



(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 I773063 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：109146943

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 30 日

(51)Int. Cl. : G01B11/24 (2006.01)

G01N23/225 (2018.01)

G01N23/2251(2018.01)

G06T13/80 (2011.01)

H01L27/02 (2006.01)

(30)優先權：2020/02/05 日本

2020-017613

(71)申請人：日商日立製作所股份有限公司(日本) HITACHI, LTD. (JP)

日本

(72)發明人：大森健史 OHMORI, TAKESHI (JP)；奧山裕 OKUYAMA, YUTAKA (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201430768A

TW 201835815A

TW 202001447A

TW 202006603A

JP 2002-350127A

JP 2012-68138A

JP 2018-49936A

審查人員：曾錦豐

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：45 共 98 頁

(54)名稱

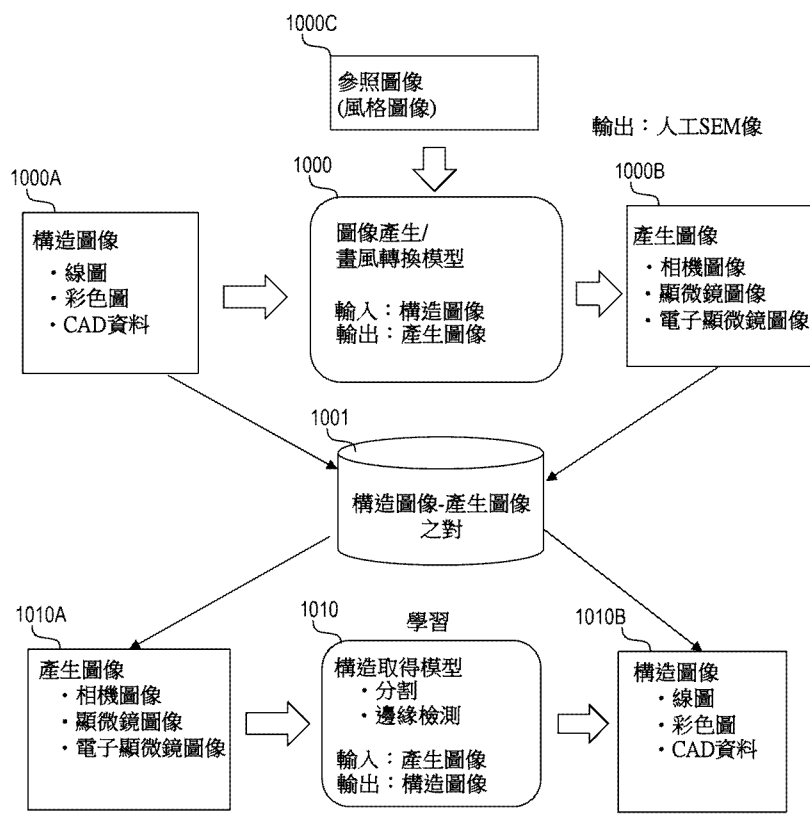
圖像產生系統及圖像產生方法

(57)摘要

本發明之課題在於短期間內構築學習模型之學習用資料庫。

本發明之系統藉由構造圖像之圖像處理，而產生使上述構造圖像類似於實際圖像之圖像。1 個以上之處理器取得第 1 構造圖像、與不同於第 1 構造圖像之第 2 構造圖像。1 個以上之處理器製作顯示第 1 構造圖像與第 2 構造圖像之間之中間構造之複數個中間構造圖像。1 個以上之處理器藉由複數個中間構造圖像各者之圖像處理，而產生使複數個中間構造圖像各者類似於實際圖像之圖像。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

1000:圖像產生模型

1000A:構造圖像

1000B:產生圖像

1000C:参照圖像

1001:構造圖像與產生
圖像之資料庫

1010:構造取得模型

1010A:產生圖像(學習
構造取得模型時之輸
入)

1010B:構造圖像(學習
構造取得模型時之輸
出)



I773063

【發明摘要】

【中文發明名稱】

圖像產生系統及圖像產生方法

【中文】

本發明之課題在於短期間內構築學習模型之學習用資料庫。

本發明之系統藉由構造圖像之圖像處理，而產生使上述構造圖像類似於實際圖像之圖像。1個以上之處理器取得第1構造圖像、與不同於第1構造圖像之第2構造圖像。1個以上之處理器製作顯示第1構造圖像與第2構造圖像之間之中間構造之複數個中間構造圖像。1個以上之處理器藉由複數個中間構造圖像各者之圖像處理，而產生使複數個中間構造圖像各者類似於實際圖像之圖像。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1000:圖像產生模型

1000A:構造圖像

1000B:產生圖像

1000C:參照圖像

1001:構造圖像與產生圖像之資料庫

1010:構造取得模型

1010A:產生圖像(學習構造取得模型時之輸入)

1010B:構造圖像(學習構造取得模型時之輸出)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

圖像產生系統及圖像產生方法

【技術領域】

【0001】

本發明係關於圖像產生，尤其關於使構造圖像類似於實際圖像之圖像之產生。

【先前技術】

【0002】

近年來，為了提高半導體設備之性能，而於半導體設備導入新材料，同時半導體設備之構造立體化、複雜化。又，於當前之前端半導體設備之加工中，要求奈米級之精度。因此，半導體處理裝置需可將多種材料以極高精度加工成各種形狀，且必然成為具備多個控制參數(輸入參數)之裝置。

【0003】

另一方面，為了充分發揮半導體處理裝置之性能，而需於每個半導體處理裝置決定達到數種至數十種之輸入參數。再者於1個製程內有多個步驟，需於每個步驟變更輸入參數。因此，查明可獲得目標之加工結果之輸入參數之組合極為困難。因此，藉由加工條件開發之長期化，開發成本增大。再者，高難度之製程數增加，持有可對應於此之高度之知識與技術之頂級工程師不足。

【0004】

又，為了評估處理結果，而取得加工後之試料之剖面圖像，取得重

要尺寸，但因半導體設備製造之細微化及構造複雜化，難以進行其計測。要求奈米級之精度之計測位置判斷，進而為了評估計測尺寸之統計性偏差而增加計測件數，計測所需之時間增大。

【0005】

藉由以上，對半導體處理裝置要求半導體處理裝置自身自動地發揮半導體處理裝置之性能之功能、及支援發揮半導體處理裝置之性能之工程師之功能。

【0006】

對上述問題，於專利文獻1提案有自動探索最佳之加工條件之方法。藉此，與依賴工程師之試行錯誤之先前之方法相比，可於各階段削減工時。

【0007】

又，專利文獻2、專利文獻3係對根據圖案之剖面圖像進行之尺寸計測予以揭示之先前技術文獻。專利文獻2藉由根據圖像之亮度值求出輪廓線，使用圖案剖面之上部與下部之2點座標值，手動去除剖面SEM(Scanning Electron Microscope：掃描電子顯微鏡)圖像特有之白色陰影部分之信號成分，而使側壁角度之測定精度提高。專利文獻3藉由根據剖面SEM圖像之亮度值之變化求出邊緣點，算出近似圖案之各邊之直線，而減少各邊之角度、長度之測定中之操作員依存。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0008】

[專利文獻1]日本專利特開2018-49936號公報

[專利文獻2]日本專利特開2012-68138號公報

[專利文獻3]日本專利特開2002-350127號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0009】

於細微構造之剖面圖像觀察通常使用SEM(Scanning Electron Microscope)。為了使自SEM圖像之尺寸擷取高精度且高速化，可進行其半自動化或自動化即可。作為其實現方法，考慮應用使用機械學習，尤其深度學習之圖像辨識技術。作為此時之問題，列舉2個：(1)構築學習用資料庫、(2)構築學習模型及其學習方法。

【0010】

(1)關於構築學習資料庫

於尺寸擷取用模型之學習中，需學習SEM圖像與尺寸擷取位置之關係。因此，作為學習資料，需要SEM圖像、與用於指示尺寸擷取位置之資料。作為指示尺寸擷取位置之資料，列舉SEM圖像中之構造輪廓線、每個構造之區域指定、計測位置座標。

【0011】

然而，因一般以手動作業進行根據現狀之SEM圖像之尺寸計測處理，故學習資料之準備亦必然成為手動作業，需要與尺寸計測同等或其以上之作業時間。即使僅擷取成為基本之尺寸，隨著前端設備之剖面構造之複雜化，評估處理結果所要求之每1張圖像之測定件數亦增加，以人力進行之尺寸擷取逐漸到達界限。因此，需要可於短時間構築學習用資料庫之方法及系統。

【0012】**(2)關於構築學習模型及其學習方法**

於藉由學習了上述學習資料庫之尺寸擷取模型而自SEM圖像擷取尺寸時，需實現與目視同等或其以上之圖像辨識性能。作為用於此之圖像辨識方法，考慮應用使用機械學習，尤其深度學習之圖像辨識技術。

【0013】

專利文獻2或專利文獻3所揭示之方法雖某種程度上減少操作員依存性，但因伴隨目視之操作，故產生操作員依存所致之計測偏差。此外，因一面觀察每1張圖像一面進行計測，故需要作業時間。因即使為線/間隔之單位圖案重複之圖像，亦按各個圖案各者逐個進行計測，故有除程序偏差以外亦將人之誤差加入於計測值之統計量等問題。

【0014】

又，於進行條件導出之中途，有發現較當初計畫之位置更重要之計測部位之情形，此時需重新計測所有圖像。對此需要龐大之計測時間，有實際上無法重新計測之情形。

【0015】

再者，於剖面SEM圖像有亮度於各圖像不同、呈現尺寸計測所不需要之內部構造、欲計測尺寸之不同種類材料界面之邊界不清晰之類，於測長SEM(Critical Dimensional(關鍵尺寸) SEM)圖像不存在之尺寸計測之困難。因此，於基於使用亮度值之邊緣檢測法之專利文獻2及專利文獻3之方法中，需對各圖像進行將臨限值等參數調諧設為必要，或目視判斷並指定界面位置等操作。為了實現無需目視之調整之自動計測，而辨識呈現於圖像之各個物體之區域而非局部之亮度分佈，藉此需擷取物體之輪廓。

【0016】

本發明之一態樣之目的在於短期間內構築學習模型構築所需之學習用資料庫。

[解決問題之技術手段]

【0017】

本發明之一態樣係藉由構造圖像之圖像處理，而產生使上述構造圖像類似於實際圖像之圖像之系統。上述系統包含1個以上之記憶裝置、與根據儲存於上述1個以上之記憶裝置之程式進行動作之1個以上之處理器。上述1個以上之處理器取得第1構造圖像、與不同於上述第1構造圖像之第2構造圖像。上述1個以上之處理器製作顯示上述第1構造圖像與上述第2構造圖像之間之中間構造之複數個中間構造圖像。上述1個以上之處理器藉由上述複數個中間構造圖像各者之圖像處理，而產生使上述複數個中間構造圖像各者類似於實際圖像之圖像。

[發明之效果]

【0018】

根據本發明之代表性之實施形態，可短期間內構築學習模型之學習用資料庫。上述以外之問題、構成及效果藉由以下實施例之說明而明確。

【圖式簡單說明】**【0019】**

圖1顯示本發明之實施例1，係根據構造圖像與產生圖像之資料庫構築方法、及產生圖像求出構造資訊之構造取得模型之學習之概要圖。

圖2顯示本發明之實施例1，係顯示構造圖像、參照圖像、產生圖像之例之圖。

圖3A顯示本發明之實施例1，係利用構造取得模型之自實際圖像之構造圖像取得、資料庫構築、及利用尺寸擷取模型之自構造圖像之尺寸取得之概要圖。

圖3B顯示本發明之實施例1，顯示尺寸擷取位置之例之概要圖。

圖4顯示本發明之實施例2，係顯示構造圖像資料之準備方法之圖。

圖5顯示本發明之實施例2，係顯示構造圖像資料之準備方法之圖。

圖6顯示本發明之實施例2，係顯示構造圖像資料之準備方法之圖。

圖7顯示本發明之實施例2，係顯示構造圖像資料之準備方法之圖。

圖8A顯示本發明之實施例3，係使用各種資料庫之裝置處理條件導出方法之概要圖。

圖8B顯示本發明之實施例3，係使用各種資料庫之裝置處理條件導出方法之概要圖。

圖9顯示本發明之實施例4，係顯示金屬材料等之構造圖像、參照圖像、產生圖像之例之圖。

圖10顯示本發明之實施例5，係顯示半導體製造系統之系統構成例之圖。

圖11顯示本發明之實施例5，係顯示處理條件探索裝置之系統構成例之圖。

圖12顯示本發明之實施例5，係顯示尺寸計測裝置之硬體構成之方塊圖。

圖13顯示本發明之實施例5，係顯示語義分割模型之一例之圖。

圖14顯示本發明之實施例5，係顯示物體檢測模型之一例之圖。

圖15顯示本發明之實施例5，係尺寸計測裝置根據輸入圖像計測尺寸

之流程圖。

圖16顯示本發明之實施例5，係處理條件探索裝置探索處理條件之流程圖。

圖17顯示本發明之實施例5，係輸入資料組(剖面圖像)之例。

圖18顯示本發明之實施例5，係尺寸計測部位之例。

圖19顯示本發明之實施例5，係用於說明限界框之座標系之圖。

圖20顯示本發明之實施例5，係物體檢測模型之學習所使用之註解資料之記述例。

圖21顯示本發明之實施例5，係語義分割模型之學習所使用之註解資料之例。

圖22顯示本發明之實施例5，係顯示語義分割模型之學習所使用之註解資料中之標籤名、標籤編號、顏色之對應關係之表。

圖23顯示本發明之實施例5，係於學習步驟時顯示之GUI畫面之例。

圖24顯示本發明之實施例5，係計測尺寸之測試圖像之例。

圖25顯示本發明之實施例5，係顯示對學習完畢物體檢測模型輸入測試圖像所得之物體檢測結果之圖。

圖26顯示本發明之實施例5，係記錄對學習完畢物體檢測模型輸入測試圖像所得之限界框之座標之表。

圖27顯示本發明之實施例5，係顯示對學習完畢語義分割模型輸入測試圖像所得之語義分割結果之圖。

圖28顯示本發明之實施例5，係於測試圖像上顯示限界框與尺寸計測結果之圖。

圖29顯示本發明之實施例5，係記錄對各圖案計測之尺寸值之表。

圖30顯示本發明之實施例5，係於推論、計測步驟時顯示之GUI畫面之例。

圖31顯示本發明之實施例5，係於目標形狀探索步驟時顯示之GUI畫面之例。

圖32顯示本發明之實施例6，係尺寸計測裝置根據輸入圖像計測尺寸之流程圖。

圖33顯示本發明之實施例6，係檢測輪廓線之第1語義分割模型之學習所使用之註解圖像之例。

圖34顯示本發明之實施例6，係顯示第1語義分割模型之學習所使用之註解圖像中之標籤名、標籤編號、顏色之對應關係之表。

圖35顯示本發明之實施例6，係檢測特徵點之第2語義分割模型之學習所使用之註解資料之例。

圖36顯示本發明之實施例6，係顯示第2語義分割模型之學習所使用之註解資料中之標籤名、標籤編號、顏色之對應關係之表。

圖37顯示本發明之實施例6，係於學習步驟時顯示之GUI畫面之例。

圖38顯示本發明之實施例6，係顯示對學習完畢之第1語義分割模型輸入測試圖像所得之輪廓線檢測結果之圖。

圖39顯示本發明之實施例6，係顯示對學習完畢之第2語義分割模型輸入測試圖像所得之特徵點檢測結果之圖。

圖40顯示本發明之實施例6，係說明根據檢測出之特徵點之座標求出尺寸計測所需之其他特徵點之座標之方法之圖。

圖41顯示本發明之實施例6，係於推論、計測步驟時顯示之GUI畫面之例。

圖42顯示本發明之實施例6，係於形狀比較步驟時顯示之GUI畫面之例。

圖43顯示本發明之實施例7，係亦顯示圖像產生裝置之構成例之方塊圖。

圖44顯示本發明之實施例7，係圖像產生裝置執行之輸入構造圖像，輸出產生圖像之流程圖。

圖45顯示本發明之實施例7，係於圖像產生裝置中，輸入構造圖像，輸出產生圖像時之GUI畫面之例。

【實施方式】

【0020】

以下，基於附加圖式說明本發明之實施例。於以下，說明用於自處理結果觀察圖像取得特徵量或特徵尺寸之學習模型用之學習資料之產生技術。又，說明具有藉由學習取得之特徵量或特徵尺寸而探索裝置之處理條件之功能或系統之半導體製造系統。

【0021】

於以下，說明使用機械學習，尤其深度學習之圖像辨識技術，於短期間內構築自SEM圖像之尺寸擷取模型構築所需之學習用資料庫之方法，及藉由使用尺寸擷取模型自SEM(Scanning Electron Microscope)圖像自動計測特定之尺寸，而縮短尺寸計測時間且不包含起因於操作員之誤差之計測方法。

[實施例1]

【0022】

圖1顯示構造圖像與產生圖像之資料庫構築方法、及根據產生圖像求

出構造資訊之構造取得模型之學習之概要。

【0023】

＜構築構造圖像與產生圖像之資料庫＞

構造圖像1000A係例如於藉由裝置處理之試料之剖面之觀察圖像中顯示其剖面構造之圖像。具體而言，構造圖像1000A顯示剖面圖像中之各構造之輪廓線、或各構造區域。該等可以例如線圖、或彩色圖顯示(參照圖2之1000A1、1000A2)。於製作構造圖像時，可使用圖形產生軟體、繪畫軟體等一般之描繪軟體。亦可使用CAD(Computer-Aided Design：電腦輔助設計)軟體製作構造圖像1000A。

【0024】

圖像產生模型(或畫風轉換模型)1000基於構造圖像1000A，參考參照圖像(或風格圖像)1000C，藉此產生產生圖像1000B。產生圖像1000B係藉由擷取參照圖像1000C之畫風資訊，使構造圖像1000A反映其畫風，而成為類似於實際之觀察圖像(實際圖像)之圖像之方式產生之圖像。

【0025】

作為產生圖像1000B之具體例，列舉相機圖像、光學式顯微鏡圖像、電子顯微鏡圖像等。作為參照圖像1000C，使用例如設為對象之觀察圖像之典型例。

【0026】

圖像產生模型1000由例如神經網路構成，可使用預先學習了圖像辨識模型學習用之資料組之模型。或，於存在與設為對象之產生圖像類似之構造圖像及實際圖像(對應於產生圖像1000B之實際之圖像)之資料組之情形時，可使用該資料組構築圖像產生模型。於該情形時，因圖像產生模型

可產生無參照圖像之圖像，故亦可無參照圖像地自構造圖像產生產生圖像。

【0027】

藉由製作複數個構造圖像1000A，並將其向圖像產生模型1000輸入，而可取得複數個產生圖像1000B。該等構造圖像1000A與產生圖像1000B保存於資料庫1001。另，於製作複數個構造圖像1000A時，可隨機或以一定寬度或一定比例變更且自動製作定義構造之數值資料或矢量資料等。或，亦可藉由人力製作特定之構造圖像。

【0028】

於圖像產生模型1000之產生圖像1000B之品質不足之情形時，亦可藉由於產生圖像1000B進行圖像濾波處理，而修正亮度或對比度。

【0029】

另，作為與獲得構造圖像與產生圖像之資料組之本實施例不同之方法，考慮為了自對應於產生圖像1000B之實際圖像直接獲得構造圖像，而使用以通用圖像資料組學習之學習完畢模型之方法。然而，為了獲得圖像中之特徵尺寸計測所需之高精度之輪廓資訊或區域資訊，而通常此種學習完畢模型之精度不足。此原因在於，因輪廓部分為相對於圖像整體之像素數非常小之比例，故即使利用神經網路進行深度學習，亦難以於輸出圖像高精度地描繪輪廓資訊。

【0030】

作為與本案之實施例不同之其他方法，雖考慮對實際圖像之輪廓擷取處理，但參照日本專利特開2012-68138號公報及日本專利特開2002-350127號公報如上述般，需進行臨限值等參數調諧，或需進行界面位置

之目視判斷之指定，而需長時間準備資料組。

【0031】

因此，本案之實施例使用輸入構造圖像(構造資訊)，產生對應之產生圖像，並學習該等圖像之對之資料組，藉此構築構造取得模型之方法。

【0032】

＜根據產生圖像求出構造資訊之構造取得模型之學習＞

可藉由於構造取得模型1010之學習使用構造圖像與產生圖像之對之資料庫1001，而構築根據產生圖像求出構造圖像之構造取得模型。於此時之學習中，使用產生圖像1010A作為構造取得模型1010之輸入側資料，使用構造圖像1010B作為輸出側資料。另，產生圖像1010A係作為產生圖像1000B產生者，構造圖像1010B係作為構造圖像1000A製作之圖像。

【0033】

作為與本案之實施例不同之方法之一，可藉由製作與產生圖像1010A類似之實際圖像、及顯示其構造之註解資料，而使構造取得模型1010學習。然而，如上所述，取得實際圖像需要實際之裝置中之處理及剖面圖像之SEM觀察等，此外亦需製作顯示構造之註解資料，需長期間準備該學習資料。

【0034】

具體而言，於在半導體設備用之細微加工中取得資料組之情形時，關於裝置中之加工處理、SEM觀察、註解資料製作之組而言，其取得速度為1日5～10組左右。例如，若1日取得5組，又將為了充分提高構造取得模型之精度所需之資料組數設為100組，則將耗費20日準備學習資料。

【0035】

於本案之實施例之方法中，因製作構造取得模型1010之學習用資料組，故可使用學習完畢之圖像產生模型，且自動進行構造圖像製作。因此，於學習用資料組之圖像產生最長數分鐘，最短1秒以內完成。剩餘之必要之順序僅為構造取得模型1010之學習時間，最短數分鐘，通常數小時至1日左右足夠。與使用實際圖像之情形比較，於本案之實施例之方法中，可進行20倍至500倍(構造取得模型之學習時間不足1小時之情形)以上之處理之高速化。

【0036】

圖2顯示構造圖像、參照圖像、產生圖像之具體例。產生圖像1000B11、1000B12係經細微加工處理之試料剖面之SEM觀察圖像。參照圖像1000C1係經細微加工處理之試料剖面之SEM觀察圖像之參照圖像之例。構造圖像1000A21、1000A22係藉由剖面圖像中之輪廓線顯示構造之線圖。構造圖像1000A11、1000A12模式性顯示以著色顯示剖面圖像中之構造區域之彩色圖。另，於本說明書中，以單色之不同圖案顯示彩色圖之構造區域之不同顏色。

【0037】

將構造圖像1000A11或1000A21輸入至圖像產生模型1000，圖像產生模型1000產生成為參照圖像1000C之畫風般之圖像即產生圖像1000B11。又，將構造圖像1000A12或1000A22輸入至圖像產生模型1000，圖像產生模型1000產生成為參照圖像1000C之畫風般之圖像即產生圖像1000B12。

【0038】

圖3A顯示自實際圖像產生構造圖像，進而自構造圖像取得尺寸資料

之方法之概略。於圖3A中，實際圖像1020A為藉由裝置處理之試料之剖面之觀察圖像。本方法自實際圖像1020A取得其構造圖像1020B。實際圖像1020A與由實際圖像取得之構造圖像1020B儲存於資料庫1021。再者本方法由自實際圖像取得之構造圖像1030A取得尺寸資料1030B。

【0039】

構造取得模型1020係學習後之構造取得模型1010。藉由向該構造取得模型1020輸入實際圖像1020A，而獲得構造圖像1020B作為其輸出。由實際圖像1020A與其構造圖像1020B之資料組，構築資料庫1021。

【0040】

再者，保存於該資料庫1021之構造圖像1020B作為構造圖像1030A向尺寸擷取模型1030輸入。尺寸擷取模型1030擷取目的之尺寸資料1030B作為構造圖像1030A中之特徵量或特徵尺寸。另，此處尺寸擷取模型1030係由輸入之構造圖像1030A擷取尺寸資料1030B之學習完畢模型。關於該尺寸擷取模型之學習方法，利用實施例5及實施例6稍後進行敘述。

【0041】

圖3B顯示尺寸擷取位置之例之概要圖1031B。尺寸擷取模型1030可自動計測例如(i)、(ii)及(iii)之寬度尺寸、(iv)及(v)之深度尺寸。

【0042】

以上，藉由經過圖1及圖3A之順序，可短時間且自動進行自實際圖像之尺寸擷取所需之學習資料庫構築、及其尺寸擷取。

[實施例2]

【0043】

作為實施例2，說明於構築參照圖1說明之構造圖像與產生圖像之資

料庫時，短時間內製作複數個構造圖像之方法。

【0044】

圖4顯示由2個代表構造圖像，製作成為其等之中間圖像之複數個構造圖像之方法。首先製作2個代表圖像A1041與代表圖像A'1042。根據指定之對應關係，製作自該代表圖像A1041變化為代表圖像A'1042時之複數個圖像作為中間圖像1043。此種圖像處理之方法稱為變形。

【0045】

具體而言，使用者藉由於2個構造圖像中指定構成成為對應關係之構造之角、線段、弧，而可指示自一構造(代表圖像A1041)向另一構造(代表圖像A'1042)之變化。又，作為成為對應關係之構造之指定方法，亦可指定線段及弧之特定位置或其兩端等。

【0046】

圖5顯示將代表構造A'1052設為裝置之處理中之試料之期望之目標形狀之情形。於探索實現目標形狀作為藉由裝置處理之試料之形狀之裝置處理條件的過程之典型之例中，雖首先取得遠離目標形狀之形狀，但若順利進行探索，則可逐漸獲得接近目標形狀之形狀。

【0047】

因此，若藉由變形而預先準備成為代表圖像A1051與目標形狀1052之圖像之間之中間圖像之構造圖像1053，則可產生對應於此之產生圖像。又，可構築學習了該產生圖像與構造圖像之構造取得模型1020。因此，可構築對目標形狀之探索中取得之可能性較高之實際圖像，可高精度地進行構造擷取之構造取得模型1020。

