

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於重複缺陷分析之相對缺陷位置之高精準度

【英文發明名稱】

HIGH ACCURACY OF RELATIVE DEFECT LOCATIONS FOR
REPEATER ANALYSIS

【技術領域】

本發明大體上係關於用於針對重複缺陷分析(repeater analysis)以相對較高精準度判定相對缺陷位置之方法及系統。

【先前技術】

以下描述及實例不憑藉其等包含於此章節中而被認為係先前技術。

製作半導體裝置(諸如邏輯及記憶體裝置)通常包含使用大量半導體製作程序處理一基板(諸如一半導體晶圓)以形成半導體裝置之各種特徵及多個層級。例如，微影術係涉及將一圖案自一光罩轉印至配置於一半導體晶圓上之一光阻劑的一半導體製作程序。半導體製作程序之額外實例包含但不限於化學機械拋光(CMP)、蝕刻、沈積及離子植入。可在一單一半導體晶圓上之一配置中製作多個半導體裝置且接著將其等分離成個別半導體裝置。

在一半導體製程期間之各個步驟使用檢測程序偵測晶圓上之缺陷以促進製程中之更高良率及因此更高利潤。檢測始終為製作半導體裝置(諸如IC)之一重要部分。然而，隨著半導體裝置尺寸之減小，檢測對於成功製造可接受半導體裝置變得甚至更為重要，此係因為較小缺陷可引起裝置發生故障。

一些當前檢測方法偵測晶圓上之重複缺陷(repeater defect)以藉此偵測光罩上之缺陷。例如，一光罩重複地印刷於一晶圓上之不同區域中以藉此產生印刷於晶圓上之光罩之多個例項。因而，若在對應於一光罩上之相同位置的一晶圓上之多個位置處重複偵測到一缺陷(「一重複缺陷」)，則缺陷可能是由光罩本身引起。因此，可分析重複缺陷以判定其等是否由光罩缺陷引起而非某一其他原因。一單晶粒光罩大體上定義為由僅一個晶粒組成之一光罩。一多晶粒光罩係由多個晶粒組成之一光罩。

一般而言，重複缺陷偵測(RDD)執行為一晶圓後處理(PP)操作。例如，檢測工具可執行正常晶粒對晶粒缺陷偵測(DD)，且在報告全部晶圓缺陷之後，可在掃描晶圓時在一後處理步驟中而非在一不同電腦組件中執行RDD。重複缺陷定義為在印刷於晶圓上之光罩之若干例項中定位於相同相對光罩位置(在一特定容限內)處之缺陷。

在一些當前使用之重複缺陷偵測方法及系統(諸如針對已印刷於晶圓上之多晶粒光罩執行之方法及系統)中，逐掃描帶偵測缺陷且報告相對於晶粒或光罩之缺陷位置。此等方法及系統產生各掃描帶內之良好缺陷位置，此係因為預映射及運行時間對準(RTA)對準相同掃描帶或光罩列中之晶粒。然而，不存在對準跨光罩列之掃描帶之間的光罩例項之任何機制。不同光罩例項上之掃描帶之間的重複缺陷位置可為掃描帶位置精準度之2倍大，例如約300 nm或約10個像素。理想地，應將重複缺陷容限設定為等於或大於300 nm以找到全部重複缺陷例項。一相對較大重複缺陷容限引起將更多隨機缺陷偵測為重複缺陷。

因此，發展出用於針對重複缺陷分析以相對較高精準度判定相對缺陷位置之不具有上文描述之缺點之一或多者的系統及/或方法將為有利

的。

【發明內容】

各種實施例之下列描述不應以任何方式解釋為限制隨附發明申請專利範圍之標的。

一項實施例係關於一種經組態以變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位(position)之系統。該系統包含一檢測子系統，該檢測子系統包含至少一能源及一偵測器。該能源經組態以產生引導至一晶圓之能量。該偵測器經組態以偵測來自該晶圓之能量且回應於該經偵測能量而產生輸出。該輸出包含該晶圓上之多個晶粒之各者的輸出之圖框之多個掃描帶，且印刷於該晶圓上之一光罩之多個例項之各者包含該多個晶粒之至少兩個例項。

該系統亦包含一或多個電腦子系統，其等經組態以藉由將一缺陷偵測方法應用於由該偵測器產生之該輸出而偵測該晶圓上之缺陷。對於單晶粒光罩，無法藉由運用晶粒對晶粒比較之任何方法來偵測重複缺陷，此係因為重複缺陷信號由此等比較抵消。一不同方法可用於單晶粒光罩之缺陷偵測。此並非本文中描述之實施例之標的。對於多晶粒光罩，重複缺陷未出現在緊鄰晶粒中，因此可使用晶粒對晶粒比較。藉由該缺陷偵測方法以掃描帶座標報告該等缺陷之定位。

該一或多個電腦子系統亦經組態以對準印刷於該晶圓上之該光罩之該多個例項之一第一者中的該多個晶粒之一第一者中的該多個掃描帶之一第一者中的該等圖框之一第一者之輸出與印刷於該晶圓上之該光罩之該多個例項之其他者中的該多個晶粒之對應其他者中的該多個掃描帶之對應其他者中的該等圖框之對應其他者之輸出。另外，該一或多個電腦子系統經組態以基於該等圖框之該輸出之掃描帶座標與在對準步驟中與其等對準之

該等圖框之該第一者的該輸出之掃描帶座標之間的差異分別判定該光罩之該多個例項之該等其他者中的該等圖框之各者的不同掃描帶座標偏移。該一或多個電腦子系統進一步經組態以將該等不同掃描帶座標偏移之一者應用於針對在該晶圓上偵測到的該等缺陷報告之該等掃描帶座標，其中基於其中偵測到該等缺陷之該光罩之該多個例項之該等其他者判定將該等不同掃描帶座標偏移之哪一者應用於針對該等缺陷報告之該等掃描帶座標，藉此將針對該等缺陷報告之該等掃描帶座標自該光罩之該多個例項之該等其他者中的掃描帶座標變換為該光罩之該多個例項之該第一者中的掃描帶座標。該系統可如本文中描述般進一步組態。

另一實施例係關於一種用於變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位之電腦實施方法。該方法包含用於上文描述之一或多個電腦子系統之功能之各者的步驟。藉由耦合至如上文描述般組態之一檢測子系統的一或多個電腦子系統來執行該方法之該等步驟。該方法可如本文中進一步描述般執行。另外，該方法可包含本文中描述之(若干)任何其他方法之(若干)任何其他步驟。此外，可藉由本文中描述之該等系統之任一者執行該方法。

一額外實施例係關於一種非暫時性電腦可讀媒體，其儲存可在一電腦系統上執行以執行用於變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位之一電腦實施方法的程式指令。該電腦實施方法包含上文描述之該方法之該等步驟。該電腦可讀媒體可如本文中描述般進一步組態。該電腦實施方法之該等步驟可如本文中進一步描述般執行。另外，該電腦實施方法(可針對其執行該等程式指令)可包含本文中描述之(若干)任何其他方法之(若干)任何其他步驟。

【圖式簡單說明】

在閱讀以下詳細描述且參考隨附圖式之後將明白本發明之其他目的及優點，其中：

圖1及圖2係繪示如本文中描述般組態之一系統之實施例之側視圖的示意圖；

圖3係繪示針對缺陷產生之不同重複缺陷偵測結果之實例之一光罩堆疊圖的一示意圖，以不同缺陷位置精準度判定該等缺陷之缺陷定位；

圖4係繪示印刷於一晶圓上之一光罩之例項之一個實例及印刷於晶圓上之光罩之個別例項至印刷於晶圓上之光罩之一第一例項之缺陷座標平移之一項實施例的一平面圖之一示意圖；

圖5及圖7係繪示印刷於一晶圓上之一光罩之例項之一個實例及選擇光罩之例項之一者之多個掃描帶中之對準目標以用於本文中描述之實施例之實施例的平面圖之示意圖；

圖6及圖8係繪示印刷於一晶圓上之一光罩之例項之一個實例及將針對在晶圓上偵測到的缺陷報告之掃描帶座標自其中偵測到該等缺陷之光罩之例項中的掃描帶座標變換為印刷於晶圓上之光罩之例項之一第一者的掃描帶座標之實施例的平面圖之示意圖；及

圖9係繪示儲存可在一電腦系統上執行以執行本文中描述之電腦實施方法之一或多者之程式指令的一非暫時性電腦可讀媒體之一項實施例之一方塊圖。

雖然本發明易於以各種修改及替代形式呈現，但在圖式中以實例方式展示且將在本文中詳細描述本發明之特定實施例。然而，應瞭解，圖式及其等之詳細描述並不意欲將本發明限制於所揭示之特定形式，恰相反，其意欲涵蓋落在如由隨附發明申請專利範圍定義之本發明之精神及範疇內

之全部修改、等效物及替代方案。

【實施方式】

現參考圖式，應注意，圖未按比例繪製。特定言之，大幅放大圖之一些元件之比例以強調元件之特性。亦應注意，圖未按相同比例繪製。已使用相同元件符號指示在一個以上圖中展示之可類似組態之元件。除非本文中另有說明，否則所描述且展示之任何元件可包含任何適合市售元件。

一項實施例係關於一種經組態以變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位之系統。本文中描述之實施例尤其適於偵測一晶圓上由印刷於該晶圓上之一多晶粒光罩引起的重複缺陷。對於多晶粒光罩，晶粒及光罩座標變換對於全部晶粒列係已知的且固定的。若判定一缺陷晶粒位置，則可計算其之光罩位置。一般而言，本文中描述之實施例經組態以判定用於重複缺陷分析之精準(或實質上精準)相對缺陷位置。更特定言之，本文中描述之實施例通常將在檢測期間來自印刷於一晶圓上之全部光罩例項的缺陷位置變換為共同座標且顯著增大相對缺陷位置精準度。本文中描述之實施例可有助於減少重複缺陷分析之錯誤重複缺陷計數。多晶粒光罩可為此項技術中已知之任何多晶粒光罩。晶圓可包含此項技術中已知之任何晶圓。

在圖1中展示此一系統之一項實施例。系統包含一檢測子系統，該檢測子系統包含至少一能源及一偵測器。能源經組態以產生引導至一晶圓之能量。偵測器經組態以偵測來自晶圓之能量且回應於經偵測能量而產生輸出。

在一項實施例中，引導至晶圓之能量包含光，且自晶圓偵測之能量包含光。例如，在圖1中展示之系統之實施例中，檢測子系統10包含經組態以將光引導至晶圓14之一照明子系統。照明子系統包含至少一個光源。

例如，如圖1中展示，照明子系統包含光源16。在一項實施例中，照明子系統經組態以依一或多個入射角(其可包含一或多個傾斜角及/或一或多個法線角)將光引導至晶圓。例如，如圖1中展示，來自光源16之光經引導穿過光學元件18及接著透鏡20而至光束分離器21，光束分離器21將光依一法線入射角引導至晶圓14。入射角可包含任何適合入射角，其可取決於例如晶圓及待在晶圓上偵測之缺陷的特性而變化。

照明子系統可經組態以在不同時間依不同入射角將光引導至晶圓。例如，檢測子系統可經組態以更改照明子系統之一或多個元件之一或多個特性，使得光可依不同於圖1中展示之入射角之一入射角引導至晶圓。在一個此實例中，檢測子系統可經組態以使光源16、光學元件18及透鏡20移動，使得光依一不同入射角引導至晶圓。

在一些例項中，檢測子系統可經組態以同時依一個以上入射角將光引導至晶圓。例如，照明子系統可包含一個以上照明通道，該等照明通道之一者可包含如圖1中展示之光源16、光學元件18及透鏡20，且該等照明通道之另一者(未展示)可包含可不同或相同組態之類似元件，或可包含至少一光源及可能一或多個其他組件(諸如本文中進一步描述之組件)。若此光與另一光同時引導至晶圓，則依不同入射角引導至晶圓之光的一或多個特性(例如，波長、偏光等)可不同，使得由依不同入射角照明晶圓產生之光可在(若干)偵測器處彼此區別。

