



(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 I542868 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：101142403

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 14 日

(51)Int. Cl. : G01N21/956 (2006.01)

G01N21/88 (2006.01)

G06K9/00 (2006.01)

(30)優先權：2011/12/21 美國

13/333,912

(71)申請人：應用材料以色列公司 (以色列) APPLIED MATERIALS ISRAEL, LTD. (IL)
以色列(72)發明人：達拉吐羅麥克 DALLA-TORRE, MICHELE (IL)；薛拜特吉爾 SHABAT, GIL (IL)；
達芬艾迪 DAFNI, ADI (IL)；拜堤哥夫艾密特 BATIKOFF, AMIT (IL)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

JP 2009-520952A

JP 2009-222626A

JP 2011-192496A

US 5548326

US 8041104B2

US 2011/0013825A1

審查人員：林永昌

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：9 共 58 頁

(54)名稱

用於在檢查圖像內分類的系統、方法以及電腦程式產品

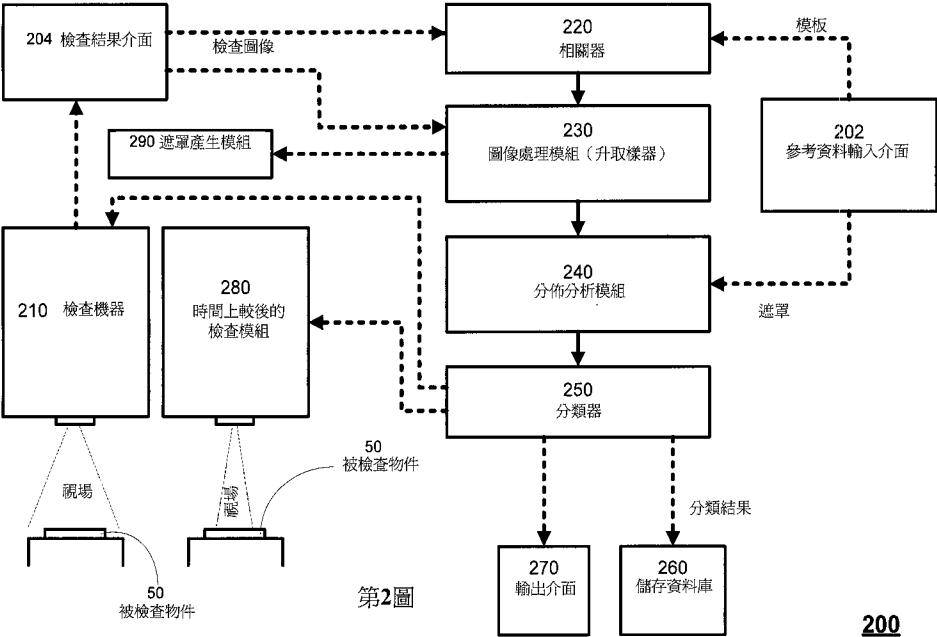
SYSTEM, METHOD AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT FOR CLASSIFICATION WITHIN
INSPECTION IMAGES

(57)摘要

根據本文揭示標的的一態樣，提供一種用於分類在被檢查物件之檢查圖像內識別的可能缺陷的分析系統，該系統包含：圖案匹配器，該圖案匹配器經配置以基於模板與檢查圖像之一部分的匹配決定相對於檢查圖像的停泊位置，其中決定停泊位置的精確度超過檢查圖像的解析度；分佈分析模組，該分佈分析模組經配置以基於停泊位置及界定區域內不同區段的遮罩，決定潛在缺陷相對於該等區段中之一或更多個區段的分佈；及分類器，該分類器經配置以基於該分佈分類該潛在缺陷。

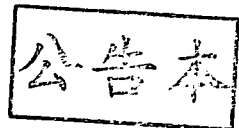
In accordance with an aspect of the presently disclosed subject matter, there is provided an analysis system for classifying possible defects identified within an inspection image of an inspected object, the system comprising a pattern matcher configured to determine an anchor location with respect to the inspection image, based on a matching of a template and a portion of the inspection image; wherein an accuracy of the determining of the anchor location exceeds a resolution of the inspection image; a distribution analysis module configured to determine, based on the anchor location and a mask which defines different segments within an area, a distribution of a potential defect with respect to one or more of the segments; and a classifier, configured to classify the potential defect based on the distribution.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 200 . . . 系統
- 202 . . . 參考資料輸入介面
- 204 . . . 檢查結果介面
- 210 . . . 成像系統
- 220 . . . 圖案匹配器
- 230 . . . 圖像處理模組
- 240 . . . 分佈分析模組
- 250 . . . 分類器
- 260 . . . 有形儲存器
- 270 . . . 輸出介面
- 280 . . . 時間上較後的檢查模組
- 290 . . . 遮罩產生模組



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

申請案號：101142403

申請日期：101 年 11 月 14 日

※IPC 分類：G01N 21/956 (2006.01)

G01N 21/88 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於在檢查圖像內分類的系統、方法以及電腦程式產品/SYSTEM,
METHOD AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT FOR
CLASSIFICATION WITHIN INSPECTION IMAGES

二、中文發明摘要：

根據本文揭示標的的一態樣，提供一種用於分類在被檢查物件之檢查圖像內識別的可能缺陷的分析系統，該系統包含：圖案匹配器，該圖案匹配器經配置以基於模板與檢查圖像之一部分的匹配決定相對於檢查圖像的停泊位置，其中決定停泊位置的精確度超過檢查圖像的解析度；分佈分析模組，該分佈分析模組經配置以基於停泊位置及界定區域內不同區段的遮罩，決定潛在缺陷相對於該等區段中之一或更多個區段的分佈；及分類器，該分類器經配置以基於該分佈分類該潛在缺陷。

三、英文發明摘要：

In accordance with an aspect of the presently disclosed subject matter, there is provided an analysis system for classifying possible defects identified within an inspection image of an inspected object, the system comprising a pattern matcher configured to determine an anchor location with respect to the inspection image, based on a matching of a template and a portion of the inspection image; wherein an accuracy of the determining

of the anchor location exceeds a resolution of the inspection image; a distribution analysis module configured to determine, based on the anchor location and a mask which defines different segments within an area, a distribution of a potential defect with respect to one or more of the segments; and a classifier, configured to classify the potential defect based on the distribution.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖爲：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

200	系統	202	參考資料輸入介面
204	檢查結果介面	210	成像系統
220	圖案匹配器	230	圖像處理模組
240	分佈分析模組	250	分類器
260	有形儲存器	270	輸出介面
280	時間上較後的檢查 模組	290	遮罩產生模組

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於用於在檢查圖像內分類的系統及方法。具體言之，本發明可實施於具有微小細節的製品（諸如晶圓、光罩及電子電路）之製造領域中。

【先前技術】

在許多實施中，對被檢查物件成像並隨後搜尋被檢查物件以發現目標圖案。舉例而言，可在空中圖像中搜尋敵軍坦克，可在製造期間成像的紡織織物中搜尋孔洞，及可對諸如晶圓之電子電路成像並在圖像中搜尋缺陷。

以在製造晶圓期間搜尋的缺陷作為實例，很清楚雖然缺陷可損壞電子電路的正常可操作性，但不同缺陷對電子電路操作的影響可能不同。因此，某些缺陷（例如）若對電路操作的影響很低，則可能對檢查方而言並無多大興趣。另外，有關不同缺陷的知識可用於製造將來類似的電子電路。

第 1A 圖及第 1B 圖圖示電子電路中兩種類型的缺陷，其中第 1A 圖及第 1B 圖中之每一圖圖示使用電子束檢查掃描的電子電路（諸如晶圓）。第 1A 圖及第 1B 圖中所圖示之該等電路中的每一電路中的灰階指示晶圓之彼部分中之電子電路的圖案。例如，不同導電率的材料（諸如導電材料和絕緣材料）可具有不同反射率，該等反射率可解譯為不同灰階。以下論述係關於以下實例：圖像

中的實質不同灰階值指示具有實質不同導電率的不同材料。

缺陷 10a 及缺陷 10c (亦表示為「邊緣粗糙度」缺陷) 位於兩種不同材料之間的晶圓的成像層的區域邊界上。因此，此缺陷的電子效應是相對有限的，且在某些情況下，可能幾乎未關注此缺陷。

另一方面，缺陷 10b 及缺陷 10d (亦表示為「短路閘」缺陷) 位於類似材料的成像層的兩個區域之間，且缺陷 10b 及缺陷 10d 可指示本應彼此絕緣的電子電路之兩部分之間的導電連接。因為此缺陷的電子效應可相對顯著，在某些情況下，例如，可以較高檢查解析度及/或使用較慢且更深(in-depth)的圖像分析進一步檢查此缺陷。

【發明內容】

根據本文揭示標的的一態樣，提供一種用於分類在被檢查物件之檢查圖像中識別的可能缺陷的分析系統，該系統包含：圖案匹配器，該圖案匹配器經配置以基於模板與檢查圖像之一部分的匹配決定相對於檢查圖像的停泊位置；其中決定停泊位置的精確度超過檢查圖像的解析度；分佈分析模組，該分佈分析模組經配置以基於停泊位置及界定區域內不同區段的遮罩，決定潛在缺陷相對於該等區段中之一或更多個區段的分佈；及分類器，該分類器經配置以基於該分佈分類潛在缺陷。

根據本文揭示標的的實施例，進一步提供一種系統，

其中被檢查物件係選自由以下組成之群組：電子電路、晶圓及光罩。

根據本文揭示標的的實施例，進一步提供一種系統，其中分佈分析模組經配置以用超過檢查圖像之解析度的精確度決定分佈。

根據本文揭示標的的實施例，進一步提供一種系統，其中不同區段對應於被檢查物件之具有不同物理性質的部分。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種系統，其中分類器經配置以根據一分類來分類潛在缺陷，在該分類中類別對應於對被檢查物件的可操作性的可能結果不同的缺陷類型。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種系統，其中圖案匹配器經配置以基於模板與檢查圖像之多個部分的匹配決定相對於檢查圖像的多個停泊位置；其中決定多個停泊位置的精確度超過檢查圖像的解析度；其中分佈分析模組經配置以基於遮罩及基於該多個停泊位置決定潛在缺陷相對於遮罩之至少一個區段的分佈；其中分類器經配置以基於由分佈分析模組為潛在缺陷決定的多個分佈分類潛在缺陷。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種系統，其中分類器進一步經配置以為進一步掃描選擇分類為某些類別的潛在缺陷，其中該選擇步驟包括以下步驟：抑制選擇分類為非該等某些類別的至少一個類別的

