



(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 I797675 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：110125789

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 07 月 14 日

(51)Int. Cl. : G03F9/00 (2006.01)

G03F7/20 (2006.01)

G01N21/956 (2006.01)

(30)優先權：2020/07/16

美國

63/052,651

(71)申請人：荷蘭商 A S M L 控股公司 (荷蘭) ASML HOLDING N.V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：斯威拉姆 莫海美德 SWILLAM, MOHAMED (CA)；克魯瑟 賈斯汀 洛依德
KREUZER, JUSTIN LLOYD (US)；露克司 史蒂芬 ROUX, STEPHEN (US)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW 201937314A

TW 201945870A

TW 202024779A

US 6803993B2

US 2008/0018874A1

WO 2013/188520A2

審查人員：黃彥豪

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 55 頁

(54)名稱

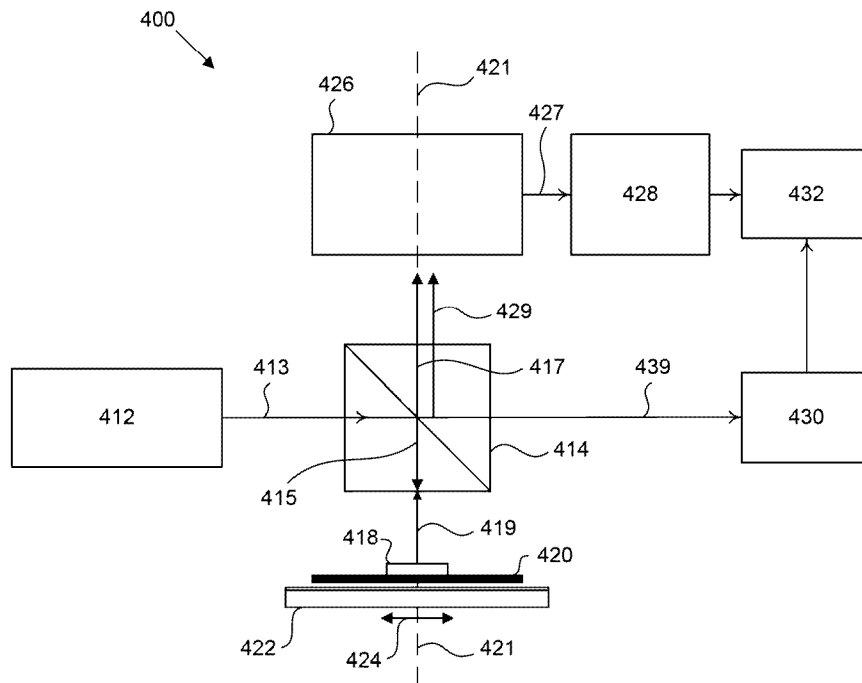
基於多模式干涉之頻譜度量衡系統及微影設備

(57)摘要

一種度量衡系統，其包含一輻射源、一光學元件、第一及第二偵測器、包含一多模式波導之一整合式光學裝置、及一處理器。該輻射源產生輻射。該光學元件引導輻射朝向一目標以產生來自該目標之散射輻射。該第一偵測器接收該散射輻射之一第一部分且基於該所接收之第一部分產生一第一偵測信號。該多模式波導使用該多模式波導之模式干涉該散射輻射之一第二部分。該第二偵測器接收該經干涉第二部分且基於該所接收之經干涉第二部分產生一第二偵測信號。該處理器接收該等第一及第二偵測信號。該處理器對該所接收之第一部分、該所接收之經干涉第二部分以及該多模式波導之一傳播特性進行分析。該處理器基於該分析判定該目標之特性。

A metrology system comprises a radiation source, an optical element, first and second detectors, an integrated optical device comprising a multimode waveguide, and a processor. The radiation source generates radiation. The optical element directs radiation toward a target to generate scattered radiation from the target. The first detector receives a first portion of the scattered radiation and generates a first detection signal based on the received first portion. The multimode waveguide interferes a second portion of the scattered radiation using modes of the multimode waveguide. The second detector receives the interfered second portion and generates a second detection signal based on the received interfered second portion. The processor receives the first and second detection signals. The processor analyzes the received first portion, the received interfered second portion, and a propagation property of the multimode waveguide. The processor determines the property of the target based on the analysis.

