



(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 202305323 A

(43) 公開日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 01 日

(21) 申請案號：111123165

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 22 日

(51) Int. Cl. : G01C11/26 (2006.01)

G06F3/048 (2013.01)

(30) 優先權：2021/07/29 日本

2021-124636

(71) 申請人：日商日立全球先端科技股份有限公司 (日本) HITACHI HIGH-TECH CORPORATION  
(JP)

日本

(72) 發明人：西畑貴喲 NISHIHATA, TAKAHIRO (JP)；高木裕治 TAKAGI, YUJI (JP)；山本磨 YAMAMOTO, TAKUMA (JP)；後藤泰範 GOTO, YASUNORI (JP)；豐田康 TOYODA, YASUTAKA (JP)

(74) 代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：14 共 50 頁

(54) 名稱

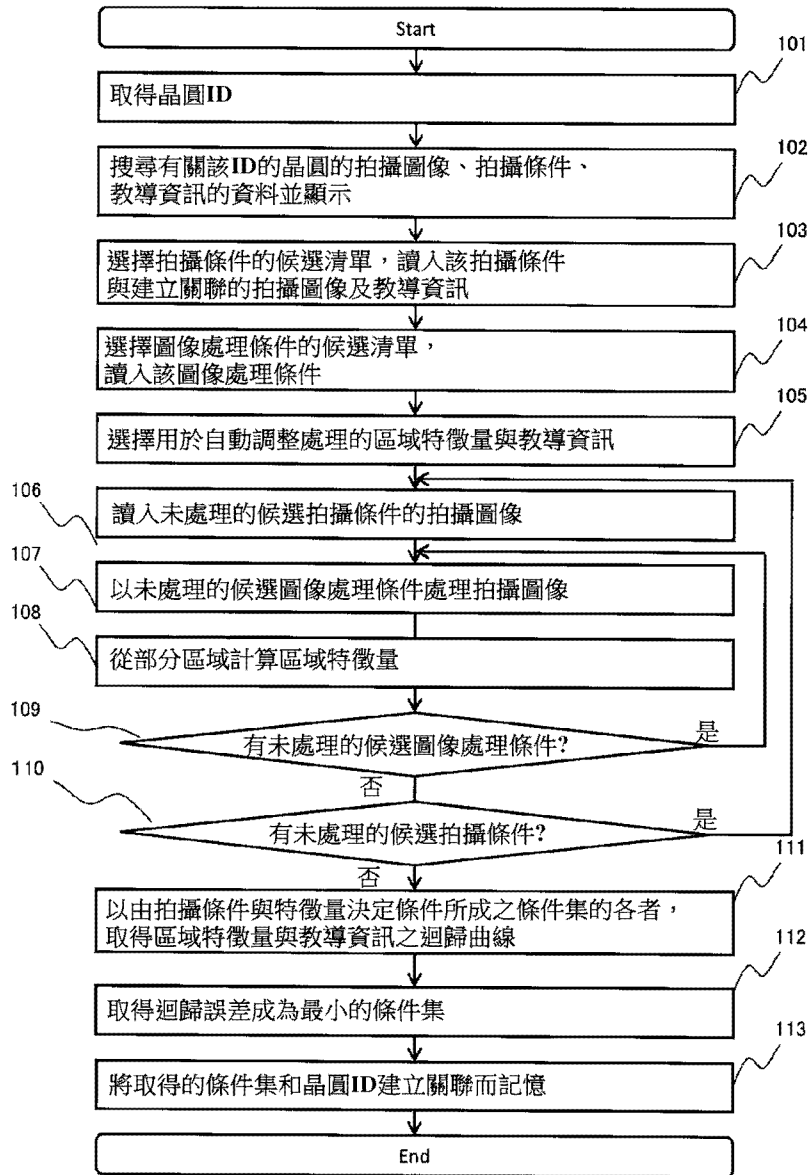
帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定方法、裝置及程式

(57) 摘要

提供一種更適當地決定用來適當地辨識半導體圖樣的條件之方法、裝置及程式。

一種帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定方法，前述方法，包含處理器取得複數個拍攝圖像，各前述拍攝圖像，為透過對形成於晶圓上的圖樣照射帶電粒子線、及檢測從前述圖樣放出的電子而生成的圖像，各前述拍攝圖像，為根據 1 個以上的拍攝條件的其中一者而拍攝的圖像，前述方法，更包含：前述處理器針對各前述拍攝圖像取得教導資訊；及前述處理器取得 1 個以上的特徵量決定條件；及前述處理器針對各前述拍攝圖像，基於各前述特徵量決定條件而算出特徵量；前述拍攝條件及前述特徵量決定條件當中的至少一方為複數，前述方法，包含：前述處理器針對由前述拍攝條件及前述特徵量決定條件的組合所成之條件集的各者，基於前述複數個拍攝圖像而取得前述特徵量與前述教導資訊之迴歸曲線；及前述處理器基於前述迴歸曲線而選擇前述條件集當中的 1 個以上。

指定代表圖：



【圖 1】

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定方法、裝置及程式

### 【英文發明名稱】

METHOD, APPARATUS, AND PROGRAM FOR DETERMINING  
CONDITION RELATED TO CAPTURED IMAGE OF CHARGED  
PARTICLE BEAM APPARATUS

### 【中文】

提供一種更適當地決定用來適當地辨識半導體圖樣的條件之方法、裝置及程式。

一種帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定方法，前述方法，包含處理器取得複數個拍攝圖像，各前述拍攝圖像，為透過對形成於晶圓上的圖樣照射帶電粒子線、及檢測從前述圖樣放出的電子而生成的圖像，各前述拍攝圖像，為根據1個以上的拍攝條件的其中一者而拍攝的圖像，前述方法，更包含：前述處理器針對各前述拍攝圖像取得教導資訊；及前述處理器取得1個以上的特徵量決定條件；及前述處理器針對各前述拍攝圖像，基於各前述特徵量決定條件而算出特徵量；前述拍攝條件及前述特徵量決定條件當中的至少一方為複數，前述方法，包含：前述處理器針對由前述拍攝條件及前述特徵量決定條件的組合

所成之條件集的各者，基於前述複數個拍攝圖像而取得前述特徵量與前述教導資訊之迴歸曲線；及前述處理器基於前述迴歸曲線而選擇前述條件集當中的1個以上。

【指定代表圖】圖 1

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定方法、裝置及程式

## 【英文發明名稱】

METHOD, APPARATUS, AND PROGRAM FOR DETERMINING  
CONDITION RELATED TO CAPTURED IMAGE OF CHARGED  
PARTICLE BEAM APPARATUS

## 【技術領域】

【0001】本發明有關帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定方法、裝置及程式。

## 【先前技術】

【0002】近年來藉由半導體製程製造出的圖樣，愈發微細化與多層結構化，而要求曝光裝置的跨複數層間的圖樣的尺寸計測(例如套疊(overlay)誤差的計測)的精度提升。例如，藉由檢測當對試料照射15kV以上的高加速的電子束時得到的反射電子等，便能計測位於複數個高度的圖樣。

【0003】複數個圖樣間的重疊的變化性也一直在增加。若重疊的情形相異，則在圖像上看起來會相異。對於這樣的課題，專利文獻1說明一種手法，係事先作成作為

區域的交界搜尋的起點之樣板，將此用於圖樣識別，藉此在SEM圖像上僅抽出期望的圖樣。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

**【0004】**

[專利文獻1] 國際公開第2017/130365號手冊

**【發明內容】**

[發明所欲解決之問題]

**【0005】**然而，習知技術中，有著難以決定用來適當地辨識半導體圖樣的條件這樣的課題。作為這樣的條件，例如有拍攝條件、及用來從圖像決定圖樣的特徵量之條件。

**【0006】**要決定拍攝條件，必需對於拍攝對象的結構及帶電粒子線裝置的光學系統及檢測系統的特性有所理解。例如，高加速的電子束，若不配合對象結構設定合適的加速條件，則會導致無法強調欲關注的層的圖樣、或反倒會強調欲關注的層以外的圖樣。

**【0007】**用來從圖像決定圖樣的特徵量之條件，包含圖像處理條件或其組合。圖像處理條件的調整，必需對高等的圖像處理演算法有所理解。例如，針對拍攝到多層的圖樣之拍攝圖像，難以決定用來使特定層的圖樣強調而抑制不需要的層的強調之合適的圖像處理條件。

**【0008】**因此，例如用來決定拍攝條件或特徵量之條

件的決定難度會增加，調整時間會變長，在新建立計測工程時會造成問題。

【0009】本發明係為了解決這樣的課題而創作，目的在於提供一種更適當地決定用來適當地辨識半導體圖樣之條件的技術。

[解決問題之技術手段]

【0010】本發明之方法的一例，

係帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定方法，

前述方法，包含處理器取得複數個拍攝圖像，

各前述拍攝圖像，為透過

-對形成於晶圓上的圖樣照射帶電粒子線；

-檢測從前述圖樣放出的電子；

而生成的圖像，

各前述拍攝圖像，為根據1個以上的拍攝條件的其中一者而拍攝的圖像，前述方法，又，包含：

-前述處理器針對各前述拍攝圖像取得教導資訊；

-前述處理器取得1個以上的特徵量決定條件；

-前述處理器針對各前述拍攝圖像，基於各前述特徵量決定條件而算出特徵量；

前述拍攝條件及前述特徵量決定條件當中的至少一方為複數，

前述方法，包含：

-前述處理器針對由前述拍攝條件及前述特徵量決定



條件的組合所成之條件集的各者，基於前述複數個拍攝圖像而取得前述特徵量與前述教導資訊之迴歸曲線；

-前述處理器基於前述迴歸曲線而選擇前述條件集當中的1個以上。

【0011】本發明之裝置的一例，係執行上述的方法。

【0012】本發明之程式的一例，係令電腦執行上述的方法。

[發明之效果]

