

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於極化光罩檢測之方法及裝置

【英文發明名稱】

METHODS AND APPARATUS FOR POLARIZED RETICLE
INSPECTION

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於光罩或光掩膜檢測系統之領域。更特定言之，本發明係關於用於管理缺陷檢測之極化之技術。

【先前技術】

【0002】 一般而言，半導體製造產業涉及使用半導體材料來製造經分層且圖案化至一基板(諸如矽)上之積體電路(IC)之高度複雜技術。歸因於大規模電路整合及半導體器件中之IC構件不斷減小，所製造之器件對缺陷變得越來越敏感。即，引起器件故障之缺陷變得越來越小。器件需在運送至終端使用者或顧客之前一般無故障。

【0003】 在半導體產業中使用各種檢測系統來偵測一半導體光罩或晶圓上之缺陷。然而，半導體光掩膜及晶圓檢測系統及技術需要不斷改良。

【發明內容】

【0004】 下文呈現本發明之一簡明概要以提供本發明之特定實施例之一基本理解。[發明內容]不是本發明之一廣泛概述，且其不識別本發明之主要/關鍵元件或不界限本發明之範疇。其唯一目的係作為稍後將呈現之[實施方式]之序言依一簡化形式呈現本文中所揭示之一些概念。

【0005】 本發明揭示一種用於控制及量測一光掩膜樣本之檢測之極化之檢測系統。該系統一般包含用於產生及導引照明光朝向一樣本之一照明光學子系統，其中該照明光學子系統包含用於控制該照明光之極化狀態之兩個或兩個以上照明極化組件。該系統亦包含用於回應於該照明光而自該樣本之非圖案化區域收集輸出光之一集光光學子系統。該集光光學子系統包括：至少一第一收集極化組件及第二收集極化組件，其用於量測該樣本處或該樣本附近之該照明光之極化狀態；及一感測器，其用於在該極化狀態由該第一收集極化組件及該第二收集極化組件調整之後偵測該輸出光。該系統進一步包括一控制器，其經組態以執行以下操作：(i)在一特定操作模式中設置該系統；(ii)透過複數次旋轉遞增該第一收集極化組件，同時使該第二收集極化組件保持靜止；(iii)由該感測器針對該第一收集極化組件之各旋轉量測一強度信號；(iv)透過複數次旋轉遞增該第二收集極化組件，同時使該第一收集極化組件保持靜止；(v)由該感測器針對該第二收集極化組件之各旋轉量測一強度信號；(vi)產生該系統之複數個極化狀態及極化組件參數之一模型以模擬針對該第一及/或第二收集極化組件之各旋轉所量測之該等強度信號；及(vii)基於該模型來判定該系統之該等極化狀態及極化組件參數。在一態樣中，該模型係基於瓊斯(Jones)計算法且使用一非線性最小平方擬合程序來判定該等極化狀態及極化組件參數。

【0006】 在一特定實施方案中，該照明光學子系統包含用於產生在一透射光(TL)模式中透射穿過該樣本之照明光之一或多個光源。在一實施方案中，該等至少第一收集極化組件及第二收集極化組件包括一第一波片及一第二波片，且在該TL模式中設置該系統。在一態樣中，一模型係首

先基於瓊斯計算法來產生且用於基於針對該第一波片之各旋轉之量測來判定該第一波片之一延遲值及該第一波片與該第二波片之間之極化狀態，且一模型接著用於基於針對此第二波片之各旋轉之量測及該第一波片之該判定延遲及其靜止旋轉位置來判定該第二波片之一延遲及該樣本處或該樣本附近之極化狀態。在另一態樣中，該第一波片係一可旋轉 $1/4$ 波片且該第二波片係一可旋轉 $3/8$ 波片，且該 $3/8$ 波片經定位以自該樣本之該等非圖案化區域接收該輸出光，其後，該 $1/4$ 波片自該 $3/8$ 波片接收該輸出光。可使用具有等於或大於一半波之一延遲和之其他波片組合。

【0007】 在又一實施態樣中，該照明光學子系統包含用於產生在一反射光(RL)模式中自該樣本反射之照明光之一或多個光源，且該集光光學子系統包含用於自該 $1/4$ 波片接收該輸出光且使該輸出光之僅一y極化分量朝向該感測器透射之一極化分束器(PBS)，且該PBS經配置及組態以使照明光之僅一x極化分量在RL模式中朝向該樣本反射。在一特定態樣中，將該樣本處或該樣本附近之該照明光之極化狀態判定為依據場位置而變化。

【0008】 在另一實施例中，該第一波片及該第二波片相同於該等照明極化組件之至少部分，且該控制器經進一步組態以在RL模式中設置該系統且執行以下操作：**(i)**透過複數次旋轉遞增該第一波片，同時使該第二波片保持靜止；**(ii)**由該感測器針對該第一波片之各旋轉量測一強度信號；**(iii)**產生該系統之一模型以模擬針對該第一波片之各旋轉所量測之該等強度信號，該模型基於瓊斯計算法且具有包含該第一波片及該第二波片之延遲之複數個極化及波片參數；及**(iv)**基於該第一波片及該第二波片之該判定延遲及該第一波片之該旋轉來判定該樣本處或該樣本附近之照明極化狀態。在另一態樣中，該控制器經組態以將該第二波片之延遲之一正弦

行為模型化為依據旋轉而變化且基於此模型化正弦行為來使該第二波片之一真實延遲與該系統之一物鏡之一延遲分離。

【0009】 在一替代實施例中，該等至少第一收集極化組件及第二收集極化組件包括具有等於或大於一半波之一延遲和之複數個波片。在另一實施例中，該集光光學子系統包含用於偵測輸出光之多個偵測平面，且該控制器經進一步組態以模型化及判定該多個偵測平面處之量測之極化狀態及極化組件參數且平均化來自此多個偵測平面之該等判定極化狀態及極化組件參數。在另一態樣中，該控制器經進一步組態以基於該等判定極化狀態及極化組件參數來模擬該樣本處或該樣本附近之複數個極化狀態且選擇該第一收集極化組件及該第二收集極化組件之一旋轉以導致該樣本處之線性極化之一特定定向。

【0010】 在另一實施例中，本發明係關於一種控制一半導體樣本之檢測之極化之方法。該方法包含：**(i)**在一特定操作模式中設置一檢測系統；**(ii)**透過複數次旋轉遞增該系統之一第一極化組件，同時使該系統之一第二極化組件保持靜止；**(iii)**針對該第一極化組件之各旋轉，自該樣本之非圖案化區域量測一強度信號；**(iv)**透過複數次旋轉遞增該第二極化組件，同時使該第一極化組件保持靜止；**(v)**針對該第二極化組件之各旋轉，自該樣本之非圖案化區域量測一強度信號；**(vi)**產生該系統之複數個極化狀態及極化組件參數之一模型以模擬針對該第一及/或第二極化組件之各旋轉所量測之該等強度信號；及**(vii)**基於該模型來判定該系統之該等極化狀態及極化組件參數。在進一步態樣中，該方法包含類似於上文所概述之控制器操作之一或多者之操作。

