



(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 I793496 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：110100934 (22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 01 月 11 日

(51)Int. Cl. : H01J37/28 (2006.01) H01J37/244 (2006.01)

H01J37/22 (2006.01)

(30)優先權：2020/03/06 日本 2020-038745

(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：近藤直明 KONDO, NAOAKI (JP)；原田実 HARADA, MINORU (JP)；嶺川陽平  
MINEKAWA, YOHEI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	201843692A	CN	110070601A
JP	2007-184565A	JP	2010-161247A
JP	2018-205163A	US	2008/0042061A1

審查人員：施孝欣

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：21 共 66 頁

(54)名稱

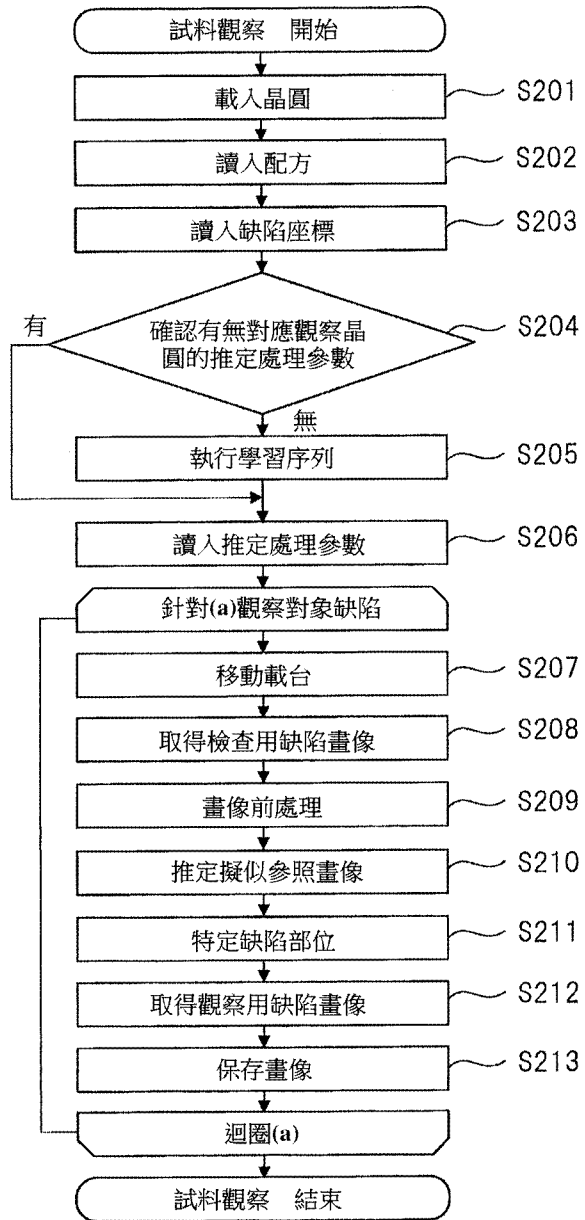
試料觀察系統及畫像處理方法

(57)摘要

[課題] 在試料觀察系統中，藉由未利用設計資料而由缺陷畫像推定參照畫像，使試料觀察的產出量提升。

[解決手段] 本發明之試料觀察系統係具有：掃描型電子顯微鏡、及計算機，其係：(1)取得前述掃描型電子顯微鏡所攝像到的複數畫像，(2)由前述複數畫像，取得包含缺陷部位的學習用缺陷畫像、與不包含前述缺陷部位的學習用參照畫像，(3)使用前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像，算出推定處理參數，(4)取得包含缺陷部位的檢查用缺陷畫像，(5)使用前述推定處理參數、與前述檢查用缺陷畫像，推定擬似參照畫像。

指定代表圖：



【圖 2】



I793496

# 公告本

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

試料觀察系統及畫像處理方法

### 【中文】

[課題] 在試料觀察系統中，藉由未利用設計資料而由缺陷畫像推定參照畫像，使試料觀察的產出量提升。

[解決手段] 本發明之試料觀察系統係具有：掃描型電子顯微鏡、及計算機，其係：(1)取得前述掃描型電子顯微鏡所攝像到的複數畫像，(2)由前述複數畫像，取得包含缺陷部位的學習用缺陷畫像、與不包含前述缺陷部位的學習用參照畫像，(3)使用前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像，算出推定處理參數，(4)取得包含缺陷部位的檢查用缺陷畫像，(5)使用前述推定處理參數、與前述檢查用缺陷畫像，推定擬似參照畫像。

【指定代表圖】第(2)圖。

【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】

試料觀察系統及畫像處理方法

## 【技術領域】

【0001】本發明係關於使用荷電粒子顯微鏡等，觀察形成在作為試料的半導體晶圓上的電路圖案或缺陷的試料觀察系統及畫像處理方法者。

## 【先前技術】

【0002】在半導體晶圓的製造中，為了確保收益，迅速開始製造製程且早期移至高良率的量產體制乃極為重要。為了該目的，在製造線係導入各種檢查裝置或觀察試料上的缺陷的裝置、計測裝置。

【0003】觀察試料上的缺陷的裝置係指根據缺陷檢查裝置所輸出的缺陷位置座標(表示試料(晶圓)上的缺陷的位置的座標資訊)，對晶圓上的缺陷位置以高解像度攝像，且輸出畫像的裝置，廣為使用利用掃描型電子顯微鏡(SEM：Scanning Electron Microscope)的缺陷觀察裝置(以下記載為再檢測(review)SEM)。

【0004】在半導體的量產線中，係期望試料觀察作業的自動化，再檢測SEM係裝載有：進行自動收集試料內的缺陷位置的畫像的缺陷畫像自動收集處理(ADR：Automatic Defect Review)的功能、及進行將所收集到的缺陷畫像自

動分類的缺陷畫像自動分類處理(ADC: Automatic Defect Classification)的功能。

【0005】其中，在缺陷檢查裝置所輸出的缺陷位置座標係包含有誤差，因此在ADR中，係具備有由以缺陷檢查裝置所輸出的缺陷位置座標為中心加寬視野所攝像到的畫像，將缺陷再檢測，將經再檢測的缺陷位置以高倍率攝像且取得觀察用畫像的功能。以由SEM畫像的缺陷檢測方法而言，在日本特開2001-189358號公報(專利文獻1)中記載將對形成有與缺陷部位為相同的電路圖案的区域進行攝像的畫像作為參照畫像，將對缺陷部位攝像的畫像(以下記載為缺陷畫像)與參照畫像作比較，藉此檢測缺陷的方法。

【0006】在WO2019/216303號公報(專利文獻2)中記載由對應設計資料的資料庫畫像、與攝像畫像，生成參照畫像，將攝像畫像與參照畫像作比較，檢測缺陷候補的方法。

【0007】此外，在非專利文獻1中係揭示使用神經網路，學習輸入畫像與輸出畫像的對應關係的方法。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0008】

[專利文獻1]日本特開2001-189358號公報

[專利文獻2]WO2019/216303號公報

[非專利文獻]

**【 0009 】**

[非專利文獻 1]Olaf Ronneberger、Philipp Fischer、Thomas Brox, “U-Net : Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation”、arXiv preprint arXiv : 1505.04597 (2015)

**【發明內容】**

(發明所欲解決之問題)

**【 0010 】** 本發明之觀察試料上的缺陷的系統(以下記載為試料觀察系統)係關於對半導體晶圓等試料攝像，取得畫像，而觀察該畫像的系統者。

**【 0011 】** 在試料觀察系統中，平均單位時間取得更多畫像(產出量高地動作)乃為重要。在專利文獻 1 中係記載有按每個缺陷畫像取得參照畫像，而進行缺陷檢測的方法。但是，若可由缺陷畫像推定參照畫像，可省略取得參照畫像，因此可提升試料觀察的產出量。在專利文獻 2 中係記載由對應設計資料的資料庫畫像、與攝像畫像，生成參照畫像的方法。但是，設計資料係機密性高的資訊，半導體的製造線，尤其圖求高產出量的量產線並不容許帶出，有難以利用設計資料的情形。如以上所示，若無法利用設計資料，係難以由缺陷畫像推定參照畫像，關於針對該問題進行解決的方法，前述周知例的任一者均未提及。

**【 0012 】** 本發明之目的在解決上述之習知技術的課題，未利用設計資料，可由缺陷畫像推定參照畫像，可提

升試料觀察的產出量。

【0013】此外，本發明之其他目的在解決上述之習知技術的課題，未利用設計資料，可由缺陷畫像推定缺陷部位，可提升試料觀察的產出量。

(解決問題之技術手段)

【0014】本發明之具有：掃描型電子顯微鏡、及計算機的試料觀察系統及方法或試料觀察系統所包含的計算機係：

(1)取得前述掃描型電子顯微鏡所攝像到的複數畫像，

(2)由前述複數畫像，取得包含缺陷部位的學習用缺陷畫像、與不包含前述缺陷部位的學習用參照畫像，

(3)使用前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像，算出推定處理參數，

(4)取得包含缺陷部位的檢查用缺陷畫像，

(5)使用前述推定處理參數、與前述檢查用缺陷畫像，推定擬似參照畫像。

【0015】在其他視點中，本發明之具有：掃描型電子顯微鏡、及計算機的試料觀察系統及方法或試料觀察系統所包含的計算機係：

取得前述掃描型電子顯微鏡所攝像到的複數畫像，

由前述複數畫像，取得包含缺陷部位的學習用缺陷畫像，

使用前述學習用缺陷畫像，算出推定處理參數，  
取得包含缺陷部位的檢查用缺陷畫像，  
使用前述推定處理參數、與前述檢查用缺陷畫像，推  
定前述檢查用缺陷畫像中的缺陷部位。

(發明之效果)

【0016】藉由本發明，在試料觀察中，即使在無法利用設計資料的情形下，亦可由缺陷畫像推定參照畫像。再者，可藉由推定參照畫像來省略取得參照畫像，可使試料觀察的產出量提升。

【0017】此外，藉由本發明，在試料觀察中，可由缺陷畫像推定缺陷部位。再者，由缺陷畫像推定缺陷部位，藉此可省略取得參照畫像，可使試料觀察的產出量提升。

【圖式簡單說明】

【0018】

[圖1]係示出實施例1之試料觀察系統的概略的構成的區塊圖。

[圖2]係示出實施例1之試料觀察系統的試料觀察的流程的流程圖。

[圖3]係示出特定出實施例1之試料觀察系統的試料觀察中的缺陷部位的結果之例的圖。

[圖4]係示出實施例1之試料觀察系統的學習序列的流程的流程圖。

[圖 5]係取得實施例 1 之試料觀察系統的學習序列中的學習用畫像對的處理的流程圖。

[圖 6]係示出算出實施例 1 之試料觀察系統的學習序列中的推定處理參數的處理的流程圖。

[圖 7]係示出將實施例 1 之試料觀察系統的推定處理參數的算出中的畫像對進行對位的處理與將畫像切出的處理的圖。

[圖 8]係示出實施例 1 之試料觀察系統中推定擬似參照畫像的神經網路的構成的區塊圖。

[圖 9]係實施例 1 之試料觀察系統中用以設定學習用畫像尺寸的 GUI。

[圖 10]係實施例 1 之試料觀察系統中用以設定學習結束條件的 GUI。

[圖 11]係實施例 1 之試料觀察系統中用以確認每個學習步驟的推定誤差的 GUI。

[圖 12]係用以顯示實施例 1 之試料觀察系統中由學習用缺陷畫像所推定出的擬似參照畫像之中所被指定的畫像的 GUI。

[圖 13]係藉由與實施例 1 之試料觀察系統作比較的習知之試料觀察系統，取得觀察用缺陷畫像的處理的時間圖。

[圖 14]係藉由實施例 1 之試料觀察系統取得觀察用缺陷畫像的處理的時間圖。

[圖 15]係示出實施例 2 之試料觀察系統的學習序列的

流程的流程圖。

[圖 16]係示出實施例 3 之試料觀察系統中的計算機的概略的構成的區塊圖。

[圖 17]係示出實施例 3 之試料觀察系統的試料觀察的流程的流程圖。

[圖 18]係實施例 3 之試料觀察系統之算出學習序列中的推定處理參數的處理的流程圖。

[圖 19]係示出實施例 3 之試料觀察系統中推定缺陷部位的神經網路的構成的區塊圖。

[圖 20]係示出由實施例 1 至 3 的學習用部分缺陷畫像推定擬似參照畫像時所使用之數式的圖。

[圖 21]係示出實施例 3 的處理中所使用之數式的圖。

## 【實施方式】

【0019】參照圖示，說明實施形態。其中，以下說明的實施形態並非為限定有關申請專利範圍之發明者，此外，在實施形態之中所說明的各要素及其組合的全部並不一定在發明之解決手段中為必須。

### 【0020】

(實施形態 1)

<系統構成>

使用圖 1，說明關於本實施例之試料觀察系統。在本實施例中，以對試料攝像的攝像裝置而言，以具備有掃描型電子顯微鏡 (SEM：Scanning Electron Microscope) 的試

料觀察系統為對象來作說明。但是，本實施例之攝像裝置亦可為SEM以外，亦可為光學顯微鏡或使用離子等荷電粒子的攝像裝置。此外，以對半導體晶圓上的缺陷攝像後的畫像為對象作為觀察對象的畫像來作說明，惟亦可為對平面顯示器或生物體試料等其他試料攝像後的畫像。

【0021】圖1係表示本實施例之試料觀察裝置100的構成。試料觀察裝置(亦稱為試料觀察系統)100係構成為具備：進行試料的攝像的SEM101、檢測試料的缺陷的缺陷檢查裝置102、及計算機103。

【0022】SEM101係構成為除了裝載作為觀察對象的試料晶圓104而可在X-Y平面內或X-Y-Z空間內移動的載台105、使照射在試料晶圓104的電子束106發生的電子源107、檢測由被照射到電子束106的試料晶圓104所發生的二次電子108或反射電子109等的檢測器110之外，另具備使電子束106在試料晶圓104上收斂的電子透鏡(未圖示)、或用以在試料晶圓104上掃描電子束106的偏向器(未圖示)。

【0023】缺陷檢查裝置102係對晶圓表面的光學畫像攝像，且藉由與良品部位的畫像(例如鄰接晶片的畫像)的比較來檢查缺陷的裝置。但是，如上所示之檢查裝置係受到其照明波長的影響，取得畫像的分解能界限係成為數百奈米左右。因此，關於晶圓上的數十奈米級的缺陷，係僅可檢測其有無，輸出晶圓上的缺陷座標。

