置 100。

$$(5) \quad d'_n(i) = d_n(i) - k \frac{\eta \delta_n b s_n(i)}{\frac{1}{2} + m^2 \eta g(0)}$$

於公式 (5) 中，係使用：被補正後之照射量補正係數 $d'_n(i)$ 、及變化率 δ_n 、及反向散射係數 η 、及分布函數

$g(x)$ 、及反向散射成分係數 $bs_n(i)$ 、及網眼尺寸 m 。另外，係數 k 係取 $0 \leq k < 1$ 之值。

選擇部 64 在變化率 δ_n 不比容許值 Δ 小，且該網眼區域不是圖形端部網眼之情形（即圖形內部網眼之情形），選擇照射量計算式 4。照射量計算式 4 係以以下公式（6）定義。

$$(6) \quad d'_n(i) = d_n(i) - k \frac{\eta \delta_n bs_n(i)}{1 + m^2 \eta g(0)}$$

選擇部 64 在變化率 δ_n 比容許值 Δ 小之情形，選擇照射量計算式 5。照射量計算式 5 係以以下公式（7）定義。係數 α 係取 $0 \leq \alpha < 1$ 之值。

$$(7) \quad d'_n(i) = (1 - \alpha)d_n(i) + \alpha d_{n-1}(i)$$

作為 $d_n'(i,j)$ 計算工程（S122）， d_n' 計算部 65 係使用被選擇的照射量計算式（3、4、或 5），計算被補正後之照射量補正係數 $d_n'(i)$ 。藉由以照射量計算式（3、4、或 5）來補正照射量補正係數 d_n ，可以使照射量補正係數 d_n 的收斂提早。特別是，變化率 δ_n 不比容許值 Δ 小之情形，藉由使用照射量計算式 3 或照射量計算式 4，可以使運算式的收斂更提早。如此，在使用照射量計算式 3 或照射量計算式 4 之情形， d_n' 計算部 65 係針對每一網眼區域，使用第 n 次的變化率 δ_n ，補正第 n 次之照射量補正係數 d_n 。 d_n' 計算部 65 為補正計算部的一例。

作為判定工程（S124），判定部 66 係針對相符圖框

內之全部的網眼區域，判定上述之計算是否結束。然後，在全部的網眼區域都結束之情形，進入置換工程（S126）。在全部的網眼區域都結束之情形，回到判定工程（S108）。然後，針對相符圖框內的全部的網眼區域，直到上述之計算結束為止，重複從判定工程（S108）至判定工程（S124）之各工程。如上述般進行，關於 $n=1$ ，求得相符圖框內的全部的網眼區域之被補正的照射量補正係數 $d_1'(i)$ 。

作為置換工程（S126），置換部 67 將被補正的照射量補正係數 $d_n'(i)$ 置換為照射量補正係數 $d_n(i)$ （重新設定）。

作為判定工程（S128），判定部 68 係判定重複計算次數 n 是否已成為特定的次數 k 。在重複計算次數 n 已成為特定的次數 k 之情形，進入照射量 D 計算工程（S132）。在重複計算次數 n 還沒有達到特定的次數 k 之情形，進入加法工程（S130）。

作為加法工程（S130），加法部 69 對現在被設定的重複計算次數 n 加上值「1」。然後，回到判定工程（S108）。然後，直到重複計算次數 n 成為特定的次數 k 為止，重複從判定工程（S108）至加法工程（S130）為止之各工程。如上述般進行，關於 $n=1, 2, \dots, k$ ，求得相符圖框內之全部的網眼區域中之被補正，且個別被補正後的照射量補正係數 $d_n'(i)$ 置換後之照射量補正係數 $d_n(i)$ 。

另外，上述工程中被計算之反向散射成分係數

$bs_n(i)$ 、照射量補正係數 $d_n(i)$ 、照射量補正係數 $d_n'(i)$ 、及變化率 δ_n ，每次記憶於記憶裝置 142 即可。

第 7 圖係表示實施型態 1 之照射量補正係數和先前的照射量補正係數的收斂速度的不同之概念圖。以先前的照射量計算式，藉由重複計算照射量補正係數 d_n 所求得的结果，係以虛線表示。相對於此，於實施型態 1 中，以照射量計算式（3~5 之其一）來補正，可以加快收斂速度，能以更少的計算次數使照射量計算式的解收斂為真值。

第 8 圖係說明實施型態 1 之照射量補正係數的收斂的方法之概念圖。在不以照射量計算式（3~5 之其一）來補正的情形，照射量計算式的解，係以虛線所示之收斂速度慢的軌跡進行。相對於此，藉由以照射量計算式（3~5 之其一）來補正，在進行重複計算時，可使解一面橫跨真值一面慢慢地接近真值。

