



(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 I845814 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：110105891

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 02 月 20 日

(51)Int. Cl. : G01N21/88 (2006.01)

G01N21/95 (2006.01)

G01N21/956 (2006.01)

G03F1/84 (2012.01)

(30)優先權：2020/02/20 美國

62/978,969

2020/12/03 美國

17/110,856

(71)申請人：美商科磊股份有限公司 (美國) KLA CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：朱斯金 蘿理莎 JUSCHKIN, LARISSA (DE) ; 茲古金 康士坦丁 TSIGUTKIN,

KONSTANTIN (US) ; 德 孟希 德巴西斯 DE MUNSHI, DEBASHIS (IN)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201937310A

TW 202001231A

審查人員：林佑霖

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：10 共 42 頁

(54)名稱

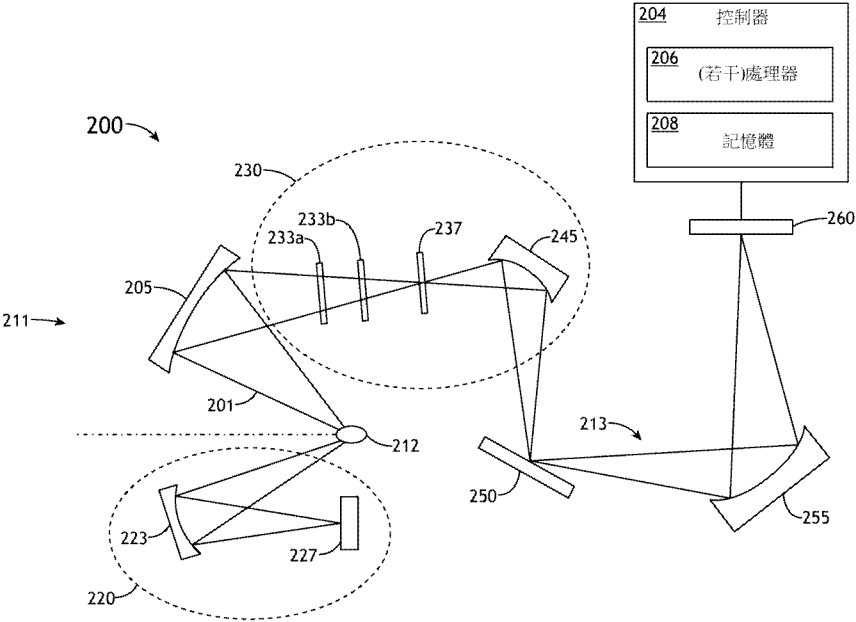
用於極紫外光(EUV)檢測之光束穩定化及參考校正的方法及裝置

(57)摘要

本發明揭示一種檢測系統及其使用方法。該檢測系統包括：一照明源，其經組態以發射用於照明一樣本之一極紫外光(EUV)照明光束；一或多個第一多單元偵測器，其等經組態以基於一第一光電流而產生一第一照明強度分佈信號；一或多個第二多單元偵測器，其等經組態以基於一第二光電流而產生一第二照明強度分佈信號；一偵測器總成，其經組態以接收該照明光束且產生影像；及一控制器，其經組態以：從該偵測器總成接收該等影像；藉由將該第二照明強度分佈信號中之失真映射至該等影像中之失真像素而將該第二照明強度分佈信號校準至該等影像；增大或減小該等影像中之該等失真像素之強度以產生經校正影像；及偵測該等樣本上之缺陷。

An inspection system and a method of using the same are disclosed. The inspection system comprises an illumination source configured to emit an extreme ultraviolet (EUV) illumination beam for illuminating a sample, one or more first multi-cell detectors configured to generate a first illumination intensity distribution signal based on a first photocurrent, one or more second multi-cell detectors configured to generate a second illumination intensity distribution signal based on a second photocurrent, a detector assembly configured to receive the illumination beam and generate images, and a controller configured to: receive the images from the detector assembly, calibrate the second illumination intensity distribution signal to the images by mapping distortions in the second illumination intensity distribution signal to distorted pixels in the images, increase or decrease intensities of the distorted pixels in the images to generate corrected images, and detect defects on the samples.

指定代表圖：



【圖2】

符號簡單說明：

- 200:檢測系統
- 201:照明光束
- 204:控制器
- 205:集光器鏡
- 206:處理器
- 208:記憶體
- 211:照明臂
- 212:照明源
- 213:集光臂
- 220:側監測器子系統
- 223:成像元件/鏡
- 227:側偵測器
- 230:在線偵測器子系統
- 233a:多單元偵測器
- 233b:多單元偵測器
- 237:多單元偵測器
- 245:照明器鏡
- 250:樣本
- 255:成像鏡
- 260:偵測器總成



I845814

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於極紫外光(EUV)檢測之光束穩定化及參考校正的方法及裝置

【英文發明名稱】

METHOD AND APPARATUS FOR BEAM STABILIZATION AND
REFERENCE CORRECTION FOR EUV INSPECTION

【中文】

本發明揭示一種檢測系統及其使用方法。該檢測系統包括：一照明源，其經組態以發射用於照明一樣本之一極紫外光(EUV)照明光束；一或多個第一多單元偵測器，其等經組態以基於一第一光電流而產生一第一照明強度分佈信號；一或多個第二多單元偵測器，其等經組態以基於一第二光電流而產生一第二照明強度分佈信號；一偵測器總成，其經組態以接收該照明光束且產生影像；及一控制器，其經組態以：從該偵測器總成接收該等影像；藉由將該第二照明強度分佈信號中之失真映射至該等影像中之失真像素而將該第二照明強度分佈信號校準至該等影像；增大或減小該等影像中之該等失真像素之強度以產生經校正影像；及偵測該等樣本上之缺陷。

【英文】

An inspection system and a method of using the same are disclosed. The inspection system comprises an illumination source configured to emit an extreme ultraviolet (EUV) illumination beam for illuminating a sample, one or more first multi-cell detectors configured to generate a first illumination intensity distribution signal based on a first

photocurrent, one or more second multi-cell detectors configured to generate a second illumination intensity distribution signal based on a second photocurrent, a detector assembly configured to receive the illumination beam and generate images, and a controller configured to: receive the images from the detector assembly, calibrate the second illumination intensity distribution signal to the images by mapping distortions in the second illumination intensity distribution signal to distorted pixels in the images, increase or decrease intensities of the distorted pixels in the images to generate corrected images, and detect defects on the samples.

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

200:檢測系統

201:照明光束

204:控制器

205:集光器鏡

206:處理器

208:記憶體

211:照明臂

212:照明源

213:集光臂

220:側監測器子系統

223:成像元件/鏡

227:側偵測器

230:在線偵測器子系統

233a:多單元偵測器

233b:多單元偵測器

237:多單元偵測器

245:照明器鏡

250:樣本

255:成像鏡

260:偵測器總成

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於極紫外光(EUV)檢測之光束穩定化及參考校正的方法及裝置

【英文發明名稱】

METHOD AND APPARATUS FOR BEAM STABILIZATION AND
REFERENCE CORRECTION FOR EUV INSPECTION

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於光罩及半導體晶圓中之缺陷之偵測。特定言之，本發明係關於量測一光罩處之照明分佈且係關於提供用於維持源光束之光學對準之回饋。

【先前技術】

【發明內容】

【0002】 揭示一種根據本發明之一或多項闡釋性實施例之檢測系統。在一項闡釋性實施例中，該檢測系統包括：一照明源，其經組態以發射用於照明一樣本之一極紫外光(EUV)照明光束；一或多個第一多單元偵測器，其中該等第一多單元偵測器之各者包括至少兩個片段且經組態以在該照明光束穿過該一或多個第一多單元偵測器時產生一第一光電流，其中該等第一多單元偵測器之各者包含在其之一中心部分處之一孔隙，其中該等第一多單元偵測器之各者經組態以基於該第一光電流而產生一第一照明強度分佈信號；一或多個第二多單元偵測器，其中該等第二多單元偵測器之各者包括至少兩個片段且經組態以在該照明光束穿過該一或多個第二多單元偵測器時產生一第二光電流，其中該等第二多單元偵測器之各者經組態以基於該第二光電流而產生一第二照明強度分佈信號；一偵測器總成，

其經組態以從該樣本接收該照明光束且基於該照明光束而產生影像；及一控制器，其通訊耦合至該偵測器總成、該一或多個第一多單元偵測器及該一或多個第二多單元偵測器，其中該控制器包含一或多個處理器，該一或多個處理器經組態以執行程式指令，從而引起該一或多個處理器：從該偵測器總成接收該等影像；藉由將該第二照明強度分佈信號中之失真映射至該等影像中之失真像素而將該第二照明強度分佈信號校準至該等影像；基於該第二照明強度分佈信號而調整該等影像中之該等失真像素之強度以產生經校正影像；及使用該等經校正影像來偵測該樣本上之缺陷。

【0003】 揭示一種根據本發明之一或多項闡釋性實施例之檢測方法。該檢測方法包括：使用一照明源來發射一極紫外光(EUV)照明光束；在該照明光束穿過該等第一多單元偵測器之各者時用一或多個第一多單元偵測器產生一第一光電流，其中該等第一多單元偵測器之各者包括至少兩個片段及在其之一中心部分處之一孔隙；基於該第一光電流而產生一第一照明強度分佈信號；在該照明光束穿過該等第二多單元偵測器之各者時用一或多個第二多單元偵測器產生一第二光電流，其中該等第二多單元偵測器之各者包括至少兩個片段；基於該第二光電流而產生一第二照明強度分佈信號；用該照明光束照明一樣本；用一偵測器總成從該樣本接收該照明光束；基於該照明光束而產生影像；藉由將該第二照明強度分佈信號中之失真映射至該等影像中之失真像素而將該第二照明強度分佈信號校準至該等影像；基於該第二照明強度分佈信號而調整該等影像中之該等失真像素之強度以產生經校正影像；及使用該等經校正影像來偵測該樣本上之缺陷。

