I659282

(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 I659282 B**

(45)公告日： 中華民國 108 (2019) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：106127561 (22)申請日： 中華民國 106 (2017) 年 08 月 15 日

(51)Int. Cl.： ***G05B19/418 (2006.01)***

(30)優先權：2016/08/15 美國 62/375,257

2017/08/09 美國 62/543,242

(71)申請人：荷蘭商ＡＳＭＬ荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B.V. (NL)

荷蘭維德哈維市郵政信箱 324 號

(72)發明人：方偉 FANG, WEI (CN)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW	201329760A	CN	102253595A
CN	105849643A	JP	2006-210931A
US	2015/0356233A1	WO	2008/077100A2

審查人員：林坤隆

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：7 共 35 頁

(54)名稱

用於提高半導體製造良率的系統和方法及電腦可讀儲存媒體

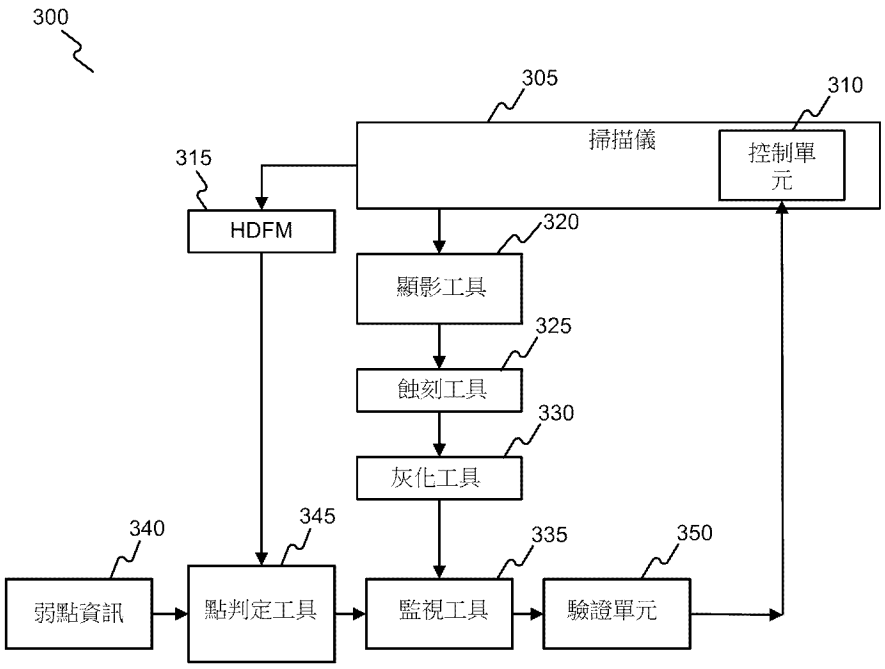
SYSTEM AND METHOD FOR IMPROVING SEMICONDUCTOR MANUFACTURING YIELD AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM

(57)摘要

本發明之實施例提供用於提高半導體製造良率之系統及方法。本發明之實施例提供一種良率改良系統。該系統包含一訓練工具，其經組態以基於一第一基板之一檢驗的一或多個驗證結果之接收而產生訓練資料。該系統亦包含一點判定工具，其經組態以基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

Embodiments of the present disclosure provide systems and methods for enhancing the semiconductor manufacturing yield. Embodiments of the present disclosure provide a yield improvement system. The system comprises a training tool configured to generate training data based on receipt of one or more verified results of an inspection of a first substrate. The system also comprises a point determination tool configured to determine one or more regions on a second substrate to inspect based on the training data, weak point information for the second substrate, and an exposure recipe for a scanner of the second substrate.

指定代表圖：



【圖3】

符號簡單說明：

300・・・習知半導體處理系統

305・・・掃描儀

310・・・控制單元

315・・・高密度焦點圖(HDFM)

