202422139

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202422139 A

(43)公開日： 中華民國 113 (2024) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：112125420 (22)申請日： 中華民國 112 (2023) 年 07 月 07 日

(51)Int. Cl.： *G02B7/00 (2021.01)* *H01J37/26 (2006.01)*

(30)優先權：2022/11/23 以色列 298509

(71)申請人：以色列商應用材料以色列公司 (以色列) APPLIED MATERIALS ISRAEL LTD. (IL)
以色列

(72)發明人：拉皮德 梅納薛姆 LAPID, MENACHEM (IL)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：9 共 38 頁

(54)名稱

光學系統和校準光學系統的方法

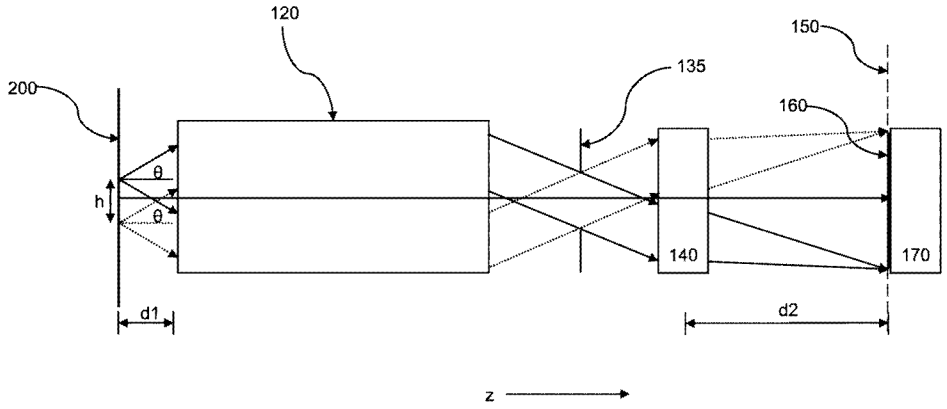
(57)摘要

本案係關於一種校準光學系統的方法，該光學系統包括：物鏡佈置，用於接收來自物件的至少一部分的反射光，以及成像透鏡，用於投射從物鏡佈置接收的光以在目標平面上形成物件的至少部分的圖像，該方法包括：基於要在目標平面上形成的物件的至少部分的圖像的預定尺寸來在目標平面上限定目標區；將成像透鏡沿其光軸移動到複數個成像透鏡位置，該複數個成像透鏡位置相對於目標平面的距離而變化，以使目標平面上的圖像的放大率變化；當物件的至少部分的圖像在目標平面上的目標區內配合時，從複數個成像透鏡位置確定第一成像透鏡位置；及基於第一成像透鏡位置來將成像透鏡定位在操作位置處，使得物件的至少部分的圖像被約束在目標平面上的目標區內。

The present disclosure relates to a method of calibrating an optical system, the optical system comprising an objective lens arrangement for receiving reflected light from at least a portion of an object, and an imaging lens for projecting light received from the objective lens arrangement to form an image of at least the portion of the object on a target plane, the method comprising: defining a target region on the target plane based on a predetermined dimension of the image of at least the portion of the object to be formed on the target plane; moving the imaging lens along an optical axis thereof to a plurality of imaging lens positions, the plurality of imaging lens positions varying in distances in relation to the target plane, to vary a magnification of the image on the target plane; determining a first imaging lens position from the plurality of imaging lens position when the image of at least the portion of the object fits within the target region on the target plane; and positioning the imaging lens at an operation position based on the first imaging lens position such that the image of at least the portion of the object is confined within the target region on the target plane.

指定代表圖：

TW 202422139 A



第2圖

符號簡單說明：

120:物鏡佈置

135:後焦平面

140:成像透鏡

150:目標平面

160:目標區

170:光偵測器設備

200:物件

d1:軸向位置

d2:距離

z:位置

h:部分

θ:半形

【發明摘要】

【中文發明名稱】光學系統和校準光學系統的方法

【英文發明名稱】OPTICAL SYSTEMS AND METHOD OF CALIBRATING THE SAME

【中文】

本案係關於一種校準光學系統的方法，該光學系統包括：物鏡佈置，用於接收來自物件的至少一部分的反射光，以及成像透鏡，用於投射從物鏡佈置接收的光以在目標平面上形成物件的至少部分的圖像，該方法包括：基於要在目標平面上形成的物件的至少部分的圖像的預定尺寸來在目標平面上限定目標區；將成像透鏡沿其光軸移動到複數個成像透鏡位置，該複數個成像透鏡位置相對於目標平面的距離而變化，以使目標平面上的圖像的放大率變化；當物件的至少部分的圖像在目標平面上的目標區內配合時，從複數個成像透鏡位置確定第一成像透鏡位置；及基於第一成像透鏡位置來將成像透鏡定位在操作位置處，使得物件的至少部分的圖像被約束在目標平面上的目標區內。

【英文】

The present disclosure relates to a method of calibrating an optical system, the optical system comprising an objective lens arrangement for receiving reflected light from at least a portion of an object, and an imaging lens for projecting light received from the objective lens arrangement to form an image of at least the portion of the object on a target plane, the method comprising: defining a target region on the target plane based

on a predetermined dimension of the image of at least the portion of the object to be formed on the target plane; moving the imaging lens along an optical axis thereof to a plurality of imaging lens positions, the plurality of imaging lens positions varying in distances in relation to the target plane, to vary a magnification of the image on the target plane; determining a first imaging lens position from the plurality of imaging lens position when the image of at least the portion of the object fits within the target region on the target plane; and positioning the imaging lens at an operation position based on the first imaging lens position such that the image of at least the portion of the object is confined within the target region on the target plane.

【指定代表圖】第（ 2 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 2 0 : 物 鏡 佈 置

1 3 5 : 後 焦 平 面

1 4 0 : 成 像 透 鏡

1 5 0 : 目 標 平 面

1 6 0 : 目 標 區

1 7 0 : 光 偵 測 器 設 備

2 0 0 : 物 件

d 1 : 軸 向 位 置

d 2 : 距 離

z : 位 置

h : 部 分

θ : 半 形

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】光學系統和校準光學系統的方法

【英文發明名稱】OPTICAL SYSTEMS AND METHOD OF CALIBRATING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本技術係關於光學系統（諸如顯微鏡中使用的光學佈置）和校準此種系統的方法。本技術進一步係關於例如用於檢查試樣或物件（諸如但不限於半導體晶圓及/或遮罩的檢查）的光學檢查系統，該光學檢查系統包括本文揭示的光學顯微鏡系統。

【先前技術】

【0002】 存在用於試樣檢查的多種系統。該等系統可包括光學系統，諸如各種顯微鏡（一般和數位）和顯微鏡佈置，並且試樣可包括一系列物件，諸如半導體晶圓和遮罩、食品以及有機試樣。美國專利第6,407,373號（以引用方式併入本文）揭示例如一種用於檢查物件上的缺陷的系統，該系統包括光學顯微鏡和掃瞄電子顯微鏡（SEM）。

【0003】 一般的光學檢查系統通常包括用於收集來自被檢查試樣的光的物鏡。物鏡可形成物鏡佈置的一部分，該物鏡佈置進一步包括一或多個額外透鏡。試樣可由光源照射，該光源反射、透射及/或散射來自光源的光。對從試樣收集的光進行成像使得可以分析試樣的表面結構。試樣可被接收並固定在靜止平臺上或在工作臺機構上移動，根據

需要，該工作臺機構允許試樣在一維（例如，改變試樣與物鏡之間的距離或沿z軸的物鏡佈置）、二維（例如，沿z軸和與z軸正交的掃瞄方向（x軸或y軸））或三維上移動。光源根據需要可在光學檢查系統外部或提供為光學檢查系統的整合部分，並且可包括空中照明、單點光源（例如雷射器）或點光源陣列，根據需要，具有不同波長和強度。物鏡佈置繼續透射從試樣收集的（反射的、透射的及/或散射的）光，然後沿物鏡佈置的光軸設置的成像透鏡與來自物鏡佈置的光在成像透鏡的像平面或後焦平面上形成試樣（或試樣的一部分）的圖像。然後可使用多種光學偵測器設備中的一種來偵測試樣（或試樣的一部分）的放大圖像，該光學偵測器設備包括一般相機、光學偵測器陣列（例如，CCD偵測器的光學偵測器陣列）、光電二極體或光電倍增器等。在此，「放大圖像」可包括試樣（其一部分）的放大圖像、縮小圖像或與試樣相同比例的圖像；換言之，放大圖像可具有＞1、＜1或等於1的放大率。

【0004】　一般而言，光學裝置（例如物鏡或物鏡佈置和成像透鏡）在儀器之間的光學偵測器處的圖像放大率可具有百分之幾的變化。在圖像放大率低於為該儀器指定的放大率的情況下，圖像不會填充使用中的光學偵測器設備的整個區域，並且因此偵測器設備沒有被高效地利用。在圖像放大率高於為該儀器指定的放大率的情況下，光信號的一部分可能落在偵測器設備的區域之外，並且因此可能不會被偵測到。一般而言，若圖像放大率偏離期望規範，則可