在另一例項中，照明子系統可包含僅一個光源(例如，圖1中展示之源16)，且來自該光源之光可由照明子系統之一或多個光學元件(未展示)分離成不同光學路徑(例如，基於波長、偏光等)。接著，不同光學路徑之各者中之光可引導至晶圓。多個照明通道可經組態以同時或在不同時間將

光引導至晶圓(例如，當使用不同照明通道來循序照明晶圓時)。在另一例項中，相同照明通道可經組態以在不同時間運用不同特性將光引導至晶圓。例如，在一些例項中，光學元件18可組態為一光譜濾光片，且該光譜濾光片之性質可以多種不同方式(例如，藉由置換出光譜濾光片)改變使得不同波長之光可在不同時間引導至晶圓。照明子系統可具有此項技術中已知之用於將具有不同或相同特性之光依不同或相同入射角循序或同時引導至晶圓的任何其他適合組態。

在一項實施例中，光源16可包含一寬頻電漿(BBP)光源。以此方式，由光源產生且引導至晶圓之光可包含寬頻光。然而，光源可包含任何其他適合光源，諸如一雷射。雷射可包含此項技術中已知之任何適合雷射，且可經組態以產生此項技術中已知之在任何一或多個適合波長下之光。另外，雷射可經組態以產生單色或近單色之光。以此方式，雷射可為一窄頻雷射。光源亦可包含產生在多個離散波長或波帶下之光的一多色光源。

來自光學元件18之光可由透鏡20聚焦至光束分離器21。儘管透鏡20在圖1中展示為一單一折射光學元件，然應瞭解，實務上，透鏡20可包含組合地將來自光學元件之光聚焦至晶圓的若干折射及/或反射光學元件。在圖1中展示且在本文中描述之照明子系統可包含任何其他適合光學元件(未展示)。此等光學元件之實例包含但不限於(若干)偏光組件、(若干)光譜濾光片、(若干)空間濾波器、(若干)反射光學元件、(若干)變跡器、(若干)光束分離器、(若干)孔隙及類似者，其可包含此項技術中已知之任何此等適合光學元件。另外，系統可經組態以基於待用於檢測之照明類型更改照明子系統之元件之一或多者。

檢測子系統亦可包含經組態以引起光在晶圓上方掃描之一掃描子系

統。例如，檢測子系統可包含晶圓14在檢測期間安置於其上之載物台22。掃描子系統可包含可經組態以使晶圓移動使得光可在晶圓上方掃描之任何適合機械及/或機器人總成(其包含載物台22)。另外或替代地，檢測子系統可經組態使得檢測子系統之一或多個光學元件執行光在晶圓上方之某一掃描。光可以任何適合方式在晶圓上方掃描。

檢測子系統進一步包含一或多個偵測通道。一或多個偵測通道之至少一者包含一偵測器，該偵測器經組態以偵測歸因於藉由檢測子系統照明晶圓而來自晶圓之光且回應於經偵測光而產生輸出。例如，圖1中展示之檢測子系統包含兩個偵測通道，一個偵測通道由集光器24、元件26及偵測器28形成，且另一偵測通道由集光器30、元件32及偵測器34形成。如圖1中展示，兩個偵測通道經組態以依不同收集角收集且偵測光。在一些例項中，一個偵測通道經組態以偵測鏡面反射光，且另一偵測通道經組態以偵測並非自晶圓鏡面反射(例如，散射、繞射等)之光。然而，偵測通道之兩者或更多者可經組態以偵測來自晶圓之相同類型之光(例如，鏡面反射光)。儘管圖1展示包含兩個偵測通道之檢測子系統之一實施例，然檢測子系統可包含不同數目個偵測通道(例如，僅一個偵測通道或兩個或更多個偵測通道)。儘管在圖1中將集光器之各者展示為單折射光學元件，然應瞭解，集光器之各者可包含一或多個折射光學元件及/或一或多個反射光學元件。

一或多個偵測通道可包含此項技術中已知之任何適合偵測器。例如，偵測器可包含光電倍增管(PMT)、電荷耦合裝置(CCD)及延時積分(TDI)相機。偵測器亦可包含此項技術中已知之任何其他適合偵測器。偵測器亦可包含非成像偵測器或成像偵測器。以此方式，若偵測器係非成像

偵測器，則偵測器之各者可經組態以偵測散射光之某些特性(諸如強度)，但可未經組態以偵測依據成像平面內之定位而變化之此等特性。因而，由包含於檢測子系統之偵測通道之各者中的偵測器之各者產生之輸出可為信號或資料而非影像信號或影像資料。在此等例項中，一電腦子系統(諸如系統之電腦子系統36)可經組態以自偵測器之非成像輸出產生晶圓之影像。然而，在其他例項中，偵測器可組態為經組態以產生成像信號或影像資料的成像偵測器。因此，系統可經組態以依數種方式產生本文中描述之輸出。

應注意，本文中提供圖1以大體上繪示可包含於本文中描述之系統實施例中的一檢測子系統之一組態。顯然，可更改本文中描述之檢測子系統組態以如在設計一商用檢測系統時所通常執行般最佳化系統之效能。另外，可使用諸如商業上可購自KLA-Tencor之29xx/39xx及Puma 9xxx系列工具之一現有檢測系統(例如，藉由將本文中描述之功能性添加至一現有檢測系統)來實施本文中描述之系統。對於一些此等系統，本文中描述之方法可提供為系統之選用功能性(例如，除系統之其他功能性之外)。或者，可「從頭開始」設計本文中描述之系統以提供一全新系統。

系統之電腦子系統36可依任何適合方式(例如，經由一或多個傳輸媒體，其可包含「有線」及/或「無線」傳輸媒體)耦合至檢測子系統之偵測器，使得電腦子系統可接收在掃描晶圓期間由偵測器產生之輸出。電腦子系統36可經組態以如本文描述般使用偵測器之輸出執行若干功能及本文中進一步描述之任何其他功能。此電腦子系統可如本文中描述般進一步組態。

此電腦子系統(以及本文中描述之其他電腦子系統)在本文中亦可稱為

(若干)電腦系統。本文中描述之(若干)電腦子系統或系統之各者可採取各種形式，包含一個人電腦系統、影像電腦、嵌入式系統、主機電腦系統、工作站、網路設備、網際網路設備或其他裝置。一般而言，術語「電腦系統」可廣義地定義為涵蓋具有執行來自一記憶媒體之指令的一或多個處理器之任何裝置。(若干)電腦子系統或系統亦可包含此項技術中已知之任何適合處理器，諸如CPU及GPU。另外，(若干)電腦子系統或系統可包含具有高速處理及軟體之一電腦平台，其作為一獨立工具或一網路工具。

若系統包含一個以上電腦子系統，則不同電腦子系統可彼此耦合使得可如本文中進一步描述般在該等電腦子系統之間發送影像、資料、資訊、指令等。例如，電腦子系統36可由任何適合傳輸媒體(其可包含此項技術中已知之任何適合有線及/或無線傳輸媒體)耦合至(若干)電腦子系統102 (如由圖1中之虛線展示)。此等電腦子系統之兩者或更多者亦可由一共用電腦可讀儲存媒體(未展示)有效地耦合。

儘管上文將檢測子系統描述為一光學或基於光之檢測子系統，然檢測子系統可為一基於電子束之檢測子系統。例如，在一項實施例中，引導至晶圓之能量包含電子，且自晶圓偵測之能量包含電子。以此方式，能源可為一電子束源。在圖2中展示之一項此實施例中，檢測子系統包含耦合至電腦子系統124之電子柱122。

亦如圖2中展示，電子柱包含經組態以產生由一或多個元件130聚焦至晶圓128之電子的電子束源126。電子束源可包含例如一陰極源或射極尖端，且一或多個元件130可包含例如一槍透鏡、一陽極、一射束限制孔隙、一閘閥、一射束電流選擇孔隙、一物鏡及一掃描子系統，全部其等可包含此項技術中已知之任何此等適合元件。

自晶圓返回之電子(例如，二次電子)可由一或多個元件132聚焦至偵測器134。一或多個元件132可包含例如一掃描子系統，其可為包含於(若干)元件130中之相同掃描子系統。

電子柱可包含此項技術中已知之任何其他適合元件。另外，電子柱可如以下各者中描述般進一步組態：2014年4月4日頒予Jiang等人之美國專利第8,664,594號、2014年4月8日頒予Kojima等人之美國專利第8,692,204號、2014年4月15日頒予Gubbens等人之美國專利第8,698,093號，及2014年5月6日頒予MacDonald等人之美國專利第8,716,662號，該等案宛如全文闡述般以引用的方式併入本文中。

儘管圖2中將電子柱展示為經組態使得電子依一傾斜入射角引導至晶圓且依另一傾斜角自晶圓散射，然應瞭解，電子束可依任何適合角度引導至晶圓且自晶圓散射。另外，基於電子束之子系統可經組態以使用多種模式產生晶圓之影像(例如，運用不同照明角、收集角等)。基於電子束之子系統之多種模式可在子系統之任何影像產生參數方面不同。

電腦子系統124可如上文描述般耦合至偵測器134。偵測器可偵測自晶圓之表面返回之電子，藉此形成晶圓之電子束影像。電子束影像可包含任何適合電子束影像。電腦子系統124可經組態以使用偵測器之輸出及/或電子束影像來執行本文中描述之功能之任一者。電腦子系統124可經組態以執行本文中描述之(若干)任何額外步驟。包含圖2中展示之檢測子系統之一系統可如本文中描述般進一步組態。

應注意，本文中提供圖2以大體上繪示可包含於本文中描述之實施例中的一基於電子束之檢測子系統之一組態。如同上文描述之光學檢測子系統，可更改本文中描述之基於電子束之檢測子系統組態以如在設計一商用

檢測系統時所通常執行般最佳化檢測子系統之效能。另外，可使用諸如商業上可購自KLA-Tencor之eSxxx系列工具之一現有檢測系統(例如，藉由將本文中描述之功能性添加至一現有檢測系統)來實施本文中描述之系統。對於一些此等系統，本文中描述之方法可提供為系統之選用功能性(例如，除系統之其他功能性之外)。或者，可「從頭開始」設計本文中描述之系統以提供一全新系統。

儘管上文將檢測子系統描述為一基於光或基於電子束之檢測子系統，然檢測子系統可為一基於離子束之檢測子系統。此一檢測子系統可如圖2中展示般組態，惟電子束源可由此項技術中已知之任何適合離子束源取代除外。另外，檢測子系統可為任何其他適合基於離子束之子系統，諸如包含於市售聚焦離子束(FIB)系統、氦離子顯微鏡(HIM)系統及二次離子質譜儀(SIMS)系統中之子系統。

如上文提及，光學及電子束檢測子系統可經組態以將能量(例如，光、電子)引導至晶圓之一實體版本及/或用能量在晶圓之一實體版本上方掃描，藉此針對晶圓之實體版本產生實際(即，非模擬)輸出及/或影像。以此方式，光學及電子束檢測子系統可組態為「實際」工具而非「虛擬」工具。然而，圖1中展示之(若干)電腦子系統102可包含經組態以使用針對晶圓產生之至少一些實際光學影像及/或實際電子束影像執行一或多個功能(其可包含本文中進一步描述之一或多個功能之任一者)的一或多個「虛擬」系統(未展示)。

一或多個虛擬系統無法將晶圓安置於其中。特定言之，(若干)虛擬系統並非光學檢測子系統10或電子束檢測子系統122之部分且不具有處置晶圓之實體版本的任何能力。換言之，在組態為一虛擬系統之一系統中，其