【0013】按照本發明之方法、裝置及程式，能夠更適當地決定用來適當地辨識半導體圖樣的條件。

【圖式簡單說明】

【0014】

[圖1]示意拍攝條件及圖像處理條件的選擇工程的流程圖。

[圖2]示意具備拍攝條件及圖像處理條件的選擇機能之圖樣尺寸及套疊誤差的計測裝置的概要的方塊圖。

[圖3]示意設定拍攝條件及圖像處理條件的自動選擇機能之GUI畫面的一例的圖。

[圖4]示意具有多層構造的二維半導體元件的一部分及其SEM圖像的一例的圖。為下層圖樣與上層圖樣雙方穿透而看得見的例子。

[圖5]示意具有多層構造的二維半導體元件的一部分及其

SEM圖像的一例的圖。為下層圖樣的一部分被上層圖樣遮擋而看不見的例子。

[圖 6]示意以不適當的拍攝條件拍攝了圖 4A 的圖樣而得之 SEM 圖像的例子的圖。

[圖 7]示意以不適當的拍攝條件拍攝了圖 5A 的圖樣而得之 SEM 圖像的例子的圖。

[圖 8]示意將圖 4 的圖樣設為對象而以一個以上的圖像處理條件抽出部分區域的例子的圖。

[圖 9]示意將圖 5 的圖樣設為對象而以一個以上的圖像處理條件抽出部分區域的例子的圖。

[圖 10]示意以一個以上的特徵量決定條件得到的部分區域的特徵量與教導資訊之迴歸曲線的例子的圖。

[圖 11]示意掃描電子顯微鏡的一例的圖。

[圖 12]示意在圖 5 般下層圖樣一部分被遮擋而看不見的例子中，從圖樣的深度等尺寸考量遮擋情況而模型化而成之迴歸曲線的例子的圖。

[圖 13]示意實施例 2 中將電子束傾斜而拍攝圖 4 的圖樣，藉此擬似地使套疊誤差產生之 SEM 圖像的例子的圖。

[圖 14]示意實施例 2 中將電子束傾斜而拍攝圖 5 的圖樣，藉此擬似地使套疊誤差產生之 SEM 圖像的例子的圖。

## 【實施方式】

【0015】以下基於所附圖面說明本發明之實施形態。

【0016】

**[實施例 1]**

實施例 1 中，活用套疊為已知的實驗用品圓。

〈作為本實施例的對象之半導體圖樣例〉

以下有時將半導體圖樣簡稱為圖樣。圖樣例如藉由二維形狀表示。若將拍攝半導體晶圓的 SEM 的電子束的加速電壓提高，則電子束會穿透，針對下層的圖樣會得到例如圖 4 的 SEM 圖像 404、407 及圖 5 的 SEM 圖像 505、506 這樣的像。

**【0017】** 圖 4A 當中，紙面上側的圖 4A(a) 示意 SEM 圖像 (例如對應於上視圖)，紙面下側的圖 4(b) 示意沿著圖 4A(a) 的單點鏈線之垂直剖視圖。針對圖 4B、圖 5、圖 6、圖 7、圖 13 及圖 14 亦同。

**【0018】** 圖 4A 示例的半導體試料中，包含以下的圖樣。

-在彼此間形成複數個溝槽(溝狀圖樣)的複數個上層圖樣 401

-構成溝槽的底部的圖樣 402

-位於圖樣 401 的下層，以延著和圖樣 401 的長邊方向正交的方向之方式形成的下層圖樣 403

**【0019】** SEM 圖像 404 中，顯示圖樣 401~403。若為低加速的電子束，無法到達未露出至試料表面的圖樣 403，圖樣 403 不會顯示，但若照射高加速的電子束，則電子束會穿過圖樣 401、402 而到達圖樣 403，因此圖樣 403 會顯

示。

【0020】另一方面，圖樣401位於圖樣403的一部分亦即部位405的上層，圖樣402位於圖樣403的一部分亦即部位406的上層。由於電子束穿透的層的有無、厚度、材質等，放出的電子量亦即圖像的亮度相異。因此，一個圖樣(圖樣403)會以複數個圖像濃淡度被描繪出。

【0021】圖4B示意當上層圖樣401與位於溝槽的底部的圖樣402與下層圖樣403之間發生了套疊誤差的情形下之SEM圖像407及其剖視圖。SEM圖像407的各部位的亮度和SEM圖像404沒有不同，但SEM圖像407中部位406會根據套疊誤差而以偏離的狀態被拍到。

【0022】圖4所示例子中，理想是圖樣403的兩端如部位406所示般朝位於溝槽的底部的圖樣402均等地延伸，故較佳是能夠確認圖樣間的關係是否為這樣子。是故，若要以圖4所示SEM圖像計測套疊誤差，較佳是抽出上層圖樣401、位於溝槽的底部的圖樣402、下層圖樣403的各者的區域。

【0023】此外，圖5A示例的半導體試料中，包含以下的圖樣。

-形成於深的(例如微米尺度以上的)孔圖樣的上層的圖樣501

-構成孔圖樣的下層的圖樣502

-孔底顯現的圖樣503

【0024】SEM圖像505中，顯示有圖樣501~503、及孔

圖樣的側壁部的圖樣 504。若為低加速的電子束，從孔底顯現的圖樣 503 放出的電子無法從上面脫離(例如被側壁吸收)，圖樣 503 不會顯示。另一方面，若照射高加速的電子束，則從圖樣 503 放出的電子會穿過圖樣 501 而能夠從上面脫離，因此圖樣 503 會顯示。

**【0025】**圖 5B 示意當上層圖樣 501 與下層圖樣 503 之間發生了套疊誤差的情形下之 SEM 圖像 505 及其剖視圖。不同於圖 4，由於孔較深，孔底顯現的圖樣 503 當中的被上層圖樣 501 重疊的部位，即使是高加速射束也無法往復穿過上層圖樣 501。因此，在 SEM 圖像上不會完全顯現圖樣 503 的形狀，而會被圖樣 501 與側壁部位的圖樣 504 的亮度蓋過。

**【0026】**圖 5 所示例子中，理想是下層圖樣 503 位於孔底的中心，故較佳是能夠確認圖樣間的關係是否為這樣子。是故，若要以圖 5 所示圖像計測套疊誤差，較佳是抽出孔底顯現的圖樣 502、圖樣 503 的各者的區域。

**【0027】**圖 4 與圖 5 所示 SEM 圖像例皆是能夠在 SEM 圖像上確認剖視圖所示上層圖樣與下層圖樣的情況。但，若要像這樣在圖像上使圖樣強調，必需適當地決定加速電壓或檢測器的能量辨別條件等的拍攝條件。

**【0028】**拍攝條件例如包含有關以下的至少一方之資訊。

- 帶電粒子線的照射能量
- 檢測放出的電子時運用的能量的閾值

【0029】若運用這樣的拍攝條件，則藉由適當地調節拍攝條件而能夠取得良好的圖像的可能性提高。

【0030】圖4與圖5的半導體圖樣中，拍攝條件不合適的情形下的SEM圖像的例子各自示意於圖6與圖7。圖6A中，示意加速電壓太低因此未成功強調下層圖樣403的SEM圖像605。圖6B中，反之示意加速電壓太高因此上層圖樣401與位於溝槽的底部的圖樣402之亮度對比消失的SEM圖像606。同樣地，圖7A中示意加速電壓太低因此未成功強調孔底顯現的圖樣503的SEM圖像705，圖7B中反之示意加速電壓太高而孔底與側壁的亮度的對比消失的SEM圖像706。

【0031】建立圖樣尺寸或套疊誤差的計測工程時，有時作業員會以手動調整拍攝條件，以免成為圖6或圖7所示不合適的SEM圖像。但，這如前述般，必需對於拍攝對象的結構及帶電粒子線裝置的光學系統及檢測系統的特性有所理解。此外，就算得到圖4或圖5所示SEM圖像，用來決定作為區域特徵量的期望的圖樣尺寸或套疊誤差之特徵量決定條件，有時仍會以作業員手動調整。但，這同樣如前述般，必需對於圖樣尺寸或套疊誤差計測的圖像處理演算法有所理解。因此，拍攝條件與特徵量決定條件的調整對於作業員的負擔大，調整需要時間，成為待解問題。

### 【0032】

〈實施例1之帶電粒子線裝置〉

圖11為示意實施例1中可利用的帶電粒子線裝置的一

種亦即掃描電子顯微鏡(Scanning Electron Microscope : SEM)1100的概要的圖。藉由引出電極 1102而從電子源 1101被引出，並藉由未圖示的加速電極而被加速之電子束 1103，係藉由匯聚透鏡(converging lens)的一個形態即聚光透鏡(condensing lens)1104被集中後，藉由掃描偏向器 1105，在試料 1109上以一維或二維方式掃描。電子束 1103藉由對內建於試料台 1108的電極施加之負電壓而受到減速，且藉由對物透鏡(objective lens)1106的透鏡作用而被匯聚，照射至試料 1109上。

【0033】一旦電子束 1103照射至試料 1109，則從該照射處會放出如二次電子、及背向散射電子等的電子 1110。放出的電子 1110，藉由因施加於試料之負電壓所造成的加速作用，而朝電子源方向受到加速，朝變換電極 1112衝撞，使得二次電子 1111產生。從變換電極 1112放出的二次電子 1111，被檢測器 1113捕捉，因應捕捉到的二次電子量，檢測器 1113的輸出會變化。因應該輸出，未圖示之顯示裝置的亮度會變化。例如當形成二維像的情形下，將對掃描偏向器 1105的偏向訊號、以及檢測器 1113的輸出取得同步，藉此形成掃描區域的圖像。

【0034】另，圖 11示例的掃描電子顯微鏡，為可對未圖示的加速電極施加高電壓(例如 15kV以上)之裝置，藉由以高加速照射電子束，能夠使電子束到達未露出至試料表面的埋設圖樣等。

【0035】另，圖 11例子中雖說明了將從試料放出的電

子於變換電極暫且變換而予以檢測之例子，但當然不限於這樣的構成，例如亦可採用在受到加速之電子的軌道上配置電子倍增管或檢測器的檢測面這樣的構成。此外，變換電極1112及檢測器1113未必各為一個，亦可構成為具有相對於光軸朝方位角方向或仰角方向被分割而成之複數個檢測面與對應於各檢測面的檢測器。若為此構成，能夠以一次的拍攝同時取得檢測器的數量的拍攝圖像。

【0036】控制裝置1120例如具備以下的機能。

- 控制掃描電子顯微鏡的各構成要素的機能
- 基於檢測出的電子而形成圖像的機能
- 計測形成於試料上的圖樣的圖樣寬度的機能(例如基於稱為線廓(line profile)的檢測電子的強度分布而計測)

【0037】此外，在控制裝置1120內，包含主要控制SEM的光學條件的SEM控制裝置、與進行藉由檢測器1113而得到的檢測訊號的訊號處理的訊號處理裝置。控制裝置1120包含用來控制射束的掃描條件(方向或速度等)的掃描控制裝置。此外，在控制裝置1120內備有未圖示的記憶媒體，亦可記憶有使電腦(包含處理器)執行如後述般的圖像處理或演算的程式。電腦亦可為計算機。

【0038】

〈實施例1的處理流程〉

圖1為示意實施例1之拍攝條件及特徵量決定條件的選擇工程的流程圖。此流程圖表示帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定方法。控制裝置1120藉由執行圖1所示方



法，而作用成為決定帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件的裝置。

【0039】圖1所示方法，例如可藉由具有公知的硬體構成的電腦而執行。電腦例如具備演算手段及記憶手段。演算手段例如包含處理器，記憶手段例如包含半導體記憶裝置及磁碟裝置等的記憶媒體。記憶媒體的一部分或全部亦可為非暫態性(non-transitory)記憶媒體。

【0040】此外，電腦亦可具備輸出入手段。輸出入手段例如包含鍵盤及滑鼠等的輸入裝置、與顯示器及印表機等的輸出裝置、與網路介面等的通訊裝置。

【0041】記憶手段亦可記憶程式。藉由處理器執行此程式，電腦亦可執行本實施形態中說明的機能。

【0042】圖2示意包含這樣的電腦的具體例。圖2為示意具有自動選擇拍攝條件與特徵量決定條件之機能的裝置200的一例的圖。裝置200例如為計測圖樣尺寸及套疊誤差的裝置。