能發生漸暈並且沿偵測器設備的視場的所得的不均勻性可能改變偵測靈敏度。此外，當來自圖像的光落在偵測器設備的不打算接收光的部分上時，重影（由光學部件內的反射引起的微弱的第二圖像）和後向反射亦可能增加。造成此種放大率變化的主要原因是儀器中使用的透鏡的生產製程，諸如拋光製程。在一些情況下，由於環境因素（諸如溫度），亦可能存在微小的變化。

【0005】 解決放大率變化問題的一種方法是使用一般的光學變焦系統為儀器提供變焦能力，該光學變焦系統通常包括兩個或更多個透鏡或光學模組，使得可藉由將變焦系統操作至光學偵測器的正確（指定）放大率來調整放大率變化。然而，由於涉及額外光學裝置，此種方法成本高昂，並且可能在光學效能中引入額外不確定性，諸如引入場畸變、導致重影和後向反射、視軸、因引入額外光學裝置而減少透射、雙折射等。

【0006】 因此，期望提供一種改進的校準光學系統的方法，以解決顯微鏡光學裝置中的放大率的變化，特別是用於半導體檢查和計量裝備中。

【發明內容】

【0007】 鑒於前文，本技術的一態樣提供了一種校準光學系統的方法，該光學系統包括：物鏡佈置，該物鏡佈置用於接收來自物件的至少一部分的反射光，以及成像透鏡，該成像透鏡用於投射從該物鏡佈置接收的光以在目標平面上形成該物件的至少該部分的圖像，該方法包括：基於要

在該目標平面上形成的該物件的至少該部分的該圖像的預定尺寸來在該目標平面上限定目標區；將該成像透鏡沿其光軸移動到複數個成像透鏡位置，該複數個成像透鏡位置相對於該目標平面的距離而變化，以使該目標平面上的該圖像的放大率變化；當該物件的至少該部分的該圖像在該目標平面上的該目標區內配合時，從該複數個成像透鏡位置確定第一成像透鏡位置；及基於該第一成像透鏡位置來將該成像透鏡定位在操作位置處，使得該物件的至少該部分的該圖像被約束在該目標平面上的該目標區內。

【0008】 根據本技術的實施例，提供了一種方法，其中藉由調整成像透鏡沿其光軸（z軸）相對於在其上形成放大圖像的目標平面的位置的簡單操作來校準光學系統的光學裝置的放大率偏差。特別地，在目標平面上限定目標區，放大圖像將被約束在該目標區內。目標區或該目標區的大小可被視為在生產期間指定的預期放大率。例如，目標區可表示使用的光學偵測器設備（例如相機）的FOV、光學偵測器設備的成像區內的預定區域及/或光學偵測器設備的預定數量的成像區（例如像素）。藉由簡單地調整成像透鏡的軸向位置並將成像透鏡定位在將所得的放大圖像約束在目標平面上的目標區內的位置，可校準光學系統以產生具有指定放大率的圖像。因此，本技術的實施例使得能夠在不需要昂貴的額外光學裝置的情況下校準放大率，而不是適應放大率的變化。

【0009】 可存在各種合適的方式來偵測或以其他方式確定圖像何時在目標平面上的目標區內配合。在一些實施例中，該方法可進一步包括使用一或多個光學感測器基本上位於目標平面上的位置處偵測物件的至少一部分的圖像。

【0010】 在一些實施例中，光偵測器設備可包括由複數個成像區（例如像素）形成的成像區域，並且目標區可被定義為光偵測器設備上的預定數量的成像區。例如，校準目標可用作物件，並且當校準目標的圖像在包括所有像素的成像區內配合或在相機上的給定數量的（一或多個）像素內配合時，第一成像透鏡位置可被確定。

【0011】 在一些實施例中，物件可以是已知尺寸的校準物件，使得基於要在目標平面上形成的物件的至少一部分的圖像的預定尺寸來在目標平面上限定目標區限定物件的放大率。使用具有已知尺寸或大小的校準物件意味著可限定目標區的尺寸以便實現期望的放大率。

【0012】 在調整成像透鏡位置後，在目標平面上形成的圖像可能失焦。因此，在一些實施例中，該方法可進一步包括：調整物件沿光軸的軸向位置以改變物件與物鏡佈置之間的距離；及確定物件的物件軸向位置，物件的至少一部分的圖像在目標平面上在該物件軸向位置處聚焦；將物件設置在物件軸向位置處。如此做時，在目標平面上形成的圖像可直接重新聚焦。在物鏡佈置在物件側上遠心的實施例中，在目標平面上形成的圖像可藉由沿光軸調整物件的軸向位置來重新聚焦，而不影響圖像的放大率。

【0013】 可能存在當成像透鏡處於第一成像透鏡位置時圖像僅覆蓋目標區的一部分的情況，在此種情況下，用於偵測圖像的任何偵測或感測裝備沒有被充分利用。因此，在一些實施例中，該方法可進一步包括：當圖像延伸超過目標平面上的目標區時，從複數個成像透鏡位置中確定第二成像透鏡位置，並且將操作位置設置為在第一成像透鏡與第二成像透鏡位置之間的位置。

【0014】 在一些實施例中，操作位置可設置在第一成像透鏡位置與第二成像透鏡位置之間的基本上中間處。

【0015】 本技術的另一態樣提供了一種非暫態電腦可讀取媒體，該非暫態電腦可讀取媒體包括機器可讀代碼，該機器可讀代碼當由處理器執行時，使該處理器執行如前述的方法。

【0016】 本技術的另外態樣提供了一種光學顯微鏡系統，包括：物鏡佈置，該物鏡佈置被配置為接收來自該物件的至少一部分的反射光；成像透鏡，該成像透鏡設置在與該物鏡佈置間隔開的操作位置處，該成像透鏡被配置為接收來自該物鏡佈置的光並投射來自該物鏡佈置的該接收光以在目標平面上形成該物件的至少該部分的圖像；及控制單元，該控制單元被配置用於藉由以下操作確定該操作位置：基於要在該目標平面上形成的該物件的至少該部分的該圖像的預定尺寸來在該目標平面上限定目標區；將該成像透鏡沿其光軸移動到複數個成像透鏡位置，該複數個成像透鏡位置相對於該目標平面的距離而變化，以使該目標

平面上的圖像的放大率變化；當該物件的至少該部分的該圖像在該目標平面上的該目標區內配合時，從該複數個成像透鏡位置確定第一成像透鏡位置；及基於該第一成像透鏡位置來設置該操作位置，使得該物件的至少該部分的該圖像被約束在該目標平面上的該目標區內。

【0017】 在一些實施例中，該物鏡佈置被配置為使得該物鏡佈置的出射光瞳定位在該物鏡佈置外部、在該物鏡佈置的後焦平面上。

【0018】 本技術的又另外態樣提供了一種用於檢查物件的檢查系統，包括：光源，該光源被佈置為照射該物件；如前述的光學顯微鏡系統，該光學顯微鏡系統被佈置為將來自該物件的反射光透射到該目標平面上；及至少一個光偵測器設備，該至少一個光偵測器設備被佈置為偵測透射穿過該光學系統的光。

【0019】 在一些實施例中，至少一個光偵測器設備包括光偵測器陣列。

【0020】 在一些實施例中，至少一個光偵測器設備可包括多個成像區。

【0021】 在一些實施例中，檢查系統可進一步包括平臺，該平臺被配置為接收該物件，其中該平臺的位置相對於距該光學系統的該物鏡佈置的距離可調整。

【0022】 本技術的每個實施方式均具有上述目標及/或態樣中的至少一者，但是不一定具有上述目標及/或態樣中的全部。應當理解，由於試圖實現上述目標而產生的本技術

的一些態樣可能不滿足該目標及/或可能滿足本文未特別敘述的其他目標。

【0023】 本技術的實施方式的額外及/或替代特徵、態樣和優點將從以下描述、附圖和所附請求項中變得顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0024】 為了更好地理解本文揭示的標的並舉例說明如何進行實踐本文揭示的標的，將參考附圖僅以非限制性實例來描述實施例，在附圖中：