【0011】 下文參考圖式來進一步描述本發明之此等及其他態樣。

【圖式簡單說明】

【0012】 圖1係根據本發明之一實施例之用於針對反射照明模式及透射照明模式兩者來控制及量測極化之一多波片串接設計之一圖形表示。

【0013】 圖2展示根據本發明之一實施方案之依據兩個不同波片之旋轉而變化之TL (透射光)模式偵測信號位準之兩個曲線圖。

【0014】 圖3展示根據本發明之一實施方案之來自用於TL模式結果之相同工具之RL (反射光)模式極化量測結果之一實例。

【0015】 圖4顯示根據本發明之一實施方案之擬合有效波片延遲對定向位置(以馬達計數為單位)之一實例。

【0016】 圖5係繪示根據本發明之一實施例之用於管理極化之一程序的一流程圖。

【0017】 圖6A及圖6B分別展示根據本發明之一實施例之兩個波片在 180° 之一範圍(其具有波片及物鏡延遲之典型值)內旋轉時之掩膜平面上之橢圓率及橢圓定向角之模擬圖。

【0018】 圖7A及圖7B展示根據本發明之一實施例之依據定向角及焦距而變化之一EUV (極紫外線)掩膜上之一特定類別之缺陷之模擬結果及實驗驗證結果兩者。

【0019】 圖8係根據本發明之一實施例之包含TL側波片及RL側波片兩者之一系統之一圖形表示。

【實施方式】**【0020】**

相關申請案之交叉參考

本申請案主張2017年7月1日申請之美國臨時專利申請案第

62/528,038號之優先權，該申請案之全文以引用的方式併入本文中用於全部目的。

【0021】 在以下描述中，闡述諸多特定細節以提供本發明之一完全理解。可在無此等特定細節之部分或全部的情況下實踐本發明。在其他例項中，未詳細描述熟知組件或程序操作以免不必要地混淆本發明。儘管將結合此等特定實施例來描述本發明，但應瞭解，不意欲使本發明受限於此等實施例。

【0022】 特定檢測系統實施例在本文中描述為經組態以檢測半導體結構，尤其是光微影光罩。亦可使用本發明之檢測裝置來檢測或成像其他類型之結構，諸如半導體晶圓、太陽能板結構、光碟等等。

【0023】 特定成像檢測系統包含可組態極化控制及量測系統。例如，193 nm照明光之極化狀態控制係諸多有用調諧旋鈕之一者，其可見於購自加州Milpitas市之KLA-Tencor之RAPID 6xx光掩膜缺陷檢測工具中。由於某些類型之光罩缺陷之檢測敏感度很大程度上取決於193 nm照明光之極化狀態，所以一極化特徵及其控制對改良光罩缺陷偵測之檢測結果且維持工具間匹配而言變得越來越重要。一極化管理系統之重要性對極紫外線(EUV)光掩膜而言尤其明顯，EUV光掩膜上之圖案大小通常比用於此等系統中之波長小得多以導致基本圖案對比及缺陷信號強度對光之極化狀態之強烈相依性。

【0024】 本發明之特定實施例提供藉由使用特定檢測系統之可用波片(WP，延遲器)串接模組(其含有多個波片)來原位及定量地量測及控制光掩膜平面上之照明光(例如193 nm)之極化狀態的極化系統及技術。本文中所描述之技術包含極化量測及控制兩者且無需對具有多個波片之系統(諸

如，在KLA-Tencor之RAPID 6xx工具上)進行一額外硬體改變/替換。本文中所描述之特定技術提供(例如)檢測模擬及檢測資料模型化兩者中之照明光極化狀態之詳細資訊，其亦促進檢測工具效能之定量評估。

【0025】 本文中所描述之特定技術提供透射光(TL)及反射光(RL)兩者下之掩膜平面上之照明光(例如193 nm)之極化狀態之量測。由兩個參數(橢圓率及橢圓定向角)描述極化狀態。作為一副產品，此等技術亦可提供波片之相位延遲及慢軸定向角之準確量測。基於此等結果，可藉由調整(例如)串接設計中之波片之定向角來預測及產生各種極化狀態，例如具有一特定定向角之線性極化。

【0026】 本發明之特定實施例對一多波片串接設計之系統誤差提供補償以達成準確極化狀態，例如準確圓形極化。除補償波片(例如，具有延遲誤差)中之缺陷之外，亦可對其他系統誤差施加補償。例如，本文中所描述之特定技術亦可對KLA-Tencor RAPID 6xx工具或其類似者中之影像路徑中之光學器件之小殘餘雙折射率及極化分束器(PBS)之有限消光比提供量測及補償。

【0027】 在某些實施例中，可量測及控制反射照明光及透射照明光兩者之極化，儘管可利用任一模式。圖1係根據本發明之一實施例之用於控制及量測反射照明模式及透射照明模式兩者之極化之一多波片串接設計之一圖形表示。如圖中所展示，方向z對應於TL照明光束之一行進方向。在此實施方案中，照明光束具有約193 nm之一波長。所繪示之xyz座標系係右手的，且本文中之全部角度界定於此xyz座標系中，但可使用其他座標系。

【0028】 在所繪示之實例中，照明光可採用以下兩種形式：反射光

(RL)輸入101a或透射光(TL)輸入101b。在此實例中，系統100經組態以在一TL或RL模式中操作，但不同時在TL及RL模式中操作。即，一次一個地執行RL或TL。

【0029】 TL輸入101b穿過光罩(或其他)樣本102、物鏡103、波片WP2 104a及WP1 104b、中繼透鏡106及極化分束器(PBS) 108而朝向一感測器(圖中未展示)。針對TL模式，PBS經組態以使此TL之y極化通過。相比而言，PBS 108經組態以反射此TL光之x極化分量遠離感測器(圖中未展示)。

【0030】 相比而言，RL輸入透過PBS耦合輸入且沿-z軸行進以依相反於TL模式之序列首次穿過光學器件。更明確而言，RL輸入101a自PBS 108依一直角反射，穿過中繼透鏡106、WP1 104b、WP2 104a及物鏡103而自樣本102反射。反射輸出依相同於TL模式之一序列沿z軸行進，穿過物鏡103、波片WP2 104a及WP1 104b、中繼透鏡106及極化分束器108而朝向一感測器(圖中未展示)。針對RL模式，PBS 108將入射x極化RL反射向樣本102。在返回之後，PBS 108將RL輸出之y極化分量透射向感測器(圖中未展示)，同時反射x極化遠離感測器(圖中未展示)。因此，PBS 108經組態以僅將y極化輸出光束傳至感測器。

【0031】 一波片或延遲器係更改穿過其之一光波之極化狀態之一光學器件。兩種常見類型之波片係：半波片，其旋轉線性極化光之極化方向；及四分之一波片，其將線性極化光轉換成圓形極化光(其中相對校正定向角介於線性極化與波片慢軸之間)，且反之亦然。一四分之一波片亦可用於產生橢圓極化。

【0032】 波片由一雙折射材料(諸如石英或雲母)構成，雙折射材料

之折射率因穿過之光之不同定向而不同。一波片(即，無論是否為一半波片、一四分之一波片等等)之行為取決於晶體之厚度、光之波長及折射率之變動。可藉由適當選擇此等參數之間之關係來引入一光波之兩個極化分量之間之一控制相移，藉此更改其極化。