【0004】 應瞭解，前述一般描述及以下[實施方式]兩者僅為例示性

及說明性，且不一定限制如所主張之本發明。併入於本說明書中且構成本說明書之一部分之隨附圖式繪示本發明之實施例且連同一般描述一起用來說明本發明之原理。

【圖式簡單說明】

【0005】 藉由參考附圖，熟習此項技術者可更佳地理解本發明之許多優點，其中：

圖1係繪示包含用於參考光束量測之一偵測器之一習知檢測系統之一簡化示意圖。

圖2係繪示根據本發明之一或多項實施例之一檢測系統之一簡化示意圖。

圖3A至圖3B係根據本發明之一或多項實施例之用於光束穩定化及參考校正之偵測器之簡化示意圖。

圖4至圖6係展示根據本發明之一或多項實施例之針對光束穩定化收集之光強度分佈量測之影像。

圖7係展示根據本發明之一或多項實施例之針對參考校正收集之一光強度分佈量測之一影像。

圖8至圖9係展示根據本發明之一或多項實施例之藉由一側監測器收集之用於參考校正及照明源控制之光強度分佈量測之影像。

圖10係繪示根據本發明之一或多項實施例之用於參考校正及光束穩定化之一檢測方法之一流程圖。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

【0006】 本申請案依據35 U.S.C. § 119(e)規定主張2020年2月20日

申請之以Larissa Juschkin、Konstantin Tsigutkin及Debashis De Munshi為發明者之標題為METHOD AND APPARATUS FOR BEAM STABILIZATION AND REFERENCE CORRECTION FOR EUV INSPECTION之美國臨時申請案序號62/978,969之權利，該案之全文以引用之方式併入本文中。

【0007】應瞭解，前述一般描述及以下[實施方式]兩者僅為例示性及說明性，且不一定限制如所主張之本發明。併入於本說明書中且構成本說明書之一部分之隨附圖式繪示本發明之實施例且連同一般描述一起用來說明本發明之原理。一般技術者應容易明白，可在不脫離本發明之精神及範疇之情況下進行形式及細節之各種改變及修改。現將詳細參考在隨附圖式中繪示之所揭示標的。

【0008】本發明之實施例係關於一種檢測系統，該檢測系統經組態以藉由用光子照明一樣本且在一或多個偵測器處收集從該樣本反射及/或散射之照明而偵測該樣本上之一或多個缺陷以產生影像資料。樣本可為舉例而言在極紫外光(EUV)微影中使用之一光罩(例如，小於190 nm之光子波長)。期望偵測儘可能多的缺陷，此係因為缺陷可引起隨後使用遮罩(例如，藉由EUV微影)製造之積體電路之品質及效能之降級。此外，期望儘可能快地識別缺陷以便提高製造速率且最大化良率。

【0009】影像資料可包括複數個高解析度影像(例如，測試影像)，其中各影像對應於樣本上之一所關注區域。可比較測試影像之各者與一對應參考影像。可使用一參考影像作為一理想或無誤差影像使得在從一各自測試影像減去該參考影像時，差異可指示所關注區域處之樣本之表面上之一問題結構(即，一缺陷)且可執行一校正動作(例如，藉由更改光罩之設

計或處理)。

【0010】 為以一高精確度偵測缺陷，期望產生具有高保真度(即，低雜訊)之測試影像使得在從測試影像減去參考影像時，僅識別與實際缺陷(即，真實缺陷)相關聯之像素且不會將雜訊錯誤地識別為一缺陷。為移除與照明變動相關聯之雜訊，可基於樣本之平面處之照明強度分佈而校正測試影像。對於在測試影像中過暗之樣本之區域，可增加暗像素之強度標度(灰度)，且反之亦然。調整灰度以移除由樣本處之不均勻及/或隨時間變化之照明分佈引起之測試影像中之雜訊之此程序亦被稱為參考校正。

【0011】 為準確地識別缺陷，檢測系統可以微影程序中使用之相同波長(例如，EUV光譜範圍)操作。歸因於短波長、高能光子、EUV輻射源之低輻射率(即，亮度)及缺少折射(即，透射)光學器件，EUV光譜範圍提出許多挑戰。對樣本處之EUV照明分佈及穩定性之瞭解對於型樣分析係必需的。為此，本發明之系統可經組態以(1)量測樣本處之照明分佈，(2)提供用於維持照明光束之一穩定對準之回饋，且(3)基於照明強度分佈量測而校正測試影像中之失真像素(例如，參考校正)。可即時執行照明強度分佈量測、光束穩定化及參考校正以確保照明光之時間變動在系統要求內。

【0012】 圖1係繪示包含用於參考校正之一光束監測器130之一習知檢測系統100之一簡化示意圖。如展示，習知檢測系統100包含產生一光束101的一照明源112、將照明引導至一樣本120的一物鏡118及收集從樣本120反射或散射之照明的一偵測器126。一光束分離器116分離光束101且監測器130收集從光束101分離之一光束102 (例如，監測信號)。藉由在各曝光期間量測樣本120上之經投射像素區域上方之照明劑量，且基於量測針對偵測器126中之各像素提供校正因數，此監測信號用於參考校正。

【0013】 儘管實施簡單，然當在EUV光譜範圍中操作時，習知檢測系統100之組態不可行，此係因為光束分離器在此等波長下效率不高。此外，將拾取光學器件放置於照明光束路徑中以供光束穩定化在目標處引入照明輪廓之失真及不確定性，且減少可用於檢測之總光子通量。此外，當空間整合電源時，難以量測照明強度之空間分佈之變化，此係因為當源固有不穩定且抖動時僅監測源功率係不夠的。相比之下，本發明之實施例規避在量測EUV輻射之分佈以供光束穩定化及參考校正中固有之問題。因此，本發明之實施例可改良測試影像之保真度及均質性而無光學器件或輻射源之成本或複雜性之等效增加。

【0014】 圖2係根據本發明之一或多項實施例之用於判定一樣本250 (例如，一光罩、半導體晶圓等)之一表面上之缺陷之一檢測系統200之一簡化示意圖。檢測系統200可包含(但不限於)一照明源212、一照明臂211、一集光臂213及一偵測器總成260。檢測系統200可採用此項技術中已知之任何基於光學之檢測技術。在一些實施例中，檢測系統200可為一寬頻檢測系統(例如，基於寬頻電漿源之檢測系統)或一窄頻檢測系統(例如，基於雷射之檢測系統)。在一些實施例中，檢測系統200可包含一光學暗場檢測工具。

【0015】 在一項實施例中，一控制器204通訊耦合至偵測器總成260。控制器204可包含一或多個處理器206及一記憶體208。記憶體208可包含經組態以引起一或多個處理器206執行本發明之各種功能、程序、演算法、步驟等之程式指令。控制器204可經組態以判定指示樣本250之一或多個缺陷之樣本250之一或多個特徵。在另一實施例中，控制器204可經組態以接收一目標樣本之一或多個目標特徵之一或多個目標影像。在一

些實施例中，控制器204可經組態以接收一或多個影像，其中該等影像之各者對應於樣本250上之一所關注區域。影像之各者可為隨後檢測缺陷之測試影像，且可與一或多個待比較參考影像相關聯。

【0016】 在一些實施例中，照明源212可包含此項技術中已知之用於產生一照明光束201的任何照明源，包含(但不限於)一寬頻輻射源。在一些實施例中，光束201可包括極紫外(EUV)光或真空紫外(VUV)光。在使用VUV或EUV光時，系統200可在真空中操作以防止大氣吸收光束201。在一些實施例中，光束201可包括具有約1 nm至約5 nm之一或多個波長之軟x射線。在一些實施例中，光束201可包括具有約13.5 nm之一波長、約10 nm至約124 nm之一或多個波長、或約5 nm至約30 nm之一或多個波長之EUV光。在一些實施例中，光束201可包括具有小於190 nm至約5 nm之一或多個波長之VUV光。

【0017】 照明源212可包含此項技術中已知之能夠在此等波長之一或多者下發射光束201的任何適合光源。此等光源包含(但不限於)雷射誘發電漿源、放電誘發電漿源、陰極/陽極型源、同步加速器源等。另外，本文中描述之實施例可搭配將光發射至一相對較寬角度範圍中之任何光源(例如，基於電漿)使用。在一些實施例中，可使用臨界照明來組態系統200，其中將照明源212之一影像投射於樣本250上以供明亮照明。在一些實施例中，可使用科勒照明或基於均質器之照明來組態系統200，此提供樣本250之更均勻或均質照明。

【0018】 在一些實施例中，照明臂211經組態以將光束201引導至樣本250。照明臂211可包含此項技術中已知之任何數目及類型之光學組件。在一些實施例中，照明臂211可包含一或多個光學元件。一或多個光

學元件可包含此項技術中已知之任何光學元件，包含(但不限於)一或多個鏡、一或多個透鏡、一或多個偏光器、一或多個光束分離器、一或多個波板、一或多個變跡器及類似者。在此方面，照明臂211可經組態以將來自照明源212之光束201聚焦至樣本250之表面上。舉例而言，一集光器鏡205可經組態以將光束201引導至一照明器鏡245。接著，照明器鏡245可經組態以將光束201引導至樣本250。

【0019】 樣本250可包含此項技術中已知之任何樣本，包含(但不限於)一光罩、一倍縮光罩、一晶圓等。在一項實施例中，將樣本250安置於一載物台總成上以促成樣本250之移動。在另一實施例中，載物台總成係一可致動載物台。舉例而言，載物台總成可包含(但不限於)適於可沿一或多個線性方向(例如，x方向、y方向及/或z方向)選擇性地平移樣本250的一或多個平移載物台。藉由另一實例，載物台總成可包含(但不限於)適於沿一旋轉方向選擇性地旋轉樣本250的一或多個旋轉載物台。藉由另一實例，載物台總成250可包含(但不限於)適於可沿一線性方向選擇性地平移樣本250及/或沿一旋轉方向旋轉樣本250的一旋轉載物台及一平移載物台。