【0025】 第1圖示意性地圖示用於檢查試樣的示例性檢查系統；

【0026】 第2圖示意性地圖示第1圖的檢查系統中使用的示例性光學顯微鏡系統；

【0027】 第3圖圖示目標區的表示；

【0028】 第4圖圖示成像透鏡在Z0位置在相機上形成圖像的示例性光線圖；

【0029】 第5圖圖示第4圖的成像透鏡在Z1位置在相機上形成圖像的示例性光線圖；

【0030】 第6圖圖示第4圖的成像透鏡在Z2位置在相機上形成圖像的示例性光線圖；

【0031】 第7圖圖示第4圖的成像透鏡在Z3位置在相機上形成圖像的示例性光線圖；

【0032】 第8A圖圖圖示在第6圖的相機的成像區上形成的圖像I'；

【0033】 第8B圖圖圖示在第7圖的相機的成像區上形成的圖像I''；

【0034】 第8C圖圖圖示在第5圖的相機的成像區上形成的圖像I；

【0035】 第9圖圖示在位置Z0'處的光偵測器的示例性光線圖；及

【0036】 第10圖圖示重新定位到新位置Z1'的第9圖的光偵測器的示例性光線圖。

【實施方式】

【0037】 本技術的實施例提供了用於校準光學系統（例如在顯微鏡、缺陷偵測設備、試樣檢查設備等中實施的光學系統，諸如在半導體晶圓及/或遮罩檢查裝備中使用的那些）的方法，以藉由相對於目標平面的位置調整成像透鏡沿其光軸（z軸）的位置的簡單操作校正光學系裝置中的（諸如由生產製程和其他因素引起的）放大率變化，成像透鏡在該目標平面上形成放大圖像。特別地，成像透鏡被重新定位到由成像透鏡形成的所得的放大圖像被約束在目標平面上限定的目標區內的位置。目標區或目標區覆蓋的面積可被視為為儀器指定的預期圖像放大率。例如，目標區可表示或對應於用於偵測放大圖像的光偵測器覆蓋的區域及/或光偵測器的有效成像區域。藉由簡單地調整成像透鏡的位置而不移動儀器的其他元件，並將成像透鏡定位在將所得的放大圖像約束在目標平面上的目標區內的位置，可校準光學系統以產生具有預期的放大率的圖像。因此，本技

術的實施例使得能夠針對由許多不同因素引起的變化來校準或調整放大率。

【0038】 第1圖示意性地圖示根據實施例的用於檢查試樣的示例性檢查系統100，例如（但不限於）用於檢查半導體晶圓及/或遮罩的表面上的缺陷、顆粒及/或圖案作為半導體製造製程中的品質保證過程的一部分。

【0039】 檢查系統100包括一組光學裝置或光學系統，在本實施例中，其包括物鏡或物鏡佈置120以及成像透鏡或成像透鏡佈置140。光偵測器或光偵測器陣列170設置在成像透鏡或成像透鏡佈置140後面，用於偵測由成像透鏡或成像透鏡佈置140形成的圖像。偵測器或偵測器陣列170可以是相機、光電倍增器陣列或任何其他合適的光偵測器。檢查系統100亦包括用於接收或固定用於檢查的物件或試樣的平臺110。平臺110可以是靜止的或者可以是可在與平臺110同一平面中的縱向方向(沿物鏡或物鏡佈置120的光軸，z軸）及/或在橫向方向（x及/或y軸）上移動。應當理解，物件或試樣之間的相對運動亦可藉由保持平臺110靜止而同時提供用於移動物鏡或物鏡佈置120以改變物鏡或物鏡佈置120與平臺110之間的相對位置來實現，或用於整體移動檢查系統100的所有剩餘元件。例如，工作臺機構可被配置為與掃瞄序列協調地移動，以使放置在平臺110上的物件能夠被光源180掃瞄。光源180可以是空中照明、單個雷射器（充當聚焦為物件上的點的點光源）或雷射器陣列。

【0040】 在本實施例中，反射器190可沿物鏡或物鏡佈置120的光軸放置，以將來自光源180的光束（經由物鏡或物鏡佈置120）引導向平臺110。此使得光源180能夠被放置在物鏡或物鏡佈置120的光軸之外，例如以實現更緊湊的儀器。類似地，成像透鏡或成像透鏡佈置140和偵測器或偵測器陣列170亦可佈置在物鏡或物鏡佈置120的光軸之外，以例如藉由使用部分反射元件130實現緊湊性。元件130亦可充當分束器，其被佈置為允許來自物件的光的一部分穿過到成像透鏡或成像透鏡佈置140並且將光的另一部分引導到不同方向，例如朝向一組單獨成像透鏡佈置和偵測器。應當理解，將成像透鏡或成像透鏡佈置140以及偵測器或偵測器陣列170及/或光源180相對於物鏡或物鏡佈置120的光軸成一定角度定位完全是任選的並且對於本技術而言不是必需的。

【0041】 物鏡或物鏡佈置120被佈置為收集來自物件的光（例如，來自光源180的被物件的一部分反射及/或散射的光，或者像在透射顯微鏡的情況下那樣透射穿過物件的一部分的光）。在一些實施例中，物鏡或物鏡佈置120可任選地被配置為在物件側進行遠心成像，使得光離開物鏡或物鏡佈置120，並且作為平行光線穿過物鏡或物鏡佈置120的出射光瞳（未圖示）。物鏡或物鏡佈置120在物件側遠心的實施例有利地使得物件（亦即平臺110）的軸向位置能夠被調整以聚焦圖像而不影響最終的圖像放大率。任選地，若需要，物鏡或物鏡佈置120可被配置為使得出射光

瞳位於物鏡或物鏡佈置120外部（在其後焦平面處）的位置處。在此種實施例中，部分反射元件130可任選地設置在外部出射光瞳處，但此不是必需的。在本實施例中，成像透鏡140接收來自物鏡或物鏡佈置120的光，並且將圖像形成到設置在目標平面150上的偵測器或偵測器陣列170上，並且偵測器或偵測器陣列170偵測其上形成的圖像。在本實施例中，期望成像透鏡140形成的任何圖像都被約束在光偵測器170的有效成像區域內；如此，光偵測器170的有效成像區域限定圖像較佳地被約束在其內的目標區160。

【0042】 應當理解，本技術同樣可在利用透射光學系統（其中收集並分析透射穿過試樣的光）的檢查系統或利用紅外輻射的檢查系統中實施。

【0043】 第2圖示意性地圖示第1圖的檢查系統100中使用的光學系統。為了便於理解，物鏡佈置120和成像透鏡140在第2圖中沿相同的（z）軸佈置。

【0044】 在本實施例中，物鏡佈置120被佈置為收集從物件200的部分h反射（或透射）及/或散射的光，該物件200例如放置在第1圖的平臺110上，距物鏡佈置120距離為d1的軸向位置處。雖然不是必需的，但在本實施例中，物鏡佈置120被佈置和對準，使得物鏡佈置120的出射光瞳在物鏡佈置120的外部並且位於物鏡佈置120的後焦平面（出射光瞳平面）135上。為了說明的目的，儘管不是必要的，但本實施例中的物鏡佈置120被圖示為被佈置用於物件側

的遠心性。用於實現外部出射光瞳或遠心性的物鏡佈置120內的光學元件的佈置和配置不在本技術的範圍內，因此本文不進行論述。

【0045】 如第2圖中所示，物鏡佈置120聚集從物件200的部分h的不同點反射或散射的光（圖示為具有半形θ的光錐），並且向出射光瞳135傳輸該光。成像透鏡140接收來自物鏡佈置120的光，並在距成像透鏡140距離為d2的目標平面150上形成物件200的部分h的圖像。然後可使用合適的光偵測器設備（例如，相機）170對物件200的部分h的圖像進行成像或偵測。由於光偵測器設備可被視為具有特定的有效成像區域（偵測器上期望進行光偵測的區域），因此期望確保圖像被約束在目標平面150上直接地或間接地對應於使用的偵測器的有效區域的目標區內。

【0046】 在實施例中，物件200可以是用於校準過程的校準目標。光偵測器170（例如相機）可放置在目標平面150上。光偵測器（或光偵測器的光敏部分）可被視為包括由複數個圖像區（例如像素）形成的成像區域，並且圖像應當被約束在其內的目標區可被定義為區域160，該區域160覆蓋成像區或光偵測器上的預定數量的圖像區。

【0047】 第3圖圖示根據實施例的目標區160的表示，目標區160是相機170的由複數個像素301、302、303、...形成的成像區。

【0048】 如前述，期望校準光學系統，使得由光學系統的成像透鏡（例如成像透鏡140）形成的圖像被約束在目標

區內。在第2圖的光學系統中，期望將成像透鏡140形成的圖像約束在例如由光偵測器（相機）的多個圖像區（像素）限定的預定義目標區內。第4圖中圖示的是成像透鏡140在位置Z0（零位置）處例如在光偵測器設備（例如相機）的成像區上形成圖像的光線圖。如第4圖中所示，成像透鏡140在位置Z0處形成的圖像大於光偵測設備160的成像區所覆蓋的區域（目標區），因此偵測到的圖像圖案延伸超過光偵測器設備的FOV。

【0049】 根據本技術，第2圖的光學系統可藉由重新定位成像透鏡140來校準（調整圖像放大率），如第5圖中所示。在第5圖中，成像透鏡140被重新定位到相對於第4圖中的成像透鏡140的位置Z0距離為dZ的位置Z1。由於將成像透鏡140移動到Z1，成像透鏡140更接近目標平面150，並且由此形成的圖像落入光偵測設備160的成像區內。如第4圖和第5圖中所示，由於光線進入成像透鏡140所成的角度保持相同，因此光線入射到成像透鏡140上的不同點（高度），使得光線被成像透鏡140不同程度地折射。如第5圖中所示，從成像透鏡140出射的光線所形成的出射角不同於第4圖中從成像透鏡140出射的光線所形成的出射角。因此，圖像的放大率藉由改變成像透鏡140與目標平面150之間的相對距離的成像透鏡140的軸向移動以及藉由出射角的改變來改變。

