



(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 I862591 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：109116148

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 05 月 15 日

(51)Int. Cl. : H01L21/66 (2006.01)

G06N20/00 (2019.01)

G06N3/04 (2023.01)

G06N3/08 (2023.01)

G06T7/30 (2017.01)

(30)優先權：2019/06/03 日本

2019-103830

(71)申請人：日商濱松赫德尼古斯股份有限公司 (日本) HAMAMATSU PHOTONICS K.K. (JP)
日本

(72)發明人：竹嶋智親 TAKESHIMA, TOMOCHIKA (JP)；樋口貴文 HIGUCHI, TAKAFUMI (JP)；堀田和宏 HOTTA, KAZUHIRO (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201921151A

JP 2009-162718A

US 2017/0193680A1

審查人員：黃衍勳

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：8 共 34 頁

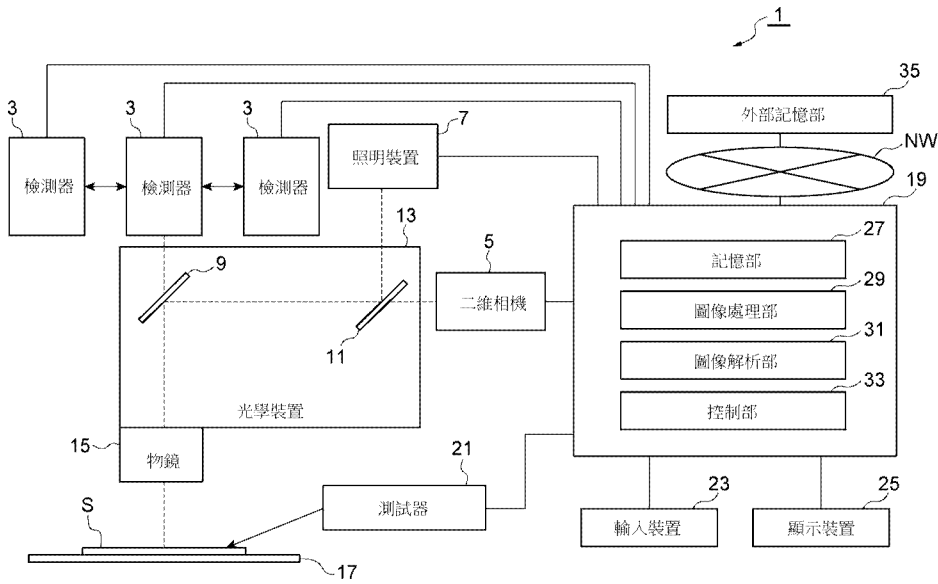
(54)名稱

半導體檢查裝置及半導體檢查方法

(57)摘要

本發明之觀察系統 1 具備：檢測器 3、二維相機 5，其等檢測來自半導體器件 S 之光並輸出檢測信號；光學裝置 13，其將光導引至檢測器 3 及二維相機 5；圖像處理部 29，其基於檢測信號，產生半導體器件 S 之第 1 光學圖像，且受理第 1 CAD 圖像之輸入；圖像解析部 31，其將第 1 光學圖像用作教學資料，藉由機器學習而學習第 1 CAD 圖像之轉換處理，藉由基於該學習之結果之轉換處理，而將第 1 CAD 圖像轉換為與第 1 光學圖像相似之第 2 CAD 圖像；及位置對準部，其基於第 2 光學圖像與第 2 CAD 圖像進行位置對準。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 1:觀察系統
- 3:檢測器(光檢測器)
- 5:二維相機(光檢測器)
- 7:照明裝置
- 9:雙色鏡
- 11:分束器
- 13:光學裝置(光學系統)
- 15:物鏡
- 17:載台
- 19:電腦
- 21:測試器
- 23:輸入裝置
- 25:顯示裝置(輸出部)
- 27:記憶部
- 29:圖像處理部(受理部、圖像產生部)
- 31:圖像解析部(圖像轉換部、位置對準部、輸出部)
- 33:控制部
- 35:外部記憶部
- NW:網際網路
- S:半導體器件



I862591

【發明摘要】

【中文發明名稱】

半導體檢查裝置及半導體檢查方法

【中文】

本發明之觀察系統1具備：檢測器3、二維相機5，其等檢測來自半導體器件S之光並輸出檢測信號；光學裝置13，其將光導引至檢測器3及二維相機5；圖像處理部29，其基於檢測信號，產生半導體器件S之第1光學圖像，且受理第1 CAD圖像之輸入；圖像解析部31，其將第1光學圖像用作教學資料，藉由機器學習而學習第1 CAD圖像之轉換處理，藉由基於該學習之結果之轉換處理，而將第1 CAD圖像轉換為與第1光學圖像相似之第2 CAD圖像；及位置對準部，其基於第2光學圖像與第2 CAD圖像進行位置對準。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:觀察系統
- 3:檢測器(光檢測器)
- 5:二維相機(光檢測器)
- 7:照明裝置
- 9:雙色鏡
- 11:分束器
- 13:光學裝置(光學系統)
- 15:物鏡

17:載台

19:電腦

21:測試器

23:輸入裝置

25:顯示裝置(輸出部)

27:記憶部

29:圖像處理部(受理部、圖像產生部)

31:圖像解析部(圖像轉換部、位置對準部、輸出部)

33:控制部

35:外部記憶部

NW:網際網路

S:半導體器件

【發明說明書】

【中文發明名稱】

半導體檢查裝置及半導體檢查方法

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種檢查半導體器件之半導體檢查裝置及半導體檢查方法。

【先前技術】

【0002】

自先前以來，將半導體器件作為檢查對象器件(DUT：device under test，被測器件)並取得圖像，基於該圖像進行故障部位之分析等之各種分析(參照下述專利文獻1及下述專利文獻2)。例如，在下述專利文獻1中曾揭示，將LSM圖像等之光學圖像高解析度化而產生重構圖像，基於CAD資料之複數個圖層產生第2 CAD圖像，將重構圖像相對於第2 CAD圖像進行對準。根據此方法，可進行光學圖像之正確的對準。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

專利文獻1：美國專利2018/0293346號公報

專利文獻2：國際公開2015/098342號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】

近年來，應用各種製程規則之半導體器件不斷普及。在以應用各種製程規則之半導體器件為對象，利用上述先前之方法進行檢查之情形下，存在難以將光學圖像相對於CAD圖像高精度地進行位置對準之情形。

【0005】

實施形態係鑒於上述之問題而完成者，課題在於提供一種可將以半導體器件為對象而取得之光學圖像跟與該半導體器件對應之CAD圖像高精度地進行位置對準之半導體檢查裝置。

[解決問題之技術手段]

【0006】

本發明之一形態之半導體檢查裝置具備：光檢測器，其檢測來自半導體器件之光，並輸出檢測信號；光學系統，其將光導引至光檢測器；圖像產生部，其基於檢測信號，產生半導體器件之光學圖像即第1光學圖像；受理部，其受理第1 CAD圖像之輸入；圖像轉換部，其將光學圖像用作教學資料，藉由機器學習而學習第1 CAD圖像之轉換處理，藉由基於該學習之結果之轉換處理，而將第1 CAD圖像轉換為與光學圖像相似之第2 CAD圖像；及位置對準部，其基於光學圖像與第2 CAD圖像進行位置對準。

【0007】

或，本發明之另一形態之半導體檢查方法具備：經由光學系統檢測來自半導體器件之光並輸出檢測信號之步驟；基於檢測信號，產生半導體器件之光學圖像即第1光學圖像之步驟；受理第1 CAD圖像之輸入之步驟；將光學圖像用作教學資料，藉由機器學習而學習第1 CAD圖像之轉換處理，藉由基於該學習之結果之轉換處理，而將第1 CAD圖像轉換為與光

學圖像相似之第2 CAD圖像之步驟；及基於光學圖像與第2 CAD圖像進行位置對準之步驟。

【0008】

根據上述一形態或上述另一形態，取得反映來自半導體器件之光之光學圖像及第1 CAD圖像，第1 CAD圖像藉由基於機器學習之學習之結果之轉換處理，而被轉換為與光學圖像相似之第2 CAD圖像，並將該第2 CAD圖像與光學圖像進行位置對準。藉此，在以應用各種製程規則之半導體器件為檢查對象之情形下，藉由將CAD圖像上之圖案在以靠近光學圖像之方式進行轉換後與光學圖像進行位置對準，而可提高位置對準之精度。