第 9 圖係表示和實施型態 1 比較用之照射量的一例圖。第 9(a) 圖中，係表示 1:1 之線與空格圖案 20。然後，表示於線與空格圖案 20 的旁邊具有 100% 的面積密度之所謂整面圖案 22。在運算描繪此圖案用之照射量的情形，如使用先前的照射量計算式，則獲得如第 9(b) 圖所示之照射量分布曲線。第 9(b) 圖的下段，係表示藉由反向散射電子之照射量，上段係表示射入照射量。但是在圖形端部的射入照射量，係以實際值的 $1/2$ 之值來表現。如第 9(b) 圖所示般，如使用先前的照射量計算式，有照射量計算式的解，在收斂之前，計算就結束的情形，取得之

照射量有時無法達到臨界值 D_{th} 的情形。特別是在圖形端部中，有容易發生的傾向。相對於此，於實施型態 1 中，照射量計算式的解能以更少的重複計算次數使其收斂，可使獲得的照射量達到臨界值 D_{th} 。因此，可以排除如先前所獲得之照射量無法達到臨界值 D_{th} 的情形。

作為照射量 D 計算工程 (S132)， D 計算部 70 係使用：所獲得之 $n=1,2,\dots,k$ 之被補正，且個別被補正後的照射量補正係數 $d_n'(i)$ 置換之照射量補正係數 $d_n(i)$ 與基準照射量 $D_{basedose}$ ，運算該網眼區域之照射量 $D(i)$ 。照射量 $D(i)$ 係以以下公式 (8) 定義。

$$(8) \quad D(x) = D_{basedose} \lim_{n \rightarrow \infty} d_n(i)$$

如此， D 計算部 70 係關於每一網眼區域，使用被補正後之第 n 次的照射量補正係數 $d_n(i)$ ，運算發射於該網眼區域內之電子束 200 的照射量 $D(i)$ 。 D 計算部 70 為照射量運算部的一例。

作為照射時間計算工程 (S134)，照射時間算出部 74 係計算各發射中之電子束 200 的照射時間 T 。照射量 D 能以照射時間 T 和電流密度 J 之積來定義，照射時間 T 能將照射量 D 除以電流密度 J 來求得。算出的照射時間被輸出於偏向控制電路 120。

作為描畫工程 (S134)，描畫部 150 係關於每一網眼區域 22，以演算的照射量對該網眼區域內描畫所期望的圖案。具體而言，如下述般動作。偏向控制電路 120 係將控制每一發射的照射時間之數位訊號輸出至 DAC 放大器單

元 130。然後，DAC 放大器單元 130 將數位訊號轉換為類比訊號，於放大後，作為偏向電壓，施加於遮蔽偏向器 212。

從電子槍 201（放出部）被放出的電子束 200，在通過遮蔽偏向器 212 內時，藉由遮蔽偏向器 212，在電子束 ON 之狀態下，以通過遮蔽孔隙 214 之方式被控制，在電子束 OFF 之狀態下，電子束全體被遮蔽孔隙 214 遮蔽之方式被偏向控制。從電子束 OFF 的狀態成為電子束 ON，之後，至成為電子束 OFF 為止，通過遮蔽孔隙 214 之電子束 200 為 1 次之電子束的發射。遮蔽偏向器 212 係控制通過之電子束 200 的方向，交互產生電子束 ON 的狀態與電子束 OFF 的狀態。例如，在電子束 ON 的狀態下，不施加電壓，在電子束 OFF 時，對遮蔽偏向器 212 施加電壓即可。以此各發射的照射時間 T 來調整照射於試料 101 之電子束 200 之每一發射的照射量。

如上述般，藉由通過遮蔽偏向器 212 和遮蔽孔隙 214 所產生之各發射的電子束 200，係照明藉由照明透鏡 202 而具有矩形，例如長方形的孔之第 1 成形孔隙 203 全體。此處，首先將電子束 200 成形為矩形，例如長方形。然後，通過第 1 成形孔隙 203 之第 1 孔隙影像的電子束 200，藉由投影透鏡 204 被投影於第 2 成形孔隙 206 上。藉由偏向器 205，此第 2 成形孔隙 206 上之第 1 孔隙影像被偏向控制，可使電子束形狀與尺寸改變（進行可變成形）。此可變成形係在每一發射進行，通常每一發射形成

爲不同電子束形狀與尺寸。然後，通過第 2 成形孔隙 206 之第 2 孔隙影像的電子束 200，藉由物鏡 207 使焦點一致，藉由偏向器 208 被偏向，照射於被配置在連續移動的 XY 工作台 105 之試料的所期望位置。如上述般，藉由各偏向器，電子束 200 的複數次發射依序被偏向於成爲基板的試料 101 上。

上述之各圖框 20 內的計算處理，係配合描畫處理之進行，即時地依序進行。

如上述般，依據實施型態 1，因應圖形或位置，可以分開使用照射量計算式。因此，可以控制被運算之照射量本身，抑制過剩的照射量。進而，藉由以上述之照射量計算式來補正照射量計算式的解，可使解的收斂提早，能夠謀求運算時間之縮短。另外，可以防止在照射量計算式之解收斂前，重複計算結束。其結果，可以迴避照射量不足。其結果，可以縮短描畫時間，提高裝置的產出。