320・・・顯影工具

325・・・蝕刻工具

330・・・灰化工具

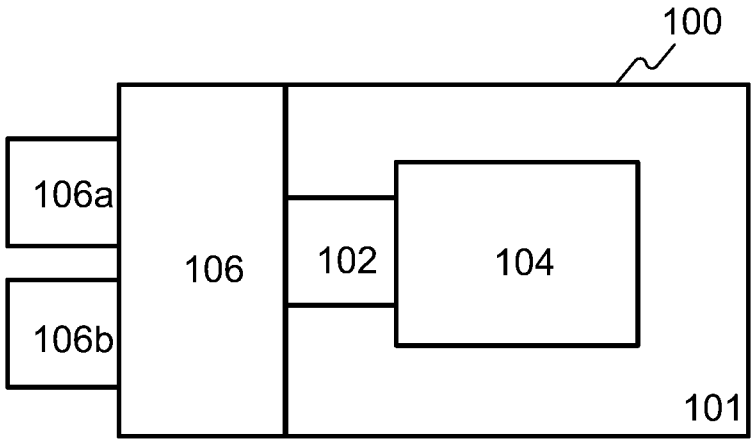
335・・・監視工具

340・・・弱點資訊

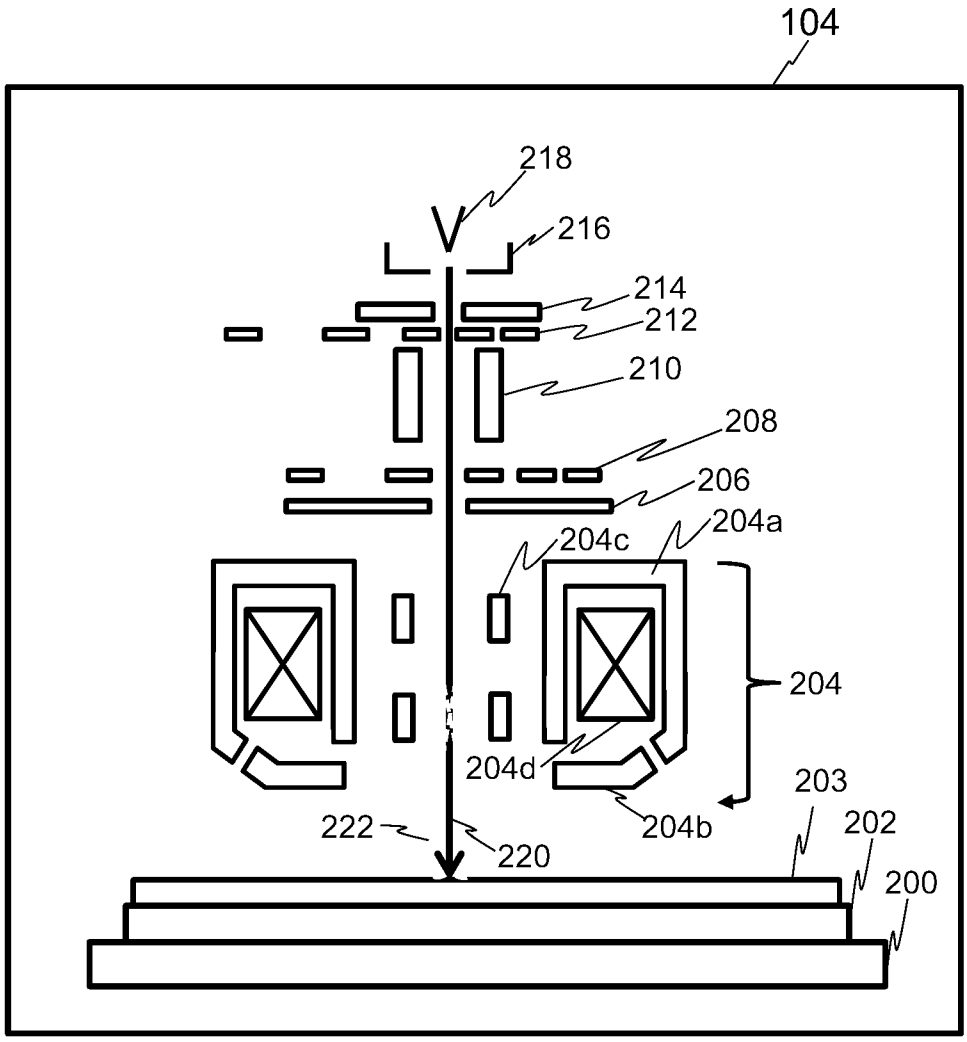
345・・・點判定工具

350・・・驗證單元

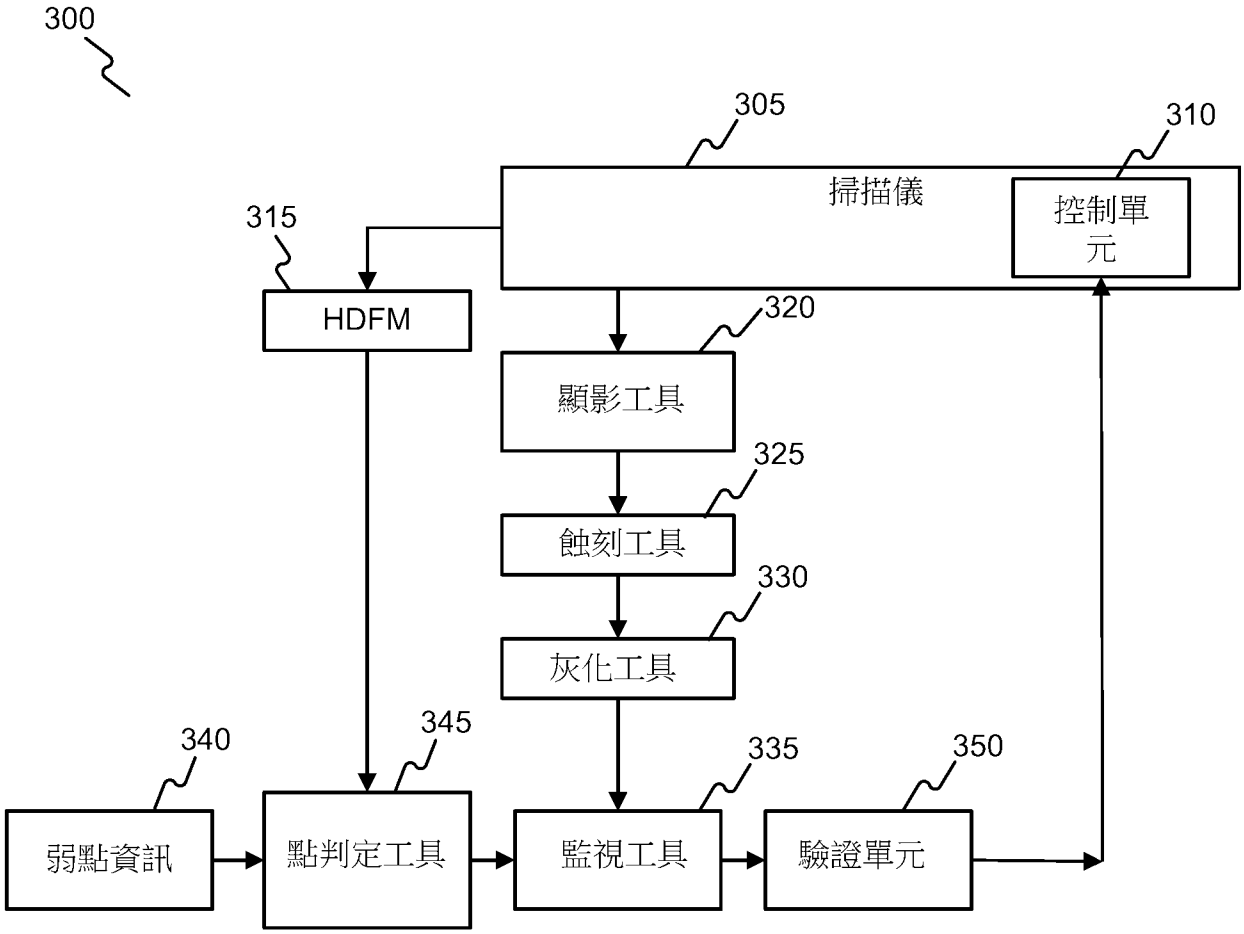
【發明圖式】



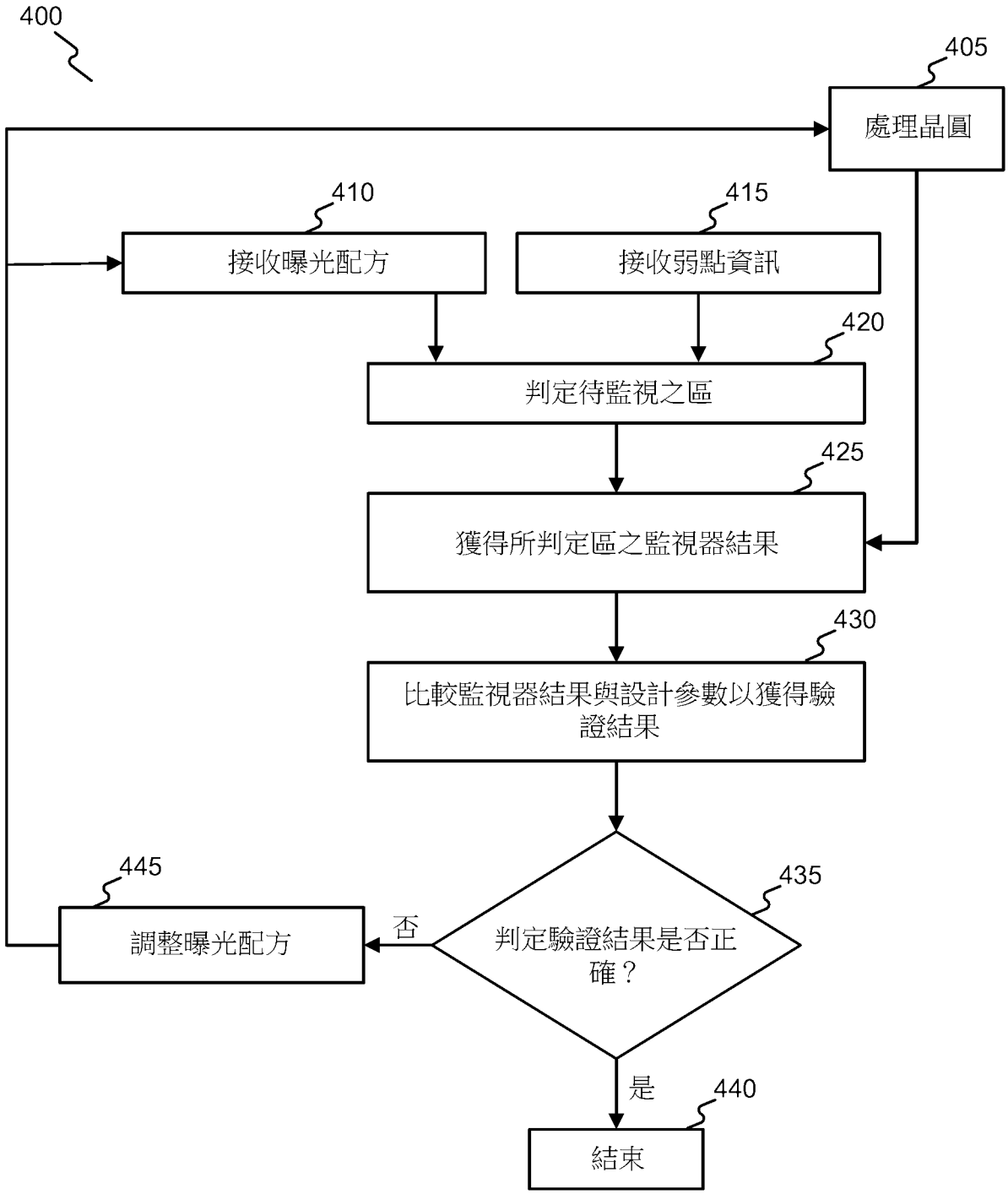
【圖1】


104
218
216
214
212
210
208
206
204a
204c
204
204d
204b
203
202