【0009】

本發明之又一形態之半導體檢查裝置具備：光檢測器，其檢測來自半導體器件之光，並輸出檢測信號；光學系統，其將光導引至光檢測器；圖像產生部，其基於檢測信號，產生半導體器件之光學圖像即第1光學圖像；受理部，其受理第1 CAD圖像之輸入；圖像轉換部，其將第1 CAD圖像用作教學資料，藉由機器學習而學習第1光學圖像之重構處理，藉由基於該學習之結果之重構處理，而將第1光學圖像重構為與第1 CAD圖像相似之第2光學圖像；及位置對準部，其基於第2光學圖像與第1 CAD圖像進行位置對準。

【0010】

或，本發明之再一形態之半導體檢查方法具備：經由光學系統檢測來自半導體器件之光並輸出檢測信號之步驟；基於檢測信號，產生半導體器件之光學圖像即第1光學圖像之步驟；受理第1 CAD圖像之輸入之步

驟；將第1 CAD圖像用作教學資料，藉由機器學習而學習第1光學圖像之重構處理，藉由基於該學習之結果之重構處理，而將第1光學圖像重構為與第1 CAD圖像相似之第2光學圖像之步驟；及基於第2光學圖像與第1 CAD圖像進行位置對準之步驟。

【0011】

根據上述之再一形態，取得反應來自半導體器件之光之光學圖像及第1 CAD圖像，光學圖像藉由基於機器學習之學習之結果之重構處理，而被轉換為與第1 CAD圖像相似之第2光學圖像，並將該第2光學圖像與第1 CAD圖像進行位置對準。藉此，在以應用各種製程規則之半導體器件為檢查對象之情形下，藉由將光學圖像上之不鮮明之部分在以靠近CAD圖像之方式進行轉換後與CAD圖像進行位置對準，而可提高位置對準之精度。

[發明之效果]

【0012】

根據實施形態，可將以半導體器件為對象而取得之光學圖像跟與該半導體器件對應之CAD圖像高精度地進行位置對準。

【圖式簡單說明】

【0013】

圖1係實施形態之觀察系統1之概略構成圖。

圖2(a)係顯示重構處理之對象即第1光學圖像之一例之圖，(b)係顯示藉由以(a)之第1光學圖像為對象之重構處理而產生之第2光學圖像一例之圖，(c)係顯示與(a)之第1光學圖像對應之第1 CAD圖像之一例之圖。

圖3(a)係顯示記憶於圖1之記憶部27之第1光學圖像之一例的圖，(b)

係顯示記憶於圖1之記憶部27之與(a)之第1光學圖像對應之第1 CAD圖像的圖。

圖4係顯示藉由圖1之圖像解析部31，而藉由以第1 CAD圖像GC₁為對象之圖案轉換處理而產生之圖像之影像之圖。

圖5係顯示使用第1 CAD圖像GC₁之由圖像解析部31進行之圖案轉換處理之影像之圖。

圖6係顯示產生由觀察系統1執行之重構處理之學習模式的預先學習之處理之流程之流程圖。

圖7係顯示產生由觀察系統1執行之圖案轉換處理之學習模式的預先學習之處理之流程之流程圖。

圖8係顯示由觀察系統1執行之半導體器件S之解析處理之流程之流程圖。

【實施方式】

【0014】

以下，參照附圖，針對本發明之實施形態詳細地說明。此外，在說明中對同一要素或具有同一功能之要素使用同一符號，且重複之說明省略。

【0015】

圖1係顯示實施形態之半導體檢查裝置即觀察系統1之概略構成圖。圖1所示之觀察系統1係為了檢查邏輯LSI、記憶體等之IC(積體電路)、功率器件等之半導體器件，而取得並處理半導體器件之發熱圖等圖像之光學系統。該觀察系統1包含複數個檢測器3、二維相機5、照明裝置7、內置雙色鏡9及半反射鏡等之分束器11之光學裝置(光學系統)13、物鏡15、載

台17、電腦(Personal Computer，個人電腦)19、測試器21、輸入裝置23、及顯示裝置25而構成。

【0016】

複數個檢測器3各者係檢測來自載置於載台17之半導體器件S之光之光檢測器。例如，檢測器3可為對紅外波長具有感度之InGaAs(砷化鎵銦)相機、InSb(銻化銦)相機等攝像裝置。又，檢測器3可為藉由一面將雷射光在半導體器件S上二維地進行掃描，一面檢測反射光，而輸出用於取得LSM(Laser Scanning Microscope，雷射掃描顯微鏡)圖像或EOFM(Electro Optical Frequency Mapping，光電頻率映射)圖像之檢測信號之檢測系統。複數個檢測器3各者對於光學裝置13可切換地光學連接，經由物鏡15及光學裝置13內之雙色鏡9檢測來自半導體器件S之光。

【0017】

二維相機5係內置CCD(Charge Coupled Device，電荷耦合裝置)影像感測器、CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor，互補式金屬氧化物半導體)影像感測器等之相機，且係檢測來自載置於載台17之半導體器件S之反射光，並輸出半導體器件之二維圖案像之檢測信號之光檢測器。該二維相機5經由物鏡15、以及光學裝置13內之雙色鏡9及分束器11檢測半導體器件S之二維圖案像。

【0018】

物鏡15與半導體器件S對向地設置，設定在複數個檢測器3及二維相機5成像之像之倍率。在該物鏡15中包含複數個倍率不同之內置透鏡，具有將在檢測器3或二維相機5成像之內置透鏡，在高倍透鏡與低倍透鏡之間切換之功能。

【0019】

雙色鏡9為了將半導體器件S之發光圖、發熱圖、反射圖等像導光至檢測器3，而使特定波長範圍之光透過，為了將半導體器件S之二維圖案像導光至二維相機5，而使特定波長範圍以外之波長之光反射。分束器11使由雙色鏡9反射之圖案像朝向二維相機5透過，且藉由使自照明裝置7出射之二維圖案像產生用之照明光朝向雙色鏡9反射，而將該照明光經由雙色鏡9及物鏡15朝半導體器件S照射。

【0020】

測試器21對半導體器件S施加特定之電信號之測試圖案、特定之電壓、或特定之電流。藉由施加該測試圖案，而產生起因於半導體器件S之故障之發光或發熱。

【0021】

電腦19係處理由檢測器3及二維相機5取得之檢測信號之圖像處理裝置(處理器)。詳細而言，電腦19作為功能性構成要素，係由記憶部27、圖像處理部(受理部、圖像產生部)29、圖像解析部(圖像轉換部、位置對準部、輸出部)31、及控制部33構成。又，在電腦19附帶用於對電腦19輸入資料之滑鼠、鍵盤等之輸入裝置23、及用於顯示電腦19之圖像處理結果之顯示器裝置等之顯示裝置(輸出部)25。

【0022】

圖1所示之電腦19之各功能部係藉由電腦19之CPU等之運算處理裝置執行儲存於電腦19之內置記憶體或硬碟機等之記憶媒體之電腦程式(圖像處理程式)而實現之功能。電腦19之運算處理裝置藉由執行該電腦程式而使電腦19作為圖1之各功能部發揮功能，並依次執行後述之半導體檢查處

理。該電腦程式之執行所需之各種資料、及藉由該電腦程式之執行而產生之各種資料全部被儲存於電腦19之ROM或RAM等之內置記憶體或硬碟機等之記憶媒體。

【0023】

此處，針對電腦19之各功能部之功能進行說明。

【0024】

記憶部27記憶由檢測器3取得之檢測到發光圖、發熱圖等之測定圖像、由檢測器3或二維相機5取得之檢測到半導體器件S之圖案像之第1光學圖像、及基於自外部取得之CAD資料而製作之顯示半導體器件S之高解析度之圖案之第1 CAD圖像。第1光學圖像係表示半導體器件S之二維圖案之光學測定結果之圖像，可為由二維相機5檢測到之二維圖案之圖像，亦可為基於由檢測器3檢測到之檢測信號之LSM圖像。圖像處理部29基於自檢測器3或二維相機5接收到之檢測信號，依次產生測定圖像及第1光學圖像，並使該等測定圖像及第1光學圖像依次記憶於記憶部27。又，圖像處理部29自建構於外部之PC或伺服器裝置等之外部記憶部35經由網際網路NW受理CAD資料之輸入，根據CAD資料產生第1 CAD圖像並記憶於記憶部27。該CAD資料係基於與半導體器件S之擴散層、金屬層、閘極層、元件分離層等各層之配置相關之設計資訊，由儲存於外部之PC或伺服器裝置等被稱為布局觀察器之軟體等產生。使用該CAD資料而作為表示半導體器件S之圖案像之第1 CAD圖像。