【0048】

圖6顯示設定取得完畢實際圖像之內最接近目標形狀之實際圖像之構造圖像作為代表圖像A'之例。圖像1062係最接近目標形狀之實際圖像之構造圖像之例。可藉由變形而預先準備成為代表圖像A1061至構造圖像1062之中間圖像之構造圖像1063。

【0049】

因此，可構築對目標形狀之探索中取得之可能性較高之實際圖像，可高精度地進行構造擷取之構造取得模型1020。另，雖亦可以人力進行與最接近目標形狀之實際圖像相對之構造圖像之製作，但如參照圖3A說明般，至此為止使用學習完畢之構造取得模型1020，自實際圖像自動取得構造圖像，藉此可縮短構造圖像之製作時間。

【0050】

另，目標形狀與實際圖像之接近度，即差異(或類似度)可使用兩者之各特徵量或各特徵尺寸之誤差之總和評估。可使用各參數之差量、絕對值、或平方誤差等計算誤差。可知該誤差越小則實際圖像越接近目標形狀。

【0051】

圖7顯示用於實現對進而取得之可能性較高之實際圖像之對應及構造擷取之高精度化之代表圖像之例。具體而言，作為代表圖像A，設定由取得完畢實際圖像之內最接近目標形狀之實際圖像製作之構造圖1062，並設定目標形狀之構造圖像1052作為代表圖像A'。

【0052】

探索實現目標形狀之裝置處理條件時，於探索成功之情形時，取得成為取得完畢之最佳形狀與目標形狀之中間之形狀之可能性極高。因此，

藉由預先準備對應於其等之中間圖像1073，而可進行對進而取得之可能性較高之實際圖像之對應及構造擷取之高精度化。

【0053】

另，因圖4至圖7中說明之代表圖像A與代表圖像A'決定成為製作中間構造之圖像時之兩端之構造，故可更換兩者而設定。

如上所述，自二個構造圖像產生中間構造之圖像，構築構造圖像及類似於實際之圖像之產生圖像作為資料庫。藉由使用類似於實際之圖像之產生圖像，而可不取得實際之圖像地學習構造圖像與實際之圖像之關係。又，藉由將2個不同之構造圖像中之一者設為取得完畢實際圖像之內與最接近目標形狀之形狀對應之構造圖像，將另一者設為目標形狀，而於探索目標之加工形狀時，將實際取得之可能性較高之圖像預先包含於學習資料，藉此提高自實際之圖像取得構造時之精度。

[實施例3]

【0054】

作為實施例3，說明利用藉由參照圖1及圖3說明之方法構築之學習模型及資料庫的用於獲得目標形狀之裝置處理條件之最佳化之方法。於圖8A及圖8B顯示其概要。資料庫1101包含探索目標形狀時逐漸蓄積之裝置條件1100A及使用裝置條件處理之試料之剖面圖像即實際圖像1100B1。又，資料庫1101包含由實際圖像1100B1取得之構造圖像。構造圖像1100B2、1100B3係其構造圖像之例。再者，資料庫1101包含由構造圖像擷取之尺寸資料1100B4。

【0055】

如上所述，為了自實際圖像1100B1取得構造圖像1100B2、

1100B3，而可使用構造取得模型1020。又，尺寸資料1100B4雖可使用手動自實際圖像1100B1計測之值，但亦可使用利用尺寸擷取模型1030自構造圖像1100B2、1100B3取得之尺寸資料1100B4。

【0056】

可藉由構築記述裝置條件1100A、與其他資料1100B1～1100B4之關係之學習模型1110，而探索用於取得目標形狀之裝置條件。於選擇裝置條件與尺寸資料作為學習模型之輸入輸出之情形時，輸入輸出為數值參數，並構築多輸入輸出迴歸模型。

【0057】

或，於選擇裝置條件與實際圖像或構造圖像作為學習模型之輸入輸出之情形時，構築記述裝置條件之數值參數與圖像之關係之學習模型。作為該模型之具體例，列舉卷積神經網路(Convolutional Neural Network)或敵對之產生網路(Generative Adversarial Network)。

【0058】

使用該等學習模型，可探索用於獲得目標形狀1110B之最佳裝置條件1110A。作為探索方法，可輸入多個裝置條件組，預估尺寸資料或實際圖像形狀，藉此選擇推定為可獲得最接近目標形狀之尺寸資料或實際圖像形狀之裝置條件。或，亦可解決推定為實現目標形狀之裝置條件作為逆問題。

【0059】

於該等學習模型中，雖將裝置條件1100A作為輸入，將其他資料1100B1～1100B4作為輸出進行說明，但亦可使該等輸入輸出相反而構築學習模型，探索最佳裝置條件。

[實施例4]**【0060】**

於以上實施例中，雖以加工處理試料之情形為例進行說明，但作為其他例，亦可將本揭示之特徵應用於劣化檢測中之對象物之剖面檢查。於評估金屬或混凝土之疲勞或經年劣化之情形時，觀察其等之剖面。因此，藉由製作顯示產生於剖面之龜裂、缺陷、腐蝕、性質變化區域之構造圖像作為構造圖像，並使用對應於其等之參照圖像，而可產生產生圖像。

【0061】

於圖9，顯示具有島與各島之邊界區域之2個相構造之構造圖像1200A1、參照圖像1200C1、產生圖像1200B1作為金屬材料之例。於圖9，進而顯示具有裂縫之構造圖像1210A1、參照圖像1210C1、產生圖像1210B1。

【0062】

利用與實施例1同樣之順序，可自實際圖像取得構造圖像，自該構造圖像取得尺寸資料，即龜裂、缺陷、腐蝕、性質變化區域之特徵量或特徵尺寸。於具有相構造之例，作為尺寸資料，使用例如島之面積、各島之最大寬度(於構成島之邊界上之2點距離最遠之2點間之寬度)、島之數量、2座島之距離(距對向之2座島之邊界線上之各點之最短距離、或該等最短距離之平均值等)。

【0063】

又，於有裂縫之例，作為尺寸資料，使用例如裂縫之面積、裂縫之條數、裂縫之寬度(於構成裂縫之對向之2條邊界線上，距邊界線上之各點之最短距離、或該等最短距離之平均值等)。如此，可將本揭示之特徵應

用於各種種類之圖像處理。

[實施例5]

【0064】

以下，於實施例5與實施例6，說明尺寸擷取模型及其學習方法之細節。於實施例5，使用用於擷取加工構造與背景之間之邊界線及不同種類材料間之界面之邊界線之座標的語義分割模型(第1圖像辨識模型)、與用於檢測單位圖案之座標之物體檢測模型(第2圖像辨識模型)之2種圖像辨識技術。語義分割模型對應於上述實施例中之構造取得模型。

【0065】

於事先之學習步驟中，對語義分割模型賦予輸入資料即剖面SEM圖像、與輸出資料即按各區域區分顏色之註解圖像作為教師資料，使其學習區域之形狀。又，對物體檢測模型賦予輸入資料即剖面SEM圖像、與輸出資料即記錄單位圖案之座標(由包圍圖案之矩形之限界框指定)之註解資料作為教師資料，使其學習單位圖案形狀。

【0066】

於推論步驟中，對賦予之輸入圖像，以學習完畢語義分割模型推定按各區域區分顏色之圖像，並以學習完畢物體檢測模型推定單位圖案之座標。

【0067】

於計測步驟中，藉由使用單位圖案座標將自按各區域區分顏色之圖像獲得之區域邊界線之座標按各圖案進行分割，求出尺寸計測所需之特徵點之座標，而自動計測所期望之部位之尺寸。

【0068】

圖10係顯示半導體製造系統之系統構成例之圖。半導體製造系統10具有處理條件探索裝置100、輸入裝置103、輸出裝置114、處理裝置111、評估裝置112、尺寸計測裝置200、及輸入輸出裝置206。使用者可選擇目標處理結果(加工形狀)與處理裝置111所使用之參數101並自輸入裝置103輸入，自輸出裝置114輸出賦予目標加工形狀之最佳處理條件102。

【0069】

處理條件探索裝置100係自輸入裝置103接收目標加工形狀101，探索處理裝置111可最佳獲得目標加工形狀之處理條件，並將探索出之處理條件向輸出裝置114輸出之裝置。

【0070】

輸入裝置103具備GUI(Graphical User Interface：圖形使用者介面)等輸入介面與讀卡機等記憶媒體讀出裝置，且對處理條件探索裝置100輸入資料。又，不僅自使用者接收，自輸入輸出裝置206亦同樣接收尺寸計測值，並輸入至處理條件探索裝置100。輸入裝置103包含例如鍵盤、滑鼠、觸控面板、記憶媒體讀出裝置等。

【0071】

輸出裝置114將自處理條件探索裝置100傳遞之處理條件作為最佳處理條件102向使用者顯示。作為顯示之方式，為向顯示器之顯示、或向檔案之寫出等。輸出裝置114包含例如顯示器、印表機、記憶媒體寫出裝置等。

【0072】

處理裝置111係處理半導體或包含半導體之半導體設備之裝置。處理裝置111之處理之內容並無特別限定。例如，包含微影裝置、成膜裝置、

圖案加工裝置。於微影裝置，包含例如曝光裝置、電子線描繪裝置、X射線描繪裝置。成膜裝置包含例如CVD(Chemical Vapor Deposition：化學氣相沈積)、PVD(Physical Vapor Deposition：物理氣相沈積)、蒸鍍裝置、濺鍍裝置、熱氧化裝置。圖案加工裝置包含例如濕蝕刻裝置、乾蝕刻裝置、電子束加工裝置、雷射加工裝置。處理裝置111基於自處理條件探索裝置100輸入之處理條件進行半導體或半導體設備之處理，並傳遞至評估裝置112。

【0073】

評估裝置112拍攝由處理裝置111處理之半導體或半導體設備之剖面，取得處理結果即剖面圖像208。評估裝置112包含使用SEM、TEM(Transmission Electron Microscope：穿透式電子顯微鏡)、光學式監視器之加工尺寸計測裝置。亦可取出由處理裝置111處理之半導體或半導體設備之一部分作為斷片，將該斷片向評估裝置112搬運並計測。將取得之剖面圖像208向輸入輸出裝置206傳遞。

【0074】

尺寸計測裝置200具有中央處理部201、模型學習部202、模型推定部203、尺寸計測部204、及資料庫205。接收經由輸入輸出裝置206輸入之特徵點與尺寸之定義、倍率、學習資料組209與剖面圖像208，自剖面圖像208計測特定之尺寸，並向輸入輸出裝置206輸出。

【0075】

輸入輸出裝置206具備GUI等輸入輸出介面與讀卡機等記憶媒體讀出裝置，且對尺寸計測裝置200輸入特徵點與尺寸之定義、倍率、學習資料組209。又，自評估裝置112接收剖面圖像208，並傳遞至中央處理部

201。輸入輸出裝置206包含例如鍵盤、滑鼠、顯示器、觸控面板、記憶媒體讀出裝置等，且將自尺寸計測裝置200傳遞之尺寸值向使用者顯示，或直接向輸入裝置103傳送。於向使用者顯示之情形時，其方式為向顯示器之顯示、或向檔案之寫出等。

【0076】

圖11係顯示處理條件探索裝置100之系統構成例之圖。處理條件探索裝置100具有中央處理部104、資料庫105、初期處理條件設定部106、指標設定部107、模型學習部108、處理條件探索部109、裝置控制部110、及收斂判定部113。

【0077】

將顯示尺寸計測裝置200之硬體構成之方塊圖顯示於圖12。尺寸計測裝置200根據經由輸入輸出裝置206自評估裝置112輸入之剖面圖像208計測尺寸，並將計測結果向輸入輸出裝置206輸出。尺寸計測裝置200具有處理器116、通信介面115、ROM(Read Only Memory：唯讀記憶體)117、及RAM(Random Access Memory：隨機存取記憶體)118。通信介面115連接處理器116、與外部之輸入輸出裝置206。處理器116連接通信介面115、ROM117、及RAM118。於ROM117，儲存有由處理器116執行之處理程式。於RAM118，儲存有學習資料或學習模型、特徵點與尺寸之定義、倍率等。

【0078】

另，於與圖10所示之尺寸計測裝置200之對應中，安裝資料庫205作為ROM117及RAM118，安裝模型學習部202、模型推定部203、尺寸計測部204作為儲存於ROM117及RAM118之程式及參數。

【0079】

圖13係尺寸計測裝置200之模型學習部202及模型推定部203所使用之語義分割模型之構成之一例。另，於本例雖說明使用神經網路20之例，但不限定於此，亦可使用決策樹等機械學習之模型。神經網路藉由將輸入至輸入層之像素資訊依序向中間層、輸出層傳播並運算，而自輸出層輸出各像素所屬之區域之標籤編號。中間層為卷積層、池化層等多個層重複。具體之層構造因採用之模型而異。為了使學習時輸出之各像素之標籤與正解之註解資料之誤差最小，而調整中間層之參數。

【0080】

圖14係尺寸計測裝置200之模型學習部202及模型推定部203所使用之物體檢測模型之構成之一例。另，於本例雖說明使用神經網路30之例，但不限定於此，亦可使用模板匹配等其他模型。神經網路藉由將輸入至輸入層之像素資訊依序向中間層、輸出層傳播並運算，而自輸出層輸出圖像所包含之物體之標籤編號與限界框之座標值。中間層為卷積層、池化層等多個層重複。具體之層構造因採用之模型而異。為了使學習時輸出之物體之標籤編號與限界框之座標值與正解之註解資料之誤差最小，而調整中間層之參數。

【0081】

圖15係尺寸計測裝置200執行之根據輸入圖像計測所需尺寸為止之流程圖。

【0082】

首先，製作事先應輸入至尺寸計測裝置200之學習資料組209。學習資料組除輸入資料即剖面SEM圖像以外，亦對成為輸出資料之物體檢測模

型製作記錄包圍單位圖案之限界框之座標之註解資料209，對語義分割模型製作按各區域區分顏色之註解圖像209之組，並自輸入輸出裝置206輸入該等學習資料組(步驟S100)。輸入之學習資料組保存於資料庫205。

【0083】

接著，中央處理部201自資料庫205向模型學習部202傳送學習資料組與模型，並以模型學習部202進行2個模型之學習(步驟S101)。將學習之模型之參數向資料庫205保存。於以下之說明，雖說明使用具有卷積層或池化層之神經網路作為模型之情形，但亦可使用模板匹配等作為物體檢測模型，使用決策樹等機械學習之模型作為語義分割模型。

【0084】

接著，於推定步驟中，自輸入輸出裝置206輸入欲計測尺寸之測試圖像(步驟S104)。同時，將尺寸計測所需之特徵點之定義209、與計測之尺寸之定義209經由輸入輸出裝置206儲存於資料庫205(步驟S102、S103)。輸入圖像之倍率藉由儲存圖像之資料夾名判斷。例如，若倍率為100k倍則將資料夾名設為100k。各圖像之倍率資訊保存於資料庫205。中央處理部201自資料庫205對模型推定部203傳遞模型與參數，且傳遞輸入之測試圖像，以模型推定部203進行推定(步驟S105)，獲得圖案檢測結果即限界框座標與語義分割圖像(步驟S106)。

【0085】

接著，於計測步驟中，中央處理部201對尺寸計測部204傳遞限界框座標與語義分割圖像，並根據語義分割圖像求出邊界線之座標。接著，按各圖案分割邊界線座標，調用儲存於資料庫205之特徵點之定義並求出特徵點之座標，調用尺寸之定義並計算主要尺寸(步驟S107)。因獲得之尺寸

之單位為像素(pixel)數，故調用儲存於資料庫205之倍率並轉換為實際尺寸(步驟S108)。將計測出之尺寸值向輸入輸出裝置206輸出，且將各圖案之邊界線座標資料向資料庫205保存(步驟S109)。

【0086】

再者，於欲新追加尺寸計測部位之情形時，自輸入輸出裝置206輸入尺寸計測所需之新的特徵點209之定義、與新的尺寸計測部位之定義209，並儲存於資料庫205(步驟S110、S111)。

【0087】

接著，判定有無新的尺寸計測部位之指定(步驟S112)，若無指定，則跳過尺寸計測處理。若有指定，則讀出儲存於資料庫205之各圖案之邊界線之座標資料並計算尺寸(步驟S114)，於標度轉換為實際尺寸(步驟S115)後，將計測出之尺寸值向輸入輸出裝置206輸出(步驟S116)。

【0088】

此處，於欲進行加工形狀之探索之情形時，輸入目標尺寸值(步驟S117)。中央處理部201判定有無形狀探索之指定(步驟S118)，若無指定，則結束尺寸計測處理(步驟S119)。若有指定，則探索儲存於資料庫205之所有圖像之尺寸值(步驟S120)，並將接近輸入之尺寸之形狀向輸入輸出裝置206輸出(步驟S121)。以上，結束處理(步驟S122)。

【0089】

圖16係於半導體製造系統10中處理條件探索裝置100執行之根據目標處理結果(目標輸出參數值)決定處理裝置111之最佳處理條件之流程圖。

【0090】

首先，關於處理裝置111進行之處理，自輸入裝置103向中央處理部

104交接設為目標之目標處理結果(目標輸出參數值)、及作為控制處理裝置111之參數選擇之輸入參數101(步驟S200)。

【0091】

接著，中央處理部104將接收之目標輸出參數值與所選擇之輸入參數(加工條件參數)儲存於資料庫105，且將所選擇之輸入參數向初期處理條件設定部106傳遞。於初期處理條件設定部106，基於傳遞之輸入參數，自資料庫105讀取輸入參數之可設定範圍之資料，並自動設定初期處理條件(步驟S201)。中央處理部104將設定之初期處理條件向資料庫105儲存，且將初期處理條件向裝置控制部110傳遞。

【0092】

裝置控制部110將初期處理條件傳送至處理裝置111。或使用者亦可將裝置控制部110輸出之初期處理條件輸入至處理裝置111。處理裝置111根據輸入之初期條件進行處理，由評估裝置112評估，並經由輸入輸出裝置206，將評估結果即剖面圖像208傳遞至尺寸計測裝置200。由尺寸計測裝置200求出之尺寸值(指標輸出參數值)經由輸入輸出裝置206向輸入裝置103輸入。中央處理部104自輸入裝置103交接初期處理結果(步驟S202)。中央處理部104將初期處理條件與初期處理結果傳遞至收斂判定部113。

【0093】

收斂判定部113將初期處理結果與目標處理結果比較，判定是否於特定之精度內收斂於目標處理結果(步驟S203)。若收斂，則將收斂於目標處理結果之初期處理條件向輸出裝置114傳遞，輸出裝置114作為最佳處理條件102輸出(步驟S210)。

【0094】

於判定輸出參數值(處理結果)之收斂性時，可使用由(數1)賦予之關於使用之所有輸出參數之輸出參數值與目標輸出參數值之誤差之平方和。

【0095】

[數1]

$$\sum_{i=0}^{NP} (x_i - y_i)^2 \cdot W_i \quad (\text{數 1})$$

【0096】

此處，NP係使用之輸出參數之總數， x_i 係第i個目標輸出參數值， y_i 係第i個輸出參數值(實績值)， W_i 係使用者對各輸出參數指定之權重。

【0097】

另一方面，若未收斂則自收斂判定部113向中央處理部104發送繼續處理之命令，中央處理部104於資料庫105，製作包含初期處理條件(初期輸入參數值)與初期處理結果(初期輸出參數值)之初期學習資料(步驟S204)。

【0098】

接著，中央處理部104自資料庫105讀入目標輸出參數值(目標處理結果)與初期學習資料，並向指標設定部107傳遞。指標設定部107設定指標處理結果(指標輸出參數值)(步驟S205)。設定之指標輸出參數值向中央處理部104傳遞，並儲存於資料庫105。指標設定部107自現有之學習資料之中選出最接近目標輸出參數值之最佳資料(輸出參數值(實績值))，此時內插補間於最佳之輸出參數值與目標輸出參數值之間，藉此設定指標輸出參數值。設定之指標之個數若為1個以上則可為若干個，考慮效率期望設定複數個，例如4～5個左右。

【0099】

接著，中央處理部104自資料庫105讀入初期學習資料，並將初期學習資料向模型學習部108發送。模型學習部108學習將輸入參數值(處理條件)與輸出參數值(處理結果)建立關係之推定模型(步驟S206)。作為推定模型，可使用神經網路、支援向量機、核函數法等。將學習之推定模型向處理條件探索部109傳遞。

【0100】

接著，處理條件探索部109使用對自模型學習部108傳遞之推定模型及自資料庫105讀出之輸入參數之制約條件，探索對自資料庫105讀出之目標輸出參數值及指標輸出參數值之處理條件(步驟S207)。因推定模型輸入處理條件，輸出處理結果，故為了根據處理結果反向求出處理條件，而可使用模擬退火法、遺傳演算法等各種最佳解探索方法。處理條件探索部109將探索出之處理條件(指標輸入參數值)傳遞至裝置控制部110，且經由中央處理部104向資料庫105儲存。

【0101】

裝置控制部110將傳遞之處理條件(指標輸入參數值)傳送至處理裝置111。或，使用者亦可將裝置控制部110輸出之處理條件輸入至處理裝置111。處理裝置111根據輸入之初期條件進行處理，由評估裝置112評估，並將評估結果即剖面圖像208經由輸入輸出裝置206傳遞至尺寸計測裝置200。由尺寸計測裝置200求出之尺寸值(指標輸出參數值)經由輸入輸出裝置206向輸入裝置103輸入。中央處理部104自輸入裝置103交接處理結果(指標輸出參數值)(步驟S208)。中央處理部104將處理條件(指標輸入參數值)與處理結果(指標輸出參數值)傳遞至收斂判定部113。

【0102】

收斂判定部113將處理結果(輸出參數值(實績值))與目標處理結果(目標輸出參數值)比較，判定是否於特定之精度內收斂於目標處理結果(步驟S209)。若收斂，則將收斂於目標處理結果之處理條件向輸出裝置114傳遞，且輸出裝置114作為最佳處理條件102輸出(步驟S210)。

【0103】

另一方面，若未收斂則自收斂判定部113向中央處理部104發送繼續處理之命令，中央處理部104藉由對資料庫105之學習資料組，追加新探索之目標處理結果、關於指標處理結果之處理條件(輸入參數值)、及處理結果(輸出參數值(實績值))之組作為追加學習資料，而更新學習資料組(步驟S204)。

【0104】

以下，重複學習資料組之製作、更新(步驟S204)～收斂判定(步驟S209)之推定程序，直至處理結果收斂於目標處理結果為止。如此，自主地探索實現目標處理結果之最佳處理條件。

【0105】

以上係具備處理條件探索裝置100與尺寸計測裝置200之半導體製造系統10整體之處理流程。

【0106】

以下，以處理裝置111為蝕刻裝置之情形為例進行說明。

圖17係成為學習資料組中之輸入資料組之剖面SEM圖像之例。該圖像之尺寸為1280×960像素(pixel)。樣本係線/間隔之單位圖案重複之溝槽構造，區域包含背景300、掩膜301、及基板302之3個區域。另，於圖像

之左下方顯示攝像條件，於右下方重疊顯示標度。

【0107】

圖18係尺寸計測部位之例。於該例中，尺寸計測部位設定如下5處：
(1)L1：掩膜上表面之寬度305、(2)L2：掩膜/基板界面之寬度306、
(3)L3：基板最窄部之寬度307、(4)L4：掩膜之高度308、(5)L5：溝槽之
深度309。另，掩膜上表面之寬度305定義為形成為凸狀之2個峰值位置之
間隔。於峰值位置只有1個之形狀之情形時將寬度設為0。圖中A至G之7個
點係尺寸計測所使用之邊界線上之特徵點，且使用可僅根據邊界線資料唯
一定義之點。例如，A、B係掩膜上表面之成為峰值之點等。使用者經由
輸入輸出裝置206輸入特徵點A～G之定義及尺寸L1～L5與特徵點A～G之
對應關係(L1：A、B，L2：C、D等)，並儲存於資料庫205。具體而言，
儲存記述特徵點與尺寸之定義之腳本。根據計測對象之構造而適當設定特
徵點與計測尺寸之個數、位置。

【0108】

圖19係說明成為學習資料組中之輸出資料組之註解資料中賦予至物
體檢測模型之註解資料所記述之限界框之座標之定義的圖。對由圖中所示
之框線(限界框)包圍之線/間隔之重複之單位構造即包含掩膜與基板之一部
分之區域定義稱為「圖案」之標籤名。於該例中，標籤僅為1種，標籤編
號為0。於圖19存在5個圖案。限界框之座標將圖像之左上方設為原點，
於水平方向取X軸，於垂直方向取Y軸。限界框之Y軸方向之邊界以完全
包含掩膜上部與溝槽底之方式，分別設定於具有數像素(pixel)之餘裕之位
置。因限界框為矩形，故於特定位置時賦予左上方與右下方之2個座標即
可。

【0109】

圖20係對應於圖19之註解資料之記載例之摘錄。僅摘錄必要之項目。於該例雖以xml格式記述資料，但若為假定使用之物體檢測模型之格式則可為任意。於標記<folder>～</folder>記載儲存有圖像檔案之資料夾名，於標記<filename>～</filename>記載圖像檔案名。標記<object>～</object>為記載關於限界框之資訊之部位，重複圖像中所包含之限界框之個數量。其中之標記<name>～</name>為指定標籤名之部位。記載於標記<bndbox>～</bndbox>之4個數值係第1個限界框之左上方與右下方之點之座標。註解資料可以手動作業製作，或使用學習完畢之物體檢測模型製作。