之一或多個「偵測器」之輸出可為先前由一實際檢測子系統之一或多個偵測器產生且儲存於虛擬系統中之輸出，且在「成像及/或掃描」期間，虛擬系統可重播所儲存輸出就好像正成像及/或掃描晶圓一樣。以此方式，用一虛擬系統成像及/或掃描晶圓可看似好像正用一實際系統成像及/或掃描一實體晶圓一樣，而實際上，「成像及/或掃描」涉及簡單地依與可成像及/或掃描晶圓相同之方式重播晶圓之輸出。

在共同讓與之以下專利中描述組態為「虛擬」檢測系統之系統及方法：2012年2月28日頒予Bhaskar等人之美國專利第8,126,255號及2015年12月29日頒予Duffy等人之美國專利第9,222,895號，該等案之兩者宛如全文闡述般以引用的方式併入本文中。本文中描述之實施例可如此等專利中描述般進一步組態。例如，本文中描述之一或多個電腦子系統可如此等專利中描述般進一步組態。

本文中描述之檢測子系統可經組態以用多種模式或「不同模態」產生晶圓之輸出。一般而言，一檢測子系統之一「模式」或「模態」(該等術語在本文中互換地使用)可由用於產生一晶圓之輸出及/或影像的檢測子系統之參數值定義。因此，不同之模式可在檢測子系統之參數之至少一者之值方面不同。以此方式，在一些實施例中，光學影像包含由光學檢測子系統用光學檢測子系統之一參數之兩個或更多個不同值產生之影像。例如，在一光學檢測子系統之一項實施例中，多種模式之至少一者針對照明使用至少一個波長之光，其不同於用於多種模式之至少另一者的照明之至少一個波長之光。如本文中進一步描述(例如，藉由使用不同光源、不同光譜濾光片等)，對於不同模式，模式可在照明波長方面不同。在另一實施例中，多種模式之至少一者使用光學檢測子系統之一照明通道，其不同

於用於多種模式之至少另一者之光學檢測子系統之一照明通道。例如，如上文提及，光學檢測子系統可包含一個以上照明通道。因而，不同照明通道可用於不同模式。

以一類似方式，電子束影像可包含由電子束檢測子系統用電子束檢測子系統之一參數之兩個或更多個不同值產生之影像。例如，電子束檢測子系統可經組態以用多種模式或「不同模態」產生晶圓之輸出。電子束檢測子系統之多種模式或不同模態可由用於產生一晶圓之輸出及/或影像的電子束檢測子系統之參數值定義。因此，不同之模式可在檢測子系統之電子束參數之至少一者之值方面不同。例如，在一電子束檢測子系統之一項實施例中，多種模式之至少一者針對照明使用至少一個入射角，其不同於用於多種模式之至少另一者的照明之至少一個入射角。

偵測器針對晶圓產生之輸出包含晶圓上之多個晶粒之各者的輸出之圖框之多個掃描帶，且印刷於晶圓上之一光罩之多個例項之各者包含多個晶粒之至少兩個例項。例如，不管檢測子系統之(若干)偵測器是否產生信號及/或影像，一「圖框」皆可大體上定義為由一檢測子系統產生之輸出(例如，信號或影像部分(例如，像素))之一相對較小部分(其等可作為一整體由系統共同處理)。因此，輸出之一「圖框」可取決於檢測子系統組態以及包含於用於處置及/或處理由檢測子系統產生之輸出的系統中之任何組件之組態而變化。針對一晶圓產生之輸出之一掃描帶或一子掃描帶可劃分成多個圖框，使得與同時處理輸出之整個掃描帶或子掃描帶相比，可遠更容易地執行圖框之資料處置及處理。另外，檢測通常將印刷於一晶圓上之一晶粒或一光罩例項垂直地劃分成多個掃描帶，如在本文中進一步描述之圖中展示。

一或多個電腦子系統經組態以藉由將一缺陷偵測方法應用於由偵測器產生之輸出而偵測晶圓上之缺陷。缺陷偵測方法可以任何適合方式應用於輸出，且缺陷偵測方法可包含此項技術中已知之任何適合缺陷偵測方法。缺陷偵測方法可包含例如比較輸出與一臨限值(一缺陷偵測臨限值)，且將具有高於臨限值之一或多個值的輸出判定為對應於缺陷，而未將不具有高於臨限值之一或多個值的輸出判定為對應於缺陷。將缺陷偵測方法應用於輸出亦可包含將任何另一缺陷偵測方法及/或演算法應用於輸出。

藉由缺陷偵測方法以掃描帶座標報告缺陷之定位。例如，缺陷偵測方法可產生將缺陷偵測方法應用於輸出之結果。結果可包含各缺陷之至少一定位及任何其他適合資訊，諸如由缺陷偵測方法判定之一缺陷ID、缺陷資訊(例如，大小)及類似者。缺陷偵測方法可經組態使得以掃描帶座標報告缺陷定位。換言之，針對缺陷報告之缺陷定位可為掃描帶內定位或掃描帶相對定位。在一個此實例中，可相對於其中偵測到缺陷之掃描帶之一原點(或其他參考點)判定缺陷之掃描帶座標。在一特定實例中，各掃描帶影像可被視為一正常影像。在一個此實例中，正常影像之左上角可用作掃描帶之原點。接著，可相對於掃描帶之左上角判定缺陷之掃描帶座標。以此方式，相對於其中偵測到缺陷之掃描帶而非相對於正檢測之晶圓判定缺陷之掃描帶座標。一重複缺陷之缺陷位置可在不同掃描帶中不同，此係因為晶圓之掃描帶偏移歸因於載物台不確定性而不同。本文中描述之實施例可有效地消除如本文中進一步描述之該等差異。

一或多個電腦子系統經組態以對準印刷於晶圓上之光罩之多個例項之一第一者中的多個晶粒之一第一者中的多個掃描帶之一第一者中的圖框之一第一者的輸出與印刷於晶圓上之光罩之多個例項之其他者中的多個晶

粒之對應其他者中的多個掃描帶之對應其他者中的圖框之對應其他者的輸出。以此方式，可將印刷於晶圓上之不同光罩例項中之對應晶粒中之對應掃描帶之對應圖框的輸出彼此對準。換言之，可將印刷於晶圓上之光罩之多個例項之第一者中的多個晶粒之第一者的第一掃描帶之第一圖框的輸出與印刷於晶圓上之其他光罩例項中之對應晶粒之對應掃描帶之對應圖框的輸出對準。

如上文描述般將一個圖框中之輸出與另一圖框中之其對應輸出對準可以任何適合方式執行。例如，在一項實施例中，對準包含圖框之第一者的輸出與圖框之對應其他者的輸出之基於目標之對準。在一個此實例中，對準可使用第一圖框中之(若干)對準目標(其等可如本文中進一步描述般加以選擇)及對應圖框中之對應對準位點來執行，且對準該等對準位點的輸出與針對對準目標產生之輸出可包含圖案匹配、匹配不同輸出之一或多個特性(例如，一形心、圖案邊緣等)等。換言之，本文中描述之實施例不限於可針對對準位點及目標執行之對準。

在另一實施例中，對準包含圖框之第一者的輸出與圖框之對應其他者的輸出之基於特徵之對準。用於此對準之特徵可包含晶圓之一設計中的圖案化特徵、藉由檢測子系統針對晶圓產生之影像中之圖案化特徵(其等可對應於或可不對應於晶圓上之特徵)、晶圓上之圖案之特徵(諸如圖案之邊緣、形心、隅角、結構等)及類似者。此對準可以任何適合方式執行。例如，此對準可包含特徵匹配(例如，邊緣匹配)，其可以此項技術中已知之任何適合方式執行。

在一額外實施例中，對準包含圖框之第一者的輸出與圖框之對應其他者的輸出之基於正規化交叉相關(NCC)之對準。對準可使用此項技術中

已知之任何適合NCC方法及/或演算法執行。在又一實施例中，對準包含圖框之第一者的輸出與圖框之對應其他者的輸出之基於快速傅立葉(Fourier)變換(FFT)之對準。對準可使用此項技術中已知之任何適合FFT方法及/或演算法執行。在一些實施例中，對準包含圖框之第一者的輸出與圖框之對應其他者的輸出之基於方差和(SSD)之對準。對準可使用此項技術中已知之任何適合SSD方法及/或演算法執行。

一或多個電腦子系統進一步經組態以基於圖框之輸出的掃描帶座標與在對準步驟中與其對準之圖框之第一者之輸出的掃描帶座標之間的差異分別判定光罩之多個例項之其他者中的圖框之各者的不同掃描帶座標偏移。以此方式，可針對印刷於晶圓上之光罩之例項之各者中的晶粒之各者中的各圖框及各掃描帶單獨地且獨立地判定相對於其對應圖框之一掃描帶座標偏移。可分別基於與第一圖框之輸出對準之圖框中的輸出及其等對應掃描帶座標以任何適合方式判定掃描帶座標偏移。掃描帶座標偏移可具有任何適合格式(例如，一函數或公式)。另外，掃描帶座標偏移之資訊可儲存於本文中描述之任何適合儲存媒體中。此外，可在僅一個方向(例如，x方向或y方向)上或在兩個方向(例如，x方向及y方向)上判定掃描帶座標偏移。再者，可使用具有任何適合格式(例如，極座標及笛卡爾(Cartesian)座標)之掃描帶座標來判定掃描帶座標偏移。

一或多個電腦子系統亦經組態以將不同掃描帶座標偏移之一者應用於針對在晶圓上偵測到的缺陷報告之掃描帶座標，其中基於其中偵測到缺陷之光罩之多個例項之其他者判定將不同掃描帶座標偏移之哪一者應用於針對缺陷報告之掃描帶座標，藉此將針對缺陷報告之掃描帶座標自光罩之多個例項之其他者中的掃描帶座標變換為光罩之多個例項之第一者中的掃

描帶座標。可基於由缺陷偵測方法針對缺陷判定之掃描帶座標判定其中偵測到一缺陷之圖框、掃描帶、晶粒及光罩例項。基於其中偵測到一缺陷之圖框、掃描帶、晶粒及所印刷光罩例項，可判定對應掃描帶座標偏移(此係因為已知針對哪一圖框、掃描帶、晶粒及光罩例項判定哪一掃描帶座標偏移，且已知在哪一光罩例項中偵測到各缺陷，該知識可用於基於缺陷之掃描帶座標判定適當掃描帶座標偏移)。接著，可將該經識別掃描帶座標偏移應用於針對缺陷判定之掃描帶座標，藉此將缺陷之掃描帶座標自其中偵測到該缺陷的光罩例項中之掃描帶座標變換為第一光罩例項中之掃描帶座標。此掃描帶座標變換程序可針對在晶圓上偵測到的各缺陷(或儘可能多的經偵測缺陷)單獨地且獨立地執行。可以任何適合方式將掃描帶座標偏移應用於針對缺陷報告之掃描帶座標。

圖4繪示上文描述之變換步驟之一般概念。特定言之，圖4展示個別光罩例項至一第一受檢測光罩例項的缺陷掃描帶座標平移。在此例項中，晶圓400包含形成於其上且包含光罩例項402及404之若干光罩例項。在圖4中展示之實例中，光罩例項404可用作第一受檢測光罩例項，且可將在光罩例項402上偵測到的缺陷之位置變換為光罩例項404之掃描帶座標。特定言之，如上文描述，應用步驟藉由在晶圓上之第一光罩例項與其他光罩例項之間應用一掃描帶座標變換而將缺陷位置映射為第一光罩例項之掃描帶座標。如本文中描述般將全部缺陷位置變換成第一光罩例項/掃描帶座標係實質上精準的。因而，各重複缺陷之缺陷遠比在不具有此特徵之情況下執行的當前使用之檢測更緊密。特定言之，在當前使用之檢測中，由於掃描帶彼此未配準或對準，一個重複缺陷之缺陷在一光罩堆疊上可能彼此相對遠離。相反地，在本文中描述之實施例中，將全部其他光罩例項配