以上，一面參照具體例一面說明實施型態。但是本發明，並不限定於彼等之具體例子。於上述之例子中，在變化率 δ 不比容許值 Δ 小之情形，特別是使用率大之照射量計算式 3、4 來補正，但並不限定於此。例如，關於重複次數第 1 次，使用變化大的照射量計算式 3、4，第 2 次以後，使用照射量計算式 5 來補正，也很合適。

另外，裝置構造或控制手法等，與本發明的說明無直接必要的部分等，雖省略記載，但可以適當選擇使用必要的裝置構造或控制手法。例如關於控制描畫裝置 100 之控

制部構造，雖省略記載，但不用說可以適當選擇必要的控制部構造。

其它，具備本發明的要素，該業者可以適當地設計變更之全部的荷電粒子束描繪裝置及方法，也包含於本發明的範圍。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係表示實施型態 1 中之描畫裝置的構造概念圖。

第 2 圖係表示比較說明實施型態 1 中之照射量和先前之照射量用之電子束分布曲線的一例圖。

第 3 圖係表示實施型態 1 中之描畫方法的重要部分工程之流程圖。

第 4 圖係表示實施型態 1 中之面積密度圖的一例圖。

第 5 圖係表示實施型態 1 中之圖形端部、圖形內部辨識圖的一例圖。

第 6 圖係表示實施型態 1 中之網眼區域的座標量的一例圖。

第 7 圖係表示實施型態 1 之照射量補正係數和先前之照射量補正係數的收斂速度的不同之概念圖。

第 8 圖係說明實施型態 1 之照射量補正係數的收斂方法用之概念圖。

第 9 圖係表示和實施型態 1 比較用之照射量的一例圖。

第 10 圖係說明先前之可變成形電子線描畫裝置的動作之概念圖。

【主要元件符號說明】

- 50：面積密度算出部
- 51：識別對映圖製作部
- 52：n 設定部
- 53、54：判定部
- 56：選擇部
- 60： d_n 計算部
- 61： bs_n 計算部
- 62： δ_n 計算部
- 63：判定部
- 64：選擇部
- 65： d_n' 計算部
- 66：判定部
- 67：置換部
- 68：判定部
- 69：加法部
- 70：D 計算部
- 72：判定部
- 74：照射時間算出部
- 76：描畫資料處理部
- 100：描畫裝置

101：試料
 102：電子鏡筒
 103：描畫室
 105：XY工作台
 110：控制計算機
 112：記憶體
 120：偏向控制電路
 130：DAC放大器單元
 140：記憶裝置
 150：描畫部
 160：控制部
 200：電子束
 201：電子槍
 202：照明透鏡
 203：第1成形孔隙
 204：投影透鏡
 205：偏向器
 206：第2成形孔隙
 207：物鏡
 208：偏向器
 212：遮蔽偏向器
 214：遮蔽孔隙
 330：電子線
 340：試料

410：第 1 孔 隙

411：開 口

420：第 2 孔 隙

421：可 變 成 形 開 口

430：荷 電 粒 子 源

七、申請專利範圍：

1.一種荷電粒子束描畫裝置，其特徵為具備有：

於試料的描畫區域被假想分割後之網眼狀的複數個小區域之每一小區域，藉由重複運算，算出發射於該小區域內之荷電粒子束的重複數第 n 次的照射量補正係數之照射量係數運算部；及

於每一小區域，將從第 $n-1$ 次之照射量補正係數對於重複數第 n 次被算出之前述第 n 次的照射量補正係數的變化率當成第 n 次的變化率予以運算之變化率運算部；及

於每一小區域，使用前述第 n 次的變化率，來補正前述第 n 次的照射量補正係數之補正運算部；及

於每一小區域，使用被補正後之前述第 n 次的照射量補正係數，來運算發射於該小區域內之荷電粒子束的照射量之照射量運算部；及

以前述照射量，對該小區域內描畫所期望的圖案之描畫部。

2.如申請專利範圍第 1 項所記載之荷電粒子束描畫裝置，其中進而具備：於每一小區域，使用前述第 $n-1$ 次的照射量補正係數，於該小區域照射荷電粒子束後之情形，運算表示被蓄積於除了該小區域之其他複數個小區域之個別的照射量的反向散射成分係數的合計之第 n 次的反向散射成分係數之反向散射成分函數運算部，

前述照射量係數運算部，於算出前述第 n 次的照射量補正係數時，使用前述第 n 次的反向散射成分係數。

3.如申請專利範圍第 2 項所記載之荷電粒子束描畫裝置，其中，前述照射量係數運算部，於算出前述第 n 次的照射量補正係數時，進而使用於該小區域照射荷電粒子束後之情形，分布於該小區域之荷電粒子束的照射量分布函數值。