【0020】 在一些實施例中，集光臂213經組態以收集從樣本250反射或散射之照明。在另一實施例中，集光臂213可經由一或多個光學元件將經反射及散射光引導及/或聚焦至一偵測器總成260之一或多個感測器(例如，偵測器)。一或多個光學元件可包含此項技術中已知之任何光學元件，包含(但不限於)一或多個鏡、一或多個透鏡、一或多個偏光器、一或多個光束分離器、波板及類似者。舉例而言，一成像鏡255可將從樣本250反射及散射之光引導至偵測器總成260。應注意，可以此項技術中已

知之包含(但不限於)一暗場模式、一明場模式等之任何模式組態照明臂211及集光臂213。舉例而言，可選擇地調整一或多個光學元件以便以一暗場模式、一明場模式等組態檢測系統200。

【0021】 偵測器總成260可包含此項技術中已知之用於偵測從樣本250反射或散射之照明的任何感測器及偵測器總成。舉例而言，偵測器總成260可包含一電荷耦合器件(CCD)或一延時積分(TDI)偵測器。在一些實施例中，偵測器總成260經組態以基於從樣本250反射或散射之照明而收集樣本250之檢測資料。在另一實施例中，偵測器總成260經組態以將所收集影像(例如，待測試缺陷之測試影像)傳輸至控制器204。

【0022】 本文中應注意，系統200之一或多個組件可以此項技術中已知之任何方式通訊耦合至系統200之各種其他組件。舉例而言，一或多個處理器206可經由一有線(例如，銅線、光纖纜線及類似者)或無線連接(例如，RF耦合、IR耦合、WiMax、藍芽、3G、4G、4G LTE、5G及類似者)彼此通訊耦合且通訊耦合至其他組件。藉由另一實例，控制器204可經由此項技術中已知之任何有線或無線連接通訊耦合至檢測子系統200之一或多個組件。

【0023】 在一些實施例中，一或多個處理器206可包含此項技術中已知之任一或多個處理元件。在此意義上，一或多個處理器206可包含經組態以執行演算法及/或指令之任何微處理器型器件。在一些實施例中，一或多個處理器206可為一桌上型電腦、主機電腦系統、工作站、影像電腦、平行處理器，或經組態以執行經組態以如貫穿本發明描述般操作系統200之一程式之其他電腦系統(例如，網路電腦)之一組件。應認知，可藉由一單一電腦系統或替代地多個電腦系統(舉例而言，在一雲運算系統中)

實行貫穿本發明描述之步驟。此外，應認知，可在一或多個處理器206之任一或多者上實行貫穿本發明描述之步驟。一般而言，術語「處理器」可廣泛定義為涵蓋具有執行來自記憶體208之程式指令之一或多個處理元件的任何器件。此外，系統200之不同組件(例如，照明源212、偵測器總成260、控制器204等)可包含適於實行貫穿本發明描述之步驟之至少一部分的處理器或邏輯元件。因此，上文描述不應解釋為對本發明之一限制而是僅為一圖解。

【0024】 記憶體208可包含此項技術中已知之適於儲存可由一或多個處理器206執行之程式指令及從偵測器總成260接收之資料的任何儲存媒體。舉例而言，記憶體208可包含一非暫時性記憶體媒體。例如，記憶體208可包含(但不限於)一唯讀記憶體(ROM)、一隨機存取記憶體(RAM)、一磁性或光學記憶體器件(例如，磁碟)、一磁帶、一固態硬碟及類似者。應進一步注意，記憶體208可分別與一或多個處理器206容置於一共同控制器外殼中。在一替代實施例中，記憶體208可相對於處理器206及控制器204之實體位置遠端地定位。

【0025】 在一項實施例中，一使用者介面通訊耦合至控制器204。在一項實施例中，使用者介面可包含(但不限於)一或多個桌上型電腦、平板電腦、智慧型電話、智慧型手錶或類似者。在另一實施例中，使用者介面包含用於對一使用者顯示系統200之資料的一顯示器。使用者介面之顯示器可包含此項技術中已知之任何顯示器。舉例而言，顯示器可包含(但不限於)一液晶顯示器(LCD)、一基於有機發光二極體(OLED)之顯示器或一CRT顯示器。熟習此項技術者應認知，能夠與一使用者介面整合之任何顯示器件適於在本發明中實施。在另一實施例中，一使用者可回應於經由

使用者介面之一使用者輸入器件(例如，一滑鼠及鍵盤)對使用者顯示之資料而輸入選擇及/或指令。

【0026】 在一些實施例中，檢測系統200可包含經組態以量測照明強度分佈且提供參考校正的一側監測器子系統220。側監測器子系統220可包含經組態以收集由源產生之照明光201之一部分的一側偵測器227。在一些實施例中，側監測器子系統220包含經組態以將照明光201之部分引導至側偵測器227的一成像元件(例如，鏡) 223。側偵測器227可為舉例而言一電荷耦合器件(CCD)、一互補金屬氧化物半導體(CMOS)感測器、一主動像素感測器(APS)、一延時積分(TDI)感測器等。側偵測器227可藉由即時(例如，曝光間或以一掃描TDI模式)使來自源212之照明光201之部分直接成像而間接量測樣本250處之照明強度分佈。在一些實施例中，側偵測器227可從照明路徑211外部之一第一角度收集光束201之部分。側偵測器227之路徑之第一角度可與照明路徑211之第二角度互斥。本文中應注意，藉由側監測器子系統220收集之照明光201之部分可能無法用於樣本之照明，而係用於監測目的。

【0027】 可使用藉由側偵測器227收集之源212之一個二維(2D)影像來重建藉由源212發射之照明光束201 (及其變動)之一個三維(3D)空間分佈。可藉由採用層析成像技術及系統對稱性而產生3D空間分佈。接著，可透過檢測系統200之一光學模型傳播(例如，藉由模擬)光束201之3D幾何形狀以預測樣本250處之照明輪廓。藉由側偵測器227收集之影像至樣本250之照明場之此直接映射可用於補償由源212誘發之變動(舉例而言，藉由增大或減小藉由偵測器總成260收集之影像中之像素之強度標度)。在一些實施例中，可將藉由側偵測器227收集之2D影像校準至一分開之影像

(例如，光束201之照明路徑211中之另一位置處之照明強度分佈之另一量測)。可將樣本250之平面處之任何失真(例如，照明強度之非均質性)與藉由側偵測器227收集之2D影像中之失真校準(例如，相關或相關聯)。此外，在一些實施例中，2D影像可用於監測及控制源212之條件(例如，大小、位置、亮度)。以此方式，側監測器子系統220可用於照明源212之參考校正及控制。

【0028】 在一些實施例中，檢測系統200可包含一在線偵測器子系統230，其經組態以(i)提供用於光束201之穩定化之回饋，及/或(ii)提供在線參考校正(例如，調整藉由偵測器總成260收集之測試影像中之失真像素之強度)。在線偵測器子系統230可包含用於光束穩定化之一或多個偵測器233a至233b及用於參考校正之一偵測器237。應注意，可藉由側監測器子系統220、在線偵測器子系統230或子系統之該兩者執行參考校正量測。

【0029】 在一些實施例中，偵測器233a可位於光束201之路徑中之一第一位置，偵測器233b可位於光束201之路徑中之一第二位置，且偵測器237可位於光束201之路徑中之一第三位置。一般而言，複數個偵測器233a至233b及237可位於光束201之路徑中之複數個位置(例如，三個偵測器位於三個位置，五個偵測器位於五個位置等)，且本發明不限於任何特定數目個偵測器233a至233b及237。各偵測器233a至233b及237可在光束201之周邊接收光且可在光束201之路徑中之各自位置處量測光束201之一橫截面。

【0030】 在一些實施例中，偵測器233a至233b及237之各者可為包括兩個或更多個片段(例如，單元或象限)之一多單元偵測器。應注意，本發明不限於僅兩個片段，且多單元偵測器可包括更多個片段(例如，四

個、六個、八個等)。多單元偵測器233a至233b及237可經組態以在光束201之EUV光子照射定位於照明光束之周邊之偵測器233a至233b及237(例如,在片段附近穿過)時產生一光電流。在一些實施例中,偵測器233a至233b及237之至少一者可具有一孔隙以允許光子穿過(例如,穿過偵測器之各自中心)。在一些實施例中,偵測器237可位於投射至偵測器總成260(例如,TDI感測器)之區外部之一中間場平面(例如,在一均質器之後)。偵測器237可量測照明強度分佈以供參考校正(例如,除監測器子系統220以外)。在一些實施例中,偵測器233a至233b可放置於光束201之路徑中之偵測器237之前(例如,在一均質器之前)且可收集信號以供光學器件穩定化。

【0031】 圖3A至圖3B係分別繪示根據本發明之一或多項實施例之一中空多單元偵測器300a及一透射多單元偵測器300b(其等可用作檢測系統200中之多單元偵測器233a至233b及237)之簡化示意圖。應注意,偵測器233a至233b及237之一或多者可為一中空多單元偵測器300a或一透射(例如,薄膜)多單元偵測器300b。在一個實例中,偵測器233a至233b係中空多單元偵測器(例如,在其等各自中心處具有孔隙)且偵測器237係一透射多單元偵測器(例如,在其中心處不具有孔隙之薄膜)。市場上可用之一偵測器解決方案係來自Opto Diode公司(加利福尼亞州卡馬里洛)之AXUVPS7。

【0032】 中空多單元偵測器300a可經組態以偵測多個片段(例如,四個單元或象限)中之光束201之強度。多單元偵測器300a之中心處之孔隙可經組態以允許光束201穿過(例如,穿過偵測器300a以到達其他偵測器)。當EUV光束201穿過偵測器300a之周邊(例如,四個片段)時,偵測器