【0110】

圖21係成為學習資料組中之輸出資料組之註解資料中與語義分割模型相對之註解資料之例。註解資料可使用專用軟體以手動作業製作，或使用學習完畢之語義分割模型製作。資料係按不同區域區分顏色之圖像。此處，區域包含構成設為測定對象之半導體設備之剖面之各層與半導體設備之剖面以外之背景。於該例中，包含背景310、作為構成半導體設備之剖面之各層之掩膜311及基板312之3個區域。3個區域之標籤名分別為「背景」、「掩膜」、「基板」，顏色分別為黑、灰、白。

【0111】

圖22係標籤名、標籤編號、顏色之對應關係，儲存於資料庫205。賦予至各標籤之標籤編號與顏色雖為任意，但需於尺寸計測裝置200內固定。

【0112】

圖23係進行學習步驟時輸入輸出裝置206所顯示之GUI畫面之一例。畫面包含輸入資料窗323、註解資料窗331、及終端窗339。於輸入資料窗323，藉由加載按鈕320，選擇儲存有學習資料組之輸入資料組之資料夾。藉由選擇按鈕321，選擇欲顯示於輸入資料窗323之圖像檔案。藉由清除按鈕322清除顯示結果。於單元324與325顯示所選擇之資料夾名與檔案名。於圖像窗326顯示所選擇之圖像。

【0113】

於註解資料窗331，藉由模型按鈕328選擇語義分割模型、或物體檢測模型之任一者。顯示於註解資料窗331之資料之種類根據所選擇之模型變化。又，包含註解資料之資料夾亦根據模型自動選擇。圖23係選擇語義分割模型之情形之例。藉由選擇按鈕329，指定欲顯示於窗334之樣本。於單元332與333顯示具有所選擇之樣本之資料夾名與檔案名。於窗334顯示註解圖像，於表335顯示標籤名、標籤編號、顏色之對應表。

【0114】

於終端窗339，藉由開始按鈕336開始學習由模型按鈕328選擇之模型。於終端窗339以訊息顯示計算中之中途經過、最終結果。即使於計算中途亦可藉由停止按鈕337停止。自動保存計算結果即學習完畢模型。

【0115】

圖24係欲計測尺寸之測試圖像之例。於該測試圖像，如上所述呈現不需要之內部構造之輪廓。該構造係於計測尺寸時應無視之構造。

【0116】

圖25係將圖24所示之測試圖像輸入至學習完畢物體檢測模型並使之推論之結果。以黑框表示限界框座標，且附帶檢測出之物體之標籤名。於

圖25之例檢測有4個圖案。

【0117】

圖26係對應於圖25之限界框之座標值資料，於推論後自動保存於資料庫205。

【0118】

圖27係將圖24所示之測試圖像輸入至學習完畢語義分割模型並使之推論之結果。區域各者之顏色係遵循圖22中設定之對應關係，背景為黑，掩膜為灰，基板為白。

【0119】

因根據圖27求出各區域間之邊界線之座標，故將此使用圖26之限界框之座標值，按各限界框切出邊界線座標。根據切出之各限界框之邊界線座標，求出尺寸計測所需之特徵點A～G之座標，並求出尺寸L1～L5。如此，根據輸入之圖像對各圖案自動計測尺寸。

【0120】

圖28係將計測出之尺寸值顯示於原始輸入圖像上之例，亦以矩形表示檢測出之限界框位置。

【0121】

圖29係圖28之計測結果，5個尺寸L1～L5除各圖案之值以外亦計算並顯示統計值(平均值、標準偏差)。將結果自動保存於資料庫205，且將平均值向輸入輸出裝置206輸出。

【0122】

圖30係於進行推論、計測步驟時輸入輸出裝置206所顯示之GUI畫面之一例。畫面包含輸入資料窗345、與推論、計測結果窗353。於輸入資

料窗345，讀入藉由定義按鈕340定義特徵點與尺寸之對應之腳本。讀入之定義顯示於定義表349。接著，選擇藉由手動按鈕341逐張選擇測試圖像進行推論、計測，或藉由批次處理按鈕342指定包含測試圖像之資料夾並對資料夾內之所有圖像統一進行推論、計測。藉由使資料夾名與圖像之倍率一致，而自資料夾名獲得關於倍率之資訊。於單元346與347顯示所選擇之資料夾名與檔案名。於圖像窗350顯示所選擇之測試圖像。於選擇批次處理之情形時將第1張測試圖像之檔案名與圖像顯示於單元347與圖像窗350。藉由開始按鈕343使用2個學習完畢模型進行推論與尺寸計測。自動保存計算結果。藉由清除按鈕344清除顯示結果。

【0123】

於推論、計測結果窗353，藉由加載按鈕351選擇欲顯示結果之原圖像。於單元354與355顯示所選擇之圖像之資料夾名與檔案名。於窗356顯示語義分割結果，於窗357顯示物體檢測結果。於最終結果窗358，顯示於原圖像上顯示有尺寸值之圖像，於數值表359顯示計測出之尺寸值與統計值。

【0124】

圖31係自資料庫205探索接近所期望之尺寸之形狀之探索步驟時，輸入輸出裝置206所顯示之GUI畫面之一例，包含指標窗360與探索結果窗363。於指標窗360，對指標構造單元361輸入設為目標之尺寸值。於定義窗362圖示尺寸L1～L5之定義。

【0125】

於探索結果窗363，藉由檢索按鈕364執行探索。探索結果按誤差由小至大之順序排序顯示，顯示資料夾名366、檔案名367、記載尺寸值之

圖像368、及尺寸之平均值369。

[實施例6]

【0126】

於實施例5雖使用語義分割模型作為第1圖像辨識模型，使用物體檢測模型作為第2圖像辨識模型，但作為尺寸計測方法不限定於該組合。作為實施例6，對使用2種語義分割模型之方法進行說明。於實施例6，使用檢測輪廓線之第1語義分割模型、與檢測特徵點之第2語義分割模型。以下，關於實施例6，以使用圖像辨識模型之特徵點之擷取為中心進行說明，針對與實施例5重複之點則省略說明。

【0127】

圖32係尺寸計測裝置200執行之根據經過事先之學習步驟輸入之圖像計測尺寸之流程圖。

【0128】

首先，定義尺寸計測所需之特徵點209，經由輸入輸出裝置206儲存於資料庫205(步驟S300)。此係於學習步驟之前進行。

【0129】

接著，對第1語義分割模型(第1圖像辨識模型)製作區域劃分成輪廓線與除此以外之註解圖像，對第2語義分割模型(第2圖像辨識模型)製作區域劃分成尺寸計測所需之特徵點與除此以外之註解圖像，並自輸入輸出裝置206輸入(步驟S302)。

【0130】

接著，中央處理部201對模型學習部202傳遞學習資料組，由模型學習部202進行模型之學習(步驟S303)。於以下之說明，雖說明使用具有卷

積層之神經網路作為模型之情形，但亦可使用決策樹等機械學習之模型。

【0131】

接著，自評估裝置112讀入欲計測尺寸之測試圖像(步驟S304)。中央處理部201對模型學習部202傳遞圖像，由模型推定部203進行推定(步驟S305)，並獲得2種語義分割圖像(步驟S306)。

【0132】

接著，自輸入輸出裝置206輸入特徵點與尺寸計測部位之對應關係209，並儲存於資料庫205(步驟S301)。

【0133】

接著，利用尺寸計測部204，根據2種語義分割圖像求出輪廓線上之特徵點座標，計算主要尺寸，並求出輪廓線整體之座標資料(步驟S307)。接著，將獲得之尺寸轉換為實際尺寸之標度(步驟S308)。將計測出之尺寸值向輸入輸出裝置206輸出，且將輪廓線之座標資料向資料庫205保存(步驟S309)。

【0134】

再者，於欲比較加工形狀之情形時，指定欲比較之2個樣本(步驟S310)。接著，判定有無形狀比較之指定(步驟S311)，若無指定，則結束尺寸計測處理(步驟S312)。若有指定，則讀出儲存於資料庫205之輪廓線資料與尺寸值，並將比較之結果向輸入輸出裝置206輸出(步驟S313)。藉由以上，結束處理(步驟S314)。

【0135】

以下，以處理裝置111為蝕刻裝置之情形為例進行說明。圖33係教導與圖17之學習資料組之輸入資料圖像對應之輪廓線的註解資料之例。區域

包含背景400與輪廓線401之2個區域。標籤名分別為「背景」、「輪廓」，標籤編號分別為0、1。圖34係標籤名、標籤編號、顏色之對應關係。雖賦予至各標籤之標籤編號與顏色為任意，但需於尺寸計測裝置200內固定。

【0136】

圖35係教導與圖17之學習資料組之輸入資料圖像對應之特徵點之位置的註解資料之例。其係於作為特徵點之圖18所示之A～G之7點中，設定A411、C412、E413、G414之4點作為標籤，並按包含背景410之不同之5個標籤區分顏色的圖像。其他3個特徵點B、D、F因若假設對稱性則根據A、C、E求出，故不包含於標籤。如稍後所述，關於特徵點A、C、E而言根據特徵點B、D、F與輪廓線求出，藉此，即使不藉由目視，亦可擔保特徵點B、D、F與特徵點A、C、E為關於一個單位圖案之特徵點。圖36係標籤名、標籤編號、顏色之對應關係。雖賦予至各標籤之標籤編號與顏色為任意，但需於尺寸計測裝置200內固定。

【0137】

圖37係於進行學習步驟時輸入輸出裝置206所顯示之GUI畫面之一例。畫面包含輸入資料窗323、註解資料窗331、及終端窗339。於輸入資料窗323，藉由加載按鈕320，選擇儲存有輸入圖像檔案之資料夾。藉由選擇按鈕321，選擇欲顯示之圖像檔案。藉由清除按鈕322清除顯示結果。於單元324與325顯示所選擇之資料夾名與檔案名。於圖像窗326顯示所選擇之圖像。

【0138】

於註解資料窗331，藉由模型按鈕415選擇輪廓線用語義分割模型(第

1語義分割模型)、或特徵點用語義分割模型(第2語義分割模型)之任一者。顯示於註解資料窗331之資料之種類根據所選擇之模型變化。又,包含註解資料之資料夾亦根據模型自動選擇。圖37係選擇輪廓線用語義分割模型之情形之例。藉由選擇按鈕329,指定欲顯示於窗之樣本。於單元324與325顯示具有所選擇之樣本之資料夾名與檔案名。於窗334顯示註解圖像,於表335顯示標籤名、標籤編號、顏色之對應表。

【0139】

於終端窗339,藉由開始按鈕336開始學習由模型按鈕415選擇之模型。於終端窗339以訊息顯示計算中之中途經過、最終結果。即使於計算中途亦可藉由停止按鈕337停止。自動保存計算結果即模型參數。

【0140】

圖38係將圖24所示之測試圖像輸入至第1學習完畢語義分割模型並使之推論之輪廓線之檢測結果之圖像。同時,亦求出輪廓線之座標。

【0141】

圖39係將圖24所示之測試圖像輸入至第2學習完畢語義分割模型並使之推論之特徵點A、C、E、G之檢測結果之圖像。同時,亦求出該等特徵點之座標。另,因該等特徵點之座標並非限定位於圖38中獲得之輪廓線上,故採用最接近圖39中獲得之特徵點座標之圖38之輪廓線上之點作為特徵點之座標。

【0142】

圖40係說明根據特徵點A、C、E求出對應之特徵點B、D、F之方法之圖。對應點設為與原始點Y座標相同且X座標之差最小,即右側之最近之輪廓線上之點。於實施例5雖按各圖案分割邊界線座標,但於實施例6已

知成對之2點座標，故無需分割。藉由獲得之7種特徵點之座標、與自資料庫205調用之特徵點與尺寸之定義，而計算特定之尺寸。如此，根據輸入之圖像自動計測尺寸。

【0143】

圖41係於進行推論、計測步驟時輸入輸出裝置206所顯示之GUI畫面之一例。畫面包含輸入資料窗345、與推論、計測結果窗353。於輸入資料窗345，選擇並讀入藉由定義按鈕340定義特徵點與尺寸之對應之腳本。讀入之定義顯示於定義表349。接著，選擇藉由手動按鈕341逐張選擇測試圖像進行推論、計測，或藉由批次處理按鈕342指定包含測試圖像之資料夾並對資料夾內之所有圖像統一進行推論、計測。藉由使資料夾名與圖像之倍率一致，而自資料夾名獲得關於倍率之資訊。於單元346與347顯示所選擇之資料夾名與檔案名。於圖像窗350顯示所選擇之測試圖像。於選擇批次處理之情形時將第1張測試圖像之檔案名與圖像顯示於單元347與圖像窗350。藉由開始按鈕343使用2個學習完畢模型進行推論與尺寸計測。自動保存計算結果。藉由清除按鈕344清除顯示結果。

【0144】

於推論、檢測結果窗353，藉由加載按鈕351選擇欲顯示結果之原圖像。於單元354與355顯示所選擇之圖像之資料夾名與檔案名。於窗416顯示與輪廓線相對之語義分割結果，於窗417顯示與特徵點相對之語義分割結果。於最終結果窗358，顯示於原圖像上顯示有尺寸值之圖像，於數值表359顯示計測出之尺寸值與統計值。

【0145】

圖42係於進行比較2個圖像之形狀之比較步驟時輸入輸出裝置206所

顯示之GUI畫面之一例。畫面包含輸入資料窗423、與比較結果窗436。於輸入資料窗423，藉由加載1按鈕420選擇欲比較之第1張圖像，藉由加載2按鈕421選擇欲比較之第2張圖像。於單元424與425顯示所選擇之第1張圖像之資料夾名與檔案名，於單元426與427顯示所選擇之第2張圖像之資料夾名與檔案名。於圖像窗428與429顯示所選擇之2個圖像。於輪廓線窗430、431，自資料庫205讀出並顯示對所選擇之2個圖像擷取之輪廓線圖像。

【0146】

比較結果窗436顯示重疊顯示輪廓線之窗437、與顯示2個圖像之尺寸值之平均值與其差量之表438。自動按鈕432係以縱方向上掩膜上表面一致，橫方向上溝槽中央一致之方式自動調整2條輪廓線430、431之按鈕。於自動調整失敗之情形或欲手動調整之情形時，藉由按下手動按鈕433，使用者以滑鼠拖曳圖像，而調整位置。於表438，自資料庫205讀出對2個圖像計測之尺寸值，計算並顯示兩者之差量。藉由保存按鈕434，而將重寫之輪廓線圖像與表之數值向資料庫205保存。

【0147】

另，本發明並非限定於上述實施例者，而包含附加之申請專利範圍之主旨內之各種變化例及同等之構成。例如，上述實施例係為了容易理解地說明本發明而詳細說明者，本發明未必限定於具備說明之所有構成者。

【0148】

又，可將某實施例之構成之一部分置換為其他實施例之構成。又，可對某實施例之構成附加其他實施例之構成。又，亦可對各實施例之構成之一部分，進行其他構成之追加、刪除、或置換。例如，於實施例5中說

明語義分割模型輸出將構成半導體設備之剖面之各層作為區域區分顏色之圖像之例，但亦可如實施例6般作為輸出特徵點之語義分割模型。但，於該情形時，與實施例6之例不同，需輸出所有特徵點(於實施例6之例為特徵點A～G)。

[實施例7]

【0149】

於與實施例5同樣之構成中，可構成搭載圖像產生裝置之半導體製造系統。具體而言，可將圖10及圖12所示之尺寸計測裝置200置換為圖像產生裝置。圖像產生裝置2000可以執行實施例1至4中說明之產生構造圖像、及自構造圖像(根據需要使用參照圖像)產生產生圖像等處理之方式構成。

【0150】

圖43顯示圖像產生裝置2000之邏輯構成例。圖像產生裝置2000如圖12所示之尺寸計測裝置200般，可以包含1個以上之處理器及1個以上之記憶裝置之一台計算機或複數台計算機構成。藉由1個以上之處理器根據程式進行動作，而可實現圖像產生裝置2000之各種功能及處置。於圖像產生裝置2000中，無需來自評估裝置112之輸入。

【0151】

圖像產生裝置2000與尺寸計測裝置200同樣，具有中央處理部201、模型學習部202、及資料庫205。又，替代包含尺寸計測裝置200之模型推定部203及尺寸計測部204之兩者之部分而具有圖像產生部2040。圖像產生部2040產生與構造圖像對應之作為類似於實際之觀察圖像之圖像推定之圖像。亦可自圖像產生部2040之功能分離模型推定部203之功能。

【0152】

於使用學習資料組作為包含尺寸計測裝置200之模型推定部203與尺寸計測部204之兩者之部分之替代之情形時，圖像產生部2040使用具有構造圖像與實際圖像之資料組之學習資料組，替代學習資料組209。

【0153】

如利用實施例1說明般，於使用學習完畢之圖像產生模型1000之情形時，模型學習部202無需學習圖像產生模型1000。可藉由於資料庫205或外部之資料保存區域保存學習完畢模型資料或執行檔案，並將此加載，而使圖像產生模型1000進行動作。

【0154】

又，於有圖像產生模型1000用之學習資料組之情形時，使用者將此預先保存於資料庫205，使用該學習資料組，模型學習部202可構築學習完畢圖像產生模型1000。

【0155】

將參照圖像保存於資料庫205或外部之資料保存區域，並於圖像產生模型1000產生圖像時使用。

【0156】

圖像產生裝置2000接收經由例如輸入輸出裝置206輸入之構造圖像或構造圖像與參照圖像，將該等圖像輸入至圖像產生模型1000並輸出產生圖像，保存於資料庫205，又輸出至輸入輸出裝置206。

【0157】

輸入輸出裝置206具備GUI等輸入輸出介面與讀卡機等記憶媒體讀出裝置，並對圖像產生裝置2000輸入學習資料組。

【0158】

輸入輸出裝置206包含例如鍵盤、滑鼠、顯示器、觸控面板、記憶媒體讀出裝置等。向使用者顯示自圖像產生裝置2000傳遞之產生圖像。於向使用者顯示之情形時，輸入輸出裝置206執行例如向顯示器之顯示、或向檔案之寫出等。

【0159】

圖像產生裝置2000經由例如輸入輸出裝置206取得構造圖像或構造圖像及參照圖像，由該等圖像產生產生圖像，並向輸入輸出裝置206輸出。

【0160】

圖像產生裝置2000具有處理器116、通信介面115、ROM117、及RAM118。通信介面115連接處理器116、與外部之輸入輸出裝置206。處理器116連接通信介面115、ROM117、及RAM118。於ROM117，儲存有由處理器116執行之處理程式。於RAM118，儲存有學習資料或學習模型、構造圖像及參照圖像等。

【0161】

另，資料庫205儲存於ROM117及RAM118，模型學習部202、圖像產生部2040可藉由根據儲存於ROM117及RAM118之程式及參數進行動作之處理器116實現。

【0162】

圖像產生裝置2000所使用之圖像產生模型構成與例如參照圖13說明之構成同樣。於圖像產生模型，輸入構造像素資料之各像素，輸出產生圖像資料之各像素。另，於圖13，雖說明使用神經網路20之例，但不限定於此，亦可使用決策樹等機械學習之模型。

【0163】

半導體製造系統10可具有尺寸計測裝置200及圖像產生裝置2000，藉由圖像產生裝置2000，將構造圖像與產生圖像之資料組保存於資料庫之後，可將其資料作為學習資料進行尺寸計測裝置200之學習模型構築及尺寸計測。另，圖像產生裝置2000、尺寸計測裝置及處理條件探索裝置100各者之一部分或全部功能亦可包含於其他裝置。

【0164】

圖44係圖像產生裝置2000執行之輸入構造圖像，輸出產生圖像之流程圖。

【0165】

於進行圖像產生模型之學習之情形時，使用者製作事先應輸入至圖像產生裝置2000之學習資料組。學習資料組由例如以構造圖像作為輸入資料，與實際之觀察圖像相同般之圖像作為輸出資料之方式產生之產生圖像之輸入輸出之組構成。使用者自輸入輸出裝置206輸入學習資料組(步驟S300)。輸入之學習資料組保存於資料庫205。

【0166】

接著，中央處理部201自資料庫205對模型學習部202傳送學習資料組與圖像產生模型，並以模型學習部202進行圖像產生模型之學習(步驟S301)。將學習之圖像產生模型之參數向資料庫205保存。另，於事先使用學習完畢之圖像產生模型之情形時，跳過步驟S300及S301。

【0167】

使用者藉由輸入輸出裝置206輸入構造圖像(步驟S302)。如參照圖2說明般，於製作構造圖像時，可使用圖形產生軟體、繪畫軟體等一般之描

繪軟體。亦可使用CAD軟體製作構造圖像。

【0168】

又，作為構造圖像之輸入方法，如圖4至圖7說明般，可使用登錄2個代表性之構造圖像(步驟S303)，於其等中間製作複數個構造圖像之方法(步驟S304)。使用者由輸入輸出裝置206輸入二個代表圖像，且輸入用於變形之資訊。圖像產生部2040根據二個代表圖像與使用者指定資訊，藉由變形產生中間圖像。

【0169】

於自構造圖像產生圖像時(步驟S305)，圖像產生部2040使用步驟301中學習之圖像產生模型、或事先學習完畢之圖像產生模型作為圖像產生模型。又作為構造圖像，使用步驟302之登錄圖像、或步驟303之登錄圖像及步驟304中製作之中間圖像。或，作為構造圖像，亦可使用該等所有構造圖像。圖像產生部2040將構造圖像及產生圖像向資料庫保存(步驟S306)。另，構造圖像向資料庫之保存亦可於構造圖像登錄時進行。

【0170】

步驟S306中保存之資料作為圖15中說明之學習資料組使用(步驟S100)。

【0171】

具體而言，如參照圖3A說明般，藉由將實際圖像向構造取得模型輸入，而輸出構造圖像，並將該等實際圖像及構造圖像向資料庫登錄。接著，藉由將該構造圖像向尺寸擷取模型輸入，而輸出尺寸資料。構造取得模型及尺寸取得模型之學習方法係如圖15之流程圖說明般。

【0172】

圖45係於圖像產生裝置2000中，製作構造圖像，又，進行輸入構造圖像，輸出產生圖像等時之GUI畫面之例。於本GUI，使用者首先指定二個代表構造圖像。將指定之代表構造圖像顯示於GUI。又，顯示代表構造圖像、及使用代表構造圖像製作之中間圖像。該等構造圖像保存於中間圖像保存地。

【0173】

於由構造圖像產生產生圖像時，使用者可於GUI中，選擇使用保存之中間構造圖像及代表構造圖像，或使用另外製作之構造圖像。又，使用者可選擇使用藉由參考參照圖像而產生產生圖像之方式，或使用利用學習用構造圖像與學習用產生圖像並使之學習之圖像產生模型之方法。

【0174】

於使用參照圖像之情形時，使用者指定使用之參照圖像。此時，將指定之參照圖像顯示於GUI。於使圖像產生模型學習之情形時，使用者指定學習所試用之學習用構造圖像及學習用產生圖像。

【0175】

於上述順序之後，藉由按下圖像產生按鈕，而進行圖像產生，並將產生圖像顯示於GUI。又，使用者可指定產生圖像之保存地。

【0176】

如上所述，藉由對自實際之圖像取得之構造圖像，使用可取得特定之特徵尺寸之尺寸擷取模型計測特徵尺寸，而可自動構築取得實際之圖像時之裝置條件、實際之圖像、由實際之圖像取得之構造圖像、及特徵尺寸之資料庫。此外，可使用該等資料庫，構築輸出與裝置條件對應之構造圖

像之學習模型，並使用上述學習模型，推定實現目標形狀之裝置條件。

【0177】

上述各構成、功能、處理部、處理方式等可藉由以例如積體電路設計其等之一部分或全部等，而由硬體實現，亦可藉由處理器解釋並執行實現各者之功能之程式，而由軟體實現。實現各功能之程式、表、檔案等資訊可儲存於記憶體、硬碟、SSD(Solid State Drive：固態驅動機)等記憶裝置、或IC(Integrated Circuit：積體電路)卡、SD(Secure Digital：安全數位)卡、DVD(Digital Versatile Disc：數位多功能光碟)之非暫時性記錄媒體。

【0178】

又，控制線或資訊線顯示說明上認為必要者，未限定顯示安裝方面必要之所有控制線或資訊線。實際上，亦可認為幾乎所有構成相互連接。

【0179】

除申請專利範圍所記載之構成以外，以下記載本揭示之觀點之代表性之例。

【0180】

本揭示之一態樣之根據具有重複圖案之半導體設備之剖面圖像計測半導體設備之尺寸之尺寸計測裝置具有處理器、記憶體、及藉由儲存於記憶體並由處理器執行而計測半導體設備之尺寸之尺寸計測程式，且尺寸計測程式具有模型推定部與尺寸計測部，模型推定部藉由第1圖像辨識模型，輸出相對於剖面圖像按不同區域附加標籤之附標籤之圖像，並藉由第2圖像辨識模型，輸出剖面圖像中構成重複圖案之單位圖案各者所在之座標，尺寸計測部使用附標籤之圖像及單位圖案各者所在之座標，求出對各

單位圖案預先定義之複數個特徵點之座標，並計測作為複數個特徵點中之特定之2點間之距離定義之尺寸。

【0181】

又，本揭示之另一態樣之根據具有重複圖案之半導體設備之剖面圖像計測半導體設備之尺寸之尺寸計測裝置具有處理器、記憶體、及藉由儲存於記憶體並由處理器執行而計測半導體設備之尺寸之尺寸計測程式，且尺寸計測程式具有模型推定部與尺寸計測部，模型推定部藉由第1圖像辨識模型，輸出將剖面圖像於輪廓線與背景附加標籤之第1附標籤之圖像，藉由第2圖像辨識模型，輸出將剖面圖像於構成重複圖案之單位圖案中定義之第1複數個特徵點與背景附加標籤之第2附標籤之圖像，尺寸計測部使用來自第1附標籤之圖像之輪廓線之座標及來自第2附標籤之圖像之第1複數個特徵點之座標求出第2複數個特徵點之座標，並計測作為第1複數個特徵點中之特定之點與第2複數個特徵點中之特定之點之間之距離定義之尺寸。