4.一種荷電粒子束描畫方法，其特徵為具備有：

於試料的描畫區域被假想分割後之網眼狀的複數個小區域之每一小區域，藉由重複運算，算出發射於該小區域內之荷電粒子束的重複數第 n 次的照射量補正係數之工程；及

於每一小區域，將從重複數第 $n-1$ 次之照射量補正係數對於前述第 n 次的照射量補正係數的變化率當成第 n 次的變化率予以運算之工程；及

於每一小區域，使用前述第 n 次的變化率，來補正前述第 n 次的照射量補正係數之工程；及

於每一小區域，使用被補正後之前述第 n 次的照射量補正係數，來運算發射於該小區域內之荷電粒子束的照射量之工程；及

以前述照射量，對該小區域內描畫所期望的圖案之工程。

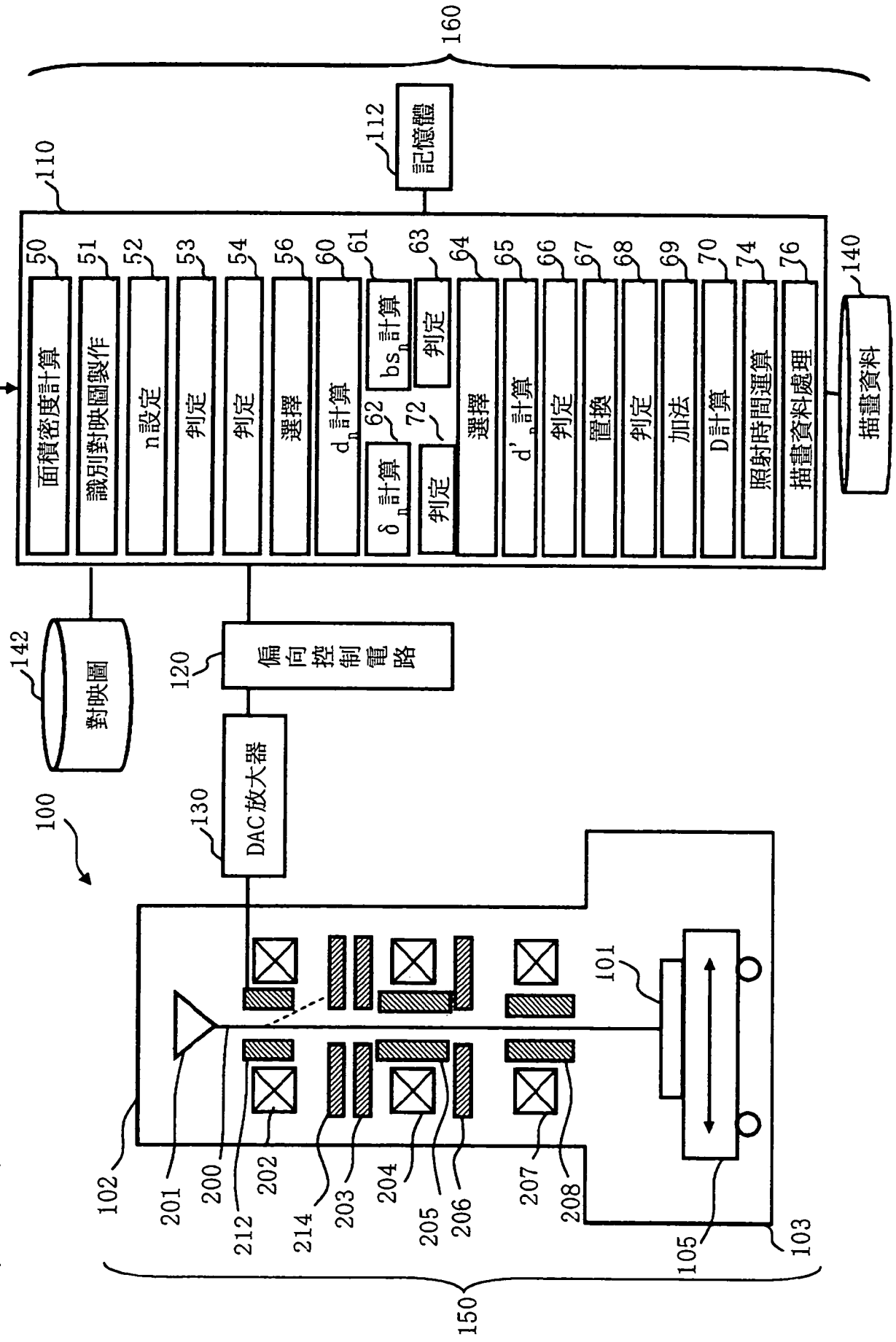
5.如申請專利範圍第 4 項所記載之荷電粒子束描畫方法，其中進而具備：於每一小區域，使用前述第 $n-1$ 次的照射量補正係數，於該小區域照射荷電粒子束後之情形，運算表示被蓄積於除了該小區域之其他複數個小區域之個