【0050】 在實踐中，成像透鏡140可例如使用由在處理器上執行的軟體控制的自動機構沿z軸移動經過複數個不同位置，直到找到最佳位置，例如位置Z1。

【0051】 在一些實施例中，可能期望微調成像透鏡140的位置，使得放大的圖像不僅被約束在目標區160（例如光偵測器設備的成像區）內，而且不會太小以致於光偵測器佈置沒有被充分利用。因此，根據一些實施例，成像透鏡140可沿z軸朝向目標平面150移動經過複數個位置，直到其到達位置Z2，在該位置處，在光偵測器設備160的成像區上形成的放大圖像變得太小，如第6圖中所示。

【0052】 為此目的，可選擇在光偵測器設備160的成像區上形成的圖像被認為太小的點（亦即，位置Z2），例如在光偵測設備170上的少於預定數量的成像區（例如像素）上形成圖像I'時，如第8A圖中所示。在此種情境下，來自成像透鏡140形成的圖像的光被約束在圖像區I'內，使得一些成像區301、302、303、304……偵測不到任何光或僅部分地接收光，並且因此利用了小於用於偵測圖像的光偵測器設備的整個成像區的面積。

【0053】 當為成像透鏡140建立位置Z2時，可假設成像透鏡140的更佳位置位於距離光偵測器設備170(或目標平面150）更遠處。在一些實施例中，成像透鏡140然後可在相反方向（遠離目標平面150）上沿z軸移動經過複數個位置，直到其到達在光偵測器設備上形成的圖像變得太大的位置Z3為止，如第7圖中所示。

【0054】 為此目的，可選擇在光偵測器設備上形成的圖像被認為太大的點（亦即，位置Z3），例如當在光偵測器設備上形成的圖像I''部分地落在光偵測器設備的成像區域（或預定數量的成像區，例如像素）之外時，如第8B圖所示。在此種情況下，來自由成像透鏡140形成的圖像的光覆蓋圖像區I''，使得來自圖像的光延伸超出光偵測裝置160的成像區所覆蓋的區域。

【0055】 當為成像透鏡140建立位置Z3時，可假設成像透鏡140的最佳位置位於位置Z2與位置Z3之間的某處。位置Z0、Z1、Z2和Z3在第6圖和第7圖中被圖示以用於比較。成像透鏡140的最終操作位置Z2可設置在Z2與Z3之間的位置處。在一些實施例中，Z1可設置在Z2與Z3之間的中間處，但是具有不同比率的其他選擇亦是可能的。

【0056】 為了說明的目的，第8C圖圖示當成像透鏡140位於位置Z1時在光偵測器設備160的成像區上形成的圖像所覆蓋的圖像區I的位置。

【0057】 當成像透鏡140定位在操作位置Z2時（在操作位置Z2處由成像透鏡140在目標平面150上形成的圖像被約束在目標區160內），所形成的圖像可能變得失焦。因此，在一些實施例中，物件200（參見第2圖）的高度或軸向位置d1可調整，例如，藉由控制平臺110的高度或軸向位置（藉由增加或減少軸向位置d1）來調整，直到在目標平面150上形成的圖像聚焦為止。替代地，光偵測器（例如相機）可沿z軸方向重新定位以減少或增加其與成像透鏡140

的距離，直到在光偵測器上形成的圖像聚焦為止。該選項可能不太較佳，因為它可能影響光偵測器上形成的圖像的放大率。然而，本領域技藝人士將能夠基於以上論述來實施額外調整步驟。在替代實施例中，由於在成像透鏡140後面形成的圖像的大小/尺寸根據距成像透鏡140的距離而改變，目標平面150或限定目標區160的光偵測器（例如相機）可沿光軸重新定位，直到對於在重新定位的目標平面上形成的圖像達到期望的放大率（或圖像大小）為止。如第9圖和第10圖中所示，其中光偵測器170沿光（z）軸以距離dZ'朝向成像透鏡140從Z0'重新定位到Z1'，以減小在其上形成的圖像的放大率。再次，在重新定位光偵測器170之後，可藉由增加或減小軸向位置d1來調整物件200的高度或軸向位置d1，以重新聚焦在光偵測器170上形成的圖像。

【0058】 在一些實施例中，透射光學系統可用於例如（但不限於）遮罩檢查工具中，其中光透射穿過試樣（例如半導體遮罩）並離開試樣的另一側而不是被反射。在該等實施例中，成像透鏡及/或用於偵測由成像透鏡形成的圖像的光偵測器可類似地沿光軸（相對於物鏡佈置）軸向地重新定位，以便調整光偵測器上的圖像的放大率，如前述。在此類實施例中，可軸向地重新定位試樣（改變試樣與物鏡佈置之間的距離）以校正所得到的圖像焦點。本領域技藝人士將理解，照明系統可能需要以某種方式進行調整以將照明場光闌焦點保持在試樣處。

【0059】 由於遠心度（或非遠心度）取決於成像透鏡140與物鏡佈置120的後焦平面之間的距離，所以沿光軸重新定位成像透鏡140可能影響遠心度以及放大率。特別地，相對於目標平面150重新定位成像透鏡140不僅具有調整在目標平面150上形成的圖像的放大率（或圖像大小）的技術效果，而且可具有改變質心光線的角度的額外技術效果，與重新定位目標平面150（或光偵測器）相比，此有利於由此形成的圖像更有效地會聚到期望的大小/放大率。

【0060】 應當注意，在成像透鏡140相對於物鏡佈置120及/或光偵測器170沿光軸軸向重新定位的實施例中，可將圖像放大率的調整與圖像聚焦顯著分開，以實現儀器光學元件的簡單直接對準（或重新對準）。本領域技藝人士將能夠根據具體情況最佳化放大率並聚焦（例如，藉由反覆運算對準等）。雖然放大率和聚焦之間仍可能存在一定程度的依賴性，但相比之下，向儀器添加變焦系統會導致放大率和聚焦之間更顯著的非平凡依賴性，從而給對準帶來不確定性和複雜性。

【0061】 本文描述的技術能夠藉由調整光學系統中成像透鏡的位置並將成像透鏡定位在將所得的放大圖像約束在目標平面（在其上產生圖像）上的目標區（其中偵測到放大圖像）內來校準光學系統中的圖像放大率。因此，本文描述的技術使得光學系統能夠針對放大率的變化（無論是由於生產過程還是其他原因）進行校準，而不需要借助於諸如傳統變焦系統之類的額外儀器。本技術的實施例可在半

導體檢查和計量裝備的製造中實施；特別地，本技術的實施例可在用於測試、量測及/或校準光學系統的製造或處理製程中實施，以解決放大率的變化，而不需要進一步處理來修改光學系統的元件。

【0062】 如本領域技藝人士將理解的，本技術可體現為系統、方法或電腦程式產品。因此，本技術可採取完全硬體實施例、完全軟體實施例或組合軟體和硬體的實施例的形式。

【0063】 此外，本技術可採用在電腦可讀取媒體中體現的電腦程式產品的形式，該電腦程式產品上體現有電腦可讀取程式碼。電腦可讀取媒體可以是電腦可讀信號媒體或電腦可讀取儲存媒體。電腦可讀取媒體可以是例如但不限於電、磁、光、電磁、紅外或半導體系統、設備或裝置，或者前述的任何合適的組合。

【0064】 用於執行本技術的操作的電腦程式代碼可以一或多個程式設計語言的任意組合來編寫，包括物件導向的程式設計語言和一般的程序程式設計語言。

【0065】 例如，用於執行本技術的操作的程式碼可包括一般的程式設計語言（解釋的或編譯的）中的原始程式碼、目標代碼或可執行代碼（諸如C），或者彙編代碼、用於設置或控制ASIC（專用積體電路）或FPGA（現場可程式設計閘陣列）的代碼，或者用於硬體描述語言的代碼，諸如VerilogTM或VHDL（超高速積體電路硬體描述語言）。

【0066】 程式碼可完全地在使用者的電腦上、部分地在使用者的電腦上並且部分地在遠端電腦上或完全地在遠端電腦或伺服器上執行。在後一種情境下，遠端電腦可經由任何類型的網路連接到使用者的電腦。代碼部件可體現為程序、方法等，並且可包括子部件，該子部件可採取任何抽象級別（從本機指令集的直接機器指令到高級編譯或解釋語言結構）的指令或指令序列的形式。

【0067】 本領域技藝人士亦將清楚的是，根據本技術的較佳實施例的邏輯方法的全部或部分可適當地體現在邏輯裝置中，該邏輯裝置包括用於執行方法的步驟的邏輯元件，並且此種邏輯元件可包括諸如例如可程式設計邏輯陣列或專用積體電路中的邏輯門等部件。此類邏輯佈置可進一步體現為使用例如虛擬硬體描述符語言在此類陣列或電路中臨時或永久地建立邏輯結構的使能元件，其可使用固定或可傳輸載體媒體來儲存和傳輸。

【0068】 本文敘述的實例和條件語言旨在說明讀者理解本技術的原理，而不是將其範圍限制於此種特別敘述的實例和條件。應當理解，本領域技藝人士可設計出各種佈置，儘管本文沒有明確地描述或圖示，但是該等佈置體現了本技術的原理並且包括在由所附請求項限定的其範圍內。

