

(21) 申請案號：102117611

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 17 日

(51) Int. Cl. : G06T7/00 (2006.01)

G01N21/88 (2006.01)

(30) 優先權：2012/06/27 美國

13/534,899

(71) 申請人：克萊譚克公司 (美國) KLA-TENCOR CORPORATION (US)
美國

(72) 發明人：林 傑森 Z LIN, JASON Z. (US)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 23 頁

(54) 名稱

在半導體製造中用於檢測之雜訊中所內嵌之缺陷之偵測

DETECTION OF DEFECTS EMBEDDED IN NOISE FOR INSPECTION IN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING

(57) 摘要

一實施例係關於一種用於在一製造基板上偵測缺陷之裝置。該裝置包含經配置以自該製造基板獲得影像圖框之一成像工具。該裝置進一步包含一資料處理系統，該資料處理系統包含經組態以針對一影像圖框中之像素計算特徵且將該影像圖框中之該等像素劃分為像素之特徵界定群組之電腦可讀程式碼。該電腦可讀程式碼進一步經組態以選擇一特徵界定群組，且針對該所選特徵界定群組產生一多維特徵分佈。另一實施例係關於一種自一測試影像圖框及多個參考影像圖框偵測缺陷之方法。亦揭示其他實施例、態樣及特徵。

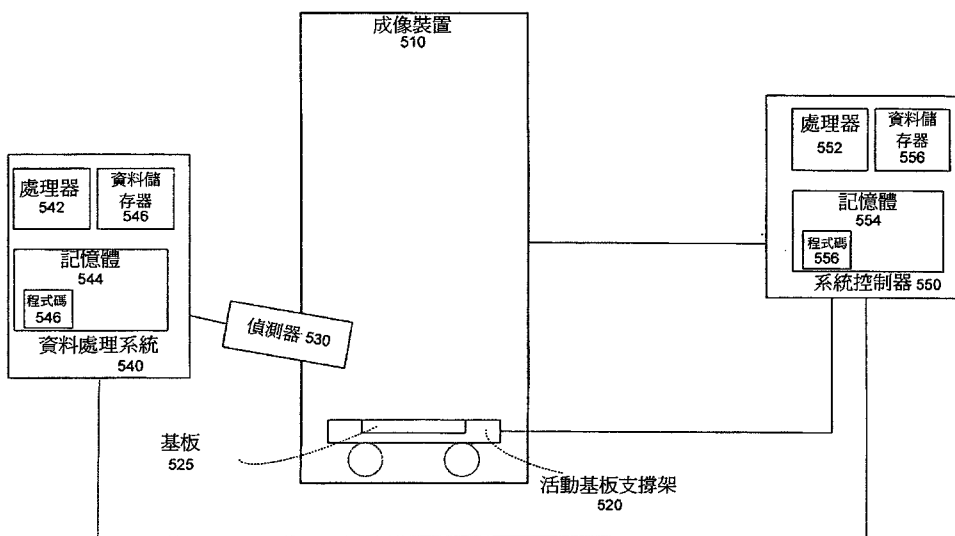


圖5

- 510：成像工具
- 520：活動基板支撐架
- 525：目標基板
- 530：偵測器
- 540：資料處理系統
- 542：處理器
- 544：記憶體
- 545：電腦可讀程式碼
- 550：系統控制器
- 552：處理器
- 554：記憶體
- 555：電腦可讀程式碼
- 556：資料儲存系統

(21) 申請案號：102117611

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 17 日

(51) Int. Cl. : G06T7/00 (2006.01)

G01N21/88 (2006.01)

(30) 優先權：2012/06/27 美國

13/534,899

(71) 申請人：克萊譚克公司 (美國) KLA-TENCOR CORPORATION (US)
美國

(72) 發明人：林 傑森 Z LIN, JASON Z. (US)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 23 頁

(54) 名稱

在半導體製造中用於檢測之雜訊中所內嵌之缺陷之偵測

DETECTION OF DEFECTS EMBEDDED IN NOISE FOR INSPECTION IN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING

(57) 摘要

一實施例係關於一種用於在一製造基板上偵測缺陷之裝置。該裝置包含經配置以自該製造基板獲得影像圖框之一成像工具。該裝置進一步包含一資料處理系統，該資料處理系統包含經組態以針對一影像圖框中之像素計算特徵且將該影像圖框中之該等像素劃分為像素之特徵界定群組之電腦可讀程式碼。該電腦可讀程式碼進一步經組態以選擇一特徵界定群組，且針對該所選特徵界定群組產生一多維特徵分佈。另一實施例係關於一種自一測試影像圖框及多個參考影像圖框偵測缺陷之方法。亦揭示其他實施例、態樣及特徵。