準至第一光罩例項且接著將來自其他光罩例項之缺陷位置精準地映射至第一光罩例項。由於映射係實質上精準的，所以一個重複缺陷之缺陷被映射至第一光罩例項且實質上彼此靠近。

儘管一個特定光罩例項(光罩例項404)在圖4 (及本文中描述之其他圖)中展示為用作多個光罩例項之第一者，然用作多個光罩例項之第一者的光罩例項可不同於本文中展示之光罩例項。一般而言，由檢測子系統掃描(藉此產生光罩例項之輸出)之晶圓上之任何光罩例項可用作多個光罩例項之第一者。在一些例項中，使用所掃描之第一光罩例項作為多個光罩例項之第一者可為實際的。然而，任何適當光罩例項可用作用於本文中描述之實施例的第一光罩例項。

以此方式，本文中描述之實施例以實質上高精準度判定相對缺陷定位(或相對缺陷位置)。如本文中進一步描述，將缺陷定位自一個光罩例項之掃描帶座標變換為另一光罩例項之掃描帶座標。因此，本文中相對於一個光罩例項中之不同掃描帶判定相對缺陷定位。因而，如本文中描述般判定之相對缺陷定位不同於絕對缺陷定位，相對缺陷定位大體上定義為相對於晶圓座標之缺陷定位。以此方式，本文中描述之實施例的相對缺陷位置精準度係關於掃描帶座標之精準度。

在一項實施例中，一或多個電腦子系統經組態以在不具有形成於晶圓上之裝置的設計資訊之情況下執行上文描述之對準、判定及應用步驟。例如，本文中描述之實施例在不具有任何多晶粒光罩檢測之設計資訊之情況下改良關於一特定光罩例項(第一光罩例項)及掃描帶之缺陷位置精準度。關於一多晶粒光罩，一光罩係一遮罩。一晶粒係一晶片。若一遮罩包含一個晶片，則其係一單晶粒光罩。若一遮罩包含多個晶片(例如，3個晶

片)，則其係一多晶粒光罩。

在另一實施例中，一或多個電腦子系統未經組態以使用形成於晶圓上之裝置的設計資訊執行任何步驟。例如，如上文描述，在一項實施例中，在不具有設計資訊之情況下執行對準、判定及應用步驟。另外，可未使用設計資訊執行本文中描述之其他步驟。因此，可執行本文中描述之實施例而不管設計資訊在本文中描述之系統及方法中是否可用。

在一項實施例中，在偵測之前用一多晶粒光罩印刷晶圓。例如，本文中描述之實施例可用於藉由偵測印刷有多晶粒光罩之晶圓上的缺陷且接著判定在晶圓上偵測到的哪些缺陷係歸因於多晶粒光罩而偵測多晶粒光罩上之缺陷。可藉由識別晶圓上之重複的缺陷或「重複缺陷」而執行判定在晶圓上偵測到的哪些缺陷係歸因於多晶粒光罩。以此方式，可藉由重複缺陷分析而識別在晶圓上偵測到的歸因於用於印刷晶圓之多晶粒光罩的缺陷，此可如本文中進一步描述般執行。

在一些實施例中，一或多個電腦子系統經組態以基於缺陷之經變換掃描帶座標判定缺陷是否為重複缺陷。以此方式，本文中描述之實施例可經組態以執行重複缺陷分析而判定哪些缺陷係重複缺陷。重複缺陷大體上定義為出現在「相同」光罩例項座標處之一組(例如，兩個或更多個)缺陷(其中若光罩例項座標完全相同或在某預定可容許容限內相同，則其等可被視為「相同」)。另外，在固定掃描帶掃描時，一重複缺陷之缺陷定位於相同對應掃描帶(多個光罩例項中之相同掃描帶)上。(在固定掃描帶掃描時，藉由掃描多個子晶粒影像或掃描帶影像而獲取一光罩例項影像。在一晶圓上，存在許多晶粒列。對於各晶粒列，對應掃描帶影像之位置相同。換言之，用相同掃描帶佈局掃描各晶粒列。)執行重複缺陷分析以找

到來自全部所偵測事件之重複缺陷。

如本文中進一步描述，藉由將缺陷位置自其中偵測到缺陷之光罩例項中的掃描帶座標變換為晶圓上之光罩例項之僅一者的掃描帶座標，可以實質上高精準度判定相對於一特定光罩例項及掃描帶之缺陷位置。若相對於缺陷定位於其中之掃描帶的缺陷位置更精準，則重複缺陷分析可使用一更小重複缺陷容限且藉此可產生更少錯誤重複缺陷且減少重複缺陷偵測時間。因而，本文中描述之實施例容許重複缺陷分析中之重複缺陷搜尋面積減小100倍至10,000倍(或重複缺陷容限減小10倍、100倍面積縮減之10個像素對1個像素、10,000倍面積縮減之10個像素對0.1個像素)。如本文中使用之該術語「重複缺陷容限」定義為以一缺陷位置為中心之半徑。重複缺陷搜尋範圍將近似為 $[-\text{半徑}, +\text{半徑}]$ 。搜尋面積係半徑之平方乘以 π 。像素中之最小搜尋範圍係自 $[-0.1, 0.1]$ 至 $[-1, 1]$ ，此取決於可識別之對準目標的數目(或在對準步驟中執行之對準的精準度)。最小搜尋面積係自0.0314像素平方至3.14像素平方(相較於314像素平方)。以此方式減小重複缺陷搜尋面積將潛在地顯著減少錯誤重複缺陷。

圖3繪示減小重複缺陷搜尋面積將如何減少錯誤重複缺陷偵測。一般而言，如關於此圖描述，缺陷位置精準度、重複缺陷容限及錯誤重複缺陷偵測之間存在一關係，且相對缺陷位置精準度對重複缺陷偵測具有一影響。一重複缺陷容限係判定重複缺陷搜尋面積的一使用者定義之參數。一光罩堆疊係疊加在一起之數個對準光罩例項上的缺陷之一視圖。在一光罩堆疊上之一重複缺陷搜尋面積內的全部缺陷被視為屬於一獨特重複缺陷的重複缺陷。獨特重複缺陷由其等光罩座標區別。在一個此實例中，一重複缺陷偵測演算法可判定若至少三個光罩例項中在一重複缺陷搜尋面積內偵

測到缺陷，則可將該三個缺陷識別為重複缺陷。

在圖3中展示之光罩堆疊圖300中，展示缺陷304及306。缺陷304係擾亂點缺陷之多個例項，且缺陷306係所關注缺陷(DOI)之多個例項。特定言之，由圖3中之較淡陰影展示之缺陷304被認為是非重複缺陷，且由圖3中之較深陰影展示之缺陷306被認為是重複缺陷。圖3中展示之缺陷並不意謂展示在任何實際晶圓上偵測到的任何實際缺陷。代替性地，此等缺陷僅在圖3中展示以促進理解本文中描述之實施例。

光罩堆疊圖300可以任何適合方式產生，例如，藉由覆疊在印刷於一晶圓上之多個光罩例項中偵測到的缺陷之資訊。所覆疊之資訊可包含缺陷所定位之位置，且缺陷可在其等在光罩堆疊圖中之位置處由某一符號(諸如圖3中展示之陰影圓圈)指示。以此方式，可在光罩堆疊圖中識別在多個光罩例項中彼此具有空間一致性之缺陷。換言之，可在光罩堆疊圖中識別在多個光罩例項中之相同或實質上相同位置處偵測到的缺陷。

可基於針對重複缺陷分析之缺陷之相對缺陷位置精準度設定重複缺陷搜尋面積。特定言之，可在相對缺陷位置精準度較低時使用一較大重複缺陷搜尋面積，且可在相對缺陷位置精準度較高時使用一較小重複缺陷搜尋面積。以此方式，重複缺陷搜尋面積可基於相對缺陷位置精準度而不同，使得可識別重複缺陷而無關於已依其判定位置之精準度。如圖3中展示，若重複缺陷搜尋面積308設定為足夠大使得其將缺陷306正確地識別為重複缺陷，則相同重複缺陷搜尋面積亦會將一些缺陷304不正確地識別為重複缺陷。以此方式，歸因於在光罩堆疊圖300中偵測到的缺陷之相對較差相對缺陷位置精準度，使用一較大重複缺陷容限且偵測到一錯誤重複缺陷。

然而，若缺陷相對位置精準度較高，則重複缺陷在空間上更緊密且非重複缺陷仍隨機分佈。可減小重複缺陷搜尋面積而仍同樣地正確識別重複缺陷，接著可減少不正確地識別為重複缺陷之非重複缺陷之數目。例如，如可如上文描述般產生之光罩堆疊圖302中展示，展示缺陷304及306。如同光罩堆疊圖300，在光罩堆疊圖302中，缺陷304被認為是非重複缺陷，且缺陷306被認為是重複缺陷。當缺陷位置精準度較高時，則一較小重複缺陷搜尋面積可用於光罩堆疊圖之重複缺陷分析。若具有小於重複缺陷搜尋面積308之一面積的重複缺陷搜尋面積310因以如本文中描述之較大精準度判定相對缺陷位置而能夠於光罩堆疊圖302中使用，則可將缺陷306正確地識別為重複缺陷而未將缺陷304之任一者不正確地識別為重複缺陷。例如，如圖3中展示，甚至三個最緊密間隔之缺陷304皆仍未在重複缺陷搜尋面積310內且因此將不被識別為重複缺陷。以此方式，藉由減小重複缺陷搜尋面積，可減少不正確地判定為重複缺陷之缺陷之數目。

與本文中描述之實施例相反，用於檢測印刷有多晶粒光罩之晶圓的當前使用之方法及系統係逐掃描帶偵測缺陷且報告相對於晶圓之缺陷位置。此方法產生各掃描帶上之良好缺陷位置，此係因為預映射及運行時間對準(RTA)對準相同掃描帶或光罩列中之光罩例項。然而，不存在對準跨光罩列之掃描帶之間的光罩例項之任何機制。不同光罩例項上之掃描帶之間的重複缺陷位置可為掃描帶位置精準度之2倍大，例如約300 nm或約10個像素。理想地，在此等情形中，應將重複缺陷容限設定為等於或大於300 nm以找到全部重複缺陷例項。然而，此一大的重複缺陷容限引起將更多隨機缺陷偵測為重複缺陷。

如本文中進一步描述，本文中描述之實施例以實質上高精準度判定相對缺陷定位或位置。相比之下，如此項技術中常用之該術語絕對缺陷位置精準度或缺陷位置精準度(DLA)係相對於晶圓座標之精準度。然而，絕對DLA係非必要的，且相對於一共同光罩-掃描帶座標之缺陷位置精準度足以用於重複缺陷分析。若缺陷位置在其中不考量相對於晶圓之光罩位置的一光罩堆疊中更精準，則可移除更多隨機事件(即，作為非重複缺陷而被排除)。若相對於其等光罩例項座標之缺陷位置更精準，則重複缺陷分析可使用一更小重複缺陷容限且產生更少錯誤重複缺陷。

亦應注意，本文中描述之實施例集中於以實質上高相對位置精準度偵測缺陷之方法及系統。重複缺陷分析可由或可不由本文中描述之實施例執行。例如，由本文中描述之實施例判定之缺陷位置之實質上高相對位置精準度為重複缺陷偵測提供優點而無關於其如何執行。換言之，本文中描述之實施例提供接著可用於任何重複缺陷偵測程序之實質上精準缺陷相對定位。以此方式，本文中描述之實施例可與任何重複缺陷分析方法或系統一起使用，此係因為可將由本文中描述之實施例產生之經變換相對缺陷定位之結果輸入至任何重複缺陷分析方法或系統。另外，由本文中描述之實施例產生之實質上高精準度相對缺陷定位為重複缺陷分析提供優點而無關於如何執行重複缺陷分析。