【0069】 此外，為了幫助理解，以上描述可描述本技術的相對簡化的實施方式。本領域技藝人士將會理解，本技術的各種實施方式可具有更大的複雜性。

【0070】 在一些情況下，亦可闡述被認為是對本技術的修改的有用實例。如此做僅是為了幫助理解，並且再次強調，不是為了限制本技術的範圍或闡述本技術的界限。該等修改並不是詳盡的列舉，並且本領域技藝人士可做出其他修改，同時仍然在本技術的範圍內。此外，在沒有闡述修改實例的情況下，不應解釋為不可能進行修改及/或所描述的是實施本技術的該元素的唯一方式。

【0071】 此外，本文中敘述該技術的原理、態樣和實施方式及其特定實例的所有陳述旨在涵蓋其結構和功能均等物，無論它們是當前已知的還是將來開發的。因此，例如，本領域技藝人士將理解，本文中的任何方塊圖表示體現本技術的原理的說明性電路系統的概念視圖。類似地，應當理解，任何流程圖、流程圖示、狀態轉換圖、偽代碼等表示可基本上在電腦可讀取媒體中表示並且因此由電腦或處理器執行的各種過程，無論是否明確地圖示此類電腦或處理器。

【0072】 圖中所示的各種元件的功能，包括標記為「處理器」的任何功能方塊，可藉由使用專用硬體以及能夠與適當的軟體相關聯地執行軟體的硬體來提供。當由處理器提供時，功能可由單個專用處理器、由單個共用處理器、或由複數個單獨的處理器提供，其中一些處理器可以是共享的。此外，術語「處理器」或「控制器」的明確使用不應被解釋為排他地指能夠執行軟體的硬體，並且可隱含地包括但不限於數位訊號處理器（DSP）硬體、網路處理器、

特殊應用積體電路（ASIC）、現場可程式設計閘陣列（FPGA）、用於儲存軟體的唯讀記憶體（ROM）、隨機存取記憶體（RAM）和非揮發性記憶體。亦可包括其他一般及/或定製的硬體。

【0073】 軟體模組或暗示為軟體的簡單模組在本文中可被表示為流程圖元素或指示過程步驟的執行及/或文字描述的其他元素的任意組合。此類模組可由明確或隱含地圖示的硬體來執行。

【0074】 本領域技藝人士將清楚，在不脫離本技術的範圍的情況下，可對前述示例性實施例進行許多改進和修改。

【符號說明】

【0075】

100：檢查系統

110：平臺

120：物鏡佈置

130：部分反射元件

135：後焦平面

140：成像透鏡

150：目標平面

160：目標區

170：光偵測器設備

180：光源

190：反射器

200：物件

301：成像區

302：成像區

303：成像區

d1：軸向位置

d2：距離

z：位置

h：部分

θ：半形

dz：距離

z0：位置

z1：操作位置

z2：第一成像透鏡位置

z3：第二成像透鏡位置

I：圖像區

I’：圖像/圖像區

I’’：圖像/圖像區

dz’：距離

z0’：位置

z1’：位置

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種校準一光學顯微鏡系統的方法，該光學顯微鏡系統包括：一物鏡佈置（120），該物鏡佈置用於接收來自一物件（200）的至少一部分的光，以及一成像透鏡（140），該成像透鏡用於投射從該物鏡佈置接收的光以在一目標平面（150）上形成該物件的至少該部分的一圖像，該方法包括以下步驟：

基於要在該目標平面上形成的該物件的至少該部分的該圖像的一預定尺寸來在該目標平面上限定一目標區（160）；

將該成像透鏡沿其一光軸移動到複數個成像透鏡位置，該複數個成像透鏡位置相對於該目標平面的距離而變化，以使該目標平面上的該圖像的一放大率變化；

當該物件的至少該部分的該圖像在該目標平面上的該目標區內配合時，從該複數個成像透鏡位置確定一第一成像透鏡位置（Z1；Z2）；及

基於該第一成像透鏡位置來將該成像透鏡定位在一操作位置（Z1）處，使得該物件的至少該部分的該圖像被約束在該目標平面上的該目標區內。

【請求項2】 如請求項1所述之方法，其中該光學顯微鏡系統包括光偵測器設備，該光偵測器設備被配置為偵測該物件的至少該部分的該圖像，該方法進一步包括以下步驟使用該光偵測器設備在基本上位於該目標平面上的一位置處偵測該物件的至少該部分的該圖像。

【請求項3】 如請求項2所述之方法，其中該光偵測器設備包括由複數個成像區（301、302、303、……）形成的一成像區域，並且該目標區（160）由該光偵測器設備上的預定數量的成像區限定。

【請求項4】 如請求項1所述之方法，其中該物件是一已知尺寸的一校準物件，使得基於要在該目標平面上形成的該物件的至少該部分的該圖像的一預定尺寸來在該目標平面上限定一目標區(160)限定該物件的一放大率。

【請求項5】 如請求項1所述之方法，進一步包括以下步驟：

沿該光軸調整該物件的一軸向位置（d1）以使該物件與該物鏡佈置之間的一距離變化；

確定該物件的一物件軸向位置，該物件的至少該部分的該圖像在該目標平面上聚焦在該物件軸向位置處；及

將該物件設置在該物件軸向位置處。

【請求項6】 如請求項1所述之方法，進一步包括以下步驟：當該圖像（I''）延伸超過該目標平面上的該目標區時，從該複數個成像透鏡位置確定一第二成像透鏡位置（Z3），並且將該操作位置（Z1）設置為在該第一成像透鏡位置（Z2）與該第二成像透鏡位置（Z3）之間的一位置。

【請求項7】 如請求項6所述之方法，其中該操作位置設置在該第一成像透鏡位置與該第二成像透鏡位置之間的基本上中間處。

【請求項8】 一種非暫態電腦可讀取媒體，該非暫態電腦可讀取媒體包括機器可讀代碼，該機器可讀代碼當由一處理器執行時，使該處理器執行如請求項 1 所述之方法。

【請求項9】 一種光學顯微鏡系統，包括：

一物鏡佈置（120），該物鏡佈置被配置為接收來自該物件的至少一部分的反射光；

一成像透鏡（140），該成像透鏡設置在與該物鏡佈置間隔開的一操作位置處，該成像透鏡被配置為接收來自該物鏡佈置的光並投射來自該物鏡佈置的該接收光以在一目標平面（150）上形成該物件的至少該部分的一圖像；及