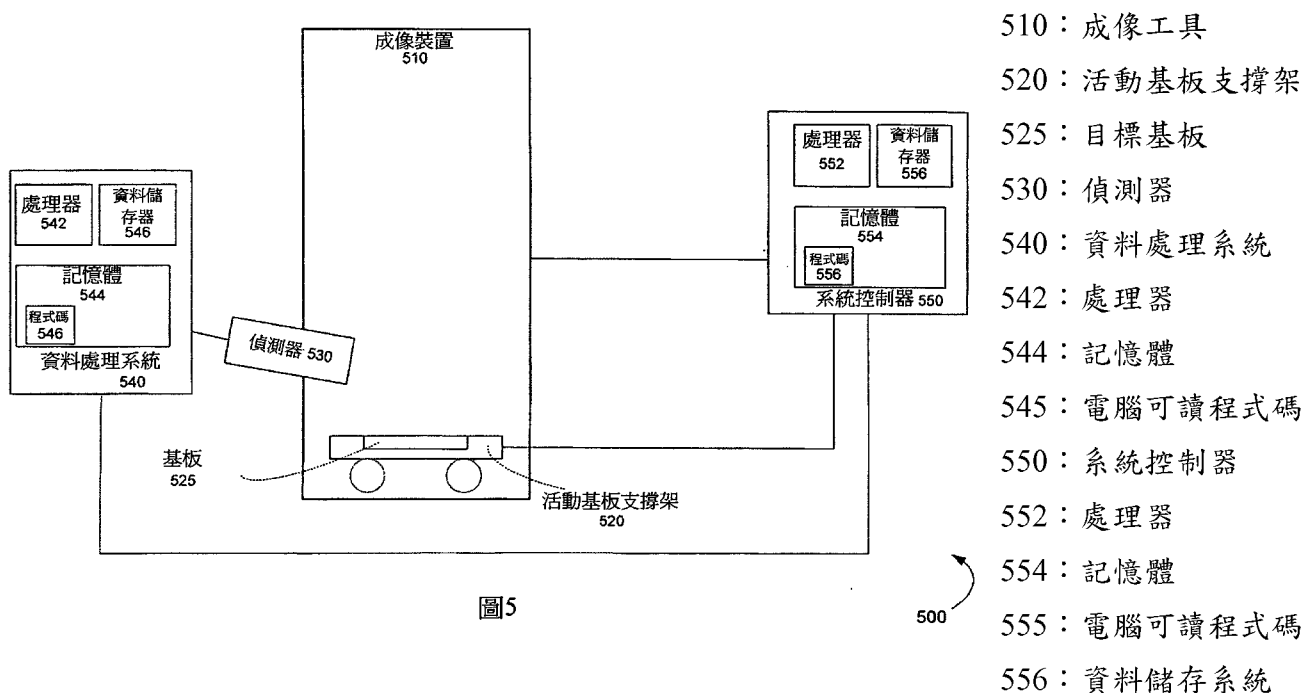


圖5

500

發明摘要

※ 申請案號：102117611

G06T 7/00 (2006.01)

※ 申請日：102.5.17

※IPC 分類：

G01N 21/88 (2006.01)

【發明名稱】

在半導體製造中用於檢測之雜訊中所內嵌之缺陷之偵測

DETECTION OF DEFECTS EMBEDDED IN NOISE FOR

INSPECTION IN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING

○ 【中文】

一實施例係關於一種用於在一製造基板上偵測缺陷之裝置。該裝置包含經配置以自該製造基板獲得影像圖框之一成像工具。該裝置進一步包含一資料處理系統，該資料處理系統包含經組態以針對一影像圖框中之像素計算特徵且將該影像圖框中之該等像素劃分為像素之特徵界定群組之電腦可讀程式碼。該電腦可讀程式碼進一步經組態以選擇一特徵界定群組，且針對該所選特徵界定群組產生一多維特徵分佈。另一實施例係關於一種自一測試影像圖框及多個參考影像圖框偵測缺陷之方法。亦揭示其他實施例、態樣及特徵。

【英文】

One embodiment relates to an apparatus for detecting defects on a manufactured substrate. The apparatus includes an imaging tool arranged to obtain image frames from the manufactured substrate. The apparatus further includes a data processing system which includes computer-readable code configured to compute features for pixels in an image frame and divide the pixels in the image frame into feature-defined groups of pixels. The computer-readable code is further configured to select a feature-defined group, and generate a multi-dimensional feature distribution for the selected feature-defined group. Another embodiment relates to a method of detecting defects from a test images frame and multiple reference image frames. Other embodiments, aspects, and features are also disclosed.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 5 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 510 成像工具
- 520 活動基板支撐架
- 525 目標基板
- 530 偵測器
- 540 資料處理系統
- 542 處理器
- 544 記憶體
- 545 電腦可讀程式碼
- 550 系統控制器
- 552 處理器
- 554 記憶體
- 555 電腦可讀程式碼
- 556 資料儲存系統

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

在半導體製造中用於檢測之雜訊中所內嵌之缺陷之偵測
DETECTION OF DEFECTS EMBEDDED IN NOISE FOR
INSPECTION IN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING

【技術領域】

本發明大體上係關於晶圓及標線片檢測裝置及使用晶圓及標線片檢測裝置的方法。

【先前技術】

自動檢測及檢視系統在針對半導體及相關微電子產業之程序控制及產量管理中為重要的。此等系統包含以光學及電子束(e-束)為主之系統。

在半導體器件之製造中，在開發及製造製程中早期的缺陷檢測對於縮短產品開發循環及增加製造產量變得愈加重要。使用先進的晶圓及標線片檢測系統以偵測、檢視及分類缺陷並將肇因資訊(root cause information)回饋回至製造製程以防止此等缺陷繼續發生。相關缺陷之尺寸與應用至半導體器件之製造之設計規則有直接比例關係。由於應用之設計規則持續縮減，檢測系統上效能需求在成像解析度及速率(每小時處理之缺陷)之兩者方面增加。