【符號說明】

【0182】

10:半導體製造系統

20:神經網路模型

30:神經網路模型

100:處理條件探索裝置

101:目標處理結果、參數選擇

102:最佳處理條件

103:輸入裝置

104:中央處理部
105:資料庫
106:初期處理條件設定部
107:指標設定部
108:模型學習部
109:處理條件探索部
110:裝置控制部
111:處理裝置
112:評估裝置
113:收斂判定部
114:輸出裝置
115:介面
116:處理器
117:ROM
118:RAM
200:尺寸計測裝置
201:中央處理部
202:模型學習部
203:模型推定部
204:尺寸計測部
205:資料庫
206:輸入輸出裝置
208:剖面圖像

209:特徵點與尺寸之定義、倍率、學習資料組

300:背景

301:掩膜

302:基板

305:掩膜上表面寬度

306:掩膜/基板界面寬度

307:基板最窄部寬度

308:掩膜高度

309:溝槽深度

310:背景

311:掩膜

312:基板

320:加載按鈕

321:選擇按鈕

322:清除按鈕

323:輸入資料窗

324:單元

325:單元

326:圖像窗

328:模型按鈕

329:選擇按鈕

330:清除按鈕

331:註解資料窗

332:單元

333:單元

334:窗

335:表

336:開始按鈕

337:停止按鈕

338:清除按鈕

339:終端窗

340:定義按鈕

341:手動按鈕

342:批次處理按鈕

343:開始按鈕

344:清除按鈕

345:輸入資料窗

346:單元

347:單元

349:定義表

350:圖像窗

351:加載按鈕

352:清除按鈕

353:推論、計測結果窗

354:單元

355:單元

356:窗

357:窗

358:最終結果窗

359:數值表

360:指標窗

361:指標構造單元

362:定義窗

363:探索結果窗

364:檢索按鈕

365:清除按鈕

366:資料夾名

367:檔案名

368:圖像

369:尺寸之平均值

400:背景

401:輪廓線

410:背景

411:特徵點A

412:特徵點C

413:特徵點E

414:特徵點G

415:模型模組

416:窗

417:窗

420:加載1按鈕

421:加載2按鈕

422:清除按鈕

423:輸入資料窗

424:單元

425:單元

426:單元

427:單元

428:圖像窗

429:圖像窗

430:輪廓線窗

431:輪廓線窗

432:自動按鈕

433:手動按鈕

434:保存按鈕

435:清除按鈕

436:比較結果窗

437:窗

438:表

1000:圖像產生模型

1000A:構造圖像

1000A1:彩色圖之構造圖像

1000A11:構造圖像

1000A12:構造圖像

1000A2:線圖之構造圖像

1000A21:構造圖像

1000A22:構造圖像

1000B:產生圖像

1000B1:產生圖像之例

1000B11:產生圖像

1000B12:產生圖像

1000C:參照圖像

1000C1:參照圖像之例

1001:構造圖像與產生圖像之資料庫

1010:構造取得模型

1010A:產生圖像(學習構造取得模型時之輸入)

1010B:構造圖像(學習構造取得模型時之輸出)

1020:構造取得模型(學習完畢)

1020A:實際圖像

1020B:由實際圖像取得之構造圖像

1021:實際圖像與構造圖像之資料庫

1030:尺寸擷取模型

1030A:自實際圖像取得之構造圖像(向尺寸擷取模型之輸入)

1030B:尺寸資料

1031B:尺寸資料之取得位置之例

1041:代表圖像A

1042:代表圖像A'

1043:中間圖像

1051:代表圖像A

1052:目標形狀

1053:中間圖像(代表圖像A'為目標形狀之情形)

1061:代表圖像A

1062:實際圖像最佳形狀

1063:中間圖像(代表圖像A'為實際圖像最佳形狀之情形)

1073:中間圖像(代表圖像A為實際圖像最佳形狀之情形，代表圖像A'為目標形狀之情形)

1100:形狀推定模型

1100A:裝置條件

1100B:推定形狀

1100B1:實際圖像(探索形狀時)

1100B2:彩色圖之構造圖像(探索形狀時)

1100B3:線圖之構造圖像(探索形狀時)

1100B4:尺寸資料(探索形狀時)

1101:複合資料庫

1110:學習模型

1110A:最佳裝置條件

1110B:目標形狀

1200A1:構造圖像

1200B1:產生圖像

1200C1:參照圖像

1210A1:構造圖像

1210B1:產生圖像

1210C1:參照圖像

2000:圖像產生裝置

2040:圖像產生部

A～G:特徵點

L1～L5:尺寸

S100～S122:步驟

S200～S210:步驟

S300～S314:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種圖像產生系統，其係藉由構造圖像之圖像處理，而產生使上述構造圖像類似於實際圖像之圖像者，且包含：

1個以上之記憶裝置；及

1個以上之處理器，其根據儲存於上述1個以上之記憶裝置之程式進行動作；且

上述1個以上之處理器係

取得第1構造圖像、與不同於上述第1構造圖像之第2構造圖像，

製作顯示上述第1構造圖像與上述第2構造圖像之間之中間構造之複數個中間構造圖像，且

藉由上述複數個中間構造圖像各者之圖像處理，而產生使上述複數個中間構造圖像各者類似於實際圖像之圖像。

【請求項2】

如請求項1之圖像產生系統，其中

上述1個以上之處理器基於參照圖像，產生使上述複數個中間構造圖像各者類似於實際圖像之圖像。

【請求項3】

如請求項1或2之圖像產生系統，其中

上述第1構造圖像及上述第2構造圖像中之一者係對應於目標形狀之構造圖像。

【請求項4】

如請求項1或2之圖像產生系統，其中

上述第1構造圖像及上述第2構造圖像中之一者係對應於取得完畢實際圖像內最接近目標形狀之形狀之構造圖像。

【請求項5】

如請求項1或2之圖像產生系統，其中

上述第1構造圖像係對應於取得完畢實際圖像內最接近目標形狀之形狀之構造圖像，且

上述第2構造圖像係對應於目標形狀之構造圖像。

【請求項6】

如請求項1或2之圖像產生系統，其中

上述1個以上之處理器藉由根據指定之對應關係使構造圖像自上述第1構造圖像向上述第2構造圖像變化，而產生上述複數個中間構造圖像。

【請求項7】

如請求項1或2之圖像產生系統，其中

上述1個以上之處理器係

構築包含上述複數個中間構造圖像、與使上述複數個中間構造圖像各者類似於實際圖像之圖像之資料庫，

使用上述資料庫，構築自輸入之實際圖像輸出構造圖像之構造取得模型，且

使用上述構造取得模型，自新的實際圖像產生新的構造圖像。

【請求項8】

如請求項7之圖像產生系統，其中

上述1個以上之處理器使用擷取特定之特徵尺寸之尺寸擷取模型，計測上述新的構造圖像之上述特徵尺寸。

【請求項9】

如請求項8之圖像產生系統，其中

上述1個以上之處理器係

使用包含計測出之上述特徵尺寸、上述新的構造圖像、上述新的實際圖像、及處理取得上述新的實際圖像之試料之裝置條件之資料庫，構築輸出與輸入之裝置條件對應之構造圖像之學習模型，且

使用上述學習模型，推定實現目標形狀之裝置條件。

【請求項10】

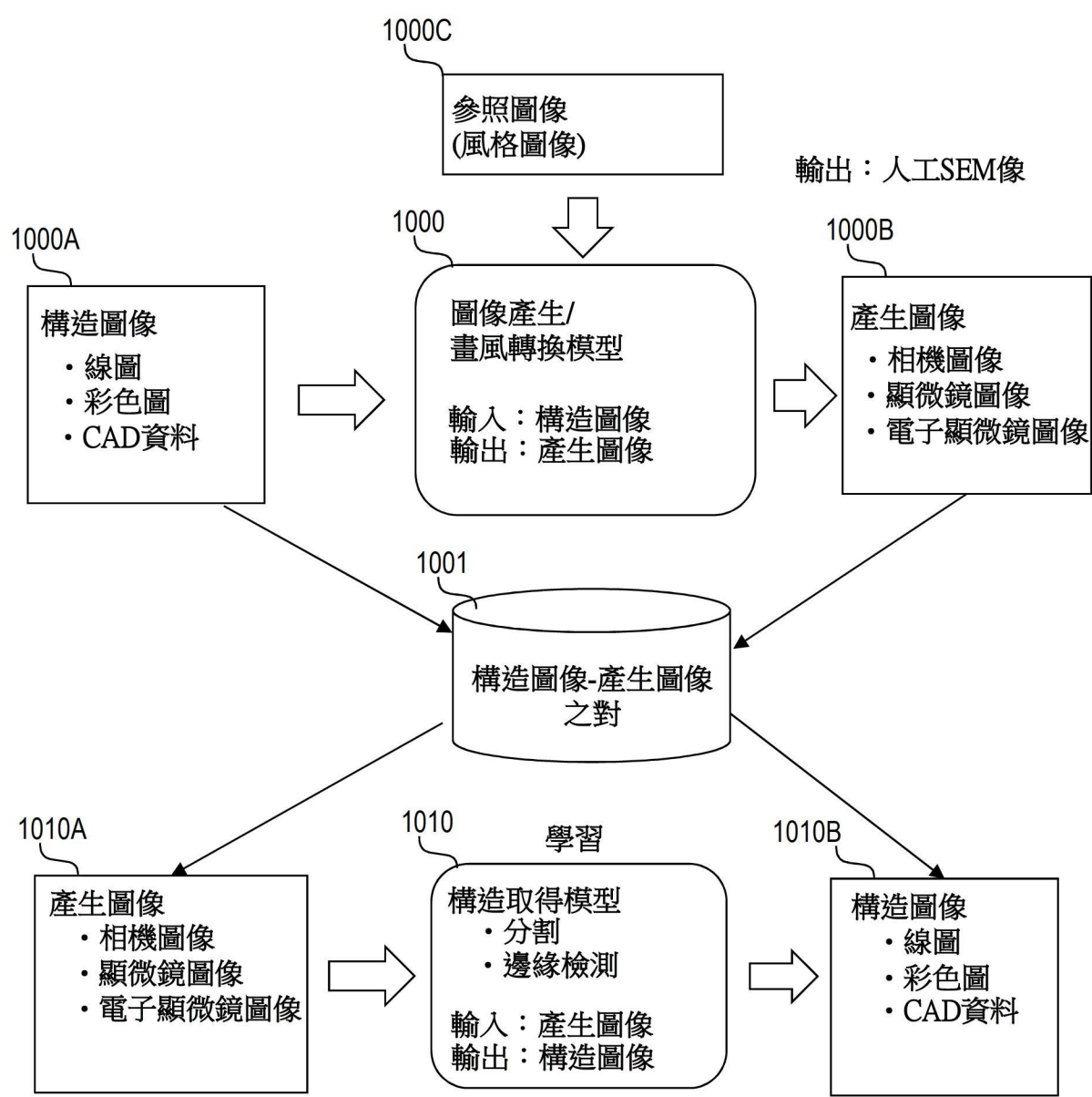
一種圖像產生方法，其係使系統藉由構造圖像之圖像處理而產生使上述構造圖像類似於實際圖像之圖像之方法，且

系統取得第1構造圖像、與不同於上述第1構造圖像之第2構造圖像，

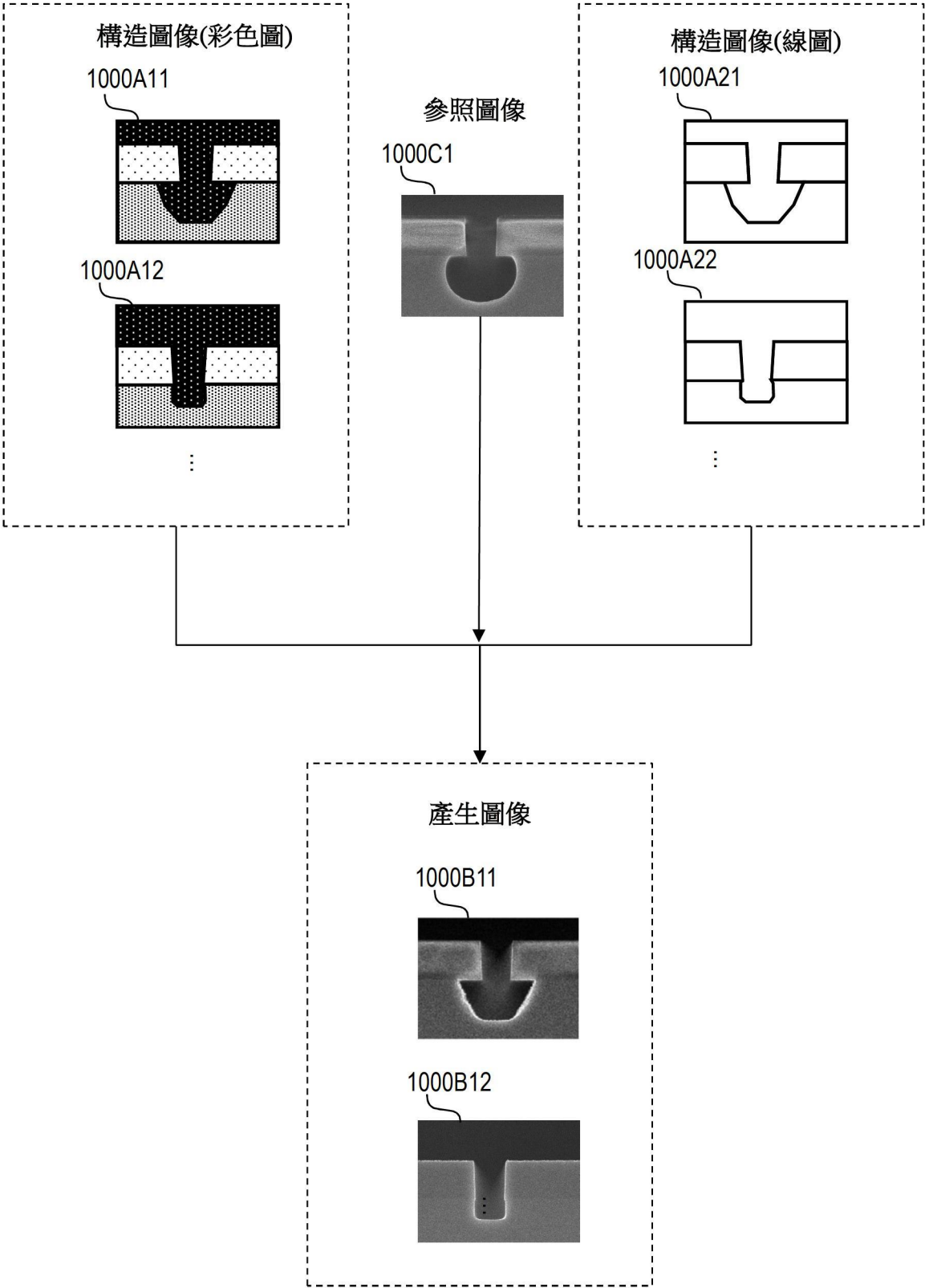
系統製作顯示上述第1構造圖像與上述第2構造圖像之間之中間構造之複數個中間構造圖像，