指定代表圖：



符號簡單說明：

400:度量衡系統

412:照射系統

413:電磁窄帶輻射光束

414:光束分光器

415,417:輻射子光束

418:目標/對準標記

419:繞射輻射光束

420:基板

421:對準軸線

422:載物台

424:方向

426:干涉計

427:干涉計信號

428:偵測器

429,439:繞射輻射子光
束

430:光束分析器

432:疊對計算處理器/
處理器



I797675

【發明摘要】

【中文發明名稱】

基於多模式干涉之頻譜度量衡系統及微影設備

【英文發明名稱】

SPECTROMETRIC METROLOGY SYSTEMS BASED ON
MULTIMODE INTERFERENCE AND LITHOGRAPHIC APPARATUS

【中文】

一種度量衡系統，其包含一輻射源、一光學元件、第一及第二偵測器、包含一多模式波導之一整合式光學裝置、及一處理器。該輻射源產生輻射。該光學元件引導輻射朝向一目標以產生來自該目標之散射輻射。該第一偵測器接收該散射輻射之一第一部分且基於該所接收之第一部分產生一第一偵測信號。該多模式波導使用該多模式波導之模式干涉該散射輻射之一第二部分。該第二偵測器接收該經干涉第二部分且基於該所接收之經干涉第二部分產生一第二偵測信號。該處理器接收該等第一及第二偵測信號。該處理器對該所接收之第一部分、該所接收之經干涉第二部分以及該多模式波導之一傳播特性進行分析。該處理器基於該分析判定該目標之特性。

【英文】

A metrology system comprises a radiation source, an optical element, first and second detectors, an integrated optical device comprising a multimode waveguide, and a processor. The radiation source generates radiation. The optical element directs radiation toward a target to generate scattered radiation from the target. The first detector

receives a first portion of the scattered radiation and generates a first detection signal based on the received first portion. The multimode waveguide interferes a second portion of the scattered radiation using modes of the multimode waveguide. The second detector receives the interfered second portion and generates a second detection signal based on the received interfered second portion. The processor receives the first and second detection signals. The processor analyzes the received first portion, the received interfered second portion, and a propagation property of the multimode waveguide. The processor determines the property of the target based on the analysis.

【指定代表圖】

圖4A

【代表圖之符號簡單說明】

400:度量衡系統

412:照射系統

413:電磁窄帶輻射光束

414:光束分光器

415, 417:輻射子光束

418:目標/對準標記

419:繞射輻射光束

420:基板

421:對準軸線

422:載物台

424:方向

426:干涉計

427:干涉計信號

428:偵測器

429, 439:繞射輻射子光束

430:光束分析器

432:疊對計算處理器/處理器

【發明說明書】

【中文發明名稱】

基於多模式干涉之頻譜度量衡系統及微影設備

【英文發明名稱】

SPECTROMETRIC METROLOGY SYSTEMS BASED ON
MULTIMODE INTERFERENCE AND LITHOGRAPHIC APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於度量衡系統，例如，用於判定微影設備中之基板上之特徵之位置的對準感測器。

【先前技術】

【0002】 微影設備係將所要圖案塗佈至基板上，通常塗佈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)之製造中。在彼情況下，被替代地稱作遮罩或倍縮光罩之圖案化裝置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。通常經由成像至設置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，單一基板將含有連續地經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)上經由輻射光束掃描圖案同時平行或反平行於此掃描方向同步地掃描目標部分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裝置轉印至基板。

【0003】 在微影操作期間，不同處理步驟可要求不同層依序形成於

基板上。因此，可有必要以高準確度相對於形成於基板上之先前圖案來定位基板。通常，將對準標記置放於待對準之基板上且參考第二目標來定位對準標記。微影設備可使用對準設備來偵測對準標記之位置，且使用對準標記來對準基板以確保自遮罩之精確曝光。兩個不同層處之對準標記之間的未對準被量測為疊對(OV)誤差。