潛在缺陷；其中系統進一步包含檢查模組，該檢查模組經配置以用高於檢查圖像的解析度的解析度選擇性掃描被檢查物件之基於被選擇潛在缺陷的位置選擇的至少一個區域。

根據本文揭示標的的實施例，進一步提供一種系統，該系統進一步包含參考資料產生器，該參考資料產生器經配置以：基於被檢查物件參考區域之參考圖像界定遮罩；降低取樣參考圖像的一部分；及基於降低取樣的結果產生模板。

根據本文揭示標的的一態樣，進一步提供一種用於分類在被檢查物件之檢查圖像內識別的潛在缺陷的電腦化方法，該方法包含以下步驟：基於模板與檢查圖像之一部分的匹配決定相對於檢查圖像的停泊位置，其中決定停泊位置的精確度超過檢查圖像的解析度；基於界定區域內不同區段的遮罩及基於停泊位置，決定潛在缺陷相對於該等區段中之一或更多個區段的分佈；及基於該分佈分類潛在缺陷。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種方法，其中被檢查物件係選自由以下組成之群組：電子電路、晶圓及光罩。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種方法，其中決定該分佈的步驟包含以下步驟：用超過檢查圖像的解析度的準確度決定分佈。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種方

法，其中不同區段對應於被檢查物件之具有不同物理性質的部分。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種方法，其中分類步驟包含以下步驟：根據一分類來分類潛在缺陷，在該分類中類別對應於對被檢查物件的可操作性的可能結果不同的缺陷類型。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種方法，該方法包含以下步驟：基於模板與檢查圖像之多個部分的匹配決定相對於檢查圖像的多個停泊位置；其中決定多個停泊位置的準確度超過檢查圖像的解析度；基於遮罩及基於多個停泊位置決定潛在缺陷相對於該等區段中之一或更多個區段的分佈；及基於為潛在缺陷決定的多個分佈分類該潛在缺陷。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種方法，該方法進一步包含以下步驟：為進一步掃描選擇分類為某些類別的潛在缺陷，其中該選擇步驟包括以下步驟：抑制選擇分類為非該等某些類別的至少一個類別的潛在缺陷；及用高於檢查圖像的解析度的解析度選擇性掃描被檢查物件之基於被選擇之潛在缺陷的位置選擇的至少一個區域。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種方法，其中基於被檢查物件參考區域的參考圖像決定遮罩，其中該方法進一步包含以下步驟：產生模板，其中該產生步驟包含降低取樣該參考圖像的一部分的步驟。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種方法，其中從電腦輔助設計（CAD）資料產生參考圖像。

根據本文揭示標的的一態樣，更進一步提供一種可由機器讀取的程式儲存裝置，該程式儲存裝置有形實現指令程式，該指令程式可由機器執行以執行一種用於分類在被檢查物件之檢查圖像內識別的潛在缺陷的方法，該方法包含以下步驟：基於模板與檢查圖像之一部分的匹配決定相對於檢查圖像的停泊位置，其中決定停泊位置的精確度超過檢查圖像的解析度；基於界定區域內不同區段的遮罩及基於停泊位置，決定潛在缺陷相對於該等區段中之一或更多個區段的分佈；及基於該分佈分類潛在缺陷。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，其中被檢查物件係選自由以下組成之群組：電子電路、晶圓及光罩。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，其中決定該分佈包含：用超過該檢查圖像的解析度的準確度決定該分佈。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，其中不同區段對應於被檢查物件之具有不同物理性質的部分。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，其中該分類包含：根據一分類來分類潛在缺陷，在該分類中，類別對應於對被檢查物件的可操作性

的可能結果不同的缺陷類型。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，包含：基於模板與檢查圖像之多個部分的匹配決定相對於檢查圖像的多個停泊位置；其中決定多個停泊位置的準確度超過檢查圖像的解析度；基於遮罩及基於多個停泊位置決定潛在缺陷相對於該等區段中之一或更多個區段的分佈；及基於為潛在缺陷決定的多個分佈分類該潛在缺陷。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，進一步包含：為進一步掃描選擇分類為某些類別的潛在缺陷，其中該選擇包括：抑制選擇分類為非該等某些類別的至少一個類別的潛在缺陷；及用高於檢查圖像的解析度的解析度選擇性掃描被檢查物件之基於被選擇的潛在缺陷的位置選擇的至少一個區域。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，其中基於被檢查物件參考區域的參考圖像決定遮罩，其中該方法進一步包含以下步驟：產生模板，其中該產生步驟包含降低取樣該參考圖像的一部分的步驟。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，其中從電腦輔助設計（CAD）資料產生參考圖像。

【實施方式】

在以下詳細描述中，闡述了眾多具體細節以提供本發明的透徹瞭解。然而，熟習此項技術者將理解，可在無該等具體細節的情況下實踐本發明。在其他情況下，未詳盡描述熟知方法、程序及組件，以免使本發明模糊。

在所闡述圖式及描述中，相同元件符號指示不同實施例或配置所共有的彼等組件。

除非明確敘述，否則從以下論述中應瞭解說明書全文中使用諸如處理、計算、決定、產生、設定、選擇等術語的論述包括電腦操縱及/或轉換資料成為其他資料的動作及/或製程，該資料表示為物理量（例如電子量）及/或該資料表示實體物件。術語「電腦」應可擴張地解釋為覆蓋具有資料處理能力的任何種類電子裝置，該等電子裝置包括（藉由非限制性實例方式）個人電腦、伺服器、計算系統、通訊裝置、處理器（例如，數位信號處理器（DSP）、微控制器、現場可程式閘陣列（FPGA）、特殊應用積體電路（ASIC）等）、任何其他電子計算裝置及/或上述任意組合。

根據本文教示的操作可由特別為所要目的構造的電腦執行，或由儲存在電腦可讀取儲存媒體中的電腦程式特別為所要目的配置的通用電腦執行。

如本文中所使用，用語「例如」、「諸如」、「舉例」及上述之變型描述本文揭示標的的非限制性實施例。說明書中引用「一種情況」、「某種情況」、「其他情況」或上述之變型意味著結合一或更多個實施例描述的特定特徵

結構、結構或特點包括在本文揭示標的的至少一個實施例中。因此，用語「一種情況」、「某種情況」、「其他情況」或上述變型的出現不一定表示一或更多個相同實施例。

應瞭解，本文揭示標的的某些特徵結構（爲了清晰起見而在獨立實施例的上下文中描述該等特徵結構）亦可組合在單個實施例中提供。相反，亦可單獨或在任何合適的子組合中提供本文揭示標的的各個特徵結構（爲了簡潔起見而在單個實施例的上下文中描述該等特徵結構）。

在本文揭示標的的實施例中，可按照不同順序執行圖式中所示一或更多個步驟，及/或可同時執行步驟的一或更多個群組，且反之亦然。圖式圖示根據本文揭示標的的實施例的系統架構的概括示意圖。圖式中每一模組可由執行本文所定義及解釋之功能的軟體、硬體及/或韌體之任意組合構成。圖式中的模組可集中在一個位置或分散在超過一個位置上。

第 2 圖爲根據本發明實施例之分析系統 200 的方塊圖，分析系統 200 可用於分類在被檢查物件之檢查圖像內識別的潛在缺陷（或其他類型缺陷項目）。雖未必一定如此，但被檢查物件可選自由以下組成之群組：電子電路、晶圓及光罩。

系統 200 可以多種方式獲得檢查圖像。例如，系統 200 可組合檢查機器 210，檢查機器 200 用於（例如，在被

檢查物件之不同製造步驟期間) 檢查晶圓或其他類型被檢查物件。在另一實施中，系統 200 可連接至此檢查機器，或檢查圖像可藉由一次僅連接至該等檢查機器中的一個檢查機器的線下裝置來傳輸。此外，系統 200 可為已整合了以下論述之改型及/或特徵結構中部分或全部的檢查機器。

如下文中將詳細論述，系統 200 之該等組件中的一或更多個組件可用於分類在晶圓之掃描圖像中偵測到的潛在缺陷。該已決定之分類以後可用於製造晶圓及/或用於晶圓以後的檢查步驟中。在參考以下論述之方法 500 查看後可更清楚系統 200 可操作的部分方式。

系統 200 包括圖案匹配器 220，該圖案匹配器 220 經配置以基於模板與檢查圖像之一部分的匹配決定相對於檢查圖像的停泊位置。例如，圖案匹配器 220 可經配置以計算模板與檢查圖像之不同部分之間的關係，且經配置以基於與模板關係最大的部分決定停泊位置。視情況，圖案匹配器 220 可經配置以在檢查圖像內選擇具有預定單元大小之單元區域（例如基於關係結果選擇具有最大關係之區域）。應指出，雖然未必一定如此，但圖案匹配器 220 可經配置以用超過檢查圖像之解析度的精確度決定停泊位置。下文關於方法 500 之步驟 530 及 540 進一步詳細論述圖案匹配器 220 可操作的方式之實例。

可自參考資料輸入介面 202 接收模板，或可由系統 200 之組件（諸如圖像處理模組 230）產生模板。可經由檢

查結果介面 204 接收檢查圖像，或藉由成像系統 210（亦表示為「檢查機器」）取得檢查圖像。

視情況，系統 200 可包括圖像處理模組 230，該圖像處理模組 230 可經配置以升取樣區域 110 至大於檢查圖像之解析度的解析度。下文關於方法 500 之步驟 550 進一步詳細論述圖像處理模組 230 可操作的方式之實例。

分佈分析模組 240 經配置以基於停泊位置及基於界定區域內不同區段之遮罩，來決定識別項目（例如潛在缺陷）相對於遮罩之該等區段中之一或更多個區段之分佈。下文關於方法 500 之步驟 560 進一步詳細論述分佈分析模組 240 可操作的方式之實例。

如下文將詳細論述，根據本發明之實施例，分佈分析模組 240 可經配置以相對於遮罩之解析度決定子像素位準中的分佈。

系統 200 之分類器 250 經配置以基於分佈分析模組 240 為識別項目決定的分佈（亦有可能基於例如下文討論之分類規則）分類該識別項目（例如潛在缺陷）。應指出，分類器 250 可在潛在缺陷分類期間使用關於該潛在缺陷之額外因素，如灰階、大小、形狀等。