別的照射量的反向散射成分係數的合計之第 n 次的反向散射成分係數之工程，

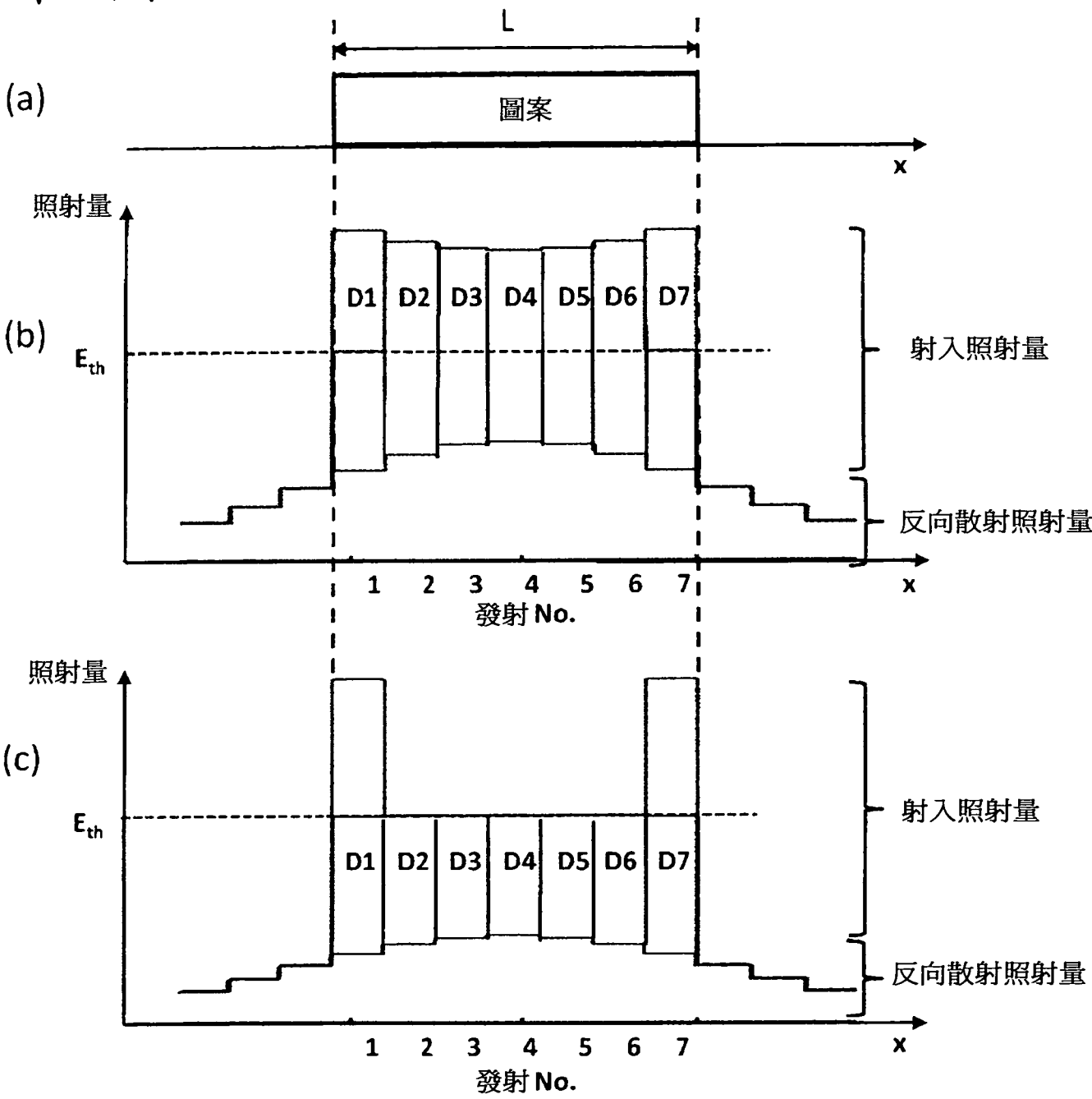
於算出前述第 n 次的照射量補正係數時，使用前述第 n 次的反向散射成分係數。