200
222
220

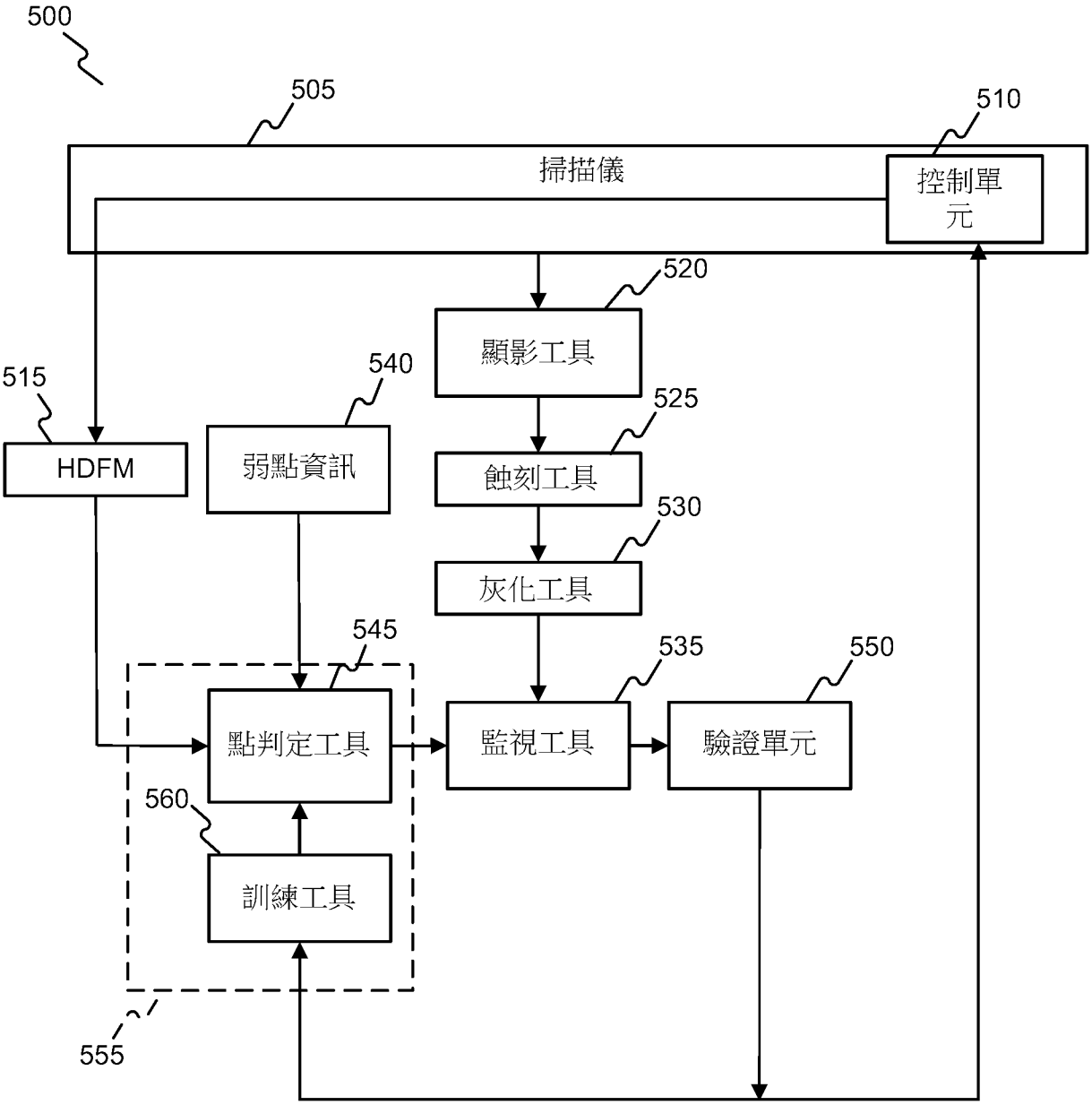
【圖2】


300
305
310
掃描儀
控制單元
315
HDFM
320
顯影工具
325
蝕刻工具
330
灰化工具
340
345
335
350
弱點資訊
點判定工具
監視工具
驗證單元

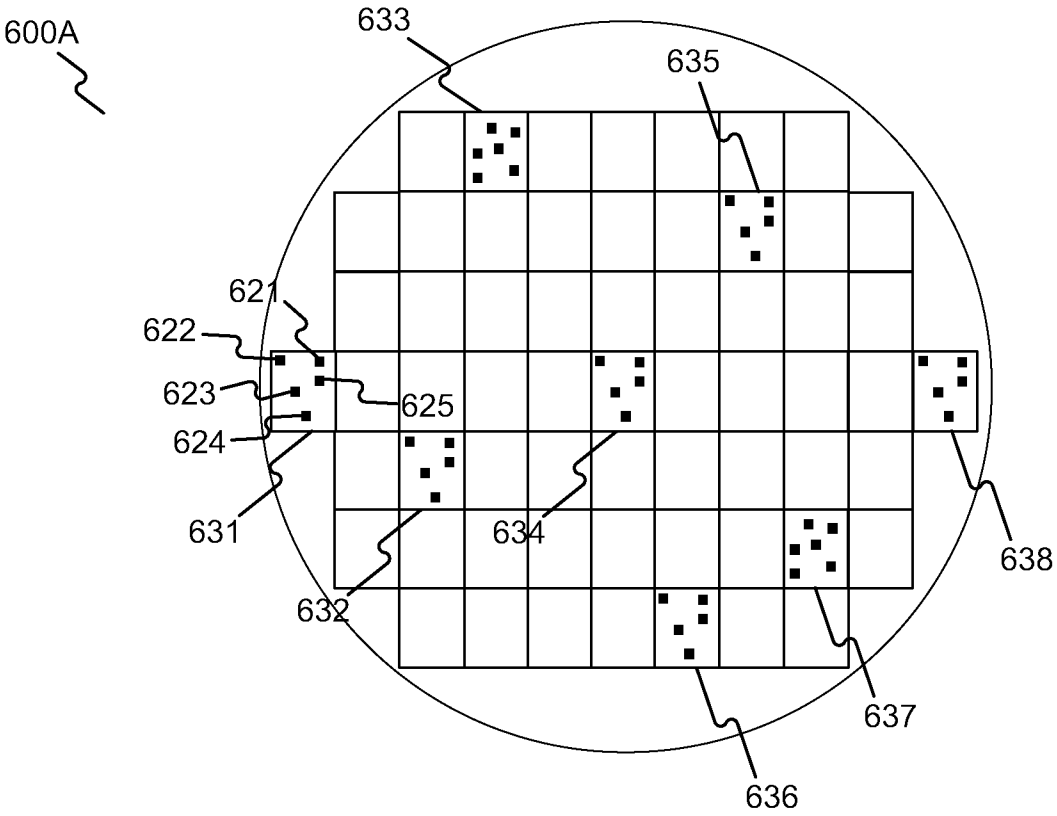
【圖3】


400
405
處理晶圓
410
接收曝光配方
415
接收弱點資訊
420
判定待監視之區
425
獲得所判定區之監視器結果
430
比較監視器結果與設計參數以獲得驗證結果
435
判定驗證結果是否正確？
否
445
調整曝光配方
是
440
結束