系統藉由上述複數個中間構造圖像各者之圖像處理，而產生使上述複數個中間構造圖像各者類似於實際圖像之圖像2。

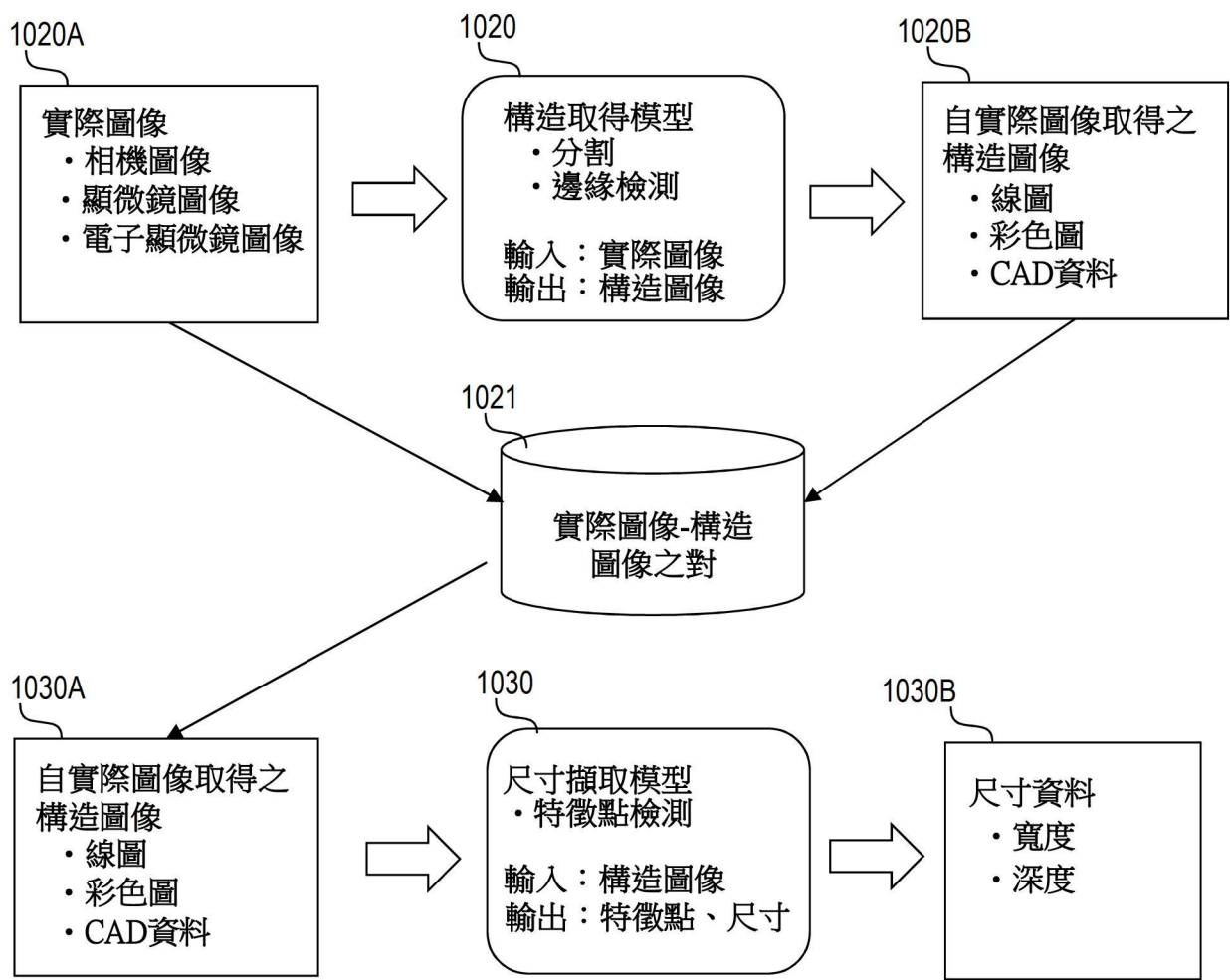
【發明圖式】



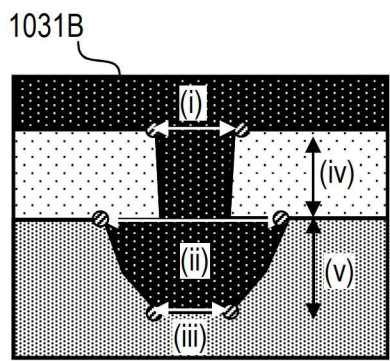
【圖1】



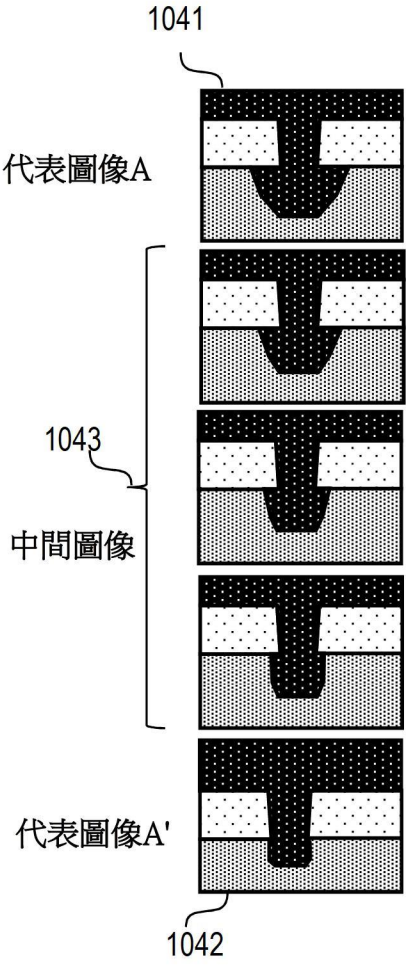
【圖2】



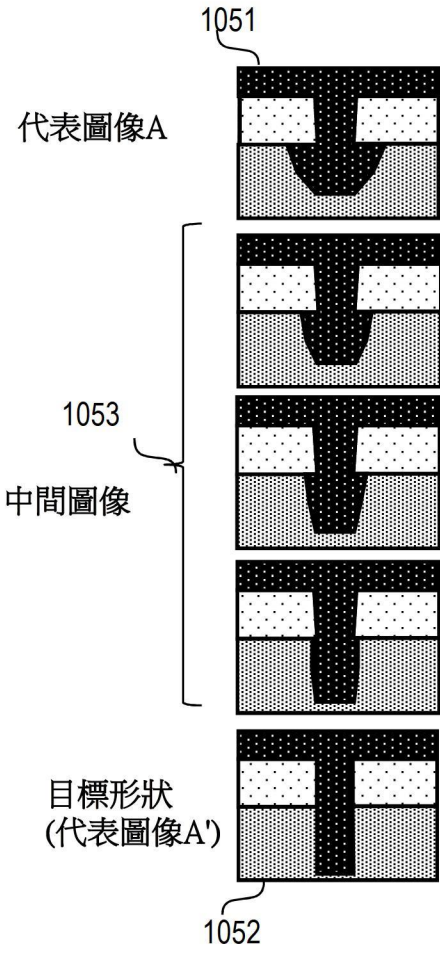
【圖3A】



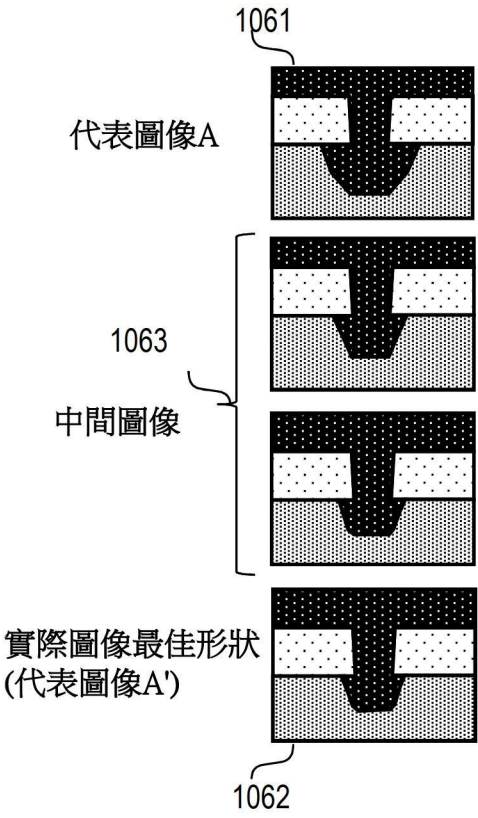
【圖3B】



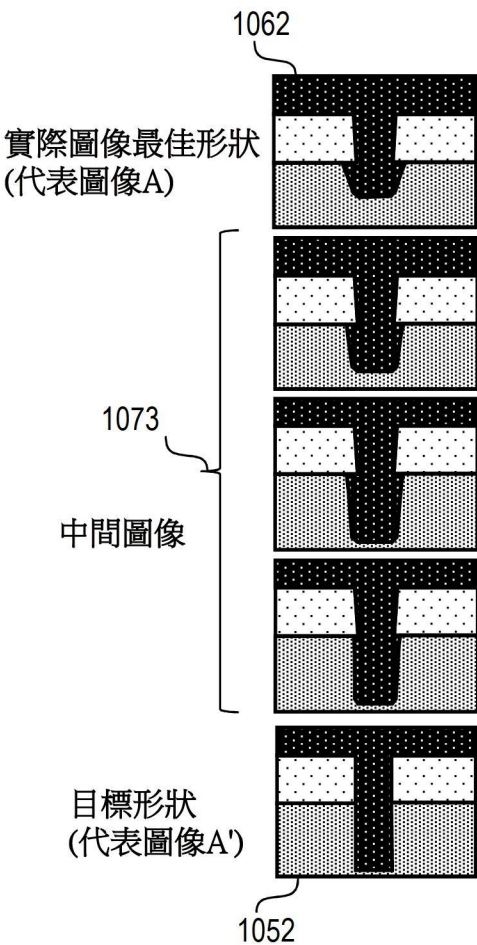
【圖4】



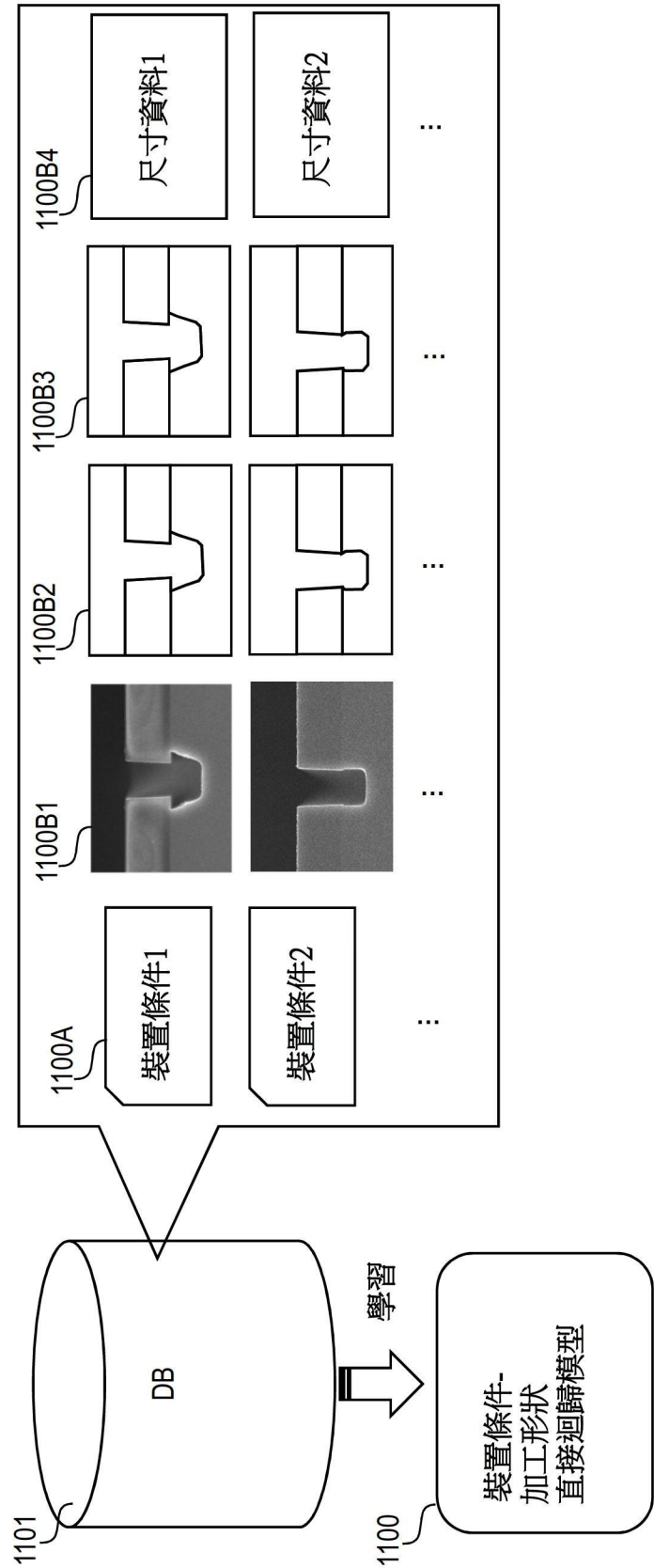
【圖5】



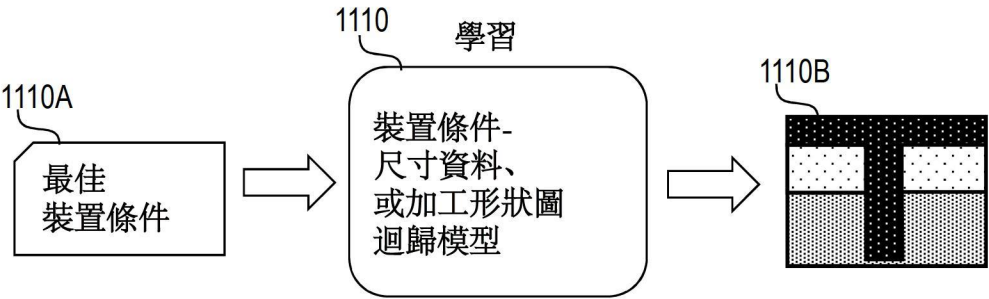
【圖6】



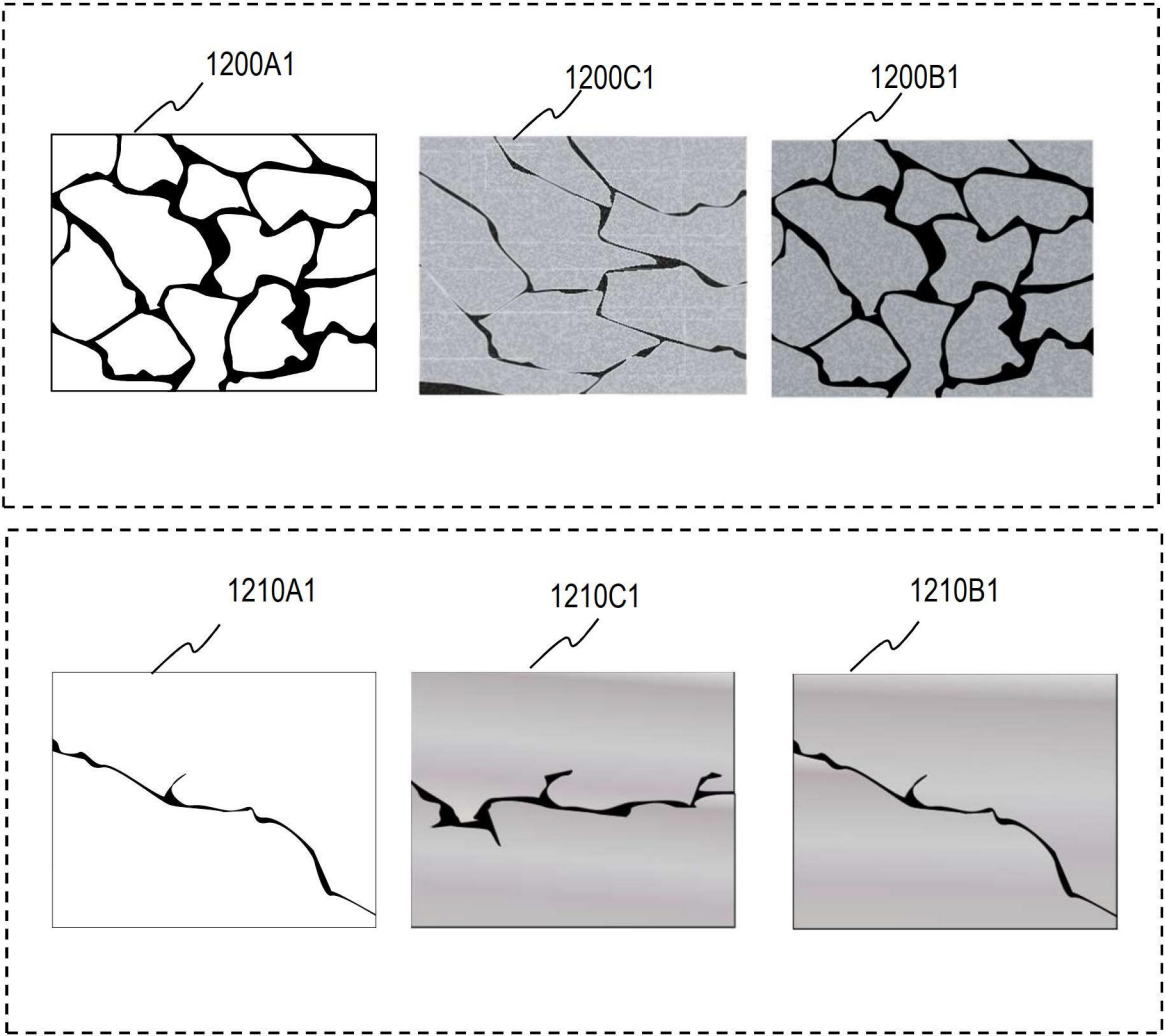
【圖7】



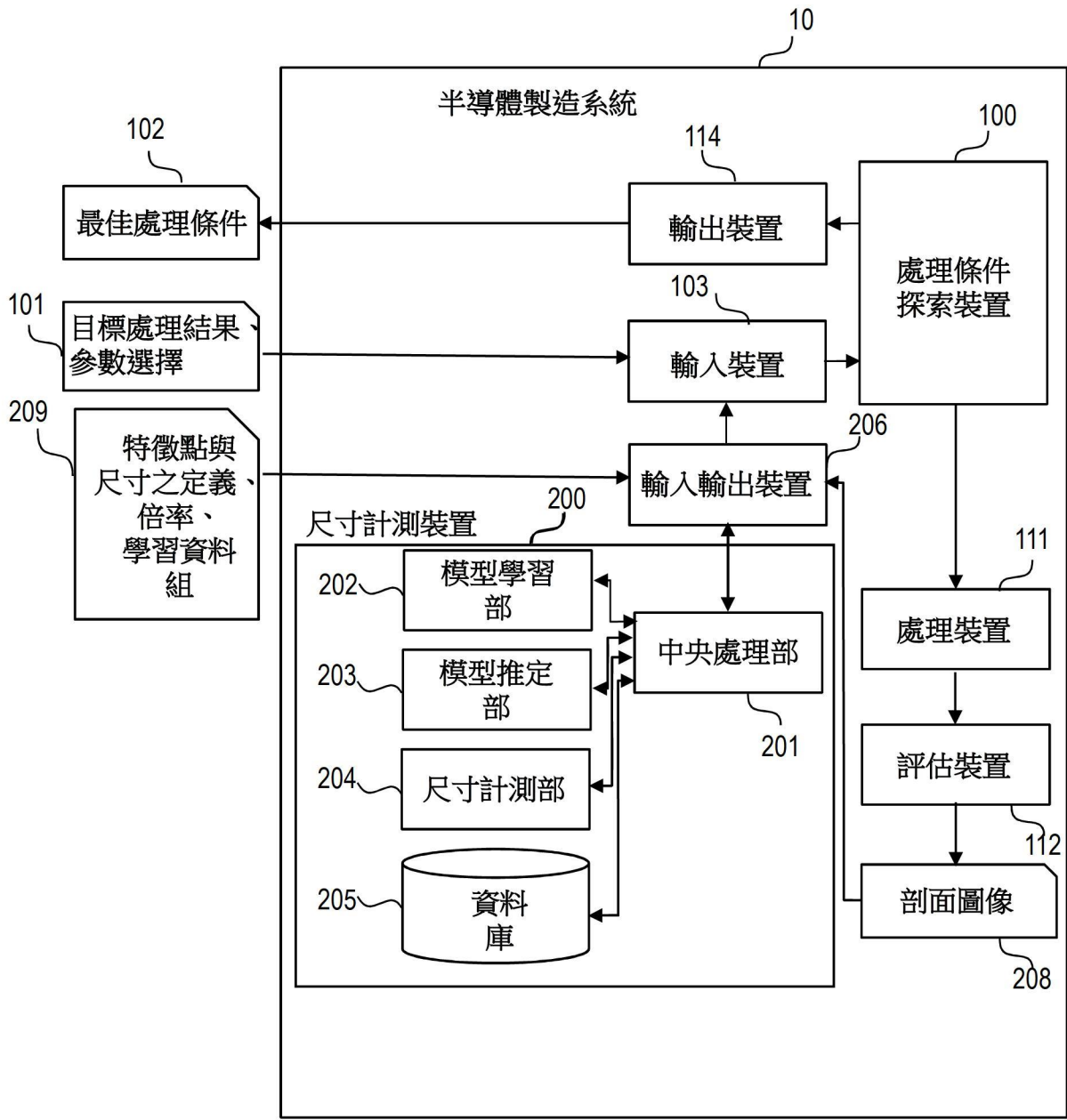
【圖8A】



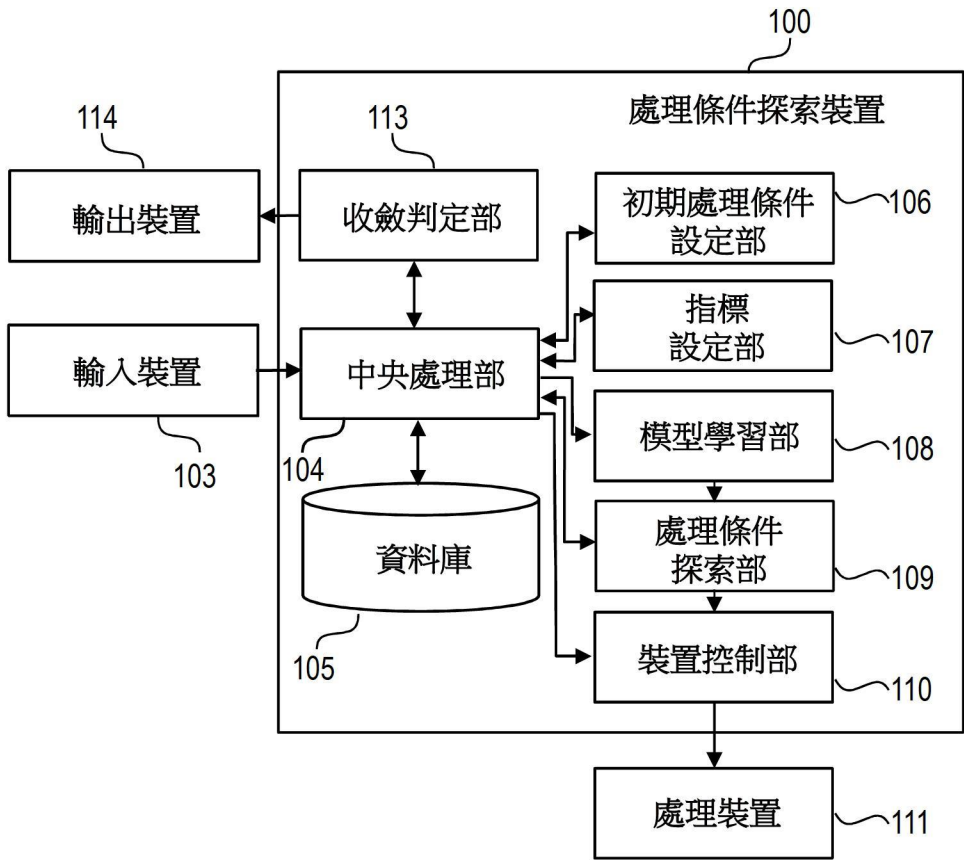
【圖8B】



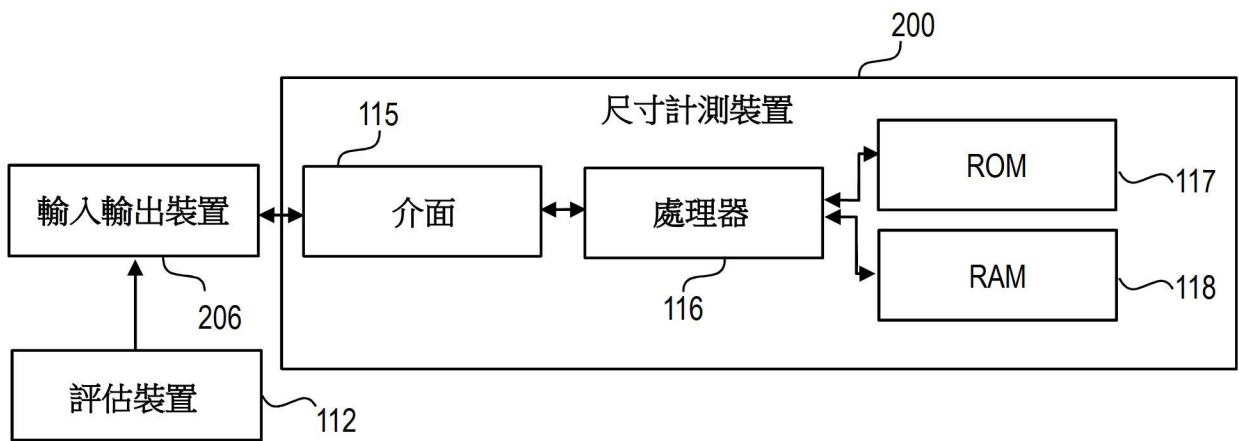
【圖9】



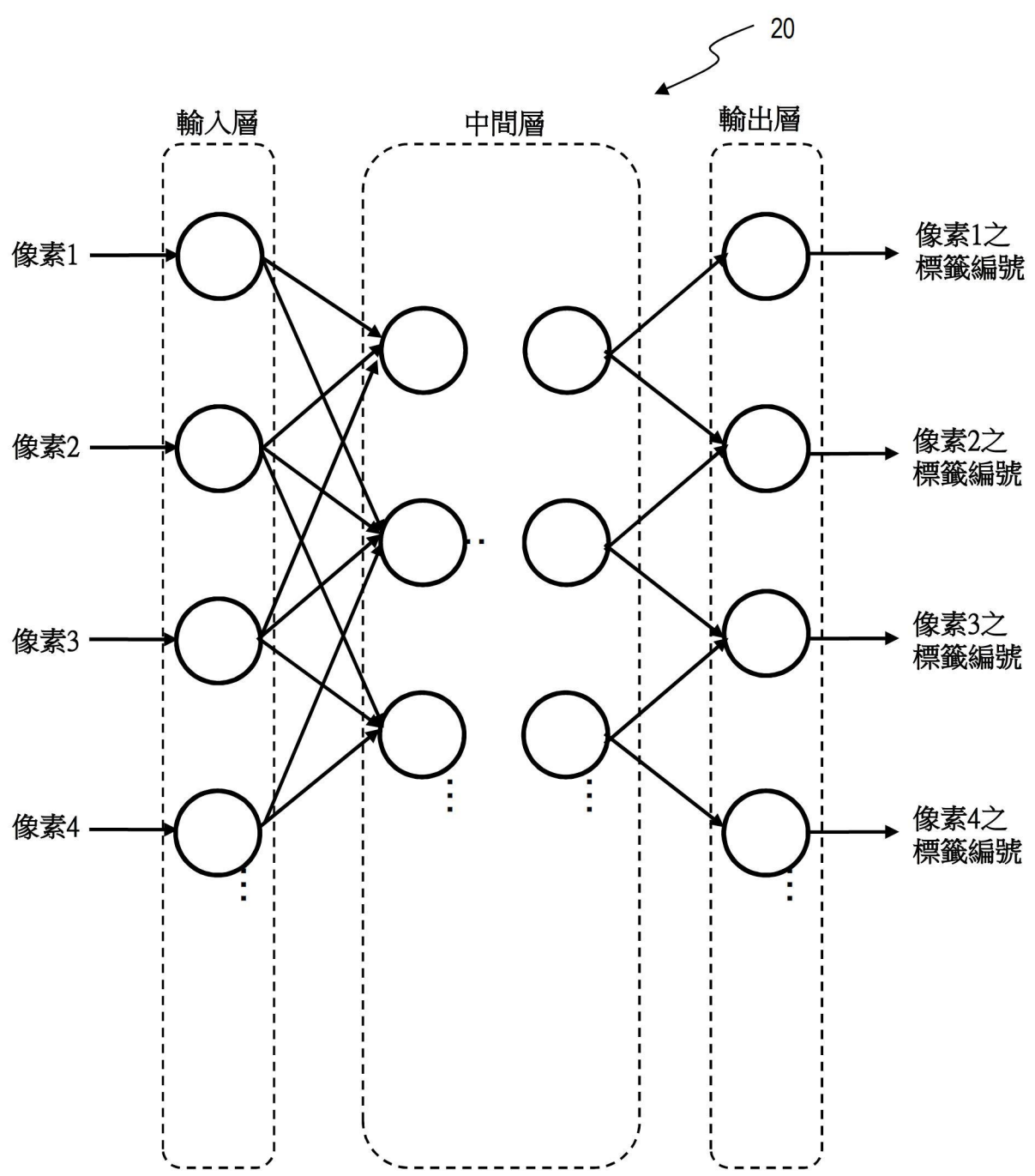
【圖10】