第1圖

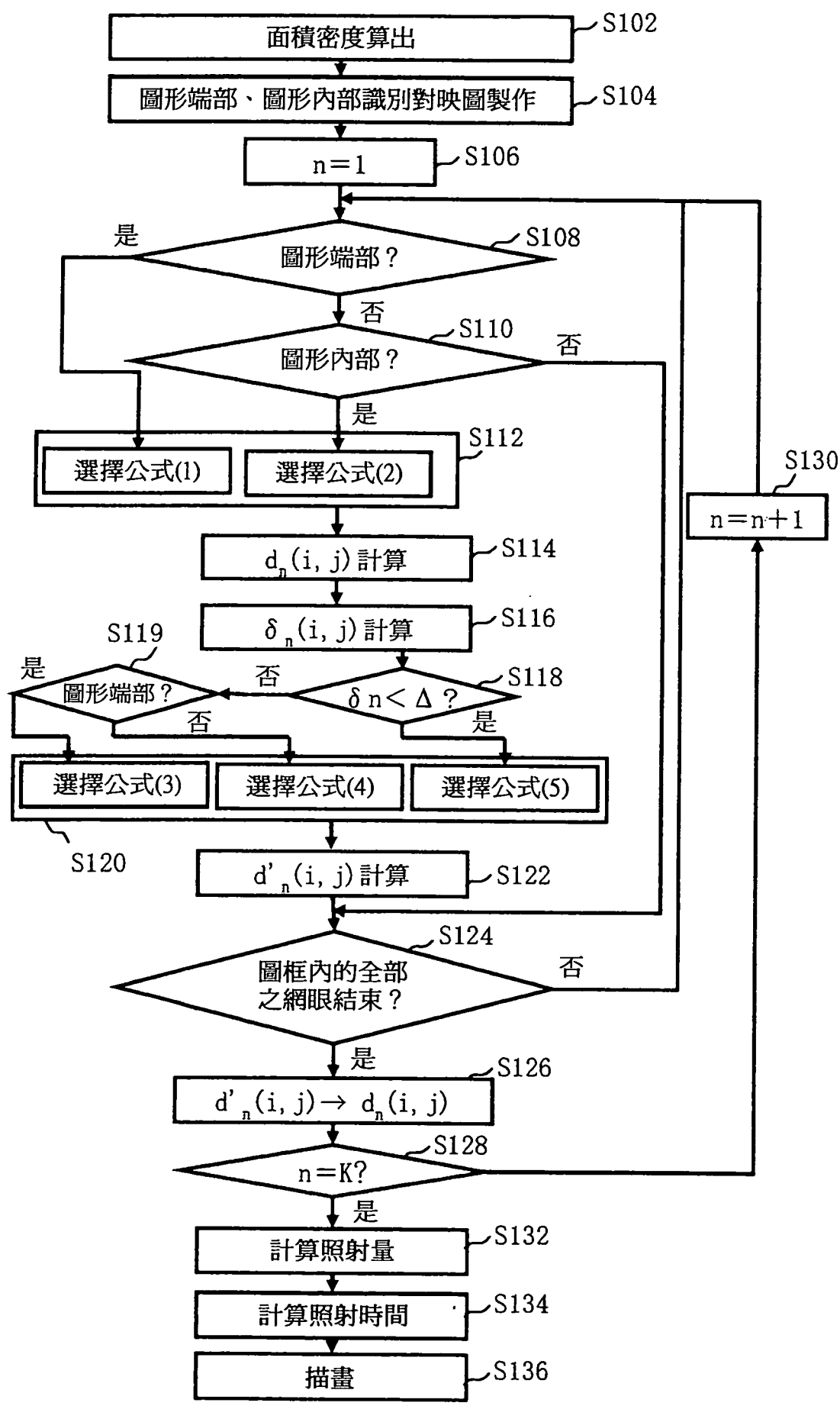
公式1~5



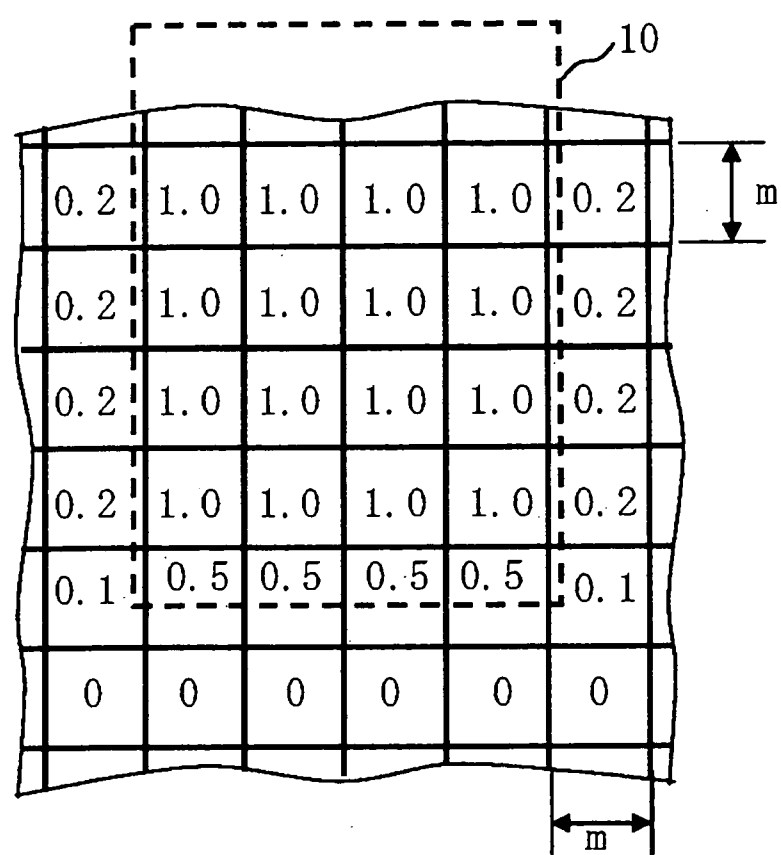
第2圖