300a可產生一光電流。偵測器300a之此組態實現在不過度減小光束201之功率之情況下量測光束201之周邊之功率。透射多單元偵測器300b可經組態以在EUV光穿過偵測器300b之周邊時產生一光電流。在一些實施例中，偵測器300a至300b可操作為一光譜純度濾光片。藉由將濾光片分段成多個組件，可量測穿過偵測器300a至300b之光束201之空間照明強度分佈以用於多個目的(例如，用於參考校正以及光束穩定化)。

【0033】對於參考校正，可將光束201之照明強度分佈校準(例如，映射)至藉由偵測器總成260收集之影像之像素。藉由偵測器237量測之光強度分佈中之非均質區域(例如，具有過高強度或過低強度之區域)可經標定以用於校正，且可相應地(例如，藉由增大或減小對應像素之強度標度)調整藉由偵測器260偵測之影像中之對應像素。對於光束穩定化，可藉由偵測器233a至233b隨時間量測光束201之影像(例如，從一中心點)之偏移。接著，此偏移可用於一校正動作(例如，調整源212之位置以使光束回到中心位置且穩定化光束，或調整諸如鏡205及245之光學器件之位置)。

【0034】在一些實施例中，多單元偵測器233a至233b可具有約 3×10^{-4} W之一輸入功率、約5000 Hz之一源頻率、約 6×10^{-5} mJ之每脈衝能量、約 4×10^9 ph/脈衝之每脈衝經偵測光子、約 9×10^{10} e/脈衝之每脈衝經偵測電子、約15 nAs之一經偵測電荷、及約3.7 nAs之每區段經偵測電荷。應注意，本發明不限於本文中描述之參數，且其他參數可為可行的(例如，由一使用者預定義或即時調整)。

【0035】圖4至圖9係展示根據本發明之一或多項實施例之藉由偵測器233a至233b及237量測(例如，收集)之光強度分佈之影像。

【0036】圖4至圖5展示用於光束穩定化之多單元偵測器233a處之光

強度分佈之量測。圖6展示用於光束穩定化之多單元偵測器233b處之光強度分佈之一量測。如展示，僅在偵測器233a至233b之周邊處量測照明強度，且多單元偵測器233a至233b之中心處之孔隙使光束201穿過而不會過度降低光束201之功率。

【0037】 圖7展示多單元偵測器237處之光強度分佈之一量測。圖8至圖9展示藉由側監測器子系統220之側偵測器227直接量測源212之強度分佈。藉由多單元偵測器237及側偵測器227收集之量測可用於參考校正(例如，藉由將量測中之失真映射至藉由偵測器總成260收集之測試影像中之失真像素)。

【0038】 圖10係繪示根據本發明之一或多項實施例之用於參考校正及光束穩定化之一檢測方法1000之一流程圖。

【0039】 在步驟1001中，可藉由一照明源(例如，源212)發射一極紫外光(EUV)照明光束(例如，光束201)。光束可具有小於190 nm之一波長。照明源可包含此項技術中已知之能夠在小於190 nm之一波長下發射光束的任何適合光源。此等光源包含(但不限於)雷射誘發電漿源、放電誘發電漿源、陰極/陽極型源、同步加速器源等。另外，本文中描述之實施例可搭配將光發射至一相對較寬角度範圍中之任何光源(例如，基於電漿)使用。

【0040】 在步驟1002中，光束可穿過第一多單元偵測器(例如，偵測器233a至233b)以產生一光電流。第一多單元偵測器可包含在其等中心部分處之孔隙以允許光束穿過。可基於光電流而產生一第一照明強度分佈信號。第一照明強度分佈信號可用於光束穩定化。舉例而言，可藉由第一多單元偵測器隨時間量測第一照明強度分佈信號(例如，從一中心點)之偏

移。接著，此偏移可用於一校正動作(例如，調整源212之位置以使光束201回到中心位置且穩定化光束201)。

【0041】 在步驟1003中，光束可穿過第二多單元偵測器(例如，偵測器237)以產生一光電流。可基於光電流而產生一第二照明強度分佈信號。第二照明強度分佈信號可用於參考校正。舉例而言，可將第二照明強度分佈信號中之失真(例如，過亮或過暗之非均質區域)映射至藉由偵測器總成(例如，偵測器總成260)收集之測試影像中之失真像素。

【0042】 在步驟1004中，可藉由照明光束照明一樣本(例如，樣本250)。樣本可為一光罩(即，倍縮光罩)或一半導體晶圓。可從樣本散射及/或反射光束。在步驟1005中，可藉由偵測器總成接收光束。在步驟1006中，偵測器總成可基於所收集照明而產生影像。

【0043】 在步驟1007中，可將第二照明強度分佈信號中之失真映射至影像中之失真像素。在步驟1008中，可調整失真像素之強度標度以產生經校正影像(例如，無失真或雜訊之均質影像)。在步驟1009中，使用經校正影像來偵測樣本上之缺陷(例如，藉由從經校正影像減去參考影像且應用缺陷偵測演算法)。

【0044】 本發明之實施例以數種方式係有利的。除監測與光束201成一直線之一位置處之亮度分佈(例如，使用多單元偵測器237)以外，監測作為一2D影像之源212之亮度分佈(例如，使用側監測器子系統220)實現校正時間及空間域中之照明輪廓之變動。由於多次進行此校正之量測，故各量測增強另一量測(例如，由於將監測器子系統220及多單元偵測器237兩者校準至樣本250之場平面處之失真)。

【0045】 此外，當使用不穩定且抖動照明源時，光束穩定化之回饋

顯著改良影像保真度。可藉由即時直接量測EUV光束路徑幾何形狀而達成光束穩定化。此外，可使用光束201之路徑中之過量角度空間來獲得多個光學診斷量測。減少主光束201之使用且因此不影響偵測器總成260之TDI感測器上之光子計數。此外，周邊監測避免與主光束201之任何相互作用且因此防止引入非所要像差。

【0046】 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記憶體中。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。記憶體可包含本文中描述之任何記憶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，結果可在記憶體中存取且由本文中所描述之方法或系統實施例之任一者使用、經格式化以對一使用者顯示、由另一軟體模組、方法或系統使用及類似者。此外，結果可「永久」、「半永久」、「暫時」或在某一時段內儲存。舉例而言，記憶體可為隨機存取記憶體(RAM)，且結果可能不一定無限期地保留於記憶體中。

【0047】 熟習此項技術者將認知，為了概念清楚使用本文中描述之組件操作、器件、物件及伴隨其等之論述作為實例且預期各種組態修改。因此，如本文中使用，闡述之特定範例及隨附論述意欲表示其等更一般的類別。一般而言，任何特定範例之使用意欲表示其類別，且不包含特定組件、操作、器件及物件不應被視為限制性的。

【0048】 關於本文中使用實質上任何複數及/或單數術語，熟習此項技術者可視上下文及/或應用從複數轉化為單數及/或從單數轉化為複數。為清楚起見，本文中未明確闡述各種單數/複數排列。

【0049】 本文中描述之標的有時繪示含於其他組件內或與其他組件

連接之不同組件。應瞭解，此等所描繪架構僅為例示性的，且事實上可實施達成相同功能性之許多其他架構。在一概念意義上，用以達成相同功能性之任何組件配置經有效「相關聯」，使得達成所要功能性。因此，在本文中組合以達成一特定功能性之任何兩個組件可被視為彼此「相關聯」，使得達成所要功能性，而與架構或中間組件無關。同樣地，如此相關聯之任何兩個組件亦可被視為彼此「連接」或「耦合」以達成所要功能性，且能夠如此相關聯之任何兩個組件亦可被視為彼此「可耦合」以達成所要功能性。可耦合之特定實例包含但不限於可實體上配接及/或實體上相互作用之組件及/或可無線相互作用及/或無線相互作用之組件及/或邏輯相互作用及/或可邏輯相互作用之組件。

【0050】 此外，應理解，藉由隨附發明申請專利範圍定義本發明。此項技術者將理解，一般而言，本文中且尤其是隨附發明申請專利範圍(例如，隨附發明申請專利範圍之主體)中所使用之術語一般意欲為「開放式」術語(例如，術語「包含(including)」應被解釋為「包含但不限於」，術語「具有」應被解釋為「至少具有」，術語「包含(includes)」應被解釋為「包含但不限於」及類似者)。此項技術者將進一步理解，若想要一引入請求項敘述之一特定數目，則此一意向將明確敘述於請求項中，且若缺乏此敘述，則不存在此意向。舉例而言，作為理解之一輔助，以下隨附發明申請專利範圍可含有使用引導性片語「至少一」及「一或多個」來引入請求項敘述。然而，此等片語之使用不應被解釋為隱含：由不定冠詞「一(a)」或「一個(an)」引入之一請求項敘述將含有此引入請求項敘述之任何特定請求項限制為僅含有此一敘述之發明，即使相同請求項包含引導性片語「一或多個」或「至少一」及諸如「一(a)」或「一個(an)」之不定冠詞

(例如，「一(a)」及/或「一個(an)」通常應被解釋為意指「至少一」或「一或多個」)；上述內容對用於引入請求項敘述之定冠詞之使用同樣適用。另外，即使明確敘述一引入請求項敘述之一特定數目，但熟習此項技術者亦將認知，此敘述通常應被解釋為意指至少該敘述數目(例如，「兩條敘述」之基本敘述(無其他修飾語)通常意指至少兩條敘述或兩條或兩條以上敘述)。此外，在其中使用類似於「A、B及C之至少一者，及類似者」之一慣用表述的例項中，此一構造一般意指熟習此項技術者將理解之慣用表述意義(例如，「具有A、B及C之至少一者之一系統」將包含(但不限於)僅具有A、僅具有B、僅具有C、同時具有A及B、同時具有A及C、同時具有B及C及/或同時具有A、B及C之系統，及類似者)。此項技術者將進一步理解，無論在描述、發明申請專利範圍或圖式中，呈現兩個或更多個替代項之幾乎任何轉折連詞及/或片語應被理解為涵蓋以下可能性：包含該等項之一者、該等項之任一者或兩項。舉例而言，片語「A或B」將被理解為包含「A」或「B」或「A及B」之可能性。