在另一實施例中，一或多個電腦子系統經組態以基於缺陷之經變換掃描帶座標判定晶圓上之缺陷是否由用於將圖案化特徵印刷於晶圓上的光罩引起。在一項此實施例中，光罩係一極紫外線(EUV)光罩。例如，本文中描述之實施例可用於EUV遮罩監測之印刷檢驗，執行印刷檢驗以在晶圓生產期間週期性地偵測重複缺陷。換言之，判定晶圓上之缺陷是否由光罩

引起可包含執行如上文描述之重複缺陷分析且接著可檢查經偵測重複缺陷以判定其等是否對應於光罩上之某一特徵或缺陷。如本文中進一步描述，實施例尤其適於偵測印刷有多晶粒光罩之晶圓上的重複缺陷。另外，本文中描述之實施例尤其適於偵測晶圓上由EUV光罩(即，經設計用於運用EUV光執行之EUV微影術之光罩)引起之重複缺陷。因為此等光罩不包含保護薄膜，所以其等更易受微影程序期間發生之污染之影響。因而，此等光罩傾向於需要按規則間隔進行檢查以判定其等是否仍適用於微影程序。本文中描述之實施例提供尤其適於此光罩檢查之方法及系統。

在一額外實施例中，在對準步驟中使用之圖框之第一者的輸出係圖框之第一者中之一對準目標的輸出，在對準步驟中使用之圖框之對應其他者的輸出係圖框之對應其他者中之對準位點的輸出，(若干)電腦子系統經組態以選擇光罩之多個例項之第一者中的多個掃描帶之第一者中的圖框中之對準目標，且選擇對準目標包含：選擇光罩之多個例項之第一者中的多個掃描帶之第一者中的圖框之各者中之對準目標之至少一者。換言之，可在將用作第一光罩例項之光罩例項中的一掃描帶中之圖框之各者中選擇至少一個對準目標。可針對晶圓上將掃描之各掃描帶執行此對準目標選擇。以此方式，可在將用作第一光罩例項之光罩例項中的掃描帶之各者中之圖框之各者中選擇至少一個對準目標。

在圖5中展示一項此實施例。在此實施例中，晶圓500包含形成於其上之若干光罩例項，包含光罩例項502，其可用作本文中描述之實施例中之多個光罩例項之第一者。在此實施例中，(若干)電腦子系統(圖5中未展示)可執行選擇對準目標步驟504，其中自第一光罩例項中之各掃描帶選擇對準目標。特定言之，如圖5中展示，如本文中描述般組態之一檢測子系

統可掃描若干掃描帶506 (包含掃描帶1至掃描帶N)中之第一光罩例項。(儘管光罩例項在圖5中展示為以垂直劃分光罩例項之4個掃描帶掃描，然本文中描述之晶圓上之光罩例項可以任何適合數目個掃描帶掃描，此例如取決於光罩及晶粒組態以及檢測子系統組態。)以此方式，檢測子系統可產生晶圓之若干掃描帶之檢測資料或輸出。在步驟504中選擇對準目標可包含：取決於將針對重複缺陷檢查掃描帶之哪一或多者而選擇掃描帶之至少一者(例如，一個掃描帶、一些(並非全部)掃描帶或全部掃描帶)中之對準目標。特定言之，可針對將針對其執行重複缺陷分析之掃描帶之各者選擇對準目標。另外，可針對掃描帶之各者獨立地選擇對準目標。例如，掃描帶之一者中之對準目標可獨立於掃描帶之另一者(或全部其他者)中之對準目標而選擇。

在各掃描帶中選擇之對準目標之數目可取決於掃描帶中之圖框之數目而變化。例如，可在其中選擇對準目標之任一掃描帶中之圖框之各者中選擇一個對準目標。然而，亦可在各圖框中選擇一個以上目標。一般而言，經識別且經選擇用於本文中描述之實施例的對準目標愈多，則可用於重複缺陷分析之搜尋範圍愈小。另外，無法保證可在各圖框中找到一適合對準目標。若針對一特定圖框無法找到對準目標，則可使用對整個圖框之正規化交叉相關(或本文中描述之另一對準方法)來對準光罩例項，或可使用一相鄰圖框之資訊來對準光罩例項。

對準目標可包含任何適合對準目標及圖案化特徵。一適合對準目標可為滿足特定準則之一影像圖案。例如，對準目標可經選擇以包含在一圖框之某一區域內在一或多個特性(例如，形狀、大小、定向、灰階改變等)方面獨特之圖案化特徵，使得其等可用於以相對較高可信度進行對準。對

準目標較佳亦可包含使其等適於在兩個維度(x及y)上對準之特徵。一般而言，存在用以在檢測輸出之一圖框內選擇適合對準目標之許多方式，且可如本文中描述般以該等方式之任一者選擇對準目標。然而，應注意，本文中描述之實施例較佳在不使用晶圓之設計資訊(例如，設計資料)之情況下執行，此係因為設計資訊可能並非始終可用(例如，因智慧財產原因)。以此方式，本文中描述之對準目標選擇可使用由檢測子系統針對第一光罩例項產生之輸出(例如，影像)來執行(與使用設計資訊來選擇對準目標相反)。因此，本文中描述之實施例提供在不具有設計資料之情況下達成用於重複缺陷分析之實質上高相對缺陷位置精準度之能力。

如圖5中展示，(若干)電腦子系統可經組態以執行保存對準目標步驟508。所選擇之對準目標可以若干不同方式保存(或儲存於本文中描述之電腦可讀儲存媒體之一或多者中)。除非本文中另有提及，否則已選擇之對準目標之資訊可包含對準目標之任何可用資訊，但最可能將至少包含對準目標之掃描帶座標、對準目標定位於其中之圖框及對準目標定位於其中之掃描帶。以此方式，所保存之對準目標之資料可看似：目標(ID) = (對準目標掃描帶座標, 圖框ID, 掃描帶ID,...)。因而，(若干)電腦子系統可產生經儲存目標資訊510。接著，可如本文中進一步描述般使用經儲存目標資訊。

在另一實施例中，在對準步驟中使用之圖框之第一者的輸出係圖框之第一者中之一對準目標的輸出，在對準步驟中使用之圖框之對應其他者的輸出係圖框之對應其他者中之對準位點的輸出，且(若干)電腦子系統經組態以：選擇多個光罩例項之第一者中的多個掃描帶中之圖框中之對準目標；基於對準目標定位於其中之多個掃描帶將選定對準目標分離成群組，

使得群組之各者對應於少於全部多個掃描帶；及基於一或多個電腦子系統之不同部分之哪些部分分別針對群組之不同者執行偵測、對準、判定及應用而將群組中之選定對準目標之資訊儲存至一或多個電腦子系統之不同部分中。例如，(若干)電腦子系統可如本文中進一步描述般選擇對準目標，且(若干)電腦子系統可將目標保存至包含於(若干)電腦子系統中之不同影像電腦(IMC)節點(未展示)中且將目標按掃描帶分組。特定言之，可將目標儲存於將處理目標定位於其中之掃描帶之檢測輸出的IMC節點中。以此方式，IMC節點可僅儲存本文中描述之其他步驟將需要的對準目標。此分組及儲存亦不限於僅IMC節點，而是可用於本文中描述之任何其他儲存媒體。

以此方式，如圖5中展示，在一項實施例中，選自掃描帶1之對準目標可儲存為目標1，其等可為對準目標之一個群組，且選自掃描帶N之對準目標可儲存為目標N，其等可為對準目標之另一群組。可同樣針對其中選擇對準目標之任何其他掃描帶儲存對準目標資訊。因而，可藉由(若干)電腦子系統產生對準目標之不同群組，且不同群組之各者可對應於不同掃描帶之一者。接著，可將不同目標群組之各者儲存於將使用不同目標群組之不同IMC節點中。例如，目標1之群組可儲存於將處理掃描帶1中之檢測輸出的一第一IMC節點中，且目標N之群組可儲存於將處理掃描帶N中之檢測輸出的IMC節點N中。其他群組中之對準目標之資訊可以一類似方式儲存於其他IMC節點中。

在一些實施例中，在對準步驟中使用之圖框之第一者的輸出係圖框之第一者中之一對準目標的輸出，在對準步驟中使用之圖框之對應其他者的輸出係圖框之對應其他者中之對準位點的輸出，且一或多個電腦子系統

經組態以在檢測子系統將所產生能量引導至晶圓且偵測器偵測來自晶圓之能量以進行一檢測掃描時，自由偵測器針對晶圓產生之輸出選擇光罩之多個例項之第一者中的多個掃描帶中之圖框中之對準目標。以此方式，可如本文中進一步描述般執行之對準目標選擇可在一晶圓檢測之運行時間期間執行。因此，本文中描述之實施例提供在不具有一設定掃描之情況下達成用於重複缺陷分析之實質上高相對缺陷位置精準度之能力(此係因為對準目標選擇不需要一設定掃描)。因而，如本文中描述般執行之對準目標選擇可為用於一第一受檢測光罩例項之相對對準的運行時間目標識別。換言之，當檢測第一光罩例項時，自第一光罩例項選擇對準目標。每圖框可選擇至少一個目標。此對準目標選擇可如本文中描述進一步執行。

圖6展示在已如上文描述般自第一光罩例項選擇對準目標之後可針對任何其他受檢測光罩例項執行之一運行時間程序。在圖6中，晶圓600具有形成於其上之若干光罩例項，包含光罩例項602 (其可用作如本文中描述之多個光罩例項之第一者)及光罩例項608 (其可為晶圓上之另一受檢測光罩例項)。如上文進一步描述，可掃描第一光罩例項602，藉此如本文中描述般產生自其等選擇目標606之若干掃描帶604之輸出。在此實施例中，目標可在檢測程序之運行時間期間選擇且可如本文中進一步描述般儲存於(若干)電腦子系統之對應IMC節點(未展示)上。例如，目標1可儲存於IMC節點1上、…目標N可儲存於IMC節點N上，以此類推。當接著掃描其他光罩例項608藉此產生若干掃描帶610時，可在對準步驟612中將對準目標606之輸出與對應圖框及對應掃描帶610中之對準位點的輸出對準。此對準步驟可如本文中進一步描述般執行。

接著，可在變換座標步驟614中使用對準步驟之結果，變換座標步驟

614可包含：基於對準位點之輸出之掃描帶座標與在對準步驟中與其等對準之對準目標之輸出之掃描帶座標之間的差異分別判定其他光罩例項中之對準位點之各者的不同掃描帶座標偏移；及將不同掃描帶座標偏移之一者應用於針對在晶圓上偵測到的缺陷報告之掃描帶座標，其中基於其中偵測到缺陷之多個光罩例項之其他者判定將不同掃描帶座標偏移之哪一者應用於針對缺陷報告之掃描帶座標。以此方式，變換座標步驟614可將針對缺陷報告之掃描帶座標自光罩例項608中之掃描帶座標變換為第一光罩例項602中之掃描帶座標。可針對在晶圓上檢測之全部光罩例項執行此等步驟。

以此方式，本文中描述之實施例可使用運行時間識別之目標執行一光罩例項-掃描帶座標變換。如本文中進一步描述，當檢測任何其他光罩例項時，可藉由對準第一光罩例項之目標與受檢測光罩例項而判定各圖框(及因此各掃描帶)之第一光罩例項及受檢測光罩例項之掃描帶座標之間的一偏移。在偵測到任何缺陷之後，將其呈光罩例項-掃描帶座標之位置變換成第一光罩例項之光罩例項-掃描帶座標。以此方式，依據第一光罩例項之掃描帶座標表示全部光罩例項中之缺陷定位。