【0004】為監測微影程序，量測經圖案化基板之參數。舉例而言，參數可包括形成於經圖案化基板中或上之連續層之間的OV誤差，及經顯影感光抗蝕劑之臨界線寬。可對產品基板及/或對專用度量衡目標執行此量測。存在用於對在微影程序中形成之微觀結構進行量測之各種技術，包括使用掃描電子顯微鏡及各種特殊化工具。特殊化檢驗工具之快速且非侵入性形式係散射計，其中將輻射光束引導至基板表面上之目標上，且量測散射或反射光束之特性。藉由將光束在其已由基板反射或散射之前與之後的特性進行比較，可判定基板之特性。舉例而言，可藉由比較反射光束與儲存於與已知基板特性相關聯之已知量測庫中的資料而進行此判定。頻譜散射計將寬頻帶輻射光束引導至基板上且量測散射至特定窄角程中之輻射之頻譜(隨波長而變化之強度)。相比之下，角度解析散射計使用單色輻射光束及量測隨角度而變化之散射輻射的強度。

【0005】此類光學散射計可用以量測參數，諸如經顯影感光抗蝕劑之臨界尺寸或在形成於經圖案化基板中或上之兩個層之間的OV誤差。可藉由將照射光束在該光束已由基板反射或散射之前與之後的特性進行比較來判定基板之特性。

【0006】為最小化OV誤差之量值，應高度準確地量測基板上之特徵之位置。為此，將眾多目標印刷於基板上，且接著在微影程序期間數次

使用複數個波長進行量測。增大經量測目標之數目會增強基板上之特徵的位置感知。然而，亦期望快速執行量測以便提高大量製造之速率。可同時量測多個波長之現有度量衡解決方案傾向於較大、具有大致約為公尺之尺寸。較大度量衡系統佔據可以其他方式由微影裝置使用以增加大量製造輸出之佔據面積。

【發明內容】

【0007】 因此，期望開發能夠量測所有所要波長下之目標同時亦提供比現有度量衡系統小的佔據面積之高產出量度量衡系統。

【0008】 在一些實施例中，一種度量衡系統包含輻射源、光學元件、第一及第二偵測器、包含多模式波導之整合式光學裝置及處理器。該輻射源經組態以產生輻射。該光學元件經組態以引導輻射朝向目標以產生來自目標之散射輻射。該第一偵測器經組態以接收散射輻射之第一部分且基於所接收之第一部分產生第一偵測信號。該多模式波導經組態以使用多模式波導之模式干涉散射輻射之第二部分。該第二偵測器經組態以接收經干涉第二部分且基於所接收之經干涉第二部分產生第二偵測信號。該處理器經組態以接收第一及第二偵測信號。該處理器經進一步組態以對所接收之第一部分、所接收之經干涉第二部分以及多模式波導之傳播特性執行分析。該處理器經進一步組態以基於分析判定目標之特性。

【0009】 在一些實施例中，一種微影設備包含照射系統、投影系統及度量衡系統。該度量衡系統包含輻射源、光學元件、第一及第二偵測器、多模式波導裝置及處理器。該照射系統經組態以照射圖案化裝置之圖案。該投影系統經組態以將圖案之影像投影至基板上。該輻射源經組態以產生輻射。該光學元件經組態以引導輻射朝向基板上之目標以產生來自目

標之散射輻射。該第一偵測器經組態以接收散射輻射之第一部分且基於所接收之第一部分產生第一偵測信號。該多模式波導裝置經組態以使用多模式波導裝置之模式干涉散射輻射之第二部分。該第二偵測器經組態以接收經干涉第二部分且基於所接收之經干涉第二部分產生第二偵測信號。該處理器經組態以接收第一及第二偵測信號。該處理器經進一步組態以對所接收之第一部分、所接收之經干涉第二部分以及多模式波導裝置之傳播特性執行分析。該處理器經進一步組態以基於分析判定目標之特性。

