



(21)申請案號：105139829

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 02 日

(51)Int. Cl. : **G03F7/20 (2006.01)** **G03F9/00 (2006.01)**

(30)優先權：2015/12/03 美國 62/262,780

(71)申請人：A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B.V. (NL)

荷蘭

A S M L 控股公司 (荷蘭) ASML HOLDING N.V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：布林克夫 拉夫 BRINKHOF, RALPH (NL)；麥提森 賽門 吉司伯 喬瑟佛思

MATHIJSEN, SIMON GIJSBERT JOSEPHUS (NL)；葛森 邁可 羅伯特

GOOSEN, MAIKEL ROBERT (NL)；德莫吉斯 凡氏立 DEMERGIS, VASSILI

(US)；力吉柏斯 巴特 RIJPERS, BART (NL)

(74)代理人：林嘉興

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：10 共 65 頁

(54)名稱

位置量測方法、微影設備、微影單元和器件製造方法

POSITION MEASURING METHOD, LITHOGRAPHIC APPRATUS, LITHOCELL AND DEVICE
MANUFACTURING METHOD

(57)摘要

本發明揭示一種使用一光學系統來量測一基板上之至少一個對準目標之位置的方法。該方法包含：藉由運用輻射來照明至少一個子分段目標且使用一或多個偵測器來偵測由該子分段目標繞射之輻射而量測該子分段目標，以獲得含有該子分段目標之位置資訊的信號。該子分段目標包含在至少一第一方向上週期性地配置之結構，該等結構中之至少一些包含較小子結構，每一子分段目標被形成為在該等結構與該等子結構之間具有為已知分量與未知分量兩者之一組合的一位置偏移。使用該等信號連同關於該子分段目標之已知偏移之間的差之資訊，以計算針對該位置偏移之該未知分量而校正的至少一個對準目標之一經量測位置。

Disclosed is a method of measuring positions of at least one alignment target on a substrate using an optical system. The method comprises measuring at least one sub-segmented target by illuminating said sub-segmented target with radiation and detecting radiation diffracted by said sub-segmented target using one or more detectors to obtain signals containing positional information of the sub-segmented target. The sub-segmented target comprise structures arranged periodically in at least a first direction, at least some of said structures comprising smaller sub-structures, each sub-segmented target being formed with a positional offset between the structures and the sub-structures that is a combination of both known and unknown components. The signals, together with information on differences between known offsets of the sub-segmented target are used to calculate a measured position of at least one alignment target which is corrected for said unknown component of said positional offset.

指定代表圖：

符號簡單說明：

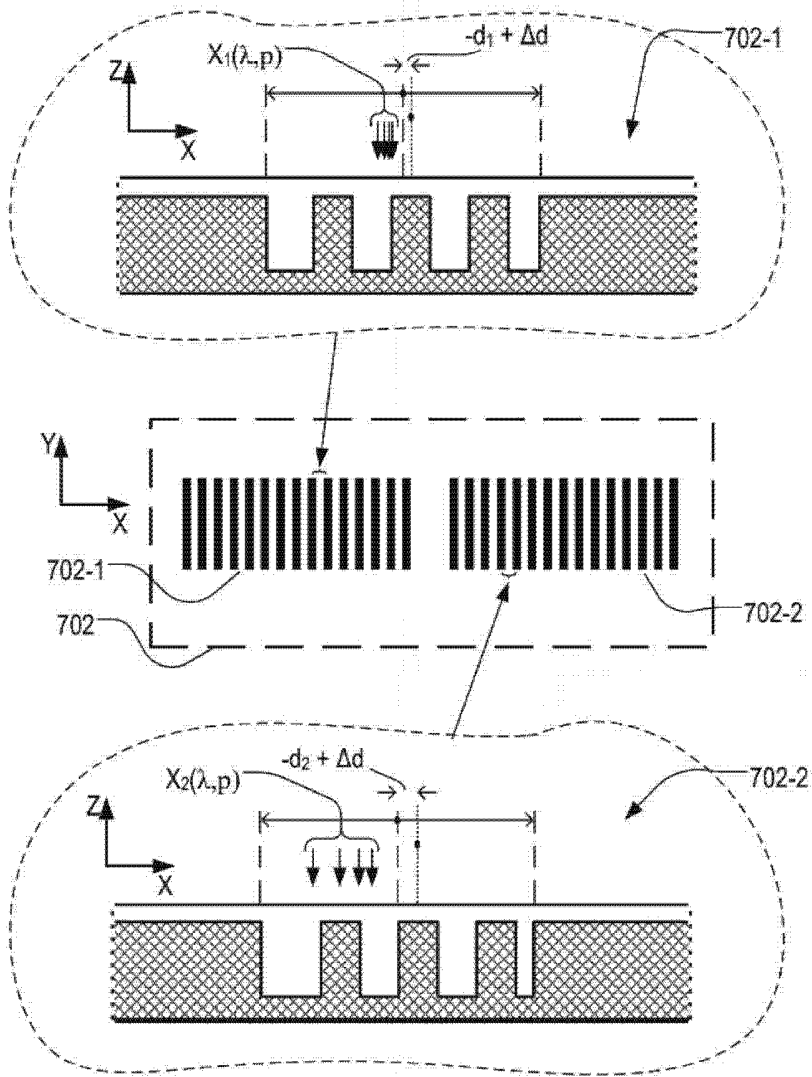
702 . . . 差動子分段 (DSM)對準目標

702-1 . . . 第一目標區段

702-2 . . . 第二目標區段

$-d_1 + \Delta d$. . . 組合式移位

$-d_2 + \Delta d$. . . 組合式移位



【圖7】

【發明說明書】

【中文發明名稱】

位置量測方法、微影設備、微影單元和器件製造方法

【英文發明名稱】

POSITION MEASURING METHOD, LITHOGRAPHIC
APPARATUS, LITHOCELL AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

【技術領域】

本發明係關於一種用於量測基板上之至少一個對準目標之位置的方法。在其他態樣中，本發明提供一種微影設備、一種微影單元及一種器件製造方法。

【先前技術】

微影設備為將所要圖案施加至基板上(通常施加至基板之目標部分上)之機器。微影設備可用於(例如)積體電路(IC)製造中。在該情況下，圖案化器件(其被替代地稱作光罩或倍縮光罩)可用以產生待形成於IC之個別層上的電路圖案。此圖案可轉印至基板(例如，矽晶圓)上之目標部分(例如，包含晶粒之部分、一個晶粒或若干晶粒)上。通常經由成像至提供於基板上之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上而進行圖案之轉印。一般而言，單一基板將含有經順次地圖案化之鄰近目標部分之網路。已知的微影設備包括：所謂的步進器，其中藉由一次性將整個圖案曝光至目標部分上來輻照每一目標部分；及所謂的掃描器，其中藉由在給定方向(「掃描」方向)上經由輻射光束而掃描圖案同時平行或反平行於此方向而同步地掃描基板來輻照每一目標部分。亦有可能藉由將圖案壓印至基板上而將圖案自圖案化器件轉印至基板。

為了控制微影程序以將器件特徵準確地置放於基板上，通常將對準目標提供於基板上，且微影設備包括可供準確地量測基板上之目標之位置之一或多個對準感測器。此等對準感測器實際上為位置量測設備。不同類型之目標及不同類型之對準感測器係自不同時間及不同製造商為吾人所知。廣泛地用於當前微影設備中的一種類型之感測器係基於如US 6961116 (den Boef等人)中所描述之自參考干涉計。通常，單獨地量測目標以獲得X位置及Y位置。然而，可使用公開專利申請案US 2009/195768 A (Bijnen等人)中所描述之技術來執行組合式X量測及Y量測。此等申請案兩者之內容皆係以引用之方式併入本文中。

使用商業對準感測器之進階對準技術係由Jeroen Huijbregtse等人在「Overlay Performance with Advanced ATHENA™ Alignment Strategies」(Metrology, Inspection, and Process Control for Microlithography XVII, 編者為Daniel J. Herr, Proceedings of SPIE, 第5038卷(2003年))中予以描述。此等策略可被延伸且在商業上應用於由上文所提及之US'116及US'768所描述之類型的感測器中。商業感測器之特徵為其在同一目標光柵或多個相同目標光柵上使用若干波長(色彩)及偏振之輻射(光)來量測位置。無單一色彩對於在所有情形中進行量測係理想的，因此，商業系統自數個信號選擇提供最可靠之位置資訊的信號。替代地，該系統亦可使用來自不同色彩及/或偏振之信號的線性組合，如包含本申請人之內部檔案編號2014D00195的專利申請案中所描述，該專利申請案係以引用之方式併入本文中。

不斷地需要提供更準確之位置量測，尤其是需要隨著產品特徵變得愈來愈小而控制疊對誤差。對準誤差之一個原因係由於對準目標相比於周圍

產品特徵係以相對於標稱之不同移位予以曝光，此係歸因於對準目標與產品特徵之間的大間距差。出於解釋起見，對準目標通常係由特徵遠大於待施加至微影設備中之基板之器件圖案之特徵的光柵形成。因此並未藉由對準光柵之精細度而是藉由對準光柵提供可遍及許多週期而量測之週期性信號以總體地獲得極準確之位置量測的事實而獲得所需定位準確度。另一方面，粗略光柵並不表示實際產品特徵，且因此，其構造相比於真實產品特徵經受不同處理效應。

通常使用與將使圖案應用於後續產品層之微影設備相似或甚至相同的微影設備而貫穿器件製造程序將對準目標施加至基板。舉例而言，歸因於用以施加圖案之光學投影系統中之像差，產品特徵相比於較粗略對準光柵特徵在其定位方面經受稍微不同的誤差。此情形在當前對準感測器中之效應為經量測位置含有未知誤差，該經量測位置既非粗略光柵之位置亦非產品特徵之位置。

為了處理較粗略對準光柵特徵與產品特徵之間的此誤差失配(在本文中被稱作「標記印刷誤差(mark print error)」)，已開發出允許量測標記印刷誤差且因此校正標記印刷誤差之對準目標。此等對準目標可被稱作差動子分段目標(DSM目標)且在以引用之方式併入本文中之WO2014/014906中予以描述。雖然此等DSM目標有效於量測標記印刷誤差，但其有效性已被發現為受到一些基板處理步驟損害。此等處理步驟(其中之一者為蝕刻)可造成目標之不對稱變形，此會降級目標之效能。此限制該等步驟在正常基板對準序列中之有用性，此係因為通常在此處理之後量測目標。

【發明內容】

將需要處理與子分段目標之處理相關的上述問題。

在一第一態樣中，本發明包含一種使用一光學系統來量測一基板上之至少一個對準目標之位置的方法，該方法包含：(a)藉由運用輻射來照明至少一個子分段目標且使用一或多個偵測器來偵測由該子分段目標繞射之輻射而量測該子分段目標，以獲得含有該子分段目標之位置資訊的信號，當該子分段目標仍在抗蝕劑中時對該子分段目標執行此步驟，該子分段目標包含在至少一第一方向上週期性地配置之結構，該等結構中之至少一些包含較小子結構，每一子分段目標被形成為在該等結構與該等子結構之間具有為已知分量與未知分量兩者之一組合的一位置偏移；及(b)使用該等信號連同關於該子分段目標之該等已知偏移之間的差之資訊，以計算針對該位置偏移之該未知分量而校正的至少一個對準目標之一經量測位置。

本發明亦揭示一種製造器件之方法，其中使用一微影程序將一器件圖案施加至一基板，該方法包括藉由參考形成於該基板上之至少一個對準目標之一經量測位置來定位該經施加圖案，該經量測位置係藉由該第一態樣之一方法而獲得。本發明亦揭示關聯微影設備、微影單元及電腦程式。