在又一實施例中，在對準步驟中使用之圖框之第一者的輸出係圖框之第一者中之一對準目標的輸出，在對準步驟中使用之圖框之對應其他者的輸出係圖框之對應其他者中之對準位點的輸出，且(若干)電腦子系統經組態以：在於檢測子系統之偵測器產生用於偵測晶圓上之缺陷之輸出之前執行的光罩之多個例項之僅一者的一設定掃描中，自由偵測器針對晶圓產生之輸出選擇光罩之多個例項之一者中之多個掃描帶中之圖框中之對準目標；產生含有選定對準目標之資訊之一資料結構；及將資料結構儲存於一

非暫時性電腦可讀儲存媒體中。用於設定之「一個光罩例項」或「設定光罩例項」可為晶圓上之任何光罩例項。以此方式，可在晶圓之一設定掃描中選擇且儲存對準目標。例如，若處理能力相對關鍵且檢測(運行時間)期間之目標查找不被接受，則可使用一設定掃描來離線選擇目標。此對準目標選擇可如圖5中展示般執行。然而，不同於上文描述般在檢測運行時間期間進行對準目標選擇(其中可將選定對準目標之資訊儲存於(若干)電腦子系統之IMC節點上)，當在一設定掃描期間選擇對準目標時，可將對準目標之資訊儲存至離線儲存器。離線儲存器可為例如下可由(若干)電腦子系統存取之一記憶媒體中之一資料庫或本文中描述之非暫時性電腦可讀媒體之一者。以此方式，本文中描述之實施例可包含各別的基於設定之對準目標識別及目標之離線儲存。在檢測之一設定階段期間執行之對準目標選擇可如本文中描述般以其他方式執行。例如，在一設定掃描中，可自一個光罩例項選擇對準目標。每圖框可選擇至少一個目標。接著，將目標保存至一適當儲存媒體(諸如一離線資料庫)中。

在檢測之一設定階段期間選擇之對準目標可用於如本文中進一步描述之缺陷掃描帶座標變換。例如，可如圖6中展示般執行使用基於設定之目標的缺陷掃描帶座標變換。然而，不同於上文描述之運行時間對準目標選擇，在此實施例中，目標606可儲存於離線儲存器中而非(若干)電腦子系統之IMC節點上。在檢測期間，可藉由對準設定光罩例項之目標與受檢測光罩例項之影像而計算各圖框之設定光罩例項與受檢測光罩例項之掃描帶座標之間的一偏移，此可如本文中進一步描述般執行。在偵測到任何缺陷之後，可將其在其中偵測到缺陷之光罩例項之光罩例項-掃描帶座標中之位置變換成設定光罩例項之光罩例項-掃描帶座標，如本文中進一步描

述。以此方式，可依據設定光罩例項之掃描帶座標表示全部其他光罩例項中之缺陷。

在另一實施例中，在對準步驟中使用之圖框之第一者的輸出係圖框之第一者中之一對準目標的輸出，在對準步驟中使用之圖框之對應其他者的輸出係圖框之對應其他者中之對準位點的輸出，且一或多個電腦子系統經組態以：在於檢測子系統之偵測器產生用於偵測晶圓上之缺陷之輸出之前執行的光罩之多個例項之僅一者之一設定掃描中，自由偵測器針對晶圓產生之輸出選擇光罩之多個例項之一者中的多個掃描帶中之圖框中之對準目標；產生僅含有選定對準目標之位置資訊之一資料結構；及將資料結構儲存於一非暫時性電腦可讀儲存媒體中。以此方式，可在晶圓之一設定掃描中選擇對準目標且可儲存其等位置。在設定期間僅可保存目標位置以減小資料庫(或其他資料結構)大小。因此，本文中描述之實施例可經組態用於各別的基於設定之對準目標識別及目標位置之離線儲存。在一設定掃描中，自「一個光罩例項」或「設定光罩例項」選擇對準目標。每圖框可選擇至少一個目標。接著，可將目標位置資訊儲存至一離線資料庫或任何其他適合儲存媒體中。

在圖7中展示一項此實施例。任何光罩例項可選擇為設定光罩例項。在圖7中，將第一光罩例項選擇為設定光罩例項。在此實施例中，晶圓700可包含形成於其上之若干光罩例項，包含光罩例項702，其可用作本文中描述之實施例中之多個光罩例項之一者。在此實施例中，(若干)電腦子系統(圖7中未展示)可執行選擇對準目標步驟704，其中自設定光罩例項中之各掃描帶選擇對準目標。特定言之，如圖7中展示，如本文中描述般組態之一檢測子系統可以若干掃描帶706 (包含掃描帶1至掃描帶N)掃描設

定光罩例項。以此方式，檢測子系統可產生晶圓之若干掃描帶之檢測資料或輸出。在步驟704中選擇對準目標可如本文中描述般執行。對準目標可如本文中進一步描述般組態。

如圖7中展示，(若干)電腦子系統可經組態以執行保存對準目標位置步驟708。所選擇之對準目標之位置可以若干不同方式保存(或儲存於本文中描述之電腦可讀儲存媒體之一或多者中)。除非本文中另有提及，否則已選擇之對準目標之位置資訊可包含對準目標之任何可用位置資訊，但最可能將至少包含對準目標之掃描帶座標、對準目標定位於其中之圖框及對準目標定位於其中之掃描帶。以此方式，所保存之對準目標之資料可看似：目標(ID) = (對準目標掃描帶座標, 圖框ID, 掃描帶ID, ...)。因而，(若干)電腦子系統可產生經儲存目標位置資訊710，其在此情況中僅包含位置資訊。特定言之，針對掃描帶1中之對準目標儲存之對準目標位置資訊可包含位置1，...針對掃描帶N中之對準目標儲存之對準目標位置資訊可包含位置N，等等。接著，可如本文中進一步描述般使用經儲存目標位置資訊。

在一項此實施例中，一或多個電腦子系統經組態以獲取由偵測器在僅基於位置資訊檢測晶圓期間針對光罩之多個例項中之選定對準目標產生之輸出。以此方式，可在基於目標位置進行檢測期間產生目標(例如，目標影像)。在圖8中展示一項此實施例。在此圖中，晶圓800包含若干光罩例項，包含光罩例項802 (其在此實施例中用作設定光罩例項)及光罩例項808 (其在此實施例中係另一受檢測光罩例項)。如本文中進一步描述，在一設定掃描中，可掃描光罩例項802以藉此產生光罩例項之若干掃描帶804之輸出。接著，可如本文中進一步描述般使用該輸出來選擇對準目

標，可僅儲存該等對準目標之位置資訊作為經儲存位置資訊806。

在一些此等實施例中，一或多個電腦子系統經組態以：基於對準目標定位於其中之多個掃描帶將選定對準目標分離成群組，使得群組之各者對應於少於全部多個掃描帶；及基於一或多個電腦子系統之不同部分之哪些部分分別針對群組之不同者執行偵測、對準、判定及應用而將群組中之選定對準目標之所獲取輸出儲存至一或多個電腦子系統之不同部分中。例如，可基於對準目標定位於其中之掃描帶而將選定對準目標之位置資訊儲存於離線儲存器中。以此方式，可將對準目標按掃描帶分組且接著可將對準目標之不同群組之位置資訊儲存至(若干)電腦子系統之不同部分中(例如，基於(若干)電腦子系統之哪些部分將處理針對各掃描帶產生之輸出)。對準目標之位置資訊可如本文中進一步描述般以其他方式儲存。

在檢測晶圓期間，可基於經儲存位置資訊806掃描在光罩例項802中識別之對準目標位置，如成像目標位置步驟812中展示。以此方式，成像目標位置步驟812可包含抓取並儲存多個受檢測光罩例項之第一光罩例項上之目標圖塊(patch)。亦可在檢測晶圓期間掃描光罩例項808以藉此產生該光罩例項之若干掃描帶810。接著，可如本文中進一步描述般使用在步驟812中抓取之經儲存對準目標圖塊及針對對應圖框及掃描帶中之對應對準位點處的光罩例項808產生之輸出來執行對準步驟814。接著，可使用對準步驟之結果進行可如本文中進一步描述般執行之變換座標步驟816，以藉此將在光罩例項808中偵測到的缺陷之掃描帶座標變換為光罩例項802中之掃描帶座標。

因此，本文中描述之實施例可組態為使用基於設定之目標位置進行光罩例項-掃描帶座標變換。在檢測期間，可基於目標位置抓取目標圖塊

(即，圖塊影像，其等係在特定位置處產生之相對較小影像)且將其等儲存於影像電腦節點上。在目標圖塊抓取期間，可僅掃描對準目標之位置用於影像抓取。然而，在目標圖塊抓取期間，可掃描待檢測之整個第一光罩例項以藉此產生經儲存對準目標位置以及將用於偵測第一光罩例項中之缺陷之輸出的兩個影像。可藉由對準所抓取影像之目標與受檢測光罩例項之影像而判定各圖框之第一光罩例項及受檢測光罩例項之掃描帶座標之間的一偏移。在偵測到任何缺陷之後，將其在其中偵測到缺陷之光罩例項之光罩例項-掃描帶座標中之位置變換成第一光罩例項之光罩例項-掃描帶座標，如本文中進一步描述。以此方式，可依據第一光罩例項之掃描帶座標表示全部其他光罩例項中之缺陷。

在一些實施例中，一或多個電腦子系統未經組態以判定缺陷相對於晶圓之位置。例如，本文中描述之實施例皆不包含或不需要判定缺陷相對於一晶圓或其他晶圓上之一參考點的位置。代替性地，在本文中描述之實施例中(或由該等實施例)判定之僅有缺陷位置係由缺陷偵測步驟報告之掃描帶座標及由應用步驟判定之經變換掃描帶座標。由於專門建立本文中描述之實施例以解決重複缺陷分析中由相對缺陷位置精準度(其由本文中描述之實施例藉由將一個光罩例項中之缺陷之掃描帶座標變換為另一光罩例項中之掃描帶座標而得以改良)引起之問題，故無需藉由本文中描述之實施例判定其他(例如，晶圓相對)缺陷定位。

在另一實施例中，一或多個電腦子系統經組態以針對光罩之多個例項之第一者中的多個掃描帶中之圖框之其他者重複對準、判定及應用步驟。例如，儘管本文中關於第一光罩例項中之一第一圖框及一第一掃描帶描述一些實施例，然該等實施例可針對第一光罩例項中之其他掃描帶中之

其他圖框執行對準、判定及應用。換言之，本文中描述之實施例可針對在一晶圓上檢測之一個、一些(例如，兩個或更多個)或全部圖框執行對準、判定及應用步驟。另外，本文中描述之實施例可針對在一晶圓上偵測到的一個、一些(例如，兩個或更多個)或全部缺陷執行而無關於針對缺陷報告之定位。

本文中描述之實施例具有優於用於判定缺陷定位之其他方法及系統之若干優點。例如，本文中描述之實施例在檢測期間將來自全部光罩例項之缺陷位置變換為共同座標且顯著增大相對缺陷位置精準度。在一額外實例中，自缺陷位置移除掃描帶對掃描帶(光罩例項對光罩例項)偏移。特定言之，在量測或判定掃描帶偏移之後，可將缺陷位置自一個光罩例項中之一掃描帶變換為第一光罩例項中之對應掃描帶。因此，在變換之後，移除掃描帶及光罩例項之間的偏移。以此方式，缺陷位置相對於一個光罩例項-掃描帶之變動(約0.1個像素至約1個像素)遠比缺陷位置跨多個掃描帶之變動(約10個像素)更小。在另一實例中，對於重複缺陷分析，由本文中描述之實施例提供之搜尋面積縮減可為100倍至10,000倍，且由本文中描述之實施例提供之搜尋範圍(重複缺陷容限)縮減係約10倍至約100倍。在一額外實例中，本文中描述之實施例潛在地顯著減少錯誤重複缺陷。換言之，本文中描述之實施例可減少重複缺陷分析之錯誤重複缺陷計數。此外，不同於其他缺陷定位判定方法(如對準檢測輸出與設計資料及標準參考晶粒(SRD)方法)，本文中描述之實施例對於非基於背景之檢測(非CBI)及多晶粒光罩使用案例尤其有利。再者，不同於先前使用之缺陷定位判定方法及系統，本文中描述之實施例不一定需要一設定掃描且更易於使用。