【0010】 在一些實施例中，一種度量衡系統包含輻射源、光學元件、包含多模式波導之整合式光學裝置、偵測器及處理器。該輻射源經組態以產生輻射。該光學元件經組態以引導輻射朝向目標以產生來自目標之散射輻射。該多模式波導經組態以使用多模式波導之模式干涉散射輻射。該偵測器經組態以接收經干涉散射輻射且基於所接收之經干涉散射輻射產生偵測信號。該處理器經組態以接收偵測信號。該處理器經進一步組態以基於所接收之經干涉散射輻射及多模式波導之傳播特性執行分析。該處理器經進一步組態以基於分析判定目標之特性。

【0011】 下文參考隨附圖式詳細地描述本發明之另外特徵以及各種實施例之結構及操作。應注意，本發明不限於本文中所描述之特定實施例。本文僅出於說明性目的呈現此類實施例。基於本文中所含之教示，額外實施例對於熟習相關技術者將為顯而易見的。

【圖式簡單說明】

【0012】 併入本文中且形成本說明書之部分的隨附圖式說明本發明，且連同描述進一步用以解釋本發明之原理且使熟習相關技術者能夠製造及使用本文中所描述之實施例。

【0013】 圖1A展示根據一些實施例之反射微影設備之示意圖。

【0014】 圖1B展示根據一些實施例之透射微影設備之示意圖。

【0015】 圖2展示根據一些實施例之反射微影設備之更詳細示意圖。

【0016】 圖3展示根據一些實施例之微影單元之示意圖。

【0017】 圖4A及圖4B展示根據一些實施例之檢驗設備之示意圖。

【0018】 圖5展示根據一些實施例之度量衡系統。

【0019】 根據下文結合圖式所闡述之詳細描述，本發明之特徵將變得更顯而易見，在圖式中，相同參考字元貫穿全文標識對應元件。在圖式中，相同參考標號通常指示相同、功能類似及/或結構類似之元件。此外，通常，參考標號之一或多個最左側數字標識首次出現該參考標號之圖式。除非另外指示，否則貫穿本發明提供之圖式不應解譯為按比例繪製。

【實施方式】

【0020】 本說明書揭示併有本發明之特徵的一或多個實施例。所揭示之一或多個實施例被提供為實例。本發明之範疇不限於所揭示之一或多個實施例。所主張之特徵係由此處附加之申請專利範圍界定。

【0021】 所描述之一或多個實施例及本說明書中對「一個實施例」、「實施例」、「實例實施例」等之參考指示所描述之一或多個實施例可包括特定特徵、結構或特性，但每一實施例可能未必包括特定特徵、結構或特性。此外，此類片語未必指同一實施例。此外，當結合實施例描述特定特徵、結構或特性時，應理解，無論是否予以明確描述，結合其他實施例來實現此類特徵、結構或特性皆在熟習此項技術者之認識範圍內。

【0022】 為易於描述，本文中可使用諸如「在…之下」、「在…下

方」、「下部」、「在…上方」、「在…之上」、「上部」及其類似者的空間相對術語，以描述如圖式中所示出之一個元件或特徵與另一(多個)元件或特徵的關係。除了圖式中所描繪的定向之外，空間相對術語亦意欲涵蓋裝置在使用或操作中的不同定向。設備可以其他方式定向(旋轉90度或處於其他定向)且本文中所使用之空間相對描述詞可同樣相應地進行解譯。

【0023】如本文中所使用之術語「約」指示可基於特定技術而變化之給定數量的值。基於特定技術，術語「約」可指示例如在值之10%至30%內(例如，值之 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 或 $\pm 30\%$)變化的給定數量之值。