【0024】計算機103係具備有：使用者介面(圖中表記

為使用者 I/F)111、網路介面(圖中表記為網路 I/F)112、進行 SEM101 的控制的控制部 113、記憶資訊的記憶部 114、處理部 115。其中，記憶部 114 係例如以磁碟元件、揮發性及非揮發性的半導體記憶體元件為例，惟亦可為其他記憶元件。此外，記憶部亦可由複數前述元件所構成。此外，處理部之例亦可為 CPU、GPU、FPGA、LSI 之任一者，亦可組合來實現。其中，之後說明的控制部 113 亦可為有別於計算機 103 的子系統(有時稱為控制子系統)。此外，在本說明書中，計算機 103 係以一個之例來作說明，惟亦可為複數計算機。例如進行 GUI 顯示的處理係考慮以平板或智慧型手機等顯示用計算機進行，其他畫像處理係以別的計算機進行。此外，計算機亦可具有複數前述構成物。

使用者介面 111 係例如觸控面板、顯示器、鍵盤、滑鼠等，惟若為受理來自作業者(使用者)的操作且可顯示資訊，亦可為其他元件。網路介面 112 係用以透過網路而與缺陷檢查裝置或 SEM 等外部裝置進行通訊的介面。

【0025】針對控制部 113、處理部 115、記憶部 114，說明本實施例之構成。

【0026】控制部 113 係具備有：載台控制部 116、電子束控制部 117、檢測器控制部 118。載台控制部 116 係進行載台 105 的移動或停止等的控制。電子束控制部 117 係以在預定的視野內被照射電子束 106 的方式控制偏向器(未圖示)，以控制試料晶圓 104 上的電子束 106 的掃描區域。檢測器控制部 118 係與藉由未圖示的偏向器所被驅動的電子

束 106 的掃描同步而將來自檢測器 110 的訊號進行取樣，調整增益 (gain) 或偏移 (offset) 等且生成數位畫像。其中，以控制部 113 的實現形態而言，亦可例如以電路實現，亦可以 CPU、GPU、FPGA、LSI 實現。

【0027】記憶部 114 係包含：連同附帶資訊一起記憶在檢測器控制部 118 中所生成的數位畫像的畫像記憶區 119、記憶包含元件或製造工程的資訊或畫像的攝像條件等的配方 (recipe) 的配方記憶區 120、記憶有關擬似參照畫像的推定處理的參數的推定處理參數記憶區 121。其中，各區並不一定必須為分開的區域。若可記憶配方、參數、推定處理參數，記憶部 114 的內部的資料配置亦可為任何形式。

【0028】處理部 115 係具備有：算出用以由缺陷畫像推定擬似參照畫像的推定處理參數的推定處理參數算出部 122、根據推定處理參數來推定擬似參照畫像的擬似參照畫像推定部 123、特定缺陷畫像中的缺陷部位的缺陷部位特定部 124。其中，若處理部 115 為藉由 CPU 或 GPU 等、程式執行預定的處理的元件，與推定處理參數算出部 122、擬似參照畫像推定部 123、缺陷部位特定部 124 相對應的程式 (總括稱為畫像處理程式) 被儲存在記憶部 114。接著，處理部 115 藉由讀出該程式來實現該等處理。

【0029】接著，說明在本實施例中所進行的處理。其中，除非另外明記，關於實施例 1 至 3 之以後的處理的說明係藉由計算機 103 來進行的處理。更具體而言，關於

SEM101的控制，係由控制部113所進行的處理，其他處理則由處理部115進行，此為處理的分擔例。此外，若處理部115為CPU或GPU，讀出被儲存在記憶部114的程式(以下有時稱為畫像處理程式)來實現。但是，即使在說明為藉由推定處理參數算出部122、擬似參照畫像推定部123、或缺陷部位特定部124所進行的處理的情形下，該等部係包含在處理部115，因此亦可認為是藉由處理部115來處理。

### 【0030】

#### <試料觀察>

使用圖2，說明試料的觀察處理。

【0031】首先，等待在載台105上載入成為觀察對象的試料晶圓104(S201)。接著，由配方記憶區讀入與作為觀察對象的試料晶圓相對應的配方(S202)。形成在試料晶圓104上的半導體圖案係經由多數製造工程來製造，有在各工程中外觀大幅不同的情形。此外，有帶電難易度等試料的特性亦不同的情形。因此，一般為按每個元件或製造工程調整攝像條件，且使其記憶。基於相同理由，擬似參照畫像的推定處理參數亦按每個工程進行管理，藉此推定精度提升。

【0032】接著，接收或讀入缺陷檢查裝置102所輸出的缺陷座標資訊(S203)。在此，亦可將接收或讀入的缺陷座標的全部作為觀察對象，亦可將根據使用者指定條件所取樣者作為觀察對象。接著，確認與已處理試料晶圓104的工程相對應的推定處理參數是否被記憶在推定處理參數

記憶區 121(S204)，若未被記憶(圖 2 中為「無」時)，係藉由後述之學習序列，算出推定處理參數，將結果記憶在推定處理參數記憶區 121(S205)。其中，由前述缺陷檢查裝置接收缺陷座標資訊亦可透過網路介面 112 來接收，或者亦可由 USB 記憶體等可搬性記憶媒體來讀入。其中，S205 亦可在推定處理參數算出部 122 實現，亦可如前所述在運算部 115 全體實現。

【0033】接著，由推定處理參數記憶區 121 讀入擬似參照畫像的推定處理參數(S206)。接著，對試料晶圓 104 上的觀察對象缺陷，使用 SEM101 依序攝像，進行以下之 S207 至 S213 的一連串觀察。

【0034】首先，透過控制部 113，以試料晶圓 104 上的觀察對象缺陷被包含 SEM101 的攝像視野的方式控制載台 105 而使其移動(S207)。接著，取得檢查用缺陷畫像(S208)。該畫像的取得係藉由例如藉由 SEM101 將電子束 106 照射在試料晶圓 104 上之包含觀察對象缺陷的相對較寬的區域來作掃描，以檢測器 110 檢測所發生的二次電子 108 或反射電子 109，藉此對包含觀察對象缺陷的相對較寬的區域攝像，以檢測器控制部 118 處理該攝像所得之來自檢測器 110 的檢測訊號，取得包含觀察對象的缺陷的相對較寬的區域的低倍率畫像來進行。

【0035】接著，對檢查用缺陷畫像適用雜訊去除或亮度不均補正等畫像前處理(S209)，在擬似參照畫像推定部 123 中，使用由推定處理參數記憶區 121 所讀入的推定處理

參數，由已進行畫像前處理的檢查用缺陷畫像，推定擬似參照畫像(S210)。該擬似參照畫像係相當於被觀察與檢查用缺陷畫像相同的電路圖案，而且未包含缺陷的畫像。其中，在擬似參照畫像的推定中，並不需要設計資料，使用推定處理參數及已進行畫像前處理的檢查用缺陷畫像。

【0036】接著，在缺陷部位特定部124中，將檢查用缺陷畫像與擬似參照畫像作比較，由檢查用缺陷畫像特定缺陷部位(S211)。關於缺陷部位的特定方法，若使用專利文獻1等所記載的方法即可。

【0037】接著，將所特定出的缺陷部位，縮窄視野而以高倍率進行攝像，取得觀察用的缺陷畫像(以下記載為觀察用缺陷畫像)(S212)，將檢查用缺陷畫像、擬似參照畫像、及觀察用缺陷畫像記憶在畫像記憶區119(S213)。

【0038】以上，圖2的流程結束。其中該一連串處理亦可針對試料晶圓104的全部觀察對象缺陷反覆執行，但是亦可根據其他基準，針對一部分觀察對象缺陷進行。其中，S205亦可由推定處理參數算出部122擔負，亦可作為處理部115全體擔負。

### 【0039】

<<特定缺陷部位的結果之例>>

使用圖3，說明在S211中特定出缺陷部位的結果之例。若使用檢查用缺陷畫像301與擬似參照畫像302來特定缺陷部位，可得可區別缺陷部位與缺陷部位以外的區域的特定缺陷部位畫像303。在特定缺陷部位畫像303中，例

如，缺陷部位的畫素值若設為1、缺陷部位以外的區域的畫素值設為0即可。

#### 【0040】

<<學習序列>>

關於藉由S205的學習序列，算出推定處理參數，且將結果記憶在推定處理參數記憶區121的處理，使用圖4說明之。

【0041】首先，取得學習用所取得的畫像的尺寸(S401)。接著，設定作為學習對象的缺陷(S402)。此亦可將在S203中所讀入的缺陷座標的全部作為學習對象，亦可將根據使用者指定條件所取樣者作為學習對象。接著，取得該所設定的作為學習對象的包含缺陷的畫像(以下記載為學習用缺陷畫像)、與包含被設計為形成與作為學習對象的缺陷位置周邊為同樣的電路圖案的區域的畫像(以下記載為學習用參照畫像)的成對(S403)。

#### 【0042】

<<<S403的取得學習用畫像對的詳細內容>>>

在此，使用圖5，說明S403。首先，以被設計為形成與作為學習對象的缺陷位置周邊為同樣的電路圖案的(或假想的)區域(以下記載為參照區域)包含在SEM101的攝像視野的方式控制載台105而使其移動(S501)。其中，在參照區域的特定中並不需要如設計資料般精度佳的資訊。在半導體晶圓中，係在晶圓上配置複數被設計為形成同樣的電路圖案的晶片，因此以最簡單的方法而言，係考慮將由

缺陷座標錯開1晶片份的區域作為參照區域。但是亦可以其他方法選擇參照區域。

【0043】接著，將電子束106照射在試料晶圓104上的參照區域進行掃描，以檢測器110檢測所發生的二次電子108或反射電子109，藉此對參照區域攝像，以檢測器控制部118處理該攝像所得之來自檢測器110的檢測訊號，以成為在S401中所取得的尺寸以上的方式取得學習用參照畫像(S502)。

【0044】接著，以作為學習對象的包含缺陷的區域(以下記載為缺陷區域)包含在SEM101的攝像視野的方式控制載台105而使其移動(S503)。接著，將電子束106照射在試料晶圓104上的缺陷區域進行掃描，且以檢測器110檢測所發生的二次電子108或反射電子109，藉此對缺陷區域攝像，以檢測器控制部118處理該攝像所得之來自檢測器110的檢測訊號，以成為在S401中所取得的尺寸以上的方式取得學習用缺陷畫像(S504)。

【0045】取得學習用缺陷畫像與學習用參照畫像之後，以學習用缺陷畫像與學習用參照畫像變為成對的方式附加附帶資訊而記憶在畫像記憶區119(S505)。

【0046】以上為使用圖5的說明。其中，學習用參照畫像與學習用缺陷畫像的取得順序係何者為先均可。亦即，亦可在S503～S504之後執行S501～S502的處理。

【0047】

<<<學習序列與缺陷觀察處理的並行處理>>>

返回至圖4的說明。以下說明的S404與S405係意圖藉由與學習序列並行進行缺陷部位的特定與缺陷觀察所需處理，即使為需要時間的學習序列時間中，亦可進行缺陷觀察的優點的處理。

【0048】將在S403中所取得的學習用缺陷畫像與學習用參照畫像作比較，與S211同樣地特定缺陷部位(S404)。接著，將所特定出的缺陷部位，縮窄視野而以高倍率進行攝像，且取得觀察用缺陷畫像，將觀察用缺陷畫像記憶在畫像記憶區119，由在S207～S213中作為觀察對象的缺陷中排除(S405)。針對試料晶圓104的全部或一部分的學習對象缺陷，反覆執行以上的S403～S405的處理。

【0049】以上係關於學習序列與缺陷觀察處理的並行處理。

【0050】最後，取得推定處理參數的學習結束條件(S406)，且在推定處理參數算出部122中，算出用以推定擬似參照畫像的推定處理參數(S407：詳細後述)。

【0051】以上為圖4的說明。在此，S404與S405係除了前述之並行處理的優點之外，由於在S212中不需要取得觀察用缺陷畫像，因此有可有效率地進行試料觀察的優點。其中，亦可省略S404～S405，若省略，關於學習對象缺陷，並未由在S207～S213中作為觀察對象的缺陷中排除。

【0052】

<<<S407的算出推定處理參數的詳細內容>>>

使用圖6，說明S407的推定處理參數算出處理。在推定處理參數的算出，並不需要設計資料，使用學習用缺陷畫像與學習用參照畫像。

【0053】首先，對在S403中所取得的全部學習用缺陷畫像與學習用參照畫像，與S209同樣地，適用雜訊去除或亮度不均補正等畫像前處理(S601)。接著，為了吸收載台移動或電子束照射的定位中的誤差，根據預定的評估值，進行學習用缺陷畫像與學習用參照畫像之成對的對位，求出畫像間的對準量AX、AY(S602)。以預定的評估值而言，若使用正規化相互相關係數或均方誤差等，根據評估值成為最大或最小的位置進行對位即可。其中，若畫像解像度(相同視野的每1個畫像的畫素數)不同，形成為在進行對位之前，以線性內插等使畫像解像度一致者。

【0054】接著，根據對準量，由學習用缺陷畫像切出學習用部分缺陷畫像，由學習用參照畫像切出學習用部分參照像(S603)。

【0055】在此，使用圖7，說明S601及S602的處理。在圖7中係示出學習用缺陷畫像701、學習用參照畫像702。在S601中，針對該2個畫像，根據預定的評估值進行對位，取得畫像對位結果703。其中，在畫像對位結果703中，針對僅包含在學習用缺陷畫像701的缺陷部位，並未圖示。在S602中，係根據對準量AX、AY，形成為在學習用缺陷畫像與學習用參照畫像為共通的區域，由學習用缺陷畫像701切出學習用部分缺陷畫像704，由學習用參照畫

像702切出學習用部分參照畫像705。

【0056】再次返回至使用圖6的說明。將學習中推定處理參數初期化(S604)。此時，亦可由推定處理參數記憶區121讀出以前學習到的推定處理參數而作為學習中推定處理參數的初期值加以利用。接著，根據學習中推定處理參數，由學習用部分缺陷畫像推定擬似缺陷畫像(S605)，算出學習用部分參照畫像與擬似缺陷畫像的推定誤差(S606)，以推定誤差變小的方式，更新學習中推定處理參數(S607)。接著，確認是否滿足在S406中所取得的學習結束條件(S608)。若滿足學習結束條件，將學習中推定處理參數作為推定處理參數而保存在推定處理參數記憶區121(S609)。若未滿足學習結束條件，再次返回至S605的處理。