【0025】

控制部33控制電腦19之資料處理、及連接於電腦19之器件之處理。詳細而言，控制部33控制照明裝置7對照明光之出射、複數個檢測器3及

二維相機5之攝像、複數個檢測器3對光學裝置13之連接之切換、物鏡15之倍率之切換、測試器21對測試圖案之施加、及顯示裝置25對觀察結果之顯示等。

【0026】

圖像解析部31以依次記憶於記憶部27之各種圖像為對象，施以重構處理、圖案轉換處理、及位置對準處理。以下針對圖像解析部31之各處理之功能之細節進行描述。

【0027】

圖像解析部31基於記載於記憶部27之第1光學圖像，產生與第1 CAD圖像相似之第2光學圖像(重構處理)。該重構處理以複數個第1光學圖像為訓練資料，以與視為該等圖像之對象之半導體器件S對應之第1 CAD圖像為教學資料，利用藉由作為機器學習之一種之深度學習而預先進行學習之結果所獲得之學習模式而執行。藉由預先之學習而獲得之學習模式之資料被記憶於記憶部27，在之後之重構處理時加以參照。例如，作為深度學習之學習模式，雖然使用CNN(Convolutional Neural Network，捲積類神經網路)、FCN(Fully Convolutional Networks，全捲積網路)、U-Net、ResNet(Residual Network，殘差網路)等，但並不限定於特定之學習模式，學習模式之節點之數目、層之數目可任意地設定。

【0028】

在圖2中顯示由圖像解析部31處理之圖像之一例，分別而言，(a)顯示作為重構處理之對象之LSM圖像即第1光學圖像 GA_1 ，(b)顯示由以(a)之第1光學圖像 GA_1 為對象之重構處理產生之第2光學圖像 GB_1 ，(c)顯示與(a)之第1光學圖像對應之第1 CAD圖像 GC_1 。如此，第1光學圖像 GA_1 之低解

析度且不鮮明之部分藉由重構處理而以接近第1 CAD圖像 GC_1 之方式進行轉換，而產生整體上與第1 CAD圖像 GC_1 相似之第2光學圖像 GB_1 。

【0029】

又，圖像解析部31基於記載於記憶部27之第1 CAD圖像，產生與第1光學圖像相似之第2 CAD光學圖像(圖案轉換處理)。該圖案轉換處理以複數個第1 CAD圖像為訓練資料，以將與該等圖像對應之半導體器件S作為對象而取得之第1光學圖像為教學資料，利用藉由深度學習而預先進行學習之結果所獲得之學習模式而執行。在預先之學習中可使用複數個下述圖像之組合，即：切出半導體器件S上之任意之範圍並施以放大處理之第1光學圖像、及切出與該範圍對應之位置並施以放大處理之第1 CAD圖像。藉由此預先之學習而獲得之學習模式之資料被記憶於記憶部27，在之後之圖案轉換處理時加以參照。與上述同樣地，作為深度學習之學習模式，雖然使用CNN、FCN、U-Net、ResNet等，但並不限定於特定之學習模式，學習模式之節點之數目、層之數目可任意地設定。

【0030】

在圖3中，於(a)中顯示記憶於記憶部27之LSM圖像即第1光學圖像 GA_1 之一例，於(b)中顯示表示與(a)之第1光學圖像 GA_1 對應之半導體器件S之圖案像之第1 CAD圖像 GC_1 。如此，於在第1光學圖像 GA_1 中所觀察之像中，主要出現一部分之層(閘極層、或閘極層下之擴散層與元件分離層等)之圖案，而非出現第1 CAD圖像 GC_1 之全部圖案。又，在第1光學圖像 GA_1 中，亦存在根據第1 CAD圖像 GC_1 之圖案之混合狀況，在該圖案之對應之部分出現濃淡像之情形。

【0031】

在圖4中顯示，藉由圖像解析部31，而藉由以第1 CAD圖像GC₁為對象之圖案轉換處理而產生之圖像之影像。圖像解析部31藉由對第1 CAD圖像GC₁施以預先之圖案轉換處理而產生第2 CAD圖像GC₂，進而對第2 CAD圖像GC₂施以特定之圖像修正處理、亦即高斯模糊及伽瑪修正，而產生第3 CAD圖像GC₃。又，圖像GC₄係假設對第1 CAD圖像GC₁直接施以特定之圖像修正處理時之圖像。如此，在經施以圖案轉換處理之第2 CAD圖像GC₂中，以成為如接近第1光學圖像GA₁(圖3(a))之圖像之方式，削除一部分之特定之圖案。其結果為，對第2 CAD圖像GC₂施加模糊處理等而產生之第3 CAD圖像GC₃之整體之影像接近第1光學圖像GA₁之影像。另一方面，對第1 CAD圖像GC₁直接施加模糊處理等之圖像GC₄轉換為整體之對比度較低之圖像，而與第1光學圖像GA₁之影像相差甚遠。

【0032】

在圖5中顯示利用第1 CAD圖像GC₁之由圖像解析部31進行之圖案轉換處理之影像。在來自半導體器件S之面之光之觀察結果即第1光學圖像中，一般而言反映閘極層之圖案P_G，但虛設之圖案P_D根據半導體器件S之製程規則難以在第1光學圖像GA₁中顯示。圖像解析部31可藉由預先之學習，將自第1 CAD圖像GC₁抽出該虛設之圖案P_D之處理建構為學習模式。藉此，圖像解析部31可藉由削除第1 CAD圖像GC₁上之虛設之圖案P_D，而轉換為第2 CAD圖像GC₂。

【0033】

為了如上述般將CAD像轉換為與光學像類似之圖像，而在通常之操作中需要特別之前處理。另一方面，藉由應用機器學習，而自動執行此前處理。藉由機器學習，而判斷為，為了使如上述之虛設之圖案P_D與光學像

相似而顯示為明亮之部位，較為適切，且判斷為，節距較細之其他之閘極圖案為了與光學像相似而顯示為較暗之部位，較為適切。另一方面，亦存根據器件規則，形成於閘極層之虛設圖案光學地明亮顯示並不適切，而較暗地顯示較為適切之情況。藉由利用半導體器件S之同一部位之CAD像與光學像進行機器學習，而可藉由使兩者對應而自動執行前處理，而不受限於器件規則。

【0034】

此外，亦有在近年之先進器件中，較閘極之圖案，而配置於閘極之下之擴散層與元件分離層產生圖案 P_G 之對比度之情形。此情形下，成為與半導體器件之每一世代之構造之變化相應之包含不同之層之光圖像。如此，由於亦有在先進器件中因擴散層與元件分離層所致之差異成為光圖像之圖案對比度之要因之情形，故必須在適切地抽出進行機器學習之層之資訊後，對CAD圖像進行前處理。

【0035】

進而，圖像解析部31基於由上述之重構處理產生之第2光學圖像 GB_1 、與由上述之圖案轉換處理產生之與第2光學圖像 GB_1 之半導體器件S上之範圍對應之第3 CAD圖像 GC_3 ，藉由圖像間之圖案匹配而執行與相互之圖像位置相關之位置對準。而後，圖像解析部31利用位置對準之結果，使藉由測定與第1光學圖像 GA_1 相同之範圍而檢測到發光、發熱等之測定圖像、與第1 CAD圖像 GC_1 重疊，而顯示於顯示裝置25。

【0036】

其次，針對由觀察系統1執行之半導體檢查方法之處理之程序，一面參照圖6～圖8一面進行說明。圖6係顯示產生重構處理之學習模式的預先

學習之處理之流程之流程圖，圖7係顯示產生圖案轉換處理之學習模式的預先學習之處理之流程之流程圖，圖8係顯示產生半導體器件S之解析處理之流程之流程圖。

【0037】

首先，參照圖6，當藉由電腦19，在以使用者之操作等任意之時序開始重構處理之學習時，藉由控制檢測器3、二維相機5、照明裝置7等，而獲得複數個訓練資料即半導體器件S之第1光學圖像，並保存於記憶部27(步驟S01)。其次，藉由電腦19，而自外部取得複數個與第1光學圖像對應之CAD資料，基於該等CAD資料取得成為教學資料之第1 CAD圖像，並保存於記憶部27(步驟S02)。