【0051】 據信，將藉由前文描述來理解本發明及其諸多伴隨優點，且將明白，可在不脫離所揭示標的或不犧牲其全部材料優點之情況下對組件之形式、構造及配置作出各種改變。所描述之形式僅供說明，且以下發明申請專利範圍意欲涵蓋及包含此等改變。此外，應理解，藉由隨附發明申請專利範圍定義本發明。

【符號說明】

【0052】

100:習知檢測系統

101:光束

102:光束
112:照明源
116:光束分離器
118:物鏡
120:樣本
126:偵測器
130:光束監測器
200:檢測系統
201:照明光束
204:控制器
205:集光器鏡
206:處理器
208:記憶體
211:照明臂
212:照明源
213:集光臂
220:側監測器子系統
223:成像元件/鏡
227:側偵測器
230:在線偵測器子系統
233a:多單元偵測器
233b:多單元偵測器
237:多單元偵測器

245:照明器鏡

250:樣本

255:成像鏡

260:偵測器總成

300a:中空多單元偵測器

300b:透射多單元偵測器

1000:檢測方法

1001:步驟

1002:步驟

1003:步驟

1004:步驟

1005:步驟

1006:步驟

1007:步驟

1008:步驟

1009:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種檢測系統，其包括：

一照明源，其經組態以發射用於照明一樣本之一極紫外光(EUV)照明光束；

一或多個第一多單元偵測器，

其中該一或多個第一多單元偵測器之各者包括至少兩個片段且經組態以在該照明光束穿過該一或多個第一多單元偵測器時產生一第一光電流，

其中該一或多個第一多單元偵測器之各者包含在其之一中心部分處之一孔隙，

其中該一或多個第一多單元偵測器之各者經組態以基於該第一光電流而產生一第一照明強度分佈信號；

一或多個第二多單元偵測器，

其中該一或多個第二多單元偵測器之各者包括至少兩個片段且經組態以在該照明光束穿過該一或多個第二多單元偵測器時產生一第二光電流，

其中該一或多個第二多單元偵測器之各者經組態以基於該第二光電流而產生一第二照明強度分佈信號；

一偵測器總成，其經組態以從該樣本接收該照明光束且基於該照明光束而產生影像；及

一控制器，其通訊耦合至該偵測器總成、該一或多個第一多單元偵測器及該一或多個第二多單元偵測器，其中該控制器包含一或多

個處理器，該一或多個處理器經組態以執行程式指令，從而引起該一或多個處理器：

從該偵測器總成接收該等影像，

藉由將該第二照明強度分佈信號中之失真映射至該等影像中之失真像素而將該一或多個第二多單元偵測器所產生的該第二照明強度分佈信號校準至該偵測器總成所產生的該等影像，

基於該第二照明強度分佈信號而調整該等影像中之該等失真像素之強度以產生經校正影像，且

使用該等經校正影像來偵測該樣本上之缺陷。

【請求項2】

如請求項1之檢測系統，其中該樣本係一光罩、一倍縮光罩或一半導體晶圓之至少一者。

【請求項3】

如請求項1之檢測系統，其中該一或多個第一多單元偵測器之各者之該中心部分處之該孔隙經組態以使該照明光束穿過。

【請求項4】

如請求項1之檢測系統，其中該等程式指令進一步引起該一或多個處理器：

藉由將自該第一照明強度分佈信號中之一中心點之一偏移映射至該照明光束之不穩定性而將該第一照明強度分佈信號校準至該照明光束。

【請求項5】

如請求項4之檢測系統，其中該等程式指令進一步引起該一或多個處

理器：

藉由將一校正動作應用於(i)該照明源或(ii)該照明光束之一路徑中之光學組件之至少一者而基於該第一照明強度分佈信號穩定化該照明光束。

【請求項6】

如請求項5之檢測系統，其中：

該照明光束之一第一部分之一第一照明路徑包含該一或多個第一多單元偵測器、該一或多個第二多單元偵測器及該偵測器總成，且

該照明光束之一第二部分之一第二照明路徑包含一側偵測器，該側偵測器經組態以在該照明光束之該第二部分照射於其上時產生一第三照明強度分佈信號。

【請求項7】

如請求項6之檢測系統，其中該等程式指令進一步引起該一或多個處理器：

藉由將該第三照明強度分佈信號中之失真映射至該等影像中之該等失真像素而將該第三照明強度分佈信號校準至該等影像，

基於該第三照明強度分佈信號及該第二照明強度分佈信號而調整該等影像中之該等失真像素之該等強度以產生該等經校正影像，且使用該等經校正影像來偵測該樣本上之該等缺陷。

【請求項8】

如請求項7之檢測系統，其中該側偵測器係以下至少一者：

電荷耦合器件(CCD)、一互補金屬氧化物半導體(CMOS)感測器、一主動像素感測器(APS)或一延時積分(TDI)感測器。

【請求項9】

如請求項1之檢測系統，其中：

該照明光束之一第一部分之一第一照明路徑包含該一或多個第一多單元偵測器、該一或多個第二多單元偵測器及該偵測器總成，且

該照明光束之一第二部分之一第二照明路徑包含一側偵測器，該側偵測器經組態以在該照明光束之該第二部分照射於其上時產生一第三照明強度分佈信號。

【請求項10】

如請求項9之檢測系統，其中該等程式指令進一步引起該一或多個處理器：

藉由將該第三照明強度分佈信號中之失真映射至該等影像中之該等失真像素而將該第三照明強度分佈信號校準至該等影像，

基於該第三照明強度分佈信號及該第二照明強度分佈信號而調整該等影像中之該等失真像素之該等強度以產生該等經校正影像，且使用該等經校正影像來偵測該樣本上之該等缺陷。

【請求項11】

如請求項1之檢測系統，其中該一或多個第一多單元偵測器之該兩個或更多個片段包括四個片段、六個片段或八個片段之至少一者，且該一或多個第二多單元偵測器之該兩個或更多個片段包括四個片段、六個片段或八個片段之至少一者。

【請求項12】

一種檢測方法，其包括：

使用一照明源來發射一極紫外光(EUV)照明光束；

在該照明光束穿過該一或多個第一多單元偵測器之各者時用一或多個第一多單元偵測器產生一第一光電流，其中該一或多個第一多單元偵測器之各者包括至少兩個片段及在其之一中心部分處之一孔隙；