【0033】 一波片藉由使光波之兩個垂直極化分量之間之相位移位來工作。一典型波片僅為具有一經小心選擇定向及厚度之一雙折射晶體。晶體被切割成一片，其中切割之定向經選擇使得晶體之光軸平行於片之表面。就法向入射於片上之一光波而言，垂直於光軸之極化分量依一速度 $v_o=c/n_o$ 穿過晶體，而沿光軸之極化分量因不同折射率而依一速度 $v_e=c/n_e$ 穿過。此導致兩個分量在離開晶體時之一相位差。當 $n_e<n_o$ 時，例如方解石的情況，光軸被稱為快軸且垂直軸被稱為慢軸。當 $n_e>n_o$ 時，情況恰好相反。儘管下文參考一「慢軸」，但當然，若包含一 90° 移位，則此等技術可用於波片之快軸。

【0034】 在此實例中，WP1標稱上係一 $1/4$ 波片，而WP2標稱上係一 $3/8$ 波片。WP1在本文中亦稱作WP1($\lambda/4$)，而WP2稱作WP2($3\lambda/8$)。WP2($3\lambda/8$)比WP1($\lambda/4$)更接近於物鏡。儘管所繪示之系統100包含兩個波片，但可實施兩個以上波片。其他波片組合(其中經組合之波片相位延遲等於或大於半波)亦為波片串接模組之可行設計。

【0035】 所繪示之系統100可具有可在光穿過系統時影響光之極化之任何數目及類型之參數，且可使用本文中所描述之技術來量測此等參數。參數 δ_{obj} 係物鏡103之殘餘雙折射率之有效延遲，其可來自此組件之CaF₂部分、殘餘應力及光學塗層。 δ_1 及 δ_2 分別為WP1及WP2之延遲參數。WP1及WP2之慢軸角分別為 θ_1 及 θ_2 。 δ_{r1} 係中繼透鏡106(例如，由熔融矽

石製成)之殘餘雙折射率，其往往可被忽略。

【0036】圖2分別展示分別依據WP1($\lambda/4$)及WP2($3\lambda/8$)之旋轉而變化之TL偵測信號位準之兩個曲線圖A及B。曲線圖A及B之垂直軸對應於光強度，其可為任何單位。水平軸係WP1($\lambda/4$)及WP2($3\lambda/8$)之任一者之旋轉角(以度為單位)。為獲得此等繪圖，使一波片WP1($\lambda/4$)或WP2($3\lambda/8$)保持靜止，同時使另一波片WP2($3\lambda/8$)或WP1($\lambda/4$)逐步旋轉一旋轉角範圍，諸如 0° 至 180° 。各曲線圖A及B上之各點係一偵測光量測。

【0037】在獲得各組波片旋轉之若干量測之後，可使用一模型來將量測擬合成一曲線，例如由曲線202a及202b所繪示。接著，可使用此曲線擬合程序來獲得不同波片之一延遲值，如下文將進一步描述。

【0038】大體上以穿過系統之光為背景特徵，電場通常界定為：

【0039】 $e^{i(kz - \omega t - \varphi)}$ 方程式1

【0040】其中k係波向量， ω 係光之角頻率，且 φ 係相位。

【0041】在瓊斯計算法中，入射TL之極化狀態可由以下瓊斯向量描述：

【0042】 $E^{\text{in}} = E_1 \begin{bmatrix} \cos(\beta) \\ \sin(\beta)e^{i\alpha} \end{bmatrix}$ 方程式2

【0043】 E_1 係振幅， β 係 0 至 $\pi/2$ 之間之一角度，且 α 係電場之y分量與x分量之間之相位差。當描述極化狀態時，使用上述瓊斯向量中之參數對(α , β)等效於使用另一對常用量：橢圓率及橢圓定向角，其等透過以下方程式來與 α 及 β 相關。

【0044】正規化斯托克斯(Stokes)向量之參數 S_3 係 $S_3 = \sin(2\beta) \sin(\alpha)$ ，且橢圓率界定為：

【0045】 $\rho = S_3 / (1 + \sqrt{1 - S_3^2})$ 方程式3

【0046】 橢圓定向角 ψ 界定於自 -90° 至 90° 之範圍內且係：

【0047】 $\tan(2\psi) = \tan(2\beta) \cos(\alpha)$ 方程式4

【0048】 接著，兩個波片可由兩個瓊斯矩陣描述，兩個瓊斯矩陣分別為波片延遲參數 δ_1 及 δ_2 及圖1之xyz座標系中所界定之慢軸定向角 θ_1 及 θ_2 之函數：

【0049】 $J_1(\delta_1, \theta_1)$

【0050】 及

【0051】 $J_2(\delta_2, \theta_2)$

【0052】 在TL透射穿過WP2及WP1之後，輸出瓊斯向量界定為以下方程式：

【0053】 $E^{\text{out}} = J_1 \cdot J_2 \cdot E^{\text{in}}$ 方程式5

【0054】 PBS透射y分量TL，其由一感測器感測且可模型化為：

【0055】 $|E_y^{\text{out}}|^2 = \frac{(-A_2 \cos(\beta) + \sin(\beta) \cos(\alpha) A_0 + \sin(\beta) \sin(\alpha) A_1)^2}{+(A_3 \cos(\beta) - \sin(\beta) \cos(\alpha) A_1 + \sin(\beta) \sin(\alpha) A_0)^2}$ 方程式6

【0056】 其中 A_0 、 A_1 、 A_2 及 A_3 界定為：

【0057】 $A_0 = \cos\left(\frac{\delta_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\delta_1}{2}\right) - \sin\left(\frac{\delta_2}{2}\right) \sin\left(\frac{\delta_1}{2}\right) \cos(2(\theta_1 - \theta_2))$

【0058】 $A_1 = \cos\left(\frac{\delta_2}{2}\right) \sin\left(\frac{\delta_1}{2}\right) \cos(2\theta_1) + \sin\left(\frac{\delta_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\delta_1}{2}\right) \cos(2\theta_2)$

【0059】 $A_2 = \sin\left(\frac{\delta_2}{2}\right) \sin\left(\frac{\delta_1}{2}\right) \sin(2(\theta_1 - \theta_2))$

【0060】 $A_3 = \cos\left(\frac{\delta_2}{2}\right) \sin\left(\frac{\delta_1}{2}\right) \sin(2\theta_1) + \sin\left(\frac{\delta_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\delta_1}{2}\right) \sin(2\theta_2)$

【0061】 鑑於PBS之有限消光比 ϵ ，PBS之後之光強度係：

【0062】 $F = \epsilon \cdot E_1^2 + (1 - \epsilon) |E_y^{\text{out}}|^2$ 方程式7

【0063】 此光強度F由感測器擷取。使WP1或WP2旋轉將引起上述偵測光強度改變，且可藉由上述模型來描述依據波片旋轉而變化之光強度之變化。將記錄光強度擬合成模型F給出兩個極化狀態(即， β 及 α 極化參