【圖式簡單說明】

現在將參考隨附示意性圖式而僅作為實例來描述本發明之實施例，在該等圖式中：

圖1描繪包括可用於執行根據本發明之方法之對準感測器的例示性微影設備；

圖2描繪可用以執行根據本發明之方法之微影單元或叢集；

圖3 (包含圖3之(a)及圖3之(b))說明可提供於圖1之設備中之基板上的

對準目標之各種形式；

圖4為掃描圖1之設備中之對準目標的已知對準感測器之示意性方塊圖；

圖5包含：(a)用於使用第一對照明孔徑來量測根據本發明之實施例之目標的暗場散射計之示意圖；(b)用於給定照明方向之目標光柵之繞射光譜的細節；(c)在使用散射計以用於以繞射為基礎之疊對量測時提供另外照明模式之第二對照明孔徑；(d)組合第一對孔徑與第二對孔徑之第三對照明孔徑；(e)已知形式之多光柵目標及基板上之量測光點之輪廓；及(f)在圖5之(a)之散射計中所獲得的圖5之(e)之目標之影像；

圖6為具有依解析度特徵之對準目標之詳細示意性橫截面，該等依解析度特徵(a)不具有粗略特徵位置與依解析度特徵位置之間的失配及(b)具有粗略特徵位置與依解析度特徵位置之間的失配；

圖7以平面圖及橫截面展示根據本發明之一實施例之兩部分差動對準目標；

圖8為說明根據本發明之一實施例之方法的流程圖；

圖9為根據本發明之一實施例的使用由度量衡設備量測之差動子分段目標來量測位置之方法的流程圖；且

圖10為根據本發明之一實施例的使用圖7之差動對準目標來量測位置之方法的流程圖。

【實施方式】

圖1示意性地描繪根據本發明之一個實施例之微影設備。該設備包含：

- 照明系統(照明器) IL，其經組態以調節輻射光束B (例如，UV輻射

或EUV輻射)；

- 支撐結構(例如，光罩台) MT，其經建構以支撐圖案化器件(例如，光罩) MA，且連接至經組態以根據某些參數來準確地定位該圖案化器件之第一定位器PM；

- 基板台(例如，晶圓台) WTa或WTb，其經建構以固持基板(例如，抗蝕劑塗佈晶圓) W，且連接至經組態以根據某些參數來準確地定位該基板之第二定位器PW；及

- 投影系統(例如，折射投影透鏡系統) PS，其經組態以將由圖案化器件MA賦予至輻射光束B之圖案投影至基板W之目標部分C (例如，包含一或多個晶粒)上。

照明系統可包括用於導向、塑形或控制輻射的各種類型之光學組件，諸如折射、反射、磁性、電磁、靜電或其他類型之光學組件，或其任何組合。

支撐結構支撐(亦即，承載)圖案化器件。支撐結構以取決於圖案化器件之定向、微影設備之設計及其他條件(諸如圖案化器件是否被固持於真空環境中)的方式來固持圖案化器件。支撐結構可使用機械、真空、靜電或其他夾持技術以固持圖案化器件。支撐結構可為(例如)框架或台，其可根據需要而固定或可移動。支撐結構可確保圖案化器件(例如)相對於投影系統處於所要位置。可認為本文中對術語「倍縮光罩」或「光罩」之任何使用皆與更一般之術語「圖案化器件」同義。

本文中所使用之術語「圖案化器件」應被廣泛地解譯為係指可用以在輻射光束之橫截面中向輻射光束賦予圖案以便在基板之目標部分中產生圖案的任何器件。應注意，舉例而言，若被賦予至輻射光束之圖案包括相移

特徵或所謂的輔助特徵，則該圖案可不確切地對應於基板之目標部分中之所要圖案。通常，被賦予至輻射光束之圖案將對應於目標部分中所產生之器件(諸如積體電路)中之特定功能層。

圖案化器件可為透射的或反射的。圖案化器件之實例包括光罩、可程式化鏡面陣列及可程式化LCD面板。光罩在微影中為吾人所熟知，且包括諸如二元、交變相移及衰減相移之光罩類型，以及各種混合式光罩類型。可程式化鏡面陣列之實例使用小鏡面之矩陣配置，該等小鏡面中之每一者可個別地傾斜，以便使入射輻射光束在不同方向上反射。傾斜鏡面在由鏡面矩陣反射之輻射光束中賦予圖案。

本文中所使用之術語「投影系統」應被廣泛地解譯為涵蓋適於所使用之曝光輻射或適於諸如浸潤液體之使用或真空之使用的其他因素的任何類型之投影系統，包括折射、反射、反射折射、磁性、電磁及靜電光學系統，或其任何組合。可認為本文中對術語「投影透鏡」之任何使用皆與更一般之術語「投影系統」同義。

如此處所描繪，該設備屬於透射類型(例如，使用透射光罩)。替代地，該設備可屬於反射類型(例如，使用上文所提及之類型之可程式化鏡面陣列，或使用反射光罩)。

微影設備可屬於具有兩個(雙載物台)或多於兩個基板台(及/或兩個或多於兩個光罩台)之類型。在此等「多載物台」機器中，可並行地使用額外台，或可對一或多個台進行預備步驟，同時將一或多個其他台用於曝光。圖1之實例中之兩個基板台WTa及WTb為此情形之說明。可以單機方式使用本文中所揭示之本發明，但詳言之，本發明可在單載物台設備或多載物台設備之曝光前量測階段中提供額外功能。

微影設備亦可屬於如下類型：其中基板之至少一部分可由具有相對高折射率之液體(例如，水)覆蓋，以便填充投影系統與基板之間的空間。亦可將浸潤液體施加至微影設備中之其他空間，例如，光罩與投影系統之間的空間。浸潤技術在此項技術中被熟知用於增加投影系統之數值孔徑。如本文中所使用之術語「浸潤」並不意謂諸如基板之結構必須浸沒於液體中，而是僅意謂液體在曝光期間位於投影系統與基板之間。

參看圖1，照明器IL自輻射源SO接收輻射光束。舉例而言，當源為準分子雷射時，源與微影設備可為分離的實體。在此等狀況下，不認為源形成微影設備之部分，且輻射光束係憑藉包含(例如)合適導向鏡面及/或光束擴展器之光束遞送系統BD而自源SO傳遞至照明器IL。在其他狀況下，舉例而言，當源為水銀燈時，源可為微影設備之整體部分。源SO及照明器IL連同光束遞送系統BD (在需要時)可被稱作輻射系統。

照明器IL可包含用於調整輻射光束之角強度分佈之調整器AD。通常，可調整照明器之光瞳平面中之強度分佈的至少外部徑向範圍及/或內部徑向範圍(通常分別被稱作 σ 外部及 σ 內部)。另外，照明器IL可包含各種其他組件，諸如積光器IN及聚光器CO。照明器可用以調節輻射光束，以在其橫截面中具有所要均一性及強度分佈。

輻射光束B入射於被固持於支撐結構(例如，光罩台MT)上之圖案化器件(例如，光罩MA)上，且係由該圖案化器件圖案化。在已橫穿光罩MA的情況下，輻射光束B傳遞通過投影系統PS，投影系統PS將該光束聚焦至基板W之目標部分C上。憑藉第二定位器PW及位置感測器IF (例如，干涉量測器件、線性編碼器或電容性感測器)，可準確地移動基板台WTa/WTb，例如，以便使不同目標部分C定位於輻射光束B之路徑中。相似地，例

如，在自光罩庫之機械擷取之後，或在掃描期間，可使用第一定位器PM及另一位置感測器(其未在圖1中被明確地描繪)以相對於輻射光束B之路徑來準確地定位光罩MA。一般而言，可憑藉形成第一定位器PM之部分之長衝程模組(粗略定位)及短衝程模組(精細定位)來實現光罩台MT之移動。相似地，可使用形成第二定位器PW之部分之長衝程模組及短衝程模組來實現基板台WTa/WTb之移動。在步進器(相對於掃描器)之狀況下，光罩台MT可僅連接至短衝程致動器，或可固定。可使用光罩對準目標M1、M2及基板對準目標P1、P2來對準光罩MA及基板W。儘管如所說明之基板對準目標佔據專用目標部分，但該等目標可位於目標部分之間的空間中(此等目標被稱為切割道對準目標)。相似地，在將多於一個晶粒提供於光罩MA上的情形中，光罩對準目標可位於該等晶粒之間。

所描繪設備可用於以下模式中之至少一者中：

1. 在步進模式中，在將被賦予至輻射光束之整個圖案一次性投影至目標部分C上時，使光罩台MT及基板台WTa/WTb保持基本上靜止(亦即，單次靜態曝光)。接著，使基板台WTa/WTb在X方向及/或Y方向上移位，使得可曝光不同目標部分C。在步進模式中，曝光場之最大大小限制單次靜態曝光中成像之目標部分C之大小。

2. 在掃描模式中，在將被賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上時，同步地掃描光罩台MT及基板台WTa/WTb (亦即，單次動態曝光)。可藉由投影系統PS之放大率(縮小率)及影像反轉特性來判定基板台WTa/WTb相對於光罩台MT之速度及方向。在掃描模式中，曝光場之最大大小限制單次動態曝光中之目標部分之寬度(在非掃描方向上)，而掃描運動之長度判定目標部分之高度(在掃描方向上)。

3. 在另一模式中，在將被賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上時，使光罩台MT保持基本上靜止，從而固持可程式化圖案化器件，且移動或掃描基板台WTa/WTb。在此模式中，通常使用脈衝式輻射源，且在基板台WTa/WTb之每一移動之後或在一掃描期間之順次輻射脈衝之間根據需要而更新可程式化圖案化器件。此操作模式可易於應用於利用可程式化圖案化器件(諸如上文所提及之類型之可程式化鏡面陣列)之無光罩微影。

亦可使用對上文所描述之使用模式之組合及/或變化或完全不同之使用模式。

微影設備LA屬於所謂的雙載物台類型，其具有兩個基板台WTa及WTb以及兩個站—曝光站及量測站—在該兩個站之間可交換該等基板台。在曝光站處曝光一個基板台上之一個基板的同時，可在量測站處將另一基板裝載至另一基板台上，使得可進行各種預備步驟。該等預備步驟可包括使用位階感測器LS來映射基板之表面，及使用對準感測器AS來量測基板上之對準目標之位置。此使能夠實質上增加該設備之產出率。若位置感測器IF不能夠在基板台處於量測站以及處於曝光站時量測基板台之位置，則可提供第二位置感測器以使能夠在兩個站處追蹤基板台之位置。

該設備進一步包括微影設備控制單元LACU，微影設備控制單元LACU控制所描述之各種致動器及感測器之所有移動及量測。LACU亦包括實施與該設備之操作相關之所要計算的信號處理及資料處理能力。實務上，控制單元LACU將被實現為許多子單元之系統，該等子單元各自處置該設備內之子系統或組件之即時資料獲取、處理及控制。舉例而言，一個處理子系統可專用於基板定位器PW之伺服控制。單獨單元可甚至處置粗

略致動器及精細致動器，或不同軸線。另一單元可專用於位置感測器IF之讀出。該設備之總體控制可受到中央處理單元控制，該中央處理單元與此等子系統處理單元通信、與操作者通信，且與微影製造程序中所涉及之其他設備通信。

如圖2所展示，微影設備LA可形成微影單元(lithographic cell) LC (有時亦被稱作微影單元(lithocell)或叢集)之部分，微影單元LC亦包括用以對基板執行曝光前程序及曝光後程序之設備。通常，此等設備包括用以沈積抗蝕劑層之旋塗器SC、用以顯影經曝光抗蝕劑之顯影器DE、冷卻板CH，及烘烤板BK。基板處置器或機器人RO自輸入/輸出埠I/O1、I/O2拾取基板、在不同程序設備之間移動基板，且接著將基板遞送至微影設備之裝載匣LB。常常被集體地稱作塗佈顯影系統(track)之此等器件受到塗佈顯影系統控制單元TCU控制，塗佈顯影系統控制單元TCU自身受到監督控制系統SCS控制，監督控制系統SCS亦經由微影控制單元LACU來控制微影設備。因此，不同設備可經操作以最大化產出率及處理效率。