系統 200 可包括有形儲存器 260（例如硬碟機、快閃驅動器等），用於將該分類（或該分類之一部分，例如僅被分類為值得注意的缺陷）儲存至有形儲存器。系統 200 亦可包括輸出介面 270，用於（例如經由電纜連接或經由無線連接）將分類（或分類之一部分）傳輸至外部系

統，其中該外部系統可又基於該分類動作。

系統 200 亦可包括檢查模組，該檢查模組可為藉由掃描諸如晶圓之被檢查物件提供前述檢查圖像之前述檢查機器 210，且該檢查模組或者可為時間上較後的檢查模組 280，該時間上較後的檢查模組 280 經配置以用大於檢查圖像之解析度的解析度檢查晶圓（或其他被檢查物件）。該檢查模組經配置以用大於檢查圖像之解析度之解析度選擇性掃描被檢查物件之基於識別項目（例如潛在缺陷）之位置選擇的區域，該等區域分類為某些類別，但不分類為其他類別中之至少一個類別（亦即，抑制選擇分類為非該等某些類別的至少一個類別的潛在缺陷）。時間上較後檢查模組 280 之視場比檢查機器 210 之視場窄，但不一定如此。

在此情況下，為進一步掃描選擇之區域可基於分類為某些類別但不分類為其他類別中至少一個類別的潛在缺陷之位置選擇。例如，較高解析度之掃描可在分類為「短路閘」之可能缺陷之位置周圍進行，但不在分類為「邊緣粗糙度」之可能缺陷之位置周圍進行。

應指出，檢查機器 210 及/或時間上較後的檢查模組 280（若實施）可實施為各種類型之檢查機器，諸如光學成像機、電子束檢查機器、雷達、光偵測及測距裝置（Light Detection And Ranging，LIDARs）等等。

大體而言，可使用不同技術（其中有光學檢查及電子束檢查）實施識別晶圓中（或另一被檢查物件中）之缺

陷。使用系統 200 可促進使用大於一種的檢查技術。例如，首先由檢查系統 200 以相對快速且較粗略之方式執行晶圓之初始檢查（例如使用光學檢查或電子束檢查組用於粗略及快速檢查）。稍後，又使用相對慢速但更準確的檢查研究初始檢查中發現的（基於分類器 250 之分類結果選擇的）一些潛在缺陷。可用檢查機器 210 之另一模式或在不同的時間上較後的檢查模組 280 中執行該時間上較後的掃描（在製程中亦稱為例如由 DRSEM - 缺陷複查掃描電子顯微鏡執行之「複查」）。

參見上文提及之遮罩，視情況，該遮罩可界定多種類型之區段，其中類型的數目小於區段的數目。在該等實施中，分佈分析模組 240 可經配置以決定在該等類型中之一或更多個類型之間的潛在缺陷的基於類型的分佈；且分類器 250 可經配置以基於該基於類型的分佈分類潛在缺陷。然而，為了解釋簡單，將假定獨立於其他區段而處理每一區段。

雖未必一定如此，但不同區段可對應於被檢查物件具有不同物理性質（諸如製造材料、反射值、電導率等）的部分。如以下更詳細論述，分類器 250 可經配置以根據分類（該分類中類別對應於對被檢查物件的可操作性的可能結果不同的缺陷類型）來分類潛在缺陷（或其他識別項目）。

在一些實施中，圖案匹配器 220 可經配置以基於模板與檢查圖像之多個部分的匹配決定相對於檢查圖像的多

個停泊位置。同樣地，圖案匹配器 220 可視情況經配置以基於模板與檢查圖像之多個不同部分的關係在檢查圖像中選擇具有預定單元大小的多個單元區域。與在選擇單個停泊位置的情況一樣，決定多個停泊位置的精確度可超過檢查圖像的解析度。

分佈分析模組 240 可經配置以在該實施中基於遮罩及基於多個停泊位置，來決定潛在缺陷相對於遮罩之至少一個區段的分佈。此外，分類器 250 可經配置以基於分佈分析模組 240 為單個潛在缺陷決定的多個分佈，來分類該單個潛在缺陷。

參考以下論述之第 5 圖的實例及術語，因為根據本發明之實施例，單個識別項目可被包括在兩個或兩個以上已處理單元區域中，故分類器 250 可經配置以基於在該兩個或兩個以上不同單元區域中為潛在缺陷決定的分佈，來分類該潛在缺陷。

系統 200 不從外部系統經由參考資料輸入介面 202 接收遮罩及模板，而是可包括參考資料產生器（未圖示），該參考資料產生器經配置以基於被檢查物件參考區域之參考圖像界定遮罩。系統 200 之參考資料產生器可經配置以降低取樣參考圖像之一部分，且經配置以基於降低取樣之結果產生模板。雖然模板可具有小於參考圖像及/或檢查圖像之解析度，但應指出，在模板產生中亦可聯合降低取樣或代替降低取樣實施除簡單降低取樣之外的圖像處理技術。參考資料產生器可經配置以自電腦輔助

設計（CAD）資料產生參考圖像或經配置以將掃描圖像用作參考。

如上所述，關於方法 500 更詳細論述系統 200 及系統 200 之組件可操作的部分方式。

系統 200 可在電腦（諸如 PC）上實施，例如實施執行時檢查結果之整體分類（基於圖像之屬性，IBA）之電腦，但並非一定如此。系統 200 之該等模組或組件中之每一者可以軟體、硬體、韌體或上述任意組合實施。另外，系統 200 亦可包括未圖示之其他組件（例如電源、顯示器等），且該包括對於熟習此項技術者係顯而易見的。

第 3 圖為根據本發明實施例之一種用於分類被檢查物件之檢查圖像內識別的項目的電腦化方法 500 的流程圖。參見之前圖式中所闡述的實例，系統 200 可執行方法 500。即使未明確說明，但系統 200 之不同實施例亦可實施方法 500 之各個揭示變化同樣地，系統 500 之不同實施例可包括執行完成系統 200 之各個揭示變化的步驟，即使簡潔且清晰描述不一定進行此重複亦如此。

可針對各個類型之被檢查物件（自較小規模（例如毫米或奈米級物件）至諸如自飛機或衛星成像之地理區域的較大物件）實施方法 500。識別之項目可為特定項目或項目之群組（例如尋找地區圖像中之坦克），但識別之項目亦可為（例如）預期圖案之偏差（諸如紡織織物中孔洞或晶圓中潛在製造缺陷）。

爲了清晰說明本揭示案，使用被檢查物件之修正實例來舉例說明方法 500 之不同步驟，該被檢查物件係選自由以下組成之群組：電子電路、晶圓及光罩（可用於在實施將光透過此光罩之製程（諸如微影術）中製造電子電路或其他物件的部分透明板）。在該等情況下將使用潛在缺陷之實例舉例說明在檢查圖像中識別的一或更多個項目。然而此領域中一般技藝者將理解，此僅爲一個實例，且可實施被檢查物件之許多其他類型及在被檢查物件之檢查圖像中識別的項目（諸如上文提供之實例）。

方法 500 可包括接收檢查結果之步驟 510，該等檢查結果包括其中成像了被檢查物件之至少一部分的檢查圖像。參見之前圖式中所闡述之實例，可由檢查結果介面（諸如系統 200 之檢查結果介面 204）執行步驟 510。

檢查結果可進一步包括識別在檢查圖像中被識別的一或更多個項目之項目識別資訊。項目識別圖像可包括以下一或更多者：

- a. 該一或更多個項目中之每一個項目之位置資訊（例如指示檢查圖像中對應於項目之一或更多個像素，或甚至是在子像素準確度上的指示）；
- b. 大小資訊，指示項目大小（例如用像素指示）；
- c. 類型資訊，識別項目之初始分類；
- d. 檢查圖像之小圖像摘錄，該等小圖像摘錄中之每一個小圖像摘錄包括該等項目中一或更多個項目；
- e. 一或更多個分級系統中項目的分級（例如指示所

指示潛在缺陷為缺陷的可能性)。

很清楚，項目識別資訊可包括額外資訊。在項目為晶圓之檢查圖像中識別之潛在缺陷的實例中，項目識別資訊亦可稱為缺陷列表。

很清楚，接收檢查圖像之步驟可被替換為獲取（或產生）檢查圖像之步驟。例如，該步驟可由光學照相、由電子束檢查或由雷射束檢查等實施。同樣地，可不僅藉由從外部實體接收項目識別資訊來取得該資訊，亦可藉由圖像處理檢查圖像且基於圖像處理之結果產生項目識別資訊來取得。

方法 500 亦可包括步驟 520，該步驟 520 包括以下步驟：接收包括以下資料實體中之至少一者的參考資料（以下資料實體之內容及使用將在下文描述）：模板、遮罩及分類規則。在另一實施中，可將彼等資料實體中之一或更多個資料實體產生為該方法之一部分。關於方法 600 論述該等資料實體之產生，該產生可實施為方法 500 之一部分，或獨立於方法 500 實施。參見之前圖式中所闡述之實例，可由參考資料輸入介面（諸如系統 200 之參考資料輸入介面 202）執行步驟 520。模板、遮罩及分類規則可為使用者定義、機器定義等。

將在預定過程中論述分類規則，作為方法 500 中分類規則之使用的論述的一部分。將參考第 4 圖介紹模板及遮罩資料實體。

第 4 圖圖示根據本發明實施例之模板 300 及遮罩 400

之表示。根據本發明之此實施例，模板 300 為圖像。模板圖像可為被檢查物件之一部分的實際圖像或為類似圖像。例如，可藉由實際上對被檢查物件（或類似參考物件，如下文論述）之一部分成像來取得模板 300 之圖像資料。在其他實施例中，可藉由處理設計資料（例如 CAD 資料）來取得模板 300 之圖像資料。如下文將論述，可藉由降低取樣較高解析度之初始圖像的至少一部分（亦即減少較高解析度之初始圖像的至少一部分之空間解析度）來取得模板之圖像資料。所接收模板之解析度可與執行時檢查圖像之解析度相同，但未必一定如此。

遮罩（由表示為 400 的區域表示）界定預定區域（亦稱為「單元大小區域」。雖然應用了單位轉換，但單元大小區域上下文中的術語「大小」係關於檢查平面之坐標，諸如檢查晶圓時晶圓之被檢查層之平面）內不同區段 410。