數)及波片參數(諸如慢角定向及延遲參數)。

【0064】 圖2展示KLA-Tencor之6xx工具之一者上所獲得之TL量測之一實例。圖2中亦繪製此等TL量測之擬合模型函數。自模型化及多個量測判定 δ_1 及 δ_2 分別具有值 88.4° 及 127.2° 。此等判定值分別自 $\lambda/4$ 及 $3\lambda/8$ 波片之理想延遲值 90° 及 135° 偏離幾度。顯然，吾人無法使用一單一非理想 $\lambda/4$ 波片來實現光掩膜平面上之準確圓形極化狀態。然而，無法可使用一對非理想 $\lambda/4$ 及 $3\lambda/8$ 波片來實現光掩膜平面上之準確圓形極化狀態。關於WP1旋轉之資料(WP2靜止，圖2A)，在圓形極化之WP1位置處，判定WP1與WP2之間之極化狀態具有-0.346之一橢圓率及 68.3° 之一定向角。關於WP2旋轉之資料(WP1在設計位置處靜止，圖2B)，在圓形極化之WP2位置處，量測圖1中之區域2之極化狀態具有0.963之一橢圓率。

【0065】 可使用雷文柏格-馬括特(Levenberg-Marquardt (LM))非線性最小平方擬合演算法來獲得此等參數值且接著計算極化狀態。可藉由計算模型(例如方程式7)關於各擬合參數(諸如極化參數 α 及 β 及波片參數(延遲及慢軸角))之全部所需偏導數來產生一曲率矩陣。可針對待解決之問題來完全最佳化擬合程式。關於擬合參數之初始校正值，來自非線性最小平方擬合之解係唯一的。此唯一性亦適用於下文將討論之RL情況。本發明之某些實施例提供使用瓊斯計算法及非線性最小平方擬合演算法來同時量測極化狀態及波片參數之一新方法。

【0066】 在RL情況中，193 nm照明光兩次穿過光學器件。在第一次穿過時，光沿-z軸行進。PBS 108亦僅將RL輸入之x極化分量反射向樣本。因此，進入系統之RL輸入之 α 及 β 兩者係零。用於此穿過之計算中之座標系 $x'y'z'$ 亦為右手的，其中 x' 方向相同於 x 方向，且 y' 及 z' 分別與 y 及 z 相

反。因此，x'y'z'中之兩個波片之慢軸角亦與xyz座標系中之慢軸角相反。

【0067】 E_x 及 E_y 兩個場在光掩膜之一淨表面(未圖案化區域)上反射之後具有一相移 π 。事實上，此反射之瓊斯矩陣 K 僅將一相移 π 給予 E_y 場：

$$\text{【0068】 } K = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{方程式8}$$

【0069】 當照明光沿z'方向進行時，WP1及WP2之兩個瓊斯矩陣之乘積係：

$$\text{【0070】 } J_2(\delta_2, -\theta_2) \cdot J_1(\delta_1, -\theta_1)$$

【0071】 PBS之前之瓊斯向量係：

$$\text{【0072】 } E_y^{\text{out}} \cdot J_1(\delta_1, \theta_1) \cdot J_2(\delta_2, \theta_2) \cdot K \cdot J_2(\delta_2, -\theta_2) \cdot J_1(\delta_1, -\theta_1) \cdot E_y^{\text{in}} \quad \text{方程式9}$$

【0073】 y分量強度係：

$$\begin{aligned} \text{【0074】 } |E_y^{\text{out}}|^2 = & E_1^2 [\sin(\beta) \cos(\alpha) (A_0^2 - A_1^2 + A_2^2 - A_3^2) + 2 \sin(\beta) \sin(\alpha) (A_0 A_1 + \\ & A_2 A_3)^2 - E_1^2 | -2 \sin(\beta) \cos(\alpha) (A_0 A_1 + A_2 A_3) + 2 \cos(\beta) (A_1 A_2 - A_0 A_3) + \\ & \sin(\beta) \sin(\alpha) (A_0^2 - A_1^2 + A_2^2 - A_3^2)]^2 \quad \text{方程式10} \end{aligned}$$

【0075】 A_0 、 A_1 、 A_2 及 A_3 之界定相同於TL情況。由感測器擷取之光強度係：

$$\text{【0076】 } F = c \cdot E_1^2 + (1 - c) |E_y^{\text{out}}|^2 \quad \text{方程式11}$$

【0077】 在繪示系統100之一RL極化量測中，入射照明光總是處於x極化中。吾人僅需量測WP1($\lambda/4$)旋轉，因為此資料足以自一單一非線性擬合(可自其計算掩膜平面上之極化狀態)判定兩個波片之延遲及定向。

【0078】 圖3展示來自用於TL模式結果之相同工具之非線性最小平方擬合資料處理之後之RL極化量測結果之一實例。在一實施方案中，所擷取或偵測之影像可沿y場劃分成20個圖塊以量測掩膜平面上之極化狀態之y場相依性。影像可劃分成任何適合數目個圖塊。例如，圖塊之數目可

在10至40之間。

【0079】 在自來自KLA-Tencor之6xx工具獲得之實例性量測中，RL模式之判定延遲參數 δ_1 及 δ_2 顯著不同於TL模式量測之延遲參數。此差異可能由系統誤差引起，尤其是物鏡殘餘雙折射率，因為光兩次穿過RL模式之物鏡。事實上，因為物鏡存在殘餘雙折射率(δ_{obj})，所以模型化一WP2($3\lambda/8$)旋轉之資料會存在挑戰。

【0080】 物鏡(其包含掩膜與WP2之間之全部光學器件)殘餘雙折射率被判定為幾度，其遠小於延遲 δ_2 。在RL極化量測中， δ_{obj} 之效應可包含於一有效 δ_2' 中，例如，物鏡及WP2可近似於一個有效波片。此假定係基於瓊斯計算法中之等價定理，其規定由一系列延遲器組成之一光學系統等效於一單一延遲器後接一旋轉矩陣。為解決問題，已判定旋轉矩陣非常接近於一單位矩陣且可被忽略。

【0081】 針對物鏡及WP2之兩延遲器情況，有效延遲 δ_2' 係物鏡與WP2之間之相對定向角之一正弦函數：

$$\delta_2' = \delta_2 \cdot \delta_{obj} \cdot \sin(2\phi \cdot \tau)$$

【0083】 ϕ 係相對角(物鏡與WP2之間)且 τ 係一相位。上數方程式中之倍數2來自以下事實：若一波片旋轉 180° ，則其效應相同。針對RL極化量測，判定WP2之擬合延遲係 δ_2' 。若吾人執行多個WP2($3\lambda/8$)位置之RL極化量測(即，藉由旋轉WP1($\lambda/4$)且記錄光強度)，則可觀察到 δ_2' 之此正弦行為且可使用 δ_2' 之上述方程式來直接判定真實 δ_2 及 δ_{obj} 值。

【0084】 圖4顯示擬合 δ_2' 對WP2定向位置(以馬達計數為單位)之一實例，其清楚展示一正弦相依性。將運動計數轉換成弧度，吾人可自圖4之正弦擬合判定 δ_{obj} 及 δ_2 。在此實例中， δ_{obj} 係 3.9° 且 δ_2 係 129.2° 。若使用

一個以上偵測平面，則可平均化結果。在具有兩個偵測平面P0及P1之6xx工具中，可將來自P0及P1偵測平面(此處未展示)之結果一起平均化以(例如)導致 3.6° 之一 δ_{obj} 。