為了正確地且一致地曝光由微影設備曝光之基板，需要檢測經曝光基板以量測諸如後續層之間的疊對誤差、線厚度、臨界尺寸(CD)等等之屬性。因此，經定位有微影單元LC之製造設施亦包括度量衡系統MET，度量衡系統MET收納已在微影單元中處理之基板W中之一些或全部。將度量衡結果直接地或間接地提供至監督控制系統SCS。若偵測到誤差，則可對後續基板之曝光進行調整，尤其是在檢測可足夠迅速地且快速地進行而使得同一批次之其他基板仍待曝光的情況下。又，已經曝光之基板可被剝離及重工以改良良率，或被捨棄，藉此避免對已知為有疵點之基板執行進一步處理。在基板之僅一些目標部分有疵點的狀況下，可僅對良好的該等目

標部分執行進一步曝光。

在度量衡系統MET內，使用檢測設備以判定基板之屬性，且尤其是判定不同基板或同一基板之不同層之屬性如何在不同層間變化。檢測設備可整合至微影設備LA或微影單元LC中，或可為單機器件。為了實現最快速量測，需要使檢測設備在曝光之後立即量測經曝光抗蝕劑層中之屬性。然而，抗蝕劑中之潛影具有極低對比度—在已曝光至輻射的抗蝕劑之部分與尚未曝光至輻射的抗蝕劑之部分之間僅存在極小折射率差—且並非所有檢測設備皆具有足夠敏感度來進行潛影之有用量測。因此，可在曝光後烘烤步驟(PEB)之後進行量測，曝光後烘烤步驟(PEB)通常為對經曝光基板執行之第一步驟且增加抗蝕劑之經曝光部分與未經曝光部分之間的對比度。在此階段，抗蝕劑中之影像可被稱作半潛像(semi-latent)。亦有可能進行經顯影抗蝕劑影像之量測—此時，抗蝕劑之經曝光部分或未經曝光部分已被移除—或在諸如蝕刻之圖案轉印步驟之後進行經顯影抗蝕劑影像之量測。量測經顯影抗蝕劑影像之可能性形成本文中所揭示之實施例之基礎。

圖3之(a)展示提供於基板W上以用於分別量測X位置及Y位置之對準目標202、204之實例。此實例中之每一目標包含形成於產品層或其他層中之一系列長條(bar)，該產品層或其他層被施加至基板或被蝕刻至基板中。該等長條規則地隔開且充當光柵線，使得該目標可被視為具有充分熟知的空間週期(間距)之繞射光柵。X方向目標202上之長條平行於Y軸以提供在X方向上之週期性，而Y方向目標204之長條平行於X軸以提供在Y方向上之週期性。對準感測器AS (圖1所展示)運用輻射光點206 (X方向)、208 (Y方向)來光學地掃描每一目標，以獲得週期性變化之信號，諸如正

弦波。分析此信號之相位，以量測目標相對於對準感測器之位置且因此量測基板W相對於對準感測器之位置，對準感測器又相對於該設備之參考框架RF固定。掃描移動係由寬箭頭示意性地指示，其中光點206或208之漸進位置係以點線輪廓而指示。對準圖案中之長條(光柵線)之間距通常比待形成於基板上之產品特徵之間距大得多，且對準感測器AS使用比待用於將圖案施加至基板之曝光輻射長得多的一輻射波長(或通常為複數個波長)。然而，因為大數目個長條允許準確地量測重複信號之相位，所以可獲得精細位置資訊。

可提供粗略目標及精細目標，使得對準感測器可區分週期性信號之不同循環，以及一循環內之確切位置(相位)。亦可出於此目的而使用不同間距之目標。此等技術再次為熟習此項技術者所熟知，且將不在本文中予以詳述。此等感測器之設計及操作在此項技術中為吾人所熟知，且每一微影設備可具有其自己的感測器設計。出於本描述之目的，將假定，對準感測器AS通常屬於US 6961116 (den Boef等人)中所描述之形式。圖3之(b)展示用於搭配相似對準系統而使用之經修改目標，其X位置及Y位置可經由運用照明光點206或208之單一光學掃描而獲得。目標210具有經配置為與X軸及Y軸兩者成45度之長條。可使用公開專利申請案US 2009/195768 A (Bijnen等人)中所描述之技術來執行此組合式X量測及Y量測，該專利申請案之內容係以引用之方式併入本文中。

圖4為已知對準感測器AS之示意性方塊圖。照明源220提供一或多個波長之輻射光束222，輻射光束222係由光點鏡面223通過接物鏡224而轉向至位於基板W上之目標(諸如目標202)上。如圖3示意性地所指示，在基於上文所提及之US 6961116的本對準感測器之實例中，供照明目標202之

照明光點206之直徑可稍微小於該目標自身之寬度。

由目標202散射之輻射係由接物鏡224拾取且被準直成資訊攜載光束226。自參考干涉計228屬於上文所提及之US'116中所揭示之類型，且處理光束226並將單獨光束(針對每一波長)輸出至感測器陣列230上。光點鏡面223此時適宜地用作零階光闌，使得資訊攜載光束226僅包含來自目標202之高階繞射輻射(此對於量測並非必需的，但會改良信雜比)。將來自感測器柵格230中之個別感測器之強度信號232提供至處理單元PU。藉由區塊228中之光學處理與單元PU中之計算處理的組合，輸出用於基板相對於參考框架RF之X位置及Y位置之值。處理單元PU可與圖1所展示之控制單元LACU分離，或出於設計選擇及方便起見，處理單元PU及控制單元LACU可共用同一處理硬體。在單元PU分離的情況下，可在單元PU中執行信號處理之部分且在單元LACU中執行信號處理之另一部分。

如已經提及，所說明類型之單一量測僅將目標之位置固定於對應於目標之一個間距之某一範圍內。結合此情形而使用較粗略量測技術以識別正弦波之哪一週期為含有目標位置之週期。可在不同波長下重複處於較粗略層級及/或較精細層級之同一程序以用於增加準確度且用於穩固地偵測目標，而不管目標係由哪些材料製成，且不管目標位於上方及/或下方。可光學地多工及解多工該等波長以便同時地處理該等波長，及/或可藉由分時或分頻來多工該等波長。本發明中之實例將利用在若干波長下之量測以提供對目標不對稱性具有縮減之敏感度的實務且穩固之量測設備(對準感測器)。

更詳細地參看量測程序，圖4中被標註為 v_w 之箭頭說明光點206橫穿目標202之長度L的掃描速度。在此實例中，對準感測器AS及光點206實

際上保持靜止，而基板W以速度 v_w 移動。因此，對準感測器可剛性地且準確地安裝至參考框架RF (圖1)，同時在與基板W之移動方向相對之方向上有效地掃描目標202。在此移動中，基板受到其在基板台WT及基板定位系統PW上之安裝控制。所展示之所有移動平行於X軸。相似動作適用於運用光點208在Y方向上掃描目標204。此將不予以進一步描述。

如公開專利申請案US 2012/0212749 A1中所論述，微影設備所需要之高生產力要求需要儘可能快速地執行基板上之眾多位置處之對準目標的量測，此暗示掃描速度 v_w 快速，且可用於獲取每一目標位置之時間 T_{ACQ} 對應地短。以簡單化術語，公式 $T_{ACQ} = L/v_w$ 適用。先前申請案US 2012/0212749 A1描述一種用以賦予光點之相對掃描運動以便延長獲取時間之技術。視需要，相同掃描光點技術可應用於本文中近所揭示之類型之感測器及方法中。

圖5之(a)中展示適合用於本發明之實施例的度量衡設備。圖5之(b)中更詳細地說明目標T及用以照明該目標之量測輻射繞射射線。所說明之度量衡設備屬於被稱為暗場度量衡設備之類型。度量衡設備可為單機器件，或併入於(例如)量測站處之微影設備LA中或併入於微影單元LC中。具有貫穿設備之若干分支的光軸係由點線O表示。在此設備中，由源11 (例如，氬氣燈)發射之光係由包含透鏡12、14及接物鏡16之光學系統經由光束分裂器15而導向至基板W上。此等透鏡係以4F配置之雙重序列而配置。可使用不同透鏡配置，限制條件為：該透鏡配置仍將基板影像提供至偵測器上，且同時地允許接取中間光瞳平面以用於空間頻率濾光。因此，可藉由在呈現基板平面之空間光譜之平面(此處被稱作(共軛)光瞳平面)中界定空間強度分佈來選擇輻射入射於基板上之角範圍。詳言之，可藉由在

為接物鏡光瞳平面之背向投影式影像之平面中在透鏡12與透鏡14之間插入合適形式之孔徑板13來進行此選擇。在所說明實例中，孔徑板13具有不同形式(被標註為13N及13S)，從而允許選擇不同照明模式。本實例中之照明系統形成離軸照明模式。在第一照明模式中，孔徑板13N提供來自僅出於描述起見而被指明為「北」之方向之離軸。在第二照明模式中，孔徑板13S用以提供相似照明，但相似照明來自被標註為「南」之相對方向。藉由使用不同孔徑，其他照明模式係可能的。光瞳平面之其餘部分理想地暗，此係因為在所要照明模式外之任何不必要的光將干涉所要量測信號。

如圖5之(b)所展示，目標T係在基板W垂直於接物鏡16之光軸O的情況下被置放。基板W可由支撐件(圖中未繪示)支撐。與軸線O成一角度而照射於目標T上之量測輻射射線I引起一個零階射線(實線0)及兩個一階射線(點鏈線+1及雙點鏈線-1)。應記住，在運用填充過度之小目標的情況下，此等射線僅僅為覆蓋包括度量衡目標T及其他特徵之基板區域的許多平行射線中之一者。由於板13中之孔徑具有有限寬度(為接納有用量之光所必要)，故入射射線I事實上將佔據一角度範圍，且繞射射線0及+1/-1將略微散開。根據小目標之點散佈函數，每一階+1及-1將遍及一角度範圍而進一步散佈，而非如所展示之單一理想射線。應注意，目標之光柵間距及照明角度可經設計或經調整使得進入接物鏡之一階射線與中心光軸接近地對準。圖5之(a)及圖4之(b)所說明之射線被展示為略微離軸，以純粹地使其能夠在圖解中被較容易地區分。

由基板W上之目標T繞射之至少0階及+1階係由接物鏡16收集，且被返回導向通過光束分裂器15。返回至圖5之(a)，藉由指明被標註為北(N)

及南(S)之完全相對孔徑來說明第一照明模式及第二照明模式兩者。當量測輻射入射射線I來自光軸之北側時，亦即，當使用孔徑板13N來應用第一照明模式時，被標註為+1(N)之+1繞射射線進入接物鏡16。與此對比，當使用孔徑板13S來應用第二照明模式時，-1繞射射線(被標註為-1(S))為進入透鏡16之繞射射線。

第二光束分裂器17將繞射光束劃分成兩個量測分支。在第一量測分支中，光學系統18使用零階繞射光束及一階繞射光束而在第一感測器19 (例如，CCD感測器或CMOS感測器)上形成目標之繞射光譜(光瞳平面影像)。每一繞射階射中感測器上之不同點，使得影像處理可比較及對比若干階。由感測器19捕捉之光瞳平面影像可用於聚焦度量衡設備及/或正規化一階光束之強度量測。光瞳平面影像亦可用於諸如重新建構之許多量測目的。

在第二量測分支中，光學系統20、22在感測器23 (例如，CCD感測器或CMOS感測器)上形成目標T之影像。在第二量測分支中，在與光瞳平面共軛之平面中提供孔徑光闌21。孔徑光闌21用以阻擋零階繞射光束，使得形成於感測器23上的目標之影像係僅由-1一階光束或+1一階光束形成。由感測器19及23捕捉之影像輸出至處理該影像之處理器PU，處理器PU之功能將取決於正被執行之量測之特定類型。應注意，此處在廣泛意義上使用術語「影像」。因而，若存在-1階及+1階中之僅一者，則將不形成光柵線之影像。

圖5所展示之孔徑板13及場光闌21之特定形式純粹地為實例。在本發明之另一實施例中，使用目標之同軸照明，且使用具有離軸孔徑之孔徑光闌以將實質上僅一個一階繞射光傳遞至感測器。在又其他實施例中，代替