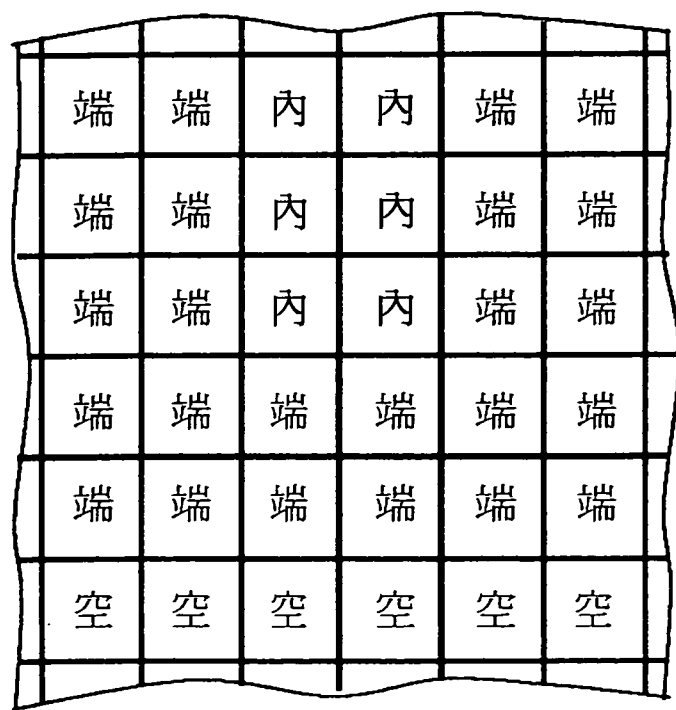
第3圖



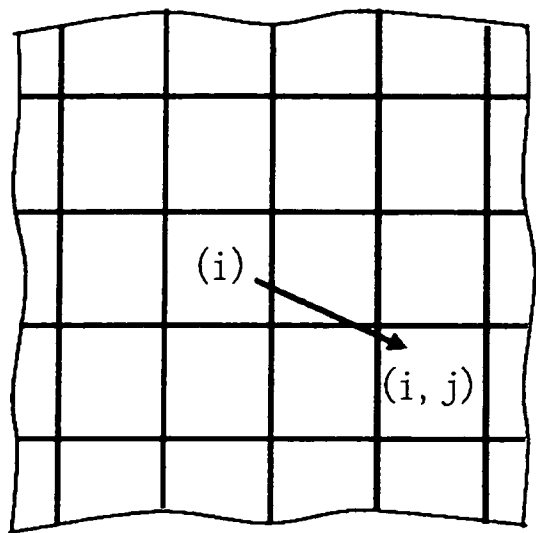
第4圖



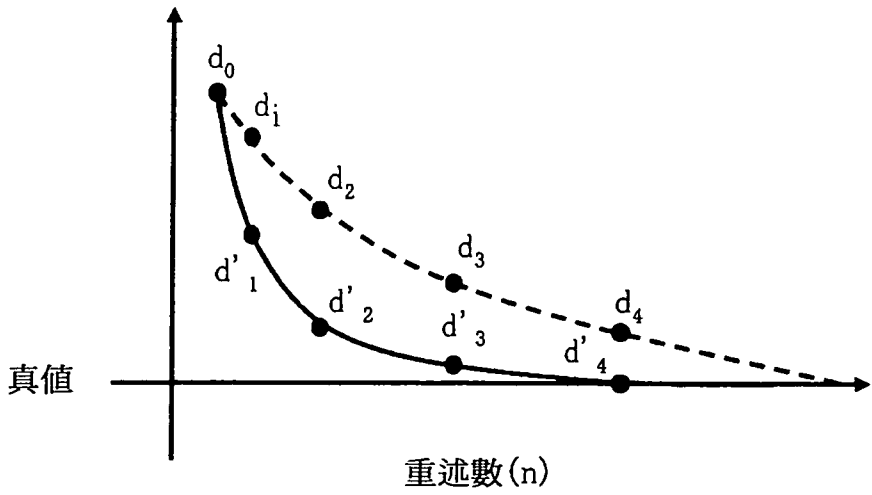