【0085】 任何適合技術可用於獲得及利用一檢測系統中之各種極化參數。圖5係繪示根據本發明之一實施例之用於管理極化之一程序500的一流程圖。首先，在操作501中，在一特定操作模式中設置檢測工具。例如，可選擇一TL或RL模式。

【0086】 接著，程序500可包含：在操作502中，透過一第一波片之不同旋轉來遞增，同時使其他一或多個波片保持靜止。另外，亦可在各旋轉時偵測一強度信號。例如，可在各旋轉時收集影像。在旋轉一第一波片之後，可在操作504中逐步旋轉其他兩個或兩個以上波片之各者，同時(例如)自光掩膜之非圖案化區域收集各選擇之一強度信號。若存在兩個波片(如圖1之系統中所繪示)，則旋轉第一波片且接著旋轉第二波片，同時另一波片保持靜止。若存在兩個以上波片，則一次一個地旋轉其他各波片(例如第三波片、第四波片等等)，同時使其他波片保持靜止。

【0087】 可在特定操作模式下一次一個地逐步旋轉整組波片之各者。接著，可在下一操作模式下對各波片重複此程序。例如，在TL模式下且接著在RL模式下逐步旋轉各波片。針對各波片之各組旋轉及各操作模式收集強度值。

【0088】 返回參考繪示程序500，接著可在操作516中使用依據極化參數及波片參數而變化之瓊斯計算法來模型化量測。在操作518中，亦可基於一非線性最小平方擬合法來判定極化及波片參數。例如，可使用方程式4及5來判定極化參數及波片延遲及定向參數。在一特定實施方案中，可

使用一最小平方擬合程序，諸如雷文柏格-馬括特演算法(LMA)。可替代地或另外使用其他非線性擬合演算法(諸如高斯-牛頓(Gauss-Newton)演算法、QR分解、梯度法、直接搜尋法等等)。可易於在諸如出版書「Numerical Recipe」之參考文獻中找到LMA之細節。下文已包含此演算法之簡要概述。

【0089】 假定吾人具有一組之 n 個資料點 (x_i, y_i) ，其等擬合成 m 個參數之一物理模型 $F(x, p_1, p_2, \dots, p_m)$ 。指數 i 係自 1 至 n 。在本專利申請案中，符號 x 代表波片旋轉角且 y 代表由感測器量測之信號。擬合參數包含極化及波片參數兩者。在卡方(χ^2)值達到一最小值時判定全部參數。

$$\text{【0090】 } \chi^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - F_i)^2 \quad \text{方程式12}$$

【0091】 F_i 係 $x=x_i$ 時之模型值且係一組參數值。為自 n 個資料點 (x_i, y_i) 之組找到全部參數之解，通常使用一迭代程序，因為對於此一複雜問題，不存在參數之分析解。亞可比(Jacobian)矩陣 M 具有 $n \times m$ 之一大小。此矩陣之第 ij 元素係：

$$\text{【0092】 } M_{ij} = \frac{\partial F(x_i)}{\partial p_j} \quad \text{方程式13}$$

【0093】 指數 j 係自 1 至 m 。藉由取得模型 F 關於全部擬合參數之偏導數來計算亞可比矩陣。針對本申請案中所提出之方法，可通過分析記下亞可比矩陣。曲率矩陣大小係 $m \times m$ 。其界定為：

$$\text{【0094】 } C = M^{\dagger} M + \lambda \cdot \text{diag}(M^{\dagger} M) \quad \text{方程式14}$$

【0095】 λ 被稱為阻尼因數。其開始於一初始值且在各迭代之後根據卡方值來調整。其用途係使非線性最小平方擬合程序在數值上穩定。針對各迭代循環，資料與模型預測之間之差異係：

$$\text{【0096】 } \delta y = M^{\dagger} (y - F) \quad \text{方程式15}$$

【0097】 針對各迭代循環，藉由解算以下矩陣方程式來找到參數向量(p_1, p_2, \dots, p_m)之校正值

$$\text{【0098】 } C \cdot \delta p = \delta y \quad \text{方程式16}$$

【0099】 在各迭代循環之後使所計算之參數校正值與參數向量相加且將使用新參數向量來進行下一迭代。當參數校正值小於一預設臨限值(迭代程序在該處被界定為收斂的)時，此程序停止。為使上述LMA成功，吾人必須使用擬合參數之一組初始值來開始迭代程序，擬合參數之該組初始值接近於收斂解值且可自待解決之問題之物理條件估計。

【0100】 在圖1之實例中，首先僅使WP1($\lambda/4$) 104b逐步旋轉約 180° 之一範圍，同時WP2 ($3\lambda/8$)在TL模式中保持靜止。接著，可使用針對不同WP1旋轉所獲得之強度量測來判定(例如)其延遲 δ_1 、慢軸角 θ_1 及WP1與WP2之間之極化狀態。在將WP1($\lambda/4$)設定成一固定 θ_1 角且使WP2($3\lambda/8$)依一逐步方式旋轉 180° 之一範圍且自第一波片量測取得延遲參數 δ_1 及 θ_1 之後，亦可自TL模式之上述模型化方程式(方程式4及5)判定WP2與物鏡之間之極化狀態、延遲 δ_2 及慢軸角 θ_2 。慢軸角 θ_1 及 θ_2 分別對應於對應波片WP1及WP2之已知靜態旋轉設定。若物鏡未引起任何極化狀態變化，則亦可判定掩膜平面上之極化狀態。

【0101】 在圖1之RL模式量測實例中，入射照明光總是處於x極化中。WP1($\lambda/4$)波片之旋轉足以自一單一非線性擬合判定兩個波片之延遲及定向，接著可易於自單一非線性擬合計算掩膜平面上之極化狀態。

【0102】 吾人可將判定極化及波片參數用於任何適合應用中。如圖5中所展示，可在操作520中基於經判定波片參數來判定最佳化極化設定。例如，所判定之 δ_1 、 δ_2 及 δ_{obj} 參數可用於模擬複數個波片旋轉之任意

極化狀態。例如，WP1($\lambda/4$)及WP2($3\lambda/8$)之旋轉可經模型化以在RL模式中產生掩膜平面上之任意極化狀態。

【0103】 圖6A及圖6B分別展示兩個波片在RL模式中旋轉於具有典型值 δ_1 、 δ_2 及 δ_{obj} 之一 180° 範圍內時之掩膜平面上之橢圓率及橢圓定向角之模擬圖。明確而言，圖6A繪示一模擬橢圓率圖，且圖6B繪示一橢圓定向角圖。該等圖包含自左圓形極化至右圓形極化之任意模擬極化狀態。圖上標示某些重要極化狀態之波片設定角。例如，Y線性橢圓率展示於0等值線上且橢圓定向圖上之對應點具有 $\pm 90^\circ$ 定向角，同時一X線性橢圓率亦展示於0等值線上，但在橢圓定向圖上具有 0° 定向角。右手及左手圓形橢圓率分別定位於-1及+1等值位置處。

【0104】 極化狀態控制之一特定性能係藉由調諧波片之旋轉來使線性極化之定向角自 -90° 旋轉至 90° 以導致沿圖6A中之橢圓率圖之0等值線之一極化狀態及圖6B中之一特定定向。即，可自圖6A及圖6B之模擬橢圓率及橢圓定向圖獲得導致樣本處之一任意極化狀態之波片定向角。能夠達成線性極化與EUV光掩膜檢測密切相關，此係因為自某些類型之缺陷偵測之信號強度在很大程度上取決於照明光之線性極化定向。