【發明內容】

一實施例係關於一種自一測試影像圖框及多個參考影像圖框偵測缺陷之方法。計算測試影像圖框及參考影像圖框中之像素之特徵，且將此等影像圖框中之像素劃分為像素之特徵界定群組。選擇一特徵界定群組，且針對該所選特徵界定群組而產生一多維特徵分佈。

此外，可判定多維特徵分佈中之一正常叢集，且可偵測出正常叢集之外之異常點。可定位與異常點相關聯之缺陷像素，且可標記及/或報告缺陷像素。

一實施例係關於一種在一製造基板上偵測缺陷之裝置。該裝置包含經配置以自該製造基板獲得影像圖框之一成像工具。裝置進一步包含一資料處理系統，該資料處理系統包含經組態以執行偵測缺陷之一方法之電腦可讀程式碼，該方法將像素劃分為特徵界定群組且產生群組特定之特徵分佈以便偵測異常點。

亦揭示其他實施例、態樣及特徵。

【圖式簡單說明】

圖1為描繪根據本發明之一實施例在影像資料中偵測缺陷之一方法之一流程圖。

圖2為描繪根據本發明之一實施例之一影像圖框內之一例示性檢測區域之一圖式。

圖3與圖4展示自類似於圖2中描繪之定框區域之一檢測區域之一影像圖框產生之例示性二維特徵分佈圖。

圖5為根據本發明之一實施例可經利用用於自動檢測製造基板之一檢測裝置之一示意圖。

【實施方式】

根據本發明之一實施例，可用來自至少兩個晶粒之影像以執行缺陷偵測。與晶粒(其中的缺陷待偵測)相關聯之影像可稱為測試影像，且與其他晶粒相關聯之影像可稱為參考影像。

本申請案揭示一創新技術以改良在檢測製造的半導體基板期間之缺陷偵測之敏感度。特定言之，技術改良偵測可在一多維特徵空間上一特徵分佈曲線圖(多維信號)中「雜訊中所內嵌」之缺陷之敏感度。

為形成特徵分佈曲線圖，多維特徵空間中之各點可經指派有一群體值(population value)。例如，若在圖框區域中存在一百個像素具有相同測試及參考特徵，則特徵點之群體值經指派為一百。

在美國專利第7,440,607號中先前揭示之技術中，由於特徵分佈曲線圖源自測試影像及多個參考影像，特徵分佈曲線圖較佳地基於一圖框之區域內之像素之特徵而形成。因為合格(正常)像素之多個特徵值落於特定標稱範圍內，一正常叢集(正常分佈)通常藉由合格像素在特徵分佈曲線圖中之特徵分佈形成。缺陷像素因為其等之特徵值之一或多者並未落於標稱範圍內而變成特徵分佈曲線圖中之異常點。

為了改良缺陷偵測，可使用更多特徵以產生特徵分佈曲線圖。然而，申請人已判定當使用多於兩個維度時，藉由特徵分佈曲線圖中之合格像素形成之正常叢集(正常分佈)常常變得稀疏，使得難以自正常叢集區分出異常。

相形之下，根據本發明之一實施例，一圖框之像素基於一或多個參考特徵而被劃分為個別的特徵界定群組。隨後，可選擇像素群組之一者，且可基於所選擇群組(不包含群組外之像素)內之像素之測試及參考特徵形成特徵分佈曲線圖。

申請人已判定此技術在其允許偵測出先前未經偵測之缺陷方面為有利的。此係因為先前未經偵測缺陷係內嵌於基於一圖框中之所有像素之正常叢集周圍之「雜訊」中。相形之下，當正常叢集為基於一所選特徵界定群組中之像素時此等缺陷變成可偵測異常點。此係因為當針對一個別之像素群組建立一個別分佈曲線圖時，可自曲線圖有效移除可歸屬於非所選群組之雜訊。

圖1為描繪根據本發明之一實施例在一影像資料中偵測缺陷之一方法100之一流程圖。影像資料可包含一測試影像及對應參考影像。參考及測試影像可各劃分為若干圖框。各圖框可涵蓋一晶粒之一局部

區域中之顯著數量像素。圖框可為矩形或正方形。例如，512×512或1024×1024像素可形成一正方形圖框。

特徵計算

方法100之第一步驟102涉及計算參考及測試影像中之像素之參考特徵及測試特徵。參考及測試特徵可如下文經判定。

一參考特徵可被定義為與多個參考影像上之一相同(對應)像素位置相關聯之一些性質。例如，參考特徵可為跨相同像素位置處之多個參考晶粒之灰階之平均值或中值。作為另一實施例，一參考特徵可為跨像素位置處之多個參考晶粒之灰階之值域或偏差。

源自一像素位置之一參考特徵亦可包含像素位置周圍之資訊。例如，可首先計算在各參考影像上之像素位置處居中之三一像素寬乘三像素高區域(或相對於像素位置界定之其他局部區域)之局部值域或局部平均值，且接著此等局域值域或平均值可用以導出像素位置之參考特徵。例如，跨多個晶粒之局部平均值之一中值可為像素位置之參考特徵之一者。可根據此等原理導出許多其他特徵。