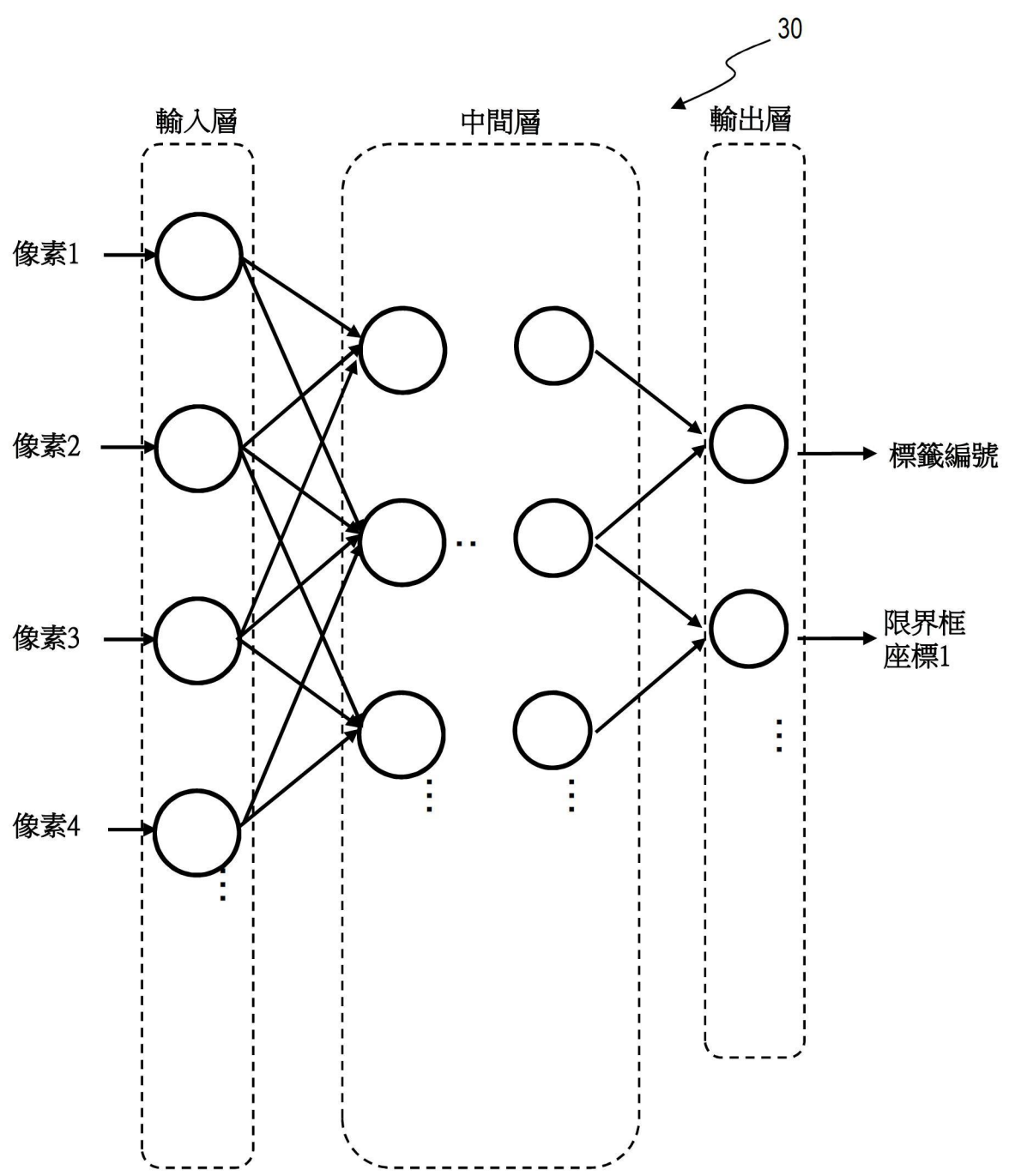
【圖11】



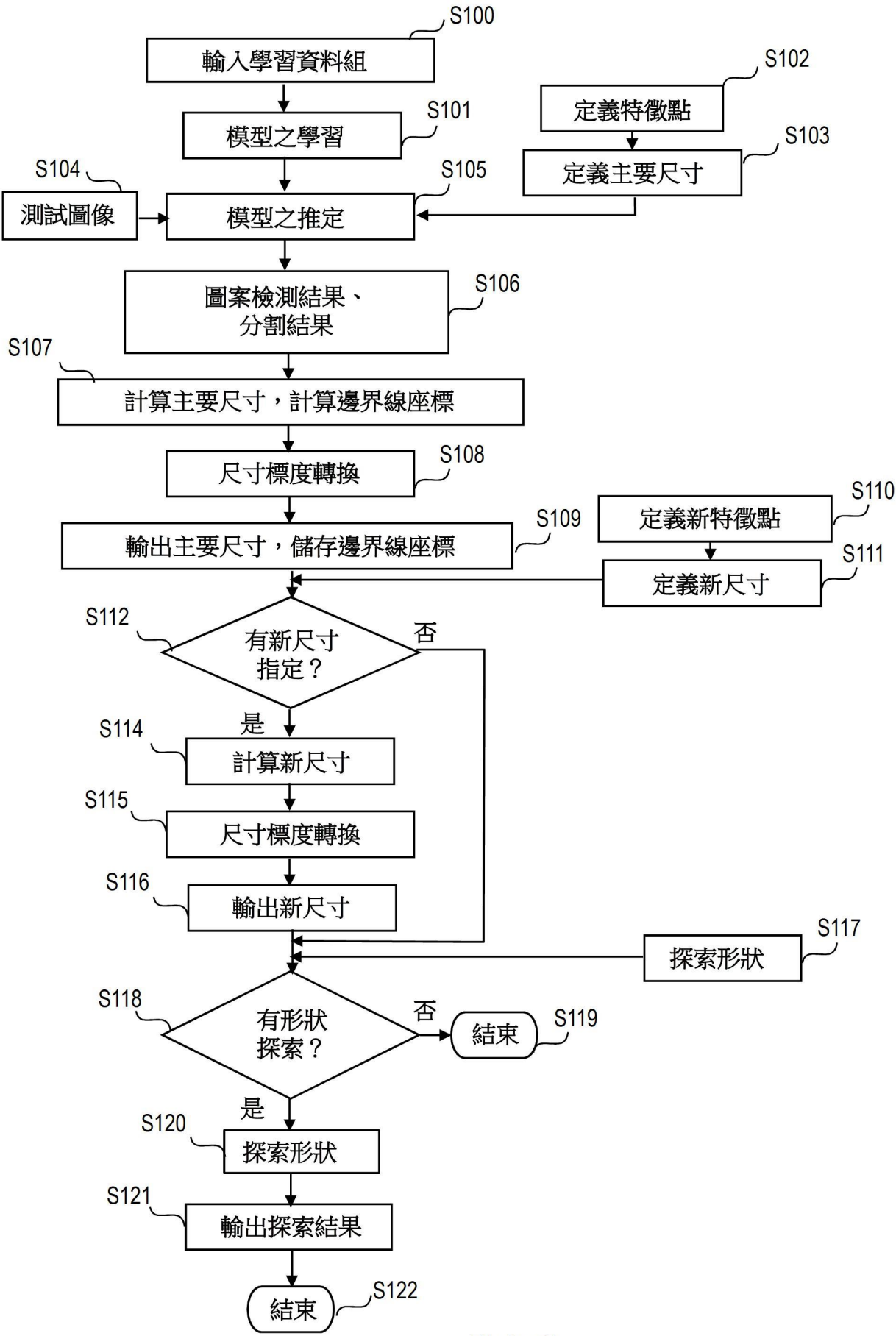
【圖12】



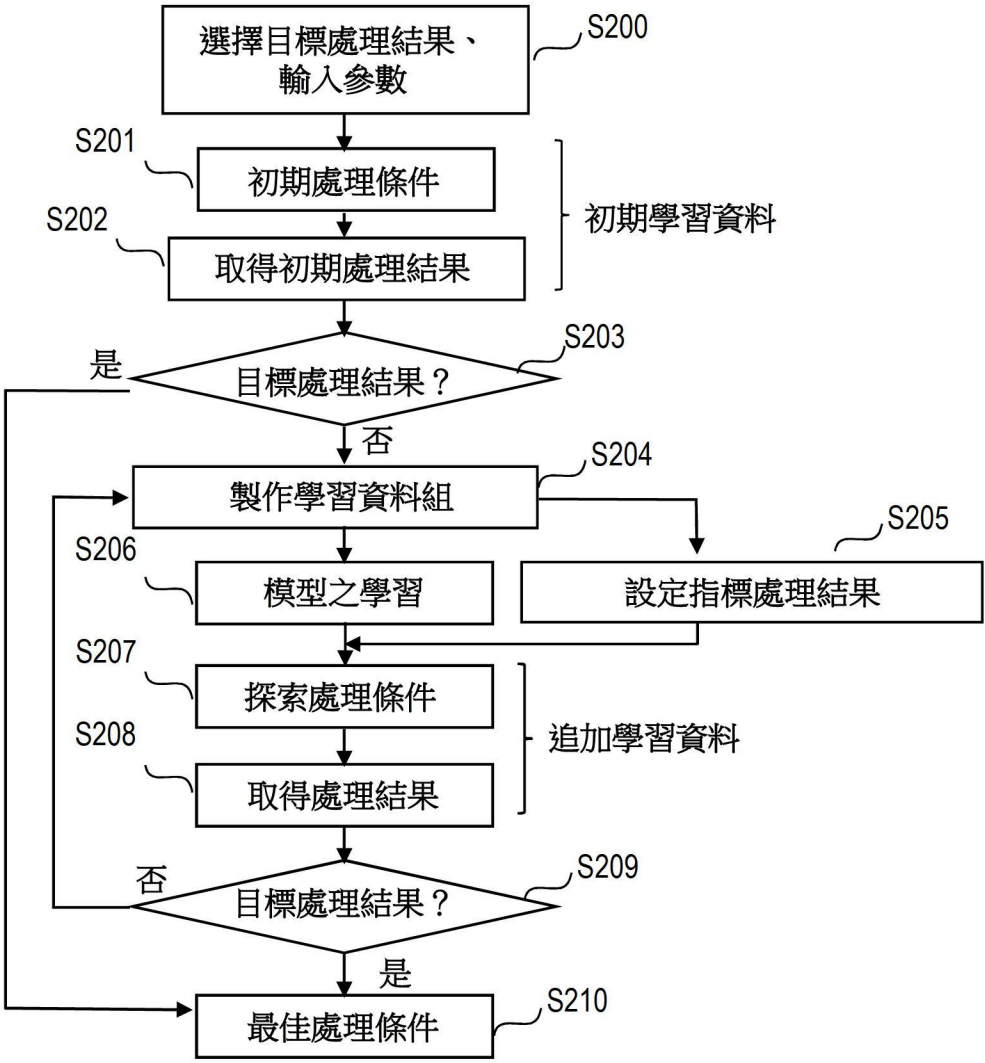
【圖13】



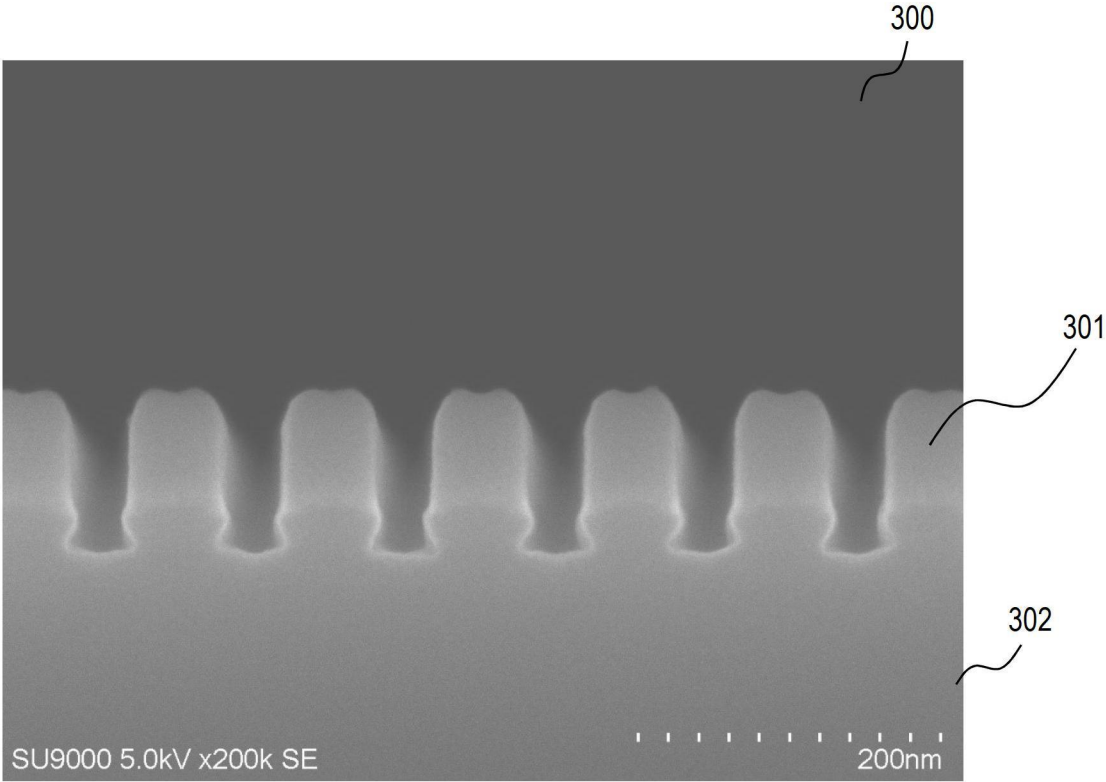
【圖14】



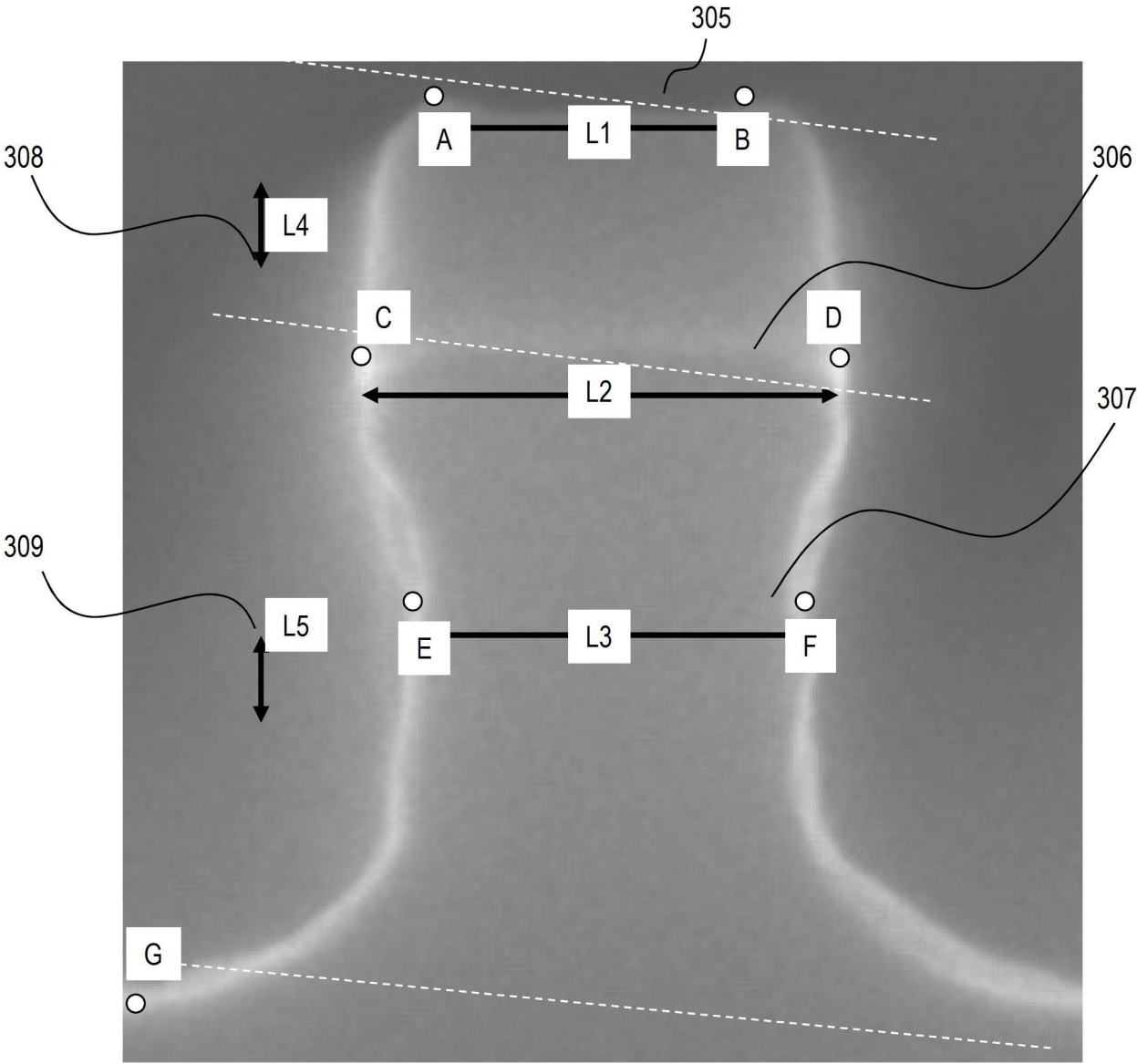
【圖15】



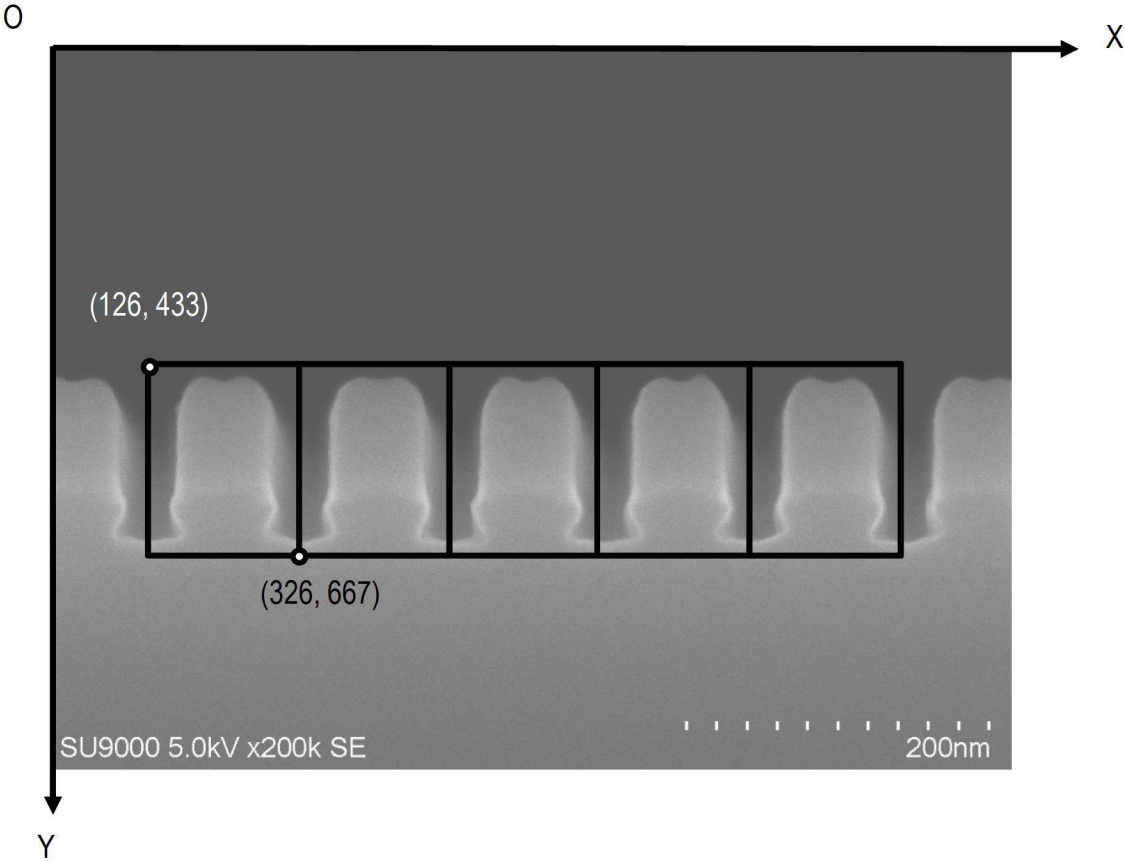
【圖16】



【圖17】



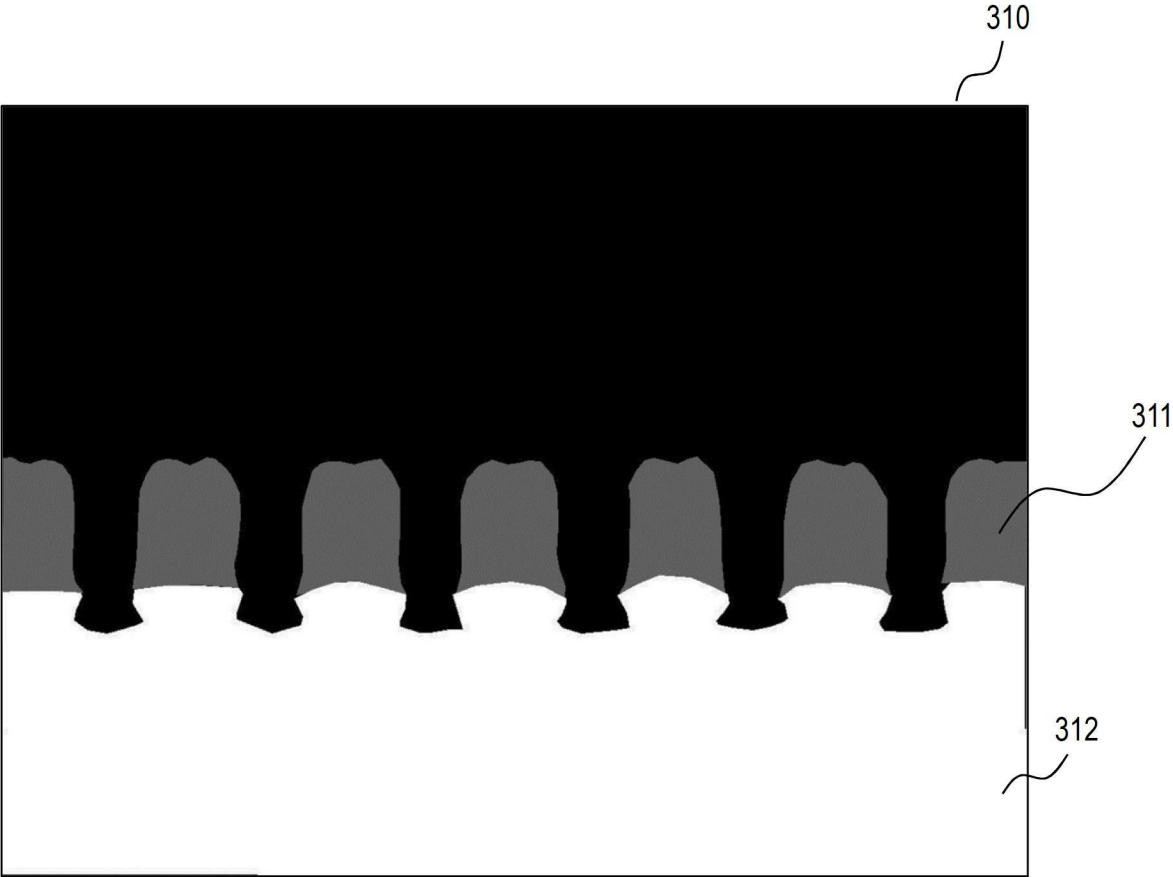
【圖18】



【圖19】

```
<annotation>
  <folder>training</folder>
  <filename>sample001.jpg</filename>
  <size>
    <width>1280</width>
    <height>960</height>
  </size>
  <object>
    <name>pattern</name>
    <bndbox>
      <xmin>126</xmin>
      <ymin>433</ymin>
      <xmax>326</xmax>
      <ymax>667</ymax>
    </bndbox>
  </object>
  ...
</annotation>
```