【0038】

之後，利用保存於記憶部27之第1光學圖像與第1 CAD圖像之複數個組合，藉由電腦19之圖像解析部31，而藉由深度學習，建構重構處理之學習模式(步驟S03)。其結果為，藉由圖像解析部31而取得之學習模式之資料被記憶於記憶部27(步驟S04)。

【0039】

參照圖7，當藉由電腦19，而以使用者之操作等任意之時序開始圖案轉換處理之學習時，自外部取得複數個與複數種半導體器件S對應之CAD資料，基於該等CAD資料取得複數個成為訓練資料之第1 CAD圖像，並保存於記憶部27(步驟S101)。其次，藉由電腦19，控制檢測器3、二維相機5、照明裝置7等，藉此取得複數個與教學資料即第1 CAD圖像對應之第1光學圖像，並保存於記憶部27(步驟S102)。

【0040】

之後，利用保存於記憶部27之第1 CAD圖像與第1光學圖像之複數個組合，藉由電腦19之圖像解析部31，而藉由深度學習，建構圖案轉換處理之學習模式(步驟S103)。其結果為，藉由圖像解析部31而取得之學習模式之資料被記憶於記憶部27(步驟S104)。

【0041】

參照圖8，說明重構處理之學習模式及圖案轉換處理之學習模式之建構後的半導體器件S之解析處理之程序。首先，藉由電腦19，控制檢測器3、二維相機5、照明裝置7等，藉此取得以半導體器件S為對象之第1光學圖像及測定圖像，並保存於記憶部27(步驟S201、步驟S202)。而後，藉由電腦19而取得半導體器件S之CAD資料，基於該CAD資料產生第1 CAD圖像，並保存於記憶部27(步驟S203)。之後，相應於使用者對電腦19之選擇輸入，而執行步驟S204～S205之處理、與步驟S206～S207之處理之任一處理。

【0042】

亦即，藉由電腦19之圖像解析部31，而藉由以第1 CAD圖像為對象，參照記憶於記憶部27之學習模式之資料，施以圖案轉換處理，而取得第2 CAD圖像(步驟S204)。之後，藉由圖像解析部31，而基於第1光學圖像、及對第2 CAD圖像施加特定之圖像修正處理之第3 CAD圖像，進行位置對準。最後，藉由圖像解析部31，而利用該位置對準之結果，使測定圖像與第1 CAD圖像重疊而顯示於顯示裝置25上(步驟S205)。

【0043】

又，藉由圖像解析部31，而藉由以第1光學圖像為對象，參照記憶於記憶部27之學習模式之資料，施以重構處理，而取得第2光學圖像(步驟

S206)。之後，藉由圖像解析部31，而基於第2光學圖像與第1 CAD圖像進行位置對準。最後，藉由圖像解析部31，而利用該位置對準之結果，使測定圖像與第1 CAD圖像重疊而顯示於顯示裝置25上(步驟S207)。

【0044】

根據以上所說明之本實施形態之觀察系統1，取得反映來自半導體器件S之光之第1光學圖像、及顯示半導體器件S之圖案像之第1 CAD圖像，第1 CAD圖像藉由基於機器學習之學習之結果之轉換處理，而被轉換為與第1光學圖像相似之第2 CAD圖像，並將該第2 CAD圖像與第1光學圖像進行位置對準。藉此，在以應用各種製程規則之半導體器件S為檢查對象之情形下，藉由將CAD圖像上之圖案在以靠近光學圖像之方式進行轉換後與光學圖像進行位置對準，而可提高位置對準之精度。

【0045】

又，根據觀察系統1，第1光學圖像藉由基於機器學習之學習之結果之重構處理，而被轉換為與第1 CAD圖像相似之第2光學圖像，並將該第2光學圖像與第1 CAD圖像進行位置對準。藉此，在以應用各種製程規則之半導體器件S為檢查對象之情形下，藉由將光學圖像上之不鮮明之部分在以靠近CAD圖像之方式進行轉換後與CAD圖像進行位置對準，而可提高位置對準之精度。

【0046】

尤其是，在本實施形態中，作為機器學習，採用深度學習。此情形下，即便在以應用各種製程規則之半導體器件S為檢查對象之情形下，亦可以將CAD圖像與光學圖像之任一者靠近另一者方式有效地進行轉換。

【0047】

又，在本實施形態中，藉由電腦19之圖像解析部31，而利用半導體器件S上之相互對應之位置之第1光學圖像及第1 CAD圖像進行學習。藉由此功能，而可有效率地建構用於使CAD圖像與光學圖像之任一者與另一者相似之轉換處理或重構處理，可有效率地實現位置對準。

【0048】

此處，在利用未應用機器學習之轉換處理之情形下，藉由自第1 CAD圖像以特定之圖案抽出虛設圖案，而可產生第2 CAD圖像。例如，存在因根據半導體器件之世代或種類，在虛設圖案與虛設以外之圖案中圖案之密度不同，而光學圖像之對比度不同之情形。此情形下，必須藉由使虛設圖案之對比度相配，而將CAD圖像以與光學圖像相似之方式進行轉換。另一方面，在如本實施形態般應用機器學習之轉換處理之情形下，由於藉由學習如上述之虛設圖案在光學上如何顯示，而即便半導體之器件之世代或種類變化，亦可實現用於接近光學圖像之最佳之轉換，故藉由執行該轉換之圖像解析部31，而可有效率地實現精度較高之位置對準。

【0049】

又，本實施形態之圖像解析部31具有基於位置對準之結果，將與第1光學圖像對應地獲得之測定圖像、與第1 CAD圖像重疊而輸出之功能。藉由此功能，而可以視覺性容易辨識測定圖像之檢查位置。

【0050】

以上，針對本發明之各種實施形態進行了說明，但本發明並非係限定於上述實施形態者，可在不變更記載於各申請專利範圍之要旨之範圍內進行變形，或可為應用於其他實施形態。

【0051】

例如，上述實施形態之圖像解析部31利用位置對準之結果將測定圖像與第1 CAD圖像重疊而顯示，但可僅顯示第1 CAD圖像、或成為第1 CAD圖像之基礎之CAD資料。此情形下，電腦19可具有在所顯示之第1 CAD圖像或CAD資料上，基於位置對準之結果設定照射光之解析位置之功能。又，電腦19可具有使自半導體器件S檢測到之發光信號等之信號，基於位置對準之結果重疊於CAD資料而顯示之功能。藉由如上述般顯示解析度較高之CAD資料，而對使用者而言容易辨識位置。

【0052】

在上述實施形態中，可藉由轉換處理，而藉由自第1 CAD圖像抽出特定之圖案而轉換為第2 CAD圖像。如此，可以使CAD圖像有效地與光學圖像相似之方式進行轉換，而可有效率地實現精度較高之位置對準。

【0053】

此處，上述之特定之圖案可為虛設圖案。此情形下，可實現精度更高之位置對準。

【0054】

在上述實施形態中，機器學習可為深度學習。此情形下，即便在應用各種製程規則之半導體器件為檢查對象之情形下，亦可以將CAD圖像與光學圖像之任一者靠近另一者之方式有效地轉換圖像。

【0055】

又，可利用半導體器件上之相互對應之位置之第1光學圖像及第1 CAD圖像進行學習。若採用上述之構成，則可有效率地建構用於將CAD圖像與光學圖像之任一者與另一者相似之圖像之轉換處理，可有效率地實現位置對準。

【0056】

又，可更具備基於位置對準之結果，將與第1光學圖像對應地獲得之圖像、與第1 CAD圖像重疊而輸出之輸出部或步驟。若具備上述之輸出部或步驟，則可以視覺性容易辨識光學圖像之檢查位置。

[產業上之可利用性]

【0057】

實施形態以檢查半導體器件之半導體檢查裝置及半導體檢查方法為使用用途，可將以半導體器件為對象而取得之光學圖像跟與該半導體器件對應之CAD圖像高精度地進行位置對準。

【符號說明】**【0058】**

- 1:觀察系統
- 3:檢測器(光檢測器)
- 5:二維相機(光檢測器)
- 7:照明裝置
- 9:雙色鏡
- 11:分束器
- 13:光學裝置(光學系統)
- 15:物鏡
- 17:載台
- 19:電腦
- 21:測試器
- 23:輸入裝置

25:顯示裝置(輸出部)

27:記憶部

29:圖像處理部(受理部、圖像產生部)

31:圖像解析部(圖像轉換部、位置對準部、輸出部)