一控制單元，該控制單元被配置用於藉由以下操作確定該操作位置：

基於要在該目標平面上形成的該物件的至少該部分的該圖像的一預定尺寸來在該目標平面上限定一目標區（160）；

將該成像透鏡沿其一光軸移動到複數個成像透鏡位置，該複數個成像透鏡位置相對於該目標平面的距離而變化，以使該目標平面上的該圖像的一放大率變化；

當該物件的至少該部分的該圖像在該目標平面上的該目標區內配合時，從該複數個成像透鏡位置確定一第一成像透鏡位置；及

基於該第一成像透鏡位置來設置該操作位置，使得該

物件的至少該部分的該圖像被約束在該目標平面上的該目標區內。

【請求項10】如請求項13所述之光學顯微鏡系統，其中該物鏡佈置被配置為使得該物鏡佈置的一出射光瞳定位在該物鏡佈置外部、在該物鏡佈置的一後焦平面上。

【請求項11】一種用於檢查一物件的檢查系統（100），包括：

一光源（180），該光源被佈置為照射該物件；

如請求項9至10中任一項所述之光學系統，該光學系統被佈置為將來自該物件的反射光透射到該目標平面上；及

至少一個光偵測器設備（170），該至少一個光偵測器設備被佈置為偵測透射穿過該光學系統的光。

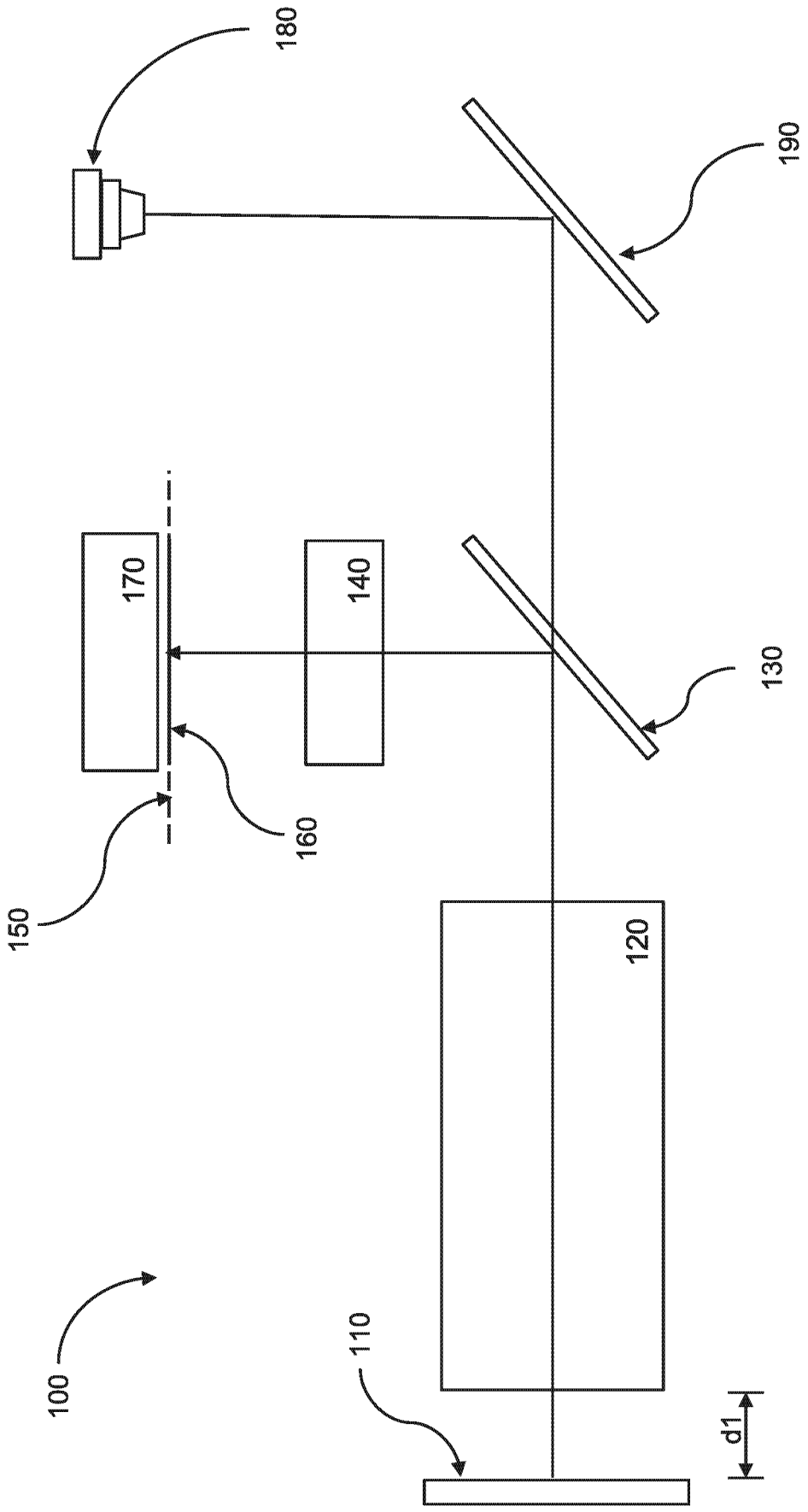
【請求項12】如請求項11所述之檢查系統，其中該至少一個光偵測器設備包括光偵測器陣列。

【請求項13】如請求項11所述之檢查系統，其中該至少一個光偵測器設備包括由複數個成像區（301、302、303、……）形成的一成像區域。

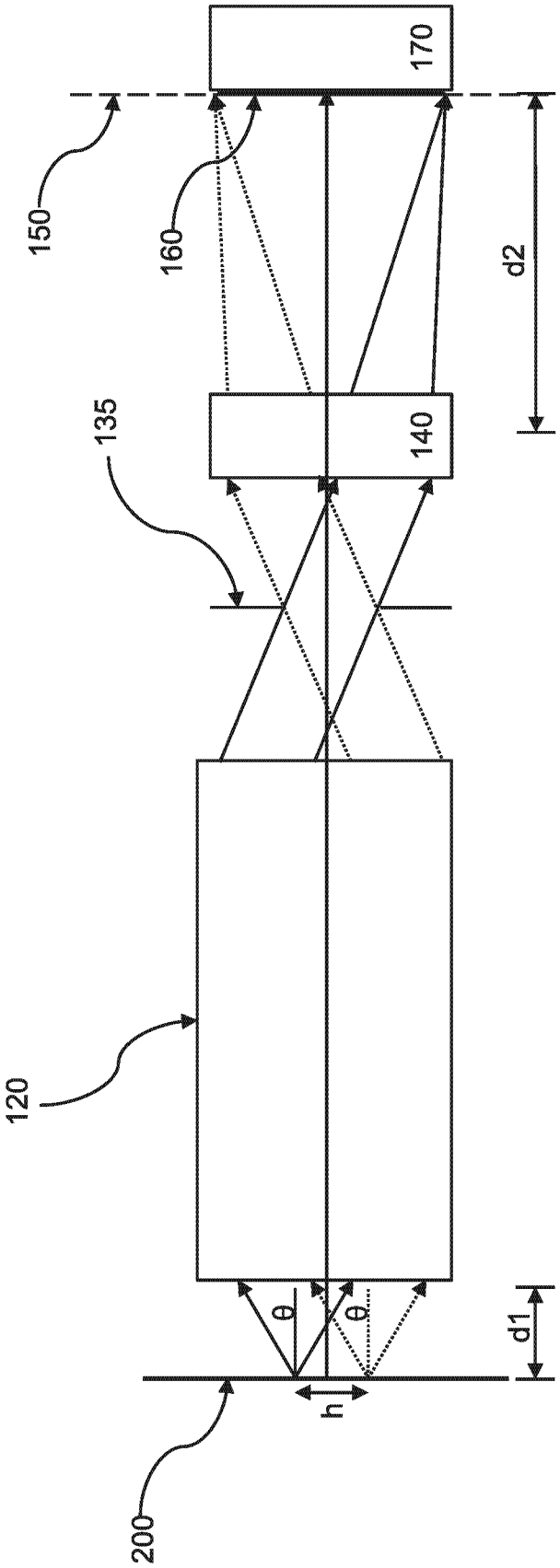
【請求項14】如請求項11所述之檢查系統，進一步包括一平臺（110），該平臺被配置為接收該物件，其中該平臺的位置相對於距該光學系統的該物鏡佈置的一距離可調整。