【0043】裝置200具有作為電腦的構成，藉由執行帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定方法(例如圖1所示者)，而作用成為帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定裝置。

【0044】裝置200具備以下的構成要素。

-從圖11示例的掃描電子顯微鏡般的圖像生成裝置輸入圖像資訊，而輸出計測結果等的輸出入部205

-在GUI圖像上受理必要的資訊的輸入的操作部204

-記憶以下的資訊的記憶部 206

\* 用於自動選擇的拍攝圖像

\* 拍攝條件

\* 教導資訊(例如能夠從圖樣直接地或間接地測定的資訊)

\* 特徵量決定條件

\* 裝置 200 的動作之程式

-具備演算部 202 的控制部 201。演算部 202，基於從輸出入部 205 輸入的圖像資訊、與從操作部 204 或記憶部 206 輸入的各條件資訊等，而執行拍攝條件與特徵量決定條件的自動選擇或計測所需要的演算處理

-顯示以下的資訊的顯示部 203

\* 藉由掃描電子顯微鏡而得到的圖像

\* 基於圖像而得到的計測結果

\* GUI 圖像

【0045】圖 1 的處理中，首先操作部 204 取得用於自動選擇的晶圓的 ID(步驟 101)。晶圓 ID 為用來識別晶圓的識別資訊。

【0046】基於被輸入的該晶圓 ID，記憶部 206 搜尋有關該晶圓的資訊(拍攝圖像、拍攝條件、教導資訊)的資料，顯示於顯示部 203(步驟 102)。像這樣，複數個拍攝圖像的各者是和晶圓 ID 關聯而被取得。這裡，亦可取得全部和晶圓 ID 關聯的拍攝圖像，但取得的拍攝圖像亦可更基於其他資訊(後述的拍攝位置等)而被限定，在該情形下，亦

可於更後面的時間點取得拍攝圖像。若依此方式，則僅會取得合適的拍攝圖像而有效率。

【0047】另，和晶圓ID建立關聯的拍攝圖像、拍攝條件、教導資訊等的資料，能夠早於自動選擇處理而事先取得而預先存儲於記憶部206。作為此資料集的一例，可設想對於一般性的半導體檢查用SEM裝置中備有的自動拍攝機能的設定資料檔(以下表記為「拍攝配方」)依每一拍攝圖像將教導資訊建立關聯而成之資料檔等。拍攝配方中，一般記錄著使用者設定好的拍攝條件與拍攝對象的晶圓ID、以及晶圓內的拍攝位置。

【0048】資料結構的具體例如下所述。

-複數個拍攝位置被建立關聯至各晶圓ID。

-針對各拍攝位置，在該位置拍攝的1個以上的拍攝圖像被建立關聯。亦即，拍攝圖像包含在複數個位置拍攝的圖像。藉由依此方式，能夠基於各式各樣的位置的拍攝圖像而有效地進行學習。

-針對各拍攝圖像，1個以上的拍攝條件的其中一者被建立關聯。亦即，各拍攝圖像，為根據1個以上的拍攝條件的其中一者而拍攝的圖像。

-針對各拍攝圖像，1個以上的教導資訊被建立關聯。

【0049】教導資訊例如包含圖樣的套疊誤差。藉由運用這樣的教導資訊，於半導體製造中能夠運用有用的評估基準。

【0050】各拍攝圖像，為透過

- 對形成於晶圓上的圖樣照射帶電粒子線；
- 檢測從圖樣放出的電子；

而生成的圖像。這樣的圖像，例如能夠訂為藉由掃描電子顯微鏡1100拍攝的圖像。

【0051】接著，操作部204依據使用者的操作選擇拍攝條件的候選清單(包含1個以上被選擇作為候選的拍攝條件)，演算部202從記憶部206讀入並取得和被選擇的拍攝條件建立關聯的拍攝圖像及其教導資訊(步驟103)。像這樣，複數個拍攝圖像的各者是和拍攝條件的其中一者關聯而被取得，故使用者不必個別地指定拍攝圖像而有效率。

【0052】若要增加可選擇的拍攝條件，例如可運用僅改變拍攝條件的拍攝配方來做自動拍攝。

【0053】接著，操作部204依據使用者的操作選擇圖像處理條件的候選清單(包含1個以上被選擇作為候選的圖像處理條件)，演算部202從記憶部206讀入此候選圖像處理條件(步驟104)。

【0054】這裡，所謂圖像處理條件，例如為用來從圖像抽出部分區域的條件，例如當圖像處理演算法為基於單純的圖像亮度之閾值處理的情形下，圖像處理條件包含有關亮度的資訊(例如亮度的閾值)。基於亮度之圖像處理周知有多數種方式，能夠運用多樣的演算法。

【0055】或者，當運用以如專利文獻1講述般的樣板作為起點的Graphcut法的情形下，圖像處理條件亦可包含Graphcut法中運用的權重參數。或者，當運用基於深度學

習等之手法的情形下，圖像處理條件亦可包含網路的超參數(Hyperparameter)。

【0056】可選擇的圖像處理條件可由使用者任意設定而增加，亦可將各圖像處理條件在某一範圍內均等或者隨機地改變而增加。

【0057】接著，操作部204依據使用者的操作而選擇用於自動選擇處理的特徵量與教導資訊，演算部202將其讀入並取得(步驟105)。

【0058】這裡所謂特徵量，例如為基於從拍攝圖像抽出的部分區域而被決定的區域特徵量。作為例子，當計測對象為圖樣的尺寸的情形下，區域特徵量例如包含以下當中的至少1個。

- 部分區域的面積
- 部分區域的周長
- 部分區域的最大徑
- 部分區域的最小徑

【0059】藉由運用這樣的區域特徵量，能夠適當地評估部分區域的特定的尺寸。

【0060】在此情形下，藉由1個圖像處理條件，從1個圖像決定1個特徵量。亦即，1個特徵量決定條件包含1個圖像處理條件。

【0061】此外，依計測對象而定，可運用由複數個圖像處理條件所成之組合作為特徵量決定條件。計測對象為套疊誤差的情形便屬該例子。例如，特徵量決定條件包含

第1圖像處理條件及第2圖像處理條件。演算部202針對各拍攝圖像，基於第1圖像處理條件而抽出第1部分區域，同樣地針對該拍攝圖像基於第2圖像處理條件而抽出第2部分區域。在此情形下，區域特徵量例如包含以下當中的至少1個。

-第1部分區域的中心位置與第2部分區域的中心位置之偏離量

-第1部分區域與第2部分區域重疊的部分的面積

-第1部分區域與第2部分區域重疊的部分的周長

-第1部分區域與第2部分區域重疊的部分的最大徑

-第1部分區域與第2部分區域重疊的部分的最小徑

【0062】藉由運用這樣的區域特徵量，能夠適當地評估部分區域間的特定的重複部分的尺寸。

【0063】另，決定1個特徵量決定條件中包含的圖像處理條件的數量之方法可適宜設計，但例如能夠和各教導資訊建立關聯而事前決定，演算部202基於被選擇的教導資訊來決定。例如，當教導資訊為最大徑的情形下，1個特徵量決定條件僅包含1個圖像處理條件，當教導資訊為套疊誤差的情形下，1個特徵量決定條件包含2個圖像處理條件的組合。

【0064】演算部202基於步驟101~105中讀入的拍攝圖像、拍攝條件、教導資訊、及特徵量決定條件，以各候選圖像處理條件來處理各候選拍攝條件中的各拍攝圖像，得到各個的部分區域圖像，基於各部分區域圖像而計算區域

特徵量(步驟106~110)。

【0065】例如，演算部202於步驟106中取得根據1個拍攝條件而拍攝的拍攝圖像。

【0066】接著，演算部202於步驟107中針對各拍攝圖像取得1個候選清單中包含的圖像處理條件。如上述般，圖像處理條件為用來決定區域特徵量的條件，故也能夠稱為特徵量決定條件。

【0067】接著，演算部202基於該圖像處理條件而處理圖像而抽出部分區域。

【0068】接著，演算部202於步驟108中基於1個以上的部分區域而算出區域特徵量。當為了算出區域特徵量必需要複數個部分區域的情形下，相對於步驟108執行1次，亦可將步驟106及107各自執行複數次。

【0069】像這樣，演算部202針對各拍攝圖像，基於特徵量決定條件(包含單一的圖像處理條件，或包含由複數個圖像處理條件所成之組合)而算出區域特徵量。

【0070】按照這樣的處理，不論是從1個部分區域算出單一的區域特徵量的情形，還是從複數個部分圖像算出單一的區域特徵量的情形(套疊誤差計測等)，本實施例中皆可應對。

【0071】接著，演算部202於步驟109中，當尚有未處理的圖像處理條件的情形下回到步驟107，針對所有的圖像處理條件進行處理。

【0072】接著，演算部202於步驟110中，當尚有未處

理的拍攝條件的情形下回到步驟 106，針對所有的拍攝條件進行處理。

【0073】圖 8 示意將圖 4 的圖樣設為對象而以一個以上的圖像處理條件抽出部分區域的例子。圖 9 示意將圖 5 的圖樣設為對象而以一個以上的圖像處理條件抽出部分區域的例子。

【0074】拍攝條件 1 為合適的拍攝條件，拍攝條件 2 示意不合適的拍攝條件。拍攝位置 1 對應於圖樣正確地形成的位置，拍攝位置 2 對應於圖樣未正確地形成的位置。部分區域圖像，各自示意抽出相異的層的圖樣的樣子。本實施例中，從此拍攝條件與圖像處理條件之組合條件，藉由後述的處理導出適當的組合條件。

【0075】另，如前述般亦可藉由複數個檢測器而以一次的拍攝得到拍攝圖像。此外，圖 8 及圖 9 中，各部分區域是藉由白與黑的二元值圖像表示，但依圖像處理演算法而定亦可藉由三元值以上的圖像表示。

【0076】演算部 202，針對由拍攝條件及特徵量決定條件的組合所成之條件集的各者，基於複數個拍攝圖像而取得區域特徵量與教導資訊之迴歸曲線(步驟 111)。

【0077】例如，當拍攝條件的候選清單包含拍攝條件 A1 及 A2，特徵量決定條件由單一的圖像處理條件所成，圖像處理條件的候選清單包含圖像處理條件 B1 及 B2 的情形下，條件集如下般成為 4 種，合計會取得 4 個迴歸曲線。

-條件集 X1：拍攝條件 A1 & 圖像處理條件 B1



- 條件集 X2：拍攝條件 A1 & 圖像處理條件 B2
- 條件集 X3：拍攝條件 A2 & 圖像處理條件 B1
- 條件集 X4：拍攝條件 A2 & 圖像處理條件 B2

【0078】此外，例如當拍攝條件的候選清單包含拍攝條件 A1 及 A2，特徵量決定條件由 2 個圖像處理條件所成，圖像處理條件的候選清單包含圖像處理條件 B1、B2 及 B3 的情形下，特徵量決定條件如下般成為 3 種。