不同區段 410 可具有相同大小或不同大小，以及相同形狀或不同形狀。雖然區段 410 圖示為矩形，但並非一定如此，且亦可實施其他形狀的區段 410。各個區段 410 可覆蓋遮罩的整個面積，但並非一定如此。

或者可回應於外部資料界定遮罩大小。例如，若被檢查物件包括重複圖案（例如第 6 圖中所舉例說明），則遮罩大小可對應於重複圖案（第 6 圖中表示為 180）之大小或對應於重複圖案之一部分的大小。

視情況，遮罩 400 界定之區段 410 可為多種類型（例

如，其中類型的數目小於區段的數目)。例如三個表示為 410(1)之區段為相同類型。該等區段 410(或不同類型區段)中之每一個區段可對應於被檢查物件之具有不同物理性質之部分。例如，被檢查物件不同的電導率位準可對應於不同類型之區段。

可根據方法 500 已完成項目類型(或多個類型)分類的項目類型界定各個區段 410(或不同類型區段)。例如，若方法 500 用於分類潛在缺陷，則不同區段 410(或區段類型)可對應於被檢查物件(例如晶圓、電子電路或光罩)之對缺陷具有不同易感性及/或對不同類型缺陷具有不同概率的不同部分。應指出，在一些實施中，單個區段可覆蓋未彼此連接的區域。例如，在此實施中，所有區段 410(1)可視為單個區段，且不僅視為相同類型的多個區段。

可用不同格式儲存遮罩。例如，可將遮罩儲存為圖像(其中不同顏色對應於不同類型之區段);儲存為表格(例如表示該等區段中之每一個區段的起點、尺寸及可能類型);以向量格式儲存等等。

在第 4 圖中，模板 300 及所表示遮罩(表示為 400)兩者皆對應於被檢查物件之類似大小的區域(雖然可能具有不同解析度)。然而，在其他實施中(例如第 5 圖中所舉例說明)，模板及遮罩所相關的實體區域可能彼此不同。在此情況下，彼等對應區域中之一個區域可部分重疊或甚至不重疊地包含在另一者中(如第 5 圖中所舉例

說明)。

回到第 3 圖，方法 500 可包括將模板與檢查圖像的至少一部分相關聯的步驟 530。雖然模板不一定與檢查圖像中相關部分之任一者相同，但模板與該等部分中之一些部分的關係可能大於該模板與其他部分的關係。例如，模板與該等部分中之一個部分的關係可能相對較高，且至少大於檢查圖像相對於該部分略微移位之部分。參見之前圖式中所闡述之實例，可由圖案匹配器（諸如系統 200 之圖案匹配器 220）執行步驟 530。

應指出，該關係不一定符合檢查圖像的像素。應指出，該關係可用子像素精確度實施（例如用遮罩像素的千分之一的精確度實施）。自第 5 圖中實例可看出，在實例中假定為與模板最佳相關的區域 130 不在表示檢查圖像 100 像素的網格上，而是以子像素解析度定位（因此決定）。可基於缺陷列表（例如僅在偵測到潛在缺陷的晶圓區域中）或與缺陷列表無關地執行步驟 530 之相關。

方法 500 之步驟 540 包括以下步驟：基於模板與檢查圖像之一部分的匹配決定相對於檢查圖像的停泊位置。參見之前圖式中所闡述之實例，可由圖案匹配器（諸如圖案匹配器 220）執行步驟 540。停泊位置可為（例如）停泊位置 120（停泊位置 120 可為無尺寸點或另一種類的停泊）。應指出，雖然可由關係實現模板與圖像一部分（例如第 5 圖中所示區域 130）的匹配（諸如在步驟 530 中），但在其他實施中，可實施其他匹配技術（諸如圖案

偵測等等)。雖未必一定如此，但在某些實施中，決定停泊位置的準確度超過檢查圖像的解析度。

視情況，方法 500 可包括步驟 542，該步驟 542 包括以下步驟：在檢查圖像中選擇具有預定單元大小的單元區域，其中該選擇步驟基於模板與檢查圖像之至少一部分的關係（或兩者之間的其它匹配類型）。以某種方式，若提前已知停泊位置與單元大小區域之間的幾何關係（例如第 5 圖中箭頭 122 以及區域 110 大小），則步驟 542 中選擇單元區域可為步驟 540 中選擇停泊位置的直接副產物。

雖然應用了單位轉換，但單元區域上下文中的術語「大小」係關於檢查平面（例如檢查晶圓時晶圓之被檢查層之平面）之坐標。雖然單元大小可與遮罩界定的區域大小相同，但並非一定如此，且遮罩可界定更大區域內包括前述單元大小區域的區段。參見之前圖式中所闡述之實例，可由相關器（諸如相關器 220）執行步驟 540。

應指出，若遮罩之解析度大於單元區域之解析度，則即使兩個區域關於檢查平面中類似大小區域，該等區域仍具有不同像素大小。參見檢查平面之坐標中的模板大小，單元區域的大小可小於模板區域、類似於模板區域或大於模板區域。

在本發明之一些實施中，可在執行步驟 540 之前實施決策規則，根據該決策規則，若檢查圖像沒有區域可以足夠成功的方式匹配模板，則方法終止。例如，若未發

現檢查圖像中有超過預定閾值的關係得分的一部分，則不一定決定停泊位置。雖然基於檢查圖像中至少一部分與模板的關係自該至少一部分選出步驟 530 的一個可能結果（或者將模板與檢查圖像之一區域匹配的另一步驟），但另一可能結果是找不到匹配的區域。

視情況，回到步驟 540，可能為從檢查圖像的彼等部分中挑出的任一部分界定停泊（參見第 5 圖的實例，停泊 120 可在檢查圖像 100 內選擇的區域 130 中界定或相對於檢查圖像 100 內選擇的區域 130 界定）。若實施步驟 542，則該選擇步驟可包括以下步驟：選擇檢查圖像在步驟 530 中選出的部分（或多個部分），但亦可包括以下步驟：選擇檢查圖像的另一區域。再次參見第 5 圖之實例，步驟 542 中所選區域 110 大於步驟 530 中所選區域 130。可相對於在步驟 540 中決定的停泊 120 界定區域 110（亦稱為「單元區域」110）（例如可相對於從檢查圖像中選出的區域 130 基於匹配界定區域 110）。

如上所提及，被檢查物件可包括重複圖案（例如第 6 圖中舉例說明）。若模板對應於在圖案中重複的一部分（或全部）區域，則檢查圖像的許多類似部分可匹配模板（例如如步驟 530 中相關），且可在步驟 540 中相應地決定許多停泊位置。

例如，第 6 圖檢查圖像 100 中成像的被檢查物件包括重複圖案，該重複圖案包括多對垂直線。雖然彼等多個區域不相同，但模板與彼等區域中之一個區域的每一匹

配可導致在步驟 540 中（例如基於檢查圖像之不同部分與模板（未圖示）的關係）界定獨立停泊位置。

檢查圖像中類似於模板的多個部分可導致甚至在類似部分不形成重複圖案時亦決定多個停泊位置（及亦可能導致選擇多個單元大小區域）。尤其是，在一些實施中，可實施多個模板（例如該等模板對應於晶圓的不同重複圖案），其中可在步驟 540 中基於檢查圖像各個區域與多個模板之匹配可決定多個停泊位置。在此情況下，不同大小的遮罩可用於該等區域。若在步驟 540 中決定多個停泊位置區域，則可對彼等多個停泊位置之部分或全部重複方法 500 之以下步驟的部分或全部。

如上所述，遮罩解析度可不同，且尤其可大於檢查圖像的解析度。亦即，界定遮罩區域中所界定區段的解析度大於檢查圖像的解析度，且尤其若在可選步驟 542 中選擇單元區域則該解析度大於一或更多個選定單元區域的解析度。

在此情況下，方法 500 可視情況包括步驟 550：將步驟 542 之單元區域升取樣至大於檢查圖像解析度的解析度。具體而言，步驟 550 可包括將單元區域升取樣至遮罩解析度。參見之前圖式中所闡述之實例，可由圖像處理模組（諸如系統 200 之圖像處理模組 230）執行步驟 550。

參見第 5 圖之實例，區域 110（下文中亦簡稱為「單元」或「區域 110」）為 $X_{\text{cell}} * Y_{\text{cell}}$ 像素大小的區域。可

看出，雖然 X_{cell} 及 Y_{cell} 可為整數，但區域 110 之位置不一定恰好在檢查圖像 100 之像素網格（表示為 102）上。例如，可對在非整數像素坐標中界定的區域達成模板與檢查圖像之間的最佳匹配。在另外的實例中，可在非整數像素坐標中界定停泊位置 120 與對應區域 110 之間的距離。

在第 5 圖右側，圖示區域 110 的升取樣版本（表示為 110'）與遮罩 400 之表示重疊。可看出，在檢查圖像解析度中區域 110（亦稱為「單元」）大小為 $6*6$ 像素。區域 110 的升取樣版本大小為 $15*15$ 像素。在所圖示實例中，將區域 110 升取樣成區域 110' 包括將解析度增加 $N=2.5$ 倍。再次應注意，雖然可在本發明之一些實施中實施選定單元區域之升取樣，但並非一定如此。如上所提及，在一些實施中，不選擇或界定此等單元區域。

若實施升取樣，則升取樣可包括簡單線性內插。在其他實施中，可實施其他類型的內插技術，諸如雙立方內插、雙線性內插、最相鄰內插等。

藉由說明之方式，在實施線性內插的實例中，檢查圖像中的高亮像素 140 對應於遮罩解析度（若確實實施為光域圖像（raster image））中的 $N*N$ 像素區域（表示為 140'）。

高亮像素 140 可表示（例如）在檢查圖像之分析期間偵測到的潛在缺陷之位置。然而應指出，潛在缺陷亦可能界定為大於或小於單個像素。

遮罩之不同區段 410 圖示為以子像素解析度界定。此舉可例如在遮罩的向量表示中實施。應指出，在一些實施中，（例如若遮罩界定為光域圖像）遮罩之區段 410 可僅以完整像素的解析度界定。在第 5 圖中將遮罩的不同區段列舉為 410(3)、410(4)、410(5)及 410(6)。可在遮罩中將表示為 410(0)的區域界定為區段（因此具有覆蓋整個區域的區段），或完全不界定示為 410(0)的區域（因此具有僅部分覆蓋區域的區段）。