33:控制部

35:外部記憶部

GA₁:第1光學圖像

GB₁:第2光學圖像

GC₁:第1 CAD圖像

GC₂:第2 CAD圖像

GC₃:第3 CAD圖像

GC₄:圖像

NW:網際網路

P_D:圖案

P_G:圖案

S:半導體器件

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種半導體檢查裝置，其包含：

光檢測器，其檢測來自半導體器件之光，並輸出檢測信號；

光學系統，其將前述光導引至前述光檢測器；

圖像產生部，其基於前述檢測信號，產生前述半導體器件之光學圖像即第1光學圖像；

受理部，其受理基於與前述半導體器件之複數層之配置(layout)相關之設計資訊而產生的第1 CAD圖像之輸入；

圖像轉換部，其藉由學習模型而進行轉換處理，前述學習模型係將複數之光學圖像及成為前述複數之光學圖像之對象的半導體器件對應之複數之CAD圖像作為教學資料，藉由機器學習而獲得者，前述轉換處理係將前述第1 CAD圖像轉換為與前述第1光學圖像相似之第2 CAD圖像；及

位置對準部，其基於前述光學圖像與前述第2 CAD圖像，進行位置對準；且

前述學習模型係：藉由作為教學資料使用前述複數之CAD圖像及前述複數之CAD圖像之各者中之虛設圖案難以顯示之前述複數之光學圖像的預先之機器學習而建構。

【請求項2】

如請求項1之半導體檢查裝置，其中前述圖像轉換部藉由利用前述轉換處理，自前述第1 CAD圖像抽出特定之圖案，而轉換為前述第2 CAD圖像。

【請求項3】

如請求項2之半導體檢查裝置，其中前述特定之圖案為虛設圖案。

【請求項4】

一種半導體檢查裝置，其包含：

光檢測器，其檢測來自半導體器件之光，並輸出檢測信號；

光學系統，其將前述光導引至前述光檢測器；

圖像產生部，其基於前述檢測信號，產生前述半導體器件之光學圖像即第1光學圖像；

受理部，其受理基於與前述半導體器件之複數層之配置相關之設計資訊而產生的第1 CAD圖像之輸入；

圖像轉換部，其藉由學習模型而進行重構處理，上述學習模型係將複數之光學圖像及成為前述複數之光學圖像之對象的半導體器件對應之複數之CAD圖像作為教學資料，藉由機器學習而獲得者，前述重構處理係將前述第1光學圖像重構為與前述第1 CAD圖像相似之第2光學圖像；及

位置對準部，其基於前述第2光學圖像與前述第1 CAD圖像，進行位置對準；且

前述學習模型係：藉由作為教學資料使用前述複數之CAD圖像及前述複數之CAD圖像之各者中之虛設圖案難以顯示之前述複數之光學圖像的預先之機器學習而建構。

【請求項5】

如請求項1至4中任一項之半導體檢查裝置，其中前述機器學習為深度學習。

【請求項6】

如請求項1至4中任一項之半導體檢查裝置，其中前述圖像轉換部利

用前述半導體器件上之相互對應之位置之前述第1光學圖像及前述第1 CAD圖像進行學習。

【請求項7】

如請求項1至4中任一項之半導體檢查裝置，其進而包含基於前述位置對準之結果，將與前述第1光學圖像對應地獲得之圖像、與前述第1 CAD圖像重疊而輸出之輸出部。

【請求項8】

一種半導體檢查方法，其包含：

經由光學系統檢測來自半導體器件之光並輸出檢測信號之步驟；

基於前述檢測信號，產生前述半導體器件之光學圖像即第1光學圖像之步驟；

受理基於與前述半導體器件之複數層之配置相關之設計資訊而產生的第1 CAD圖像之輸入之步驟；

藉由學習模型而進行轉換處理之步驟，前述學習模型係將複數之光學圖像及成為前述複數之光學圖像之對象的半導體器件對應之複數之CAD圖像作為教學資料，藉由機器學習而獲得者，前述轉換處理係將前述第1 CAD圖像轉換為與前述第1光學圖像相似之第2 CAD圖像；及

基於前述光學圖像與前述第2 CAD圖像，進行位置對準之步驟；且

前述學習模型係：藉由作為教學資料使用前述複數之CAD圖像及前述複數之CAD圖像之各者中之虛設圖案難以顯示之前述複數之光學圖像的預先之機器學習而建構。

【請求項9】

如請求項8之半導體檢查方法，其中藉由前述轉換處理，而藉由自前

述第1 CAD圖像抽出特定之圖案而轉換為前述第2 CAD圖像。

【請求項10】

如請求項9之半導體檢查方法，其中前述特定之圖案為虛設圖案。

【請求項11】

一種半導體檢查方法，其包含：

經由光學系統檢測來自半導體器件之光並輸出檢測信號之步驟；

基於前述檢測信號，產生前述半導體器件之光學圖像即第1光學圖像之步驟；

受理基於與前述半導體器件之複數層之配置相關之設計資訊而產生的第1 CAD圖像之輸入之步驟；

藉由學習模型而進行重構處理之步驟，上述學習模型係將複數之光學圖像及成為前述複數之光學圖像之對象的半導體器件對應之複數之CAD圖像作為教學資料，藉由機器學習而獲得者，前述重構處理係將前述第1光學圖像重構為與前述第1 CAD圖像相似之第2光學圖像；及