- 特徵量決定條件 C1：圖像處理條件 B1 + B2
- 特徵量決定條件 C2：圖像處理條件 B1 + B3
- 特徵量決定條件 C3：圖像處理條件 B2 + B3

條件集如下般成為 6 種，合計會取得 6 個迴歸曲線。

- 條件集 Y1：拍攝條件 A1 & 特徵量決定條件 C1
- 條件集 Y2：拍攝條件 A1 & 特徵量決定條件 C2
- 條件集 Y3：拍攝條件 A1 & 特徵量決定條件 C3
- 條件集 Y4：拍攝條件 A2 & 特徵量決定條件 C1
- 條件集 Y5：拍攝條件 A2 & 特徵量決定條件 C2
- 條件集 Y6：拍攝條件 A2 & 特徵量決定條件 C3

【0079】另，這裡，條件集為複數。亦即，拍攝條件及特徵量決定條件當中的至少一方為複數。

【0080】圖 10 示意運用套疊誤差作為教導資訊，而運用區域特徵量相異的部分區域間的中心偏離量的情形下之迴歸曲線的例子。一例中迴歸曲線運用單純的直線。例如，當將區域特徵量訂為 X，將教導資訊亦即套疊誤差訂為 Y 的情形下，運用  $Y=aX+b$  (惟 a, b 為常數) 的直線。另，

圖 10 所示迴歸曲線表示參考例，和實施例 1 未必匹配。

【0081】藉由將迴歸曲線訂為直線，能夠減低計算量。

【0082】此外，迴歸曲線較佳是將半導體圖樣之尺寸(例如高度、徑、套疊誤差等)運用於參數而表示。若依此方式，能夠適當地評估半導體圖樣。

【0083】迴歸曲線亦可運用曲線而非直線。特別是如圖 12 所示般，隨著套疊誤差變大而孔底顯現的下層圖樣逐漸被上層圖樣遮擋的情況下，下層圖樣僅在孔底內才會被抽出，因此中心的偏離量的上限即是孔底的半徑。這樣的情形下，可能運用孔的徑或深度這類尺寸而模型化而成之函數較好，而非直線。例如，迴歸曲線亦可為多項式曲線、雙曲線、或 S 型曲線(sigmoid curve)。亦即，亦可訂為  $Y=f(X)$ ，而在  $f(X)$  運用表示該些曲線的函數。

【0084】藉由運用這樣的迴歸曲線，可達成條件集的更彈性的評估。此外，例如即使當區域特徵量與教導資訊非單純一致的情形，或當區域特徵量的維度和教導資訊的維度相異的情形下，仍能適當地評估條件集。

【0085】步驟 111 之後，演算部 202 選擇該些迴歸曲線當中的迴歸誤差成為最小者，取得和其對應的條件集(步驟 112)。亦即，演算部 202 基於迴歸曲線而選擇 1 個條件集。另，作為變形例，亦可選擇複數個條件集(例如前段規定範圍)。

【0086】最後，記憶部 206 將被選擇的條件集(亦即拍

攝條件與特徵量決定條件之組合。另，如上述般特徵量決定條件包含1個以上的圖像處理條件)建立關聯至晶圓ID並記憶。

【0087】圖1的處理能夠針對所有的晶圓ID執行。其後，當以某一晶圓作為對象而計測套疊計測誤差的情形下，能夠由操作部204取得該晶圓的晶圓ID，演算部202從記憶部206讀入針對該晶圓ID而被選擇的條件集，運用該條件集進行拍攝及圖像處理。若運用此條件集，便可適當地計測圖樣尺寸或套疊誤差。

【0088】本實施例中，作為步驟102中講述的教導資訊，套疊誤差是運用已知的實驗用晶圓。實驗用晶圓，例如是藉由以曝光機將圖樣轉印至晶圓上時，刻意地錯開曝光位置來作成。藉此，能夠對圖樣的每一曝光範圍作成套疊誤差相異的實驗用晶圓。把在此實驗用晶圓上的哪個位置錯開了多少曝光範圍這一資訊和拍攝配方建立關聯，藉此便可在步驟102作成必要的資料集。

【0089】

[實施例2]

實施例2中，活用傾斜射束。本實施例，是於實施例1中教導資訊變更成取代套疊誤差或除此之外更包含帶電粒子線的照射角度。

【0090】本實施例中的裝置構成，能夠訂為和實施例1中說明的圖11所示掃描電子顯微鏡的構成相同。

【0091】對於圖4A、圖5A所示圖樣各自照射並正上

方向的電子束 1301、1401 並掃描的情形下之 SEM 圖像 1303，1403 如圖 13A、圖 14A 所示。此外，各自照射傾斜的電子束 1302、1402 並掃描的情形下之 SEM 圖像 1304，1404 如圖 13B、圖 14B 所示。

【0092】圖 13 例子中，藉由使電子束傾斜，能夠生成和圖 4B 的 SEM 圖像 407 所示有套疊誤差的圖像類似之圖像。也就是說，若將此電子束的照射角度訂為教導資訊，將區域特徵量訂為相異的部分區域間的中心偏離量，則能夠自動地選擇適合上層與下層的套疊誤差計測之拍攝條件及圖像處理條件。

【0093】此外，圖 14 例子中，藉由使電子束傾斜，能夠生成模擬孔圖樣的上面的開口部與孔底之套疊誤差的圖像。也就是說，若將此電子束的照射角度訂為教導資訊，將區域特徵量訂為相異的部分區域間的中心偏離量，則能夠自動地選擇適合此套疊誤差的計測之拍攝條件及圖像處理條件。

【0094】此套疊誤差示意深孔的傾斜情況，和圖 5 中講述的距下層圖樣的中心的偏離為不同的指標，但同為深孔工程中的有用的管理指標的一種。

【0095】按照本實施例，不必準備特殊的實驗用樣本，僅靠掃描電子顯微鏡裝置便能進行教導資訊之取得及拍攝條件與圖像處理條件之自動選擇。

【0096】

[實施例 3]

實施例3中，活用電氣特性值。

本實施例，是於實施例1中教導資訊變更成取代套疊誤差或除此之外更包含電氣特性資訊。本實施例中的裝置構成，能夠訂為和實施例1中說明的圖2所示方塊圖及圖11所示掃描電子顯微鏡的構成相同。

【0097】一般而言，半導體元件會在配線工程後，基於確認其電氣性能的良莠之目的而進行電氣特性檢查。是故，有時藉由運用表示此電氣特性的良莠的教導資訊(例如靜電電容、電阻等)，可進行拍攝條件及圖像處理條件的最佳化。

【0098】按照本實施例，可基於電氣性能這一半導體元件的最終性能來進行拍攝條件及圖像處理條件的最佳化。

【0099】另，實施例1~3中講述了同時自動選擇拍攝條件與圖像處理條件雙方之方法，但亦可訂為固定一方的條件而僅自動選擇另一方這樣的運用方式。

【0100】

[實施例4]

實施例4中，使用GUI(圖形使用者介面)。

本實施例，是於實施例1~3任一者中變更成更運用特定的GUI。圖3所示拍攝條件與圖像處理條件的自動選擇機能方塊300，是將以下的構成要素顯示於畫面上。

-晶圓ID的輸入方塊304

-候選拍攝條件的選擇方塊301(用來選擇拍攝條件的

選擇方塊。步驟101~103)

-候選圖像處理條件的選擇方塊302(用來選擇特徵量決定條件的選擇方塊。步驟104)

-區域特徵量及教導資訊的選擇方塊303(用來選擇教導資訊的選擇方塊。步驟105)

**【0101】** 按照實施例4，操作部204輸出用來取得教導資訊及特徵量決定條件的GUI，故使用者能夠容易地輸入必要的項目。

**【0102】** 如圖3所示，GUI亦可顯示和拍攝條件建立關聯的教導資訊。若依此方式，使用者能夠容易地掌握可利用的教導資訊。

### **【符號說明】**

#### **【0103】**

200:裝置

201:控制部(處理器)