【0057】以上，圖6的流程結束。

【0058】其中，以學習結束條件而言，例如考慮如下：

(學習結束條件1)將推定誤差與預先設定的推定誤差臨限值TH作比較，推定誤差小於推定誤差臨限值TH。

(學習結束條件2)由使用者受理到學習結束的操作。

(學習結束條件3)以預先設定的指定次數MR反覆S605至S608的處理。

【0059】

<<神經網路的適用>>

此外，以在S605中由學習用部分缺陷畫像推定擬似參

照畫像一方法而言，若使用非專利文獻1所記載的神經網路即可。其中，該神經網路係亦使用在S210中由檢查用缺陷畫像推定擬似參照畫像之時。具體而言，若使用圖8所示之被稱為U-net的U字形式的神經網路即可。在此，Y係表示輸入畫像。F11(Y)、F12(Y)、F13(Y)、F21(Y)、F22(Y)、F23(Y)、F24(Y)、F31(Y)、F32(Y)係表示中間資料。F(Y)表示擬似參照畫像的推定結果。

【0060】中間資料與最終結果係藉由圖20的式1～式10來算出。但是，在式1～式10中，“\*”係表示捲積運算，DS係表示在輸入畫像適用 $2 \times 2$ 的最大值濾波器(max filter)且以空間(XY)方向縮小為一半的運算，US係表示將輸入畫像以空間方向進行上取樣(upsampling)為2倍的尺寸的運算，CC係表示將所被輸入的2個畫像以管道方向結合的運算。

【0061】在此，式1～式10中所使用的變數的涵義係如下所示：

W1係c1個 $c0 \times f1 \times f1$ 尺寸的濾波器

c0係輸入畫像的管道數

f1係空間濾波器的尺寸

藉由在輸入畫像對 $c0 \times f1 \times f1$ 尺寸的濾波器進行c1次捲積，取得c1次元的特徵圖(feature map)。

【0062】再次在以下記載式1～式10中所使用的變數的涵義：

B1係c1次元的向量(對應c1個濾波器的偏位成分)

W2係  $c1 \times f2 \times f2$  尺寸的濾波器

B2係  $c2$  次元的向量

W3係  $c2 \times f3 \times f3$  尺寸的濾波器

B3係  $c3$  次元的向量

W4係  $c3 \times f4 \times f4$  尺寸的濾波器

B4係  $c2$  次元的向量

W5係  $(c2 \times 2) \times f5 \times f5$  尺寸的濾波器

B5係  $c2$  次元的向量

W6係  $c2 \times f6 \times f6$  尺寸的濾波器

B6係  $c1$  次元的向量

W7係  $(c1 \times 2) \times f7 \times f7$  尺寸的濾波器

B7係  $c4$  次元的向量

W8係  $c4 \times f8 \times f8$  尺寸的濾波器

B8係  $c5$  次元的向量。

【0063】其中， $c0$ 與 $c5$ 係依學習用部分缺陷畫像與學習用部分參照畫像的管道數而定的值。此外， $f1 \sim f8$ 、 $c1 \sim c4$ 係在學習序列前由使用者決定的超參數(Hyperparameter)，例如若設為 $f1 \sim f8=3$ 、 $c1=8$ 、 $c2=16$ 、 $c3=32$ 、 $c4=64$ 即可。藉由推定處理參數的算出處理(S405)所算出的參數係W1~W8、B1~B8。

【0064】其中，亦可使用其他構成，作為以上所示之神經網路的構成。在圖8中係說明最大深度3的U-net的構造，惟例如亦可變更深度，亦可使用最大深度4以上的網路等。

【0065】推定誤差算出處理(S607)係評估推定結果 $F(Y)$ 與學習用部分參照畫像的差異(誤差)的處理，以在本處理中所求出的推定誤差變小的方式進行參數的更新。以將畫像間的差異(誤差)定量化的方法而言，若使用均方誤差(Mean Square Error)等即可。

【0066】在推定處理參數更新處理(S608)中，若在神經網路的學習中使用一般的誤差逆傳遞法(error backpropagation)即可。此外，亦可在算出推定誤差時，使用所取得的學習用缺陷畫像與學習用參照畫像的成對的全部，惟亦可採取小批次(mini-batch)方式。亦即，亦可反覆執行由學習用缺陷畫像與學習用參照畫像的成對之中隨機抽出複數畫像對且更新參數。再者，亦可由一個畫像對隨機切出批次畫像，且形成為神經網路的輸入畫像 $Y$ 。藉此，可有效率地進行學習。

【0067】

<GUI>

接著，說明顯示在使用者介面111的GUI。

【0068】在圖9中示出在S401中，用以設定學習用畫像的尺寸的GUI900。在本GUI900係顯示在S202中所讀入的配方所包含的檢查缺陷畫像尺寸901與攝像視野902。此外，在GUI900係顯示設定學習用畫像尺寸的輸入部903，透過GUI900，設定學習用畫像尺寸之後，藉由按下「OK」按鍵904，執行S402之後的處理。

【0069】在此，說明決定學習用畫像的尺寸的方法。

在圖8中所示之神經網路中，係在深度 $d$ 中，將輸入畫像縮小為 $1/(2^d)$ 的尺寸(XY方向)。因此，若使用最大深度 $D$ 的神經網路，求出輸入畫像為 $(2^D) \times (2^D)$ 以上的尺寸。但是，藉由在S602中將學習用缺陷畫像與學習用參照畫像進行對位而得的學習用部分缺陷畫像與學習用部分參照畫像的尺寸係分別成為學習用缺陷畫像與學習用參照畫像的尺寸以下。具體而言，畫像尺寸因對準量 $AX$ 、 $AY$ 的部分而變小。為了保證學習用部分缺陷畫像與學習用部分參照畫像的尺寸成為 $(2^D) \times (2^D)$ 以上的尺寸，必須以 $(2^D+AX) \times (2^D+AY)$ 的尺寸取得學習用缺陷畫像與學習用參照畫像，但是在取得學習用缺陷畫像與學習用參照畫像之前，並無法得知對準量 $AX$ 、 $AY$ 。對準量 $AX$ 、 $AY$ 係取決於載台移動誤差或電子束照射定位誤差等，因此若由載台移動誤差或電子束照射定位誤差等求出對準量的最大值 $MX$ 、 $MY$ ，將 $(2^D+MX) \times (2^D+MY)$ 的尺寸設定為學習用畫像尺寸即可。例如，若神經網路的最大深度為7、 $MX=50$ 、 $MY=30$ ，將 $178 \times 158$ 設為學習用畫像尺寸。

【0070】其中，在S401中未取得學習用畫像的尺寸，以與檢查缺陷畫像相同的尺寸，在S502及S504中取得學習用缺陷畫像與學習用參照畫像，在S602中進行學習用缺陷畫像與學習用參照畫像的對位，在S603中切出學習用部分缺陷畫像與學習用部分參照畫像之後，查核學習用部分缺陷畫像與學習用部分參照畫像的至少一方為預定的尺寸以上，若未達預定的尺寸，該畫像對亦可未使用在S605～

S608的處理。預定的尺寸係指若使用最大深度D的神經網路，設為 $(2^D) \times (2^D)$ 的尺寸。

【0071】圖10係示出在S406中設定學習結束條件的GUI1000。在GUI1000係顯示有：設定反覆S605～S608的處理的次數MR的輸入部1001、設定推定誤差臨限值TH的輸入部1002、設定是否受理藉由使用者所為之學習結束操作的輸入部1003，透過GUI1000，設定學習結束條件之後，藉由按下「學習開始」按鍵1004，執行S407的推定處理參數的算出。若在推定處理參數的算出中按下「取消」按鍵1006，可中斷推定處理參數的算出。此外，若在推定處理參數的算出中按下「進度確認」按鍵1005，切換成圖11所示之確認學習中推定處理參數更新處理的進度的GUI1100。在GUI1100中，將推定參數更新的反覆次數與推定誤差的推移顯示在圖表1101。若按下GUI1100的「學習結束」按鍵1103，視為由使用者受理到學習結束的操作，結束學習中推定處理參數的更新，亦即，在S608中判定為滿足學習結束條件。若按下GUI1100的「推定畫像確認」按鍵1102，切換成圖12所示之GUI1200。在GUI1200上，若按下畫像ID選擇按鍵1201，指定所顯示的畫像的號碼，在管道選擇部1202選擇二次電子像(SE)或反射電子像(BSE)等所顯示的畫像的種類，藉此使用學習中推定參數，執行對所被指定的畫像ID的擬似缺陷畫像推定處理，且顯示所被指定的畫像ID的學習用部分缺陷畫像1203、與所被推定的擬似缺陷畫像1204、學習用部分參照畫像

1205。若按下GUI1200的「OK」按鍵1206，切換成如圖11所示之原本的GUI1100的顯示。

【0072】藉由本實施例，取得學習用缺陷畫像及學習用參照畫像，使用學習用缺陷畫像與學習用參照畫像，算出推定處理參數，在試料觀察中，由檢查用缺陷畫像推定擬似參照畫像，藉此可省略取得參照畫像，可使試料觀察的產出量提升。

### 【0073】

<缺陷觀察的序列的比較>

在圖13中示出在習知之試料觀察系統中，依序觀察觀察對象缺陷(1)與(2)時的序列。橫軸表示時間，縱軸表示觀察對象缺陷。

【0074】首先，關於觀察對象缺陷(1)的觀察的工程1301的序列係包含以下：

以對應觀察對象缺陷(1)的參照區域包含在SEM101的攝像視野的方式使載台移動(S)

以SEM101對參照區域攝像而取得學習用參照畫像(RI)

以包含觀察對象缺陷(1)的區域包含在SEM101的攝像視野的方式使載台移動(S)

對包含觀察對象缺陷(1)的相對較寬的區域以SEM101攝像而取得學習用缺陷畫像(DI)

使用學習用缺陷畫像與學習用參照畫像，特定學習用缺陷畫像中的缺陷部位(D)

將包含所特定出的缺陷部位的相對較窄的區域以

SEM101 攝像而取得觀察用缺陷畫像 (HI)。

【0075】在接下來的關於觀察對象缺陷(2)的觀察的工程 1302 中亦包含相同的序列。在此，工程 1302 的載台移動(S)係必須在觀察對象缺陷(1)的觀察用缺陷畫像的取得(HI)結束之後進行。其係基於在工程 1301 中觀察對象缺陷(1)留在 SEM101 的攝像視野內至觀察對象缺陷(1)的觀察用缺陷畫像的取得(HI)結束為止之故。

【0076】圖 14 係本實施例之尤其關於 S207 ~ S213 的處理的序列。橫軸與縱軸的關係係與圖 13 的情形相同。在圖 14 的序列中係存在擬似參照畫像推定(P)，作為在圖 13 中不存在的時間，另一方面不具參照畫像取得(RI)。此外，工程中的載台移動(S)各個少 1 個。

【0077】首先，關於觀察對象缺陷(1)的觀察的工程 1401 的序列係包含以下：

以包含觀察對象缺陷(1)的區域包含在 SEM101 的攝像視野的方式使載台移動(S)

對包含觀察對象缺陷(1)的相對較寬的區域以 SEM101 攝像而取得檢查用缺陷畫像(DI)

根據推定處理參數，由檢查用缺陷畫像推定擬似參照畫像(P)

使用檢查用缺陷畫像與擬似參照畫像，特定檢查用缺陷畫像中的缺陷部位(D)

將包含所特定出的缺陷部位的相對較窄的區域以 SEM101 攝像而取得觀察用缺陷畫像(HI)。

【0078】接著，在關於觀察對象缺陷(2)的觀察的工程1402，對觀察對象缺陷(2)進行同樣的處理。

【0079】如以上所示，在圖14的序列中，由缺陷畫像推定(P)疑似參照畫像，藉此不需要圖13中所說明的序列的第1次載台移動(S)、與參照畫像的取得(RI)。藉此，可將載台移動次數刪減為1/2，此外可省略參照畫像的攝像，可使使用試料觀察系統來依序觀察試料晶圓104上的觀察對象的複數缺陷時的產出量提升。

### 【0080】

(實施形態2)

在實施例1中，係敘述了使用SEM，對缺陷區域及參照區域攝像，取得學習用缺陷畫像及學習用參照畫像，且使用學習用缺陷畫像與學習用參照畫像，算出推定處理參數，在試料觀察中，由檢查用缺陷畫像推定疑似參照畫像，藉此使試料觀察的產出量提升的方法。在算出推定處理參數時，學習用缺陷畫像與學習用參照畫像的成對數愈多，愈可有效率地學習。在本實施例中，係敘述即使在學習對象缺陷不存在或為少數的情形下，亦藉由對學習用參照畫像賦予疑似缺陷而生成學習用缺陷畫像，使用學習用參照畫像、與所生成的學習用缺陷畫像的成對，算出推定處理參數的方法。

【0081】本實施例之試料觀察系統的構成係與實施例1中所說明之圖1所示構成為基本上相同。不同的是學習序列的處理流程，學習序列以外的試料觀察流程係具備與實

施例1中所說明之圖2所示的處理流程為同等的處理流程。此外，本實施例之試料觀察系統的GUI係具備與實施例1中所說明的圖9～圖12中所示者為同等的介面。以下僅說明與實施例1不同的部分。

### 【0082】

<學習序列>

使用圖15，說明S205的學習序列。

【0083】首先，設定作為學習對象的區域(S1501)。此亦可形成為試料晶圓上之使用者所指定的1個以上的區域，亦可隨機設定試料晶圓104上的1個以上的區域。但是，在作為學習對象的區域並未包含缺陷檢查裝置所輸出的缺陷座標。接著，以該所設定之作為學習對象的區域包含在SEM101的攝像視野的方式控制載台105而使其移動(S1502)，將電子束106照射在試料晶圓104上之作為學習對象的區域進行掃描，以檢測器110檢測所發生的二次電子108或反射電子109，藉此對作為學習對象的區域攝像，以檢測器控制部118處理該攝像所得之來自檢測器110的檢測訊號，而取得學習用參照畫像(S1503)。

【0084】接著，對學習用參照畫像賦予擬似缺陷，且生成學習用缺陷畫像，藉此取得學習用缺陷畫像(S1504)，以學習用缺陷畫像與學習用參照畫像變成為成對的方式附加附帶資訊而記憶在畫像記憶區119(S1505)。賦予擬似缺陷的區域PR若在學習用參照畫像的面內隨機設定中心位置及尺寸(寬幅與高度)即可。

【0085】亦可在區域PR的濃淡施加一定的偏移(offset)，作為擬似缺陷。或者，亦可以包含電路圖案的邊緣的方式設定區域PR，根據邊緣強度，對電路圖案施加變形。以上係模擬微小缺陷者，惟亦可生成如涵蓋畫像全面般的巨大缺陷。擬似缺陷的種類並非侷限於該等，若將各種缺陷進行模型化且生成即可。

【0086】針對試料晶圓104的全部作為學習對象的區域，反覆執行以上S1502～S1505的處理。接著，取得推定處理參數的學習結束條件(S1506：相當於圖4的S406)，在推定處理參數算出部122中，算出用以推定擬似參照畫像的推定處理參數(S1507：相當於圖4的S407)。