更明確言之，關於先前使用之SRD方法，本文中描述之實施例及該

等先前使用之方法可具有相同相對缺陷位置精準度。本文中描述之實施例及SRD方法亦皆可在運行時間期間對準目標與檢測影像，且本文中描述之一些實施例及SRD方法皆將目標位置保存至一資料庫中。然而，不同於SRD方法及系統，本文中描述之實施例並未離線產生在檢測期間使用之(一整個晶粒之)一黃金參考影像。另外，不同於SRD方法及系統，本文中描述之一些實施例不一定需要一設定掃描。因此，本文中描述之實施例在發展及易用性方面比SRD方法及系統更簡單。此外，SRD方法及系統以及本文中描述之實施例適於不同使用案例。特定言之，SRD方法及系統適於單晶粒光罩使用案例，而本文中描述之實施例尤其適於不具有設計資訊之多晶粒光罩。

關於先前使用之CBI方法，本文中描述之實施例及該等先前使用之方法皆可在運行時間期間對準目標與一檢測影像。另外，如CBI方法，本文中描述之一些實施例可將目標保存至一資料庫中。然而，不同於先前使用之CBI方法及系統，本文中描述之實施例不需要設計資訊且不需要設計資料對準之檢測輸出。另外，不同於CBI方法及系統，本文中描述之一些實施例不一定需要一設定掃描。另外，不同於CBI方法及系統，本文中描述之一些實施例未保存對準目標輸出(例如，影像)且代替性地僅保存對準目標位置資訊。此外，本文中描述之實施例提供可能比先前使用之CBI方法及系統更佳之相對缺陷位置精準度。再者，CBI方法及系統以及本文中描述之實施例適於不同使用案例。特定言之，CBI方法及系統適於具有設計資訊使用案例之多晶粒光罩，而本文中描述之實施例尤其適於不具有設計資訊之多晶粒光罩。

本文中描述之實施例亦提供在不犧牲效能之情況下達成用於重複缺

陷分析之實質上高缺陷位置精準度之一更簡單方式。與其他現有方法相比，該實施方案更簡單且更簡單由使用者使用。重複缺陷分析對於降低 EUV 印刷檢驗使用案例之擾亂率係實質上重要的，此將極有可能在未來幾年被先進半導體製造商採用。

本文中描述之實施例之各者可如本文中描述般進一步組態。例如，本文中描述之實施例之兩者或更多者可組合成一個單一實施例。

另一實施例係關於一種用於變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位之電腦實施方法。該方法包含藉由將一缺陷偵測方法應用於由一檢測子系統之一偵測器針對一晶圓產生之輸出而偵測該晶圓上之缺陷，該檢測子系統如本文中進一步描述般組態。藉由缺陷偵測方法以掃描帶座標報告缺陷之定位。由檢測子系統之偵測器產生之輸出包含晶圓上之多個晶粒之各者的輸出之圖框之多個掃描帶，且印刷於晶圓上之一光罩之多個例項之各者包含多個晶粒之至少兩個例項。

該方法亦包含對準印刷於晶圓上之光罩之多個例項之一第一者中的多個晶粒之一第一者中的多個掃描帶之一第一者中的圖框之一第一者之輸出與印刷於晶圓上之光罩之多個例項之其他者中的多個晶粒之對應其他者中的多個掃描帶之對應其他者中的圖框之對應其他者之輸出。另外，該方法包含基於圖框之輸出之掃描帶座標與在對準步驟中與其等對準之圖框之第一者的輸出之掃描帶座標之間的差異分別判定光罩之多個例項之其他者中的圖框之各者之不同掃描帶座標偏移。

該方法進一步包含將不同掃描帶座標偏移之一者應用於針對在晶圓上偵測到的缺陷報告之掃描帶座標，其中基於其中偵測到缺陷之光罩之多個例項之其他者判定將不同掃描帶座標偏移之哪一者應用於針對缺陷報告

之掃描帶座標，藉此將針對缺陷報告之掃描帶座標自光罩之多個例項之其他者中的掃描帶座標變換為光罩之多個例項之第一者中的掃描帶座標。藉由耦合至檢測子系統之一或多個電腦子系統執行偵測、對準、判定及應用。

該方法之步驟之各者可如本文中進一步描述般執行。該方法亦可包含可由本文中描述之檢測子系統及/或(若干)電腦子系統或系統執行之(若干)任何其他步驟。可藉由可根據本文中描述之實施例之任一者組態之一或多個電腦子系統來執行該方法之步驟。另外，可藉由本文中描述之系統實施例之任一者執行上文描述之方法。

一額外實施例係關於一種非暫時性電腦可讀媒體，其儲存可在一電腦系統上執行以執行用於變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位的一電腦實施方法之程式指令。在圖9中展示一項此實施例。特定言之，如圖9中展示，非暫時性電腦可讀媒體900包含可在電腦系統904上執行之程式指令902。電腦實施方法可包含本文中描述之(若干)任何方法之(若干)任何步驟。

實施方法(諸如本文中描述之方法)之程式指令902可儲存於電腦可讀媒體900上。電腦可讀媒體可為一儲存媒體，諸如一磁碟或光碟、一磁帶或此項技術中已知之任何其他適合非暫時性電腦可讀媒體。

可以各種方式之任一者實施程式指令，包含基於程序之技術、基於組件之技術及/或物件導向技術等。例如，如所需，可使用ActiveX控制項、C++物件、JavaBeans、微軟基礎類(「MFC」)、SSE (串流SIMD延伸)或其他技術或方法來實施程式指令。

電腦系統904可根據本文中描述之實施例之任一者組態。

本文中描述之全部方法可包含將方法實施例之一或多個步驟之結果儲存於一電腦可讀儲存媒體中。結果可包含本文中描述之結果之任一者且可以此項技術中已知之任何方式儲存。儲存媒體可包含本文中描述之任何儲存媒體或此項技術中已知之任何其他適合儲存媒體。在已儲存結果之後，結果可在儲存媒體中存取且由本文中描述之方法或系統實施例之任一者使用、經格式化以顯示給一使用者、由另一軟體模組、方法或系統使用，等等。例如，一或多個電腦子系統可將識別為重複缺陷之缺陷的資訊輸出至一光罩修復系統，且光罩修復系統可使用識別為重複缺陷之缺陷的資訊來對光罩執行一修復程序以藉此消除光罩上之缺陷。

鑒於此描述，熟習此項技術者將明白本發明之各種態樣之進一步修改及替代實施例。例如，本發明提供用於變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位之方法及系統。因此，此描述僅應解釋為闡釋性的且用於教示熟習此項技術者以實行本發明之一般方式之目的。應瞭解，本文中展示且描述之本發明之形式應視為目前較佳實施例。全部如熟習此項技術者在獲益於本發明之此描述之後將明白，元件及材料可取代本文中繪示且描述之元件及材料，部分及程序可顛倒，且可獨立利用本發明之某些特徵。在不脫離如以下發明申請專利範圍中描述之本發明之精神及範疇之情況下，可對本文中描述之元件進行改變。

【符號說明】

- 10 檢測子系統
- 14 晶圓
- 16 光源
- 18 光學元件

20	透鏡
21	光束分離器
22	載物台
24	集光器
26	元件
28	偵測器
30	集光器
32	元件
34	偵測器
36	電腦子系統
102	電腦子系統
122	電子柱/電子束檢測子系統
124	電腦子系統
126	電子束源
128	晶圓
130	元件
132	元件
134	偵測器
300	光罩堆疊圖
302	光罩堆疊圖
304	缺陷
306	缺陷
308	重複缺陷搜尋面積

310	重複缺陷搜尋面積
400	晶圓
402	光罩例項
404	光罩例項
500	晶圓
502	光罩例項
504	選擇對準目標步驟
506	掃描帶
508	保存讀準目標步驟
510	經儲存目標資訊
600	晶圓
602	光罩例項
604	掃描帶
606	目標
608	光罩例項
610	掃描帶
612	對準步驟
614	變換座標步驟
700	晶圓
702	光罩例項
704	選擇對準目標步驟
706	掃描帶
708	保存對準目標位置步驟

710	經儲存目標位置資訊
800	晶圓
802	光罩例項
804	掃描帶
806	經儲存位置資訊
808	光罩例項
810	掃描帶
812	成像目標位置步驟
814	對準步驟
816	變換座標步驟
900	非暫時性電腦可讀媒體
902	程式指令
904	電腦系統



201907152

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於重複缺陷分析之相對缺陷位置之高精準度

【英文發明名稱】

HIGH ACCURACY OF RELATIVE DEFECT LOCATIONS FOR
REPEATER ANALYSIS

【中文】

本發明提供用於變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位之方法及系統。一種方法包含對準一檢測子系統針對印刷於該晶圓上之一多晶粒光罩之一第一例項中之一第一晶粒中之一第一掃描帶中之一第一圖框的輸出與印刷於該晶圓上之其他光罩例項中之對應圖框、掃描帶及晶粒之輸出。該方法亦包含：基於該等圖框及與其等對準之該等對應圖框的該輸出之掃描帶座標分別判定該等其他光罩例項中之該等圖框之各者的不同掃描帶座標偏移；及基於其中偵測到該等缺陷之該等其他光罩例項將該等不同掃描帶座標偏移之一者應用於針對該等缺陷報告之該等掃描帶座標，藉此將該等缺陷之該等掃描帶座標自該等其他光罩例項中之掃描帶座標變換為該第一光罩例項。

【英文】

Methods and systems for transforming positions of defects detected on a wafer are provided. One method includes aligning output of an inspection subsystem for a first frame in a first swath in a first die in a first instance of a multi-die reticle printed on the wafer to the output for corresponding frames, swaths, and dies in other reticle instances printed

on the wafer. The method also includes determining different swath coordinate offsets for each of the frames, respectively, in the other reticle instances based on the swath coordinates of the output for the frames and the corresponding frames aligned thereto and applying one of the different swath coordinate offsets to the swath coordinates reported for the defects based on the other reticle instances in which they are detected thereby transforming the swath coordinates for the defects from swath coordinates in the other reticle instances to the first reticle instance.