基於前述第2光學圖像與前述第1 CAD圖像，進行位置對準之步驟；

且

前述學習模型係：藉由作為教學資料使用前述複數之CAD圖像及前述複數之CAD圖像之各者中之虛設圖案難以顯示之前述複數之光學圖像的預先之機器學習而建構。

【請求項12】

如請求項8至11中任一項之半導體檢查方法，其中前述機器學習為深度學習。

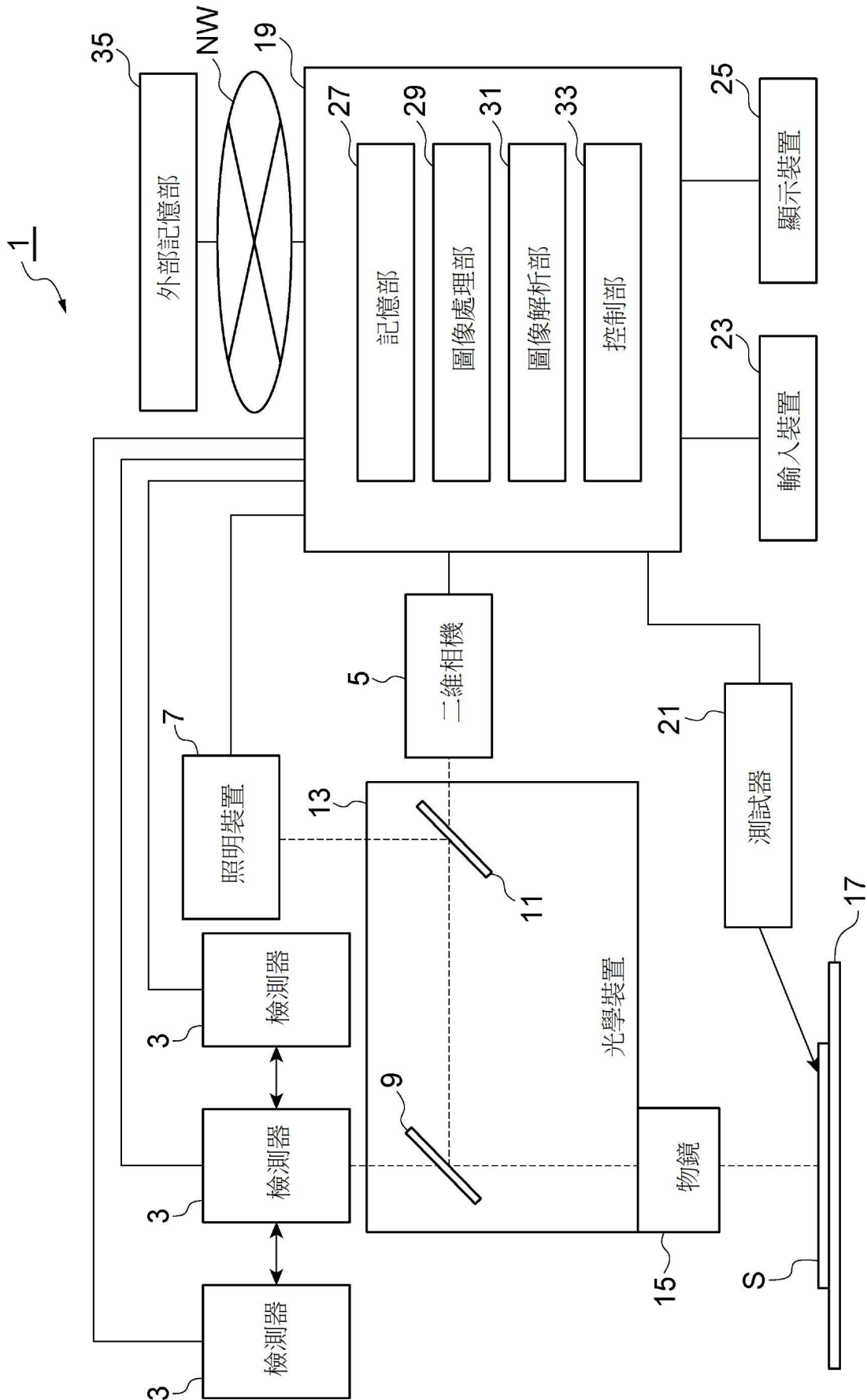
【請求項13】

如請求項8至11中任一項之半導體檢查方法，其中利用前述半導體器件上之相互對應之位置之前述第1光學圖像及前述第1 CAD圖像進行學習。

【請求項14】

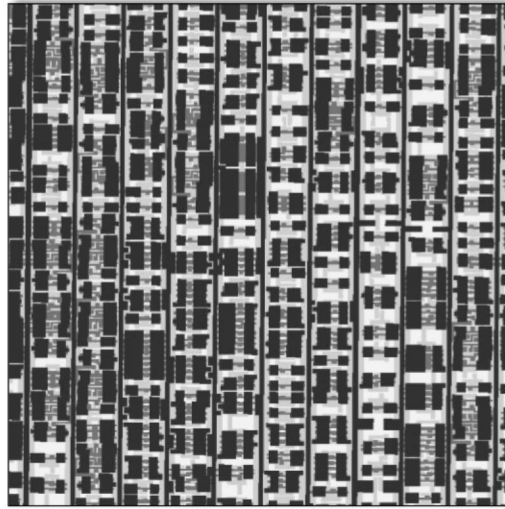
如請求項8至11中任一項之半導體檢查方法，其進而包含基於前述位置對準之結果，將與前述第1光學圖像對應地獲得之圖像、與前述第1 CAD圖像重疊而輸出之步驟。