202:演算部

203:顯示部

204:操作部

205:輸出入部

206:記憶部

300:自動選擇機能方塊

301~303:選擇方塊

304:輸入方塊

401~403:圖樣

404:SEM圖像

405:部位

406:部位

407:SEM圖像

501~504:圖樣

505:SEM圖像

605:SEM圖像

606:SEM圖像

705:SEM圖像

706:SEM圖像

1100:掃描電子顯微鏡

1101:電子源

1102:引出電極

1103:電子束

1104:聚光透鏡

1105:掃描偏向器

1106:對物透鏡

1108:試料台

1109:試料

1110:電子

1111:二次電子

1112:變換電極

1113:檢測器

1120:控制裝置

1301,1302:電子束

1303,1304:SEM圖像



## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種方法，係帶電粒子線裝置的拍攝圖像之條件決定方法，

前述方法，包含處理器取得複數個拍攝圖像，

各前述拍攝圖像，為透過

-對形成於晶圓上的圖樣照射帶電粒子線；

-檢測從前述圖樣放出的電子；

而生成的圖像，

各前述拍攝圖像，為根據1個以上的拍攝條件的其中一者而拍攝的圖像，前述方法，又，包含：

-前述處理器針對各前述拍攝圖像取得教導資訊；

-前述處理器取得1個以上的特徵量決定條件；

-前述處理器針對各前述拍攝圖像，基於各前述特徵量決定條件而算出特徵量；

前述拍攝條件及前述特徵量決定條件當中的至少一方為複數，

前述方法，包含：

-前述處理器針對由前述拍攝條件及前述特徵量決定條件的組合所成之條件集的各者，基於前述複數個拍攝圖像而取得前述特徵量與前述教導資訊之迴歸曲線；

-前述處理器基於前述迴歸曲線而選擇前述條件集當中的1個以上。

【請求項2】如請求項1記載之方法，其中，

前述拍攝條件，包含有關

- 前述帶電粒子線的照射能量；及
  - 檢測放出的前述電子時運用的能量的閾值；
- 的至少一方之資訊。

【請求項3】如請求項1記載之方法，其中，  
前述特徵量決定條件，包含由複數個圖像處理條件所  
成之組合，

前述處理器，針對各前述拍攝圖像，透過基於各前述  
圖像處理條件而抽出部分區域來算出前述特徵量。

【請求項4】如請求項1記載之方法，其中，  
前述教導資訊，包含半導體圖樣的套疊誤差。

【請求項5】如請求項1記載之方法，其中，  
前述教導資訊，包含帶電粒子線的照射角度。

【請求項6】如請求項1記載之方法，其中，  
前述教導資訊，包含電氣特性資訊。

【請求項7】如請求項1記載之方法，其中，  
前述特徵量決定條件，包含有關亮度的資訊。

【請求項8】如請求項3記載之方法，其中，  
前述特徵量，包含

- 前述部分區域的面積；
- 前述部分區域的周長；
- 前述部分區域的最大徑；及
- 前述部分區域的最小徑；

當中的至少1個。

【請求項9】如請求項3記載之方法，其中，

前述圖像處理條件，包含第1圖像處理條件及第2圖像處理條件，

前述處理器，針對各前述拍攝圖像，基於前述第1圖像處理條件而抽出第1部分區域，

前述處理器，針對各前述拍攝圖像，基於前述第2圖像處理條件而抽出第2部分區域，

前述特徵量，包含

-前述第1部分區域的中心位置與前述第2部分區域的中心位置之偏離量；

-前述第1部分區域與前述第2部分區域重疊的部分的面積；

-前述第1部分區域與前述第2部分區域重疊的部分的周長；

-前述第1部分區域與前述第2部分區域重疊的部分的最大徑；及

-前述第1部分區域與前述第2部分區域重疊的部分的最小徑；

當中的至少1個。

**【請求項10】**如請求項1記載之方法，其中，前述迴歸曲線為直線。

**【請求項11】**如請求項1記載之方法，其中，前述迴歸曲線，將半導體圖樣之尺寸運用於參數而表示。

**【請求項12】**如請求項1記載之方法，其中，

前述迴歸曲線，為多項式曲線、雙曲線、或S型曲線 (sigmoid curve)。

【請求項13】如請求項1記載之方法，其中，  
前述拍攝圖像，包含在複數個位置拍攝的圖像。

【請求項14】如請求項1記載之方法，其中，  
前述方法，包含前述處理器輸出用來取得前述教導資訊及前述特徵量決定條件的圖形使用者介面。

【請求項15】如請求項14記載之方法，其中，  
前述圖形使用者介面，顯示

- 用來選擇前述拍攝條件的選擇方塊；
- 用來選擇前述特徵量決定條件的選擇方塊；
- 用來選擇前述教導資訊的選擇方塊。

【請求項16】如請求項14記載之方法，其中，  
前述圖形使用者介面，顯示和前述拍攝條件建立關聯的教導資訊。

【請求項17】如請求項1記載之方法，其中，  
前述方法，更包含前述處理器取得前述拍攝條件，  
前述複數個拍攝圖像的各者，是和前述拍攝條件的其中一者關聯而被取得。

【請求項18】如請求項1記載之方法，其中，  
前述方法，更包含前述處理器取得用來識別前述晶圓的晶圓ID，

前述複數個拍攝圖像的各者，是和前述晶圓ID關聯而被取得。

【請求項19】一種程式，係令電腦執行請求項1記載之方法。

【請求項20】一種計算機，具有：

處理器；及

記憶程式的記憶媒體；

該計算機，

藉由執行前述程式，前述處理器取得複數個拍攝圖像，

各前述拍攝圖像，為透過

- 對形成於晶圓上的圖樣照射帶電粒子線；
- 檢測從前述圖樣放出的電子；

而生成的圖像，

各前述拍攝圖像，為根據1個以上的拍攝條件的其中一者而拍攝的圖像，藉由執行前述程式，前述處理器，更

- 針對各前述拍攝圖像取得教導資訊，
- 取得1個以上的特徵量決定條件，
- 針對各前述拍攝圖像，基於各前述特徵量決定條件而算出特徵量，

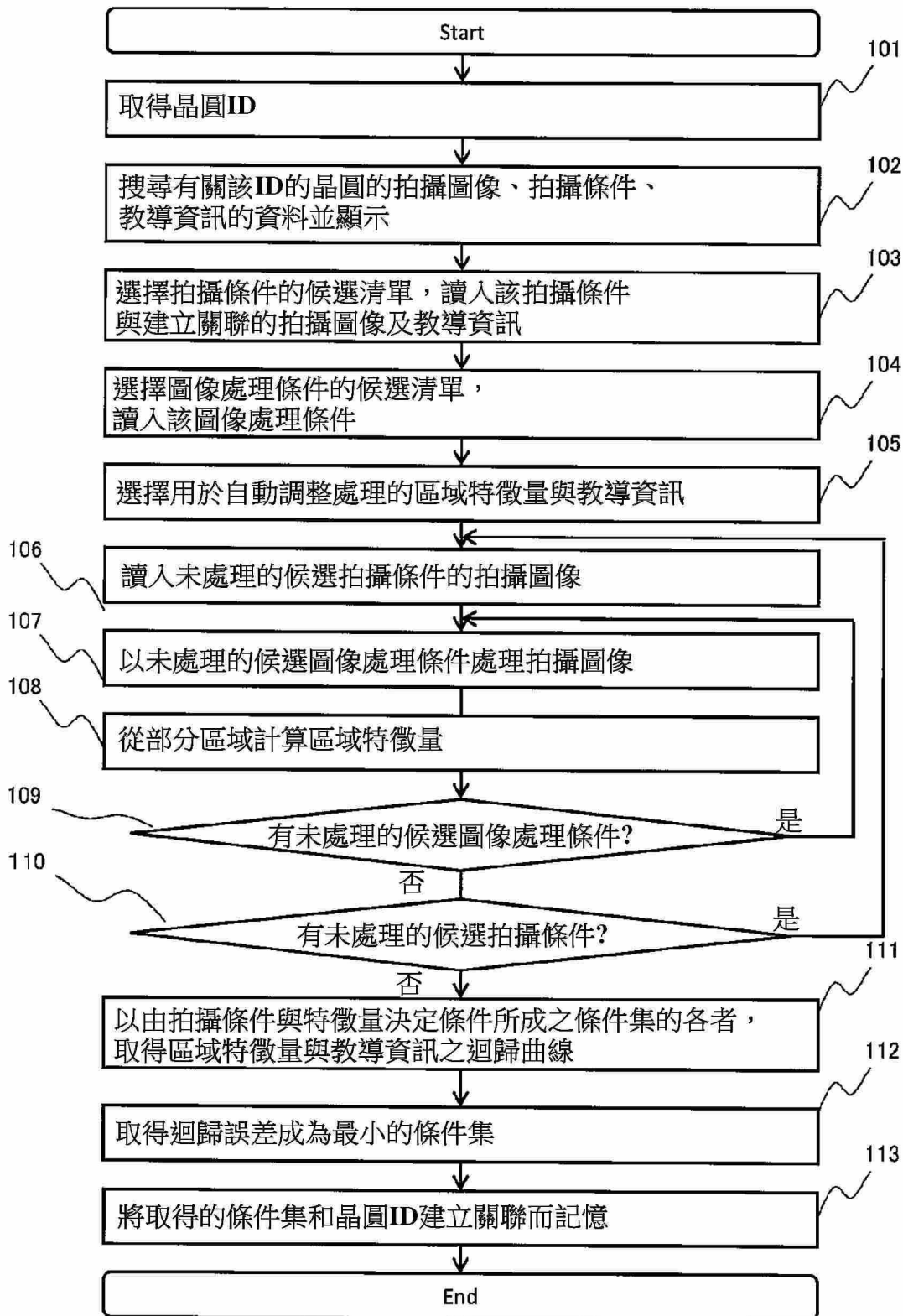
前述拍攝條件及前述特徵量決定條件當中的至少一方為複數，

藉由執行前述程式，前述處理器，

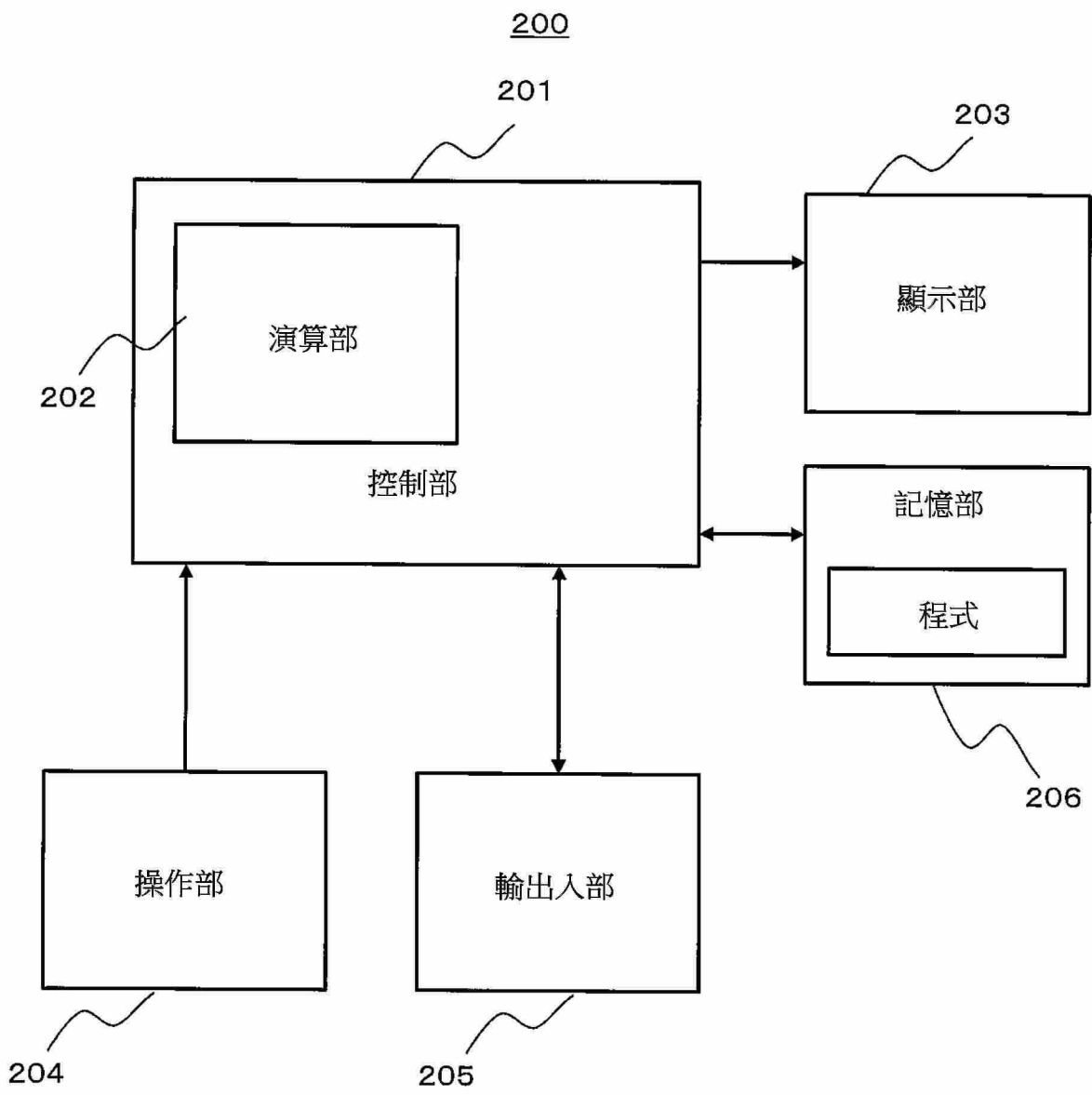
- 針對由前述拍攝條件及前述特徵量決定條件的組合所成之條件集的各者，基於前述複數個拍攝圖像而取得前述特徵量與前述教導資訊之迴歸曲線，