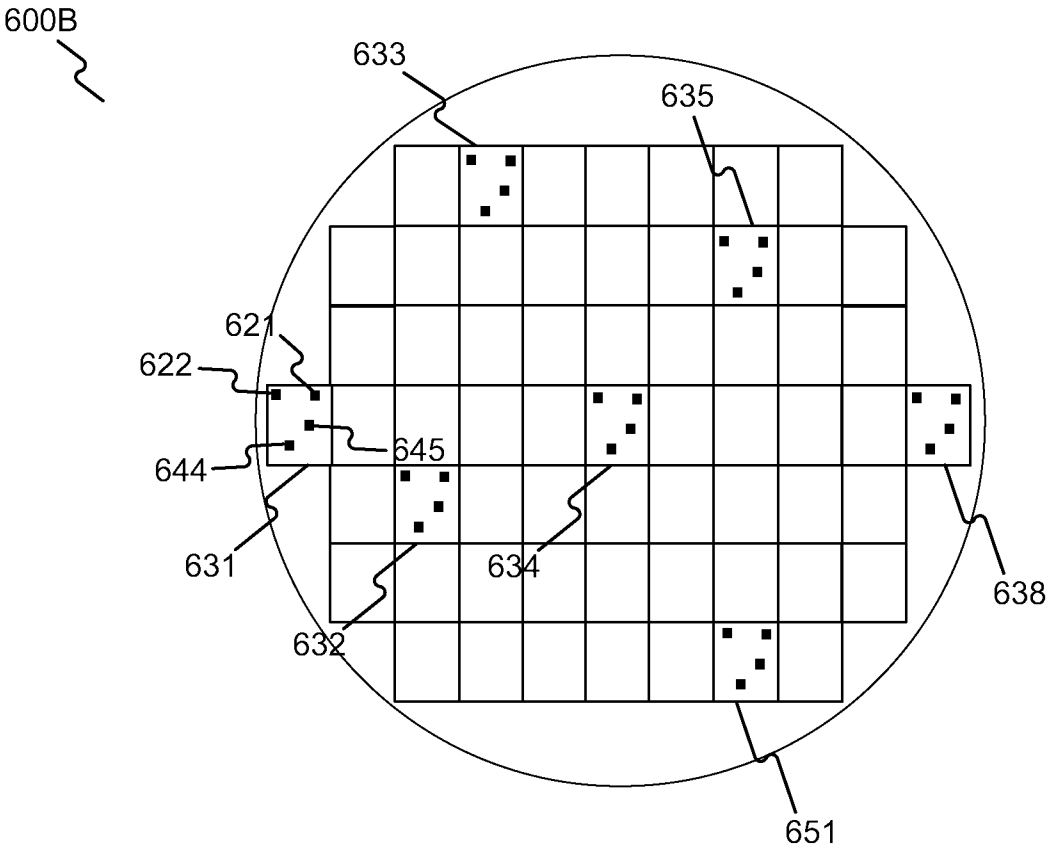
【圖4】


500
505
510
掃描儀
控制單元
520
顯影工具
515
HDFM
540
弱點資訊
525
蝕刻工具
530
灰化工具
545
535
550
點判定工具
監視工具
驗證單元
560
訓練工具
555

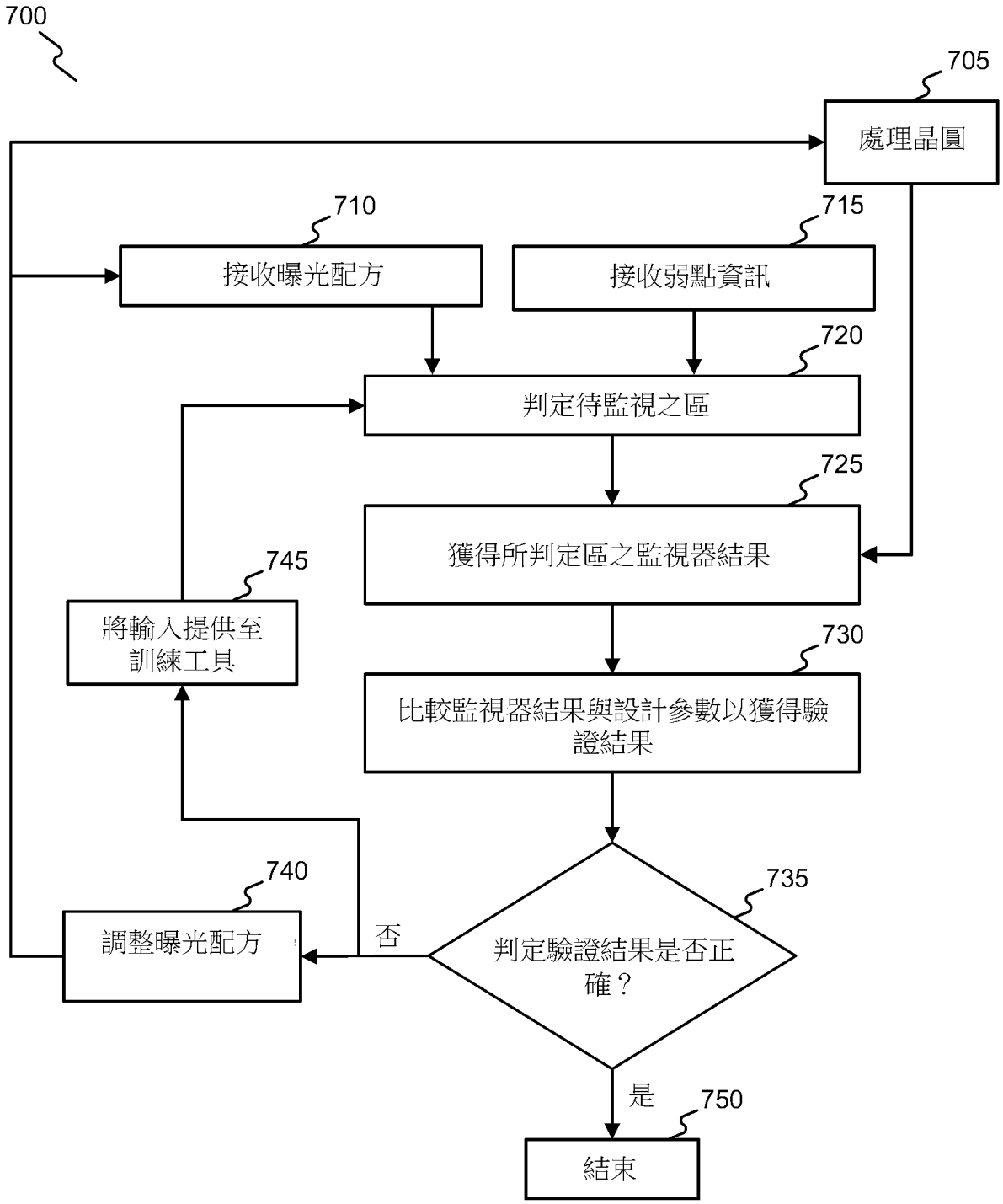
【圖5】



【圖6A】



【圖6B】


700
705
處理晶圓
710
接收曝光配方
715
接收弱點資訊
720
判定待監視之區
725
獲得所判定區之監視器結果
745
將輸入提供至訓練工具
730
比較監視器結果與設計參數以獲得驗證結果
740
調整曝光配方
否
735
判定驗證結果是否正確？
是
750
結束

【圖7】

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於提高半導體製造良率的系統和方法及電腦可讀儲存媒體

【英文發明名稱】

SYSTEM AND METHOD FOR IMPROVING SEMICONDUCTOR MANUFACTURING YIELD AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM

【技術領域】

本發明大體上係關於半導體製造之領域，且更特定言之係關於用於提高半導體製造良率之系統及方法。

【先前技術】

在積體電路(IC)之製造製程中，對未完成或已完成電路組件進行檢驗以確保其等係根據設計而製造且無缺陷。利用光學顯微鏡之檢驗系統可提供高處理量，但通常具有降至幾百奈米之解析度；且解析度受光之波長限制。隨著IC組件之實體大小繼續減小降至低於100奈米或甚至低於10奈米，相比利用光學顯微鏡之彼等檢驗系統，需要具有更高解析度的檢驗系統。

具有降至小於一奈米解析度之帶電粒子(例如，電子)束顯微鏡，諸如掃描電子顯微鏡(SEM)或透射電子顯微鏡(TEM)充當用於檢驗具有低於100奈米之特徵大小的IC組件之可行工具。在SEM情況下，單個原始電子束之電子或多個原始電子束之電子可聚焦於受檢驗晶圓之探針光點處。原始電子與晶圓之交互可引發一或多個二次電子束。二次電子束可包含由原始電子與晶圓之交互引發的後向散射電子、二次電子或歐傑電子。一或多個二次電子束之強度可基於晶圓之內部及/或外部結構的性質而變化。然

而，相比於較低解析度光學顯微鏡，處於高解析度之帶電粒子束顯微鏡的處理量可明顯較低。

不同的半導體製造製程，例如光阻塗佈、曝光、顯影、蝕刻及光阻移除(灰化)可為批量製程。批量處理可導致一批次內的多個基板(在本文中亦被稱作晶圓)經不均勻圖案化。此外，若在整個圖案化製程完成之後進行經圖案化基板之缺陷檢驗，則可能要廢棄有缺陷之晶圓或可能必須將其轉換成降級產品。此可導致半導體製造良率明顯減少。

【發明內容】

本發明之實施例提供用於提高半導體製造良率之系統及方法。在一些實施例中，提供一種良率改良系統。該系統包含一訓練工具，其經組態以基於一第一基板之一檢驗的一或多個驗證結果之接收而產生訓練資料。該系統亦包含一點判定工具，其經組態以基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊，及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

在一些實施例中，提供一種良率改良方法。該方法包含接收一第一基板之一檢驗的一或多個驗證結果；及基於該等所接收驗證結果產生訓練資料。該方法進一步包含基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊，及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

在一些實施例中，提供一種非暫時性電腦可讀儲存媒體。該媒體儲存可由包括一或多個處理器之一運算裝置執行，從而導致該運算裝置執行一良率改良方法的指令。該方法包含接收一第一基板之一檢驗的一或多個驗證結果；及基於該等所接收驗證結果產生訓練資料。該方法進一步包含