一測試特徵可源自測試影像及多個參考影像上之一像素位置。一測試特徵之一實例為測試影像上之灰階與參考影像上之灰階之平均值之間之差。一測試特徵之另一實例為測試影像上之灰階與參考影像上之灰階之中值之間之差。類似於一參考特徵，源自一像素位置之一測試特徵亦可包含像素位置周圍之資訊。例如，在測試影像上之像素位置處居中之三一像素寬乘三像素高區域(或相對於像素位置界定之其他局部區域)周圍之一局部平均值可用於計算對於在多個參考影像上之對應位置之一三像素寬乘三像素高區域周圍之局部平均值之平均值之差。

特徵界定群組及群組特定特徵分佈

在第二步驟104中，一圖框之像素可被劃分為特徵界定群組。在

此步驟中，使用至少一特徵以自檢測區域中之其他像素分離出像素之至少一群組。例如，一密集圖案化區域之像素通常具有多於一開放區域中之像素之局部灰階值域變動。因此，一局部灰階值域可用作為用於將像素劃分為不同群體群組之一特徵。

在第三步驟106中，可針對像素之一或多個所選群組而產生一多維特徵分佈。相較之下，一先前技術將使用一影像圖框之所有像素以產生待用於異常點偵測之一多維特徵分佈。

例如，考量如在圖2中描繪之影像圖框200中展示之檢測區域。如展示，影像圖框200包含垂直線202、水平線段204及開放空間206。

一先前技術將使用圖框200中之所有像素以產生一多維特徵分佈。相較之下，目前揭示技術首先基於根據第二步驟104之一計算特徵而將圖框200中之像素劃分為群組。

在一第一實例中，使用一局部灰階值域或其他計算特徵，圖框200之像素可被分成包含具有垂直線202及水平線段204兩者之像素之一第一群組以及包含具有開放空間206之像素之一第二群組。在一第二實例中，圖框200之像素可被分成包含具有垂直線202之像素之一第一群組、包含水平線段204之一第二群組及包含具有開放空間206之像素之一第三群組。

隨後，根據第三步驟106可選擇特徵界定群組之一或多者，且可獨立地針對所選群組之各者產生一多維特徵分佈。

正常叢集判定

方法100之第四步驟108可針對各群組特定特徵分佈判定落於點之正常叢集(正常分佈)中之像素。根據本發明之實施例，可存在若干有效方法用於界定像素之正常叢集。

用以識別正常叢集之一方法為基於形成於多維特徵空間中之信號分佈之一點位置之局部鄰域中之群體(population)。針對二維實例，

可使用針對在二維信號分佈中之一給定點上居中之(例如)一五像素寬乘五像素高正方形區域內之點之總群體之一預定群體密度臨限值作為判定給定點是否為正常之一臨限值。若群體值大於群體密度臨限值，則點可被視為正常。

用於識別正常分佈之另一方法為基於信號分佈中之點當中之連通性。針對二維實例，若在信號分佈中一預定距離內存在其他點，則一點可被視為正常。

其他方法亦可用以界定正常分佈。作為一實例，若一點滿足上述兩個準則，則該點可被視為正常。原則上，若存在具有相同或類似特徵之相當數量像素，則其等被視為正常且沒有缺陷。

異常點偵測

第五步驟110可識別為統計異常點之像素，其可為測試基板上之缺陷之指示。如上描述，已識別群組特定特徵分佈中之點之正常叢集。非經識別為在正常叢集內之各點可視為一候選點。一候選點可含有對應於一或多個實際缺陷之一或多個像素。

為允許對於錯誤之一些裕度，在宣告一點為缺陷之前允許一容限範圍。在界定容限範圍中可存在不同方法。一方法為一固定容限範圍。在一二維實例中，容限範圍可為自一正常點至候選點之一預定距離。若候選點佈置於距任意正常點遠於預定距離之一距離處時，其可經宣告為一缺陷點，因為與候選點相關聯之像素可被認為是缺陷的。更複雜規則(諸如使得預定距離為參考特徵之一函數)亦可被添加於界定容限範圍中。作為一實例，距離可為被界定為跨多個參考晶粒之平均灰階之一參考特徵之一函數。

為達成識別實際缺陷及排除製程缺陷(nuisance)中之最佳性能，諸如容限範圍之參數經調諧。各缺陷點可在多維特徵空間中被檢視，且容限範圍可經調諧以獲取對應於所關注缺陷之點，而排除對應於製

程缺陷之點。

缺陷像素識別

如上描述，可在第五步驟110期間在一群組特定特徵分佈中偵測異常點，且與異常點相關聯之像素可被認為是缺陷的。應注意在多維特徵空間中，各點表示具有特定特徵特性之一或多個像素。然而，像素在圖框區域中所處之實際像素位置可未直接留存於特徵分佈中。因此，必需執行額外處理以根據第六步驟112定位此等缺陷像素。

一旦定位出與異常點相關聯之缺陷像素，此等缺陷像素可根據第七步驟114經標記及報告。在一實施例中，可向工具操作者及/或一工程資料庫進行報告，使得可進行缺陷之研究。在一些實施例中，其中實施本缺陷偵測之方法之工具亦可包含用於偵測分析及識別之方法。在其他實施例中，偵測及分析之兩個功能可分開實施。