基於該第一光電流而產生一第一照明強度分佈信號；

在該照明光束穿過該一或多個第二多單元偵測器之各者時用一或多個第二多單元偵測器產生一第二光電流，其中該一或多個第二多單元偵測器之各者包括至少兩個片段；

基於該第二光電流而產生一第二照明強度分佈信號；

用該照明光束照明一樣本；

用一偵測器總成從該樣本接收該照明光束；

基於該照明光束而產生影像；

藉由將該第二照明強度分佈信號中之失真映射至該等影像中之失真像素而將該一或多個第二多單元偵測器所產生的該第二照明強度分佈信號校準至該偵測器總成所產生的該等影像；

基於該第二照明強度分佈信號而調整該等影像中之該等失真像素之強度以產生經校正影像；及

使用該等經校正影像來偵測該樣本上之缺陷。

【請求項13】

如請求項12之檢測方法，其中該樣本係一光罩、一倍縮光罩或一半導體晶圓之至少一者。

【請求項14】

如請求項12之檢測方法，其中該一或多個第一多單元偵測器之各者

之該中心部分處之該孔隙經組態以使該照明光束穿過。

【請求項15】

如請求項12之檢測方法，其進一步包括：

藉由將自該第一照明強度分佈信號中之一中心點之一偏移映射至該照明光束之不穩定性而將該第一照明強度分佈信號校準至該照明光束。

【請求項16】

如請求項15之檢測方法，其進一步包括：

藉由將一校正動作應用於(i)該照明源或(ii)該照明光束之一路徑中之光學組件之至少一者而基於該第一照明分佈信號穩定化該照明光束。

【請求項17】

如請求項16之檢測方法，其中：

該照明光束之一第一部分之一第一照明路徑包含該一或多個第一多單元偵測器、該一或多個第二多單元偵測器及該偵測器總成，且

該照明光束之一第二部分之一第二照明路徑包含一側偵測器，該側偵測器經組態以在該照明光束之該第二部分照射於其上時產生一第三照明強度分佈信號。

【請求項18】

如請求項17之檢測方法，其進一步包括：

藉由將該第三照明強度分佈信號中之失真映射至該等影像中之該等經失真像素而將該第三照明強度分佈信號校準至該等影像，

基於該第三照明強度分佈信號及該第二照明強度分佈信號而調整該等影像中之該等經失真像素之該等強度以產生該等經校正影像，

及

使用該等經校正影像來偵測該樣本上之該等缺陷。

【請求項19】

如請求項18之檢測方法，其中該側偵測器係以下至少一者：

電荷耦合器件(CCD)、一互補金屬氧化物半導體(CMOS)感測器、
一主動像素感測器(APS)或一延時積分(TDI)感測器。

【請求項20】

如請求項12之檢測方法，其中：

該照明光束之一第一部分之一第一照明路徑包含該一或多個第一
多單元偵測器、該一或多個第二多單元偵測器及該偵測器總成，且

該照明光束之一第二部分之一第二照明路徑包含一側偵測器，該
側偵測器經組態以在該照明光束之該第二部分照射於其上時產生一
第三照明強度分佈信號。

【請求項21】

如請求項20之檢測方法，其進一步包括：

藉由將該第三照明強度分佈信號中之失真映射至該等影像中之該
等失真像素而將該第三照明強度分佈信號校準至該等影像，

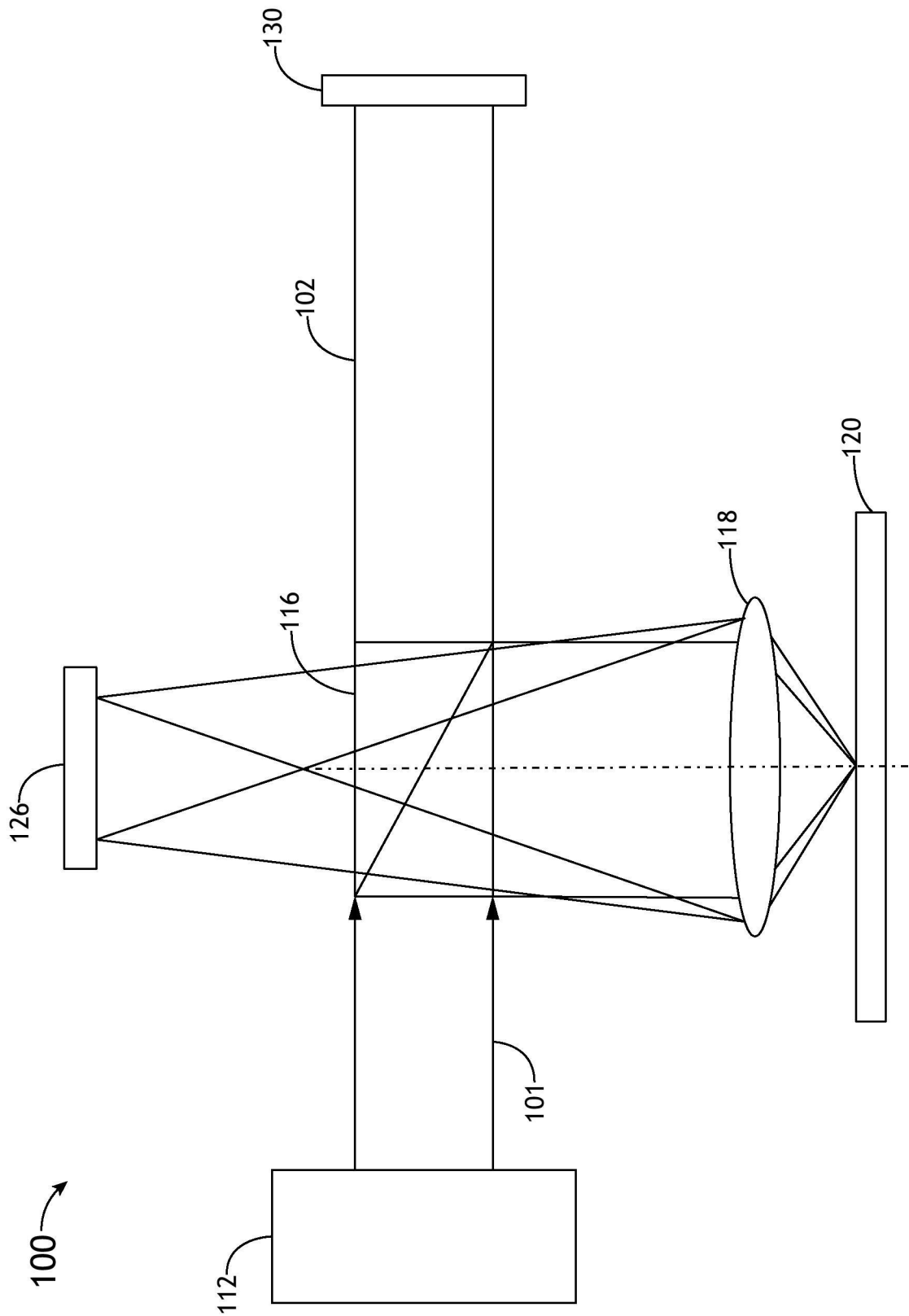
基於該第三照明強度分佈信號及該第二照明強度分佈信號而調整
該等影像中之該等失真像素之該等強度以產生該等經校正影像，及
使用該等經校正影像來偵測該樣本上之該等缺陷。

【請求項22】

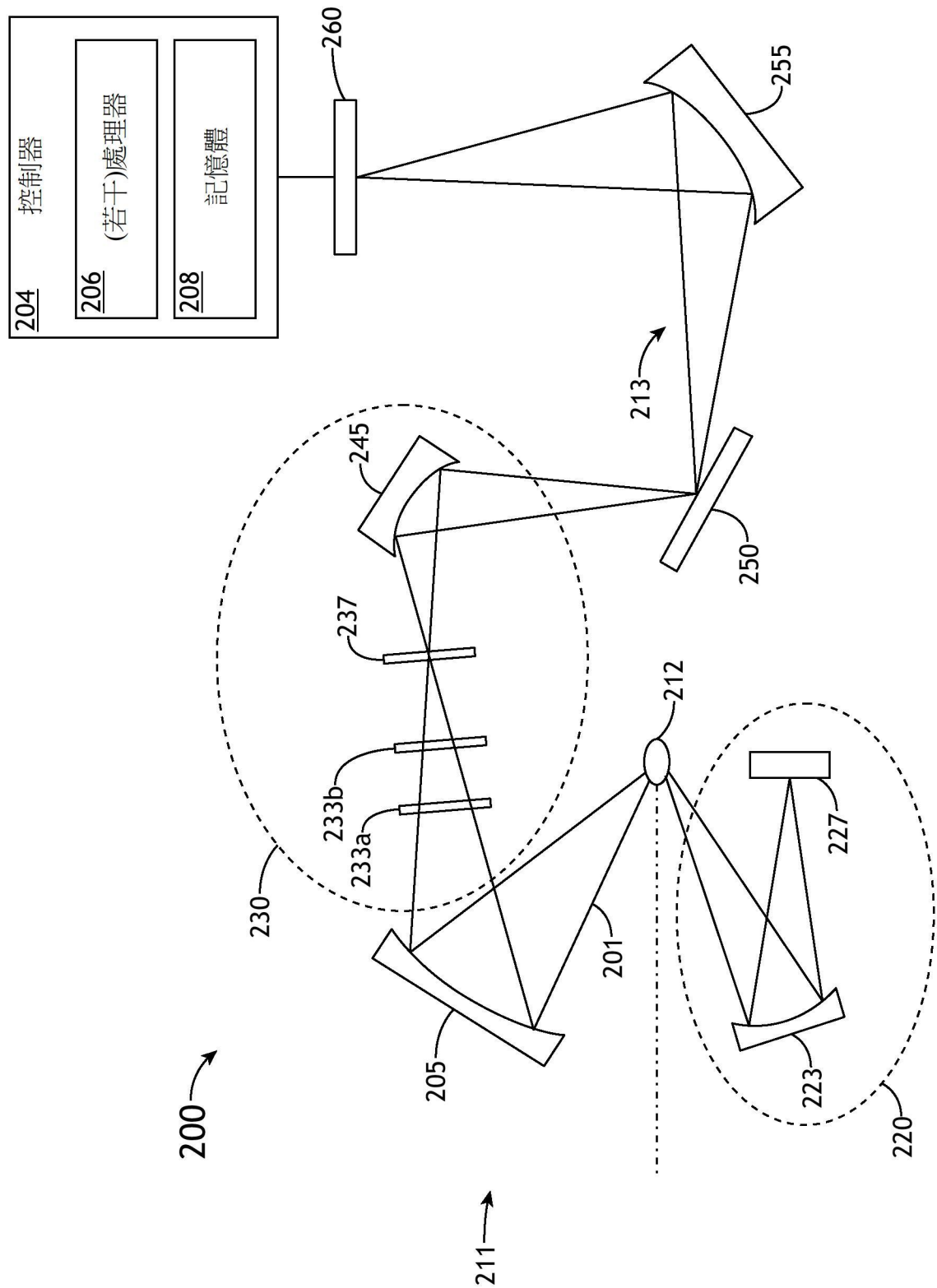
如請求項12之檢測方法，其中該一或多個第一多單元偵測器之該兩
個或更多個片段包括四個片段、六個片段或八個片段之至少一者，且該一