基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊，及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

所揭示實施例的額外目標及優點將在以下描述中部分闡述，且將部分自所述描述顯而易見，或可藉由實踐該等實施例習得。所揭示實施例之該等目標及優點可藉由闡述於所附申請專利範圍中之元件及組合來實現及獲得。

應理解，前文一般描述及以下詳細描述兩者皆僅為例示性及解釋性的，且並不限定如所主張的所揭示實施例。

【圖式簡單說明】

圖1為說明符合本發明之實施例的例示性電子束檢驗系統的示意圖。

圖2為說明符合本發明之實施例的可為**圖1**之例示性電子束檢驗系統的部分的例示性電子束工具之示意圖。

圖3為說明半導體處理系統之示意圖。

圖4為說明半導體處理方法之流程圖。

圖5為說明符合本發明之實施例的例示性良率改良系統之示意圖。

圖6A、**圖6B**為說明符合本發明之實施例的基板上之檢驗區的示意圖。

圖7為說明符合本發明之實施例的例示性良率改良方法之流程圖。

【實施方式】

現將詳細參考例示性實施例，其實例說明於附圖中。以下描述參考附圖，其中除非另外表示，否則不同圖式中之相同編號表示相同或類似元件。闡述於例示性實施例之以下描述中之實施並不表示符合本發明的所有實施。實情為，其僅為符合關於如所附申請專利範圍中所列舉的本發明之

態樣的設備及方法之實例。

本發明係關於用於提高半導體製造良率之系統及方法。可根據掃描儀之曝光顯影及曝光配方來處理測試晶圓或第一晶圓，例如可記錄高密度焦點圖(HDFM)。本發明之實施例提供可經組態以基於晶圓之曝光配方及熱點資訊來判定測試晶圓或第一晶圓之待檢驗的一或多個區的點判定工具。可基於測試晶圓或第一晶圓之檢驗結果最佳化後續處理晶圓之曝光配方。本發明之實施例亦提供可經組態以基於檢驗結果產生訓練資料之訓練工具。訓練資料可被提供至點判定工具，以基於晶圓之訓練資料、曝光配方及熱點資訊來判定後續處理晶圓之待檢驗的一或多個區。所揭示之系統及方法能實現對曝光配方及待監視區之動態更新。曝光配方之更新可減少後續處理晶圓之缺陷，且因此改良半導體製造良率。監視更新可包括監視較少熱點，藉此改良處理量。監視更新亦可包括監視改變以改良缺陷偵測。經改良缺陷偵測可有助於進一步改良半導體製造良率。

現參看**圖1**，其說明符合本發明之實施例的例示性電子束檢驗(EBI)系統100。如**圖1**中所展示，EBI 系統100包括主腔室101、裝載/鎖定腔室102、電子束工具104及設備前端模組(EFEM)106。電子束工具104定位於主腔室101內。

EFEM 106包括第一裝載埠106a及第二裝載埠106b。EFEM 106可包括額外裝載埠。第一裝載埠106a及第二裝載埠106b可接收含有待檢驗之晶圓(例如，半導體晶圓或由其他材料製成之晶圓)或樣本的晶圓前開式單元匣(FOUP)(晶圓及樣本在下文中統稱為「晶圓」)。EFEM 106中之一或多個機械臂(未圖示)可將晶圓運輸至裝載/鎖定腔室102。

裝載/鎖定腔室102連接至裝載/鎖定真空泵系統(未圖示)，其移除裝

載/鎖定腔室102中之氣體分子以使其達到低於大氣壓力之第一壓力。在達到第一壓力之後，一或多個機械臂(未圖示)可將晶圓自裝載/鎖定腔室102運輸至主腔室101。主腔室101連接至主腔室真空泵系統(未圖示)，其移除主腔室101中之氣體分子以使其達到低於第一壓力之第二壓力。在達到第二壓力之後，晶圓經受電子束工具104之檢驗。

現參看**圖2**，其說明符合本發明之實施例的電子束工具104之例示性組件。如**圖2**中所展示，電子束工具104包括機動載物台200及晶圓固持器202，該晶圓固持器由機動載物台200支撐以固持待檢驗之晶圓203。電子束工具104進一步包括物鏡總成204、電子偵測器206、物鏡孔徑208、聚光透鏡210、射束限制孔徑212、電子槍孔徑214、陽極216及陰極218。在一些實施例中，物鏡總成204可包括經修改擺動物鏡延遲浸沒透鏡(SORIL)，其包括極片204a、控制電極204b、偏轉器204c及激磁線圈204d。電子束工具104可另外包括能量色散X射線光譜儀(EDS)偵測器(未圖示)以表徵晶圓上之材料。

藉由在陽極216與陰極218之間施加電壓來自陰極218發射原始電子束220。原始電子束220穿過電子槍孔徑214及射束限制孔徑212，此兩者可判定進入駐存在射束限制孔徑212下方之聚光透鏡210之電子束的大小。聚光透鏡210在射束進入物鏡孔徑208之前聚焦原始電子束220，以在其進入物鏡總成204之前設定電子束的大小。偏轉器204c偏轉原始電子束220以促進晶圓上之射束掃描。舉例而言，在掃描過程中，偏轉器204c可受控制以在不同時間點處將原始電子束220依序偏轉至晶圓203之頂部表面的不同位置上，以為晶圓203之不同部分的影像重建構提供資料。此外，在一些實施例中，陽極216及陰極218可經組態以產生多個原始電子束220，

且電子束工具104可包括多個偏轉器204c以同時將多個原始電子束220投射至晶圓之不同部分，以為晶圓203之不同部分的影像重建構提供資料。

激磁線圈204d及極片204a產生在極片204a之一端處開始且在極片204a之另一端處終止的磁場。晶圓203之正由原始電子束220掃描的部分可浸沒於磁場中且可帶電，此又產生一電場。該電場減少原始電子束220在碰撞晶圓之前在靠近晶圓之表面處的撞擊能量。與極片204a電隔離之控制電極204b控制晶圓上之電場，以防止晶圓之微拱起並確保適當射束聚焦。

在接收到原始電子束220之後，可自晶圓203之該部分發射二次電子束222。二次電子束222可在電子偵測器206之感測器表面上形成射束光點。電子偵測器206可產生表示射束光點之強度的信號(例如，電壓、電流等)，並將該信號提供至處理系統(**圖2**中未示)。二次電子束222及所得射束光點之強度可根據晶圓203之外部及/或內部結構而變化。此外，如上文所論述，原始電子束220可被投射至晶圓之表面的不同位置上，以產生具不同強度之二次電子束222(及所得射束光點)。因此，藉由繪製射束光點之強度與晶圓203之位置，處理系統可重建構反映晶圓203之內部及/或外部結構的影像。

現參看**圖3**，其為說明半導體處理系統之示意圖。**圖3**說明習知半導體處理系統300，其包含掃描儀305、顯影工具320、蝕刻工具325、灰化工具330、監視工具335、點判定工具345及驗證單元350。掃描儀305可包含控制單元310。

掃描儀305可將塗佈有光阻之晶圓曝光至待轉印至晶圓之電路圖案。控制單元310可控制用於曝光晶圓之曝光配方。控制單元310可調整各種

曝光配方參數，例如曝光時間、源強度及曝光劑量。可對應於該曝光記錄HDFM 315。

顯影工具320可藉由自不合需要之區移除光阻而顯影經曝光晶圓上之圖案。對於正型光阻，在掃描儀305中經曝光的光阻之部分變得可溶於光阻顯影劑，且光阻之未曝光部分保持不溶於光阻顯影劑。對於負型光阻，在掃描儀305中經曝光的光阻之部分變得不溶於光阻顯影劑，且光阻之未曝光部分保持可溶於光阻顯影劑。

蝕刻工具325可藉由蝕刻來自晶圓之光阻已移除部分的薄膜而將圖案轉印至光阻下的一或多個薄膜。蝕刻工具325可為乾式蝕刻或濕式蝕刻工具。灰化工具330可自經蝕刻晶圓移除剩餘光阻，且可完成對晶圓上之薄膜的圖案轉印製程。

監視工具335可檢驗晶圓上之一或多個位置處的經處理晶圓以產生監視器結果。監視器結果可基於空間圖案判定、不同圖案特徵之大小量測或不同圖案特徵中之位置移位。檢驗位置可由點判定工具345判定。