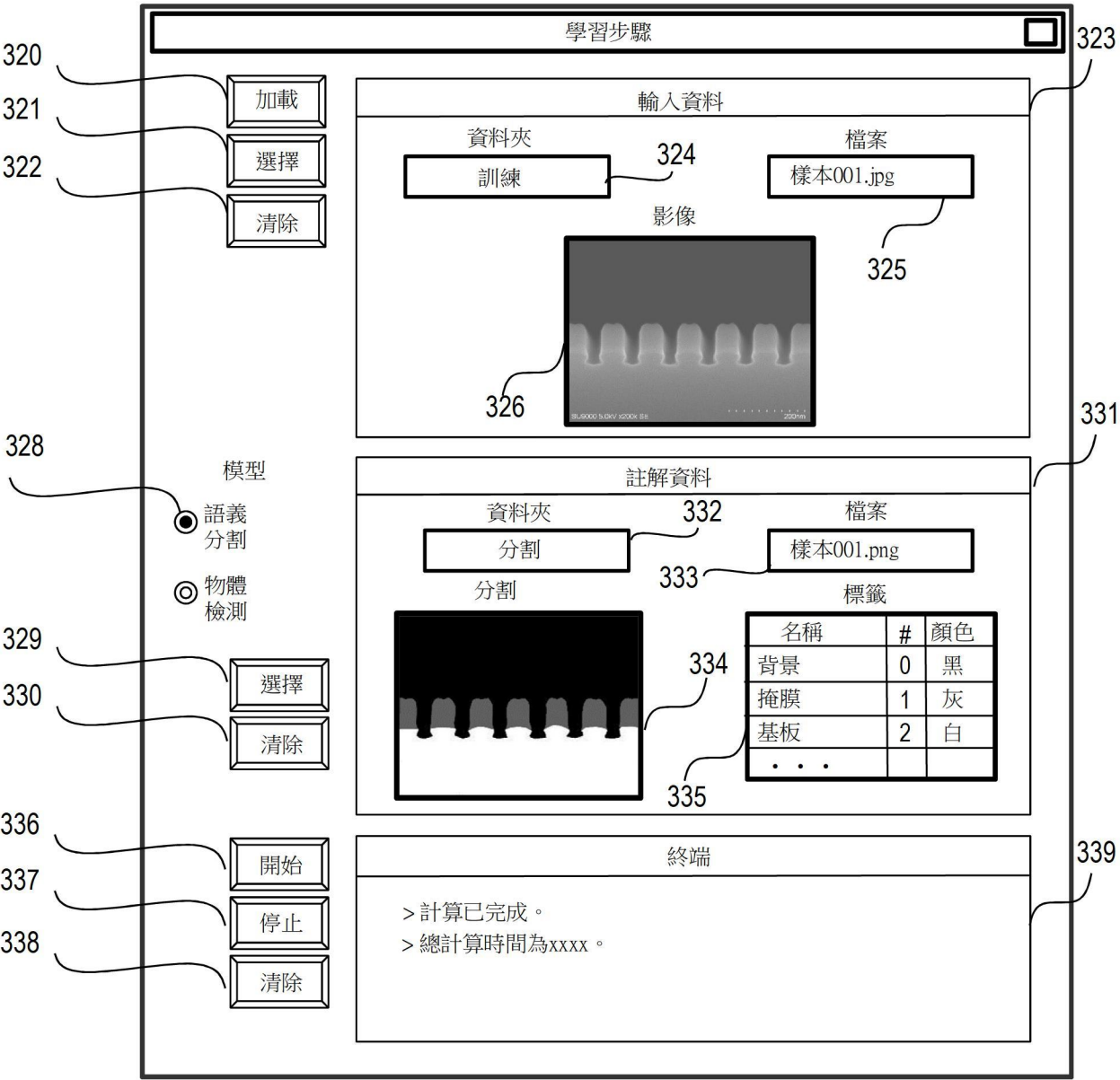
【圖20】



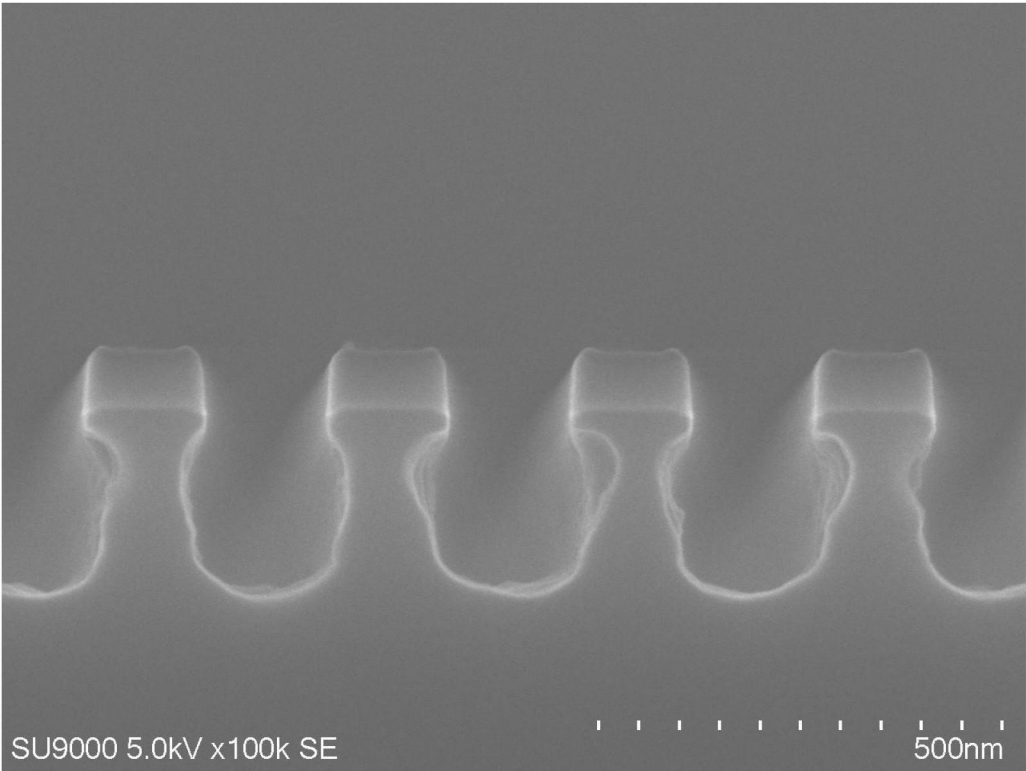
【圖21】

標籤名	標籤編號	顏色
背景	0	黑
掩膜	1	灰
基板	2	白

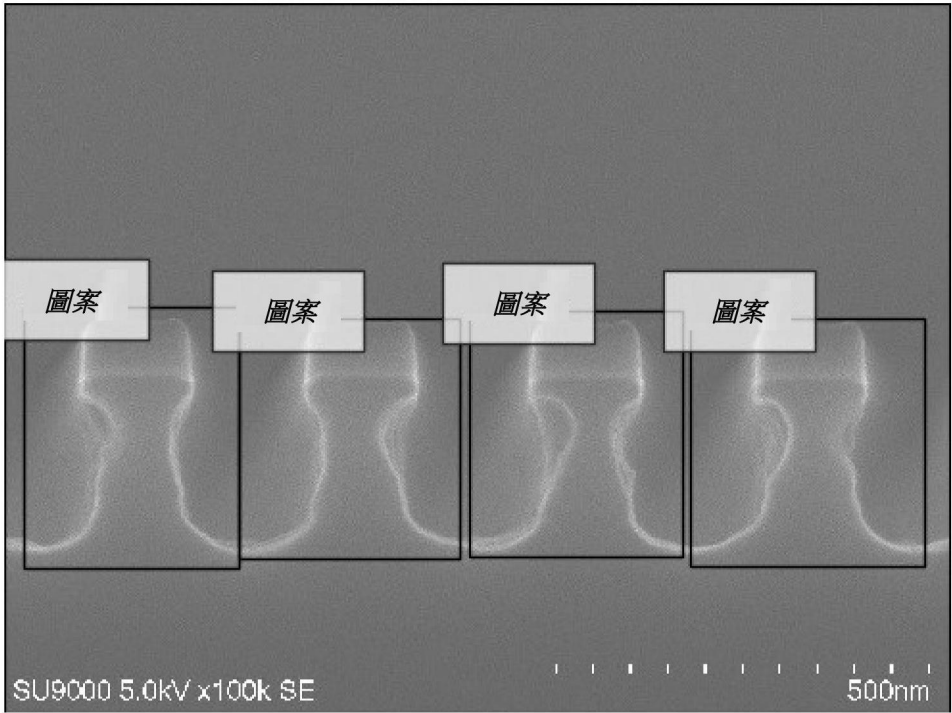
【圖22】



【圖23】



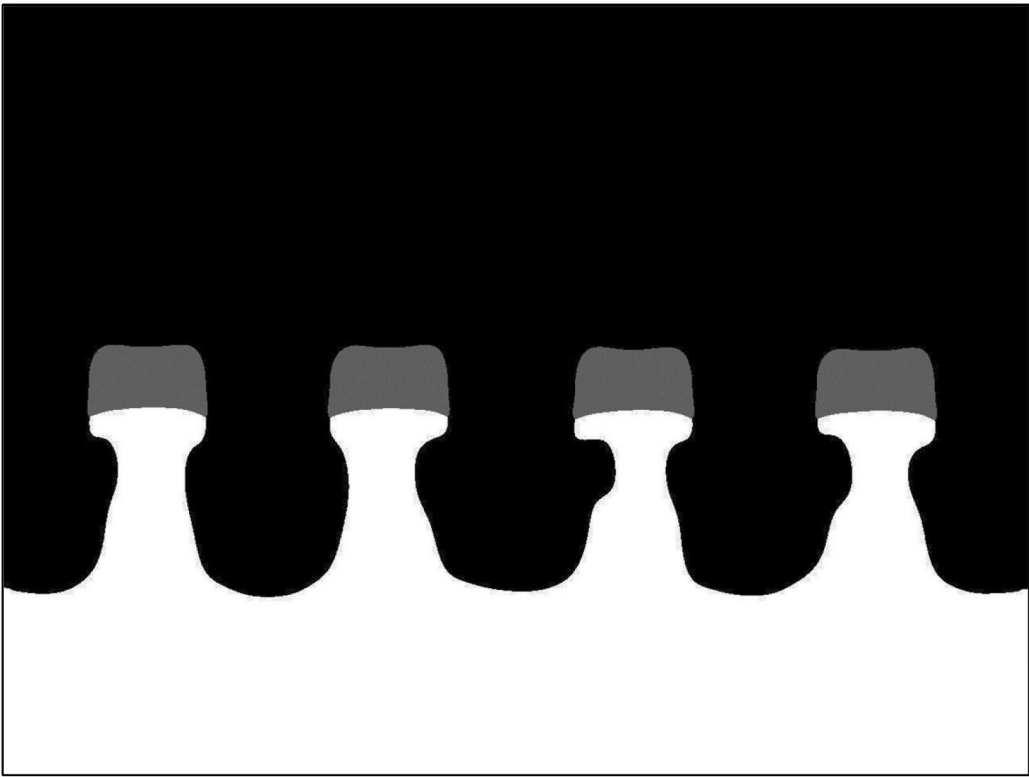
【圖24】



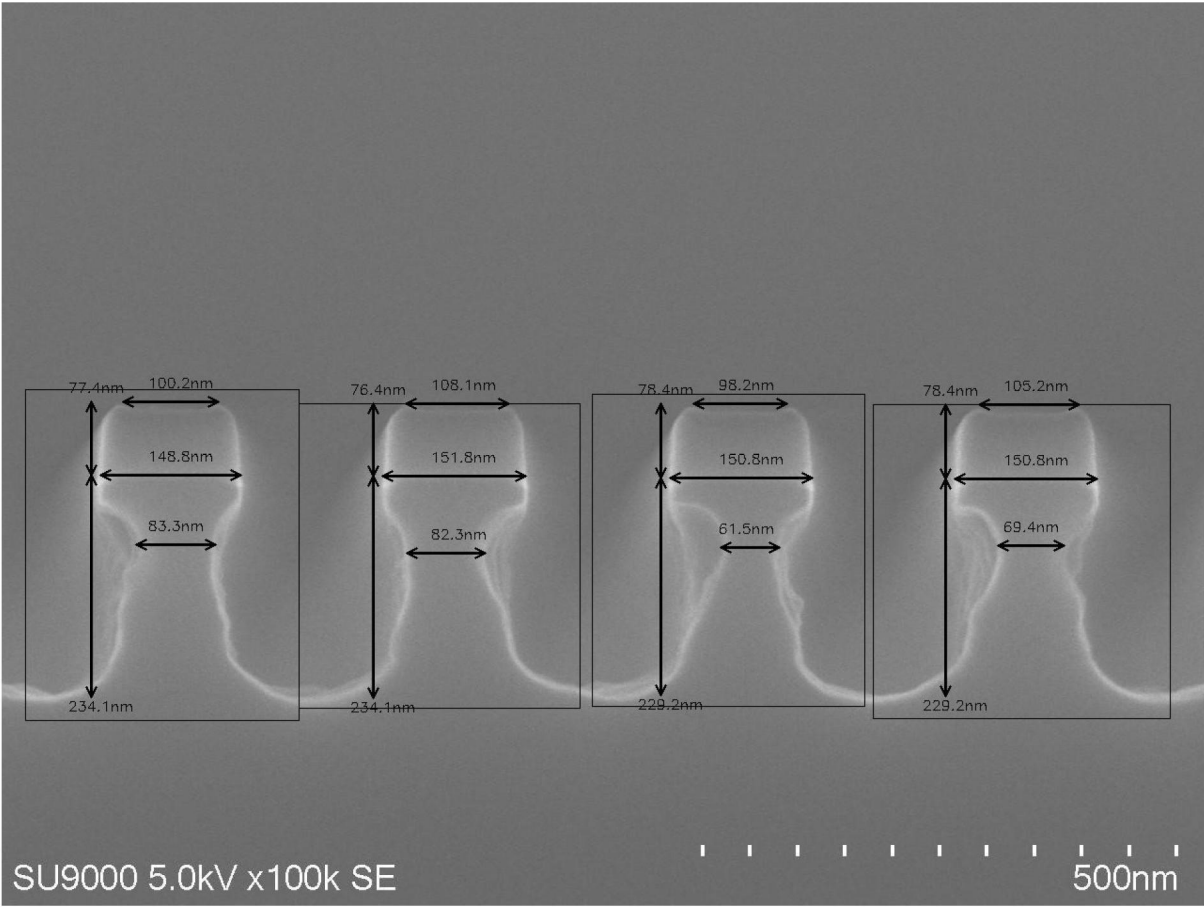
【圖25】

	xmin	ymin	xmax	ymax
限界框0	25.7	411.8	316.5	763.4
限界框1	316.6	426.6	615.8	750.3
限界框2	628.6	416.9	918.1	748.1
限界框3	927.7	427.4	1243.5	761.5

【圖26】



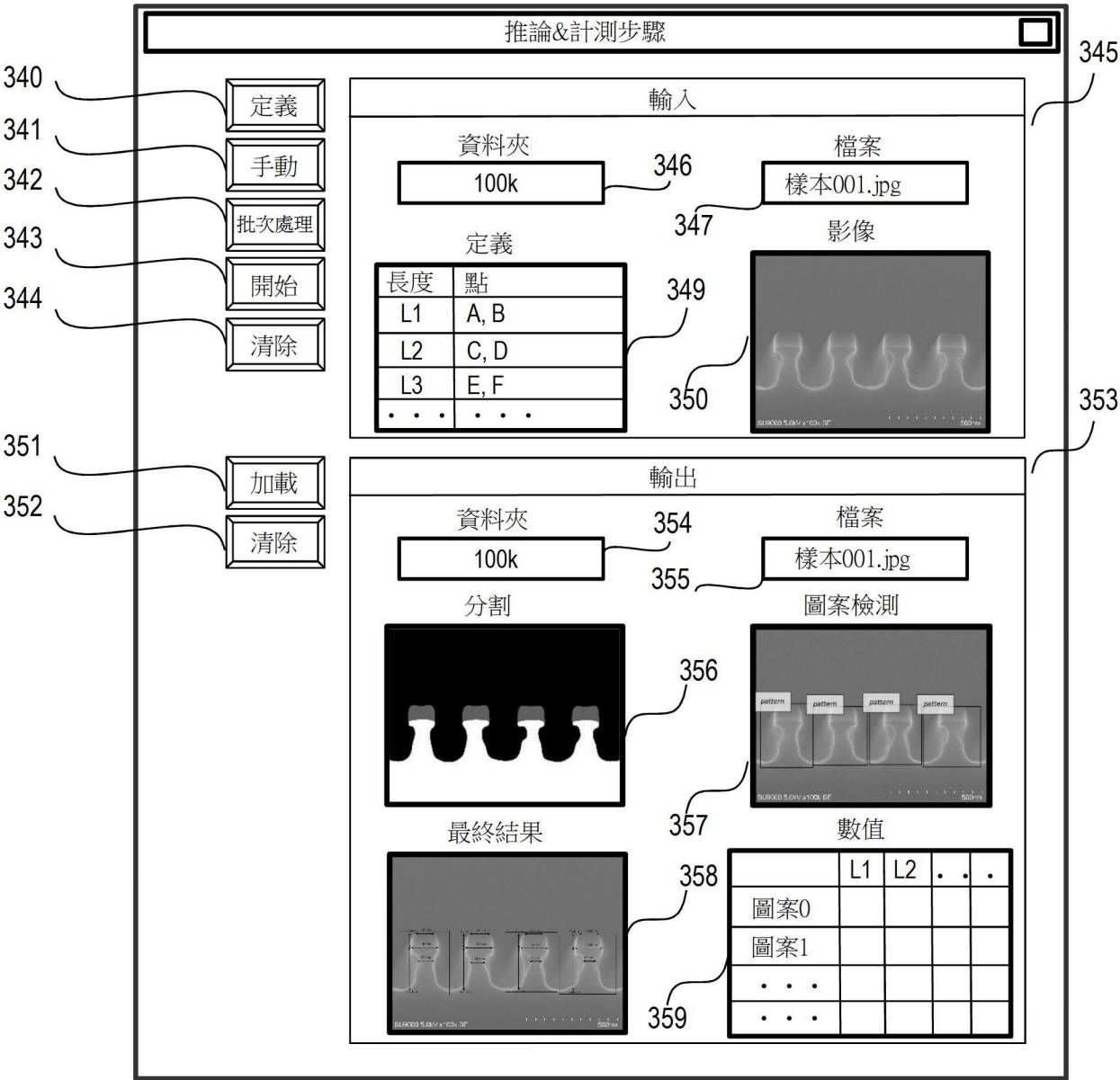
【圖27】



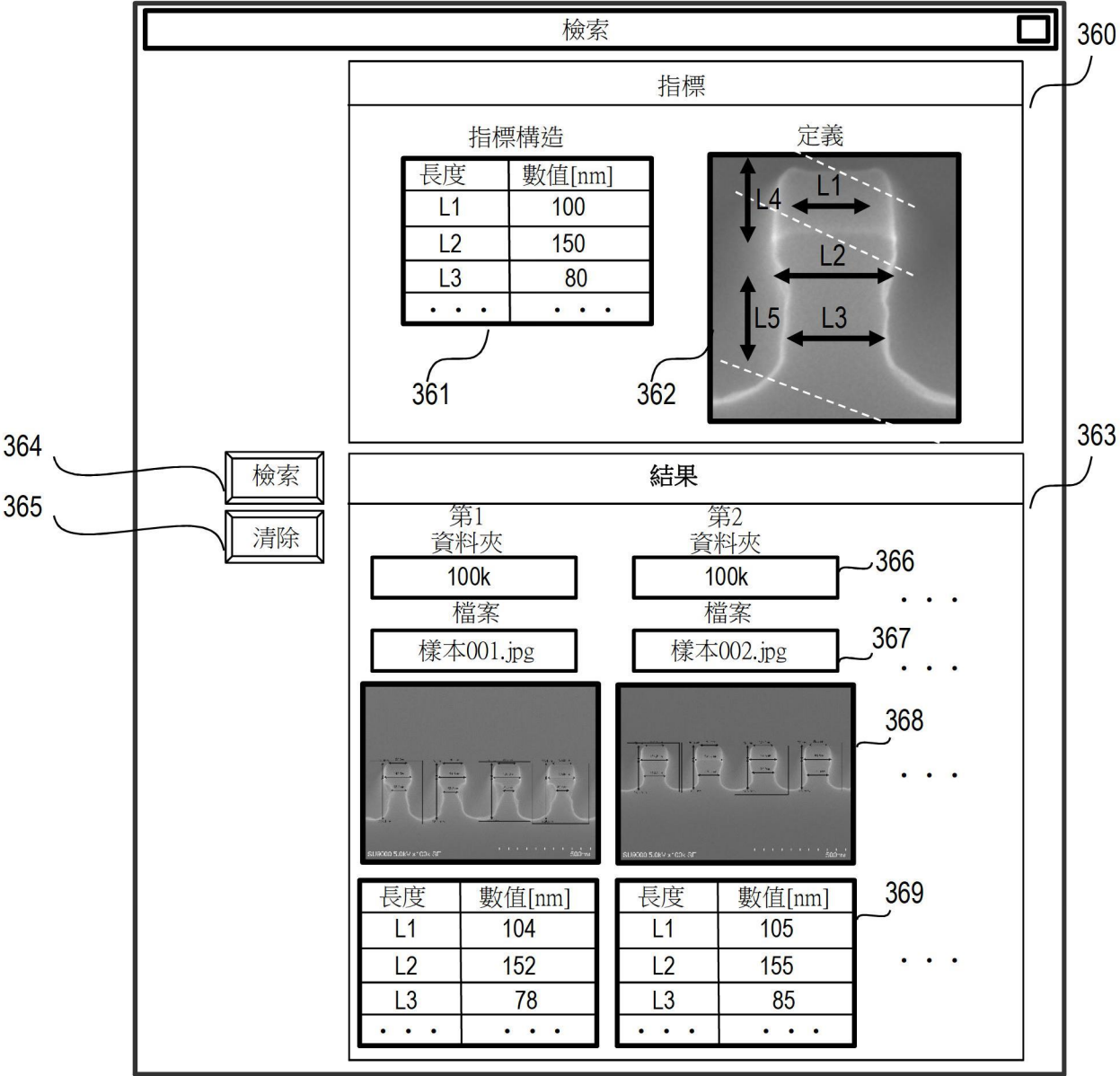
【圖28】

	L1 [nm]	L2 [nm]	L3 [nm]	L4 [nm]	L5 [nm]
圖案0	100.2	148.8	83.3	77.4	234.1
圖案1	108.1	151.8	82.3	76.4	234.1
圖案2	98.2	150.8	61.5	78.4	229.2
圖案3	105.2	150.8	69.4	78.4	229.2
平均	102.9	150.6	74.1	77.7	231.6
標準偏差	4.5	1.3	10.5	1.0	2.8