一階光束或除了一階光束以外，在量測中亦可使用二階光束、三階光束及高階光束(圖5中未展示)。

為了使量測輻射適應於此等不同類型之量測，孔徑板13可包含圍繞圓盤而形成之數個孔徑圖案，該圓盤旋轉以使所要圖案處於適當位置。應注意，孔徑板13N或13S可僅用以量測在一個方向(取決於設置而為X或Y)上定向之光柵。為了量測正交光柵，可實施達 90° 及 270° 之目標旋轉。圖4之(c)及圖4之(d)中展示不同孔徑板。上文所提及之先前公開申請案中描述此等孔徑板之使用以及該設備之眾多其他變化及應用。

圖5之(e)描繪根據已知實務而形成於基板上之(複合)目標。此實例中之目標包含四個光柵32至35，光柵32至35接近地定位在一起，使得其將皆在由度量衡設備之度量衡輻射照明光束形成之量測光點31內。該四個光柵因此皆被同時地照明且同時地成像於感測器19及23上。在專用於疊對量測之實例中，光柵32至35可包含由在形成於基板W上之半導體器件之不同層中所圖案化之上覆光柵形成的複合光柵。光柵32至35可具有經不同偏置之疊對偏移，以便促進被形成有複合光柵之不同部分之層之間的疊對量測。如所展示，光柵32至35亦可在其定向上不同，以便使入射輻射在X方向及Y方向上繞射。在一個實例中，光柵32及34為分別具有偏置 $+d$ 、 $-d$ 之X方向光柵。光柵33及35可為分別具有偏移 $+d$ 及 $-d$ 之Y方向光柵。可在由感測器23捕捉之影像中識別此等光柵之單獨影像。此僅為目標之一個實例。目標可包含多於或少於4個光柵，或僅單一光柵。

圖5之(f)展示在使用來自圖5之(d)之孔徑板13NW或13SE的情況下在圖5之(a)之設備中使用圖5之(e)之目標而可形成於感測器23上且由感測器23偵測的影像之實例。雖然光瞳平面影像感測器19不能解析不同個別光

柵32至35，但影像感測器23可解析不同個別光柵32至35。暗矩形表示感測器上之影像之場，在此場內，基板上之經照明光點31成像至對應圓形區域41中。在此場內，矩形區域42至45表示小目標光柵32至35之影像。若目標位於產品區域中，則在此影像場之周邊中亦可看見產品特徵。影像處理器及控制器PU使用圖案辨識來處理此等影像以識別光柵32至35之單獨影像42至45。以此方式，影像並不必須在感測器框架內之特定部位處極精確地對準，此極大地改良量測設備整體上之產出率。

一旦已識別光柵之單獨影像，就可(例如)藉由對經識別區域內之選定像素強度值求平均值或求和來量測該等個別影像之強度。可將影像之強度及/或其他屬性彼此進行比較。可組合此等結果以量測微影程序之不同參數。

針對依解析度特徵失配而校正之位置量測

現在參看圖6，描述粗略對準光柵之位置與精細「依解析度」特徵(包括產品特徵)之間的失配(在本文中被稱作「標記印刷誤差」)之現象。此粗略對準光柵及精細「依解析度」特徵可一起形成實務「子分段」對準目標。圖6之(a)以橫截面展示諸如圖3之(a)中之X方向對準目標202的對準目標之小部分。特定地展示約略一個重複單元，該重複單元包含以已知週期性而重複以形成整個對準目標之目標-空間圖案。該目標係以具有不同折射率的以週期性圖案而配置之材料600、602形成，該週期性圖案之重複單元包含「標記」區603及「空間」區604。可尤其藉由蝕刻或顯影使用圖1之微影設備或相似設備而施加至基板之圖案來形成標記-空間圖案。此圖案中之名稱「標記」及「空間」係相當任意的。實際上，應注意，目標之每一「空間」區604經形成使得材料600並非均一地不存在，而是以包

含較小目標606及空間608之精細間距光柵圖案而存在。相似地，每一「標記」區603可經形成使得材料600並非均一地存在，而是以相似精細間距光柵圖案而存在。在該狀況下，此精細間距圖案可具有在Y方向上(亦即，進入頁面)之週期性，且因此在圖6所展示之橫截面中係看不見的。此等較精細目標及空間在本文中被稱作「依解析度」特徵，該等特徵處於或接近於將使用該等特徵之微影設備中之投影系統的解析度極限，且因此較接近於基板上之產品特徵的解析度。就關注圖1及圖4所展示之對準感測器AS而言，該等較精細目標及空間亦可被稱作「子解析度」特徵。含有此等依解析度特徵(與粗略光柵組合)之目標通常被稱作「子分段目標」。子分段目標當前用以最小化對準目標之處理效應且遵守由終端使用者提出之圖案密度要求。

理想地，由目標606形成之精細光柵與粗略光柵將以同一點610為中心。遍及光柵中之所有標記而平均化的此點610可界定整個目標之中心參考位置。然而，如同所有經曝光結構，目標606對形成該目標之程序中之透鏡像差敏感。相較於目標606之粗略光柵，較精細特徵(諸如產品特徵及目標606之依解析度特徵)展示對透鏡像差之不同敏感度；粗略光柵相比於依解析度特徵通常具有大數個數量級之間距。由此，透鏡像差可造成依解析度特徵與粗略光柵之間的移位。假定，目標606之依解析度特徵與周圍產品特徵具有相同位置移位，且因此，目標606之依解析度特徵與粗略光柵之間的移位表示標記印刷誤差。

圖6之(b)展示此子分段光柵之形式，其相似於理想形式(a)，但展現粗略對準光柵間距與依解析度特徵之間的移位或失配。此光柵已歸因於較大對準光柵間距與依解析度結構之間的移位而變得不對稱。子分段空間部分

之區604之一個末端處之空間620已變得稍微窄於另一末端處之空間622。因此，依解析度光柵在不與粗略對準光柵之中心點 X_0 確切地重合之位置 X_{AR} 處具有中心點。失配或移位 Δd 表示 X_0 與 X_{AR} 之間的差，且可(例如)以奈米為單位予以量測。

子分段對準光柵之不對稱性質致使對準感測器量測色彩相依對準信號。雖然其他類型之對準感測器之設計可不同，但一般而言，目標之經量測位置將針對不同波長及照明條件而不同。色彩相依對準位置良好地接近於依解析度特徵與對準光柵間距之間的失配之線性函數。對準位置偏移以及色彩間兩者之線性之觀測為可經利用以獲得針對子分段目標中之(未知)標記印刷誤差而校正之位置量測的觀測。

圖7說明用於利用上文所呈現之原理的經修改目標702之結構。此目標可被稱作差動子分段目標(DSM目標)。DSM目標可用以量測粗略光柵與依解析度特徵及/或依解析度特徵之實際位置之間的失配 Δd 。此失配 Δd 為曝光於基板上之粗略光柵特徵與產品特徵之間的標記印刷誤差之度量。

DSM目標702可為可代替簡單對準目標202而使用之DSM對準目標。亦可容易地設想出具有Y方向及XY方向之版本。DSM目標702實際上為具有兩個區段702-1及702-2之複合目標。每一區段自身為包含圖6所說明之一般形式之子分段光柵的目標。附近亦將提供可供在初步步驟中由感測器「捕捉」目標之較粗略結構。此等細節為熟習此項技術者所熟知。圖式之頂部處展示第一區段702-1之示意性橫截面，而底部處展示第二區段702-2之橫截面。在該等橫截面中，與在圖6中一樣，展示總體圖案之重複單元中之僅一者，其以一空間區為中心。展示僅三個依解析度目標，且出於清楚起見而誇示移位。真實目標將在較大圖案之每一空間區中具有大約十個

至二十個依解析度目標及空間。在每一區段中，存在由像差或其類似者在目標形成期間造成之未知標記印刷誤差 Δd 以及已知偏移 d 兩者。未知標記印刷誤差對於兩個區段相等(或被假定為相等)，而該目標經設計使得第一區段具有已知的且不同於應用於區段702-2中之偏移 d_2 的偏移 d_1 。在一實施例中，偏移 d_1 、 d_2 可為相等量值之正值及負值，以便平衡為零之任一側的有意偏移 d (亦即， $d_1 = -d_2$)。然而，待描述之方法在不等量值的情況下且在偏移兩者係在同一方向上的情況下工作。相似地，偏移無需大於或小於未知標記印刷誤差。圖6所說明之實例具有在相對方向上之偏移，但量值小於(未知)標記印刷誤差 Δd 。因此，對於區段兩者，總偏移係在同一方向上。

用於量測包括依解析度特徵(及根據延伸，產品結構)與對準光柵間距之間的標記印刷誤差之對準的典型程序流程如下。基板具有形成於其上之一或多個目標以在微影程序中充當位置量測目標(對準目標)。通常橫越基板而形成許多目標。每一目標包含藉由一微影程序而形成之子分段光柵，在該微影程序中，光學像差或其他原因在粗略對準光柵之位置與光柵之目標或空間區內之依解析度特徵之間引入未知標記印刷誤差 Δd 。每一目標被形成有兩個或多於兩個區段，其除了具有未知標記印刷誤差以外亦具有不同已知偏移 d 。稍後，在諸如蝕刻之許多中介處理步驟之後，將基板裝載至微影設備中以用於(在此實例中)施加器件圖案。舉例而言，可在施加任何器件圖案之前施加對準目標。更通常，可將對準目標曝光於第一層連同其他第一層結構中，且接著用於在曝光第二層及其他後續層期間對準基板。使用該設備之對準感測器AS以運用波長與偏振之不同組合來獲得DSM對準目標之位置的兩個或多於兩個量測。在使用針對如將描述之標

記印刷誤差之效應而校正的此等位置量測的情況下，相對於第一層準確地施加第二層。可針對後續層重複此程序；舉例而言，第二層亦可包含用於定位第三層之(例如，DSM)對準目標，等等。

此方法之問題為DSM對準目標(且通常為DSM目標)受到在形成DSM對準目標之後對基板所執行的一些處理步驟(特別是蝕刻)負面地影響。此縮減使用DSM目標所計算之標記印刷誤差校正之準確度，且因此縮減層間對準(疊對)之準確度。

圖8示意性地展示用於減輕以上問題之例示性程序流程。將基板700引入705至微影設備中。該微影設備可為與圖1相似之兩載物台微影設備，其包含對準載物台及微影載物台(應注意，兩個載物台可互換地用於量測及曝光)。替代地，可對單一載物台依序地執行此等程序。在步驟708處，執行對準。第一層之準確定位並不如此關鍵，此係因為不存在要對準之其他結構。因而，在此步驟處無需對準目標，且在使用(例如)基板邊緣作為參考的情況下，由基板處置器進行之較粗略預對準係足夠的。在步驟710處，曝光第一層，第一層包含用於對準第二層之對準目標。在一實施例中，對準目標可為如已經描述之DSM對準目標702。在一替代實施例中，可與DSM目標組合地形成較習知的對準目標，該等DSM目標實現標記印刷誤差之單獨量測。稍後將更詳細地描述此等變體。

在形成如所描述之第一層之後，顯影715基板。然而，尚未執行諸如蝕刻之其他程序步驟。代替地，在步驟720處，在經顯影抗蝕劑中量測DSM目標。執行此等量測以用於判定粗略對準光柵之位置與第一層中之依解析度特徵之間的標記印刷誤差。本發明人已判定，可緊接地在顯影之後但在其他處理步驟(最值得注意的是蝕刻)之前以較大準確度對DSM目標

執行此等量測。可由微影設備使用對準感測器(諸如圖1或4所說明)來執行步驟720。然而，進行此操作會要求在曝光第一層以供顯影之後自微影設備移除基板，且接著出於在再次移除基板以用於其他處理步驟之前執行此等DSM目標量測之唯一目的而將基板重新裝載至微影設備中。因為標記印刷誤差隨著基板及場不同而變化，所以應對每一基板且對DSM目標之至少一代表性集合量測標記印刷誤差。因此，很可能的是，在微影設備內執行此等DSM目標量測將會具有高生產力損失。