點判定工具345可包含一或多個預定模型，以基於HDFM 315及弱點資訊340判定檢驗位置。

弱點資訊340可包括關於具有高機率之與圖案化製程相關的問題之位置之資訊。弱點資訊340可基於經轉印圖案、各種製程參數，及晶圓、掃描儀305及蝕刻工具325之性質。

驗證單元350可比較來自監視工具335之監視器結果與對應設計參數以產生驗證結果。驗證單元350可將驗證結果提供至掃描儀305之控制單元310。控制單元310可基於驗證結果調整後續晶圓之曝光配方。舉例而言，控制單元可基於驗證結果降低掃描儀305針對後續晶圓上之一些位置

的曝光劑量。

現參看**圖4**，其為說明習知半導體處理方法之流程圖。作為一實例，方法400可由習知半導體處理系統300執行。

在步驟405中，半導體處理系統300可處理塗佈有光阻之晶圓以將圖案轉印至晶圓上。掃描儀305可將晶圓曝光至該圖案。控制單元310可控制用以曝光晶圓之曝光配方。控制單元310可調整各種曝光配方參數，例如，曝光時間、源強度及曝光劑量。可記錄對應於該曝光之HDFM 315。顯影工具320可藉由自不合需要之區移除光阻而顯影經曝光晶圓上之圖案。蝕刻工具325可藉由蝕刻來自晶圓之光阻已移除部分的薄膜而將圖案轉印至光阻下的一或多個薄膜。灰化工具330可自經蝕刻晶圓移除剩餘光阻，且可完成對晶圓上之薄膜的圖案轉印製程。

在步驟410中，點判定工具345可接收對應於步驟405中之晶圓之圖案化的曝光配方。曝光配方可由掃描儀305提供。

在步驟415中，點判定工具345可接收對應於圖案化製程之弱點資訊340。弱點資訊340可包括關於具有高機率之與圖案化製程相關的問題之位置之資訊。弱點資訊340可基於經轉印圖案、各種製程參數，及晶圓、掃描儀305及蝕刻工具325之性質。

在步驟420中，點判定工具345可判定經圖案化晶圓之待監視的區。點判定工具345可使用一或多個預定模型，以基於步驟410中接收之曝光配方及步驟415中接收之弱點資訊340來判定檢驗位置。

在步驟425中，監視工具335可檢驗經圖案化晶圓之由點判定工具345在步驟420中判定為待監視的區。監視工具335可在一或多個位置處檢驗經圖案化晶圓以產生監視器結果。監視器結果可基於空間圖案判定、不同

圖案特徵之大小量測或不同圖案特徵中之位置移位。

在步驟430中，驗證單元350可比較來自監視工具335之監視器結果與對應設計參數以產生驗證結果。

在步驟435中，驗證單元350可根據設計要求判定驗證結果是否正確。若驗證結果判定為係正確的，則驗證單元350可對於對應晶圓並不採取進一步動作。若驗證結果判定為係不正確的，則驗證單元350可將驗證結果提供至掃描儀305之控制單元310。

在步驟445中，控制單元310可基於驗證結果調整後續晶圓之曝光配方。舉例而言，控制單元310可基於驗證結果降低掃描儀305針對後續晶圓上之一些位置的曝光劑量。

在習知方法400中，點判定工具345使用基於HDFM 315及弱點資訊340之靜態模型以判定待監視之區。該模型並不基於先前晶圓之驗證結果而動態地更新。舉例而言，一些弱點位置之驗證結果對於多個所監視晶圓而言可為正確的。因此，藉由並不監視此等弱點位置可改良處理量。但在習知方法400中，點判定工具345無法使用先前晶圓之驗證結果來判定後續晶圓之監視器位置。因此，不能改良處理量。此外，控制單元310可基於驗證結果調整曝光配方，但該模型並不回應於經更新曝光配方而動態地更新。舉例而言，基於經更新曝光配方，可需要監視不同的弱點位置。此外，可需要更新監視工具335之配方以偵測用經更新曝光配方處理之晶圓的問題。但在習知方法400中，點判定工具345無法基於曝光配方中之更新來更新監視器位置及配方。無法進行更新可減少習知方法400中之圖案化問題的偵測效率。

現參看**圖5**，其為說明符合本發明之實施例的例示性處理系統500之

示意圖。半導體處理系統500可包括掃描儀505、控制單元510、顯影工具520、蝕刻工具525、灰化工具530、監視工具535、驗證單元550及良率改良系統555。良率改良系統555可包含點判定工具545及訓練工具560。

點判定工具545及訓練工具560可各自包括一或多個模組。大體而言，如本文中所使用之詞語「模組」可為經設計以用於與其他組件(例如，積體電路之部分)，或執行相關功能之特定功能的程式(儲存於電腦可讀媒體上)之部分一起使用的經封裝功能性硬體單元。模組可具有入口點及出口點，且可以諸如Java、Lua、C或C++之程式設計語言撰寫。軟體模組可經編譯並鏈接至可執行程式、安裝於動態鏈接庫中，或以諸如BASIC、Perl或Python之經解譯程式設計語言撰寫。將瞭解，可自其他模組或自其自身召用軟體模組，及/或可回應於偵測到之事件或中斷調用軟體模組。經組態以用於執行於運算裝置上之軟體模組可提供於電腦可讀媒體上，該電腦可讀媒體諸如光碟、數位視訊光碟、快閃記憶體隨身碟、磁碟、或任一其他非暫時性媒體，或作為數位下載提供(且可最初以要求在執行之前安裝、解壓縮或解密的壓縮或可安裝格式儲存)。此等軟體程式碼可部分或完全地儲存於執行運算裝置之記憶體裝置上以用於由運算裝置執行。軟體指令可嵌入於韌體中，諸如可擦除可程式化唯讀記憶體(EPROM)。應進一步瞭解，硬體模組可由經連接邏輯單元(諸如閘及正反器)組成，及/或可由可程式化單元(諸如可程式化閘陣列或處理器)組成。本文中所描述之模組或運算裝置功能性較佳實施為軟體模組，但可以硬體或韌體表示。通常，本文中所描述之模組指代不管其實體組織或儲存如何可與其他模組組合或劃分成子模組的邏輯模組。

在一些實施例中，點判定工具545及訓練工具560可組合於單個工具

中。在一些實施例中，良率改良系統555可包括於監視工具535內。

掃描儀505可將塗佈有光阻之晶圓曝光至待轉印至晶圓之電路圖案。控制單元510可控制用於曝光晶圓之曝光配方。控制單元510可調整各種曝光配方參數，例如曝光時間、源強度及曝光劑量。可對應於該曝光記錄HDFM 515。

顯影工具520可藉由自不合需要之區移除光阻而顯影經曝光晶圓上之圖案。對於正型光阻，在掃描儀505中經曝光的光阻之部分變得可溶於光阻顯影劑，且光阻之未曝光部分保持不溶於光阻顯影劑。對於負型光阻，在掃描儀505中經曝光的光阻之部分變得不溶於光阻顯影劑，且光阻之未曝光部分保持可溶於光阻顯影劑。

蝕刻工具525可藉由蝕刻來自晶圓之光阻已移除部分的薄膜而將圖案轉印至光阻下的一或多個薄膜。蝕刻工具525可為乾式蝕刻或濕式蝕刻工具。灰化工具530可自經蝕刻晶圓移除剩餘光阻，且可完成對晶圓上之薄膜的圖案轉印製程。

監視工具535可檢驗晶圓上之一或多個位置處的經處理晶圓以產生監視器結果。監視器結果可基於空間圖案判定、不同圖案特徵之大小量測或不同圖案特徵中之位置移位。檢驗位置可由良率改良系統555之點判定工具545判定。點判定工具545可包含一或多個模型，以基於HDFM 515、弱點資訊540及由訓練工具560提供之訓練資料來判定檢驗位置。點判定工具545可包括一或多個模組。

弱點資訊540可包括關於具有高機率之與圖案化製程相關的問題之位置之資訊。弱點資訊540可基於經轉印圖案、各種製程參數，及晶圓、掃描儀505及蝕刻工具525之性質。

驗證單元550可比較來自監視工具535之監視器結果與對應設計參數以產生驗證結果。驗證單元550可將驗證結果提供至掃描儀505之控制單元510。控制單元510可基於驗證結果調整後續晶圓之曝光配方。舉例而言，控制單元510可基於驗證結果降低掃描儀505針對後續晶圓上之一些位置的曝光劑量。驗證單元550可進一步將驗證結果提供至良率改良系統555之訓練工具560。