【0105】 舉一實例性應用而言，圖7A及圖7B展示根據本發明之一實施例之依據定向角及焦距而變化之一EUV掩膜上之一特定類別之缺陷之PROLITH模擬及實驗驗證結果兩者。當線性極化照明光之定向角自 0° 旋轉至 180° 時，其等效於自 -90° 旋轉至 90° 。圖7A展示模擬結果，而圖7B展示實驗結果。如兩個繪圖中所展示，缺陷信號具有與定向角之一極強相依性。例如，在 15° 及 75° 角附近，信號接近最小。相比而言，在 45° 及 135° 附近，缺陷信號達到峰值且比最小信號強數倍。接著，可選擇導致一特定

缺陷類型之一最大化信號之定向角。預期 45° 信號峰值至 135° 信號峰值之間之不對稱性。

【0106】 類似地，TL極化狀態可由多個波片之一串接控制以產生掩膜平面上之任意極化狀態。圖8係根據本發明之一實施例之包含TL側波片之一系統800之一圖形表示。如圖中所展示，系統800包含用於產生一照明光束之一TL光源802b、用於中繼照明光束之一中繼透鏡804、一第一波片806a、一第二波片806b及用於使照明光束朝向樣本102聚焦之一聚光透鏡808。除RL照明源802a及感測器810之外，系統800之RL側之其他組件亦可類似於圖1之組件。

【0107】 用於產生RL或TL入射光束(例如任何適合電磁波形)之光源之實例包含一雷射驅動光源、一高功率電漿光源、一透照光源(例如鹵素或Xe燈)、一濾光燈、LED光源等等。檢測系統可包含任何適合數目及類型之額外光源，其包含寬頻光源。

【0108】 來自光源之入射TL及/或RL光束一般可穿過用於將光束中繼向一樣本(例如塑形、聚焦或調整焦點偏移、過濾/選擇波長、過濾/選擇極化狀態、調整大小、放大、減少失真等等)之任何數目及類型之透鏡。例如，用於TL路徑及RL路徑兩者之照明模組亦可包含本文將進一步描述之任何數目個線性極化器及波片。

【0109】 系統800之集光模組可包含任何適合數目及類型之光學組件(圖中未展示)，諸如光圈或場光闌、準直器、光圈掩膜、分析器子系統、分束器及用於使散射光朝向一感測器810聚焦之聚焦透鏡。樣本之一放大影像形成於集光路徑之後端處之影像感測器上。例如，感測器810可呈CCD(電荷耦合器件)或TDI(延時積分)偵測器、光電倍增管(PMT)或其

他感測器之形式。

【0110】 類似於RL模式，亦可(例如)藉由使用一對波片 $\lambda/4$ 及 $3\lambda/8$ 來產生光掩膜平面上之任意TL極化狀態。TL與RL之間之一差異在於：光掩膜基板可具有有效殘餘雙折射性，其在TL透射穿過基板時改變TL極化狀態。因此，為精確控制掩膜平面上之TL極化狀態，吾人使用極低雙折射率之一光掩膜基板或使用具有其殘餘雙折射性被預先準確量測之一光掩膜基板。接著，可由用於TL極化控制之多個波片補償基板雙折射性之效應。為實現光掩膜基板(圖8中之102)之底面上之目標TL極化狀態(例如線性或圓形)，基板之頂面上之TL極化狀態一般因基板之殘餘雙折射性而為某一橢圓極化狀態。基於圖6A及圖6B，TL側多個波片可產生任意極化狀態，其包含光掩膜之頂面上之上述橢圓極化狀態。

【0111】 上文所描述之特定實施例允許任意極化狀態量測及光掩膜檢測(尤其是EUV光掩膜檢測)控制。在不同檢測及樣品條件下，可選擇一特定極化角來最小化雜訊且提高缺陷SNR且藉此提高缺陷偵測敏感度。此等技術可提供一方便且準確解決方案來應對照明光極化量測及控制之挑戰。某些技術可用於擴展及強化檢測工具之性能。例如，下一代EUV掃描器將具有歪像設計以導致晶圓上之圓形接點且在光罩上需要矩形而非正方形接點陣列。矩形接點陣列將需要呈不同於 0° 、 45° 、 90° 或 135° 之一角度之線性極化定向來最佳化特定缺陷類型之SNR(信雜比)。

【0112】 可利用任何適合工具，只要可在工具上設置可變極化狀態。一般而言，可應用於實施本發明之技術之一檢測工具可包含用於在不同極化狀態中產生一入射光束之至少一光源。此一檢測亦可包含：照明光學器件，其等用於將入射光束導引至關注區域；集光光學器件，其等用於

回應於入射光束而導引自關注區域散射之電磁波形(例如散射光、X射線等等)；一感測器，其用於偵測此散射輸出且自所偵測之散射輸出產生一影像或信號；及一控制器或電腦子系統，其用於控制檢測工具之組件且促進本文將進一步描述之各種材料及結構之極化控制及缺陷偵測。

【0113】 不論形式如何，一電腦子系統(例如812)可連接至照明子系統及分析器子系統兩者以用於自動控制。例如，由各偵測器擷取之信號可由電腦子系統處理，電腦子系統可包含具有一類比轉數位轉換器(其經組態以將來自各感測器之類比信號轉換成用於處理之數位信號)之一信號處理器件。電腦子系統可經組態以分析感測光束之強度、相位及/或其他特性。電腦子系統可經組態(例如，使用程式化指令)以提供用於顯示所得影像及其他檢測特性之一使用者介面(例如，在一電腦螢幕上)。電腦子系統亦可包含用於提供使用者輸入(例如，作為改變波長、極化、掩膜組態、光圈組態等等)、觀看偵測結果資料或影像、設置一檢測工具方案等等之一或多個輸入器件(例如鍵盤、滑鼠、操縱桿)。

【0114】 電腦子系統可為軟體及硬體之任何適合組合且一般經組態以控制檢測系統之各種組件或其他控制器。電腦子系統可控制照明源之選擇性啟動、照明或輸出光圈設定、波長帶、焦點偏移設定、極化設定、分析器設定等等。電腦子系統812亦可經組態以接收由各偵測器產生之影像或信號且分析所得影像或信號以判定樣本上是否存在缺陷、特徵化樣本上存在之缺陷或否則特徵化樣本。例如，電腦子系統可包含處理器、記憶體及經程式化以實施本發明之方法實施例之指令之其他電腦周邊裝置。電腦子系統亦可具有耦合至輸入/輸出埠之一或多個處理器及經由適當匯流排或其他通信機構之一或多個記憶體。

【0115】 因為可在一經特殊組態之電腦系統上實施此等資訊及程式指令，所以此一系統包含用於執行可儲存於一電腦可讀媒體上之本文中所描述之各種操作之程式指令/電腦碼。機器可讀媒體之實例包含(但不限於)：磁性媒體，諸如硬碟、軟碟及磁帶；光學媒體，諸如CD-ROM光碟；磁光媒體，諸如光碟；及硬體器件，其經特殊組態以儲存及執行程式指令，諸如唯讀記憶體(RAM)器件及隨機存取記憶體(RAM)。程式指令之實例包含以下兩者：機器碼，其諸如藉由一編譯器產生；及檔案，其含有可由電腦使用一解譯器來執行之一較高階碼。