【0087】其中，在以上說明中，係說明了使用在S1504中所生成的包含擬似缺陷的畫像作為推定處理參數的算出的學習用缺陷畫像的方法，惟除了S1504中所生成的包含擬似缺陷的畫像之外，與實施例1中所說明的S403同樣地，在S203中所讀入的缺陷座標的全部、或根據使用者指定條件所取樣的包含缺陷座標的畫像亦可使用作為學習用缺陷畫像。亦即，在S1507中，亦可使用對試料晶圓104上包含缺陷的區域攝像的畫像(第一缺陷畫像)、與和第一缺陷畫像相對應的參照畫像(第一參照畫像)的成對、及第二參照畫像、與由第二參照畫像所生成的包含擬似缺陷的畫像(第二缺陷畫像)的成對，算出推定處理參數。

【0088】藉由本實施例，即使在學習對象缺陷不存在或為少數的情形下，亦對學習用參照畫像賦予擬似缺陷，

藉此生成學習用缺陷畫像，且可使用學習用參照畫像、與所生成的學習用缺陷畫像的成對，算出推定處理參數，在試料觀察中，由檢查用缺陷畫像推定擬似參照畫像，藉此可省略取得參照畫像，且可使試料觀察的產出量提升。

### 【0089】

(實施形態3)

在實施例1及實施例2中係敘述了使用藉由學習學習用缺陷畫像與學習用參照畫像的對應關係所得的推定處理參數，在試料觀察中，由檢查用缺陷畫像推定擬似參照畫像，且將檢查用缺陷畫像與擬似參照畫像作比較，藉此特定檢查用缺陷畫像中的缺陷部位的方法。在本實施例中，係敘述算出用以推定缺陷畫像中的缺陷部位的推定處理參數，根據推定處理參數，推定檢查用缺陷畫像中的缺陷部位的方法。

### 【0090】

<系統構成>

關於本實施例之試料觀察系統100的構成，SEM101與缺陷檢查裝置102係與實施例1中所說明之圖1所示構成相同，不同的是計算機103的構成。以下係說明與實施例1不同的部分。

【0091】使用圖16，說明本實施例之試料觀察系統的計算機103。記憶部114係具備：連同附帶資訊一起記憶在檢測器控制部118中所生成的數位畫像的畫像記憶區119、記憶包含元件或製造工程的資訊或畫像的攝像條件等的配

方的配方記憶區 120、記憶有關缺陷畫像中的缺陷部位的推定處理的參數的推定處理參數記憶區 1601。處理部 115 係具備：算出用以推定缺陷畫像中的缺陷部位的推定處理參數的推定處理參數算出部 1602、根據推定處理參數來推定缺陷部位的缺陷部位推定部 1603。

### 【0092】

<試料觀察方法>

使用圖 17，說明試料的觀察方法。關於 S1701～S1703，係與圖 2 的 S201～S203 相同。

【0093】在 S1704 中，確認與處理了試料晶圓 104 的工程相對應的推定處理參數是否被記憶在推定處理參數記憶區 1601，若未記憶(圖 17 中為「無」時)，係在推定處理參數算出部 1602 中，藉由後述之學習序列算出推定處理參數而記憶(S1705)。接著，由推定處理參數記憶區 1601 讀入推定處理參數(S1706)。

【0094】接著，將試料晶圓 104 上的觀察對象缺陷，使用 SEM101 依序攝像，進行一連串觀察。關於 S1707～S1709，由於與圖 2 的 S207～S209 相同，故省略說明。接著，在缺陷部位推定部 1603 中，使用推定處理參數，推定已進行畫像前處理的檢查用缺陷畫像中的缺陷部位(S1710)。其中，在缺陷部位的推定，並不需要設計資料，使用推定處理參數及已進行畫像前處理的檢查用缺陷畫像。接著，將所推定出的缺陷部位，縮小視野而以高倍率攝像，取得觀察用缺陷畫像(S1711)，且將檢查用缺陷

畫像與觀察用缺陷畫像記憶在畫像記憶區 119(S1712)。針對試料晶圓 104 的全部觀察對象缺陷，反覆執行以上的 S1707至 S1712的處理。

### 【 0095】

<<學習序列>>

關於 S1705的學習序列，S407以外係具備與實施例 1中所說明之圖 4所示之處理流程為同等的序列。

【 0096】 使用圖 18，說明對應圖 4的 S407的算出推定處理參數的方法。在推定處理參數的算出中，並不需要設計資料，使用學習用缺陷畫像與學習用參照畫像。

【 0097】 關於 S1801～ S1803，由於與圖 6的 S601～ S603相同，故省略說明。接著，將學習用部分缺陷畫像與學習用部分參照畫像作比較，特定學習用部分缺陷畫像中的缺陷部位，且求出表示缺陷部位的特定缺陷部位畫像(S1804：相當於圖 2的 S211)。其中，亦可在 S1804中，使用學習用缺陷畫像與學習用參照畫像，未特定缺陷部位，將學習用缺陷畫像顯示在 GUI，使用者指定缺陷部位，將可區別所指定的缺陷部位與所指定的缺陷部位以外的區域的畫像作為特定缺陷部位畫像。接著，將學習中推定處理參數初期化(S1805：相當於圖 6的 S604)。此時，亦可由推定處理參數記憶區 1601讀出以前學習的推定處理參數，作為學習中推定處理參數的初期值加以利用。

【 0098】 接著，在缺陷部位推定部 1603中，根據學習中推定處理參數，由學習用部分缺陷畫像推定缺陷部位

(S1806)，求取推定缺陷部位畫像，且使用推定缺陷部位畫像與特定缺陷部位畫像，算出推定誤差(S1807)，以推定誤差變小的方式，更新學習中推定處理參數(S1808：相當於圖6的S607)。接著，確認是否滿足在S406中所取得的學習結束條件(S1809：相當於圖6的S608)，若滿足學習結束條件，將學習中推定處理參數作為推定處理參數而記憶在推定處理參數記憶區1601(S1810)。學習結束條件係如實施例1中所作說明。若不滿足學習結束條件，係再次返回至S1806的處理。以上，圖18的流程結束。

【0099】以在S1806中由學習用部分缺陷畫像推定缺陷部位的一方法而言，若使用圖19所示之神經網路即可，輸入畫像Y為學習用部分缺陷畫像，F(Y)為推定缺陷部位畫像。推定缺陷部位畫像F(Y)係藉由圖21的式12來算出。在式12中，F(Y)(x、y、c)係表示推定缺陷部位畫像F(Y)的X方向的座標值為x、Y方向的座標值為y、管道為c的畫素的值，關於F15(Y)(x、y、c)亦同。F11(Y)、F12(Y)、F21(Y)、F22(Y)、F23(Y)、F24(Y)、F31(Y)、F32(Y)係藉由實施例1中所說明的圖20的式1～式8來算出。此外，在S1807中算出缺陷部位的推定誤差時，將特定缺陷部位畫像DD(1管道的2值畫像)，藉由圖21的式13轉換成2管道的畫像MSK，算出畫像MSK與推定缺陷部位畫像F(Y)的差異(誤差)。以將畫像間的差異(誤差)量化的方法而言，與S607同樣地，若使用均方誤差(Mean Square Error)等即可。

【0100】在此，W9係2個 $(c1 \times 2) \times f9 \times f9$ 尺寸的濾波器，B9係2次元的向量。f9係在學習序列前由使用者決定的超參數，若設為例如 $f9=3$ 即可。藉由推定處理參數的算出處理(S1801～S1810)所算出的參數係W1～W6、W9、B1～B6、B9。

【0101】藉由本實施例，使用學習用缺陷畫像，算出用以推定缺陷畫像中的缺陷部位的推定處理參數，在試料觀察中，根據推定處理參數，推定檢查用缺陷畫像中的缺陷部位，藉此可省略取得參照畫像，可使試料觀察的產出量提升。

#### 【0102】

<小結>

關於以上之實施例1至實施例3，說明如下。其中，以下說明中以所賦予的括弧所包括的數字或英文字母並非為表示各處理的執行順序者。

#### 【0103】

<<觀點1>>

一種試料觀察系統，其係具有：掃描型電子顯微鏡、及計算機的試料觀察系統，

前述計算機係：

(1)取得前述掃描型電子顯微鏡所攝像到的複數畫像，

(2)由前述複數畫像，取得包含缺陷部位的學習用缺陷畫像、與不包含前述缺陷部位的學習用參照畫像，

(3)使用前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像，算出推定處理參數，

(4)取得包含缺陷部位的檢查用缺陷畫像，

(5)使用前述推定處理參數、與前述檢查用缺陷畫像，推定疑似參照畫像。

#### 【0104】

##### <<觀點2>>

如觀點1所記載的試料觀察系統，其中，前述計算機係：

(6)將前述疑似參照畫像、與前述檢查用缺陷畫像作比較，特定前述檢查用缺陷畫像的缺陷部位。

#### 【0105】

##### <<觀點3>>

如觀點1所記載的試料觀察系統，其中，前述計算機係：

(3A)根據預定的評估值，進行前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像的對位，藉此取得對準量，

(3B)根據前述對準量，由前述學習用缺陷畫像切出學習用部分缺陷畫像，

(3C)根據前述對準量，由前述學習用參照畫像切出學習用部分參照畫像，

(3D)使用前述學習用部分缺陷畫像、與前述學習用部分參照畫像，算出前述推定處理參數，

作為前述(3)的處理。

**【 0106】**

## &lt;&lt;觀點 4&gt;&gt;

如觀點 1 所記載的試料觀察系統，其中，前述推定處理參數係神經網路的參數，

前述神經網路係輸入至輸入層的畫像的最小尺寸為第 1 尺寸，

前述計算機係：

取得各個為前述第 1 尺寸以上的前述複數畫像，

作為前述 (1) 的處理。

**【 0107】**

## &lt;&lt;觀點 5&gt;&gt;

如觀點 3 所記載的試料觀察系統，其中，前述推定處理參數係神經網路的參數，

前述神經網路係輸入至輸入層的畫像的最小尺寸為第 1 尺寸，

前述計算機係：

(3E) 查核前述學習用部分缺陷畫像、與前述學習用部分參照畫像至少一方的尺寸為前述第 1 尺寸以上，

作為前述 (3) 的處理。

**【 0108】**

## &lt;&lt;觀點 6&gt;&gt;

如觀點 1 所記載的試料觀察系統，其中，前述計算機係取得前述推定處理參數的算出處理的結束條件，

前述計算機係：

(3F)偵測到滿足前述結束條件之時，結束前述推定處理參數的更新，

作為前述(3)的處理。

**【0109】**

<<觀點7>>

如觀點6所記載的試料觀察系統，其中，與前述推定處理參數的算出並行，前述計算機係：

(7)藉由將前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像作比較，特定前述學習用缺陷畫像的缺陷部位。

**【0110】**

<<觀點8>>

如觀點1所記載的試料觀察系統，其中，前述計算機係省略取得對應前述檢查用缺陷畫像的參照畫像。

**【0111】**

<<觀點9>>

一種試料觀察系統，其係具有：掃描型電子顯微鏡、及計算機的試料觀察系統，

前述計算機係：

取得前述掃描型電子顯微鏡所攝像到的複數畫像，

由前述複數畫像，取得包含缺陷部位的學習用缺陷畫像，

使用前述學習用缺陷畫像，算出推定處理參數，

取得包含缺陷部位的檢查用缺陷畫像，

使用前述推定處理參數、與前述檢查用缺陷畫像，推

定前述檢查用缺陷畫像中的缺陷部位。

【0112】其中，說明了以上所示處理亦可藉由被處理部所執行的畫像處理程式來實現。但是，畫像處理程式亦可藉由計算機可讀取的記憶媒體來分配，亦可由配訊伺服器計算機來分配。在此，配訊伺服器計算機係具有：記憶部、運算部、網路介面112。其中，各部的具體例亦可與計算機103的情形相同。亦可在具有如上所示之構成的配訊伺服器計算機的記憶部記憶畫像處理程式，按照來自計算機103的分配請求，處理部讀入畫像處理程式，且透過網路介面112而送訊至計算機103。

#### 【符號說明】

#### 【0113】

100:試料觀察系統

101:SEM

102:缺陷檢查裝置

103:計算機

104:試料晶圓

105:載台

106:電子束

107:電子源

108:二次電子

109:反射電子

110:檢測器

- 111:使用者介面(使用者I/F)
- 112:網路介面(網路I/F)
- 113:控制部
- 114:記憶部
- 115:處理部
- 116:載台控制部
- 117:電子束控制部
- 118:檢測器控制部
- 119:畫像記憶區
- 120:配方記憶區
- 121:推定處理參數記憶區
- 122:推定處理參數算出部
- 123:擬似參照畫像推定部
- 124:缺陷部位特定部
- 301:檢查用缺陷畫像
- 302:擬似參照畫像
- 303:特定缺陷部位畫像
- 701:學習用缺陷畫像
- 702:學習用參照畫像
- 703:畫像對位結果
- 704:學習用部分缺陷畫像
- 705:學習用部分參照畫像
- 900:GUI
- 901:檢查缺陷畫像尺寸

- 902:攝像視野
- 903:輸入部
- 904:「OK」按鍵
- 1000:GUI
- 1001:輸入部
- 1002:輸入部
- 1003:輸入部
- 1004:「學習開始」按鍵
- 1005:「進度確認」按鍵
- 1006:「取消」按鍵
- 1100:GUI
- 1101:圖表
- 1102:「推定畫像確認」按鍵
- 1103:「學習結束」按鍵
- 1200:GUI
- 1201:畫像ID選擇按鍵
- 1202:管道選擇部
- 1203:學習用部分缺陷畫像
- 1204:疑似缺陷畫像
- 1205:學習用部分參照畫像
- 1206:「OK」按鍵
- 1601:推定處理參數記憶區
- 1602:推定處理參數算出部
- 1603:缺陷部位推定部

AX,AY:對準量

MR:最大反覆數

TH:推定誤差臨限值

## 【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種試料觀察系統，其係具有：掃描型電子顯微鏡、及計算機的試料觀察系統，

前述計算機係：

(1)取得前述掃描型電子顯微鏡所攝像到的複數畫像，

(2)由前述複數畫像，取得包含缺陷部位的學習用缺陷畫像、與不包含前述缺陷部位的學習用參照畫像，

(3)使用前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像，算出推定處理參數，

(4)取得包含缺陷部位的檢查用缺陷畫像，

(5)使用前述推定處理參數、與前述檢查用缺陷畫像，推定擬似參照畫像，

前述(3)的處理係：

(3A)根據預定的評估值，進行前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像的對位，藉此取得對準量，