因此，在一替代變體中，自使用諸如圖5所描述之度量衡設備的度量衡設備所執行之量測來判定標記印刷誤差。取決於目標特性(特別是間距)，可由度量衡設備直接地對DSM對準目標執行量測。在對準目標具有與度量衡設備不相容之特性的情況下，接著可曝光及量測與度量衡設備相容之DSM度量衡目標。在兩種狀況下，正常對準目標皆可用於對準，此係由於此等對準目標花費較少時間進行量測。DSM度量衡目標可經定位為接近於對準目標。然而，為了最大化產出率，可能的是，相較於典型的20個至40個對準目標，僅量測幾個DSM度量衡目標。

在基板之處理730 (例如，蝕刻)之後，將基板重新引入至微影設備中且執行對準步驟735。前饋740在步驟720處所獲得的標記印刷誤差之計算(或基於該等計算之經計算校正)，且使用該等計算以校正在對準步驟735處所獲得之對準量測。此後，曝光745第二層。

圖8中亦說明額外、選用的步驟及改進。舉例而言，可回饋750在步驟720處所獲得的標記印刷誤差之計算(或基於該等計算之經計算校正)，且使用該等計算以在對後續基板之第一層曝光期間校正一或多個微影設備參數，以便嘗試縮減標記印刷誤差。在第二層曝光745之後亦展示用以顯

影基板之顯影步驟755；此步驟不包含可使DSM目標不對稱地變形之其他處理步驟，諸如蝕刻。此後，可存在DSM目標760之進一步量測及第二層內之標記印刷誤差之判定。可接著回饋765此量測及判定，且使用該量測及判定以在對後續基板之第二層曝光期間校正一或多個微影設備參數。當然，在需要時，亦可使用第二層內之標記印刷誤差以校正對準量測以用於曝光第三層。可在度量衡設備中執行步驟760，在此狀況下，亦可執行及回饋775疊對量測770以用於校正第二層735之對準。可對(例如)組合式疊對及DSM目標同時地執行步驟760及770。可曝光額外層，其中針對每一層以相同方式量測標記印刷誤差(且視情況為疊對)。最後，基板將經歷最終處理780，從而產生經處理基板785。

在度量衡設備中量測標記印刷誤差

如先前所提及，歸因於對重複地自微影設備排出基板/將基板重新裝載至微影設備，使用微影設備來量測抗蝕劑中之標記印刷誤差(亦即，在顯影之後，但在蝕刻及其他處理步驟之前)可引起過大的生產力損失。因此，在其他實施例中，可較佳的是使用諸如圖5之(a)所說明之度量衡設備的度量衡設備自抗蝕劑中之DSM目標量測標記印刷誤差。以引用之方式併入本文中之WO2015/062854揭示出，可以與(例如)自對應(非零)繞射階之經量測強度之差量測疊對相同的方式經由不對稱性信號來量測依解析度特徵與粗略光柵之間的偏移。

圖9為根據一例示性實施例的執行對準操作之方法之步驟的流程圖。該等步驟如下，且此後接著予以更詳細地描述：

S1-曝光包括DSM度量衡目標之第一層；

S2-使用第1照明模式來量測-1階散射量測影像；

S3-使用第2照明模式來量測+1階散射量測影像；

S4-自每一影像辨識及提取每一光柵ROI；

S5-計算每一光柵之差影像以判定不對稱性；

S6-計算標記印刷誤差 Δd ；

S7-完成處理且量測對準目標；

S8-使用 Δd 來校正對準目標之量測；及

S9-曝光第二層。

圖9說明執行對準操作之方法，其包含使用DSM度量衡目標(其可包含DSM對準目標，或如下文所闡述之特定DSM度量衡目標)來量測標記印刷誤差。原則上，可經由DSM度量衡目標之區段之不對稱性來量測此標記印刷誤差，如藉由比較+1階暗場影像與-1階暗場影像中之其強度所揭露。在步驟S1處，運用DSM度量衡目標(連同包括(例如)對準目標及/或產品結構之其他第一層結構)來曝光基板(例如，半導體晶圓)。DSM度量衡目標包含具有粗略結構而且具有較小尺度(依解析度)子結構之光柵，其中在依解析度子結構與粗略結構之間具有經程式化(已知)偏移。在此方面，DSM度量衡目標與圖7之DSM對準目標702可採取相同之一般形式，且可實際上為圖7之DSM對準目標702。

在步驟S2處，將經顯影的但在其他方面未經處理的(且尤其是未經蝕刻的)基板(在此階段可允許已知為不引起額外目標不對稱性之其他非蝕刻處理步驟)裝載至度量衡設備(諸如(例如)圖5之度量衡設備)中。在使用度量衡設備的情況下，使用一階繞射光束中之僅一者(比如-1)來獲得DSM度量衡目標之影像。接著，無論藉由改變照明模式，或改變成像模式，抑或藉由在度量衡設備之視場中將基板W旋轉180°，皆可獲得使用另一一階繞

射光束(+1)之DSM度量衡目標之第二影像(步驟S3)。因此，在第二影像中捕捉+1繞射輻射。設計選擇之問題是，是否可在每一影像中捕捉組成DSM度量衡目標(及可存在(例如)以用於量測疊對之任何其他光柵)之所有區段，或是否需要移動散射計及基板以便在一或多個單獨影像中捕捉全部DSM度量衡目標。在任一狀況下，假定，經由影像感測器23來捕捉包含於DSM度量衡目標內之所有組件區段之第一影像及第二影像。

應注意，藉由在每一影像中包括一階繞射輻射之僅一半，此處所提及之「影像」不為習知暗場顯微法影像。每一區段將簡單地由某一強度位準之區域表示。因為存在+1階繞射輻射及-1階繞射輻射中之僅一者，所以個別光柵線將未被解析。在步驟S4中，在每一組件區段之影像內謹慎地識別所關注區(ROI)，將自該ROI量測強度位準。之所以進行此識別係因為：特別是在個別區段影像之邊緣周圍，強度值通常可高度地取決於諸如抗蝕劑厚度、組成物、線形狀以及邊緣效應之程序變數。

在已識別用於每一個別區段之ROI且已量測其強度的情況下，可接著判定光柵結構之不對稱性且因此判定標記印刷誤差。在步驟S5處，影像處理器及控制器PU比較針對每一區段之+1階與-1階所獲得之強度值以識別其強度之任何差。在步驟S6處，自強度差及該等區段內之已知偏移 d 之知識判定標記印刷誤差。使用熟習此項技術者所熟知的用於使用諸如圖5之(a)所說明之度量衡器件來量測光柵之疊對(層間失配)的方法來執行此判定，其中以與處理疊對量測中之不同層之間的已知偏移類似的方式處理依解析度特徵與粗略光柵之間的已知偏移 d 。

在步驟S7處，進一步處理基板且接著將其重新引入至微影設備中以用於在第二層中施加器件圖案。在此步驟期間，對對準目標執行對準量測。

此等對準量測可僅為粗略對準光柵之習知對準量測，以獲得用於對準光柵之位置。

在步驟S8中，在使用對準量測及來自步驟S6之經計算標記印刷誤差 Δd 的情況下，針對經計算標記印刷誤差校正對準光柵之位置。

在步驟S9處，基於經校正對準量測及經曝光第二層來定位基板。

由標記印刷誤差引起之對準量測誤差對施加至基板之額外層及結構(堆疊)敏感。當量測差動目標(例如，DSM度量衡及/或DSM對準目標)時，消除此敏感度之效應且因此可在DSM目標用於對準時忽略此效應。然而，在一些實施例(如上文所描述)中設想出，可對習知粗略對準光柵執行實際對準量測，且接著使用自抗蝕劑中之DSM目標所量測之標記印刷誤差值來校正實際對準量測。因而，自抗蝕劑中之DSM度量衡目標之量測所獲得的標記印刷誤差值將不真實地表示待量測之經處理基板(具有經疊對堆疊)上之習知粗略對準目標的對準量測誤差。因此，應用於對準量測之校正可為不正確的。

因此，在將量測非差動對準目標以用於實際對準的情況下，提出執行程序校準步驟以判定此對準量測誤差堆疊敏感度。可在生產之前的初始階段中對一或多個測試基板執行程序校準步驟。在一實施例中，程序校準步驟可包含以下步驟：

- 在測試基板上形成一或多個DSM對準目標(例如，具有粗略光柵，該粗略光柵與對準目標具有相同間距，其將在生產期間予以量測)；
- 執行處理步驟以在基板上形成堆疊(例如，處理基板，使得其所處之條件與其將在相關對準步驟期間所處之條件相同或相似)；
- 執行較多DSM對準目標之校準量測；及

- 自校準量測判定對準量測誤差堆疊敏感度。

DSM對準目標之校準量測將不僅得到標記印刷誤差值，而且得到對準量測對某一偏移之敏感度，此係由於DSM對準目標包含兩個區段，其中精細間距(子區段)相對於粗略間距具有不同(例如，相等及相反)偏移。因此可自量測判定此敏感度。此敏感度可為波長相依的，且因此可針對將用於實際對準量測之波長予以判定。舉例而言，第一區段之經量測(波長相依)對準位置 $x_1(\lambda)$ (具有有意偏移 d_1)及第二區段之經量測(波長相依)對準位置 $x_2(\lambda)$ (具有有意偏移 d_2)可包含：

$$X_1(\lambda) = X_0 + K(\lambda)[d_1 + \Delta d]$$

$$X_2(\lambda) = X_0 + K(\lambda)[d_2 + \Delta d]$$

其中 $K(\lambda)$ 為對準量測誤差堆疊敏感度。將容易地瞭解，倘若運用不同波長來進行量測，則可針對對準量測誤差堆疊敏感度 $K(\lambda)$ 求解此等方程式。此僅為判定對準量測誤差堆疊敏感度之例示性方法。舉例而言，藉由在堆疊內執行掃描電子顯微鏡量測，其他方法係可能的。

可針對形成於基板上之每一不同堆疊或結構執行此程序校準步驟，以獲得對應於每一堆疊之對準量測誤差堆疊敏感度值。

在已執行程序校準步驟的情況下，可使用對準量測誤差堆疊敏感度(例如，對應於待形成於對準目標上方之相關堆疊/結構)連同對抗蝕劑中之DSM目標所進行的標記印刷誤差之量測以在生產期間(例如，在以上方法之步驟720處)校正非差動對準目標之後續量測。

將瞭解，以所描述之方式判定對準量測誤差堆疊敏感度可引起包含由DSM對準目標之蝕刻引起之貢獻的經判定堆疊敏感度(抗蝕劑中之DSM目標之量測被提出為減輕的效應)。然而，可展示出，DSM對準目標藉由蝕刻之此降級對於基板之邊緣處的DSM對準目標顯著地較大，而基板之中

心處或附近的DSM目標展示來自蝕刻之很小降級(蝕刻流程在此處為實質上並行的，較接近於邊緣之處未必為此狀況)。因此，在一實施例中，提出對在基板之中心附近的DSM對準目標執行校準量測，且因此可能的是，在此處理校準步驟中所形成之DSM對準目標僅形成於基板之中心附近。

取決於度量衡設備規格，尤其是關於對可量測間距之限制，度量衡設備可能夠或可不能夠量測DSM對準目標，諸如圖7所說明之DSM對準目標。在度量衡設備能夠量測DSM對準目標的情況下，接著可使用度量衡設備在抗蝕劑中量測此等DSM對準目標(或此等DSM對準目標之至少一子集)以獲得標記印刷誤差之判定，且接著由微影設備內之對準感測器隨後量測此等DSM對準目標以執行基板之對準。在此實施例中，對準感測器僅需要量測DSM對準目標或正常對準目標之粗略對準光柵，且使用來自度量衡設備之標記印刷誤差判定以針對標記印刷誤差校正粗略光柵位置之對準量測及/或以獲得依解析度光柵之位置之準確量測。