【0116】 不論特定系統實施例如何，各光學元件可經最佳化以用於此光學元件之路徑中之光之特定波長範圍。最佳化可包含：(例如)藉由選擇玻璃類型、配置、形狀及塗層(例如抗反射塗層、高反射塗層)來最小化波長相依像差以最小化對應波長範圍之像差。例如，透鏡經配置以針對較短或較長波長範圍最小化由色散引起之效應。在另一實施例中，全部光學元件具有反射性。反射檢測系統及組態之實例進一步描述於2008年4月1日發佈之美國專利第7,351,980號中，該專利之全文以引用的方式併入本文中。

【0117】 檢測工具之光學佈局可不同於上述光學佈局。例如，系統顯微鏡物鏡可為諸多可行佈局之一者，只要針對特定選擇之波長帶或子帶最佳化透射塗層且最小化各波帶內之像差。不同光源可用於各路徑。例如，一Xe源可用於長波長路徑且一HgXe或Hg燈可用於短波長路徑。多個LED或光斑剋星雷射二極體亦係各路徑之可行源。可經由一僅透鏡方法、具有一光學可調U形導波管之一大部分固定透鏡或其等之任何組合來修改變焦比以包含不同放大範圍。

【0118】 如上文所繪示，樣本亦可放置於檢測系統之一置物台上，且檢測系統亦可包含用於相對於入射光束移動置物台(及樣本)之一定位機構。例如，一或多個馬達機構可各由一螺桿傳動及步進馬達、具有回饋位置之線性驅動裝置或條帶致動器及步進馬達形成。一或多個定位機構亦可經組態以移動檢測系統之其他組件，諸如照明或集光鏡、光圈、FP中繼透鏡、波長濾波器、極化器、分析器、波片等等。

【0119】 應注意，一檢測系統之以上描述及圖式不應被解釋為對系統之特定組件之限制，且系統可體現為諸多其他形式。例如，預期檢測或量測工具可具有來自任何數目個已知成像或量測工具(其經配置以偵測缺陷及/或解析一光罩或晶圓之特徵之關鍵態樣)之任何適合特徵。例如，一檢測或量測工具可適用於明場成像顯微術、暗場成像顯微術、全天空成像顯微術、相位對比顯微術、極化對比顯微術及同調探針顯微術。亦預期可使用單一或多種成像方法來擷取目標之影像。此等方法包含(例如)單抓取、雙抓取、單抓取同調探針顯微術(CPM)及雙抓取CPM方法。亦可預期非成像光學方法(諸如散射術)形成檢測或度量裝置之部分。

【0120】 任何適合透鏡配置可用於將入射光束導引向樣本且將自樣本發出之輸出光束導引向一偵測器。系統之照明及收集光學元件可具有反射性或透射性。輸出光束可自樣本反射或散射或透射穿過樣本。同樣地，任何適合偵測器類型或任何適合數目個偵測元件可用於接收輸出光束且基於所接收之輸出光束之特性(例如強度)來提供一影像或一信號。

【0121】 儘管為了清楚理解而較為詳細地描述本發明，但應明白，可在隨附申請專利範圍之範疇內進行某些改變及修改。應注意，存在實施本發明之程序、系統及裝置之諸多替代方式。例如，可自一透射、反射或

組合輸出光束獲得缺陷偵測特性資料。因此，本發明實施例應被視為具繪示性而非限制性，且本發明不受限於本文中所給出之細節。

【符號說明】**【0122】**

100	系統
101a	反射光(RL)輸入
101b	透射光(TL)輸入
102	樣本
103	物鏡
104a	波片WP2
104b	波片WP1
106	中繼透鏡
108	極化分束器(PBS)
202a	曲線
202b	曲線
500	程序
501	操作
502	操作
504	操作
516	操作
518	操作
520	操作
800	系統

802a	RL照明源
802b	TL光源
804	中繼透鏡
806a	第一波片
806b	第二波片
808	聚光透鏡
810	感測器
812	電腦子系統



201907229

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

用於極化光罩檢測之方法及裝置

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUS FOR POLARIZED RETICLE
INSPECTION**【中文】**

本發明揭示用於量測及控制一半導體樣本之檢測之極化之方法及裝置。該方法包含：(i)在一特定操作模式中設置一檢測系統；(ii)透過複數次旋轉遞增該系統之一第一波片，同時使該系統之一第二波片保持靜止；(iii)針對該第一波片之各旋轉，自該樣本之非圖案化區域量測一強度信號；(iv)透過複數次旋轉遞增該第二波片，同時使該第一波片保持靜止；(v)針對該第二波片之各旋轉，自該樣本之非圖案化區域量測一強度信號；(vi)產生該系統之複數個極化及波片參數之一模型以模擬針對該第一波片及/或該第二波片之各旋轉所量測之該等強度信號；及(vii)基於該模型來判定該系統之該等極化及波片參數且基於該等極化及波片參數來判定光掩膜平面上之一極化狀態。

【英文】

Disclosed are methods and apparatus for measuring and controlling polarization for inspection of a semiconductor sample. The method includes (i) setting up an inspection system in a specific mode of operation, (ii) incrementing a first waveplate of the system through a plurality of rotations while keeping a second waveplate of the system

static, (iii) measuring an intensity signal from non-patterned areas of the sample for each rotation of the first waveplate, (iv) incrementing the second waveplate through a plurality of rotations while keeping the first waveplate static (v) measuring an intensity signal from non-patterned areas of the sample for each rotation of the second waveplate, (vi) generating a model of a plurality of polarization and waveplate parameters for the system to simulate the intensity signals that were measured for each rotation of the first and/or second waveplate, and (vii) determining the polarization and waveplate parameters for the system based on the model and a polarization state on photomask plane based on the polarization and waveplate parameters.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100	系統
101a	反射光(RL)輸入
101b	透射光(TL)輸入
102	樣本
103	物鏡
104a	波片WP2
104b	波片WP1
106	中繼透鏡
108	極化分束器(PBS)

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種用於控制及量測一樣本之檢測之極化之系統，其包括：

一照明光學子系統，其用於產生及導引照明光朝向一樣本，其中該照明光學子系統包含用於控制該照明光之極化狀態之兩個或兩個以上照明極化組件；

一集光光學子系統，其用於回應於該照明光而自該樣本之非圖案化區域收集輸出光，其中該集光光學子系統包括用於量測該樣本處或該樣本附近之該照明光之極化狀態之至少一第一收集極化組件及第二收集極化組件及用於在該極化狀態由該第一收集極化組件及該第二收集極化組件調整之後偵測該輸出光之一感測器；及