(3B)根據前述對準量，由前述學習用缺陷畫像切出學習用部分缺陷畫像，

(3C)根據前述對準量，由前述學習用參照畫像切出學習用部分參照畫像，

(3D)使用前述學習用部分缺陷畫像、與前述學習用部分參照畫像，算出前述推定處理參數。

【請求項 2】如請求項 1 之試料觀察系統，其中，前述計算機係：

(6)將前述擬似參照畫像、與前述檢查用缺陷畫像作比較，特定前述檢查用缺陷畫像的缺陷部位。

【請求項3】如請求項1之試料觀察系統，其中，前述推定處理參數係神經網路的參數，

前述神經網路係輸入至輸入層的畫像的最小尺寸為第1尺寸，

前述計算機係：

取得各個為前述第1尺寸以上的前述複數畫像，

作為前述(1)的處理。

【請求項4】如請求項1之試料觀察系統，其中，前述推定處理參數係神經網路的參數，

前述神經網路係輸入至輸入層的畫像的最小尺寸為第1尺寸，

前述掃描型電子顯微鏡係根據前述第1尺寸、與對準量的最大值，設定攝像畫像的尺寸，

根據前述所設定的尺寸，對複數畫像攝像，

前述對準量的最大值係根據前述掃描型電子顯微鏡的(A1)載台移動誤差及(A2)電子束的照射定位誤差求出。

【請求項5】如請求項1之試料觀察系統，其中，前述計算機係取得前述推定處理參數的算出處理的結束條件，

前述計算機係：

(3F)偵測到滿足前述結束條件之時，結束前述推定處理參數的更新，

作為前述(3)的處理。

【請求項 6】如請求項 5 之試料觀察系統，其中，與前述推定處理參數的算出並行，前述計算機係：

(7)藉由將前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像作比較，特定前述學習用缺陷畫像的缺陷部位。

【請求項 7】如請求項 1 之試料觀察系統，其中，前述計算機係省略取得對應前述檢查用缺陷畫像的參照畫像。

【請求項 8】如請求項 1 之試料觀察系統，其中，前述學習用參照畫像係被設計為形成與被攝像為前述學習用缺陷畫像的電路圖案為同樣的電路圖案的區域的畫像，

藉由前述(3A)的處理，取得已進行對位時的前述學習用參照畫像與前述學習用缺陷畫像間的座標差，作為前述對準量。

【請求項 9】如請求項 8 之試料觀察系統，其中，前述學習用參照畫像係在被配置在藉由前述掃描型電子顯微鏡被攝像的晶圓的複數同樣的晶片中，由形成有被攝像為前述學習用缺陷畫像的電路圖案的晶片錯開 1 晶片份的晶片所形成的電路圖案的區域的畫像。

【請求項 10】一種試料觀察系統，其係具有：掃描型電子顯微鏡、及計算機的試料觀察系統，

前述計算機係：

取得前述掃描型電子顯微鏡所攝像到的複數畫像，

由前述複數畫像，取得包含缺陷部位的學習用缺陷畫像，

使用前述學習用缺陷畫像，算出推定處理參數，

取得包含缺陷部位的檢查用缺陷畫像，

使用前述推定處理參數、與前述檢查用缺陷畫像，推定前述檢查用缺陷畫像中的缺陷部位，

前述推定處理參數的算出係：

根據預定的評估值，進行前述學習用缺陷畫像、與學習用參照畫像的對位，藉此取得對準量，

根據前述對準量，由前述學習用缺陷畫像切出學習用部分缺陷畫像，

根據前述對準量，由前述學習用參照畫像切出學習用部分參照畫像，

使用前述學習用部分缺陷畫像、與前述學習用部分參照畫像，算出前述推定處理參數。

【請求項 11】一種畫像處理方法，其係藉由計算機所為之畫像處理方法，

(M1)取得掃描型電子顯微鏡所攝像到的複數畫像，

(M2)由前述複數畫像，取得包含缺陷部位的學習用缺陷畫像、與不包含前述缺陷部位的學習用參照畫像，

(M3)使用前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像，算出推定處理參數，

(M4)取得包含缺陷候補部位的檢查用缺陷畫像，

(M5)使用前述推定處理參數、與前述檢查用缺陷畫像，推定擬似參照畫像，

以前述(M3)而言，

(M3A)根據預定的評估值，進行前述學習用缺陷畫

像、與前述學習用參照畫像的對位，藉此取得對準量，

(M3B)根據前述對準量，由前述學習用缺陷畫像切出學習用部分缺陷畫像，

(M3C)根據前述對準量，由前述學習用參照畫像切出學習用部分參照畫像，

(M3D)使用前述學習用部分缺陷畫像、與前述學習用部分參照畫像，算出前述推定處理參數。

【請求項 12】如請求項 11 之畫像處理方法，其中，(M6)將前述擬似參照畫像、與前述檢查用缺陷畫像作比較，特定前述檢查用缺陷畫像的缺陷部位。

【請求項 13】如請求項 11 之畫像處理方法，其中，前述推定處理參數係神經網路的權重值，

前述神經網路係輸入至輸入層的畫像的最小尺寸為第 1 尺寸，

取得各個為前述第 1 尺寸以上的前述複數畫像，作為前述 (M1)。

【請求項 14】如請求項 11 之畫像處理方法，其中，前述推定處理參數係神經網路的權重值，

前述神經網路係輸入至輸入層的畫像的最小尺寸為第 1 尺寸，

前述掃描型電子顯微鏡係根據前述第 1 尺寸、與對準量的最大值，設定攝像畫像的尺寸，

根據前述所設定的尺寸，對複數畫像攝像，

前述對準量的最大值係根據前述掃描型電子顯微鏡的

(A1)載台移動誤差及(A2)電子束的照射定位誤差求出。

【請求項 15】如請求項 11 之畫像處理方法，其中，取得前述推定處理參數的推定處理的結束條件，

(M3F)偵測到滿足前述結束條件之時，結束前述推定處理參數的更新，

作為前述(M3)。

【請求項 16】如請求項 15 之畫像處理方法，其中，(M7)與前述推定處理參數的算出並行進行：藉由將前述學習用缺陷畫像、與前述學習用參照畫像作比較，特定前述學習用缺陷畫像的缺陷部位。

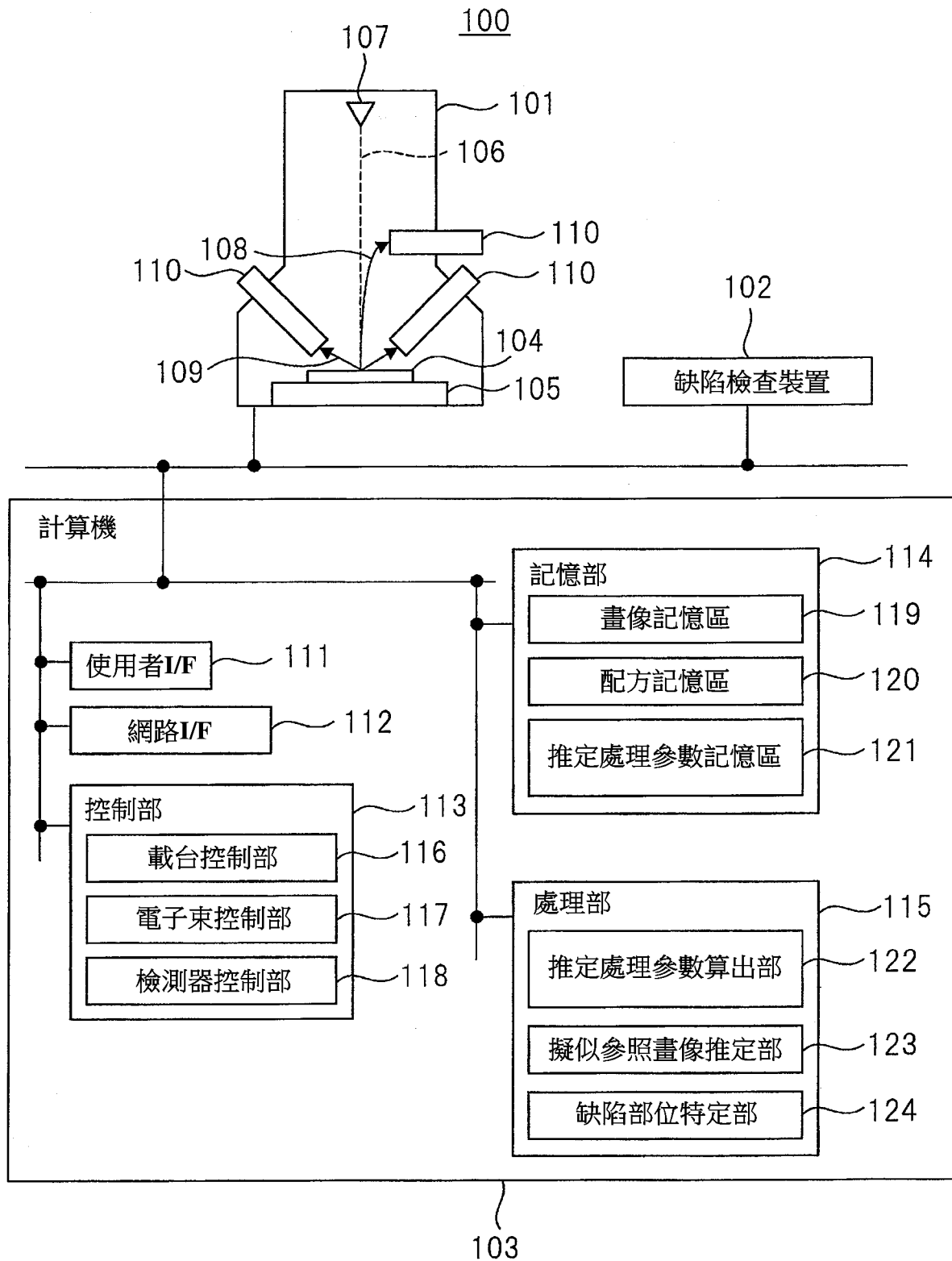
【請求項 17】如請求項 11 之畫像處理方法，其中，省略取得對應前述檢查用缺陷畫像的參照畫像。

【請求項 18】如請求項 11 之畫像處理方法，其中，前述學習用參照畫像係被設計為形成與被攝像為前述學習用缺陷畫像的電路圖案為同樣的電路圖案的區域的畫像，

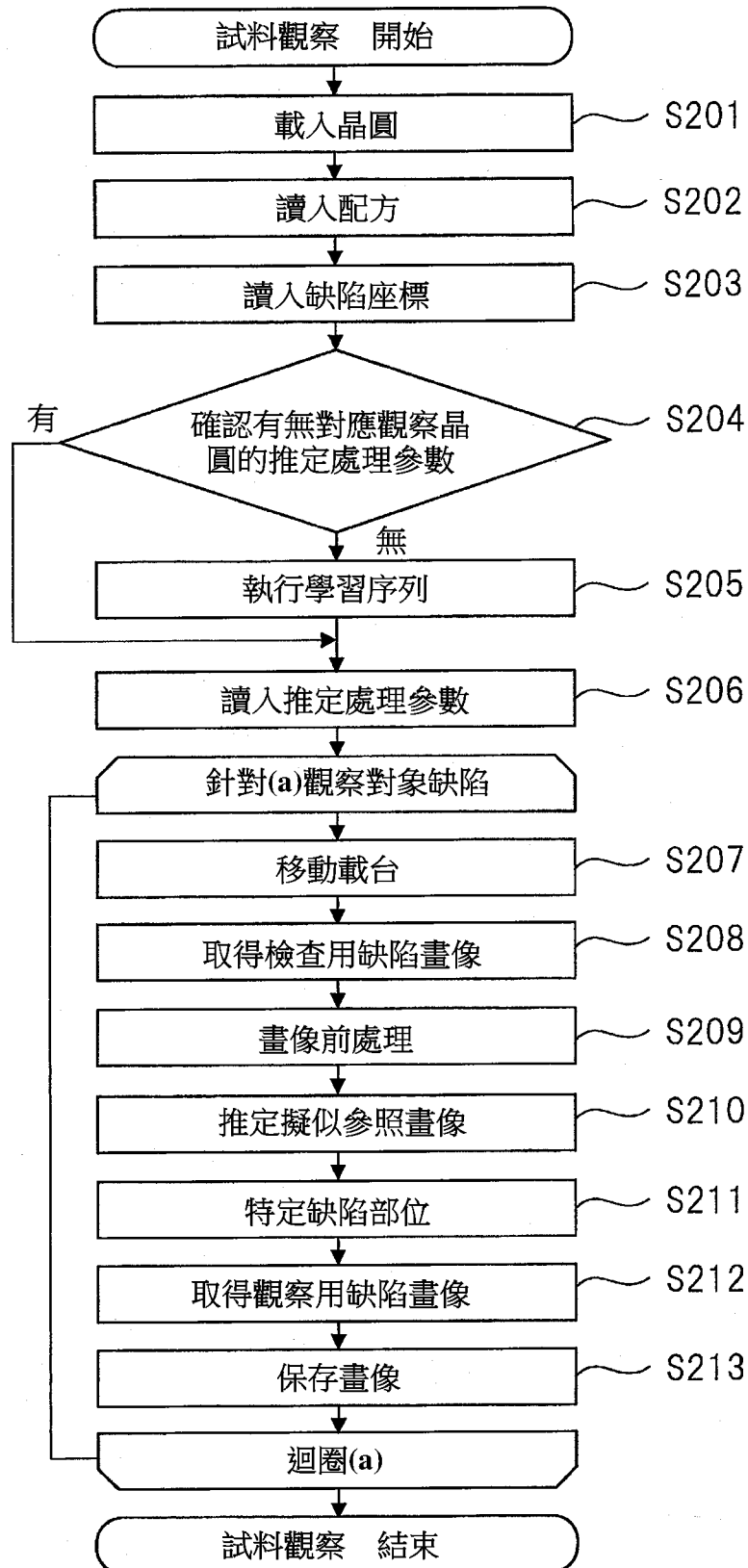
藉由前述(M3A)的處理，取得已進行對位時的前述學習用參照畫像與前述學習用缺陷畫像間的座標差，作為前述對準量。

【請求項 19】如請求項 18 之畫像處理方法，其中，前述學習用參照畫像係在被配置在藉由前述掃描型電子顯微鏡被攝像的晶圓的複數同樣的晶片上，由形成有被攝像為前述學習用缺陷畫像的電路圖案的晶片錯開 1 晶片份的晶片所形成的電路圖案的區域的畫像。