在沒有可能使用度量衡設備來量測DSM對準目標的情況下，在另一實施例中，可在基板上形成特定DSM度量衡目標。就此而言，該等DSM度量衡目標與圖7所說明之DSM對準目標通常可屬於相同形式，可能僅在間距或另一參數方面不同，使得目標與特定度量衡設備相容且可由特定度量衡設備檢測。稍後將詳細地描述此等DSM度量衡目標之其他實例。DSM度量衡目標可形成於將由該DSM度量衡目標之量測校正之對準目標附近內。然而，由於度量衡量測會花費大量時間，故可能的是，將量測少於對準目標之數目的DSM度量衡目標。在一實施例中，量測少於10個或少於六個DSM度量衡目標。在另一實施例中，僅量測2個或3個DSM度量

衡目標。儘管僅使用幾個DSM度量衡目標，但所得校正應為可接受的，此係因為透鏡加熱誤差(其為標記印刷誤差之主要原因)遍及基板僅逐漸地變化。

在除了對準目標以外亦使用單獨DSM度量衡目標的情況下，可假定，用於DSM度量衡目標之標記印刷誤差與用於對準目標之標記印刷誤差相同，使得用於DSM度量衡目標之標記印刷誤差之量測直接地用以校正一或多個對準目標之量測。替代地，在另一實施例中，可執行初始標記間校準。初始標記間校準可為一次性校準，其校準自任何DSM度量衡目標所獲得之標記印刷誤差之量測與對準目標之實際標記印刷誤差之量測之間的任何差。如同標記印刷誤差自身，此差可為具有對(例如)透鏡加熱效應之不同敏感度的DSM度量衡目標及對準目標之不同粗略間距的結果。在將量測僅幾個DSM度量衡目標的情況下，可在對準標記中之每一者與其最接近的經量測DSM度量衡目標(或至少為針對該對準標記之校正將基於的DSM度量衡目標)之間執行標記間校準。此標記間校準假定，雖然如對DSM度量衡目標及對準目標所量測之標記印刷誤差量測可不同，但該等標記印刷誤差量測充分地相關。

取決於所使用之散射計類型，每一DSM度量衡目標可採取與圖5之(d)所描繪之疊對目標相似的形式，該疊對目標包含x對準光柵對及y對準光柵對，每一對包含具有第一偏移及第二偏移之光柵。然而，應瞭解，此等DSM度量衡目標中之每一者形成於單一層中，其中在粗略特徵與依解析度特徵之間具有偏移，而疊對目標形成於兩個層中，其中在每一層中之光柵之間具有偏移。

在形成特定DSM度量衡目標的情況下，其可採取諸如

WO2015/062854中所揭示之組合式DSM度量衡及疊對目標的形式。在一實施例中，組合式DSM度量衡及疊對目標可包含第一層DSM度量衡目標及疊對目標。在另一實施例中，組合式DSM度量衡及疊對目標可另外包含第二層DSM度量衡目標。疊對目標可僅包含在散射計之解析能力內的粗略結構，或可包含依解析度特徵，但不具有不同經程式化偏移。在使用此組合式DSM度量衡及疊對目標的情況下，可執行圖8之步驟770及775以獲得及回饋疊對量測。在組合式DSM度量衡及疊對目標具有第二層DSM度量衡目標的情況下，可執行圖8之步驟760及765以獲得及回饋第二層之標記印刷誤差之量測。

不僅可使用暗場散射量測而對小目標執行使用度量衡設備之標記印刷誤差量測，而且可使用光瞳平面影像感測器19 (參考圖5之(a))而對大目標及角解析散射量測執行使用度量衡設備之標記印刷誤差量測。對於此實施例，可使用對稱分段照明剖面。被標註為a及b之兩個完全相反的象限在此孔徑圖案中亮(透明)，而其他兩個象限暗(不透明)。此類型之孔徑係自公開專利申請案US 2010/0201963而在散射量測設備中為吾人所知。在此實施例中，DSM度量衡目標之光柵將在度量衡設備之照明光點內填充不足。角解析散射量測使用定位於與物鏡16之光瞳平面共軛之平面中的偵測器19，而在剛才所描述之實施例中在對應於基板W之平面的影像平面中使用偵測器23。在使用分段照明剖面的情況下，可在偵測器19上獲得分段照明圖案，偵測器19可經利用以自繞射光柵獲得清晰的一階信號，該繞射光柵之間距為可在使用習知圓形對稱照明孔徑的情況下所成像之最小間距的一半。已知的申請案US 2010/0201963中描述此繞射圖案及其可被利用以用於散射量測之方式。角解析散射量測與圖9之暗場散射量測技術之間的

主要差異如下。回想到，圖9之方法藉由比較如在運用感測器23所捕捉之第一影像及第二影像中所見到的光柵影像之強度來獲得用於DSM度量衡目標之每一光柵的不對稱性信號。與此對比，角解析散射量測方法藉由比較自光瞳影像感測器19上之相同繞射光譜內所抽取的+1繞射階及-1繞射階之強度來獲得用於每一光柵之不對稱性信號。

在微影設備中量測標記印刷誤差

參看圖10之流程圖，將描述用以使用DSM對準目標(諸如圖7所說明之DSM對準目標702，其具有區段及偏移 d)來獲得較多詳細位置量測之方法之另一實施例。假定，作為諸如圖1所說明之微影設備的微影設備中之對準步驟之部分而執行該等量測，但當然可應用該方法以出於其他目的而進行位置量測。將僅僅使用圖7所展示之類型之兩個區段及用以量測在一個方向上之位置之兩個波長/偏振組合來呈現一簡單實例。視需要，可在真實實施中添加較多複雜性。可將此方法之步驟與使用相同目標之其他量測之執行組合。舉例而言，視需要，可應用較少步驟，此係因為僅需要輸出一個特定結果。本文中所揭示之技術決不限於此等特定實例，或決不限於任何特定形式或數學表達。可以許多不同記數法及演算法表達此處所解釋之概念，同時仍應用此處所揭示之基本原理。

圖10為根據一例示性實施例的執行對準操作之方法之步驟的流程圖。該等步驟如下，且此後接著予以更詳細地描述：

- S11-曝光包括DSM對準目標之第一層；
- S12-針對不同 (λ, p) 量測抗蝕劑中之DSM對準目標；
- S13-針對DSM對準目標之每一區段計算 ΔX ；
- S14-計算標記印刷誤差 Δd ；

S15-完成處理且量測對準目標；

S16-使用 Δd 來校正對準目標之量測及/或量測依解析度光柵之位置；

及

S17-曝光第二層。

在步驟S11中，在曝光第一層期間，基板具有形成於其上之一或多個目標以在微影程序中充當位置量測目標(DSM對準目標)。通常橫越基板而形成許多目標。每一目標包含藉由一微影程序而形成之子分段光柵，在該微影程序中，光學像差或其他原因在粗略對準光柵之位置與光柵之目標或空間區內之依解析度特徵之間引入標記印刷誤差 Δd 。每一目標被形成有兩個或多於兩個區段，其除了具有標記印刷誤差以外亦具有不同已知偏移 d 。

稍後，在步驟S12中，在顯影基板之後，但在任何其他處理步驟之前，將基板裝載至微影設備中以用於(在此實例中)量測DSM對準目標(或其至少一子集)以便判定標記印刷誤差 Δd 。在此步驟中，使用該設備之對準感測器AS以運用波長與偏振 (λ, p) 之不同組合來獲得第一目標區段702-1之位置的兩個或多於兩個量測 X_1 ；且運用波長與偏振 (λ, p) 之相同組合來獲得第二目標區段702-2之位置的兩個或多於兩個量測 X_2 。

在步驟S13中，藉由比較在S12步驟中針對第一區段所量測之不同位置來計算至少一個位置差 ΔX 。另外，藉由使用在步驟S12中所量測之對應位置對來比較針對第二區段所量測之不同位置而計算位置差 ΔX 。每一 ΔX 對應於同一波長及/或偏振對。若進行多個量測，則可根據預定配方及/或根據在量測時所進行之品質評估來選擇待使用之最佳對。無法防止使用多於兩個對來獲得用於每一區段之多個 ΔX 值。

在步驟S14中，將用於兩個區段之 ΔX 值與已知偏移 d 之值組合以計算標記印刷誤差 Δd 。再次參看圖7所說明之實例目標，第二區段中之組合式移位 $-d_2 + \Delta d$ 被展示為在量值上大於第一目標中之組合式移位 $-d_1 + \Delta d$ 。相比於針對第一區段所報告之位置，由感測器針對第二區段中之不同色彩及偏振所報告的目標位置 X 之量測更加廣泛地隔開，且離粗略光柵或依解析度光柵之真正位置遠得多。在計算方面，針對第二區段所計算之位置差 ΔX 將比針對第一區段所計算之 ΔX 大得多。

如WO2014/014906中所揭示，可將 Δd 導出為：

$$\Delta d = \frac{d_1 - Cd_2}{C - 1}$$

其中：

$$C = \frac{X_1(\lambda_1) - X_1(\lambda_2)}{X_2(\lambda_1) - X_2(\lambda_2)} = \frac{[d_1 + \Delta d]}{[d_2 + \Delta d]}$$

且 $x_n(\lambda_m)$ 為使用波長/偏振組合 m 在第 n 量測中所量測的對準光柵之位置。

在步驟S15處，進一步處理基板且接著將基板重新引入至微影設備中以用於在第二層中施加器件圖案。在此步驟期間，基於對DSM對準目標所執行之對準量測來定位基板。此等對準量測可僅為粗略對準光柵之習知對準量測。

在步驟S16中，在使用對準量測及來自步驟S14之經計算標記印刷誤差 Δd 的情況下，可判定以下各者中之一者或兩者：(i)粗略對準光柵之真正中心位置 X_0 ；及(ii)依解析度光柵之真正中心位置 X_{AR} 。

可藉由下式來計算粗略對準光柵之真正中心位置 X_0 ：

$$\begin{aligned} X_0 &= X_1(\lambda) - K(\lambda)[d_1 + \Delta d] \\ &= X_1(\lambda) - \frac{X_1(\lambda) - X_2(\lambda)}{[d_2 - d_1]} \left[d_1 + \frac{d_1 - Cd_2}{C - 1} \right] \end{aligned}$$

其中 $K(\lambda)$ 為未知的且取決於目標以及其上覆堆疊及下伏堆疊之許多屬性。

亦可藉由下式來計算依解析度光柵之中心位置 X_{AR} ：

$$X_{AR} = X_0 + \Delta d$$

在步驟S17中，在量測所有所要目標、操作位階感測器等等之後，使用微影設備之投影系統PS在基板W (圖1)之目標部分C處施加產品或器件圖案。雖然經量測粗略光柵位置 X_0 相比於單獨地對粗略光柵執行對準量測已經較準確，但應注意，依解析度 X_{AR} 位置亦為直接地可用的(儘管此等特徵遠低於對準感測器之解析能力)。此提高使用依解析度位置 X_{AR} 來定位經施加圖案之可能性。由於依解析度特徵更加像經施加圖案中之產品特徵，故使用此位置量測相比於粗略光柵位置 X_0 可給出該等產品特徵之較準確的置放(假定微影步驟中之像差將與形成目標之步驟中之像差相似)。在另外微影步驟之後，已將成品半導體器件或其他產品形成於基板上。

可以任何所要序列執行該方法之步驟。計算步驟S2至S4可作為離散步驟而執行，或合併成單一較大計算。可針對所有目標儲存偵測器信號，且在稍後階段處理偵測器信號以獲得位置量測。

緊密鄰近地展示以上實例中之目標區段，使得其可被視為處於大基板上之實質上同一部位處，且可在感測器之單一遍次中予以量測。可接著輸出組合式位置量測以按與習知目標相同之方式予以使用。原則上，兩個區段可較廣泛地分離。此步驟之一種吸引力將係避免由基板上之目標佔據之區域的極大的總體增加。然而，結果之品質將取決於失配 Δd 在所有部位處皆相同，抑或需要予以局域地量測而有意義。在量測之後處理量測結果且將其用於對準中或用於其他目的將為更複雜。