實例特徵分佈曲線圖

圖3與圖4展示自類似於在圖2中描繪之圖框區域200(因其具有垂直線202、水平線段204及開放空間206)之一檢測區域之一影像圖框產生之例示性二維特徵分佈曲線圖。曲線圖中之一較暗點指示具有與該點相關聯之值域內之特徵值之像素之一較大群體。

圖3中之特徵分佈曲線圖300產生自影像圖框200中之所有像素。正常叢集302可在曲線圖中清晰可見。在此情況中，存在與實際缺陷像素相關聯之一點304。然而，在此特徵分佈300中，點304落於正常叢集302之邊緣附近之「雜訊」中。因此，在此分佈中點304並不識別為一異常點。

相較之下，圖4中之特徵分佈曲線圖400僅產生自影像圖框200中之垂直線202之像素。正常叢集402在曲線圖中同樣清晰可見。圖4中之正常叢集402實質上小於(緊密於)圖3中之正常叢集302。在此情況中，與實際缺陷的像素相關聯之點404在正常叢集402外。因此，在此

特徵分佈400中，點404被識別為一異常點。

裝置之高層次圖

圖5為根據本發明之一實施例可利用於製造基板之檢測之一檢測裝置之一示意圖。如在圖5中展示，檢測裝置包含一成像工具510、一活動基板支撐架520、一偵測器530、一資料處理系統540及一系統控制器550。

在一實施例中，成像工具310包括一電子束(e-束)成像行。在一替代實施例中，成像工具510包括一光學成像裝置。根據本發明之一實施例，成像工具510包含電子器件以控制及調節成像之放大。

活動基板支撐架520可包括一平移機構以固持一目標基板525。目標基板525可為(例如)一半導體晶圓或針對微影之一標線片。偵測器530為用於特定成像裝置之一適當偵測器，且資料處理系統540經組態以處理來自偵測器530之影像資料。資料處理系統540亦可包含一處理器542、用於保存電腦可讀程式碼545之記憶體544、用於儲存資料之一資料儲存系統548及多種其他組件，諸如一系統匯流排、輸入/輸出介面等。

系統控制器550可通信耦合至成像工具510以便電性地控制成像工具510之操作。系統控制器550亦可包含一處理器522、用於保存電腦可讀程式碼555之記憶體554、用於儲存資料之一資料儲存系統556及多種其他組件，諸如一系統匯流排、輸入/輸出介面等。

結論

在以上描述中，給定眾多特定細節以提供本發明之實施例之一透澈瞭解。然而，本發明之圖解說明實施例中以上描述並非旨在詳盡或限制本發明至所揭示之精確形式。熟習相關技術者將瞭解本發明可在沒有特定細節之一或多者或具有其他方法、組件等之情況下加以實踐。

在其他情況中，未詳細展示或描述已爲人所熟知的結構或操作以避免混淆本發明之態樣。儘管針對闡釋性目的而在本文中描述本發明之特定實施例及針對本發明之實例，然熟習相關技術者將瞭解多種等效修改可能在本發明之範疇內。

鑑於以上詳細描述可進行本發明之此等修改。用於下文申請專利範圍中之術語不應理解爲限制本發明至在說明書及申請專利範圍內揭示之特定實施例。實情係，應藉由下文申請專利範圍判定本發明之範疇，其應根據申請專利範圍解釋之已制定原理加以理解。

【符號說明】

- 200 影像圖框/圖框區域
- 202 垂直線
- 204 水平線段
- 206 開放空間
- 300 特徵分佈曲線圖
- 302 正常叢集
- 304 點
- 400 特徵分佈曲線圖
- 402 正常叢集
- 404 點
- 510 成像工具
- 520 活動基板支撐架
- 525 目標基板
- 530 偵測器
- 540 資料處理系統
- 542 處理器
- 544 記憶體

- 545 電腦可讀程式碼
- 550 系統控制器
- 552 處理器
- 554 記憶體
- 555 電腦可讀程式碼
- 556 資料儲存系統

申請專利範圍

1. 一種用於在一製造基板上偵測缺陷之裝置，該裝置包括：
 - 一成像工具，其經配置以自該製造基板獲得影像圖框；及
 - 一資料處理系統，其包含一處理器、記憶體及該記憶體中之電腦可讀程式碼，該電腦可讀程式碼經組態以
 - 針對一影像圖框中之像素計算特徵；
 - 將該影像圖框中之該等像素劃分為像素之特徵界定群組；
 - 選擇一特徵界定群組；及
 - 針對該所選特徵界定群組產生一多維特徵分佈。
2. 如請求項1之裝置，其中該電腦可讀程式碼進一步經組態以判定該多維特徵分佈中之一正常叢集。
3. 如請求項2之裝置，其中該電腦可讀程式碼進一步經組態以偵測在該正常叢集之外之異常點。
4. 如請求項3之裝置，其中該電腦可讀程式碼進一步經組態以定位與該異常點相關聯之缺陷像素。
5. 如請求項4之裝置，其中該電腦可讀程式碼進一步經組態以報告該等缺陷像素。
6. 如請求項1之裝置，其中該等特徵包含參考特徵，且其中一參考特徵為與位於多個參考影像上之一像素位置相關聯之一性質。
7. 如請求項6之裝置，其中該等特徵進一步包含測試特徵，且其中一測試特徵源自一測試影像及該多個參考影像上之一像素位置。
8. 如請求項6之裝置，其中該性質包括在該像素位置處之灰階之一範圍。
9. 如請求項6之裝置，其中該性質包含來自在該像素位置處居中之