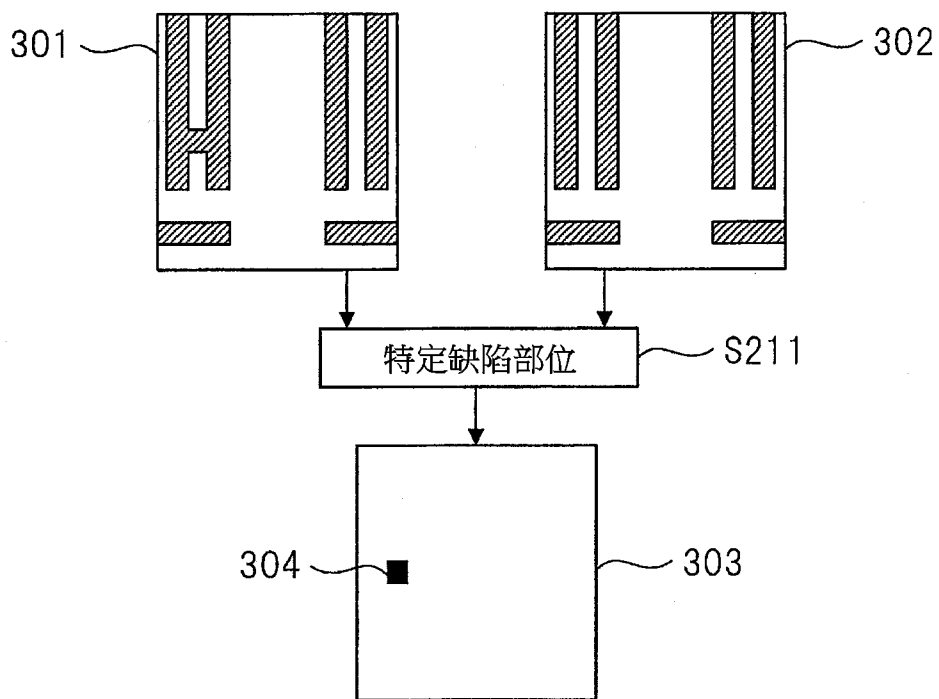
【發明圖式】



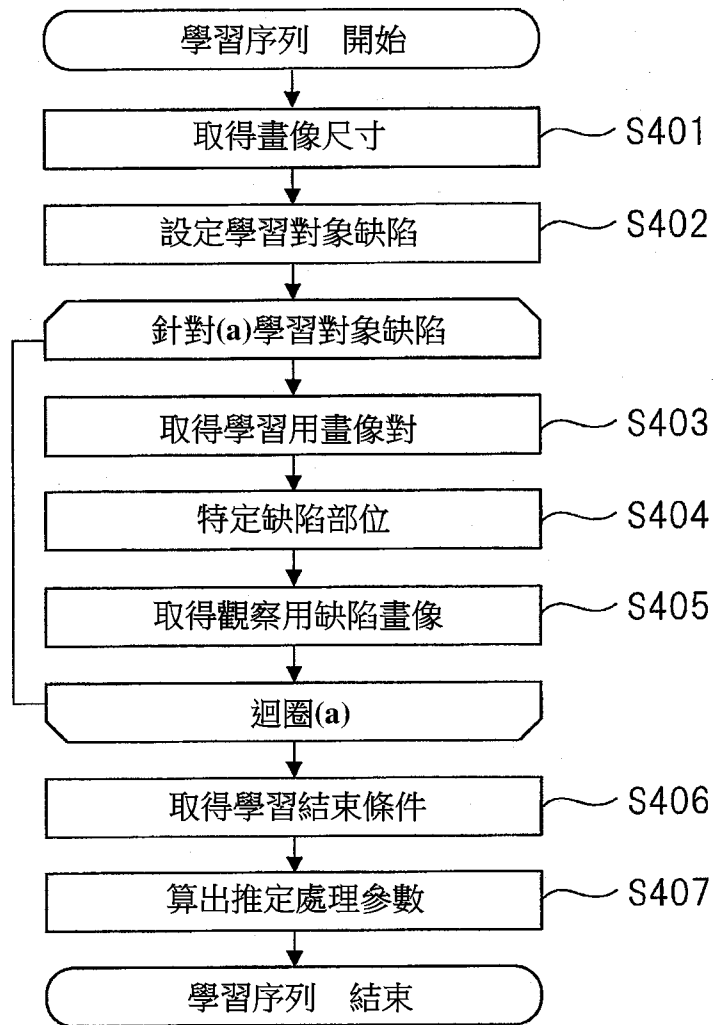
【圖 1】



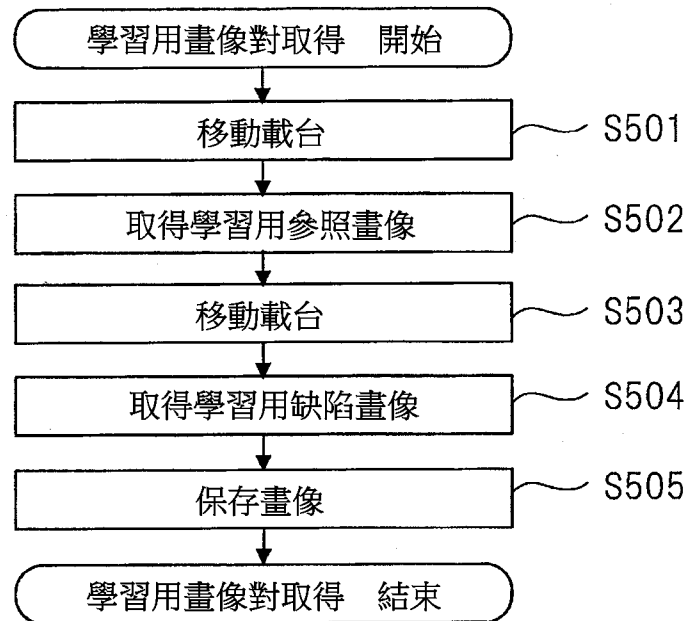
【圖 2】



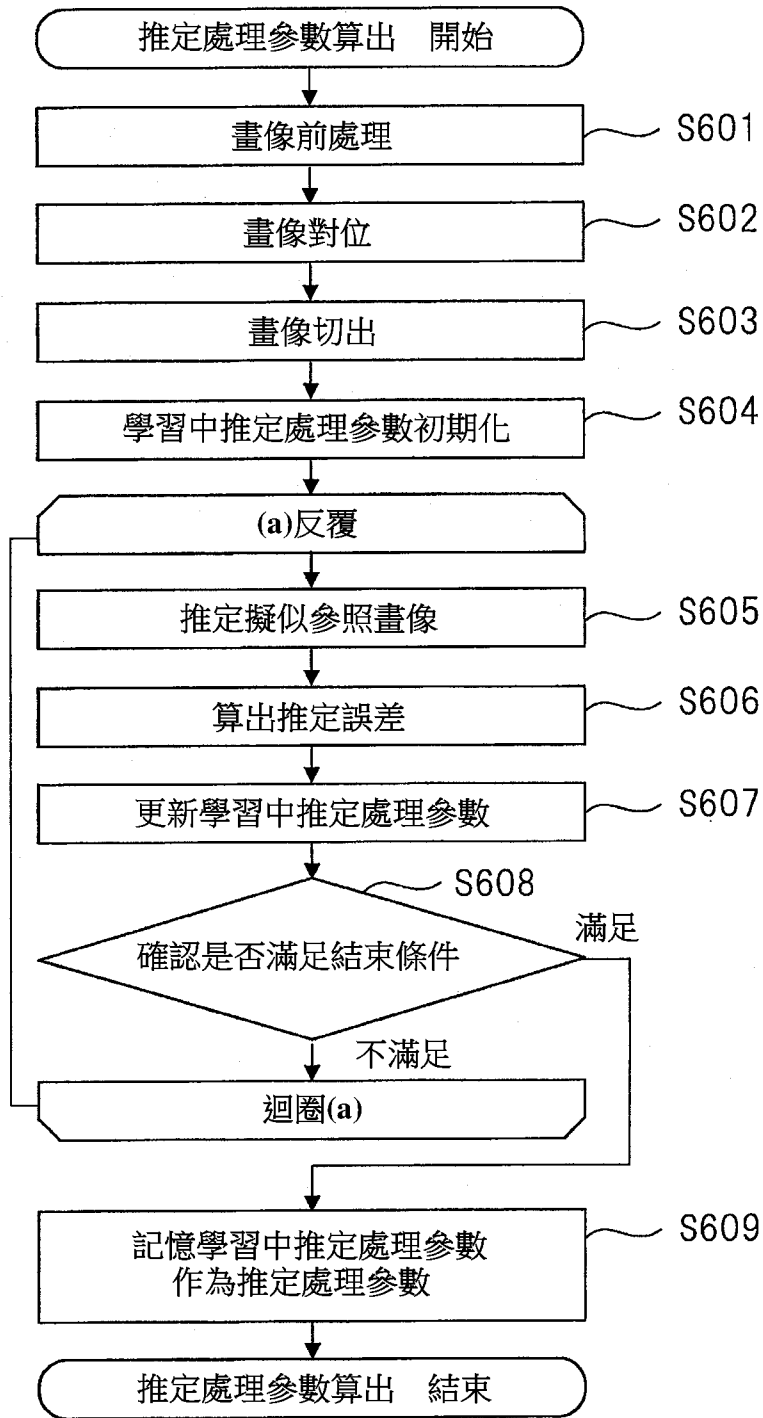
【圖 3】



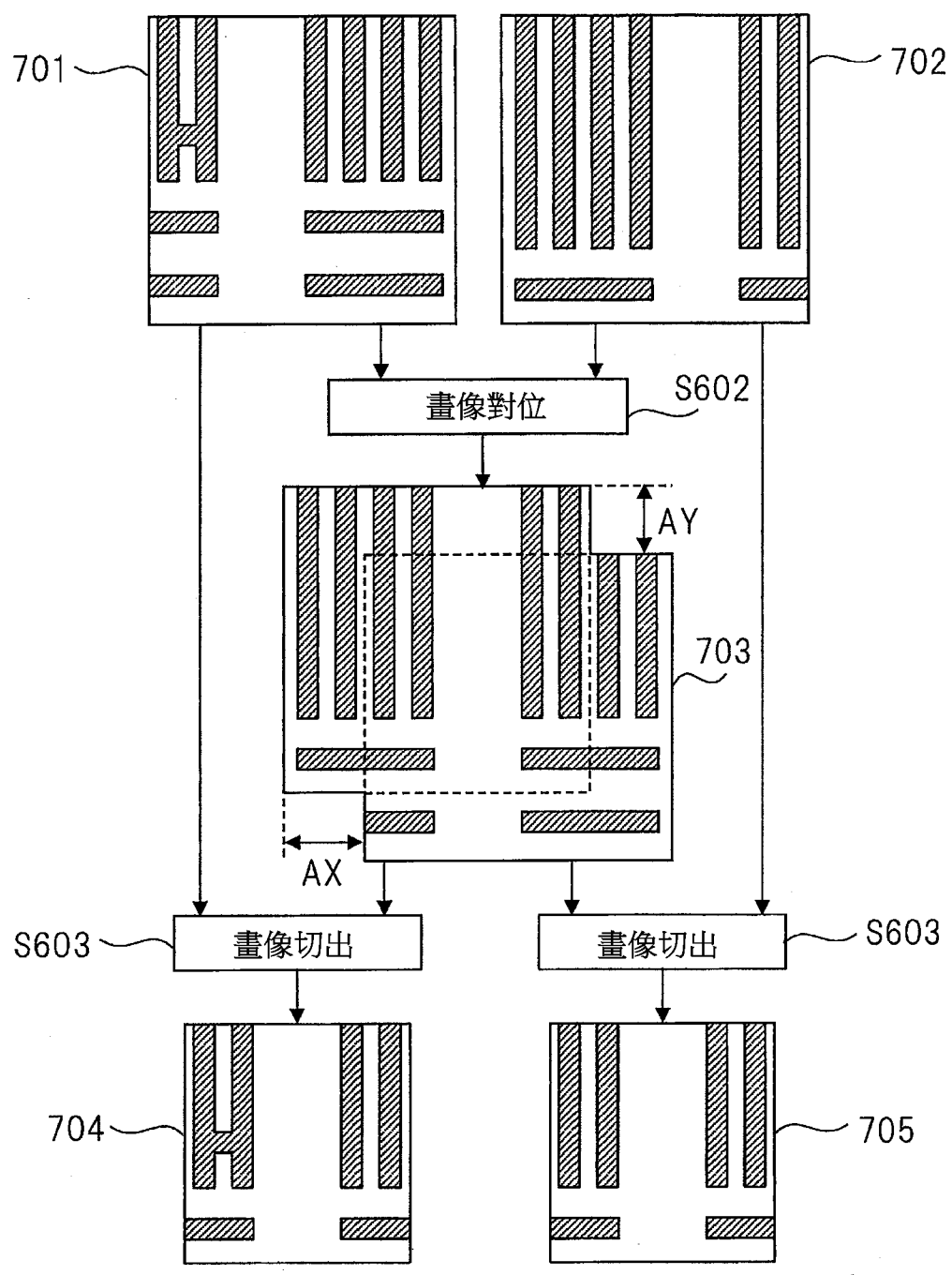
【圖 4】



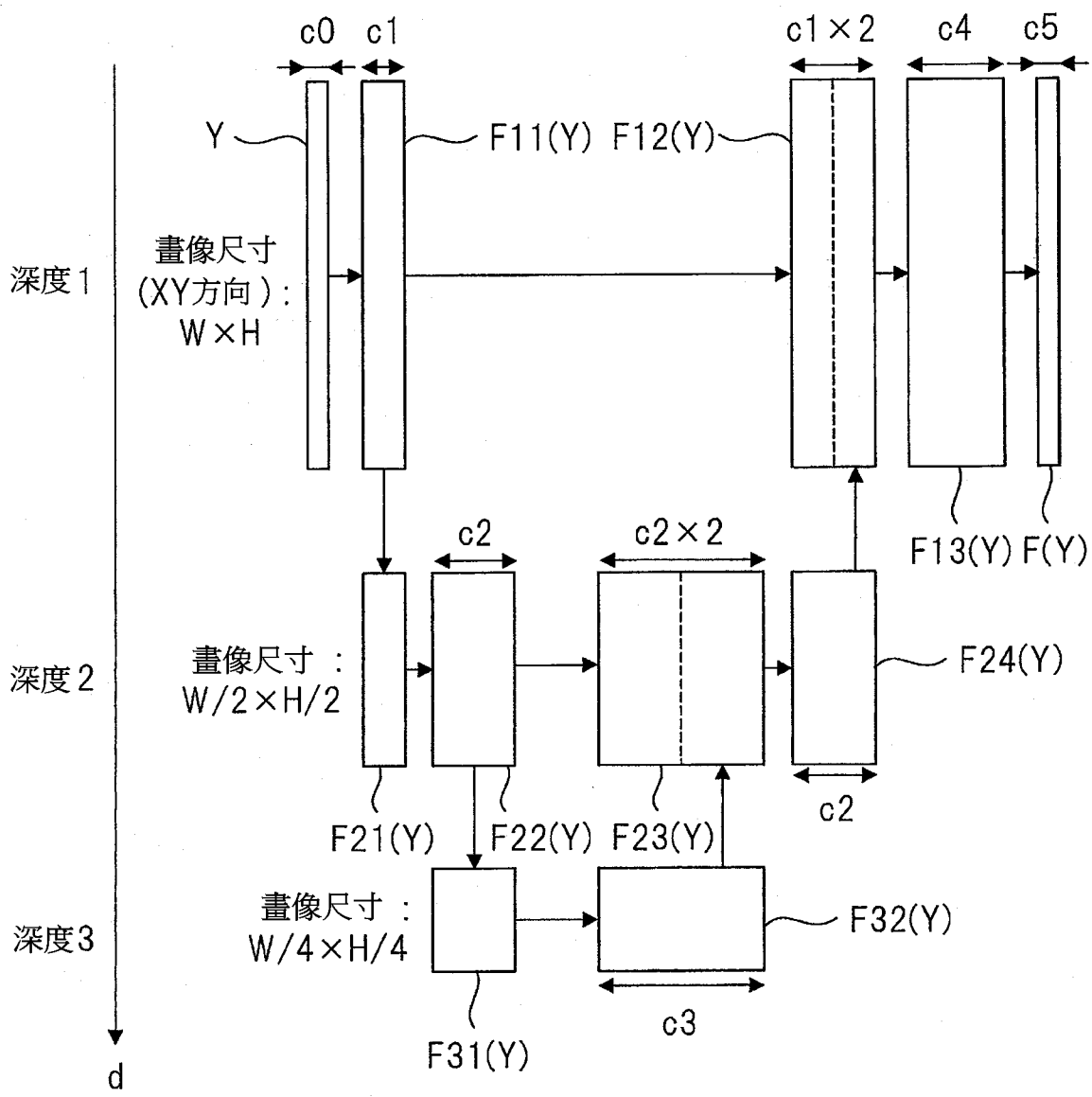
【圖 5】



【圖 6】



【圖 7】



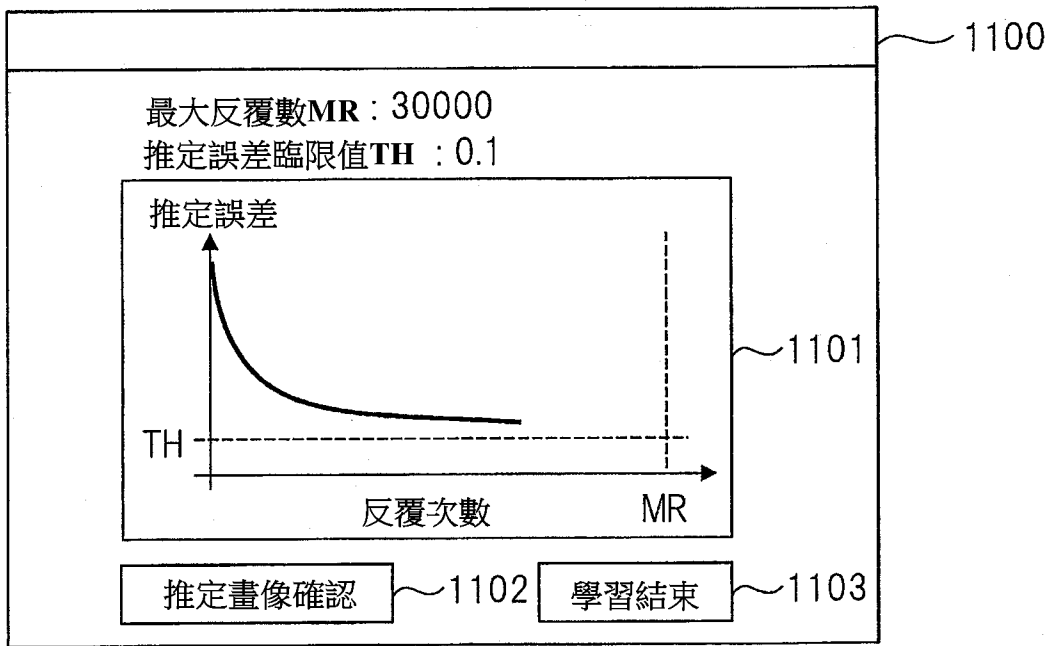
【圖 8】

檢查缺陷畫像尺寸	512×512
攝像視野	5 μm
學習用畫像尺寸	550×550
OK	

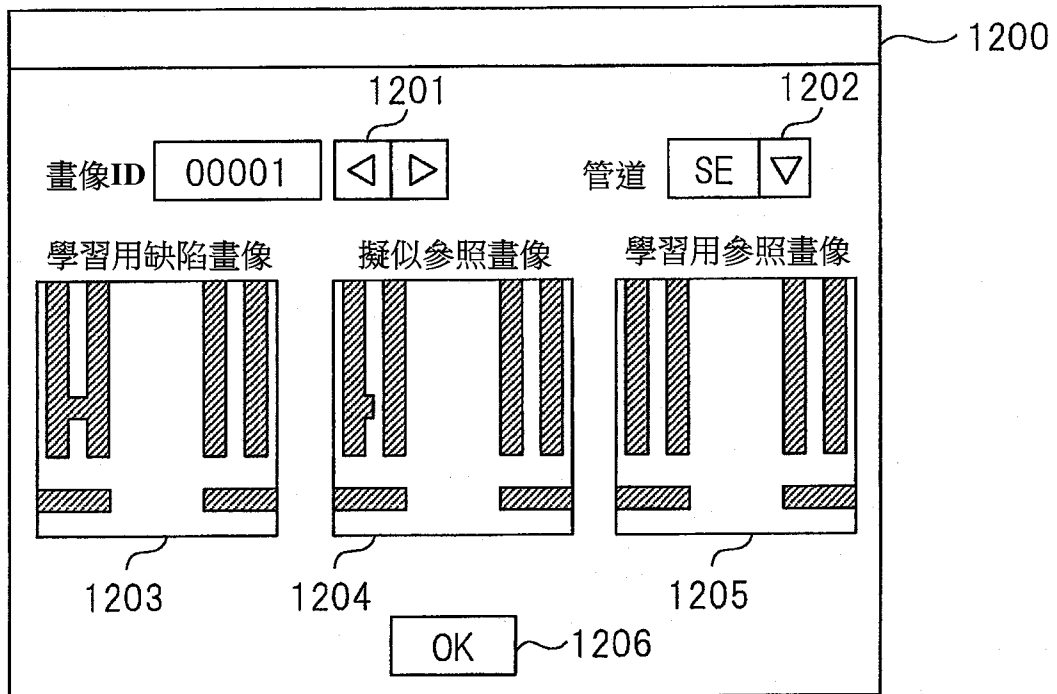
【圖 9】

最大反覆數MR	30000	
推定誤差臨限值TH	0.1	
藉由操作員所為 之學習結束操作	受理	
學習開始	進度確認	取消

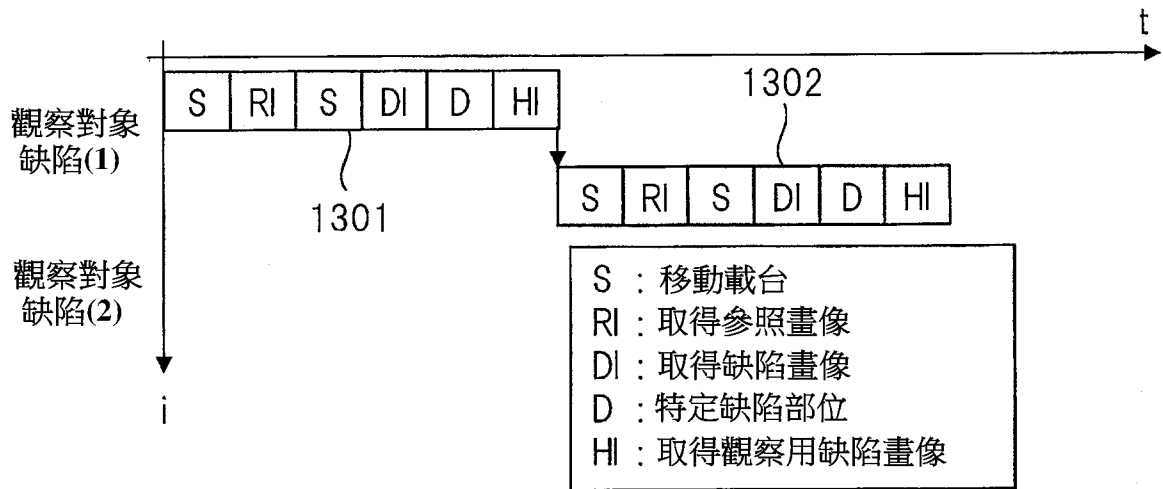