或多個第二多單元偵測器之該兩個或更多個片段包括四個片段、六個片段或八個片段。

【發明圖式】

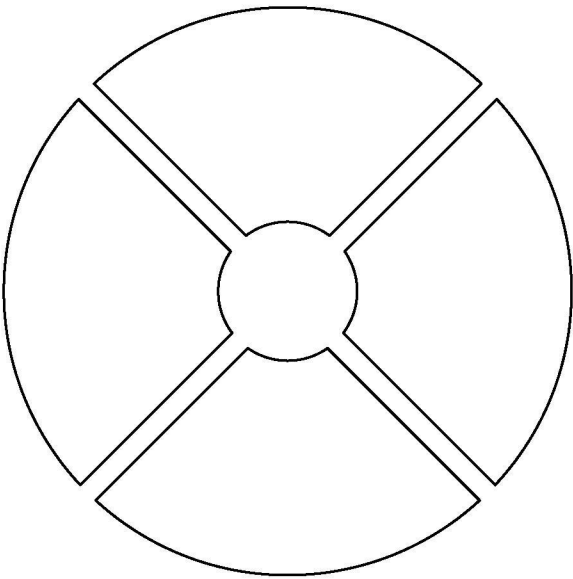


【圖1】



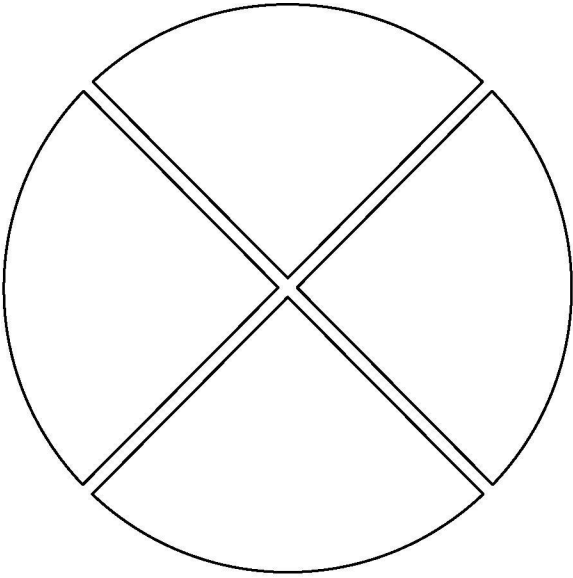
【圖2】

300a



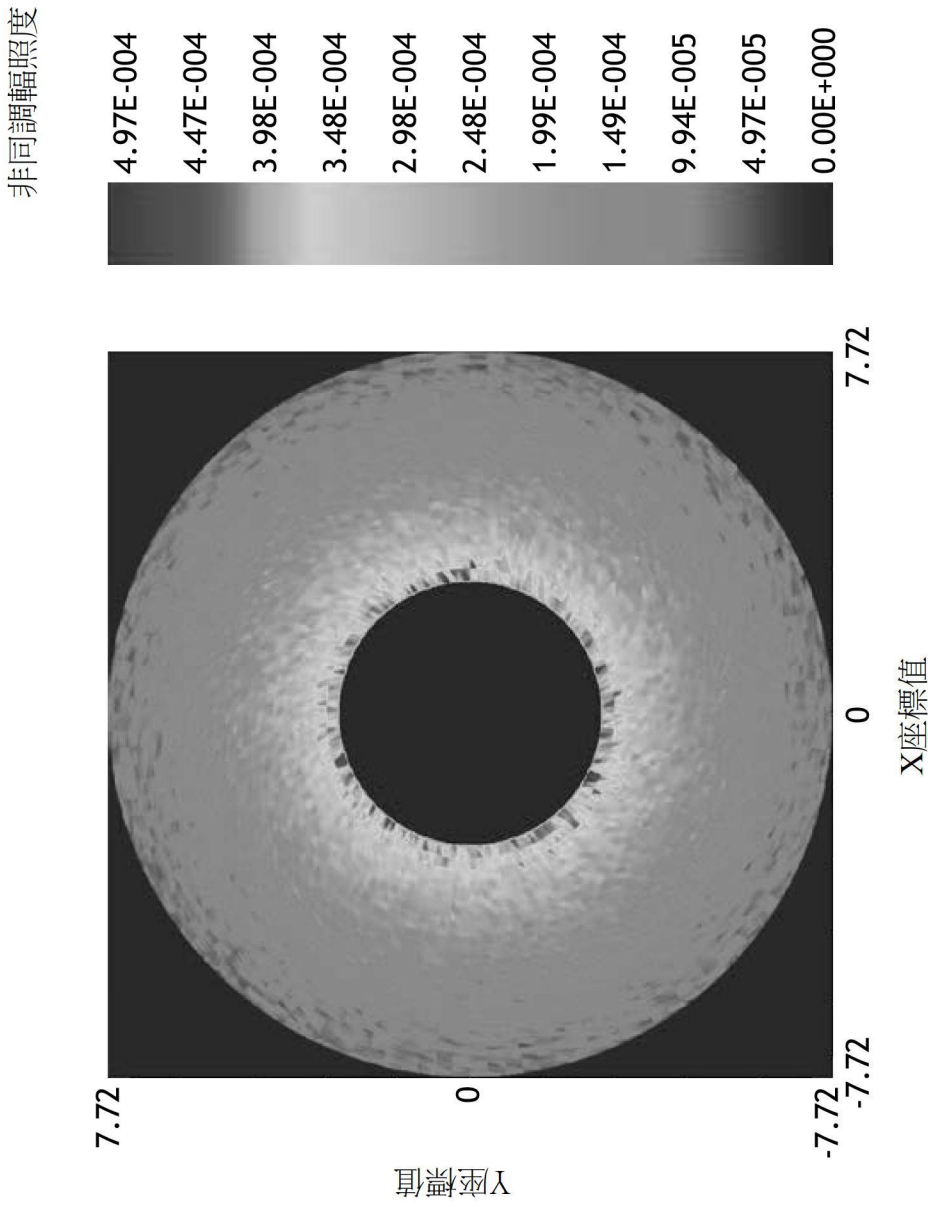
【圖3A】

300b



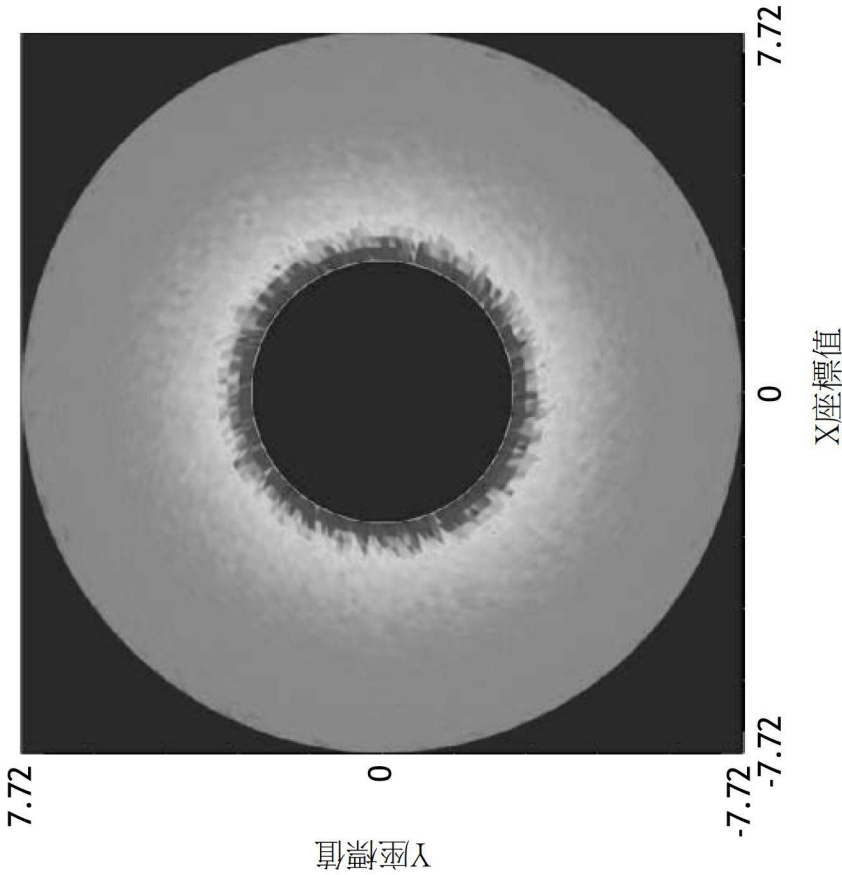
【圖3B】

400