一局部範圍像素之資訊。

10. 一種自一測試影像圖框及多個參考影像圖框偵測缺陷之方法，該方法包括：
 - 針對該測試影像圖框及該等參考影像圖框中之像素計算特徵；
 - 將該等影像圖框中之該等像素劃分為像素之特徵界定群組；
 - 選擇一特徵界定群組；及
 - 針對該所選特徵界定群組產生一多維特徵分佈。
11. 如請求項10之方法，其進一步包括：
 - 判定在該多維特徵分佈中之一正常叢集。
12. 如請求項11之方法，其進一步包括：
 - 偵測該正常叢集之外之異常點。
13. 如請求項12之方法，其進一步包括：
 - 定位與該等異常點相關聯之缺陷像素。
14. 如請求項13之方法，其進一步包括：
 - 標記該等缺陷像素。
15. 如請求項10之方法，其中該等特徵包含參考特徵，且其中一參考特徵為與位於該多個參考影像圖框上之一像素相位置相關聯之一性質。
16. 如請求項15之方法，其中該等特徵進一步包含測試特徵，且其中一測試特徵源自一測試影像圖框及該多個參考影像圖框上之一像素位置。
17. 如請求項15之方法，其中該性質包括在該像素位置處之灰階之一範圍。
18. 如請求項15之方法，其中該性質包含來自在該像素位置處居中之局部範圍像素之資訊。

19. 一種儲存經組態以執行一方法之電腦可讀程式碼之非暫時性有形資料儲存媒體，該方法包括：
 - 針對測試影像圖框及參考影像圖框中之像素計算特徵；
 - 將此等影像圖框中之該等像素劃分為像素之特徵界定群組；
 - 選擇一特徵界定群組；及
 - 針對該所選特徵界定群組產生一多維特徵分佈。
20. 如請求項19之非暫時性有形資料儲存媒體，其中該方法進一步包括：
 - 判定該多維特徵分佈中之一正常叢集；
 - 偵測該正常叢集之外之異常點；
 - 定位與該等異常點相關聯之缺陷像素；及
 - 標記該等缺陷像素。