【圖 10】



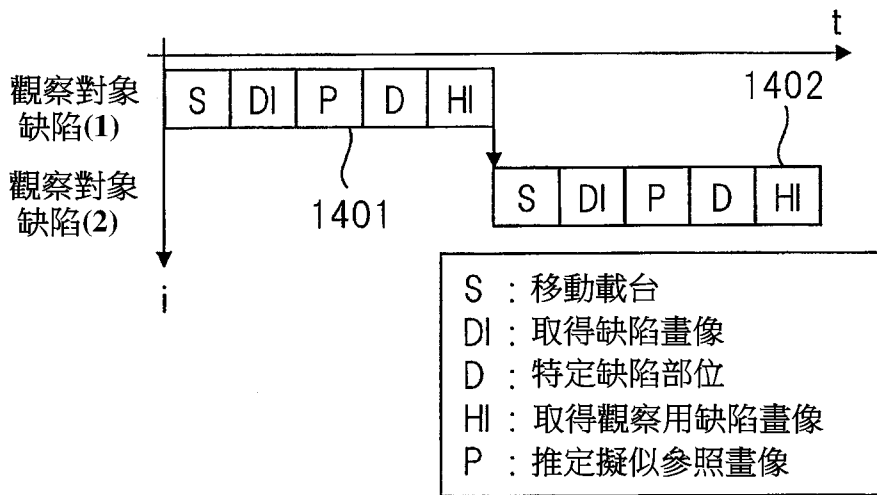
【圖 11】



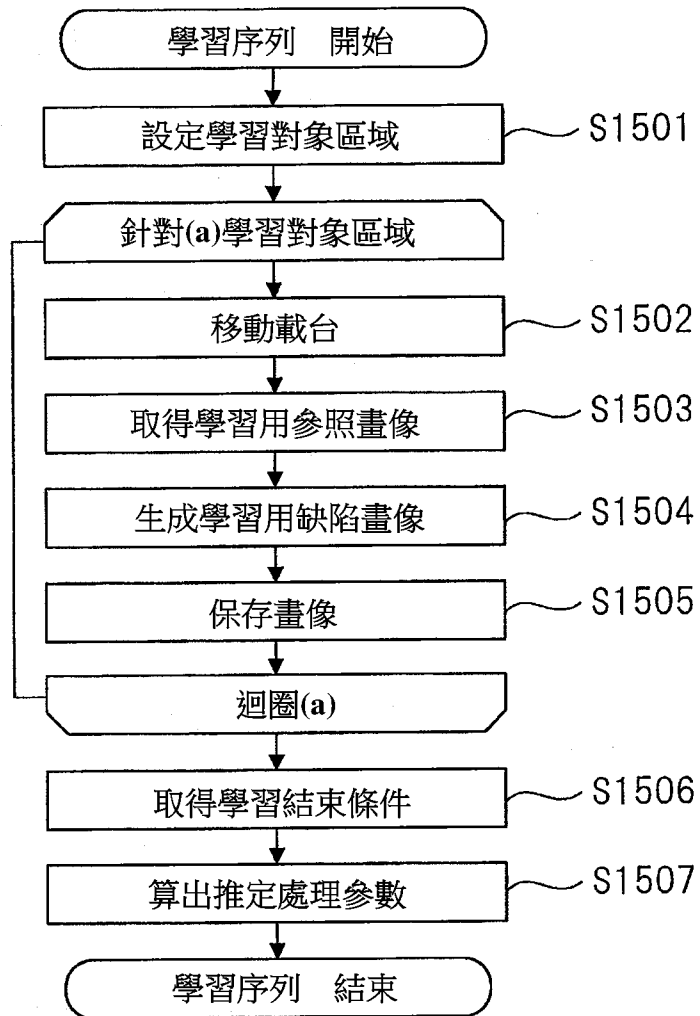
【圖 12】



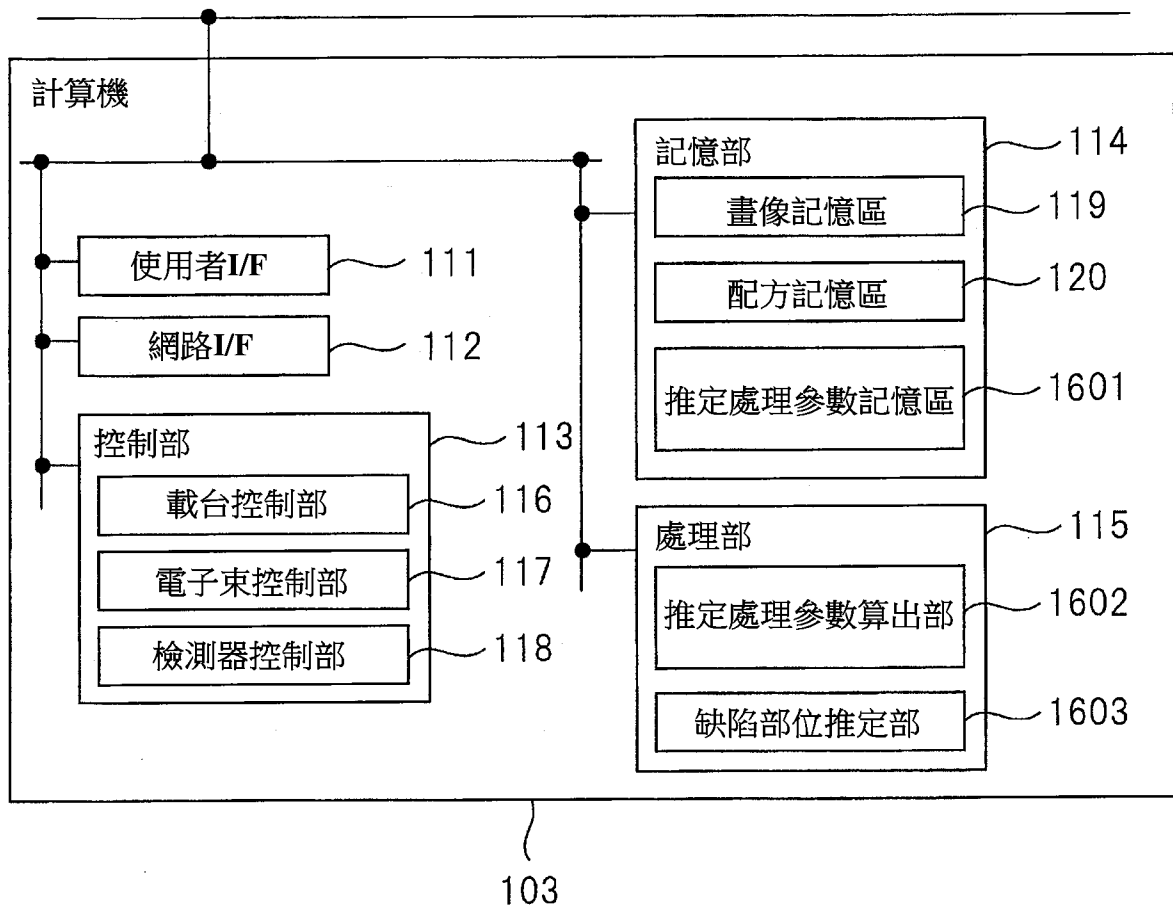
【圖 13】



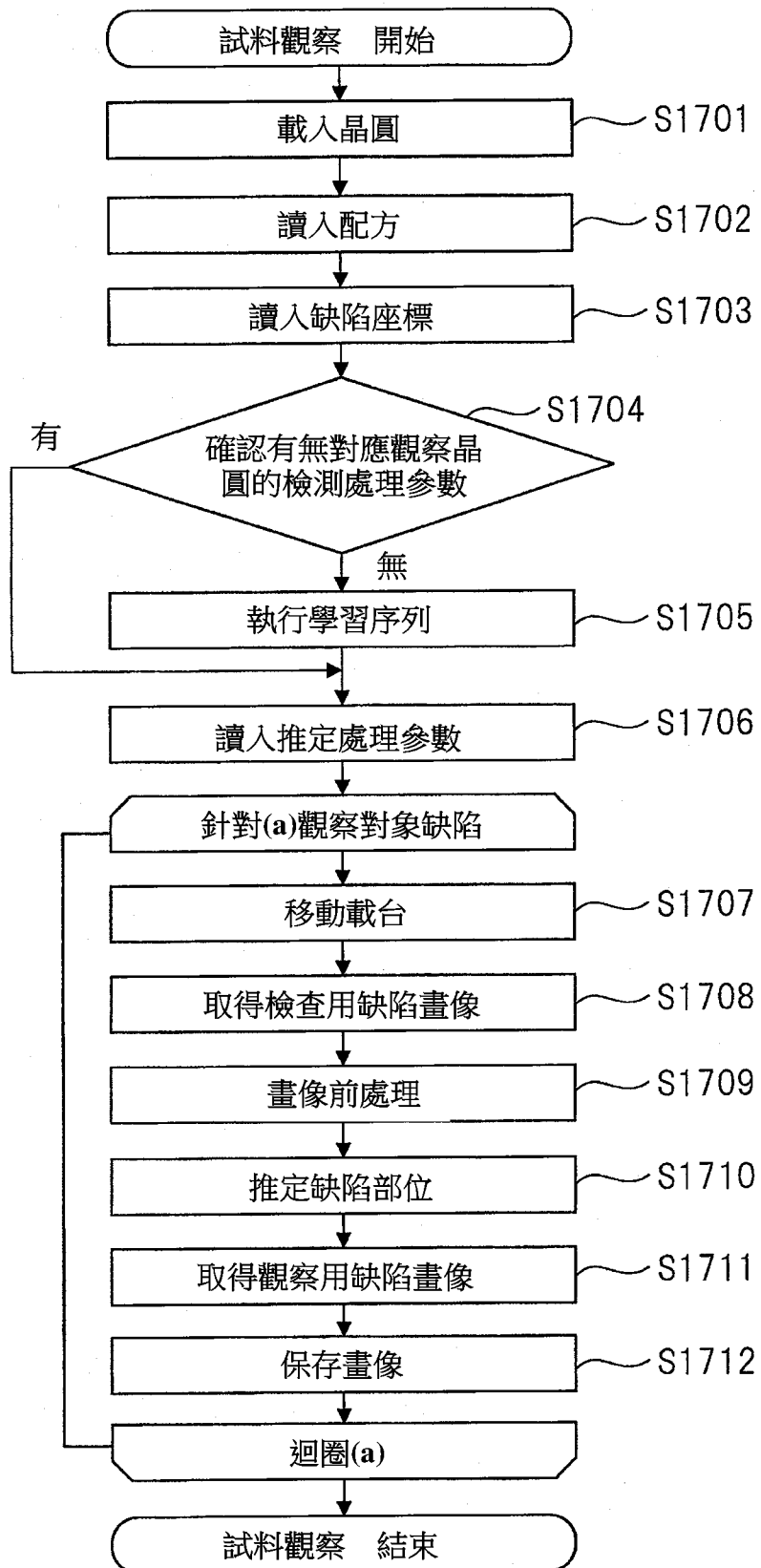
【圖 14】



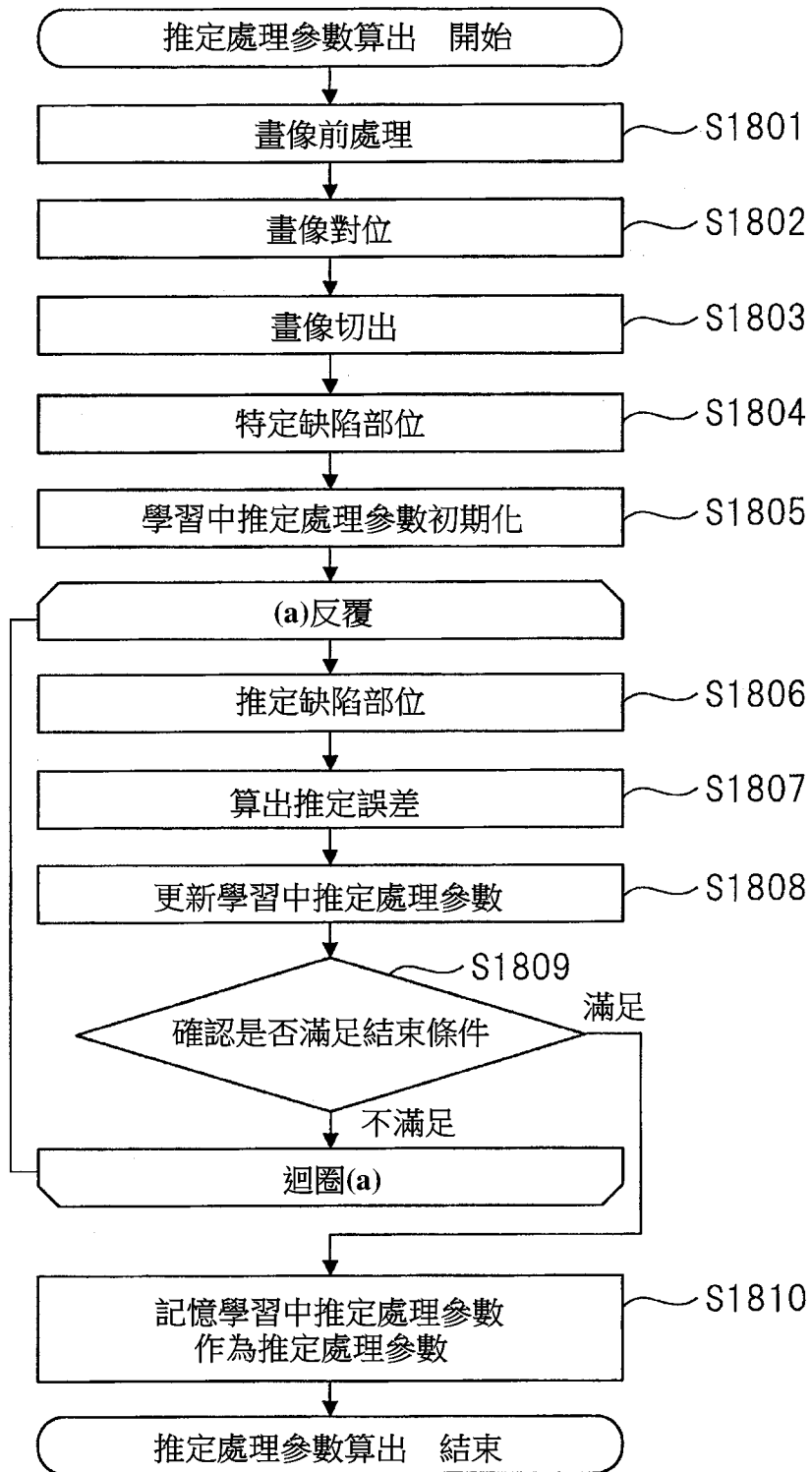
【圖 15】



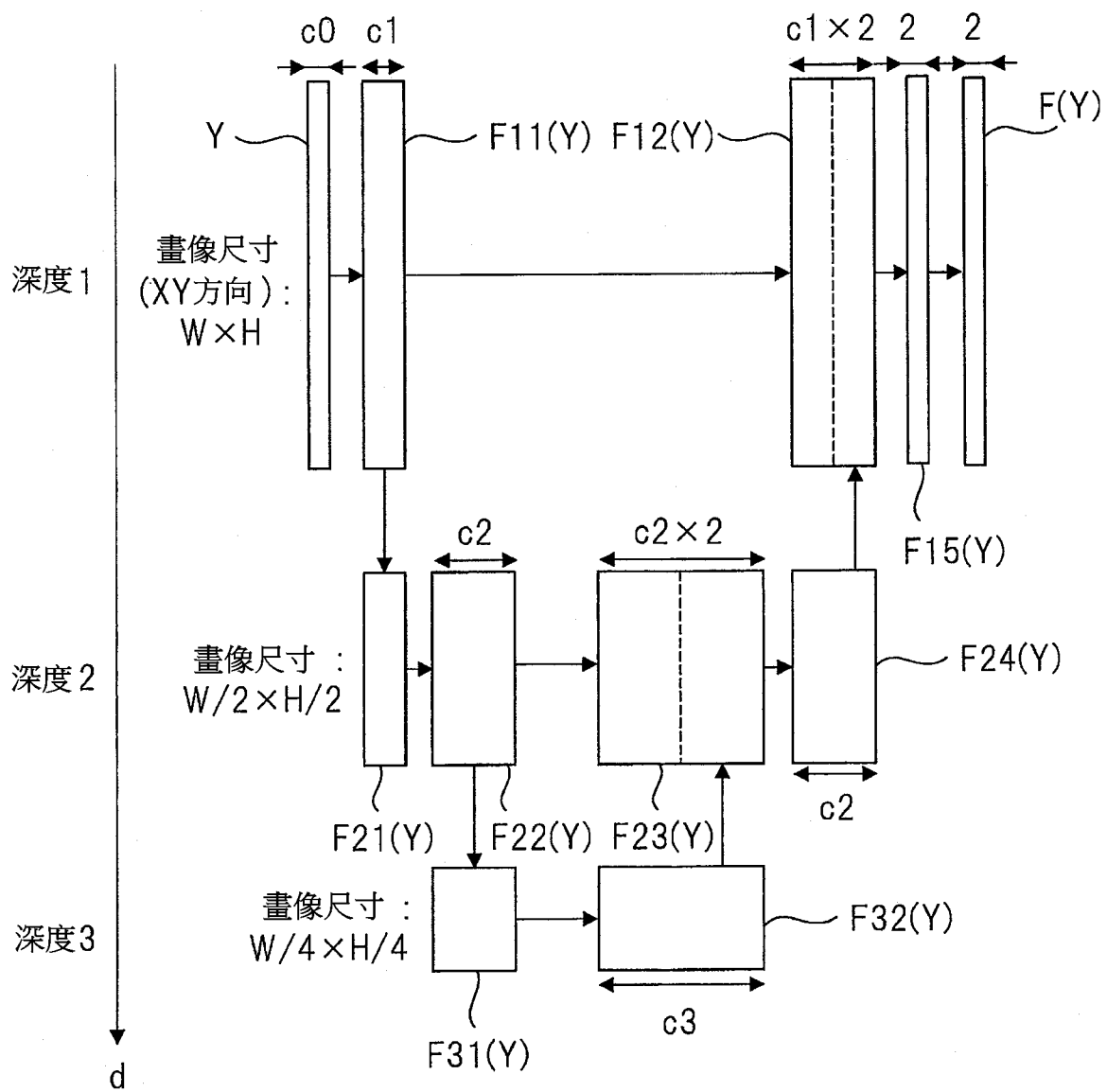
【圖 16】



【圖 17】



【圖 18】



【圖 19】

- 式 1 :  $F_{11}(Y) = \max(0, W_1 * Y + B_1)$
- 式 2 :  $F_{21}(Y) = DS(F_{11}(Y))$
- 式 3 :  $F_{22}(Y) = \max(0, W_2 * F_{21}(Y) + B_2)$
- 式 4 :  $F_{31}(Y) = DS(F_{22}(Y))$
- 式 5 :  $F_{32}(Y) = \max(0, W_3 * F_{31}(Y) + B_3)$
- 式 6 :  $F_{23}(Y) = CC(F_{22}(Y), W_4 * US(F_{32}(Y)) + B_4)$
- 式 7 :  $F_{24}(Y) = \max(0, W_5 * F_{23}(Y) + B_5)$
- 式 8 :  $F_{12}(Y) = CC(F_{11}(Y), W_6 * US(F_{24}(Y)) + B_6)$
- 式 9 :  $F_{13}(Y) = \max(0, W_7 * F_{12}(Y) + B_7)$
- 式 10 :  $F(Y) = W_8 * F_{13}(Y) + B_8$

**【圖 20】**

$$\text{式 11: } F15(Y) = \max(0, W9 * F12(Y) + B9)$$

$$\text{式 12: } F(Y)(x, y, c) = \frac{\exp(F15(Y)(x, y, c))}{\sum_{i=1,2} \exp(F15(Y)(x, y, i))}$$

$$\text{式 13: } MSK(x, y, c) = \begin{cases} 1 & (\text{if } DD(x, y) = c) \\ 0 & (\text{else}) \end{cases}$$

【圖 21】