回到第 3 圖，方法 500 繼續執行步驟 560：基於遮罩（如上文所提及之該遮罩界定區域內的不同區段）及基於停泊位置決定識別項目（例如潛在缺陷）相對於該等區段中之一或更多個區段的分佈。參見之前圖式中所闡述之實例，可由分佈分析模組（諸如系統 200 之分佈分析模組 240）執行步驟 560。

參見第 5 圖之實例，應指出，遮罩之區段與識別項目之間的關係可藉由以下知識促進：關於停泊位置 120 與遮罩之至少一個參考點之間的關係（該關係藉由箭頭 122 圖示且該關係可為參考資料的一部分）的知識；及關於停泊位置 120 與識別項目上至少一個參考點之間的關係的知識（該關係藉由箭頭 124 圖示，且可決定該關係，因為停泊位置與識別項目位置兩者皆界定在檢查圖像 100 之坐標內）。

可看出，區域 140'（該區域 140'為檢查圖像之像素 140 之放大類比）分佈在遮罩之區段 410(0)、區段 410(3)與

區段 410(6)之間。如上文提及，潛在缺陷（或其他項目）大小亦可大於或小於一個像素。如上文提及，識別項目（例如晶圓中潛在缺陷）可與項目識別資訊所獲得之位置資訊及亦可能的大小資訊及/或分級相關聯。

應指出，決定分佈之步驟可包括以下步驟：用超過模板解析度、檢查圖像解析度之精確度及/或界定遮罩之精確度決定分佈。此舉尤其賦能基於高解析度規則的分類而不需要增加掃描解析度。

在第 7 圖之實例中，在檢查圖像中識別之項目（例如潛在缺陷）之大小不為單個像素（第 5 圖中實例為單個像素），而為四個像素，如第 7 圖中區域 150 所示。區域 150 之升取樣類比為區域 152。圖示區域 152 分為四個四分之一部分，但此舉僅為說明緣故，且如上文提及，用較高解析度完成分佈之決定。

可看出，區域 152 略微超過一半的區域重疊區段 410(7)，且略微小於一半的區域重疊區段 410(8)。此情況藉由經決定之分佈（表示為 900）所反映，在該分佈中區段類型 1（該區段類型 1 對應於區段 410(8)）接收剛好小於 2 之得分，且區段類型 2（該區段類型 2 對應於區段 410(7)）接收剛好超過 2 之得分。在所提供實例中，分佈中的得分之單位給定等於檢查圖像之原始像素，但熟習該項技術者應理解，可實施決定分佈之任何其他方法。舉例而言，可以百分比、像素（通常為分數數目）、奈米等決定分佈，其中該界定通常將類似於分類

邏輯之界定方式。

應指出，雖然對應於識別項目之區域可分佈在遮罩的多個區段之間，但並非一定如此，且整個區域可對應於遮罩之單個區段。

如上文所提及，遮罩可界定多個類型的區段（例如區段 410(7)及區段 410(8)），其中類型數目小於區段數目。在此情況下，決定分佈之步驟可包括以下步驟：決定在該等類型中之一或更多種類型之間的潛在缺陷的基於類型的分佈，例如第 7 圖中所舉例說明。在此情況下分類步驟 570 將基於該基於類型的分佈。

回到第 3 圖，方法 500 進一步包括步驟 570：基於為識別項目所決定之分佈分類識別項目（例如潛在缺陷）。該分類步驟 570 可進一步基於分類規則（亦可稱為「分組規則」、「分組邏輯」及「分類邏輯」）。參見之前圖式中所闡述之實例，可由分類器（諸如系統 200 之分類器 250）執行步驟 570。

分類規則可基於識別項目之分佈指示識別項目（例如潛在缺陷）的應所屬的分類。舉例而言，參見第 7 圖中說明，分類規則可指示在晶圓之檢查圖像中識別之潛在缺陷在小於 50%之缺陷對應於區段 410(7)時應分類為不重要；在超過 50%之缺陷對應於該區段 410(7)時分類為重要。

表 1 為根據本發明實施例之分組邏輯之實例。類別名列中所展示最終分類及選定此分類的規則由中間五列中

的符號(1, 0, X)表示。「1」表示必須找到區段，「X」表示可找到或可不找到區段，「0」表示禁止找到區段。在實施中，優先級指示若滿足兩個或兩個以上規則的條件，則將選擇具有較低優先級指數的規則。例如，滿足選擇規則 2 之條件亦滿足規則 3。然而，因為規則 2 具有較低優先級指數，則將選擇規則 2 而不選擇規則 3。

優先級	區段 1	區段 2	區段 3	區段 4	其他	類別名
1	0	0	0	1	0	僅 4
2	0	0	0	1	1	4 及其他
3	1	1	0	X	X	DOI 1
4	1	1	1	X	X	DOI 2

表 1

分類步驟 570 可僅為較大分類製程之一部分，此情況還可取決於其他參數。例如，識別項目（例如晶圓之潛在缺陷）之分類亦可取決於識別項目之大小、顏色、明場/暗場等。可藉由將分類方法 500 組合在更通用分組應用程式（諸如用於在先前技術機器中分組晶圓檢查中之潛在缺陷之彼等應用程式）中來實施此分類。

如上文所提及，不同類型之區段可對應於被檢查物件之具有不同物理性質（例如電性質、不同內部構造、不同製造材料等）之部分。在此情況下，分類步驟可包括以下步驟：將潛在缺陷分類為對應於對被檢查物件之電操作性具有不同電學可能結果之缺陷類型的類別。此舉可（例如）包括將晶圓或光罩中潛在缺陷分類為「邊緣粗糙度」缺陷與「短路閘」缺陷。

如上文指示，方法 500 可包括以下步驟：基於模板與檢查圖像之多個不同部分的匹配（可能僅在檢查圖像偵測到缺陷的區域中，但並非一定如此）決定檢查圖像內的多個停泊位置（及亦可能決定預定單元大小的單元區域）。在此情況下，決定分佈及分類之步驟（以及方法 500 之可能其他步驟）可重複用於多個單元區域。

回到所決定之分佈，應指出，因為單元區域可能彼此部分重疊（例如在諸如第 6 圖中所舉例說明之重複圖案中），故可能對遮罩的單個項目（例如潛在缺陷）處理兩次（在步驟 560 中），且每一次處理中該項目之缺陷分佈將不同。在此情況下之分類規則可包括有關如何處理此情境之指令，例如取最差情況、將結果平均或取在結果中出現兩次之潛在缺陷等。

大體而言，根據本發明實施例，分類步驟可包括以下步驟：基於兩個或兩個以上分佈分類潛在缺陷，該兩個或兩個以上分佈係基於兩個或兩個以上停泊位置所決定。

一旦已分類了項目（或多個項目），則可基於該分類繼續動作。方法 500 可在結束時將分類（或分類之部分，例如僅分類為值得注意的缺陷）儲存至有形儲存器及/或將分類（或分類之部分）傳送至外部系統，該外部系統進而可基於該分類動作。

然而，方法 500 亦可在結束時執行基於該分類之其他動作。例如，方法 500 可繼續執行步驟 580：用大於檢

查圖像解析度之解析度選擇性掃描被檢查物件之區域。在此情況下，選擇用於進一步掃描之區域可基於分類為某些類別但不為其他類別中至少一個類別的潛在缺陷之位置加以選擇。例如，較高解析度之掃描可在分類為「短路閘」之可能缺陷之位置周圍進行，但不在分類為「邊緣粗糙度」之可能缺陷之位置周圍進行。

參見之前圖式中所闡述的實例，可由諸如檢查機器 210 之檢查機器或由諸如時間上較後的檢查模組 280 之時間上較後的檢查模組(該檢查模組可為另一檢查機器)執行步驟 580。例如，若被檢查物件實際上為晶圓，則可使用第一解析度下之電子束檢查 (Electron Beam Inspection; EBI) 取得檢查圖像，同時基於潛在缺陷之分類方式所選擇之潛在缺陷可進一步由缺陷複查掃描電子顯微鏡 (Defect Review Scanning Electron Microscope ; DRSEM) 以高得多的解析度檢查。

可基於所選擇潛在缺陷之高解析度檢查宣告晶圓 (或晶圓之特定晶粒) 為可使用的或不可使用的。僅檢查基於遮罩分類之潛在缺陷而不檢查其他潛在缺陷 (其他潛在缺陷可位於晶圓之「不感興趣」區域) 節省時間及資源，且亦可改良檢查結果。例如，掃描晶圓之較少區域會導致由電子束掃描設備發射之電子束產生的電荷的較少積聚。

整體參見方法 500，該方法 500 可包括以下步驟：將晶圓之執行時檢查圖像之區域與模板相關 (該步驟亦可

稱為「模板停泊」)。基於此關係，選擇檢查圖像之區域且隨後將該區域升取樣以提供對應於遮罩之區域。雖然遮罩之決定可為相對長之製程，因為該步驟可用於許多被檢查晶圓（或任何其他被檢查物件）之執行時檢查，但此情景下之執行時檢查應相對較快（因為該執行時檢查重複多次）。為了獲得此快速性，可用相對較低解析度執行檢查。

應指出，雖然提供了對分類製程有用之額外資訊，但方法 500 並非一定增加任何執行時檢查時間，且雖然方法 500 可提供子像素精確度之資訊，但該方法不需要減少執行時檢查像素大小。

應指出，雖然以上實例係關於電子束掃描，但所揭示技術亦可實施用於其他類型檢查或成像（例如光學、雷達、聲納等）。同樣地，雖然一些以上實例係關於諸如晶圓之電子電路的檢查，但所揭示技術亦可實施用於其他類型檢查物件（不管是奈米級還是其他級別）。

如上文提及，可以不同方式產生方法 500 所使用之模板及遮罩。例如，可基於被檢查物件參考區域之參考圖像決定遮罩。將在下文論述，在此情況下之方法可包括以下步驟：降低取樣參考圖像之至少一部分以提供具有較低解析度之模板。應指出，除了降低取樣之外，模板產生亦可包括額外類型之圖像處理。

被檢查物件參考區域可為相同被檢查物件之一部分（例如相同晶圓中另一晶粒），或被檢查物件參考區域可

屬於另一被檢查物件（例如同一批次或另一批次中的另一晶圓）。可由用於方法 500 之獲得檢查圖像之步驟之同一檢查機器產生此情況下之參考圖像。在另一實施中，可自電腦輔助設計（CAD）資料產生參考圖像。