【請求項15】如請求項11所述之檢查系統，其中該檢查系統是一光學半導體晶圓及/或遮罩檢查系統。

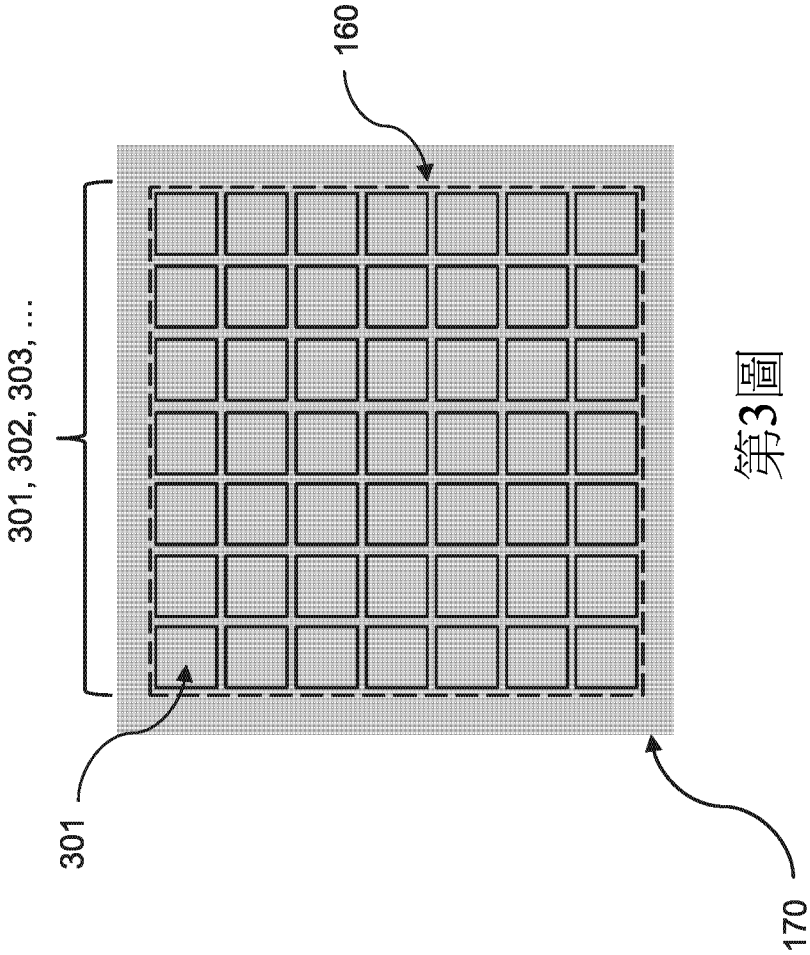
【發明圖式】



第1圖

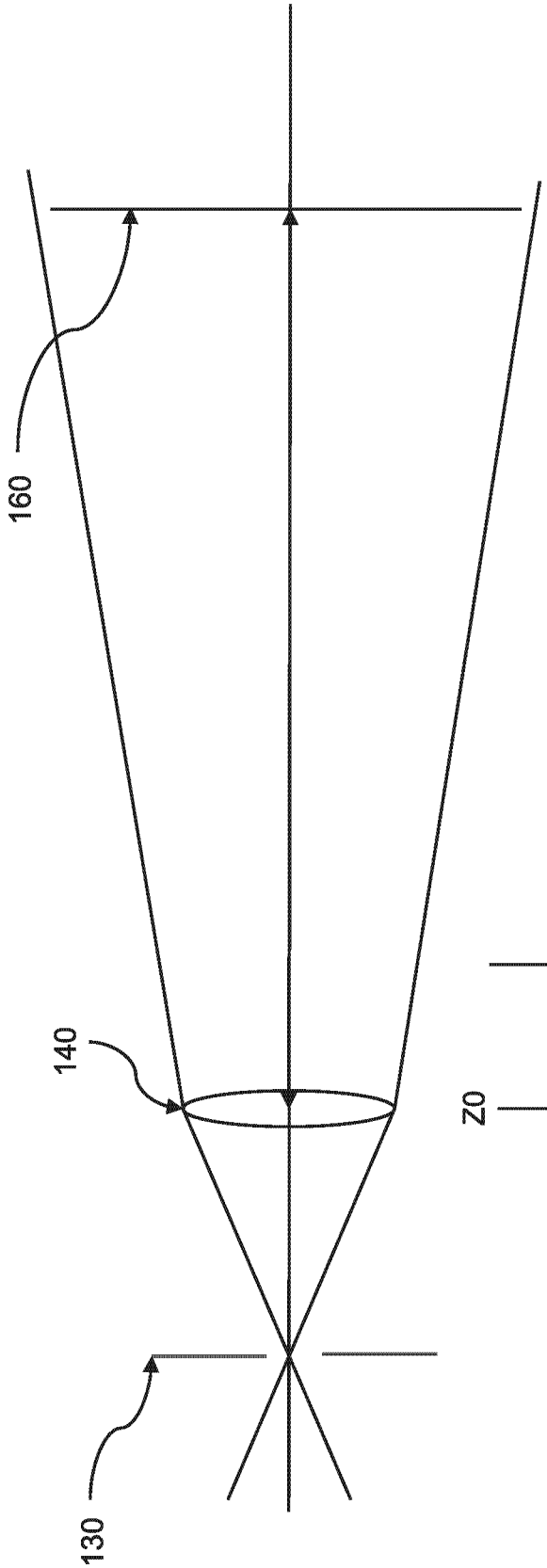


第2圖

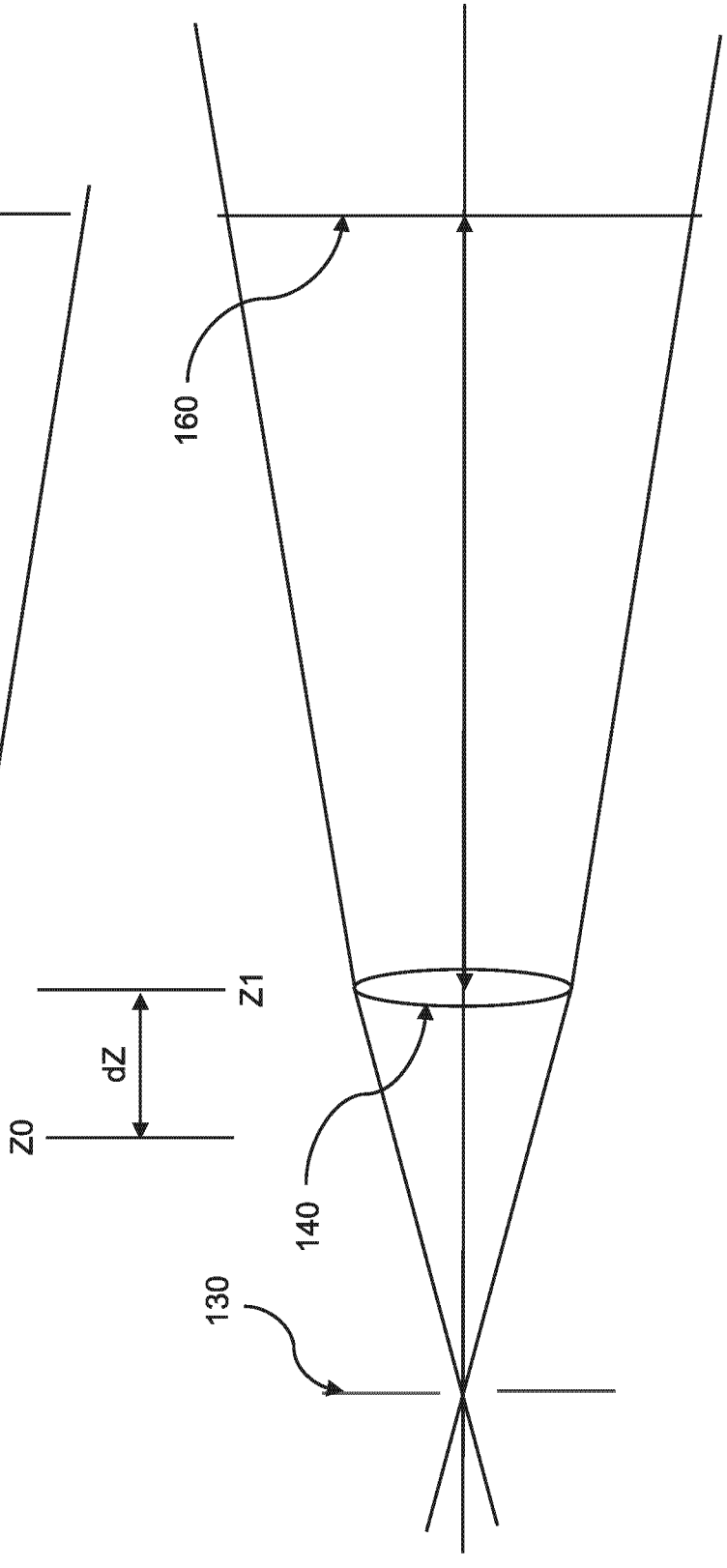


第3圖

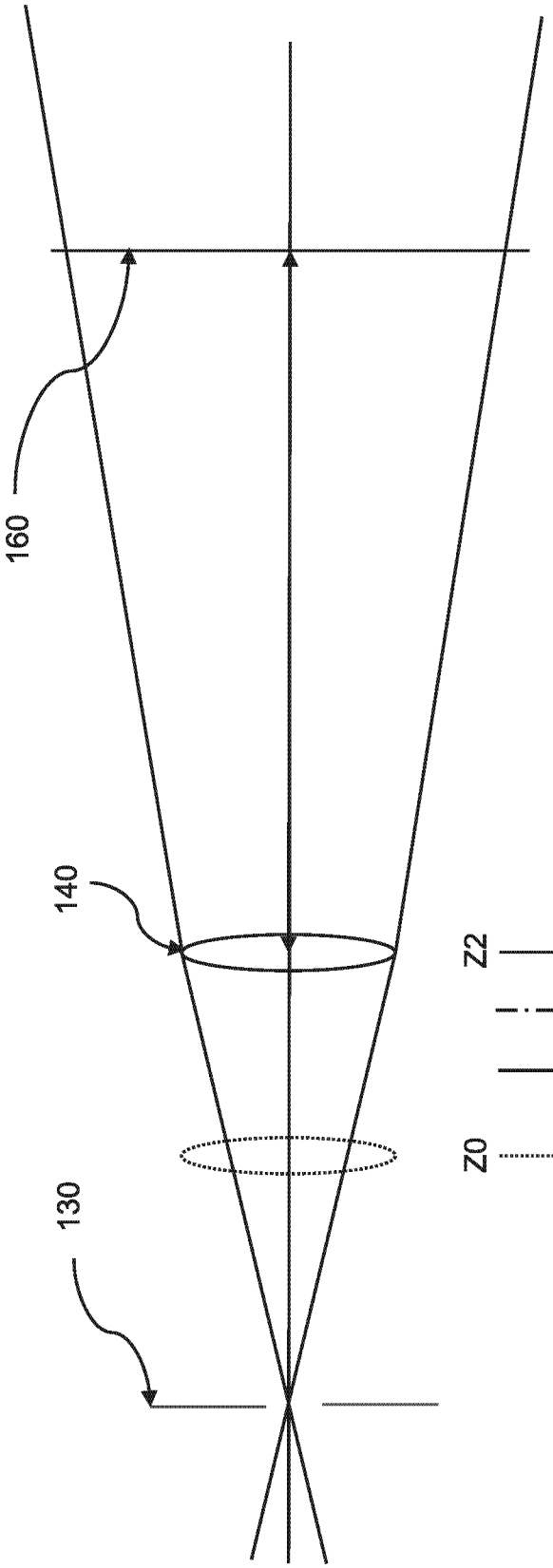
第4圖