【發明圖式】

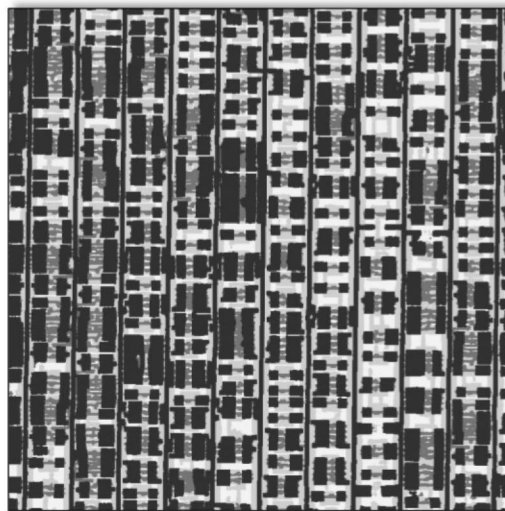


【圖1】

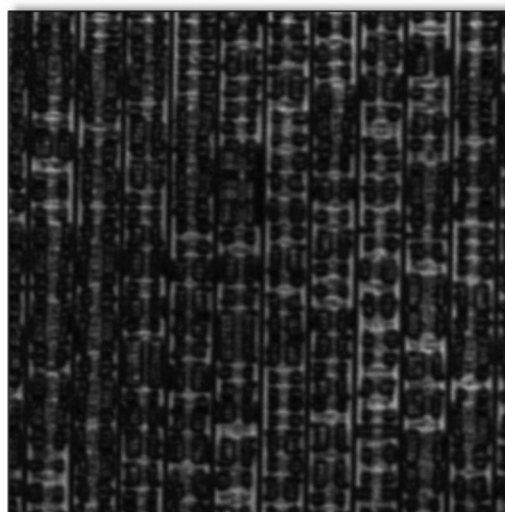
(c) GC1



(b) GB1

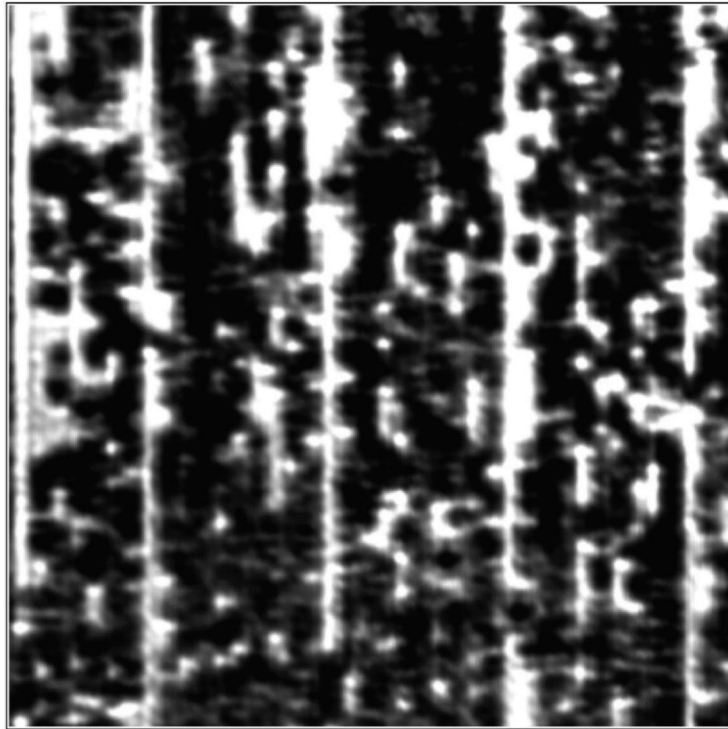


(a) GA1

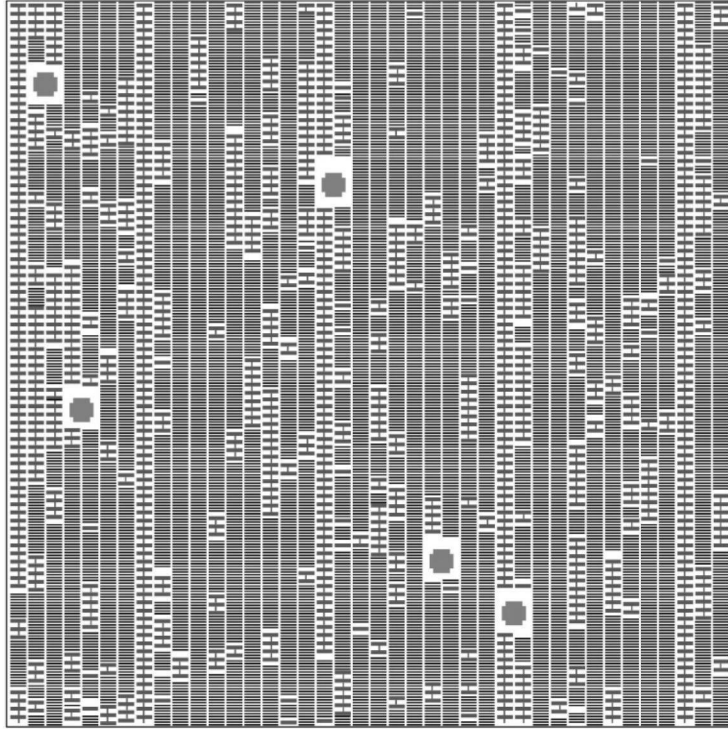


【圖2】

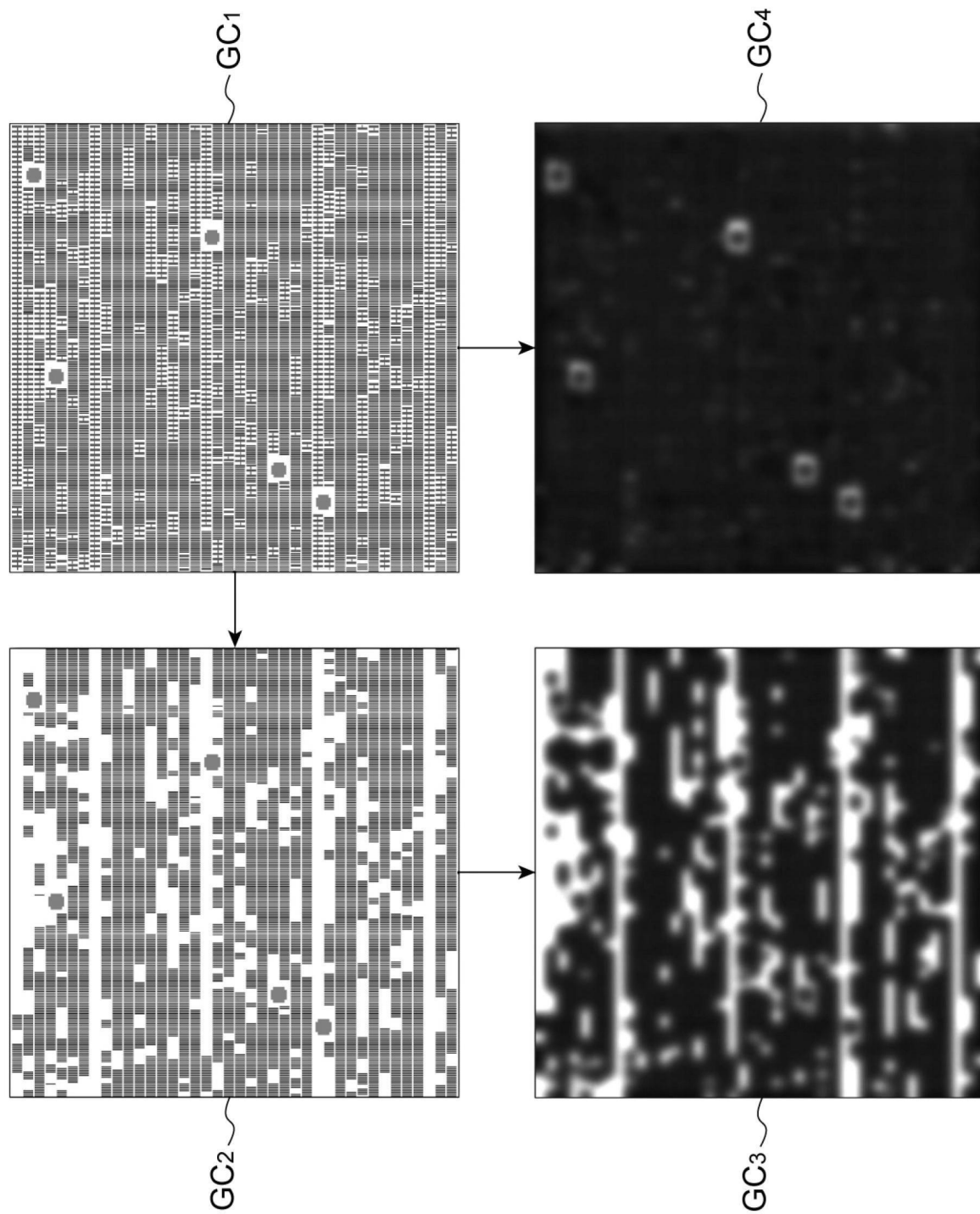