可根據方法 600 之製程執行用於方法 500 中遮罩及/或模板之產生。

第 8 圖圖示根據本發明實施例之用於產生可用於分類（例如用於方法 500 中）的參考資料的方法 600。

方法 600 以獲得被檢查物件參考資料之參考圖像的步驟 610 作為開始。若參考圖像為實際物件圖像（且例如並非基於 CAD 資料），則可藉由直接掃描、檢查等或藉由自另一系統接收可獲得參考物件（該參考物件可選自由以下組成之群組：電子電路、晶圓、光罩，但並非一定如此）之高解析度圖像。高解析度圖像可包括整個參考物件或只是參考區域之成像資料。參見之前圖式中所闡述的實例，可藉由諸如檢查結果介面 204 之檢查結果介面或諸如檢查機器 210 之檢查機器執行步驟 610。

例如，高解析度參考圖像可為晶粒或晶粒之一部分的圖像。可自高解析度檢查製程及/或自電腦輔助設計（CAD）檔案收集高解析度參考圖像。舉例而言，藉由增加電子束檢查工具之解析度或藉由使用 SEM 成像系統來收集高解析度圖像。

一旦獲得了高解析度圖像，則該高解析度圖像可用於界定資訊，該資訊可以後用於所偵測到可能缺陷之實際

分類。方法 600 可繼續執行識別參考圖像中感興趣圖案的步驟 620。此感興趣圖案可稱為「黃金單元」。可由人員識別或自動產生該感興趣圖案。應指出，可在檢查圖像中重複多次該圖案或「黃金單元」，但並非一定如此。參見之前圖式中所闡述之實例，可由圖像處理模組（諸如圖像處理模組 230）執行步驟 620。

方法 600 之步驟 630 包括以下步驟：產生界定單元大小區域中不同區段的遮罩。在包括重複圖案的參考圖像的情況下，單元大小可實質上類似於重複圖案大小（或類似於重複圖案之子區域，例如類似於步驟 620 中界定之感興趣圖案）。應指出，在一些實施中，遮罩大小可小於重複圖案大小（可能明顯較小）或大於重複圖案大小。參見之前圖式中所闡述之實例，可由遮罩產生模組（諸如系統 200 之遮罩產生模組 290）執行步驟 630。

在遮罩中界定不同區段。可因為不同原因界定該等不同區段。例如，區段可經界定以對應於電子電路（或其他項目）在黃金單元圖案內對應區域或其他感興趣區域處的不同功能。在另一實例中，可界定區段以對應於對缺陷的不同易感性。在遮罩中界定之區域的數目可對於不同被檢查物件（例如對於不同電子電路）而不同，且數目可根據分類之基於該等區段對於稍後進行之缺陷偵測及/或缺陷分析的有用性而不同。

例如，雖然在一些實施中遮罩中不同區段的數目可為三個、五個或八個，但在其他設施中，可界定幾十個或

甚至幾百個區域。可由人員或電腦(例如基於 CAD 資料)執行遮罩區段之界定。

應指出，若實際上用比稍後用於方法 500 中之執行時檢查的解析度高的解析度產生遮罩，則在步驟 630 中用相對高的解析度(例如用高解析度參考圖像之解析度)界定遮罩之區段。雖然在一些實施中，在遮罩中界定之區段在遮罩整個區域中不重疊或覆蓋彼此，但並非一定如此，且遮罩之一些區域可能不屬於任何區段。

應指出，雖然其中分類識別項目(例如潛在缺陷)的方法 500 中之執行時檢查可用相對較低解析度(例如具有對應於高解析度像素大小之 2 倍、3 倍或更多倍之像素大小)執行，但使用高解析度遮罩(連同檢查圖像之一部分的升取樣)賦能基於識別項目相對於較高解析度遮罩(該較高解析度遮罩準確得多)之位置而分類該等識別項目。

若實際上參考圖像解析度大於方法 500 中所使用檢查圖像解析度，則方法 600 可進一步包括步驟 640：處理高解析度參考圖像以提供對應於高解析度圖像之至少一個區域的較低解析度模板。除了降低取樣參考圖像之至少一部分外，產生模板之步驟還包括以下步驟：實施諸如軟化、平滑化、邊緣增強等額外圖像處理技術。根據本發明實施例，若界定遮罩之解析度不同於用於方法 500 之產生檢查圖像所用的檢查解析度，則必需該步驟。參見之前圖式中所闡述之實例，可由圖像處理模組

(諸如系統 200 之圖像處理模組 230) 執行步驟 640。

可由十進制圖像處理演算法或其他降低取樣演算法實施處理步驟 640，但並非一定如此。模板（亦稱為「降低解析度參考圖像」）可用於在執行時檢查圖像中偵測重複圖案（例如藉由識別圖像之一部分（即停泊）），且因此用於決定遮罩與執行時檢查圖像之間的空間關係。

視情況，模板解析度可小於遮罩解析度（以及高解析度圖像的解析度），且模板解析度對應於所欲執行時檢查解析度。可（例如）用不同的較低解析度產生多於一個的模板以用於不同的執行時檢查解析度。舉例而言，模板解析度可具有對應於 100nm 之像素大小（高度或寬度），而遮罩解析度可具有對應於 70nm 之像素大小。在第 9 圖中舉例說明處理高解析度參考圖像之一部分以提供較低解析度模板的實例。

模板與遮罩之間一維像素尺寸之間的比率可在本發明各個實施中不同（例如 1:2、1:4、1:7、1:15 等）。應指出，對應像素區域之間的比率為該比率之二次冪（例如 1:4、1:16、1:49 等）。

方法 600 可進一步包括步驟 650：界定其中不同分類規則適用於遮罩的遮罩區段之間不同分配的分類邏輯。界定分類邏輯可取決於所定義的特定遮罩，但並非一定如此。例如，可基於遮罩中該等區段類型中之每一區段類型所覆蓋之相對部分界定分類規則。或者，分類規則可與特定遮罩無關，且可基於其他考慮（諸如該等區段

類型中之每一區段類型所表示的物理性質) 界定分類規則 (作為方法 600 之一部分或其他方式)。

可由人員 (尤其使用電腦) 或藉由電腦或其他機器及 / 或藉由上述之組合執行方法 600 之任一步驟。

第 9 圖圖示根據本發明實施例之用於產生可用於分類 (例如用於方法 500 中) 的參考資料的製程 600'。具體而言, 製程 600' 可用於產生遮罩 400 及模板 300。

用單引號表示之步驟 (例如 610'、620' 等) 是方法 600 對應步驟 (例如分別是步驟 610 及 620) 的可能實施。

參見處理參考圖像以提供對應於參考圖像至少一個區域的低解析度模板的步驟 640', 應指出, 該步驟可用多種方式實施, 圖示了該步驟的一部分。

首先, 高解析度父模板 300' 選自參考圖像 800。該選擇標記為 641'。高解析度父模板 300' 可與感興趣區域 810 之所選單元大小圖案相同, 或者彼此不同。然後 (例如) 藉由應用諸如平滑化或邊緣增強 (表示為 642') 之形態圖像處理技術十進制處理或降低取樣或操縱高解析度父模板 300', 以提供較低解析度模板 300'' (亦稱為「經降低取樣模板」及「經十進制處理模板」)。模板 300'' 視情況可使用提供該模板時的「原型」(此選項表示為 643')。

在另一實施 (表示為 644') 中, 經降低取樣模板 300'' 用於 (例如用為取得方法 500 之檢查圖像的解析度) 從較低解析度圖像 100' 選擇區域 190' 及將區域 190' 用作模板 300, 區域 190' 匹配經降低取樣模板 300''。

作為整體回到系統 200 及方法 500。應指出，系統 200 及/或方法 500 之使用可經實施以賦能基於圖案的超精細分類，該基於圖案的超精細分類進而促進缺陷偵測製程及缺陷分析的更佳控制。

根據本文揭示標的的一態樣，更進一步提供一種可由機器讀取的程式儲存裝置，該程式儲存裝置有形實現指令程式，該指令程式可由機器執行以執行一種用於分類在被檢查物件之檢查圖新內識別的潛在缺陷的方法，該方法包含以下步驟：基於模板與檢查圖像一部分的匹配決定相對於檢查圖像的停泊位置，其中決定停泊位置的精確度超過檢查圖像的解析度；基於界定區域內不同區段的遮罩及基於停泊位置決定潛在缺陷相對於該等區段中之一或更多個區段的分佈；及基於該分佈分類潛在缺陷。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，其中被檢查物件係選自由以下組成之群組：電子電路、晶圓及光罩。

根據本文揭示標的的一實施例，更進一步提供一種方法，其中決定該分佈的該步驟包含以下步驟：用超過檢查圖像的解析度的準確度決定該分佈。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，其中不同區段對應於被檢查物件具有不同物理性質的部分。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式

儲存裝置，其中該分類步驟包含以下步驟：根據一分類來分類潛在缺陷，該分類中類別對應於對被檢查物件的可操作性的可能結果不同的缺陷類型。

根據本文揭示標的的一實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，包含以下步驟：基於模板與檢查圖像之多個部分的匹配決定相對於檢查圖像的多個停泊位置；其中決定多個停泊位置的準確度超過檢查圖像的解析度；基於遮罩及基於多個停泊位置決定潛在缺陷相對於該等區段中之一或更多個區段的分佈；及基於為潛在缺陷決定的多個分佈分類該潛在缺陷。

根據本文揭示標的的實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，進一步包含以下步驟：為進一步掃描選擇分類為某些類別的潛在缺陷，其中該選擇步驟包括以下步驟：抑制選擇分類為非該等某些類別的至少一個類別的潛在缺陷；及用高於檢查圖像的解析度的解析度選擇性掃描被檢查物件之基於被選擇潛在缺陷的位置選擇的至少一個區域。

根據本文揭示標的的一實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，其中基於被檢查物件參考區域的參考圖像決定遮罩，其中該方法進一步包含以下步驟：產生模板，其中該產生步驟包含降低取樣該參考圖像的一部分的步驟。

根據本文揭示標的的一實施例，更進一步提供一種程式儲存裝置，其中從電腦輔助設計（CAD）資料產生參

考圖像。

雖然已圖示並在本文描述本發明之某些特徵結構，但本領域一般技藝人士現將瞭解許多修改、替換、更改及等效物。因此應理解，附屬申請專利範圍意欲涵蓋在本發明真實精神內的所有該等修改及更改。