第5圖



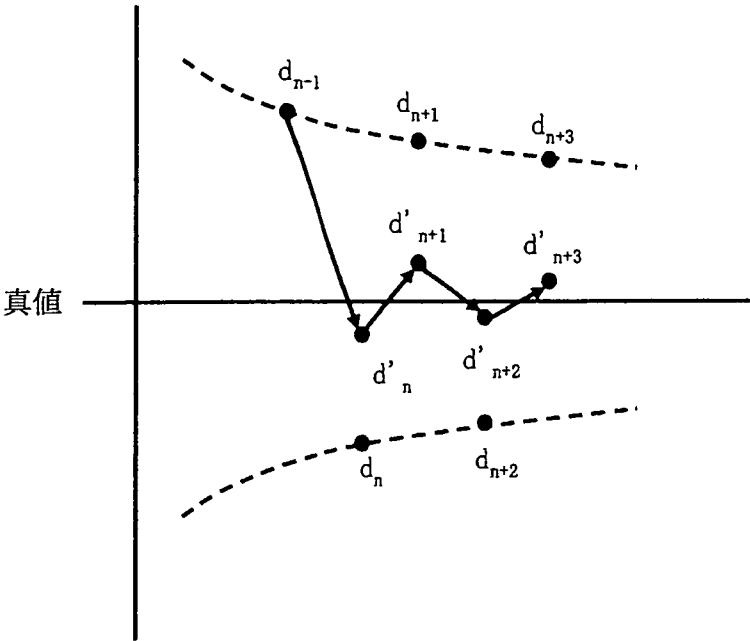
第6圖



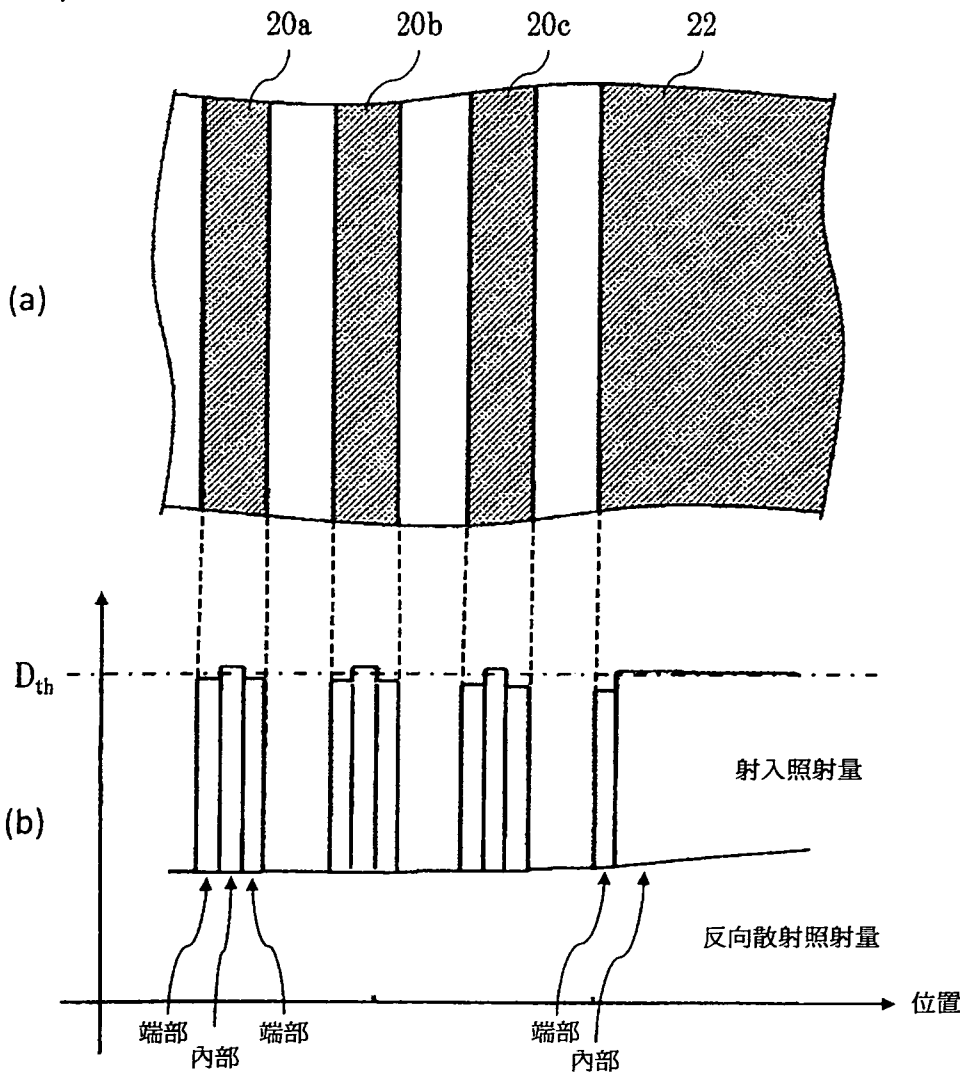
第7圖



第8圖



第9圖



第10圖