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

- 300 光罩堆疊圖
- 302 光罩堆疊圖
- 304 缺陷
- 306 缺陷
- 308 重複缺陷搜尋面積
- 310 重複缺陷搜尋面積

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種經組態以變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位的系統，其包括：

一檢測子系統，其包括至少一能源及一偵測器，其中該能源經組態以產生引導至一晶圓之能量，其中該偵測器經組態以偵測來自該晶圓之能量且回應於該經偵測能量而產生輸出，其中該輸出包括該晶圓上之多個晶粒之各者的輸出之圖框之多個掃描帶，且其中印刷於該晶圓上之一光罩之多個例項之各者包括該多個晶粒之至少兩個例項；及

一或多個電腦子系統，其等經組態以：

藉由將一缺陷偵測方法應用於由該偵測器產生之該輸出而偵測該晶圓上之缺陷，其中藉由該缺陷偵測方法以掃描帶座標報告該等缺陷之定位；

對準印刷於該晶圓上之該光罩之該多個例項之一第一者中的該多個晶粒之一第一者中的該多個掃描帶之一第一者中的該等圖框之一第一者之該輸出與印刷於該晶圓上之該光罩之該多個例項之其他者中的該多個晶粒之對應其他者中的該多個掃描帶之對應其他者中的該等圖框之對應其他者之該輸出；

基於該等圖框之該輸出之掃描帶座標與在對準步驟中與其等對準之該等圖框之該第一者的該輸出之掃描帶座標之間的差異分別判定該光罩之該多個例項之該等其他者中之該等圖框之各者的不同掃描帶座標偏移；及

將該等不同掃描帶座標偏移之一者應用於針對在該晶圓上偵測到

的該等缺陷報告之該等掃描帶座標，其中基於其中偵測到該等缺陷之該光罩之該多個例項之該等其他者判定將該等不同掃描帶座標偏移之哪一者應用於針對該等缺陷報告之該等掃描帶座標，藉此將針對該等缺陷報告之該等掃描帶座標自該光罩之該多個例項之該等其他者中的掃描帶座標變換為該光罩之該多個例項之該第一者中的掃描帶座標。

【第2項】

如請求項1之系統，其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以在不具有形成於該晶圓上之裝置的設計資訊之情況下執行該對準、該判定及該應用。

【第3項】

如請求項1之系統，其中該一或多個電腦子系統未經組態以使用形成於該晶圓上之裝置的設計資訊來執行任何步驟。

【第4項】

如請求項1之系統，其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以基於該等缺陷之該等經變換掃描帶座標判定該等缺陷是否為重複缺陷。

【第5項】

如請求項1之系統，其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以基於該等缺陷之該等經變換掃描帶座標判定該晶圓上之該等缺陷是否由用於將圖案化特徵印刷於該晶圓上之該光罩引起。

【第6項】

如請求項1之系統，其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以基於該等缺陷之該等經變換掃描帶座標判定該晶圓上之該等缺陷是否由用於將

圖案化特徵印刷於該晶圓上之該光罩引起，且其中該光罩係一極紫外線光罩。

【第7項】

如請求項1之系統，其中在該對準步驟中使用之該等圖框之該第一者的該輸出係該等圖框之該第一者中之一對準目標的輸出，其中在該對準步驟中使用之該等圖框之該等對應其他者的該輸出係該等圖框之該等對應其他者中之對準位點的輸出，其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以選擇該光罩之該多個例項之該第一者中的該多個掃描帶之該第一者中的該等圖框中之對準目標，且其中該選擇該等對準目標包括：選擇該光罩之該多個例項之該第一者中的該多個掃描帶之該第一者中的該等圖框之各者中之該等對準目標之至少一者。

【第8項】

如請求項1之系統，其中在該對準步驟中使用之該等圖框之該第一者的該輸出係該等圖框之該第一者中之一對準目標的輸出，其中在該對準步驟中使用之該等圖框之該等對應其他者的該輸出係該等圖框之該等對應其他者中之對準位點的輸出，且其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以：選擇該光罩之該多個例項之該第一者中的該多個掃描帶中之該等圖框中之對準目標；基於該等對準目標定位於其中之該多個掃描帶將該等選定對準目標分離成群組，使得該等群組之各者對應於少於全部該多個掃描帶；及基於該一或多個電腦子系統之不同部分之哪些部分分別針對該等群組之不同者執行該偵測、該對準、該判定及該應用而將該等群組中之該等選定對準目標的資訊儲存至該一或多個電腦子系統之該等不同部分中。

【第9項】

如請求項1之系統，其中在該對準步驟中使用之該等圖框之該第一者的該輸出係該等圖框之該第一者中之一對準目標的輸出，其中在該對準步驟中使用之該等圖框之該等對應其他者的該輸出係該等圖框之該等對應其他者中之對準位點的輸出，且其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以在該檢測子系統將該所產生能量引導至該晶圓且該偵測器偵測來自該晶圓之該能量以進行一檢測掃描時，自由該偵測器針對該晶圓產生之該輸出選擇該光罩之該多個例項之該第一者中的該多個掃描帶中之該等圖框中之對準目標。

【第10項】

如請求項1之系統，其中在該對準步驟中使用之該等圖框之該第一者的該輸出係該等圖框之該第一者中之一對準目標的輸出，其中在該對準步驟中使用之該等圖框之該等對應其他者的該輸出係該等圖框之該等對應其他者中之對準位點的輸出，且其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以：在於該檢測子系統之該偵測器產生用於偵測該晶圓上之該等缺陷之該輸出之前執行的該光罩之該多個例項之一者之一設定掃描中，自由該偵測器針對該晶圓產生之輸出選擇該光罩之該多個例項之該僅一者中的該多個掃描帶中之該等圖框中之對準目標；產生含有該等選定對準目標的資訊之一資料結構；及將該資料結構儲存於一非暫時性電腦可讀儲存媒體中。

【第11項】

如請求項1之系統，其中在該對準步驟中使用之該等圖框之該第一者的該輸出係該等圖框之該第一者中之一對準目標的輸出，其中在該對準步驟中使用之該等圖框之該等對應其他者的該輸出係該等圖框之該等對應其他者中之對準位點的輸出，且其中該一或多個電腦子系統進一步經組態

以：在於該檢測子系統之該偵測器產生用於偵測該晶圓上之該等缺陷之該輸出之前執行的該光罩之該多個例項之一者之一設定掃描中，自由該偵測器針對該晶圓產生之輸出選擇該光罩之該多個例項之該僅一者中的該多個掃描帶中之該等圖框中之對準目標；產生僅含有該等選定對準目標的位置資訊之一資料結構；及將該資料結構儲存於一非暫時性電腦可讀儲存媒體中。

【第12項】

如請求項11之系統，其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以獲取在僅基於該位置資訊檢測該晶圓期間由該偵測器針對該光罩之該多個例項之該一者中的該等選定對準目標產生之該輸出。

【第13項】

如請求項12之系統，其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以：基於該等對準目標定位於其中之該多個掃描帶將該等選定對準目標分離成群組，使得該等群組之各者對應於少於全部該多個掃描帶；及基於該一或多個電腦子系統之不同部分之哪些部分分別針對該等群組之不同者執行該偵測、該對準、該判定及該應用而將該等群組中之該等選定對準目標的該所獲取輸出儲存至該一或多個電腦子系統之該等不同部分中。

【第14項】

如請求項1之系統，其中該對準包括該等圖框之該第一者的該輸出與該等圖框之該等對應其他者的該輸出之基於目標之對準。

【第15項】

如請求項1之系統，其中該對準包括該等圖框之該第一者的該輸出與該等圖框之該等對應其他者的該輸出之基於特徵之對準。

【第16項】

如請求項1之系統，其中該對準包括該等圖框之該第一者的該輸出與該等圖框之該等對應其他者的該輸出之基於正規化交叉相關之對準。

【第17項】

如請求項1之系統，其中該對準包括該等圖框之該第一者的該輸出與該等圖框之該等對應其他者的該輸出之基於快速傅立葉變換之對準。

【第18項】

如請求項1之系統，其中該對準包括該等圖框之該第一者的該輸出與該等圖框之該等對應其他者的該輸出之基於方差和之對準。

【第19項】

如請求項1之系統，其中該一或多個電腦子系統未經組態以判定該等缺陷相對於該晶圓之定位。

【第20項】

如請求項1之系統，其中該一或多個電腦子系統進一步經組態以針對該光罩之該多個例項之該第一者中的該多個掃描帶中之該等圖框之其他者重複該對準、該判定及該應用。

【第21項】

如請求項1之系統，其中引導至該晶圓之該能量包括光，且其中自該晶圓偵測之該能量包括光。

【第22項】

如請求項1之系統，其中引導至該晶圓之該能量包括電子，且其中自該晶圓偵測之該能量包括電子。

【第23項】

一種非暫時性電腦可讀媒體，其儲存可在一電腦系統上執行以執行用於變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位的一電腦實施方法之程式指令，其中該電腦實施方法包括：

藉由將一缺陷偵測方法應用於由一檢測子系統之一偵測器針對一晶圓產生之輸出而偵測該晶圓上之缺陷，其中藉由該缺陷偵測方法以掃描帶座標報告該等缺陷之定位，其中該檢測子系統包括至少一能源及該偵測器，其中該能源經組態以產生引導至該晶圓之能量，其中該偵測器經組態以偵測來自該晶圓之能量且回應於該經偵測能量而產生該輸出，且其中該輸出包括該晶圓上之多個晶粒之各者的輸出之圖框之多個掃描帶，且其中印刷於該晶圓上之一光罩之多個例項之各者包括該多個晶粒之至少兩個例項；

對準印刷於該晶圓上之該光罩之該多個例項之一第一者中的該多個晶粒之一第一者中的該多個掃描帶之一第一者中的該等圖框之一第一者之該輸出與印刷於該晶圓上之該光罩之該多個例項之其他者中的該多個晶粒之對應其他者中的該多個掃描帶之對應其他者中的該等圖框之對應其他者之該輸出；

基於該等圖框之該輸出之掃描帶座標與在該對準步驟中與其等對準之該等圖框之該第一者之該輸出之掃描帶座標之間的差異分別判定該光罩之該多個例項之該等其他者中之該等圖框之各者的不同掃描帶座標偏移；及

將該等不同掃描帶座標偏移之一者應用於針對在該晶圓上偵測到的該等缺陷報告之該等掃描帶座標，其中基於其中偵測到該等缺陷之該光罩之該多個例項之該等其他者判定將該等不同掃描帶座標偏移之哪一者應用

於針對該等缺陷報告之該等掃描帶座標，藉此將針對該等缺陷報告之該等掃描帶座標自該光罩之該多個例項之該等其他者中的掃描帶座標變換為該光罩之該多個例項之該第一者中的掃描帶座標。

【第24項】

一種用於變換在一晶圓上偵測到的缺陷之定位的電腦實施方法，其包括：

藉由將一缺陷偵測方法應用於由一檢測子系統之一偵測器針對一晶圓產生之輸出而偵測該晶圓上之缺陷，其中藉由該缺陷偵測方法以掃描帶座標報告該等缺陷之位置，其中該檢測子系統包括至少一能源及該偵測器，其中該能源經組態以產生引導至該晶圓之能量，其中該偵測器經組態以偵測來自該晶圓之能量且回應於該經偵測能量而產生該輸出，且其中該輸出包括該晶圓上之多個晶粒之各者的輸出之圖框之多個掃描帶，且其中印刷於該晶圓上之一光罩之多個例項之各者包括該多個晶粒之至少兩個例項；

對準印刷於該晶圓上之該光罩之該多個例項之一第一者中的該多個晶粒之一第一者中的該多個掃描帶之一第一者中的該等圖框之一第一者之該輸出與印刷於該晶圓上之該光罩之該多個例項之其他者中的該多個晶粒之對應其他者中的該多個掃描帶之對應其他者中的該等圖框之對應其他者之該輸出；

基於該等圖框之該輸出之掃描帶座標與在該對準步驟中與其等對準之該等圖框之該第一者之該輸出之掃描帶座標之間的差異分別判定該光罩之該多個例項之該等其他者中之該等圖框之各者的不同掃描帶座標偏移；
及

將該等不同掃描帶座標偏移之一者應用於針對在該晶圓上偵測到的該等缺陷報告之該等掃描帶座標，其中基於其中偵測到該等缺陷之該光罩之該多個例項之該等其他者判定將該等不同掃描帶座標偏移之哪一者應用於針對該等缺陷報告之該等掃描帶座標，藉此將針對該等缺陷報告之該等掃描帶座標自該光罩之該多個例項之該等其他者中的掃描帶座標變換為該光罩之該多個例項之該第一者中的掃描帶座標，且其中藉由耦合至該檢測子系統之一或多個電腦子系統執行該偵測、該對準、該判定及該應用。