圖式

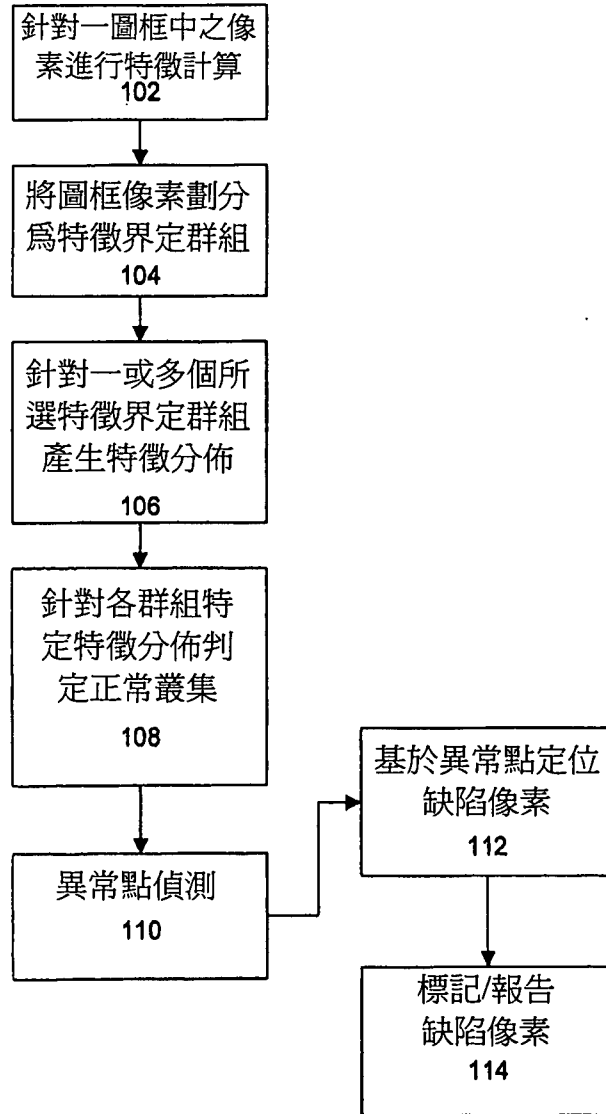


圖1

100

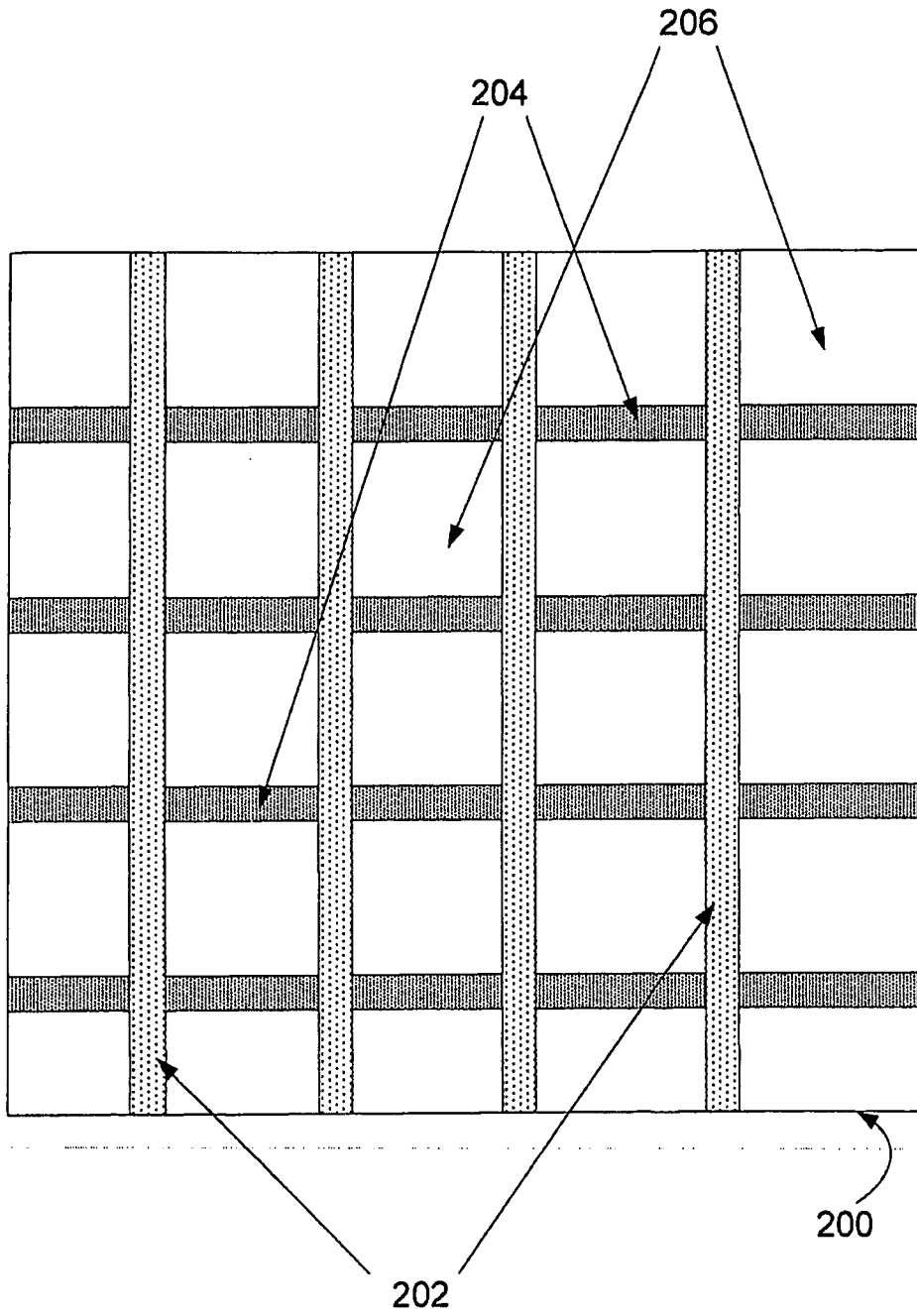


圖2

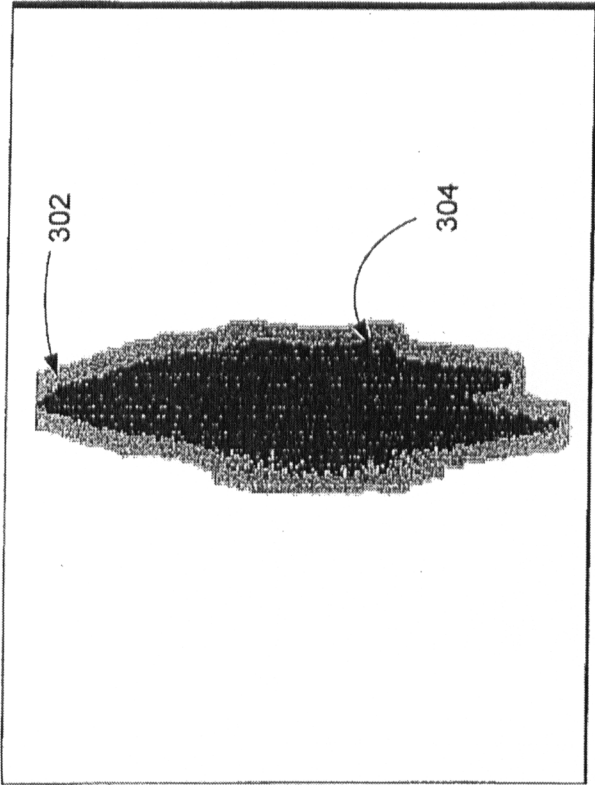