-基於前述迴歸曲線而選擇前述條件集當中的1個以上。

## 【發明圖式】

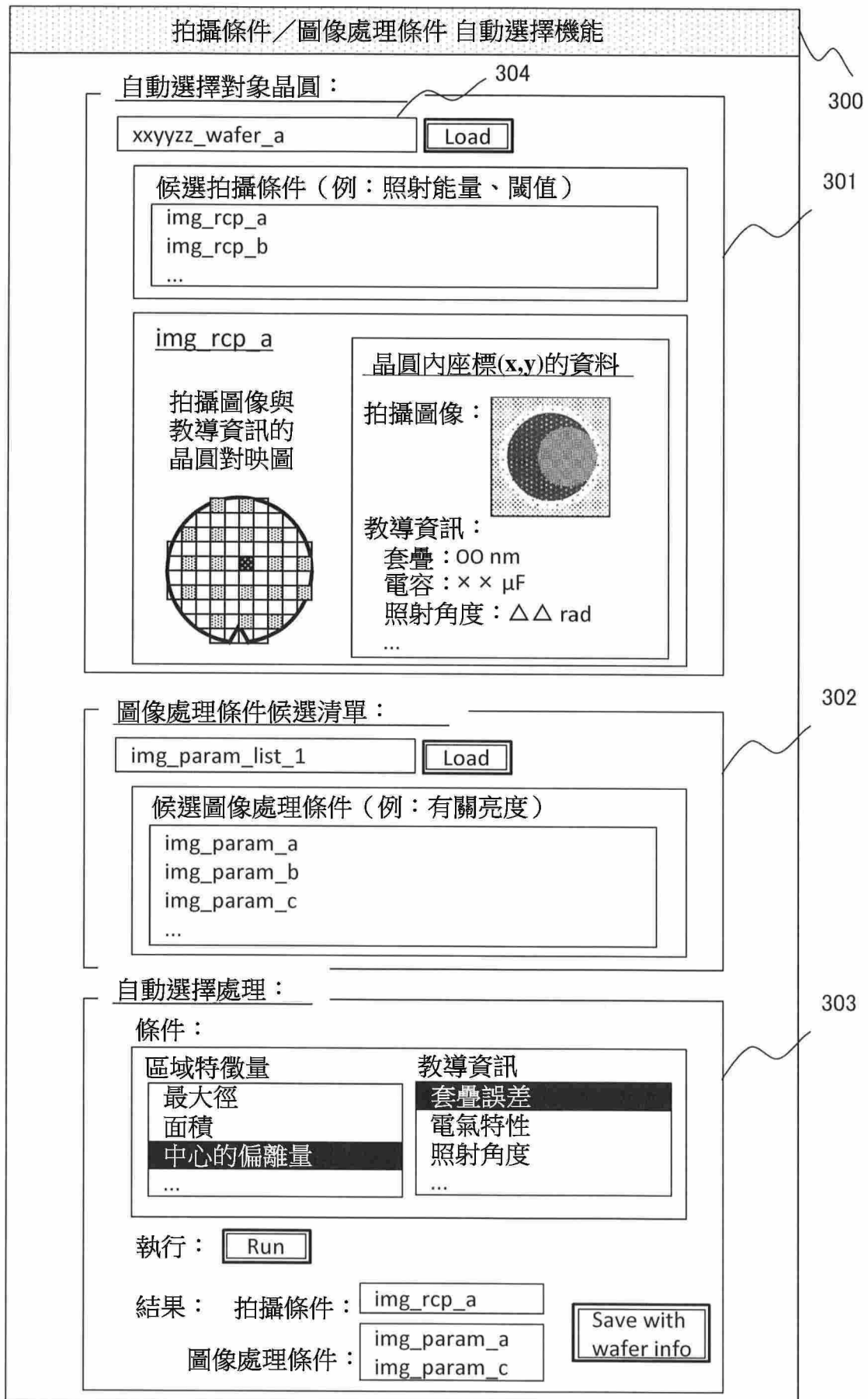


【圖 1】

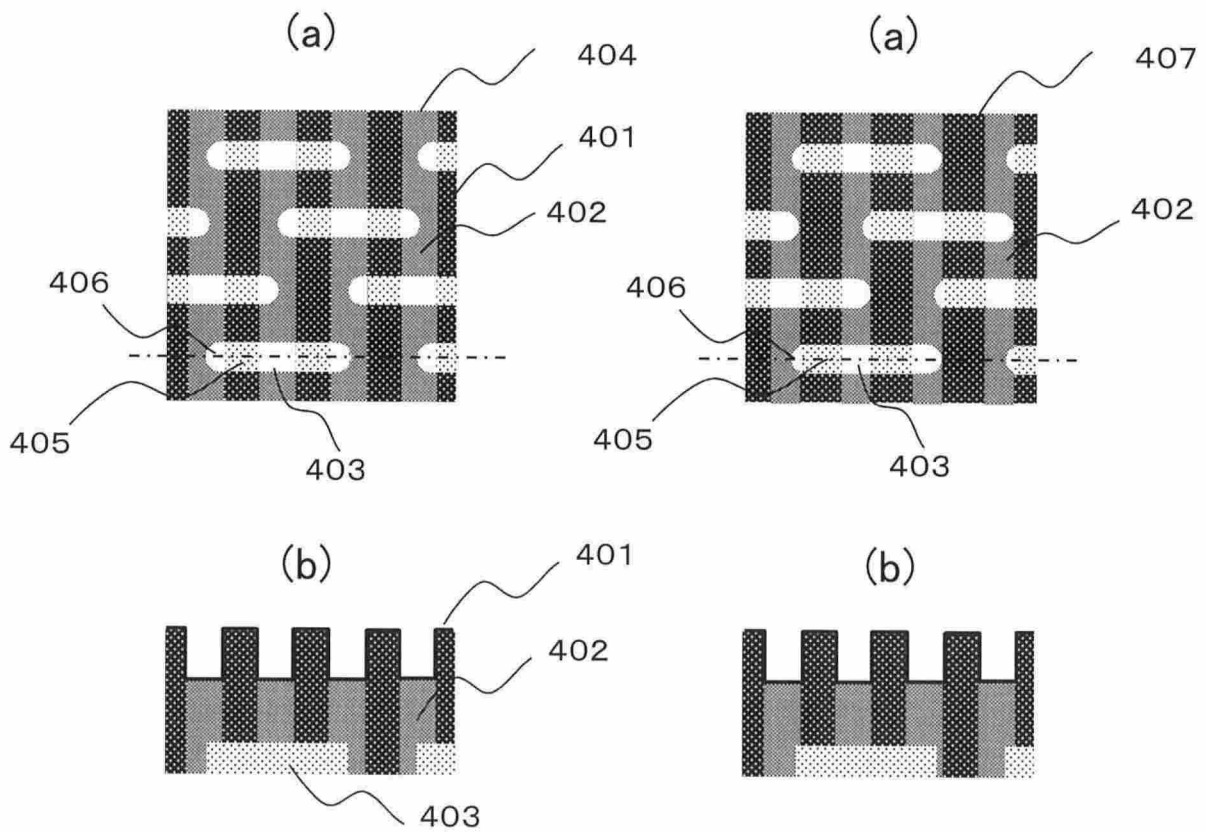


【圖 2】





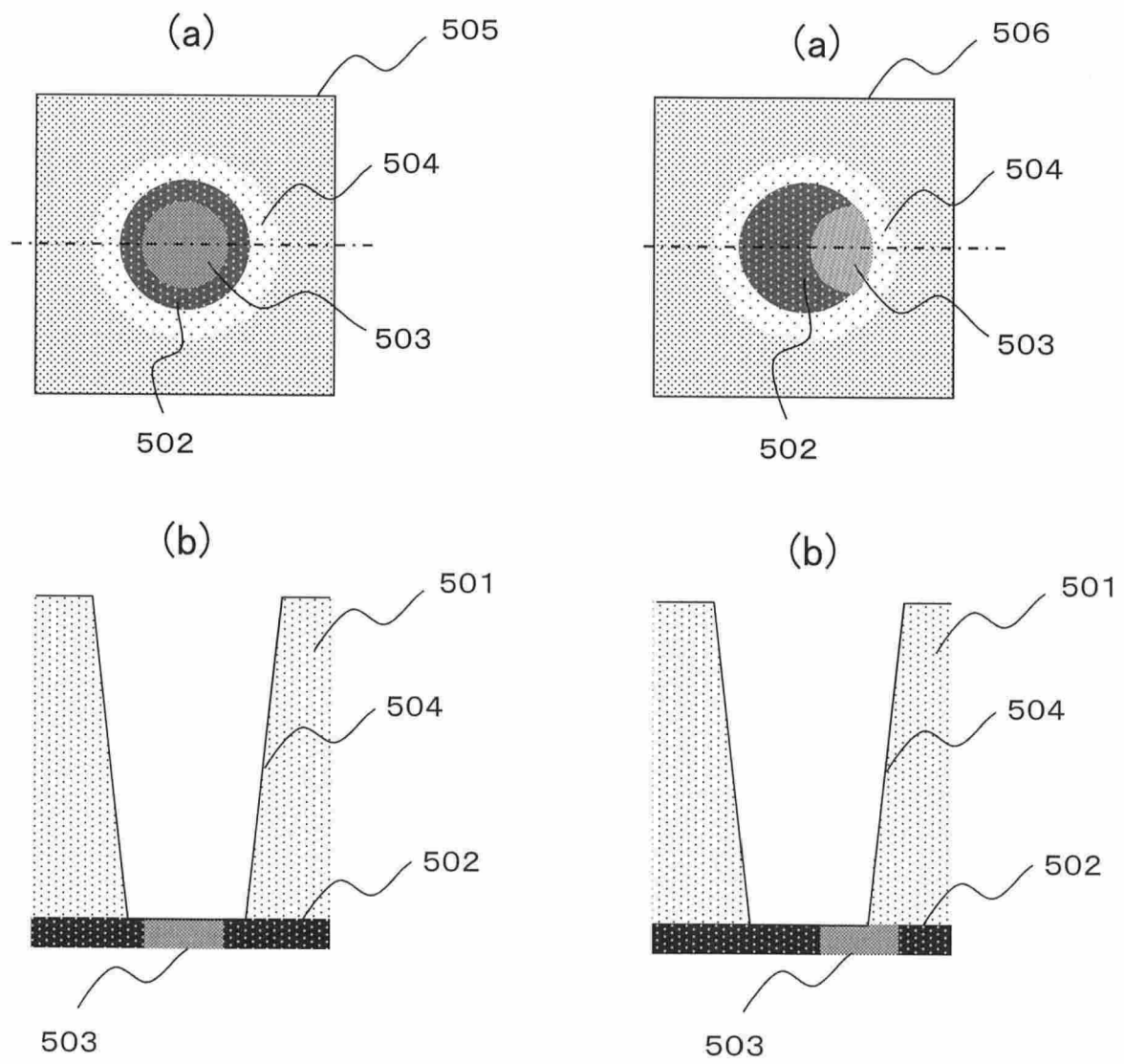
【圖 3】



【圖 4A】

【圖 4B】

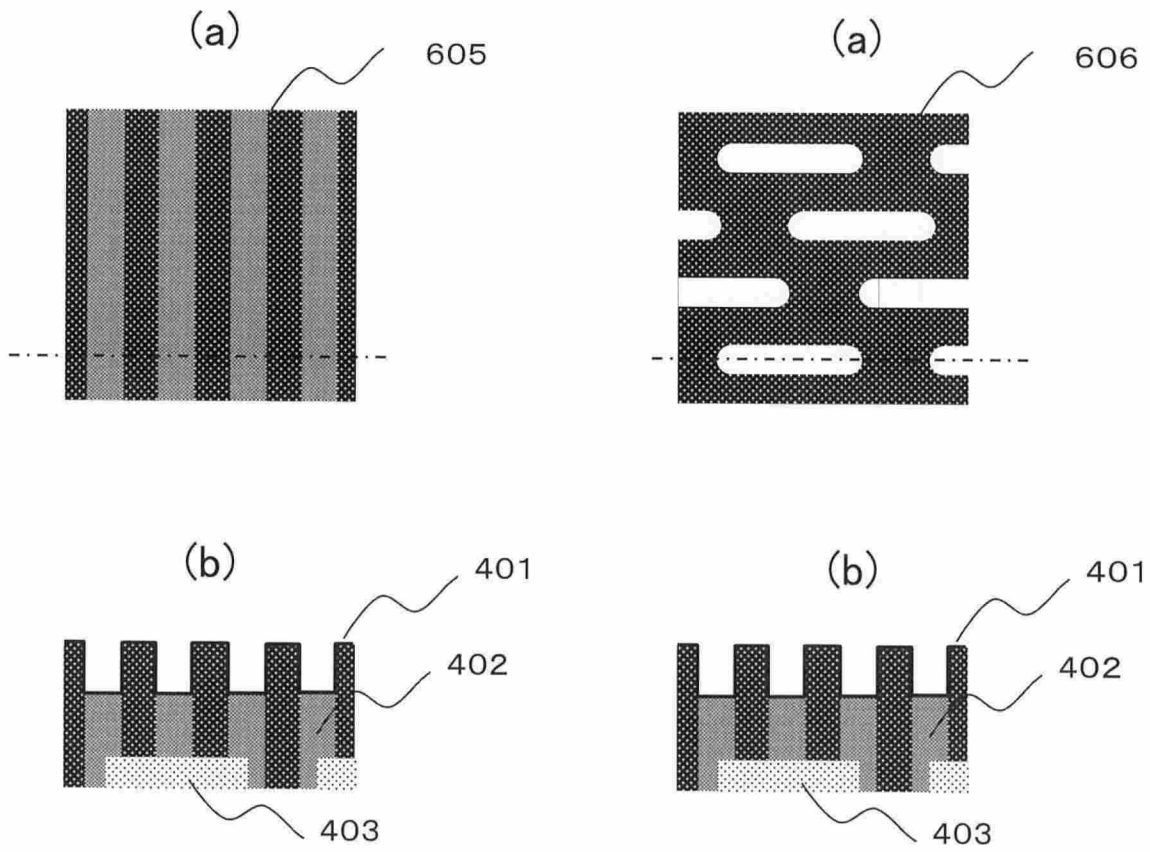
【圖 4】



【圖 5A】

【圖 5B】

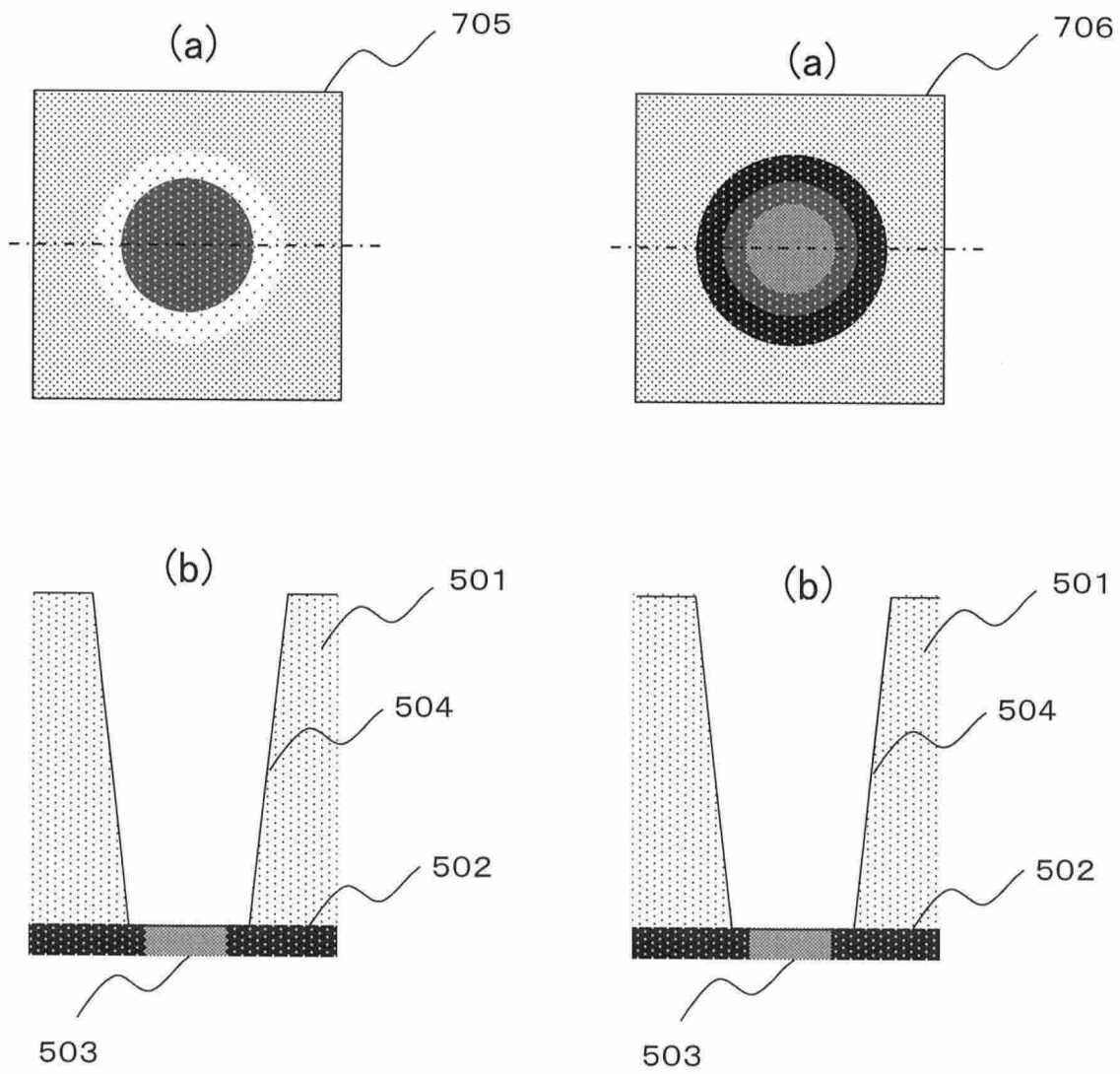
【圖 5】



【圖 6A】

【圖 6B】

【圖 6】



【圖 7A】

【圖 7B】