將瞭解，上文所描述實施例係藉由實例方式引用，且可更改及修改該等實施例之各個特徵結構及該等特徵結構之組合。

雖然已展示及描述各個實施例，但將瞭解不意欲藉由該揭示案限制本發明，而是意欲涵蓋在所附申請專利範圍中界定的本發明範疇內的所有修改及替代結構。

【圖式簡單說明】

爲了理解本發明及瞭解如何實務上執行本發明，現將僅藉由非限制性實例參考附圖描述實施例，其中：

第 1A 圖及第 1B 圖圖示電子電路中兩種類型的缺陷；

第 2 圖爲根據本發明實施例之潛在缺陷分析系統的方塊圖，該潛在缺陷分析系統可用於分類在被檢查物件之檢查圖像內識別的潛在缺陷；

第 3 圖爲根據本發明實施例之一種用於分類在被檢查物件之檢查圖像內識別的項目的電腦化方法的流程圖；

第 4 圖圖示根據本發明實施例之模板及遮罩表示；

第 5 圖圖示根據本發明實施例之分類中所用實體之間的關係；

第 6 圖圖示根據本發明實施例之檢查圖像的重複圖案；

第 7 圖圖示根據本發明實施例之潛在缺陷的分佈，在由遮罩界定的多個區段之間的晶圓的檢查圖像中識別該潛在缺陷；

第 8 圖圖示根據本發明實施例之用於產生可用於分類的參考資料的方法；及

第 9 圖圖示根據本發明實施例之用於產生可用於分類的參考資料的製程。

應瞭解，為簡單且清晰圖示，各圖式中所示元件不一定按比例繪製。例如，一些元件的尺寸可為了清晰起見相對於其他元件進行誇示。進一步地，在認為適當的情況下，可在各圖中重複元件符號以指示相應元件或類似元件。

【主要元件符號說明】

10a	缺陷	10b	缺陷
10c	缺陷	10d	缺陷
100	檢查圖像	100'	較低解析度圖像
102	像素網格	110	區域
110'	升取樣版本	120	停泊位置
122	箭頭	124	箭頭
130	區域	140	高亮像素
150	區域	152	區域

180	重複圖案	190'	區域
200	系統	202	參考資料輸入介面
204	檢查結果介面	210	成像系統
220	圖案匹配器	230	圖像處理模組
240	分佈分析模組	250	分類器
260	有形儲存器	270	輸出介面
280	時間上較後的檢查模組	290	遮罩產生模組
300	模板	300'	高解析度父模板
300''	較低解析度模板	400	遮罩表示
410	區段	410 (0)	區段
410 (1)	區段	410 (2)	區段
410 (4)	區段	410 (5)	區段
410 (6)	區段	410 (7)	區段
410 (8)	區段	500	方法
510	步驟	520	步驟
530	步驟	540	步驟
542	步驟	550	步驟
560	步驟	570	步驟
580	步驟	600	方法
610	步驟	610'	步驟
620	步驟	620'	步驟
630	步驟	630'	步驟
640	步驟	640'	步驟
641'	步驟	642'	步驟

643' 步驟
650 步驟
900 分佈

644' 步驟
810 感興趣區域

七、申請專利範圍：

1. 一種用於分類在一被檢查物件之一檢查圖像內識別之多個可能缺陷的分析系統，該系統包含：

一儲存裝置；及

一處理器，該處理器耦接至該儲存裝置，該處理器用以：匹配一模板與該檢查圖像之一部分，因而引發該檢查圖像之一匹配部分，其中該檢查圖像係由一檢查工具所擷取；

使用對應該模板及界定該檢查圖像之該匹配部分內之一或多個區段之一遮罩而決定相對於該一或多個區段之一潛在缺陷之一位置，因而引發該檢查圖像之一匹配區段，該匹配區段對應該潛在缺陷之該位置；及

基於該匹配區段而分類該潛在缺陷，藉此考量與界定於該檢查圖像內之個別的該區段有關的該潛在缺陷的該位置，

其中該處理器係基於一被檢查物件參考區域之一參考圖像而進一步界定該遮罩，以降低取樣該參考圖像的一部分，及基於該降低取樣的一結果而產生該模板，該參考圖像和該遮罩之特徵在於具有一解析度，該解析度超過該檢查圖像之一解析度。

2. 如請求項 1 所述之系統，其中該被檢查物件係選自由以下所組成之一群組：一電子電路、一晶圓及一光罩。
3. 如請求項 1 所述之系統，其中該處理器係以超過該檢查圖像之該解析度的一精確度而進一步決定與該一或多個區段相關之該潛在缺陷之該位置。
4. 如請求項 1 所述之系統，其中在該一或多個區段之間的

至少兩個區段對應於該被檢查物件具有不同物理性質之多個部分。

5. 如請求項 1 所述之系統，其中該處理器係用以根據一分類來分類該潛在缺陷，在該分類中，對應於在該一或多個區段之間的不同區段的至少兩個類別之特徵為具有多個缺陷類型，該等缺陷類型對該被檢查物件的一可操作性的可能結果不同。
6. 如請求項 1 所述之系統，其中該處理器係進一步用以選擇用於進一步掃描分類為某些類別的多個潛在缺陷，其中該選擇包括：抑制選擇分類為非該等某些類別的至少一個類別的多個潛在缺陷；其中該系統進一步包含一檢查模組，該檢查模組經配置以用高於該檢查圖像的該解析度的一解析度而選擇性掃描基於被選擇之多個潛在缺陷的多個位置而選擇之該被檢查物件的至少一個區域。
7. 一種用於分類在一被檢查物件之一檢查圖像內識別之一潛在缺陷的電腦化方法，該方法包含以下步驟：

匹配一模板與該檢查圖像之一部分，藉此決定該檢查圖像之一匹配部分，其中該檢查圖像係由一檢查工具所擷取；

使用對應該模板及界定該檢查圖像之該匹配部分內的一或多個區段之一遮罩而用以決定相對於該一或多個區段的該潛在缺陷之一位置，因而引發該檢查圖像之一匹配區段，該匹配區段對應該潛在缺陷之該位置；及

基於該匹配區段而分類該潛在缺陷，藉此考量與界定於該檢查圖像內之個別的該區段有關的該潛在缺陷的該位置，

其中該遮罩係基於一被檢查物件參考區域之一參考圖像而決定，該方法進一步包含以下步驟：產生該模板，其中該產生步驟包含以下步驟：降低取樣該參考圖像的一部分，且其中該參考圖像和該遮罩之特徵在於具有一解析度，該解析度超過該檢查圖像之一解析度。

8. 如請求項 7 所述之方法，其中該被檢查物件係選自由以下組成之一群組：一電子電路、一晶圓及一光罩。

9. 如請求項 7 之方法，其中該決定相對於該一或多個區段的該潛在缺陷之該位置之步驟係以超過該檢查圖像之該解析度的一精確度而提供。

10. 如請求項 7 所述之方法，其中該分類步驟包含以下步驟：根據一分類來分類該潛在缺陷，在該分類中，對應於在該一或多個區段之間的不同區段的至少兩個類別之特徵為具有多個缺陷類型，該等缺陷類型對該被檢查物件的一可操作性的可能結果不同。

11. 如請求項 7 所述之方法，其中自電腦輔助設計（CAD）資料產生該參考圖像及/或該遮罩。

12. 一種具有多個指令之非暫態電腦可讀取儲存媒體，當該等指令由一處理器執行時，該等指令使得該處理器執行一種用於分類在一被檢查物件之一檢查圖像內識別的一潛在缺陷的方法，該方法包含以下步驟：

匹配一模板與該檢查圖像之一部分，藉此決定該檢查圖像之一匹配部分，其中該檢查圖像係由一檢查工具所擷取；

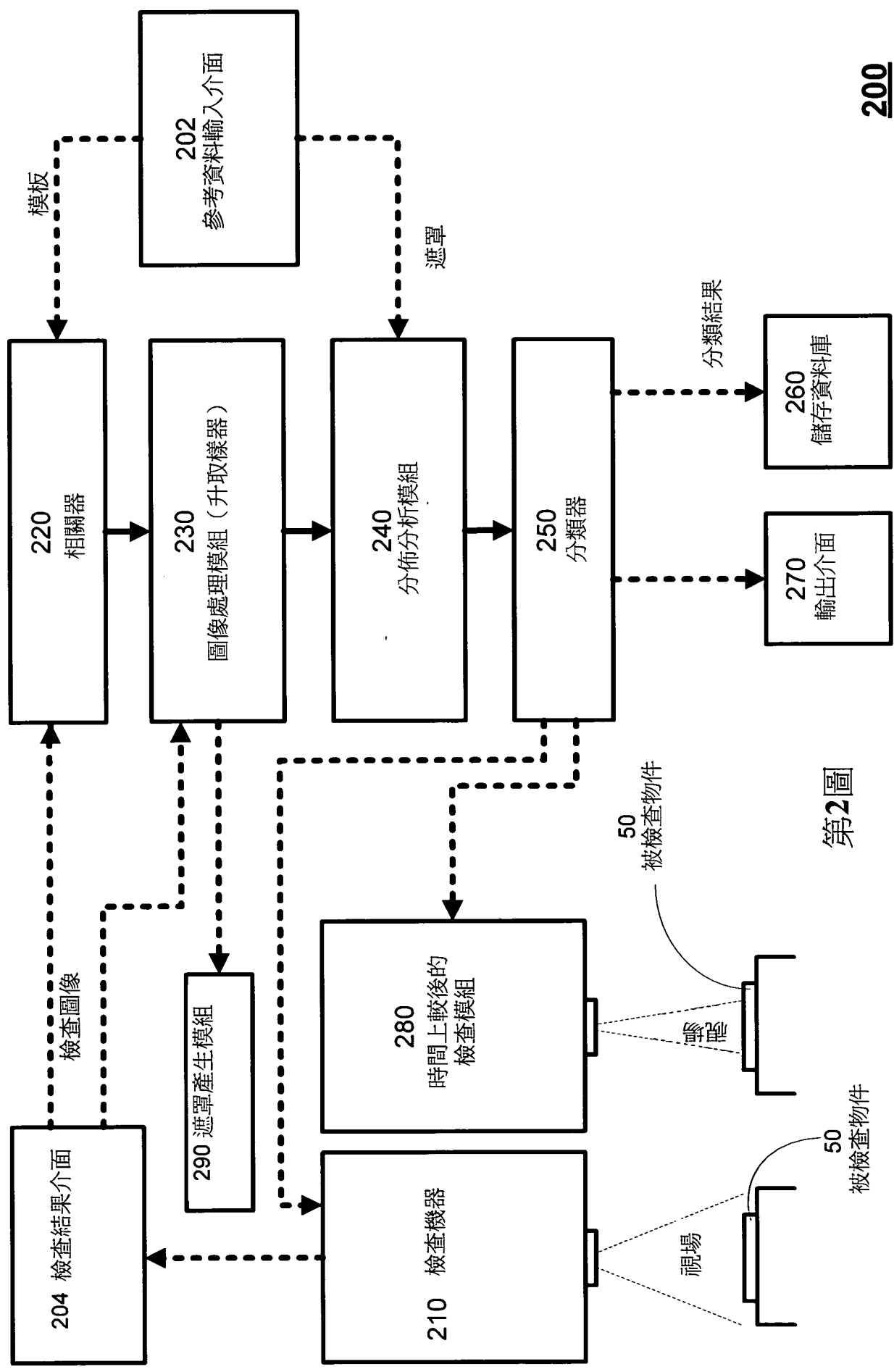
使用對應該模板及界定該檢查圖像之該匹配部分內的一或多個區段之一遮罩而用以決定相對於該一或多個區段