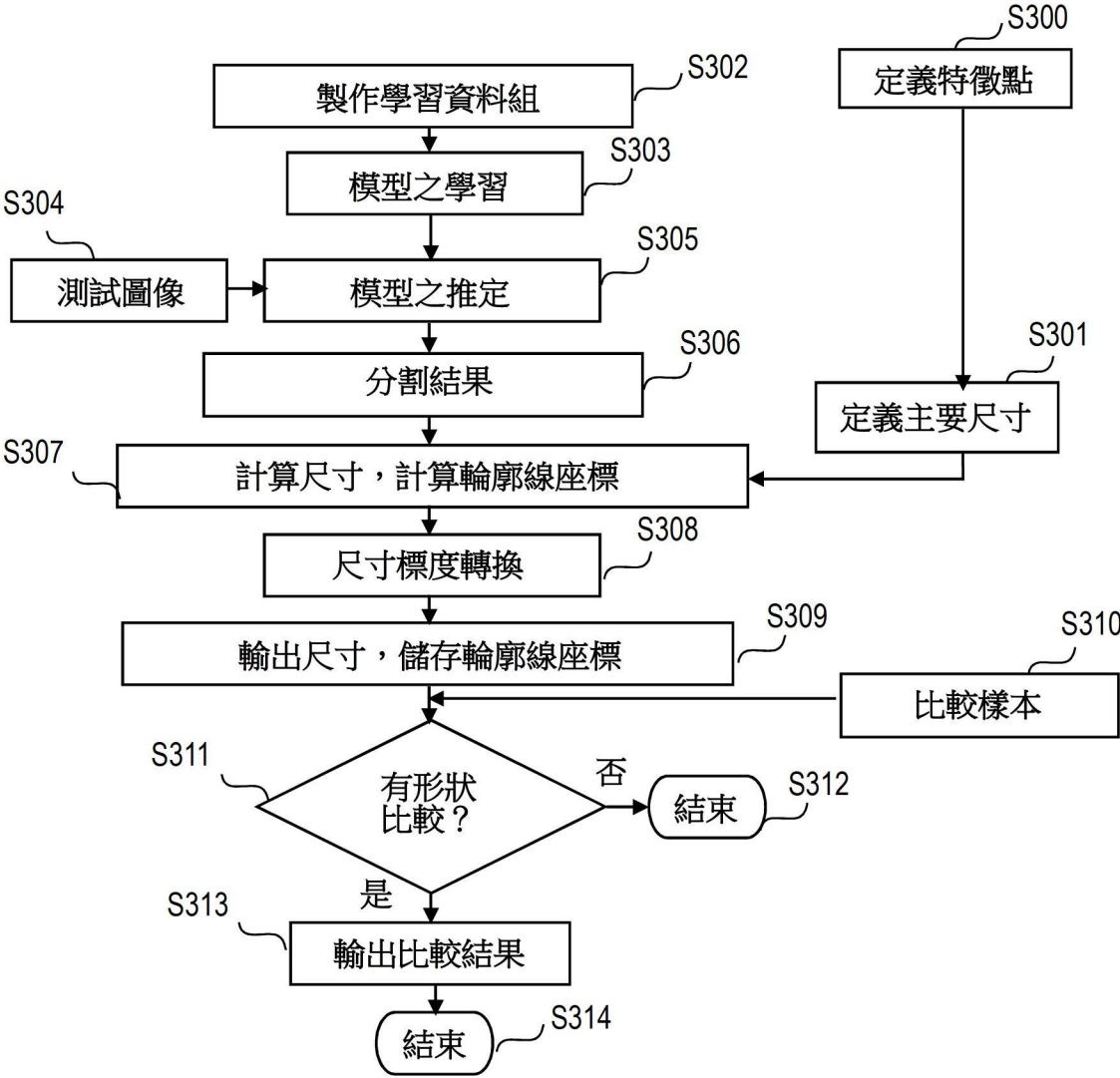
【圖29】



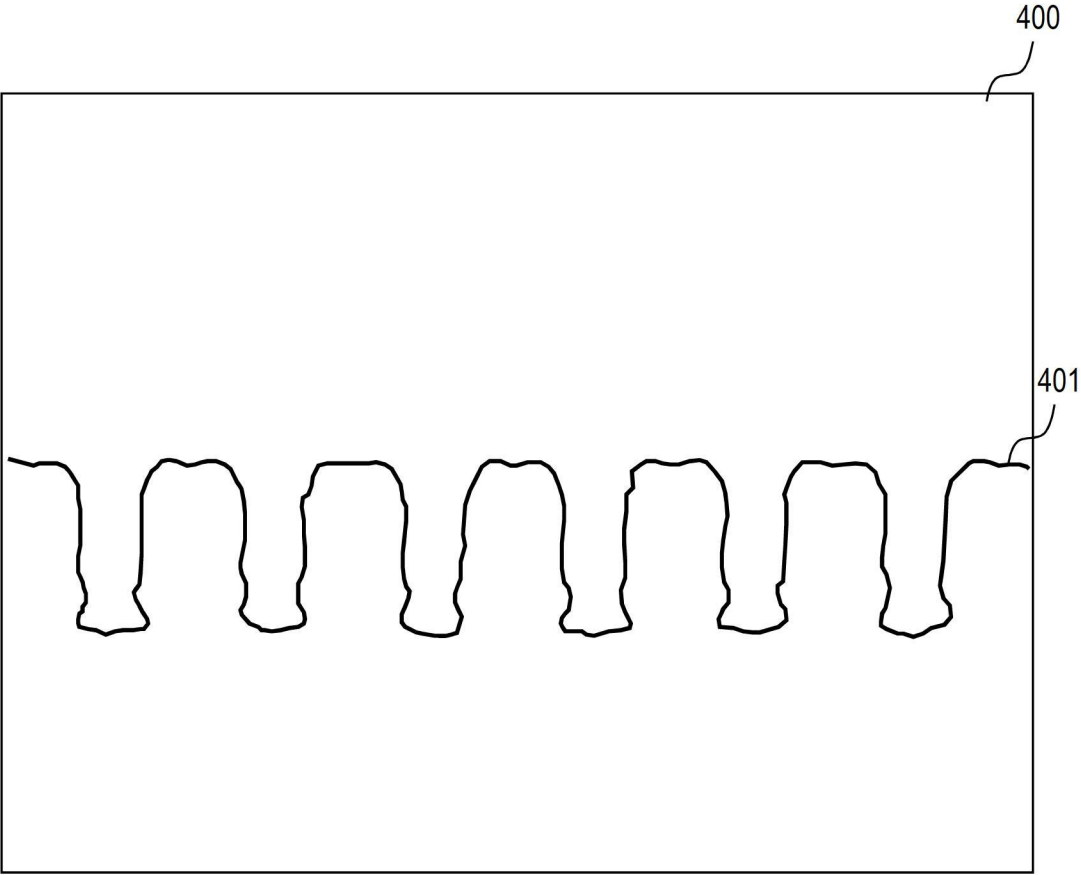
【圖30】



【圖31】



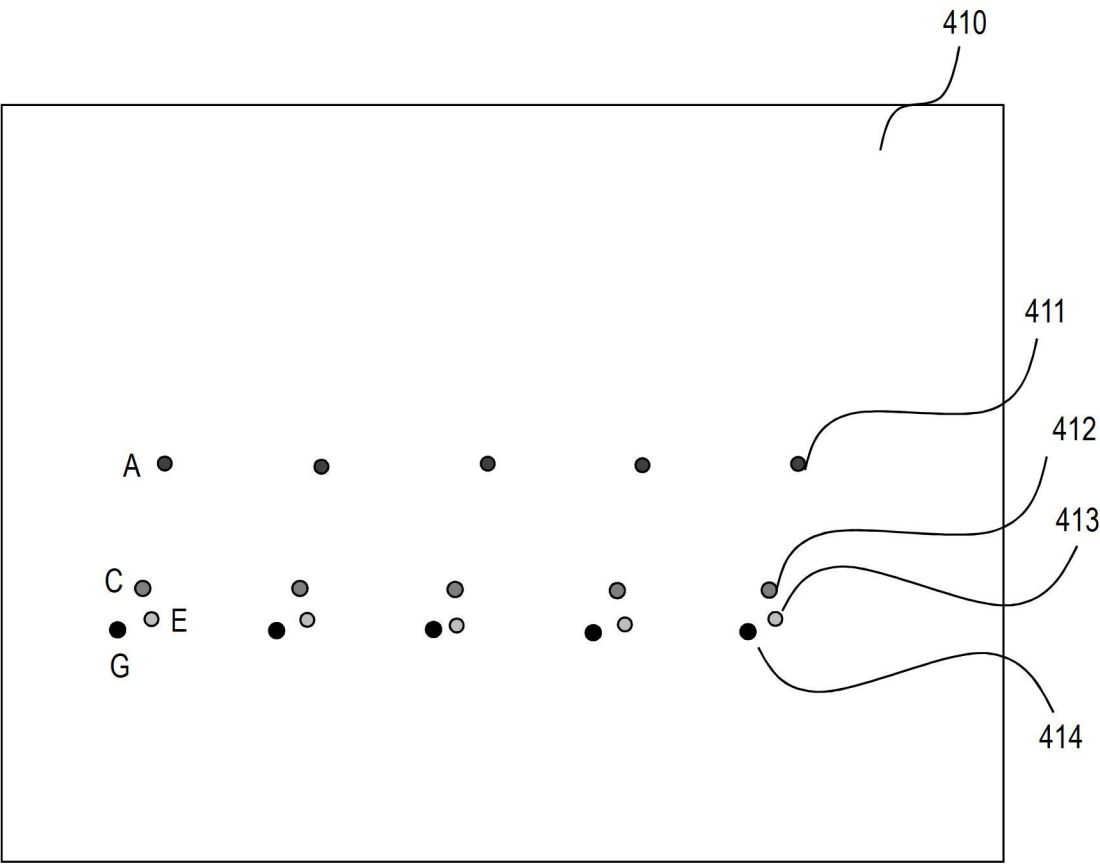
【圖32】



【圖33】

標籤名	標籤編號	顏色
背景	0	白
輪廓	1	黑

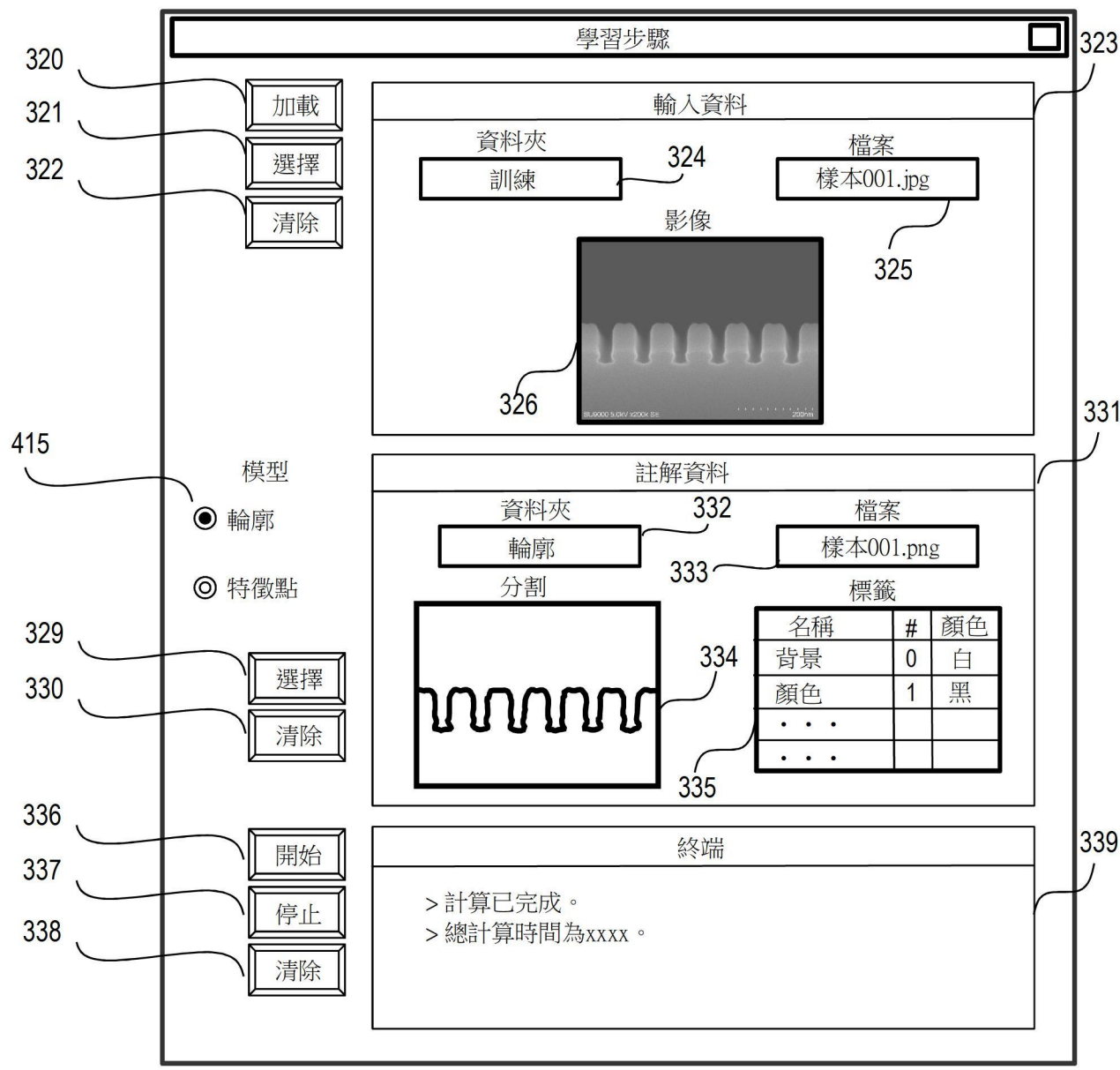
【圖34】



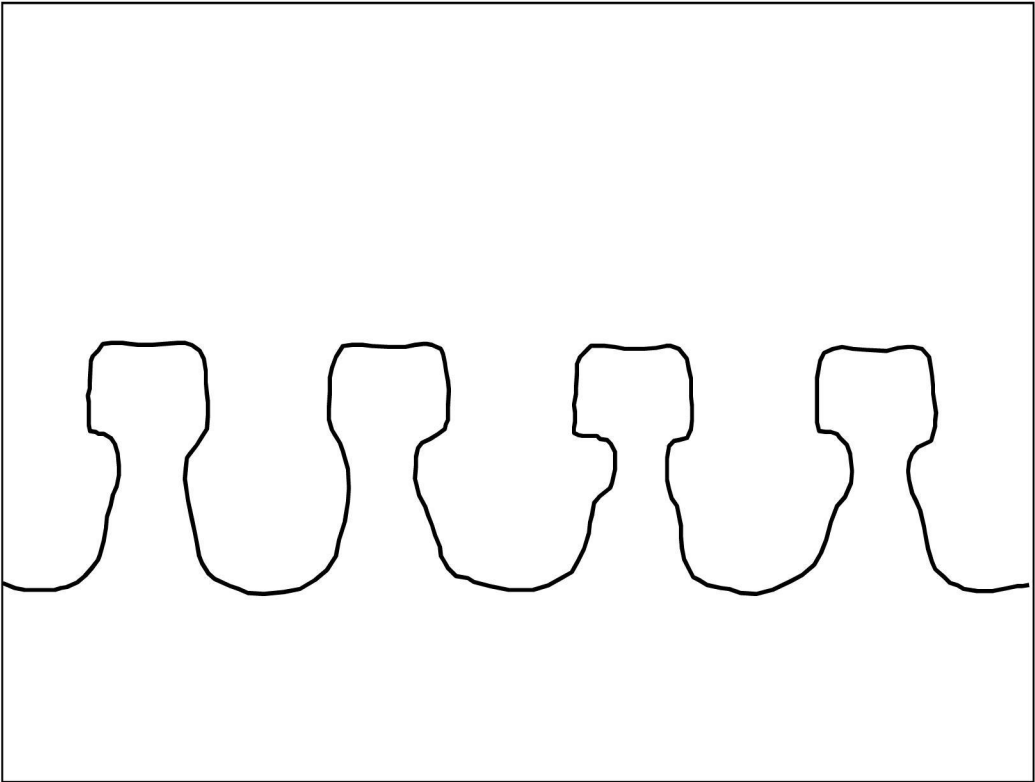
【圖35】

標籤名	標籤編號	顏色
背景	0	白
A	1	紅
C	2	綠
E	3	藍
G	4	黑

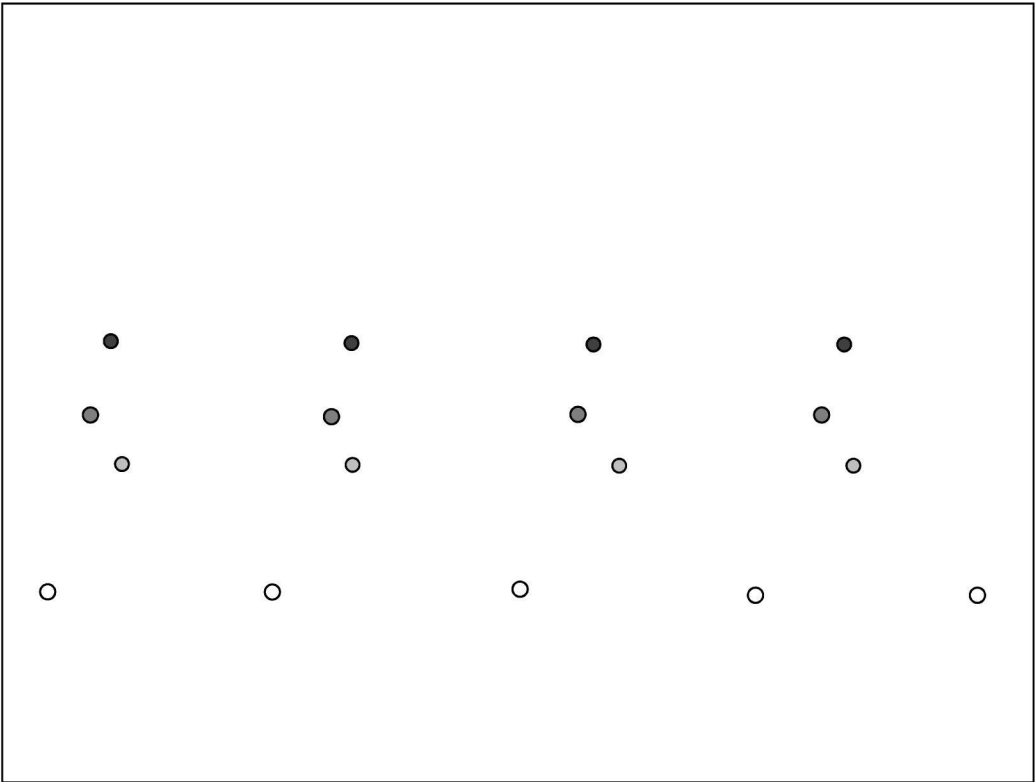
【圖36】



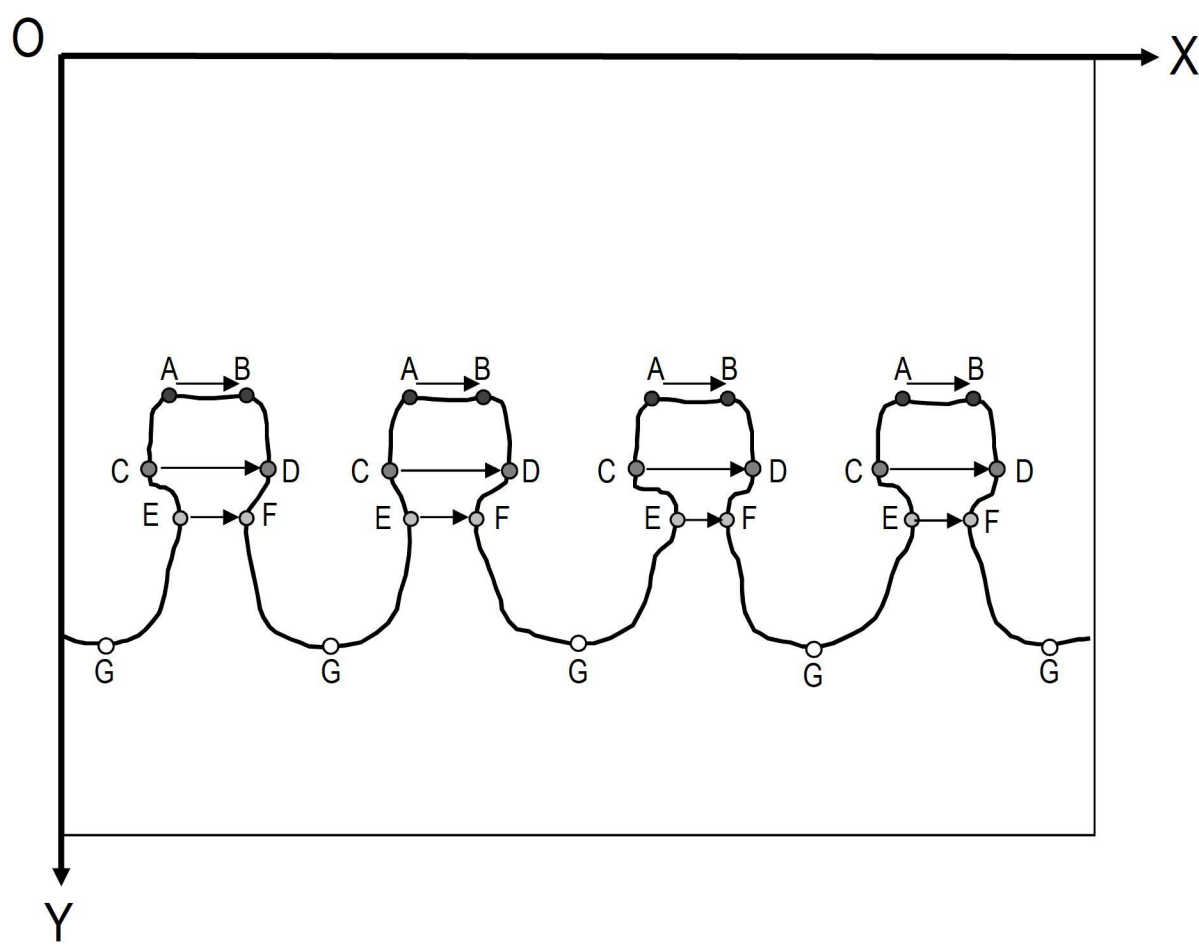
【圖37】



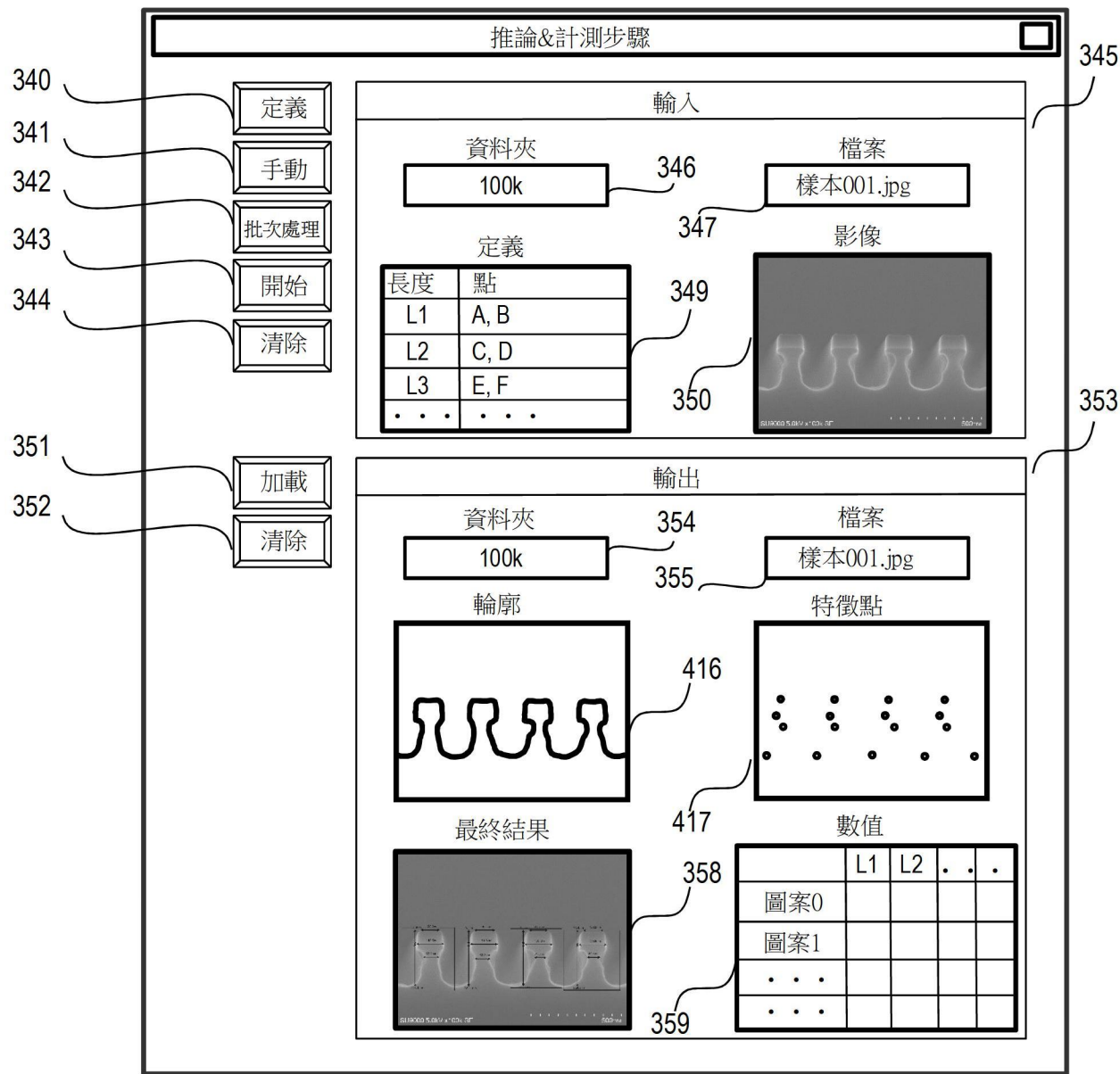
【圖38】



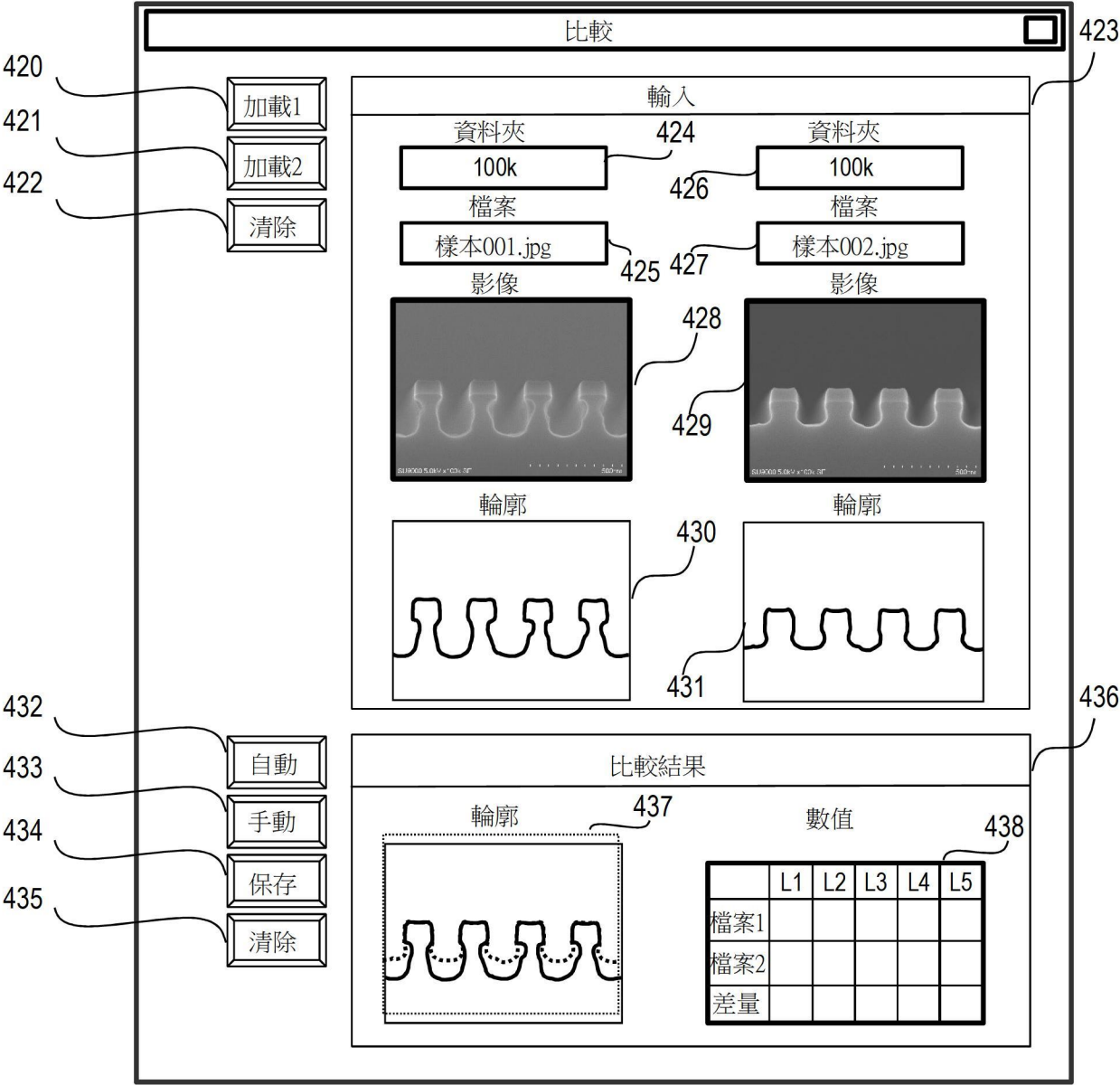
【圖39】



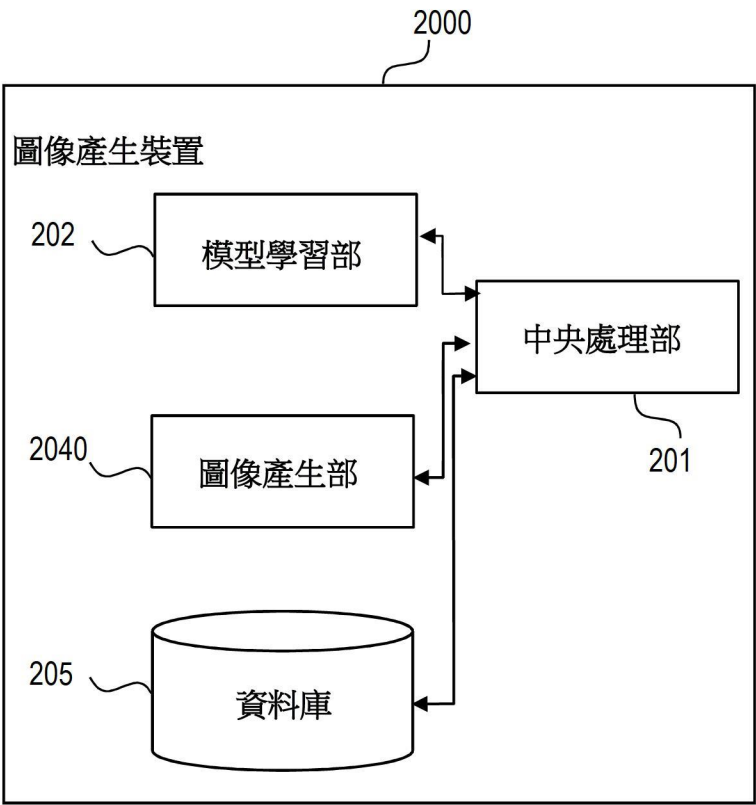
【圖40】



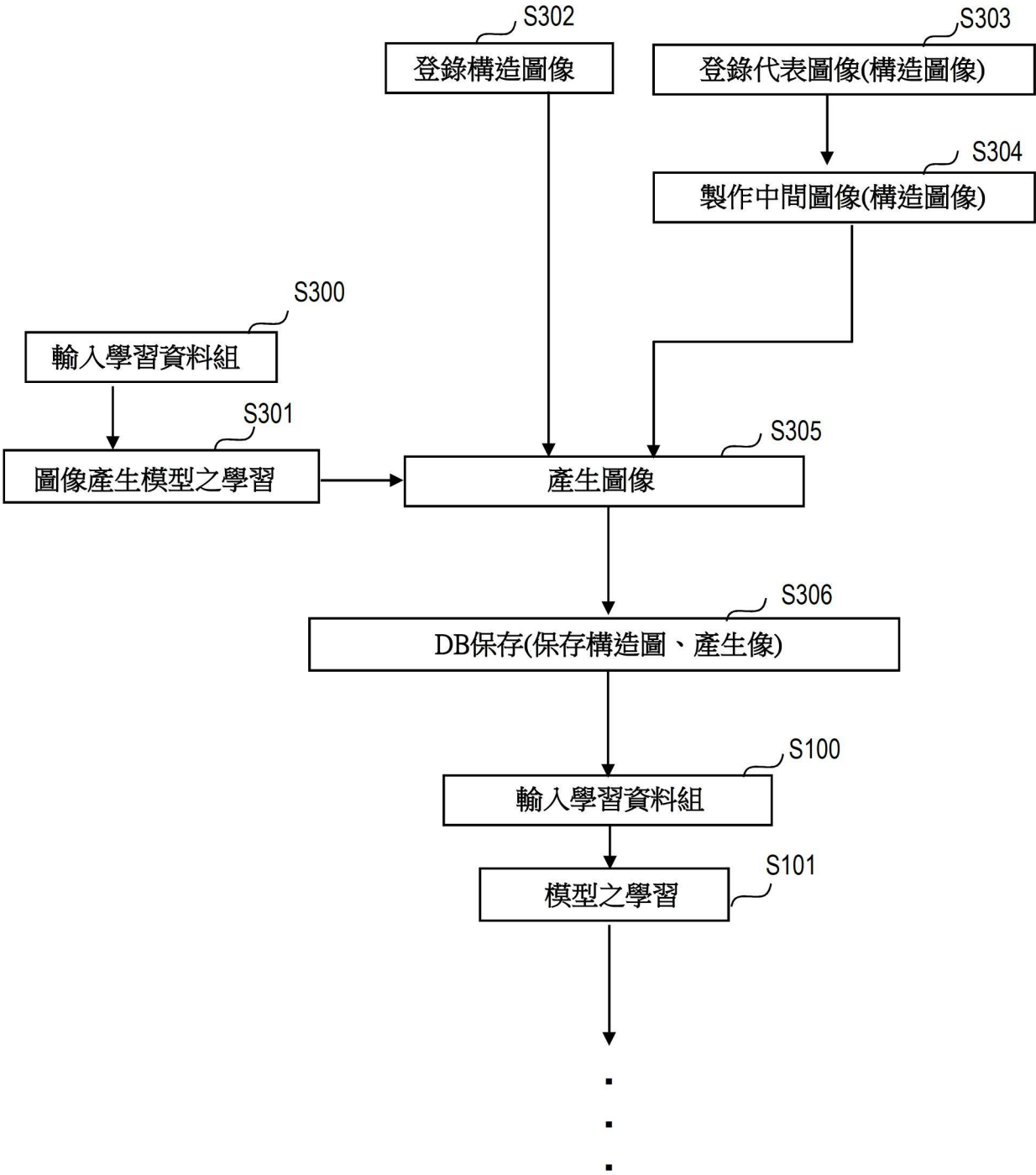
【圖41】



【圖42】



【圖43】



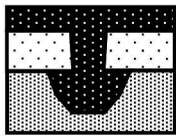
【圖44】

構築學習用圖像資料庫

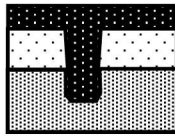
指定代表構造圖像

参照...

代表構造圖像1(起點)

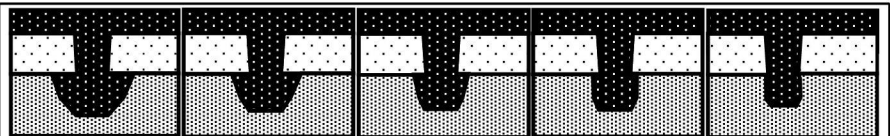


代表構造圖像2(終點)



構造圖像一覽

產生中間構造圖像



中間構造圖像保存地

参照...

☒ 使用中間構造圖像

参照...

☐ 指定構造圖像

参照...

参照圖像

参照...

参照圖像

☒ 學習圖像產生模型

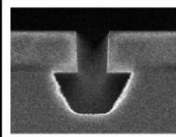
學習用構造圖像

参照...

學習用產生圖像

参照...

產生圖像



...

產生圖像保存地

参照...

【圖45】