因此，差動分段目標對準策略能夠基於目標區段之已知不同偏移(d_1, d_2)與可量測參數(在此狀況下為在區段1處所量測之色彩間差及在區段2處所量測之色彩間差)的組合來恢復依解析度結構之位置。該技術進一步獨立於所使用之對準感測器之特定類型，且可基於圖4所展示之自參考干涉計而應用於其他感測器且不僅應用於一個感測器。

熟習此項技術者將認識到，可使用僅在以下參數中之一者方面存在差異的位置量測對：波長、偏振、照明剖面，及特殊頻率譜分量。同等地，可使用同時在此等參數中之多於一者方面不同的位置量測對。

結論

本文中所揭示之概念允許校正標記印刷誤差而在基板對準期間無需額外目標量測。程序校正系統中之標記印刷誤差量測之可用性使能夠作為回饋迴路之部分而判定校正，以便防止或縮減關於後續基板或批量之標記印刷誤差(例如，藉由縮減透鏡加熱效應)。另外，在經量測標記印刷誤差被判定為極端(例如，高於臨限值)的情況下，可引出警示。此可提示使用者重工受影響的批量，以便防止良率損失。

應理解，控制對準感測器、處理由對準感測器偵測之信號且自此等信號計算適合用於控制微影圖案化程序之位置量測的處理單元PU通常將涉及某一種類之電腦總成，其將不予以詳細地描述。電腦總成可為在設備外部之專用電腦，其可為專用於對準感測器之一或若干處理單元，或替代地，其可為整體上控制微影設備之中央控制單元LACU。電腦總成可經配置以用於載入包含電腦可執行碼之電腦程式產品。此可使電腦總成能夠在電腦程式產品被下載時控制運用對準感測器AS進行的微影設備之前述使用。

儘管在本文中可特定地參考微影設備在IC製造中之使用，但應理解，本文中所描述之微影設備可具有其他應用，諸如製造整合式光學系統、用於磁疇記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、液晶顯示器(LCD)、薄膜磁頭等等。熟習此項技術者將瞭解，在此等替代應用之內容背景中，可認為本文中對術語「晶圓」或「晶粒」之任何使用分別與更一般之術語「基板」或「目標部分」同義。可在曝光之前或之後在(例如)塗佈顯影系統(通常將抗蝕劑層施加至基板且顯影經曝光抗蝕劑之工具)、度量衡工具及/或檢測工具中處理本文中所提及之基板。適用時，可將本文中之揭示內容應用於此等及其他基板處理工具。此外，可將基板處理多於一次，例如，以便產生多層IC，使得本文中所使用之術語基板亦可指已經含有多個經處理層之基板。

儘管上文可特定地參考在光學微影之內容背景中對本發明之實施例之使用，但將瞭解，本發明可用於其他應用(例如，壓印微影)中，且在內容背景允許的情況下不限於光學微影。在壓印微影中，圖案化器件中之構形(topography)界定產生於基板上之圖案。可將圖案化器件之構形壓入被供應至基板之抗蝕劑層中，在基板上，抗蝕劑係藉由施加電磁輻射、熱、壓力或其組合而固化。在抗蝕劑固化之後，將圖案化器件移出抗蝕劑，從而在其中留下圖案。

本文中所使用之術語「輻射」及「光束」涵蓋所有類型之電磁輻射，包括紫外線(UV)輻射(例如，具有為或為約365奈米、355奈米、248奈米、193奈米、157奈米或126奈米之波長)及極紫外線(EUV)輻射(例如，具有在5奈米至20奈米之範圍內之波長)，以及粒子束(諸如離子束或電子束)。

可使用以下條項來進一步描述本發明：

1. 一種使用一光學系統來量測一基板上之至少一個對準目標之位置的方法，該方法包含：

(a) 藉由運用輻射來照明至少一個子分段目標且使用一或多個偵測器來偵測由該子分段目標繞射之輻射而量測該子分段目標，以獲得含有該子分段目標之位置資訊的信號，當該子分段目標仍在抗蝕劑中時對該子分段目標執行此步驟，該子分段目標包含在至少一第一方向上週期性地配置之結構，該等結構中之至少一些包含較小子結構，每一子分段目標被形成為在該等結構與該等子結構之間具有為已知分量與未知分量兩者之一組合的一位置偏移；

(b) 使用該等信號連同關於該子分段目標之該等已知偏移之間的差之資訊，以計算針對該位置偏移之該未知分量而校正的至少一個對準目標之一經量測位置。

2. 一種使用一光學系統來量測一基板上之至少一個對準目標之位置的方法，該方法包含：

(a) 藉由運用輻射來照明至少一個子分段目標且使用一或多個偵測器來偵測由該子分段目標繞射之輻射而量測該子分段目標，以獲得含有該子分段目標之位置資訊的信號，每一子分段目標被形成為結構與較小子結構之間具有為已知分量與未知分量兩者之一組合的一位置偏移；

(b) 使用該等信號連同關於該子分段目標之該等已知偏移之間的差之資訊，以計算針對該位置偏移之該未知分量而校正的至少一個對準目標之一經量測位置。

3. 如條項1或2之方法，其中在已曝光及顯影該子分段目標之後，

但在執行任何蝕刻步驟之前，對該子分段目標執行步驟(a)。

4. 如條項1、2或3之方法，其中步驟(b)包含：判定該子分段目標中之不對稱性之一度量；及在計算該至少一個對準目標之該經量測位置時使用不對稱性之此度量以校正該位置偏移之該未知分量。

5. 如任一前述條項之方法，其中在步驟(a)中，針對該至少一個子分段目標獲得含有位置資訊之複數個信號，每一信號係使用具有不同特性之輻射而獲得。

6. 如條項5之方法，其中步驟(b)中之該計算係至少部分地基於以下假定：針對該複數個信號中之每一者，一信號中所含有之該位置資訊與一目標之該位置偏移之間的一關係具有相同數學形式。

7. 如條項6之方法，其中該關係被假定為一線性關係。

8. 如條項5至7中任一項之方法，其中具有不同特性之該輻射包括具有不同波長、偏振及/或照明剖面之輻射。

9. 如任一前述條項之方法，其中該至少一個子分段目標包含在形成該目標之該等結構與該等結構內之該等子結構之間具有不同已知偏移的至少兩個區段，該兩個或多於兩個區段經緊密鄰近地形成以便形成一複合目標。

10. 如任一前述條項之方法，其中在步驟(a)處所獲得之該等信號進一步用以判定針對後續基板之校正，該等校正用於縮減該等後續基板中之該位置偏移之該未知分量的量值。

11. 如任一前述條項之方法，其中相比於在步驟(b)中計算一經校正之經量測位置所針對的對準目標，在步驟(a)中量測較少子分段目標，使得使用來自該同一子分段目標之信號來校正複數個該等對準目標之經校正

之經量測位置。

12. 如條項11之方法，其包含一標記間校準步驟，該標記間校準步驟用以校準該等子分段目標中之該位置偏移之該未知分量與該等對準目標之該位置偏移之該未知分量的差。

13. 如任一前述條項之方法，其中使用一檢測設備來執行步驟(a)。

14. 如條項13之方法，其中步驟(a)針對至少一個對準目標之一經量測位置之該計算判定至少一個校正，該計算進一步使用在將一基板定位於一微影設備上期間所執行的該至少一個對準目標之量測。

15. 如條項13或14之方法，其中該在步驟(b)處計算至少一個對準目標之一經量測位置包含計算該至少一個子分段目標之一經量測位置，步驟(a)處之該至少一個子分段目標與步驟(b)處之該至少一個對準目標為同一目標。

16. 如條項13或14之方法，其中該在步驟(b)處計算至少一個對準目標之一經量測位置包含計算除了該至少一個子分段目標以外之一目標之一經量測位置。

17. 如條項16之方法，其中該子分段目標包含與該檢測設備相容之結構特性。

18. 如條項16或17之方法，其中該子分段目標進一步包含用於量測不同層上之結構之間的一位置失配之一疊對子目標，且該方法進一步包含：計算不同層上之結構之間的該位置失配；及使用該位置失配來計算針對後續曝光之校正。

19. 如條項16至18中任一項之方法，其中在步驟(b)處所量測之該至少一個對準目標包含一非差動對準目標，且該方法進一步包含：執行一程

序校準步驟以判定該位置偏移之該未知分量對已形成於與該對準目標疊對之一或多個層中之經疊對結構的一敏感度；及使用該敏感度以校正在步驟(a)處所執行之該量測。

20. 如條項19之方法，其中該程序校準步驟包含：

在一測試基板上形成一或多個測試子分段對準目標；

在與該基板上之該測試子分段對準目標疊對之一或多個層中形成一或多個經疊對結構，其對應於將在生產期間在步驟(b)之前已形成的該等經疊對結構；

執行該一或多個測試子分段對準目標之一校準量測；及

自該校準量測判定該敏感度。

21. 如條項20之方法，其中在該測試基板之中心附近形成該測試子分段對準目標。

22. 如條項19至21中任一項之方法，其中針對將在生產期間在步驟(b)之前已形成的該等不同經疊對結構中之每一者重複該程序校準步驟，以獲得對應於該等不同經疊對結構中之每一者的一敏感度量測。

23. 如條項1至12中任一項之方法，其中使用一微影設備來執行步驟(a)。

24. 如條項23之方法，其中使用該微影設備之對準感測器來執行步驟(a)。

25. 如條項24之方法，其中使用該對準感測器來執行步驟(b)。

26. 如條項23至25中任一項之方法，其中該計算至少一個對準目標之一經量測位置包含計算該至少一個子分段目標之一經量測位置，步驟(a)處之該至少一個子分段目標與步驟(b)處之該至少一個對準目標為同一

目標。

27. 如條項26之方法，其中步驟(b)針對該子分段目標輸出一位置量測，該位置量測係以包括該未知偏移的該子分段目標中之該等子結構之該等位置為參考，而非以不具有該未知偏移的該等結構之該等位置為參考。

28. 如條項26或27之方法，其中存在複數個子分段目標，且該方法包含針對該等子分段目標中之每一者計算針對該位置偏移之該未知分量而校正的一經量測位置。

29. 一種製造器件之方法，其中使用一微影程序將一器件圖案施加至一基板，該方法包括藉由參考形成於該基板上之至少一個對準目標之一經量測位置來定位該經施加圖案，該經量測位置係藉由一如任一前述條項之方法而獲得。

30. 如條項29之方法，其包含以下步驟：

單獨地或作為一單一目標而曝光包含該至少一個子分段目標及該至少一個對準目標之一第一層；

其中在曝光該第一層之後的層期間執行定位該經施加圖案之該步驟。

31. 如條項30之方法，其包含在該曝光一第一層之後進行以下操作：

執行一顯影步驟以顯影該基板上之抗蝕劑；

執行步驟(a)；且在此等步驟之後進行以下操作：

對該基板執行額外處理步驟；

執行一對準操作以用於該經施加圖案在一第二層中之該定位，其中該對準操作包含執行步驟(b)。

32. 如條項30或31之方法，其中在步驟(a)處所獲得之該等信號進一步用以判定針對後續基板之校正，該等校正用於縮減該等後續基板中之該位置偏移之該未知分量的量值；該方法進一步包含將該等校正應用於該等後續基板上之一第一層之該曝光。