訓練工具560可基於自驗證單元550接收之驗證結果產生訓練資料。訓練工具560可包含深度神經網路以分析一或多個驗證結果，以用於產生訓練資料。在一些實施例中，訓練工具560亦可接收HDFM 515，並進一步基於HDFM 515產生訓練資料。訓練工具560可將所產生訓練資料提供至點判定工具545。點判定工具545可基於所接收訓練資料、HDFM 515及弱點資訊540判定其他晶圓之檢驗點。因此，可動態地選擇監視器點，而非選擇固定模型。

現參看**圖6A**及**圖6B**，其為分別說明與本發明之實施例一致的第一圖案化基板600A及第二圖案化基板600B上之檢驗區的示意圖。基板600A及基板600B可由具有良率改良系統555之半導體處理系統(例如，**圖5**之半導體處理系統500)來處理。

點判定工具(例如，半導體處理系統500之點判定工具545)可判定基板600A之檢驗區。基於曝光配方(例如，HDFM 515)及弱點資訊(例如，弱點資訊540)，點判定工具可判定標記為631、632、633、634、635、636、637及638之八個用於檢驗的晶粒。在每一晶粒內，點判定工具可判定標記為621、622、623、624及625的五個用於檢驗的位置。

監視工具(例如，半導體處理系統500之監視工具535)可針對基板

600A之所判定位置執行檢驗。驗證單元(例如，半導體處理系統500之驗證單元550)可藉由比較監視器結果與設計參數來產生驗證結果。驗證結果可用以在基板600B之處理期間更新曝光配方。

訓練工具(例如，半導體處理系統500之訓練工具560)可基於驗證結果產生訓練資料，並將其提供至點判定工具。點判定工具可使用訓練資料來判定基板600B之用於檢驗的區。舉例而言，點判定工具可將待檢驗的晶粒之數目自八個減少至七個。如圖**6B**中所展示，點判定工具可檢驗基板600B之晶粒651，而非檢驗基板600A之晶粒636及637。在一些實施例中，點判定工具亦可基於所接收訓練資料減少每一晶粒的檢驗點之數目。減少檢驗點之數目可增加處理系統之處理量。此外，可對應於在基板600B之處理期間所使用的曝光配方之更新來更新監視器點或監視器配方。舉例而言，若藉由使用經更新曝光配方形成了觸點，則不同的監視工具配方(例如，不同的導降能量或不同的射束電流)可用以捕獲基板600B之不同開路/短路缺陷。訓練資料可包括用以對應於曝光配方更新來修改監視工具配方的資訊。若監視工具配方未改變，則可能不能識別所改變的開路/短路缺陷。因此，由本發明提供之系統及方法可改良缺陷偵測，且藉此改良半導體製造良率。

現參看**圖7**，其為說明符合本發明之實施例的例示性良率改良方法之流程圖。作為一實例，方法700可由包含良率改良系統555之半導體處理系統500執行。將易於瞭解，所說明程序可經變更以修改步驟次序、刪除步驟或進一步包括額外步驟。

在步驟705中，半導體處理系統可處理塗佈有光阻之晶圓以將圖案轉印至晶圓上。掃描儀(例如，半導體處理系統500之掃描儀505)可將晶圓曝

光至該圖案。掃描儀內之控制單元(例如，半導體處理系統500之控制單元510)可控制用於曝光晶圓之曝光配方。控制單元可調整各種曝光配方參數，例如曝光時間、源強度及曝光劑量。可對應於該曝光記錄HDFM(例如，半導體處理系統500之HDFM 515)。顯影工具(例如，半導體處理系統500之顯影工具520)可藉由自不合需要之區移除光阻而顯影經曝光晶圓上之圖案。蝕刻工具(例如，半導體處理系統500之蝕刻工具525)可藉由蝕刻來自晶圓之光阻已移除部分的薄膜而將圖案轉印至光阻下的一或多個薄膜。灰化工具(例如，半導體處理系統500之灰化工具530)可自經蝕刻晶圓移除剩餘光阻，且可完成對晶圓上之薄膜的圖案轉印製程。

在步驟710中，點判定工具(例如，半導體處理系統500之點判定工具545)可接收對應於步驟705中之晶圓圖案化的曝光配方。曝光配方可由掃描儀提供。

在步驟715中，點判定工具可接收對應於圖案化製程之弱點資訊(例如，半導體處理系統500之弱點資訊540)。弱點資訊可包括關於具有高機率之與圖案化製程相關的問題之位置之資訊。弱點資訊可基於經轉印圖案、各種製程參數，及晶圓、掃描儀及蝕刻工具之性質。

在步驟720中，點判定工具可判定經圖案化晶圓之待監視的區。點判定工具可使用一或多個預定模型，以基於步驟710中接收之曝光配方及步驟715中接收之弱點資訊來判定檢驗位置。

在步驟725中，監視工具(例如，半導體處理系統500之監視工具535)可檢驗經圖案化晶圓之由點判定工具在步驟720中判定為待監視的區。監視工具可在一或多個位置處檢驗經圖案化晶圓以產生監視器結果。監視器結果可基於空間圖案判定、不同圖案特徵之大小量測或不同圖案特徵中之

位置移位。

在步驟730中，驗證單元(例如，半導體處理系統500之驗證單元550)可比較來自監視工具之監視器結果與對應設計參數以產生驗證結果。

在步驟735中，驗證單元可根據設計要求判定驗證結果是否正確。若驗證結果判定為係正確的，則驗證單元可對於對應晶圓並不採取進一步動作。若驗證結果判定為係不正確的，則驗證單元可將驗證結果提供至掃描儀之控制單元及良率改良系統之訓練工具(例如，良率改良系統555之訓練工具560)。

在步驟740中，控制單元可基於驗證結果調整後續晶圓之曝光配方。舉例而言，控制單元可基於驗證結果降低掃描儀針對後續晶圓上之一些位置的曝光劑量。

在步驟745中，訓練工具可接收來自驗證單元的驗證結果，且可基於驗證結果產生訓練資料。訓練工具可包含深度神經網路以分析一或多個驗證結果，以用於產生訓練資料。訓練工具可將所產生訓練資料提供至點判定工具。點判定工具可基於所接收訓練資料、曝光配方及弱點資訊來判定其他晶圓之檢驗點。因此，可動態地判定監視器點，而非取決於固定模型。此動態判定可減少後續處理晶圓之缺陷，且因此改良半導體製造良率。此外，由動態判定引起之監視更新可包括監視較少熱點，藉此改良處理量。由動態判定引起之監視更新亦可包括監視改變以改良缺陷偵測。經改良缺陷偵測可有助於進一步改良半導體製造良率。

可使用以下條項進一步描述實施例：

1. 一種良率改良系統，其包含：

一訓練工具，其經組態以基於一第一基板之一檢驗的一或多個驗證

結果之接收而產生訓練資料；及

一點判定工具，其經組態以基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊，及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

2. 如條項1之系統，其中該訓練工具經組態以使用一深度神經網路來分析該一或多個驗證結果，以用於產生該訓練資料。

3. 如條項1或2之系統，其中該訓練工具進一步經組態以基於該曝光配方產生該訓練資料。

4. 如條項1至3中任一項之系統，其中該一或多個驗證結果係由一驗證單元基於該第一基板之一或多個監視器結果與一或多個設計參數的一比較而產生。

5. 如條項4之系統，其中該一或多個監視器結果係由一監視工具基於一空間圖案判定、一圖案大小量測及一圖案移位量測中之至少一者而產生。

6. 如條項4或5之系統，其中該曝光配方係基於該一或多個監視器結果而判定。

7. 如條項1至6中任一項之系統，其中該曝光配方包含一高密度焦點圖。

8. 如條項1至7中任一項之系統，其中該第一基板及該第二基板係由一掃描儀、一顯影工具、一蝕刻工具及一灰化工具處理。

9. 一種方法，其包含：

接收一第一基板之一檢驗的一或多個驗證結果；

基於該等所接收驗證結果產生訓練資料；及

基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊，及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