一控制器，其經組態以執行以下操作：

在一特定操作模式中設置該系統；

透過複數次旋轉遞增該第一收集極化組件，同時使該第二收集極化組件保持靜止；

由該感測器針對該第一收集極化組件之各旋轉來量測一強度信號；

透過複數次旋轉遞增該第二收集極化組件，同時使該第一收集極化組件保持靜止；

由該感測器針對該第二收集極化組件之各旋轉來量測一強度信號；

產生該系統之複數個極化狀態及極化組件參數之一模型以模擬針對該第一收集極化組件及/或該第二收集極化組件之各旋轉所量測之

該等強度信號；及

基於該模型來判定該系統之該等極化狀態及極化組件參數。

【第2項】

如請求項1之系統，其中該樣本係一光掩膜，其中該照明光學子系統包含用於產生在一透射光(TL)模式中透射穿過該樣本之照明光之一或多個光源，其中該等至少第一收集極化組件及第二收集極化組件包括一第一波片及一第二波片，其中在該TL模式中設置該系統，且其中首先基於瓊斯(Jones)計算法來產生一模型且使用該模型來基於此第一波片之各旋轉之量測而判定該第一波片之一延遲值及該第一波片與該第二波片之間之極化狀態，且接著使用一模型來基於此第二波片之各旋轉之量測及該第一波片之該判定延遲及其靜止旋轉位置而判定該第二波片之一延遲及該樣本處或該樣本附近之極化狀態。

【第3項】

如請求項2之系統，其中該第一波片係一可旋轉1/4波片且該第二波片係一可旋轉3/8波片，其中該3/8波片經定位以自該樣本接收該輸出光，其後該1/4波片自該3/8波片接收該輸出光。

【第4項】

如請求項3之系統，其中該照明光學子系統包含用於產生在一反射光(RL)模式中自該樣本反射之照明光之一或多個光源，其中該集光光學子系統包含用於自該1/4波片接收該輸出光且將該輸出光之僅一y極化分量透射向該感測器之一極化分束器(PBS)，其中該PBS經配置及組態以將一反射光(RL)模式中之照明光之僅一x極化分量反射向該樣本。

【第5項】

如請求項4之系統，其中將該樣本處或該樣本附近之該照明光之該極化狀態判定為依據場位置而變化。

【第6項】

如請求項4之系統，其中該第一波片及該第二波片相同於該等照明極化組件之至少若干者，且其中該控制器經進一步組態以執行以下操作：

在RL模式中設置該系統；

在該RL模式中，透過複數次旋轉遞增該第一波片，同時使該第二波片保持靜止；

在該RL模式中，由該感測器針對該第一波片之各旋轉來量測一強度信號；

在該RL模式中，產生該系統之一模型以模擬針對該第一波片之各旋轉所量測之該等強度信號，該模型基於瓊斯計算法且具有包含該第一波片及該第二波片之該延遲之複數個極化及波片參數；及

在該RL模式中，基於該第一波片及該第二波片之該判定延遲及該第一波片之該旋轉來判定該樣本處或該樣本附近之照明極化狀態。

【第7項】

如請求項6之系統，其中該控制器經進一步組態以在該RL模式中模型化依據旋轉而變化之該第二波片之該延遲之一正弦行為且基於此模型化正弦行為來使該第二波片之一真實延遲與該系統之一物鏡之一延遲分離。

【第8項】

如請求項1之系統，其中該等至少第一收集極化組件及第二收集極化組件包括具有等於或大於一半波之一延遲和之複數個波片。

【第9項】

如請求項1之系統，其中該集光光學子系統包含用於偵測輸出光之多個偵測平面，且該控制器經進一步組態以模型化及判定用於該多個偵測平面處之量測之該等極化狀態及極化組件參數且平均化來自此多個偵測平面之該等判定極化狀態及極化組件參數。

【第10項】

如請求項1之系統，其中該模型係基於瓊斯計算法且使用一非線性最小平方擬合程序來判定該等極化狀態及極化組件參數。

【第11項】

如請求項1之系統，其中該控制器經進一步組態以基於該等判定極化狀態及極化組件參數來模擬該樣本處或該樣本附近之複數個極化狀態且選擇該第一收集極化組件及該第二收集極化組件之一旋轉來導致該樣本處之線性極化之一特定定向。

【第12項】

一種控制及量測一樣本之檢測之極化之方法，其包括：

在一特定操作模式中設置一檢測系統；

透過複數次旋轉遞增該系統之一第一極化組件，同時使該系統之一第二極化組件保持靜止；

針對該第一極化組件之各旋轉來量測來自該樣本之非圖案化區域之一強度信號；

透過複數次旋轉遞增該第二極化組件，同時使該第一極化組件保持靜止；

針對該第二極化組件之各旋轉來量測來自該樣本之非圖案化區域之一強度信號；

產生該系統之複數個極化狀態及極化組件參數之一模型以模擬針對該第一極化組件及/或該第二極化組件之各旋轉所量測之該等強度信號；及基於該模型來判定該系統之該等極化狀態及極化組件參數。

【第13項】

如請求項12之方法，其中在一透射光(TL)模式中設置該系統，其中該第一極化組件及該第二極化組件係一第一波片及一第二波片，其中該樣本係一光掩膜，且其中首先產生一模型且使用該模型來基於此第一波片之各旋轉之量測而判定該第一波片之一延遲值及該第一波片與該第二波片之間之極化狀態，且接著使用一模型來基於此第二波片之各旋轉之量測及該第一波片之該判定延遲及其靜止旋轉位置而判定該第二波片之一延遲及該樣本處或該樣本附近之照明極化狀態。

【第14項】

如請求項13之方法，其中該第一波片係一可旋轉 $1/4$ 波片且該第二波片係一可旋轉 $3/8$ 波片，其中該 $3/8$ 波片經定位以自該樣本接收該輸出光，其後該 $1/4$ 波片自該 $3/8$ 波片接收該輸出光。

【第15項】

如請求項14之方法，其中僅量測該輸出光之一y極化分量，其中RL模式中之照明光之僅一x極化分量朝向該樣本。

【第16項】

如請求項15之方法，其中將該樣本處或樣本附近之該照明極化狀態判定為依據場位置而變化。

【第17項】

如請求項15之方法，其進一步包括：

在RL模式中設置該系統；

在該RL模式中，透過複數次旋轉遞增該第一波片，同時使該第二波片保持靜止；

在該RL模式中，針對該第一波片之各旋轉來量測一強度信號；

在該RL模式中，基於瓊斯計算法來產生包含該第一波片及該第二波片之該延遲之複數個極化狀態及波片參數之一模型以模擬針對該第一波片之各旋轉所量測之該等強度信號；及

在該RL模式中，基於該第一波片及該第二波片之該判定延遲及該第一波片之該旋轉來判定該樣本處或該樣本附近之照明極化狀態。

【第18項】

如請求項17之方法，其進一步包括：在該RL模式中，模型化依據旋轉而變化之該第二波片之該延遲之一正弦行為且基於此模型化正弦行為來使該第二波片之一真實延遲與該系統之一物鏡之一延遲分離。

【第19項】

如請求項12之方法，其中該模型係基於瓊斯計算法且使用一非線性最小平方擬合程序來判定該等極化狀態及極化組件參數。

【第20項】

如請求項12之方法，其進一步包括：基於該等判定極化狀態及極化組件參數來模擬該樣本處或該樣本附近之複數個極化狀態且選擇該第一收集極化組件及該第二收集極化組件之一旋轉來導致該樣本處之線性極化之一特定定向。