的該潛在缺陷之一位置，因而引發該檢查圖像之一匹配區段，該匹配區段對應該潛在缺陷之該位置；及基於該匹配區段而分類該潛在缺陷，藉此考量與界定於該檢查圖像內之個別的該區段有關的該潛在缺陷的該位置，

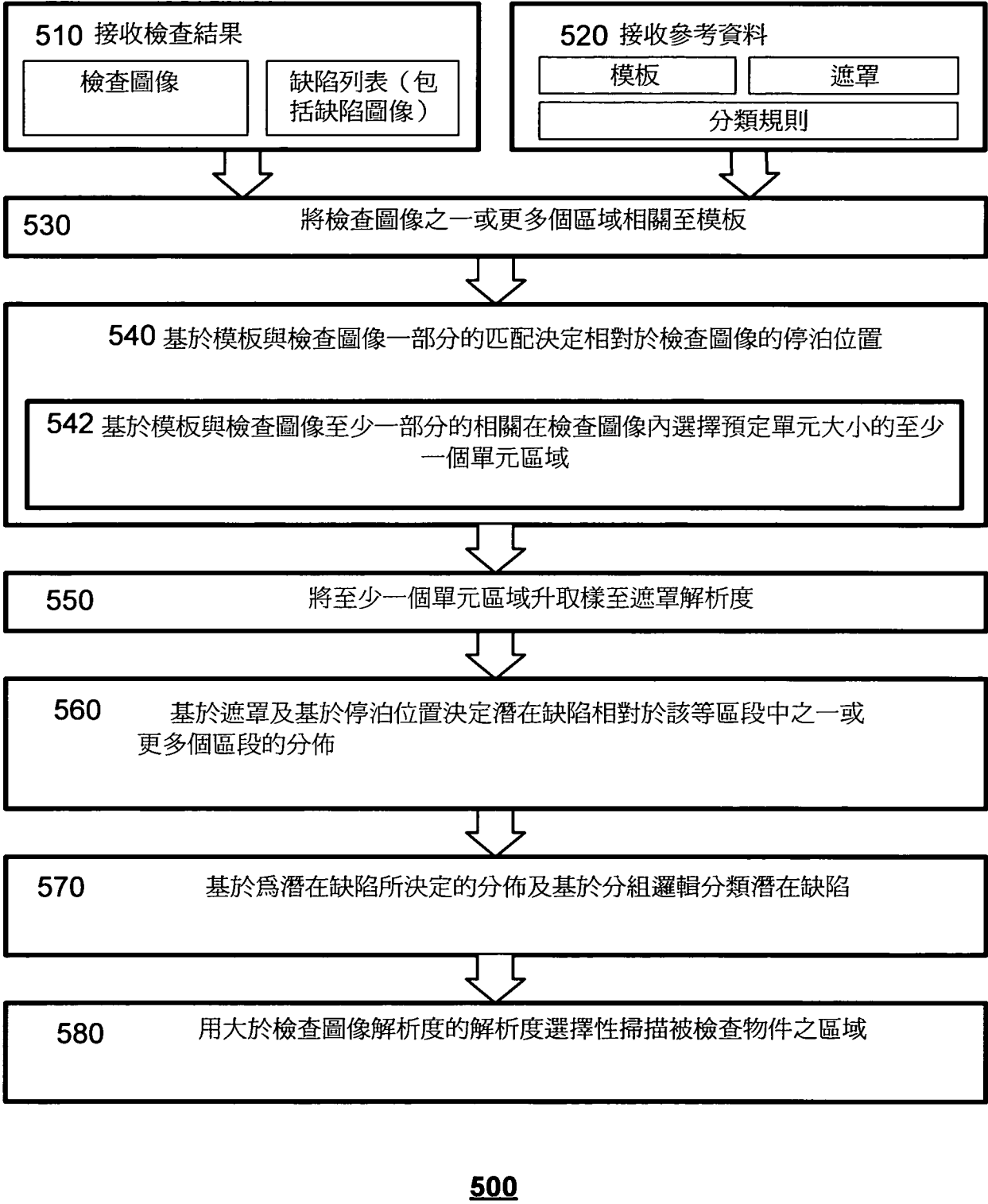
其中該遮罩係基於一被檢查物件參考區域之一參考圖像而決定，且該模板係使用降低取樣該參考圖像的一部分而產生，其中該參考圖像和該遮罩之特徵在於具有一解析度，該解析度超過該檢查圖像之一解析度。

13.如請求項 12 所述之非暫態電腦可讀取儲存媒體，其中該決定相對於該一或多個區段的該潛在缺陷之該位置之步驟包含以下步驟：以超過該檢查圖像之該解析度的一精確度而決定該位置。

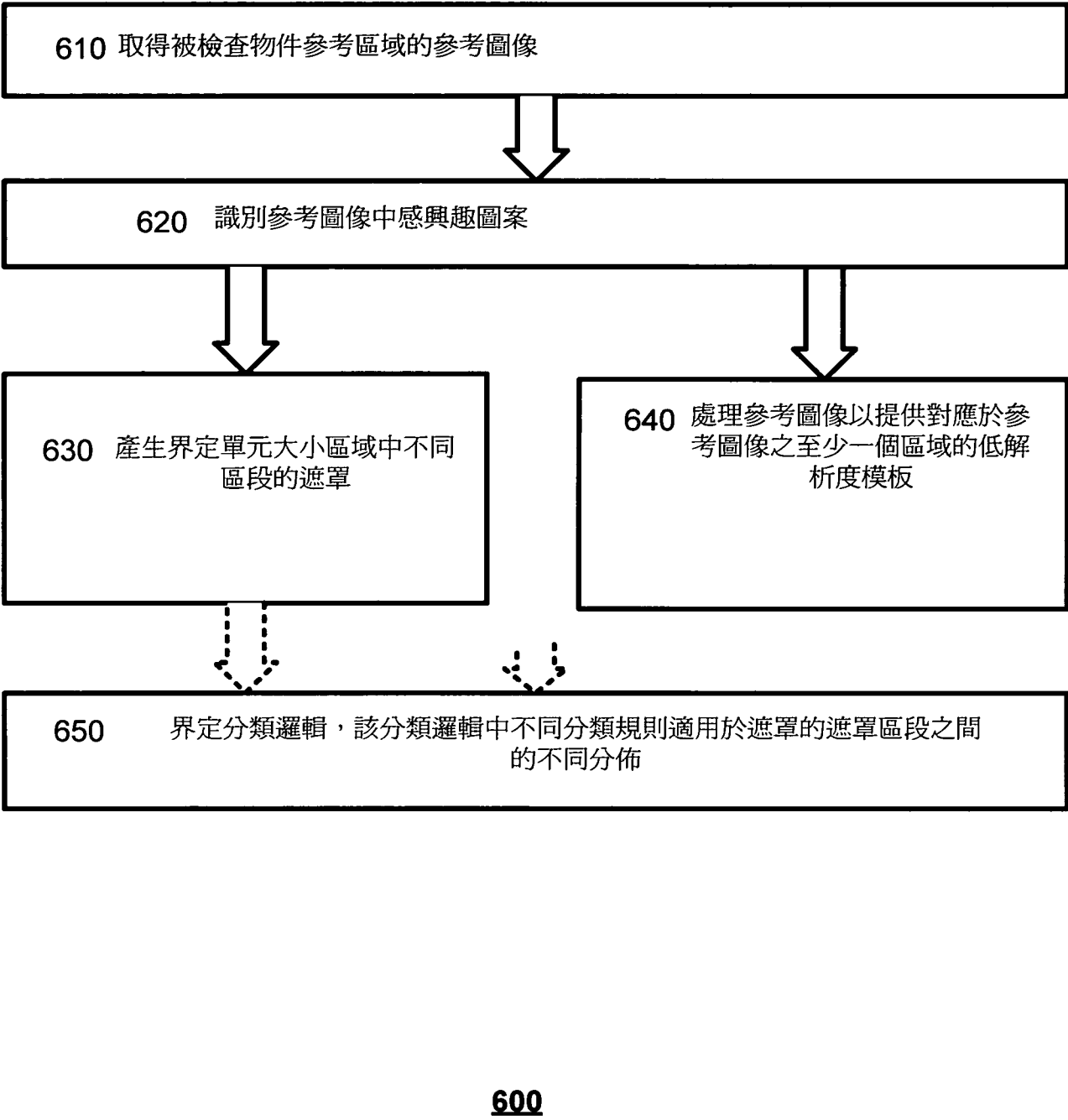
14.如請求項 12 所述之非暫態電腦可讀取儲存媒體，其中該分類步驟包含以下步驟：根據一分類來分類該潛在缺陷，在該分類中，對應於在該一或多個區段之間的不同區段的至少兩個類別之特徵為具有多個缺陷類型，該等缺陷類型對該被檢查物件的一可操作性的可能結果不同。



第2圖



第3圖



第8圖