10. 如條項9之方法，其中該產生訓練資料包含使用一深度神經網路來分析該一或多個驗證結果。

11. 如條項9或10之方法，其中該產生訓練資料進一步基於該曝光配方。

12. 如條項9至11中任一項之方法，其中該等驗證結果係由一驗證單元基於該第一基板之一或多個監視器結果與一或多個設計參數的一比較而產生。

13. 如條項12之方法，其中該一或多個監視器結果係由一監視工具基於一空間圖案判定、一圖案大小量測及一圖案移位量測中之至少一者而產生。

14. 如條項12或13之方法，其中該曝光配方係基於該一或多個監視器結果而判定。

15. 如條項9至14中任一項之方法，其中該曝光配方包含一高密度焦點圖。

16. 如條項9至15中任一項之方法，其中該第一基板及該第二基板係由一掃描儀、一顯影工具、一蝕刻工具及一灰化工具處理。

17. 一種儲存指令之非暫時性電腦可讀儲存媒體，該等指令可由包括一或多個處理器之一運算裝置執行以使得該運算裝置執行包含以下操作之一方法：

接收一第一基板之一檢驗的一或多個驗證結果；

基於該等所接收驗證結果產生訓練資料；

基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊，及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

18. 如條項17之媒體，其中產生訓練資料包含使用一深度神經網路來分析該一或多個驗證結果。

19. 如條項17或18之媒體，其中產生訓練資料進一步基於該曝光配方。

20. 如條項17至19中任一項之媒體，其中該等驗證結果係由一驗證單元基於該第一基板之一或多個監視器結果與一或多個設計參數的一比較而產生。

21. 如條項20之媒體，其中該一或多個監視器結果係由一監視工具基於一空間圖案判定、一圖案大小量測及一圖案移位量測中之至少一者而產生。

22. 如條項20或21之媒體，其中該曝光配方係基於該一或多個監視器結果而判定。

23. 如條項17至22中任一項之媒體，其中該曝光配方包含一高密度焦點圖。

24. 如條項17至23中任一項之媒體，其中該第一基板及該第二基板係由一掃描儀、一顯影工具、一蝕刻工具及一灰化工具處理。

應瞭解，本發明不限於上文所描述及在附圖中所說明之準確構造，且可在不背離其範疇的情況下作出各種修改及改變。希望，本發明之範疇應僅受限於所附申請專利範圍。

【符號說明】

100　　電子束檢驗(EBI)系統

101	主腔室
102	裝載/鎖定腔室
104	電子束工具
106	設備前端模組(EFEM)
106a	第一裝載埠
106b	第二裝載埠
200	機動載物台
202	晶圓固持器
203	晶圓
204	物鏡總成
204a	極片
204b	控制電極
204c	偏轉器
204d	激磁線圈
206	電子偵測器
208	物鏡孔徑
210	聚光透鏡
212	射束限制孔徑
214	電子槍孔徑
216	陽極
218	陰極
220	原始電子束
222	二次電子束

300 習知半導體處理系統

305 掃描儀

310 控制單元

315 高密度焦點圖(HDFM)

320 顯影工具

325 蝕刻工具

330 灰化工具

335 監視工具

340 弱點資訊

345 點判定工具

350 驗證單元

400 方法

405 步驟

410 步驟

415 步驟

420 步驟

425 步驟

430 步驟

435 步驟

440 步驟

445 步驟

500 半導體處理系統

505 掃描儀

510 控制單元

515 高密度焦點圖(HDFM)

520 顯影工具

525 蝕刻工具

530 灰化工具

535 監視工具

540 弱點資訊

545 點判定工具

550 驗證單元

555 良率改良系統

560 訓練工具

600A 第一圖案化基板

600B 第二圖案化基板

621 位置

622 位置

623 位置

624 位置

625 位置

631 晶粒

632 晶粒

633 晶粒

634 晶粒

635 晶粒

636 晶粒

637 晶粒

638 晶粒

651 晶粒

700 方法

705 步驟

710 步驟

715 步驟

720 步驟

725 步驟

730 步驟

735 步驟

740 步驟

745 步驟

750 步驟

專利案號：106127561

107年11月05日 所提修正

公告本

I659282

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於提高半導體製造良率的系統和方法及電腦可讀儲存媒體

【英文發明名稱】

SYSTEM AND METHOD FOR IMPROVING SEMICONDUCTOR MANUFACTURING YIELD AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM

【中文】

本發明之實施例提供用於提高半導體製造良率之系統及方法。本發明之實施例提供一種良率改良系統。該系統包含一訓練工具，其經組態以基於一第一基板之一檢驗的一或多個驗證結果之接收而產生訓練資料。該系統亦包含一點判定工具，其經組態以基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

【英文】

Embodiments of the present disclosure provide systems and methods for enhancing the semiconductor manufacturing yield. Embodiments of the present disclosure provide a yield improvement system. The system comprises a training tool configured to generate training data based on receipt of one or more verified results of an inspection of a first substrate. The system also comprises a point determination tool configured to determine one or more regions on a second substrate to inspect based on the training data, weak point information for the second substrate, and an exposure recipe for a

scanner of the second substrate.

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

300 習知半導體處理系統

305 掃描儀

310 控制單元

315 高密度焦點圖(HDFM)

320 顯影工具

325 蝕刻工具

330 灰化工具

335 監視工具

340 弱點資訊

345 點判定工具

350 驗證單元

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種良率(yield)改良系統，其包含：

一訓練工具(training tool)，其經組態以基於接收一第一基板之一檢驗的一或多個驗證結果而產生訓練資料；及

一點判定工具(point determination tool)，其經組態以基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

【第2項】

如請求項1之系統，其中該訓練工具經組態以使用一深度神經網路來分析該一或多個驗證結果，以用於產生該訓練資料。

【第3項】

如請求項1之系統，其中該訓練工具進一步經組態以基於該曝光配方產生該訓練資料，及/或其中該曝光配方包含一高密度焦點圖。

【第4項】

如請求項1之系統，其中該一或多個驗證結果係由一驗證單元基於該第一基板之一或多個監視器結果與一或多個設計參數的一比較而產生，及/或其中該一或多個監視器結果係由一監視工具基於一空間圖案判定、一圖案大小量測及一圖案移位量測中之至少一者而產生，及/或其中該曝光配方係基於該一或多個監視器結果而判定。

【第5項】

如請求項1之系統，其中該第一基板及該第二基板係由一掃描儀、一顯影工具、一蝕刻工具及一灰化工具處理。

【第6項】

一種良率改良方法，其包含：

接收一第一基板之一檢驗的一或多個驗證結果；

基於該等所接收驗證結果產生訓練資料；及

基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

【第7項】

如請求項6之方法，其中該產生訓練資料包含使用一深度神經網路來分析該一或多個驗證結果。

【第8項】

如請求項6之方法，其中該產生訓練資料進一步基於該曝光配方。

【第9項】

如請求項6之方法，其中該等驗證結果係由一驗證單元基於該第一基板之一或多個監視器結果與一或多個設計參數的一比較而產生，及/或其中該一或多個監視器結果係由一監視工具基於一空間圖案判定、一圖案大小量測及一圖案移位量測中之至少一者而產生，及/或其中該曝光配方係基於該一或多個監視器結果而判定。

【第10項】

如請求項6之方法，其中該曝光配方包含一高密度焦點圖。

【第11項】

如請求項6之方法，其中該第一基板及該第二基板係由一掃描儀、一顯影工具、一蝕刻工具及一灰化工具處理。

【第12項】

一種儲存指令之非暫時性電腦可讀儲存媒體，該等指令可由包括一或多個處理器之一運算裝置執行以使得該運算裝置執行包含以下操作之一方法：

接收一第一基板之一檢驗的一或多個驗證結果；

基於該等所接收驗證結果產生訓練資料；

基於該訓練資料、一第二基板之弱點資訊，及該第二基板之一掃描儀的一曝光配方來判定該第二基板上待檢驗之一或多個區。

【第13項】

如請求項12之媒體，其中產生訓練資料包含使用一深度神經網路來分析該一或多個驗證結果，及/或其中產生訓練資料進一步基於該曝光配方，及/或其中該曝光配方係基於該一或多個監視器結果而判定，及/或其中該曝光配方包含一高密度焦點圖。

【第14項】

如請求項12之媒體，其中該等驗證結果係由一驗證單元基於該第一基板之一或多個監視器結果與一或多個設計參數的一比較而產生，及/或其中該一或多個監視器結果係由一監視工具基於一空間圖案判定、一圖案大小量測及一圖案移位量測中之至少一者而產生。

【第15項】

如請求項12之媒體，其中該第一基板及該第二基板係由一掃描儀、一顯影工具、一蝕刻工具及一灰化工具處理。