(a) GA1



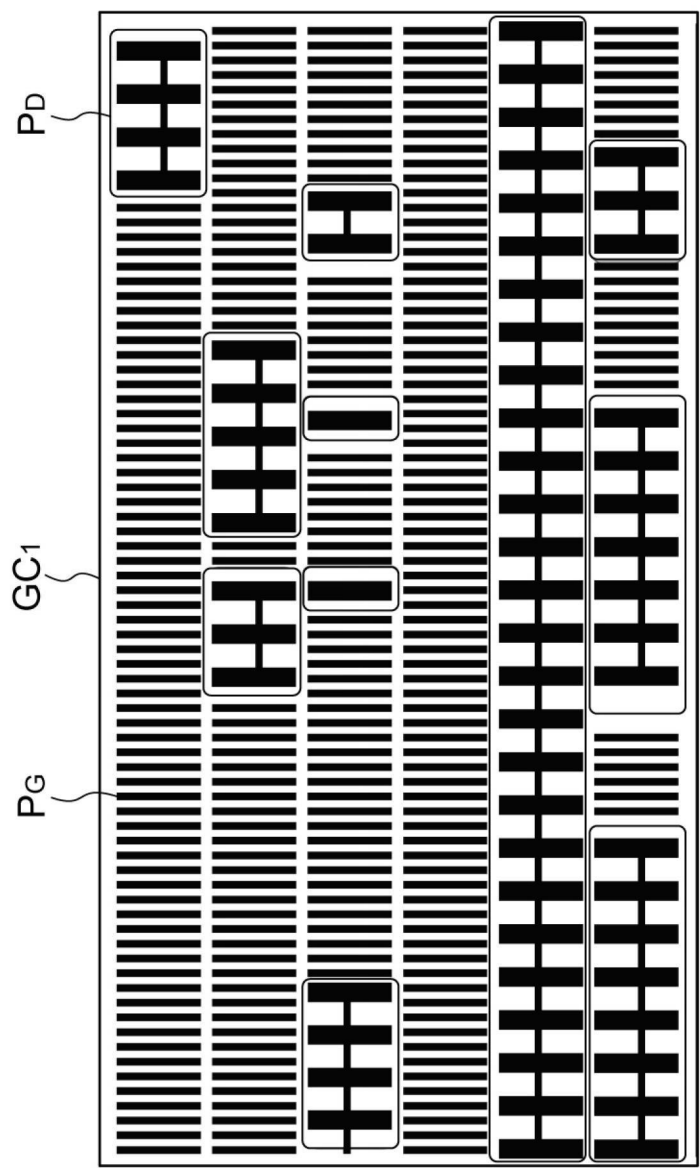
(b) GC1



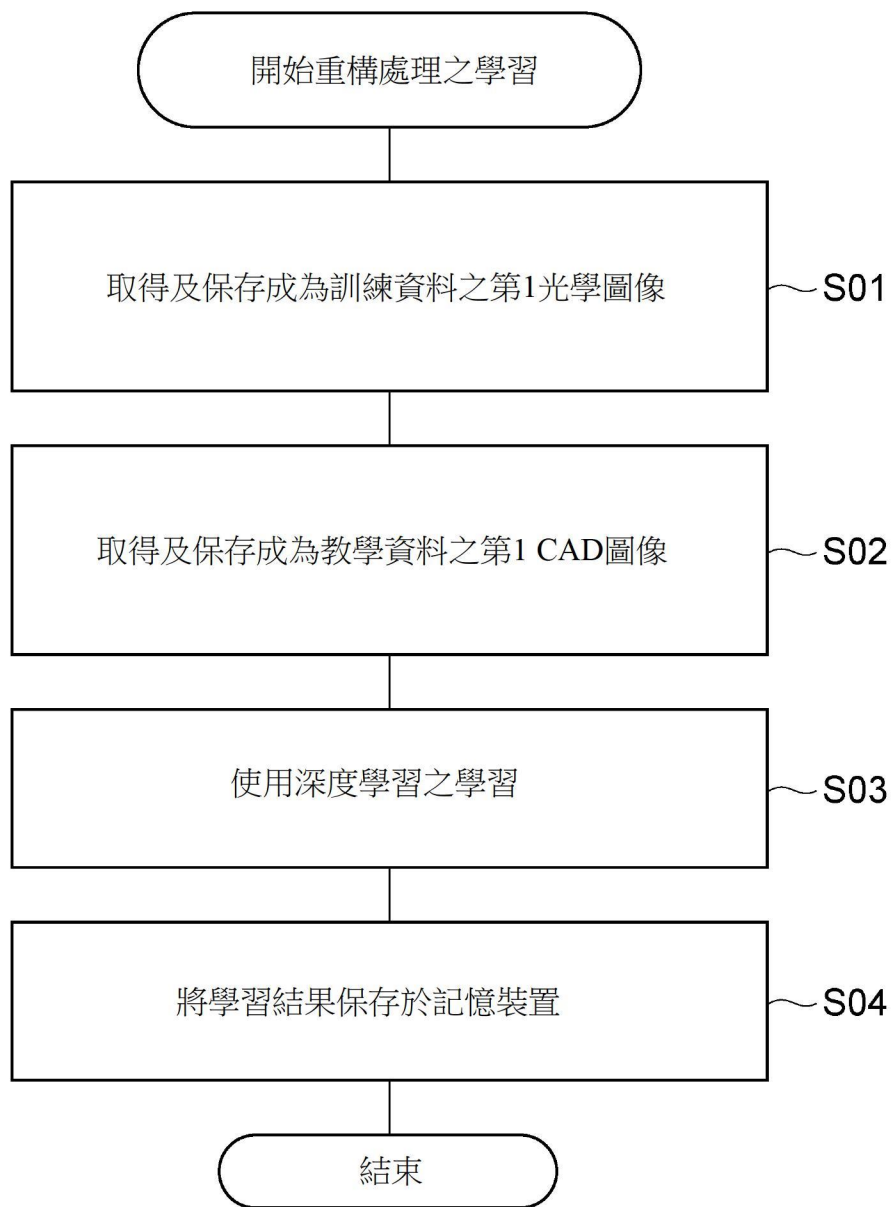
【圖3】



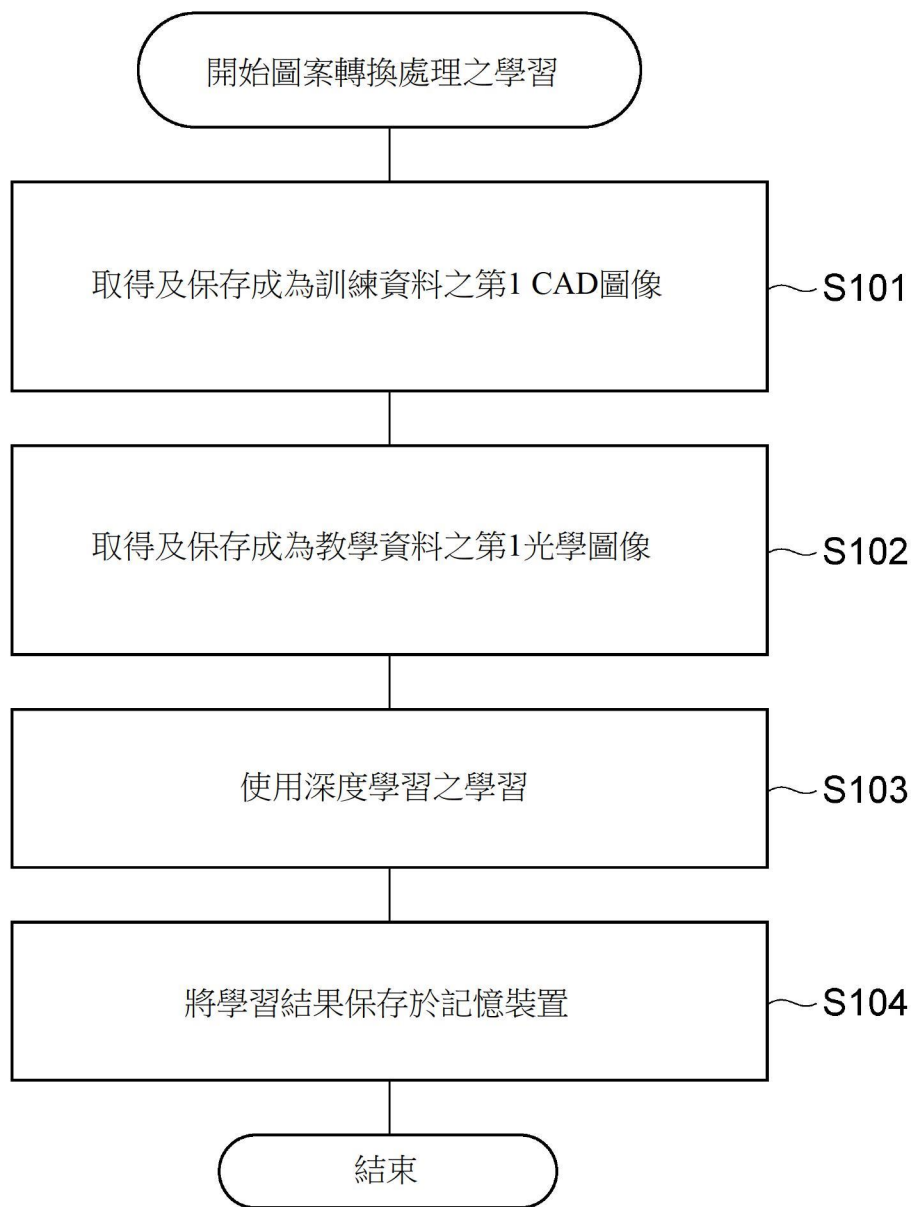
【圖4】



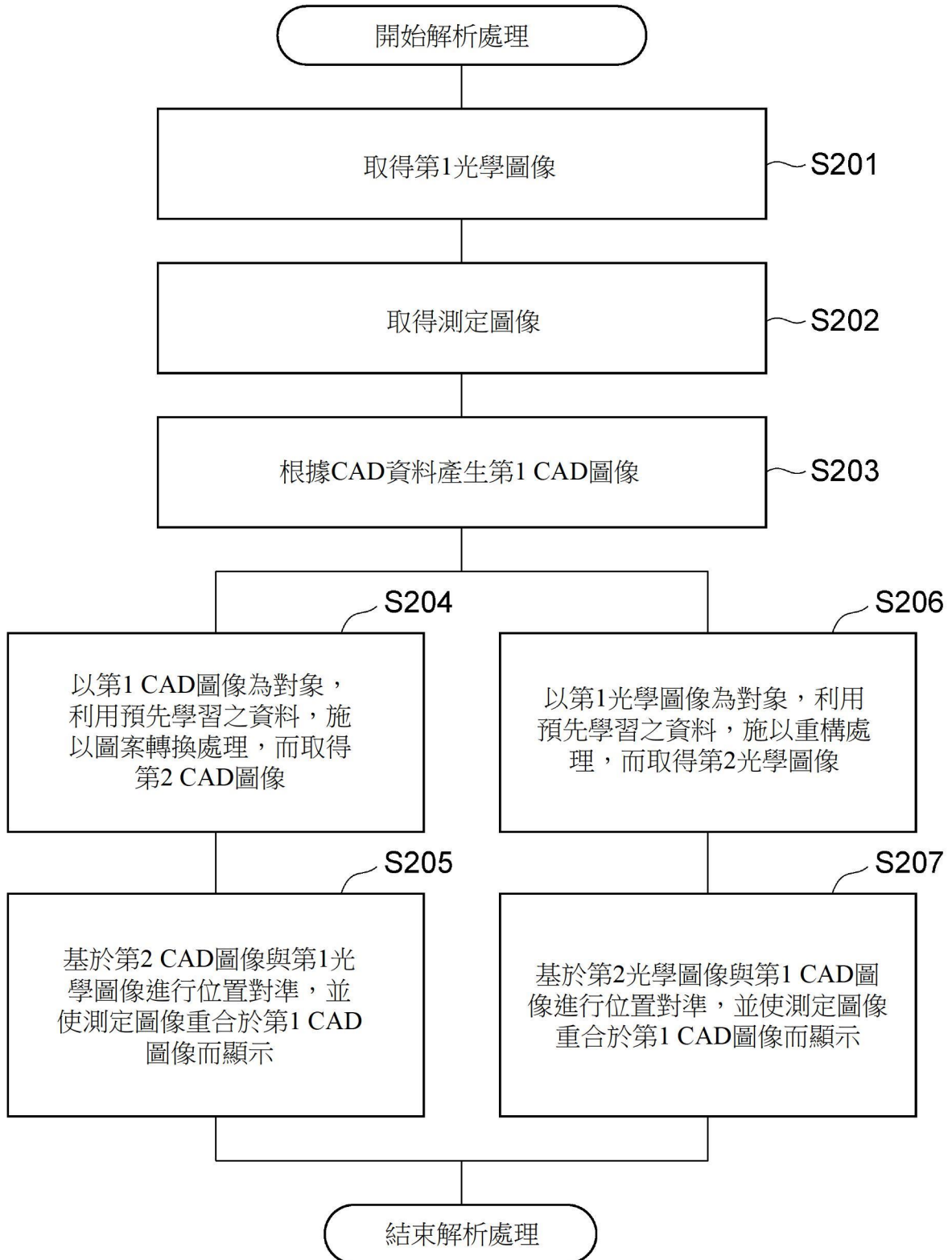
【圖5】



【圖6】



【圖7】



【圖8】