33. 如條項30、31或32之方法，其包含：

在該第一層之後的一層中形成至少一個額外子分段目標；

運用輻射來照明該至少一個額外子分段目標且使用一或多個偵測器來偵測由該子分段目標繞射之輻射，以獲得含有該額外子分段目標之位置資訊的額外信號；及

使用該等額外信號以判定針對後續基板之額外校正，該等額外校正用於縮減該等後續基板之一對應層中之該位置偏移之該未知分量的量值。

34. 如條項30至33中任一項之方法，其包含：

另外量測用於量測不同層上之結構之間的一位置失配之一疊對目標，且該方法進一步包含計算不同層上之結構之間的該位置失配；

基於該經計算失配來判定一位置校正；及

在一後續基板上，在曝光對應於該疊對目標之該等層的該等層中之至少一者期間定位該經施加圖案期間應用該位置校正。

35. 一種微影設備，其包含：

- 一圖案化子系統，其用於將一圖案轉印至一基板；及
- 一量測子系統，其用於量測該基板相對於該圖案化子系統之位置，

其中該圖案化子系統經配置以使用由該量測子系統量測之該等位置以將該圖案施加於該基板上之一所要位置處，且其中該量測子系統經配置

以藉由參考提供於該基板上之至少一個對準目標之一經量測位置來定位該經施加圖案，且其中該量測子系統經配置以藉由一如條項23至28中任一項之方法來計算該至少一個對準目標之該經量測位置。

36. 如條項35之微影設備，其進一步可操作以如條項29至33中任一項之製造器件之方法。

37. 一種微影單元，其包含一微影設備及一檢測設備，該微影設備包含：

- 一圖案化子系統，其用於將一圖案轉印至一基板；及
- 一量測子系統，其用於量測該基板相對於該圖案化子系統之位置，

其中該圖案化子系統經配置以使用由該量測子系統量測之該等位置以將該圖案施加於該基板上之一所要位置處，且其中該量測子系統經配置以藉由參考提供於該基板上之至少一個對準目標之一經量測位置來定位該經施加圖案，且其中該量測子系統經配置以藉由一如條項13至22中任一項之方法來計算該至少一個對準目標之該經量測位置；且

其中該檢測設備可操作以執行該方法之步驟(a)。

38. 如條項37之微影設備，其進一步可操作以如條項29至34中任一項之製造器件之方法。

39. 一種電腦程式產品，其包含機器可讀指令，該等機器可讀指令用於致使一處理器件執行如條項1至34中任一項之方法之步驟(b)的該計算，以獲得一或多個對準目標之一經量測位置。

40. 如條項39之電腦程式產品，其進一步包含用於控制一微影設備以在藉由參考該一或多個對準目標之該經計算位置而界定之一位置處將一

圖案施加至該基板的指令。

術語「透鏡」在內容背景允許的情況下可指各種類型之光學組件中之任一者或其組合，包括折射、反射、磁性、電磁及靜電光學組件。

雖然上文已描述本發明之特定實施例，但將瞭解，可以與所描述之方式不同的其他方式來實踐本發明。舉例而言，本發明可採取以下形式：電腦程式，其含有描述如上文所揭示之方法的機器可讀指令之一或多個序列；或資料儲存媒體(例如，半導體記憶體、磁碟或光碟)，其具有儲存於其中之此電腦程式。

以上描述意欲為說明性而非限制性的。因此，對於熟習此項技術者而言將顯而易見，可在不脫離下文所闡明之申請專利範圍之範疇的情況下對所描述之本發明進行修改。

【符號說明】

0	繞射射線
11	源
12	透鏡
13	孔徑板
13N	孔徑板
13NW	孔徑板
13S	孔徑板
13SE	孔徑板
14	透鏡
15	光束分裂器
16	接物鏡/透鏡

17	第二光束分裂器
18	光學系統
19	第一感測器/光瞳平面影像感測器/偵測器
20	光學系統
21	孔徑光闌/場光闌
22	光學系統
23	影像感測器/偵測器
31	量測光點/照明光點
32	光柵
33	光柵
34	光柵
35	光柵
41	圓形區域
42	矩形區域/影像
43	矩形區域/影像
44	矩形區域/影像
45	矩形區域/影像
202	對準目標/照明目標/X方向目標
204	對準目標/Y方向目標
206	照明光點
208	照明光點
210	目標
220	照明源

222	輻射光束
224	接物鏡
226	資訊攜載光束
228	自參考干涉計/區塊
230	感測器陣列/感測器柵格
232	強度信號
600	材料
602	材料
603	「標記」區
604	「空間」區
606	目標
608	空間
610	點
620	空間
622	空間
700	基板
702	差動子分段(DSM)對準目標
702-1	第一目標區段
702-2	第二目標區段
705	步驟
708	步驟
710	步驟
715	步驟

720	步驟
730	步驟
735	對準步驟
740	步驟
745	步驟
750	步驟
755	顯影步驟
760	步驟
765	步驟
770	步驟
775	步驟
780	步驟
785	經處理基板
AD	調整器
AS	對準感測器
B	輻射光束
BD	光束遞送系統
BK	烘烤板
C	目標部分
CH	冷卻板
CO	聚光器
DE	顯影器
I	輻射射線/入射射線

I/O1	輸入/輸出埠
I/O2	輸入/輸出埠
IF	位置感測器
IL	照明系統/照明器
IN	積光器
L	長度
LA	微影設備
LACU	微影設備控制單元
LB	裝載匣
LC	微影單元
LS	位階感測器
M ₁	光罩對準目標
M ₂	光罩對準目標
MA	圖案化器件/光罩
MET	度量衡系統
MT	支撐結構/光罩台
O	光軸
P ₁	基板對準目標
P ₂	基板對準目標
PM	第一定位器
PS	投影系統
PU	處理單元/處理器/影像處理器及控制器
PW	第二定位器/基板定位器/基板定位系統

RF	參考框架
RO	基板處置器或機器人
ROI	所關注區/光柵
S1	步驟
S2	步驟
S3	步驟
S4	步驟
S5	步驟
S6	步驟
S7	步驟
S8	步驟
S9	步驟
S11	步驟
S12	步驟
S13	步驟
S14	步驟
S15	步驟
S16	步驟
S17	步驟
SC	旋塗器
SCS	監督控制系統
SO	輻射源
T	目標

TCU	塗佈顯影系統控制單元
W	基板
WTa	基板台
WTb	基板台
X_0	中心位置/光柵位置
X_{AR}	中心位置/依解析度位置
+1	繞射射線
+1(N)	+1繞射射線
-1	繞射射線
-1(S)	-1繞射射線
$-d_1 + \Delta d$	組合式移位
$-d_2 + \Delta d$	組合式移位
Δd	失配或移位/標記印刷誤差

**【發明摘要】****【中文發明名稱】**

位置量測方法、微影設備、微影單元和器件製造方法

【英文發明名稱】

POSITION MEASURING METHOD, LITHOGRAPHIC
APPARATUS, LITHOCELL AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

【中文】

本發明揭示一種使用一光學系統來量測一基板上之至少一個對準目標之位置的方法。該方法包含：藉由運用輻射來照明至少一個子分段目標且使用一或多個偵測器來偵測由該子分段目標繞射之輻射而量測該子分段目標，以獲得含有該子分段目標之位置資訊的信號。該子分段目標包含在至少一第一方向上週期性地配置之結構，該等結構中之至少一些包含較小子結構，每一子分段目標被形成為在該等結構與該等子結構之間具有為已知分量與未知分量兩者之一組合的一位置偏移。使用該等信號連同關於該子分段目標之已知偏移之間的差之資訊，以計算針對該位置偏移之該未知分量而校正的至少一個對準目標之一經量測位置。

【英文】

Disclosed is a method of measuring positions of at least one alignment target on a substrate using an optical system. The method comprises measuring at least one sub-segmented target by illuminating said sub-segmented target with radiation and detecting radiation diffracted by said sub-segmented target using one or more detectors to obtain signals containing positional information of the sub-segmented

target. The sub-segmented target comprise structures arranged periodically in at least a first direction, at least some of said structures comprising smaller sub-structures, each sub-segmented target being formed with a positional offset between the structures and the sub-structures that is a combination of both known and unknown components. The signals, together with information on differences between known offsets of the sub-segmented target are used to calculate a measured position of at least one alignment target which is corrected for said unknown component of said positional offset.

【指定代表圖】

圖7

【代表圖之符號簡單說明】

- | | |
|-------------------|----------------|
| 702 | 差動子分段(DSM)對準目標 |
| 702-1 | 第一目標區段 |
| 702-2 | 第二目標區段 |
| $-d_1 + \Delta d$ | 組合式移位 |
| $-d_2 + \Delta d$ | 組合式移位 |

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種使用一光學系統來量測一基板上之至少一個對準目標之位置的方法，該方法包含：

(a) 藉由運用輻射來照明至少一個子分段目標且使用一或多個偵測器來偵測由該子分段目標繞射之輻射而量測該子分段目標，以獲得含有該子分段目標之位置資訊的信號，當該子分段目標仍在抗蝕劑中時對該子分段目標執行此步驟，該子分段目標包含在至少一第一方向上週期性地配置之結構，該等結構中之至少一些包含較小子結構，每一子分段目標被形成為在該等結構與該等子結構之間具有為已知分量與未知分量兩者之一組合的一位置偏移；

(b) 使用該等信號連同關於該子分段目標之該等已知偏移之間的差之資訊，以計算針對該位置偏移之該未知分量而校正的至少一個對準目標之一經量測位置。

【第2項】

如請求項1之方法，其中步驟(b)包含：判定該子分段目標中之不對稱性之一度量；及在計算該至少一個對準目標之該經量測位置時使用不對稱性之此度量以校正該位置偏移之該未知分量。

【第3項】

如請求項1之方法，其中在步驟(a)中，針對該至少一個子分段目標獲得含有位置資訊之複數個信號，每一信號係使用具有不同特性之輻射而獲得。

【第4項】

如請求項3之方法，其中步驟(b)中之該計算係至少部分地基於以下假定：針對該複數個信號中之每一者，一信號中所含有之該位置資訊與一目標之該位置偏移之間的一關係具有相同數學形式。

【第5項】

如請求項3之方法，其中具有不同特性之該輻射包括具有不同波長、偏振及/或照明剖面之輻射。

【第6項】

如請求項1之方法，其中該至少一個子分段目標包含在形成該目標之該等結構與該等結構內之該等子結構之間具有不同已知偏移的至少兩個區段，該兩個或多於兩個區段經緊密鄰近地形成以便形成一複合目標。

【第7項】

如請求項1之方法，其中在步驟(a)處所獲得之該等信號進一步用以判定針對後續基板之校正，該等校正用於縮減該等後續基板中之該位置偏移之該未知分量的量值。

【第8項】

如請求項1之方法，其中使用一檢測設備來執行步驟(a)。

【第9項】

如請求項8之方法，其中步驟(a)針對至少一個對準目標之一經量測位置之該計算判定至少一個校正，該計算進一步使用在將一基板定位於一微影設備上期間所執行的該至少一個對準目標之量測。

【第10項】

如請求項8之方法，其中該在步驟(b)處計算至少一個對準目標之一經量測位置包含：計算除了該至少一個子分段目標以外之一目標之一經量測

位置。

【第11項】

如請求項10之方法，其中該子分段目標包含與該檢測設備相容之結構特性。

【第12項】

如請求項10之方法，其中在步驟(b)處所量測之該至少一個對準目標包含一非差動對準目標，且該方法進一步包含：執行一程序校準步驟以判定該位置偏移之該未知分量對已形成於與該對準目標疊對之一或多個層中之經疊對結構的一敏感度；及使用該敏感度以校正在步驟(a)處所執行之該量測。

【第13項】

如請求項12之方法，其中該程序校準步驟包含：

在一測試基板上形成一或多個測試子分段對準目標；

在與該基板上之該測試子分段對準目標疊對之一或多個層中形成一或多個經疊對結構，其對應於將在生產期間在步驟(b)之前已形成於的該等經疊對結構；

執行該一或多個測試子分段對準目標之一校準量測；及

自該校準量測判定該敏感度。

【第14項】

一種電腦程式產品，其包含機器可讀指令，該等機器可讀指令用於致使一處理器件執行如請求項1之方法之步驟(b)的該計算，以獲得一或多個對準目標之一經量測位置。

【第15項】

如請求項14之產品，其進一步包含用於控制一微影設備以在藉由參考該一或多個對準目標之該經計算位置而界定之一位置處將一圖案施加至該基板之指令。