圖3

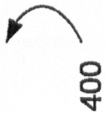
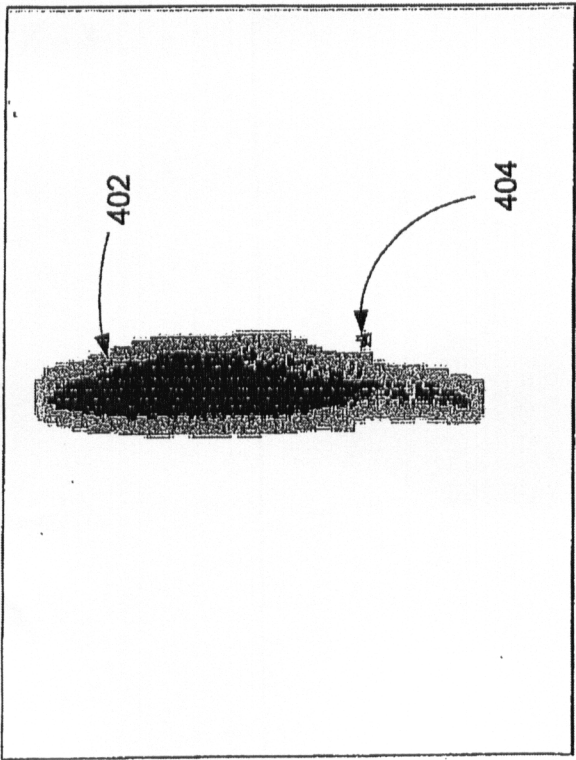


圖4

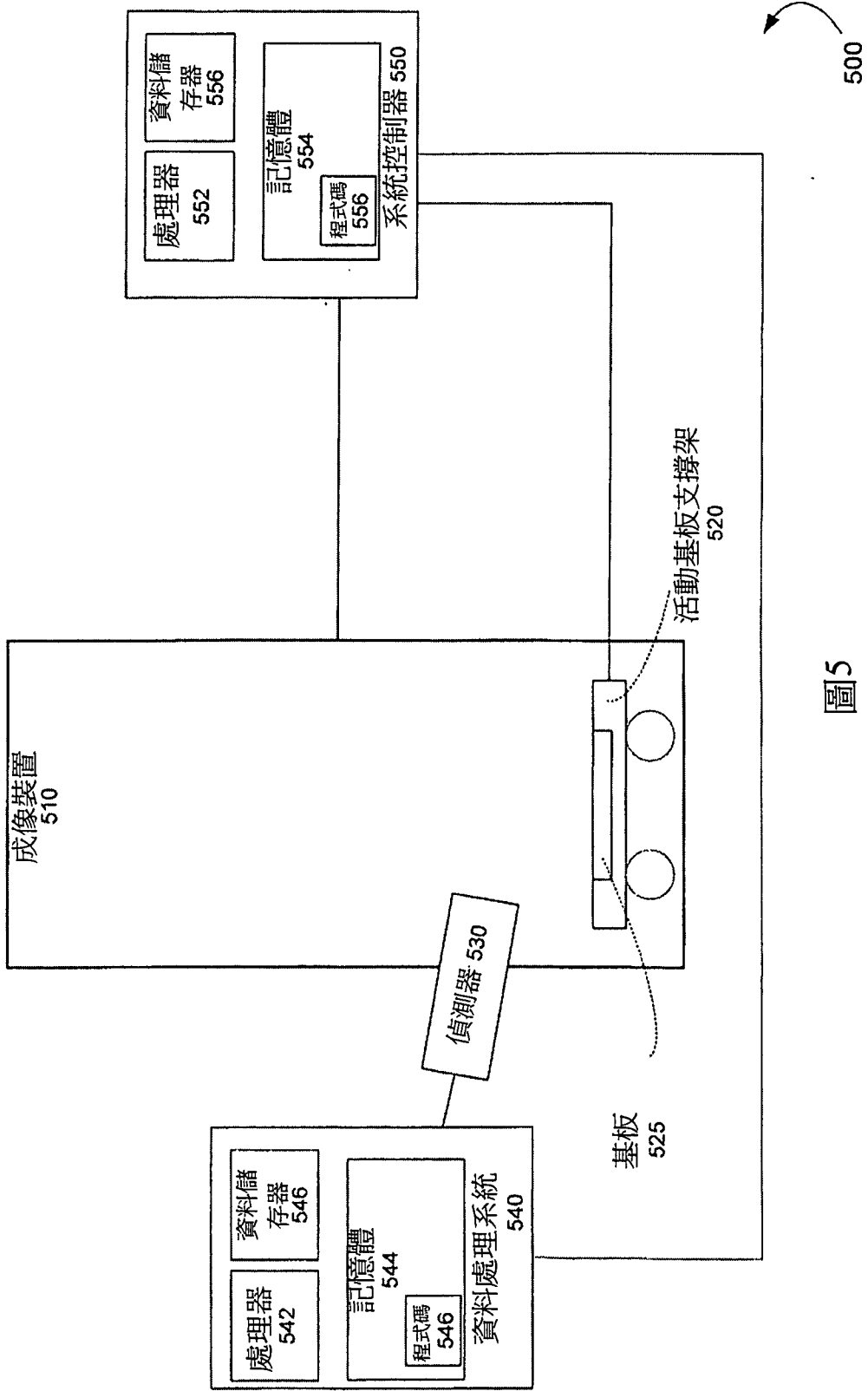


圖5