【圖 7】

	拍攝條件1		拍攝條件2		...
	拍攝位置1	拍攝位置2	拍攝位置1	拍攝位置2	...
圖樣的 拍攝圖像					...

以複數個圖像處理條件抽出部分區域

部分區域 圖像1					...
部分區域 圖像2					...
部分區域 圖像3					...
...	...	...	...		...

【圖 8】

	拍攝條件1		拍攝條件2		...
	拍攝位置1	拍攝位置2	拍攝位置1	拍攝位置2	...
圖樣的 拍攝圖像					...

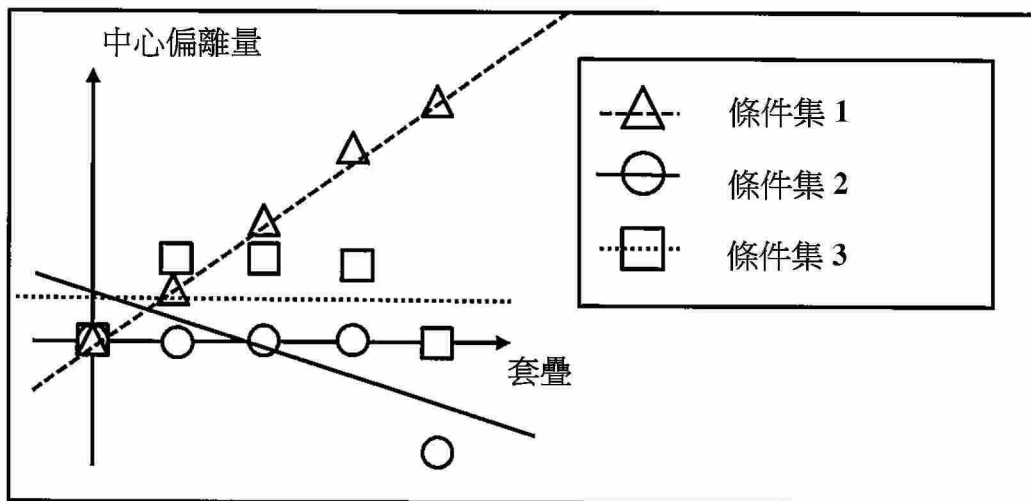
以複數個圖像處理條件抽出部分區域

部分區域 圖像1					...
部分區域 圖像2					...
部分區域 圖像3					...
...	...	...	...		...