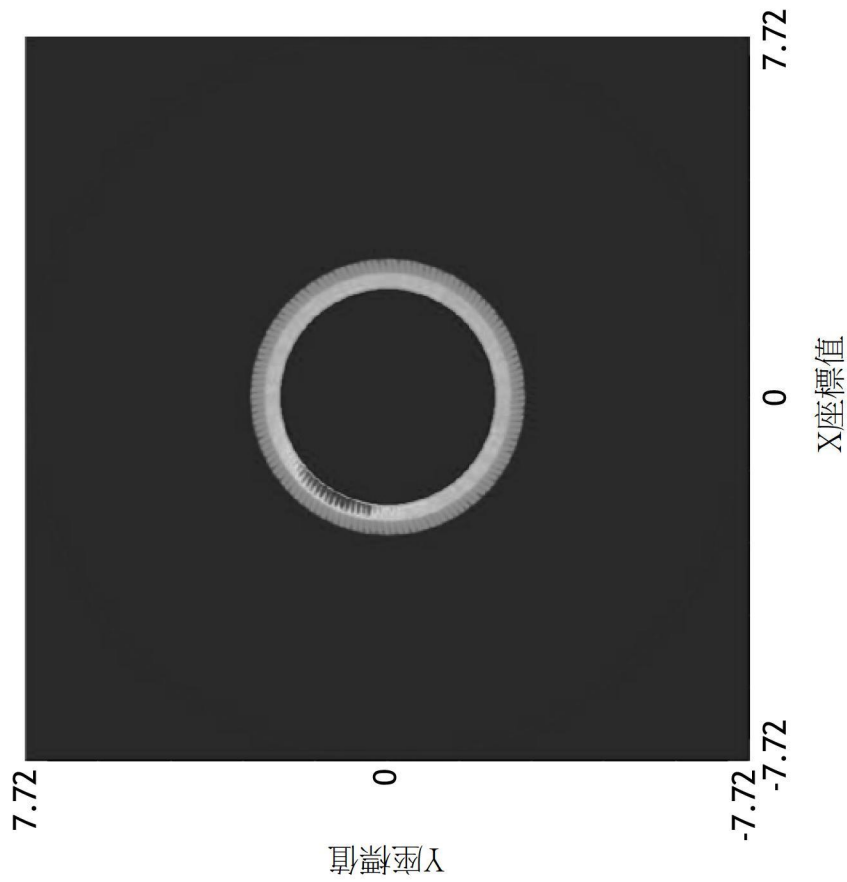
【圖4】

500



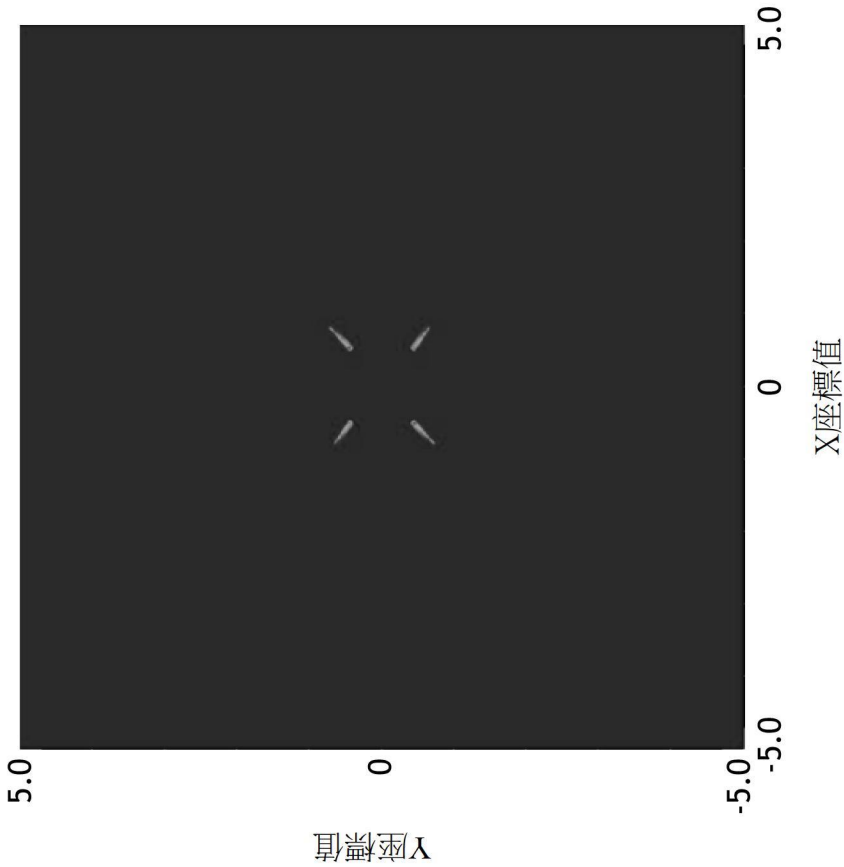
【圖5】

600



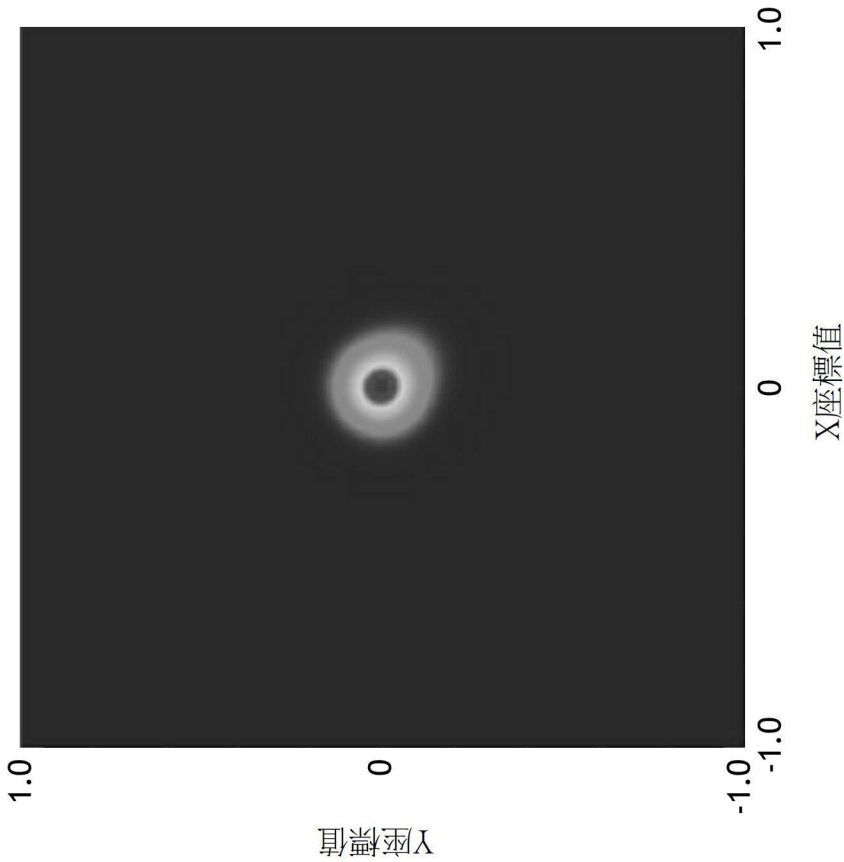
【圖6】

700

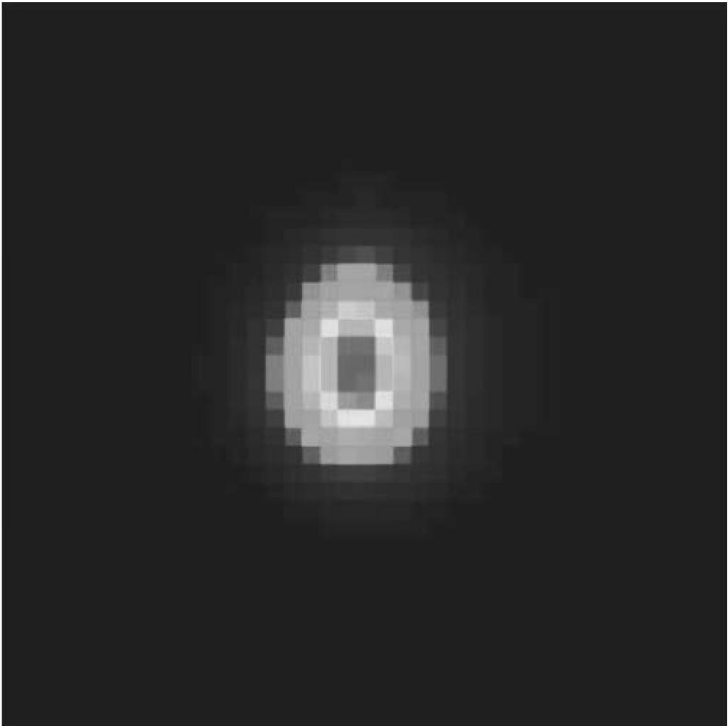


【圖7】

800

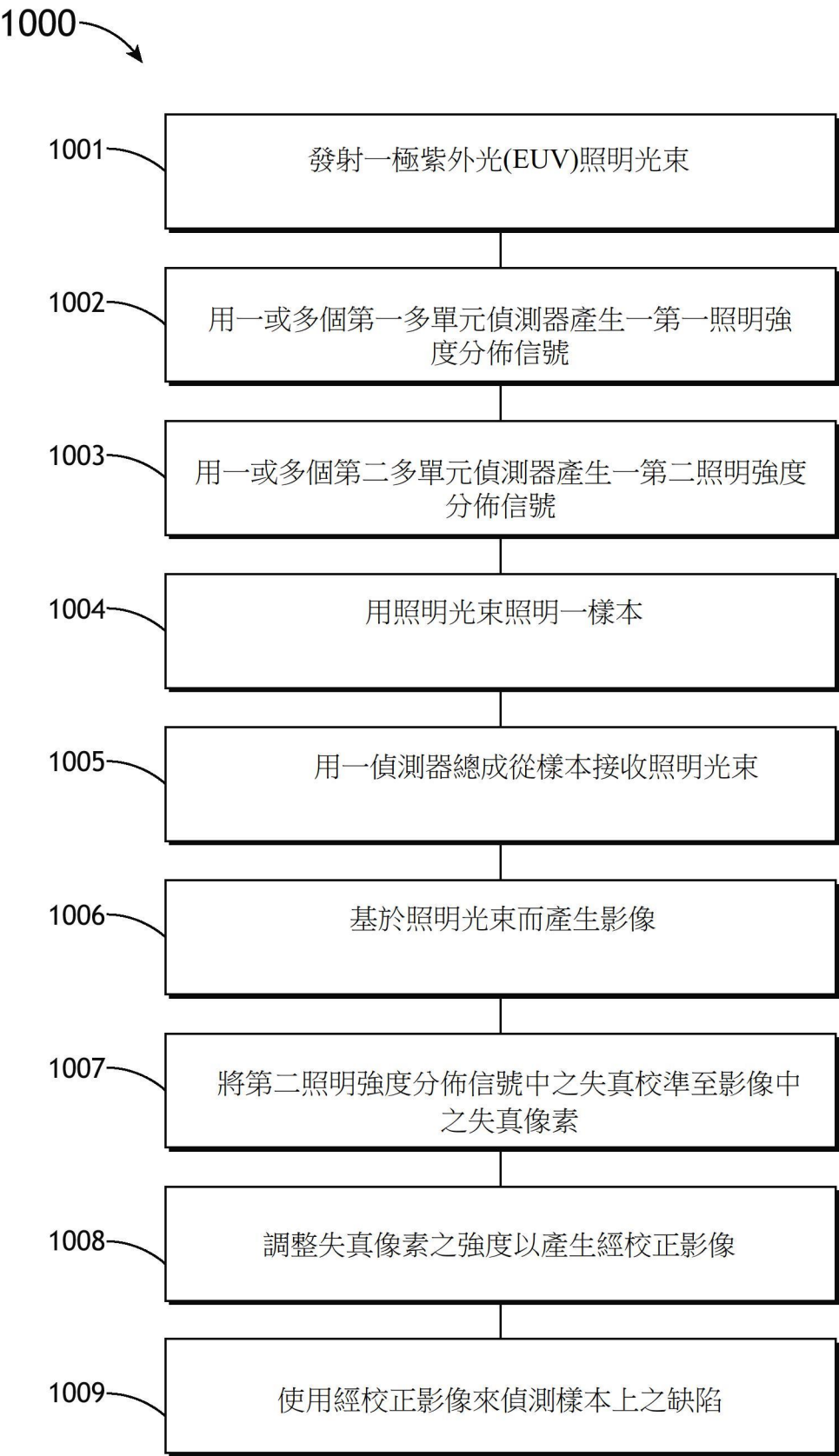


【圖8】



【圖 6】

900 ↗



【圖10】