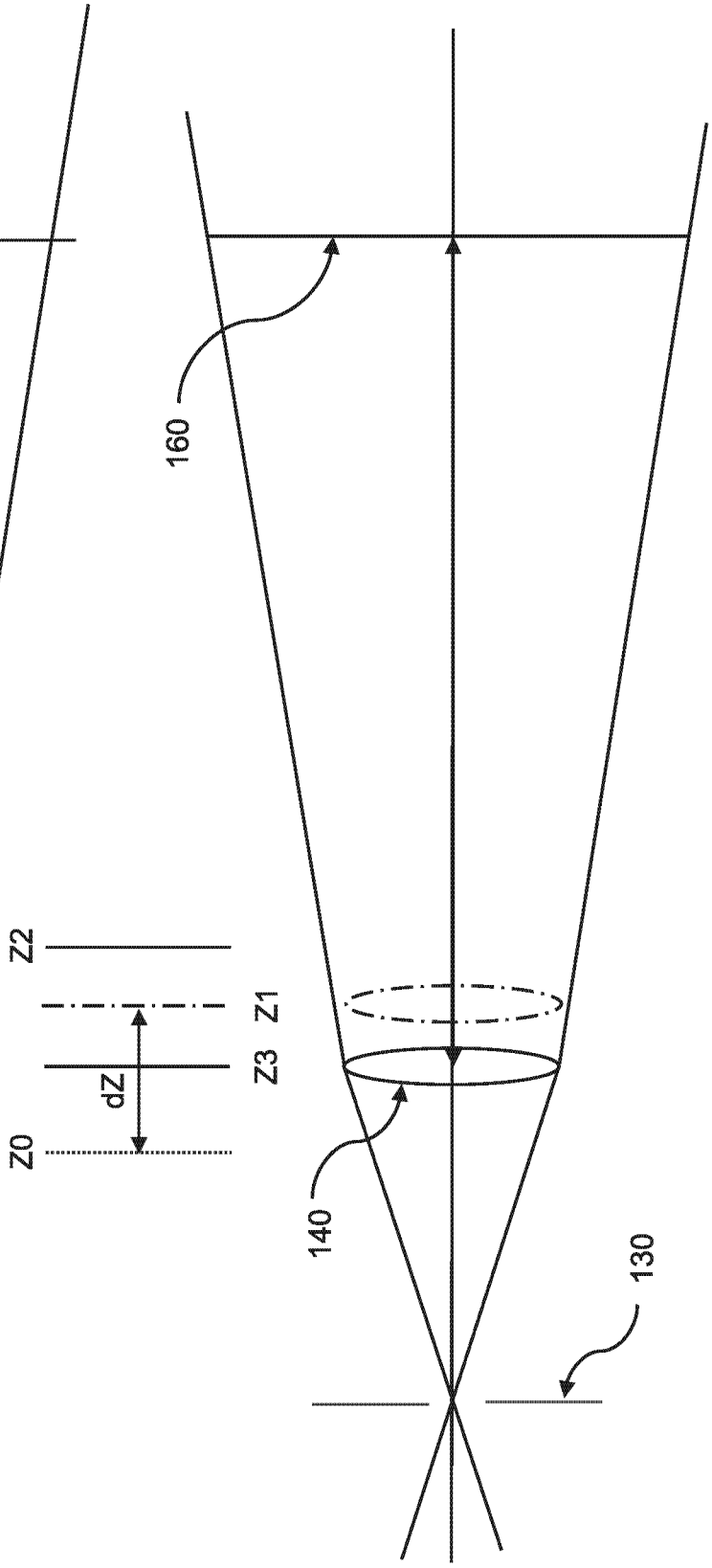
第5圖

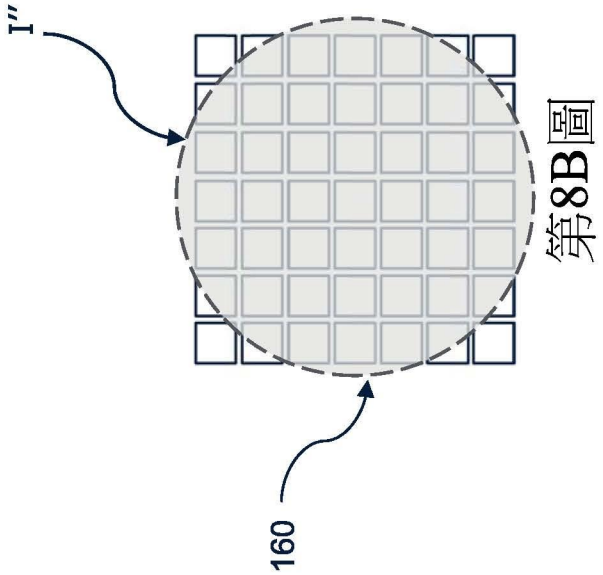


第6圖

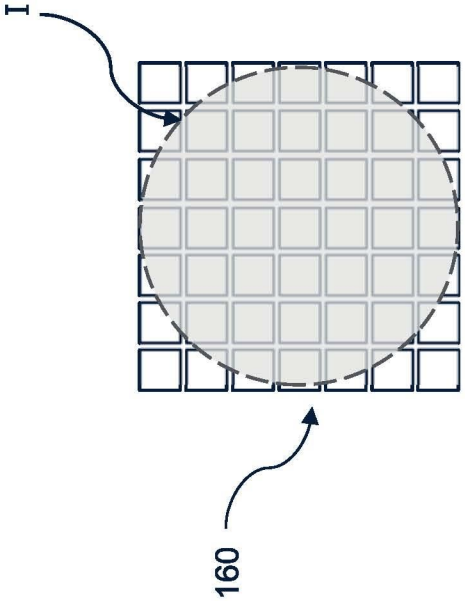


第7圖

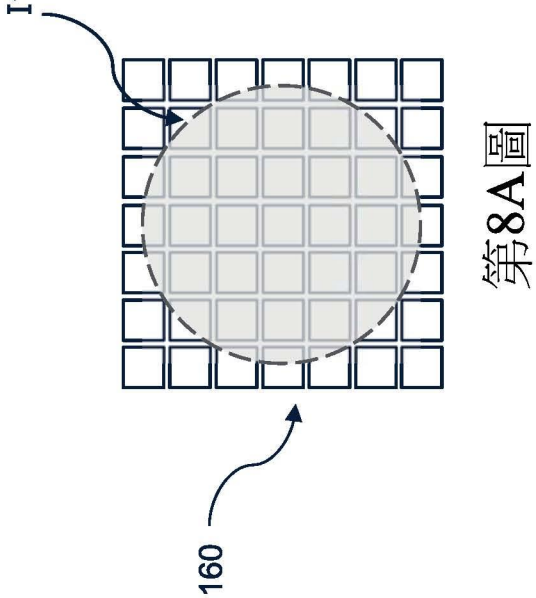




第8B圖

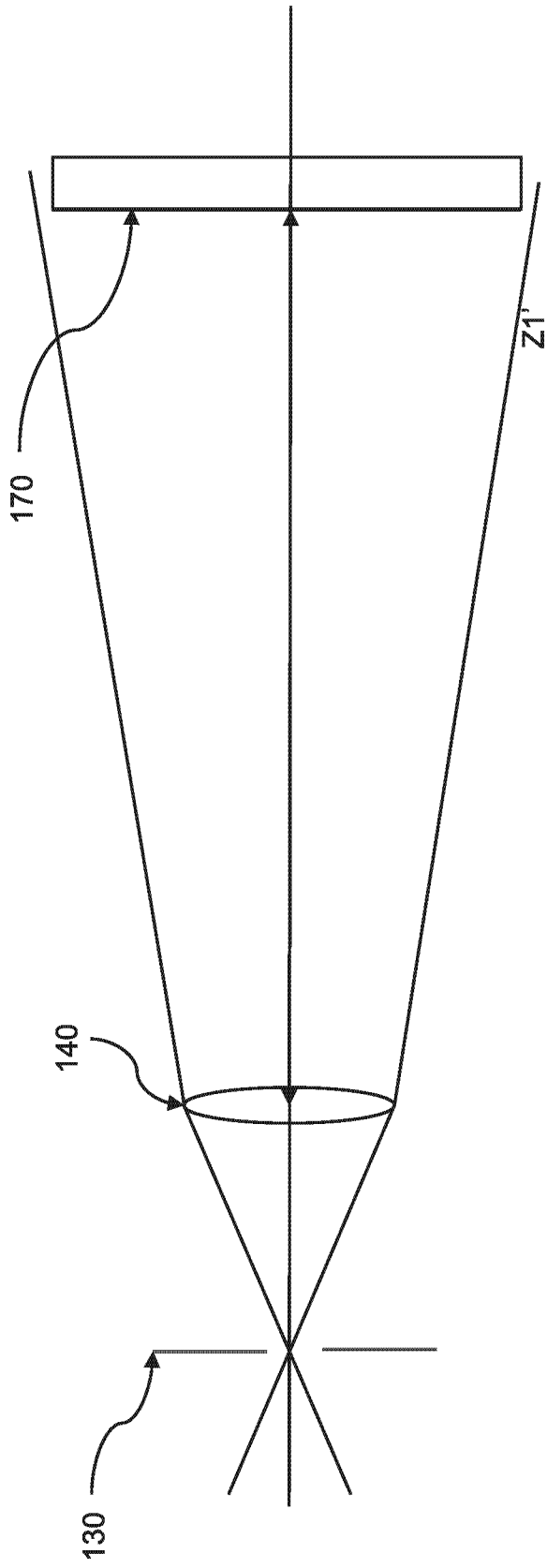


第8C圖



第8A圖

第9圖



第10圖