【圖 9】

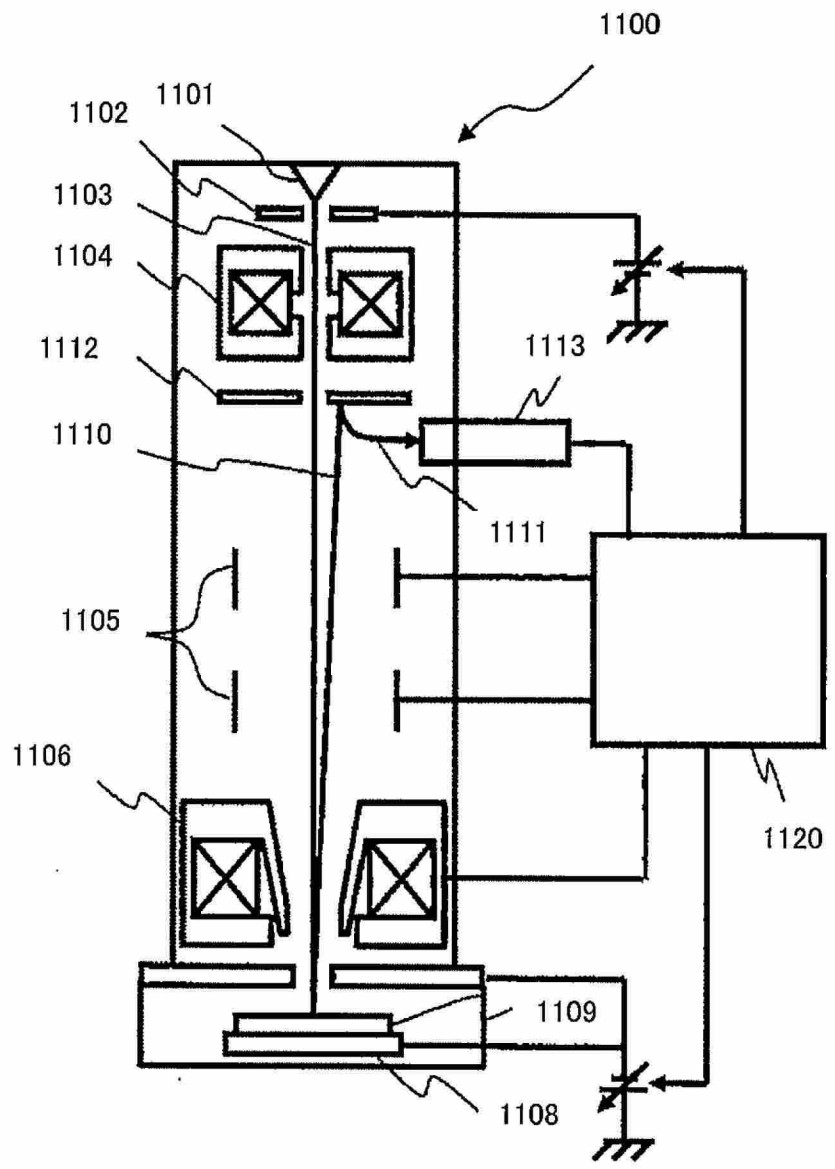
	拍攝圖像1	拍攝圖像2	拍攝圖像3	...
教導資訊 套疊誤差	$\pm 0 \text{ nm}$	$+ 5 \text{ nm}$	$+ 10 \text{ nm}$	...
拍攝條件1下的 部分區域1與2之 中心偏離量(按照 特徵量決定條件1)	$\pm 0 \text{ nm}$	$+ 5 \text{ nm}$	$+ 10 \text{ nm}$	...
拍攝條件1下的 部分區域1與3之 中心偏離量(按照 特徵量決定條件2)	$\pm 0 \text{ nm}$	$\pm 0 \text{ nm}$	$- 5 \text{ nm}$	...
拍攝條件1下的 部分區域2與3之 中心偏離量(按照 特徵量決定條件3)	$\pm 0 \text{ nm}$	$+ 5 \text{ nm}$	$\pm 0 \text{ nm}$	...
...	...	...	...	...

↓ 計算迴歸曲線

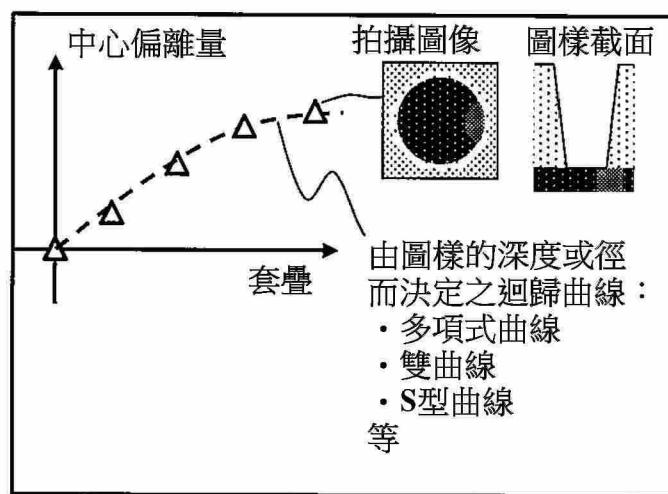


【圖 10】

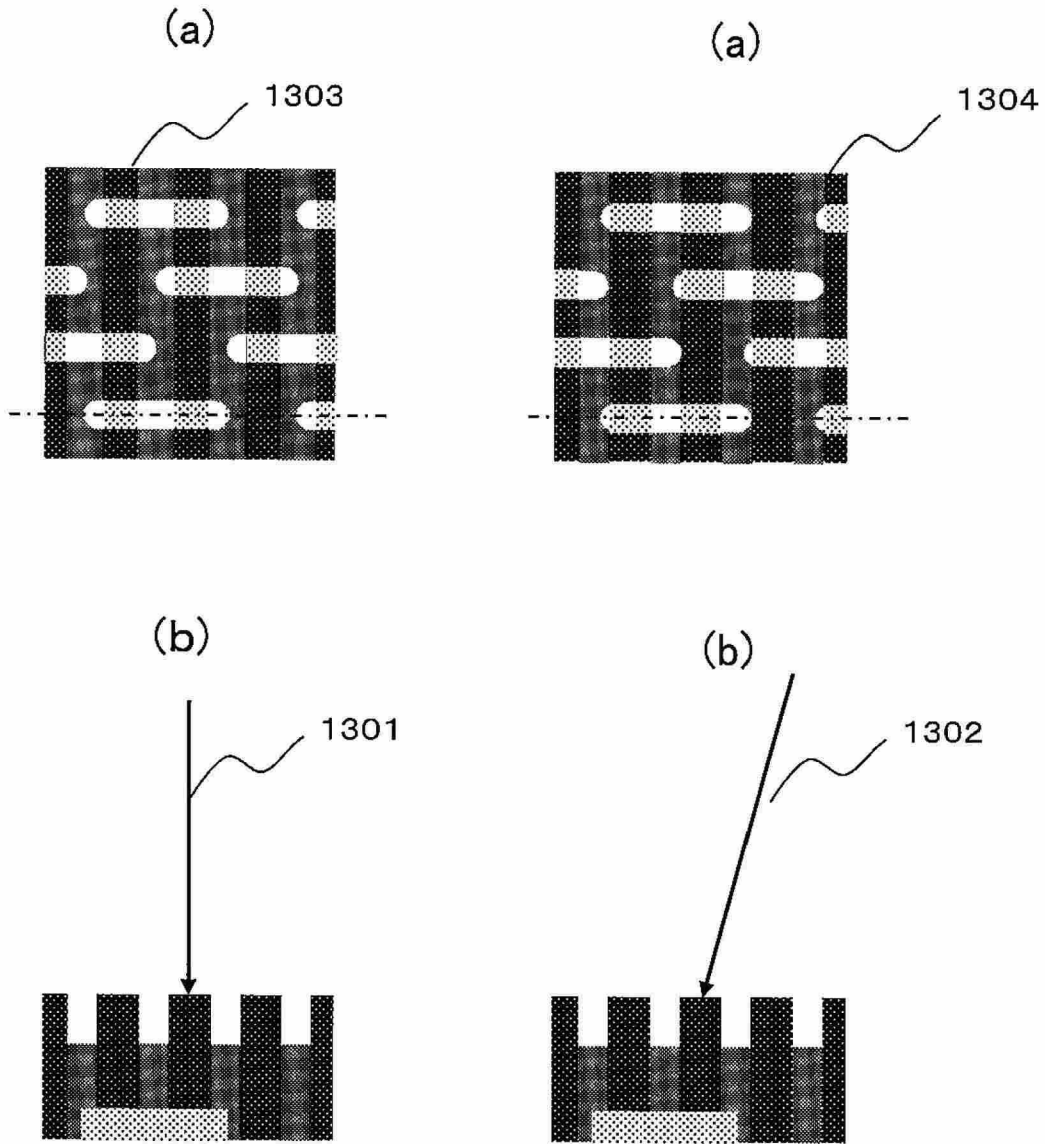




【圖 11】



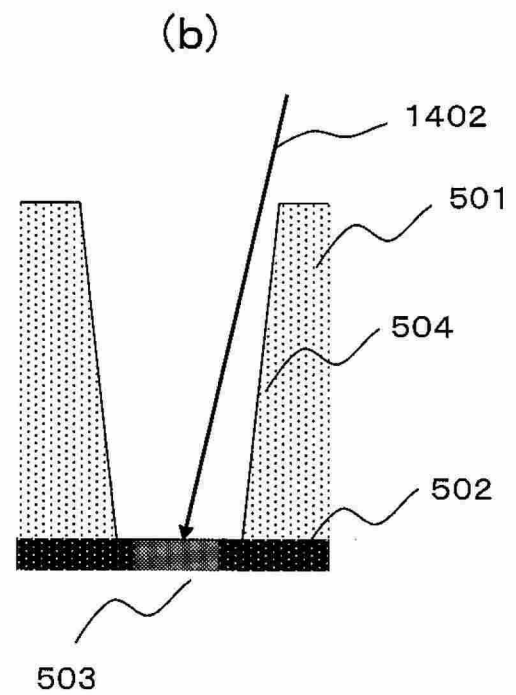
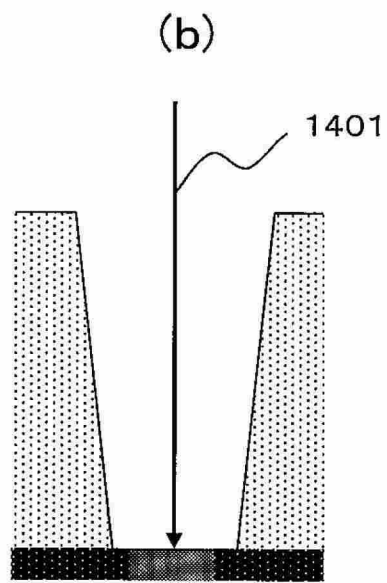
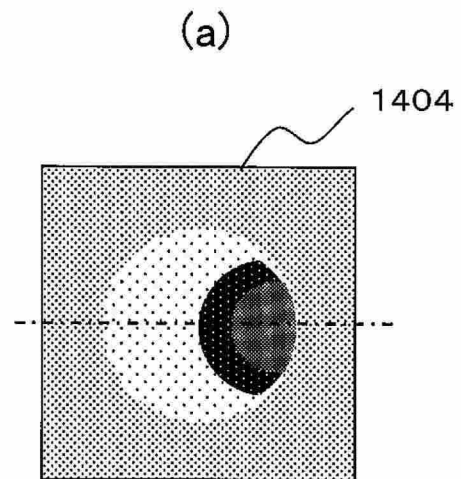
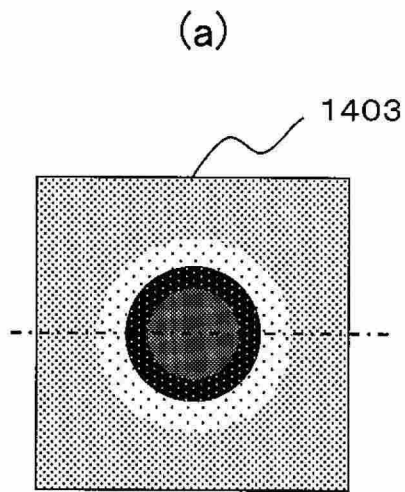
【圖 12】



【圖 13A】

【圖 13B】

【圖 13】



【圖 14A】

【圖 14B】

【圖 14】