【0024】本發明之實施例可實施於硬體、韌體、軟體或其任何組合中。本發明之實施例亦可經實施為儲存於機器可讀媒體上之指令，該等指令可由一或多個處理器讀取及執行。機器可讀媒體可包括用於儲存或傳輸呈可由機器(例如，計算裝置)讀取之形式之資訊的任何機構。舉例而言，機器可讀媒體可包括唯讀記憶體(ROM)；隨機存取記憶體(RAM)；磁碟儲存媒體；光學儲存媒體；快閃記憶體裝置；電學、光學、聲學或其他形式之傳播信號(例如，載波、紅外信號、數位信號等)及其他。此外，韌體、軟體、常式及/或指令可在本文中描述為執行某些動作。然而，應瞭解，此類描述僅出於方便起見，且此類動作實際上係由計算裝置、處理器、控制器或執行韌體、軟體、常式、指令等之其他裝置引起。

【0025】然而，在更詳細地描述此類實施例之前，具指導性的是呈現本發明之實施例可在其中實施的實例環境。

【0026】 實例微影系統

【0027】圖1A及圖1B分別展示微影設備100及微影設備100'之示意性說明，其中可實施本發明之實施例。微影設備100及微影設備100'各自

包括以下各者：照射系統(照射器) IL，其經組態以調節輻射光束B（例如，深紫外線或極紫外線輻射）；支撐結構(例如，遮罩台) MT，其經組態以支撐圖案化裝置(例如，遮罩、倍縮光罩或動態圖案化裝置) MA且連接至經組態以準確定位圖案化裝置MA之第一定位器PM；以及基板台(例如，晶圓台) WT，其經組態以固持基板(例如，塗有抗蝕劑之晶圓) W且連接至經組態以準確定位基板W之第二定位器PW。微影設備100及100'亦具有投影系統PS，該投影系統經組態以將由圖案化裝置MA賦予至輻射光束B之圖案投影至基板W之目標部分(例如，包含一或多個晶粒) C上。在微影設備100中，圖案化裝置MA及投影系統PS為反射性的。在微影設備100'中，圖案化裝置MA及投影系統PS為透射性的。

【0028】 照射系統IL可包括用於引導、塑形或控制輻射光束B之各種類型的光學組件，諸如折射、反射、折反射、磁性、電磁、靜電或其他類型之光學組件或其任何組合。

【0029】 支撐結構MT以取決於圖案化裝置MA相對於參考框架之定向、微影設備100及100'中之至少一者之設計及諸如圖案化裝置MA是否固持於真空環境中之其他條件的方式固持圖案化裝置MA。支撐結構MT可使用機械、真空、靜電或其他夾持技術來固持圖案化裝置MA。舉例而言，支撐結構可為框架或台，其可視需要而固定或可移動。藉由使用感測器，支撐結構MT可確保圖案化裝置MA例如相對於投影系統PS處於所要位置。

【0030】 術語「圖案化裝置」MA應被廣泛地解譯為指可用以在輻射光束B之橫截面中向該輻射光束賦予圖案以便在基板W之目標部分C中產生圖案的任意裝置。被賦予至輻射光束B之圖案可對應於產生於目標部

分C中以形成積體電路之裝置中的特定功能層。

【0031】術語「檢驗設備」、「度量衡設備」及其類似者可在本文中用以指例如用於量測結構之特性(例如，OV誤差、臨界尺寸參數)或用於微影設備中以檢驗晶圓(例如，對準設備)之對準的裝置或系統。

【0032】圖案化裝置MA可為透射性的(如在圖1B之微影設備100'中)或反射性的(如在圖1A之微影設備100中)。圖案化裝置MA之實例包括倍縮光罩、遮罩、可程式鏡面陣列及可程式LCD面板。遮罩在微影中已為人所熟知，且包括諸如二元、交替相移或衰減相移之遮罩類型，以及各種混合遮罩類型。可程式鏡面陣列之實例採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。傾斜鏡面在由小鏡面矩陣反射之輻射光束B中賦予圖案。

【0033】術語「投影系統」PS可涵蓋如適於所使用之曝光輻射或適於諸如基板W上之浸潤液體之使用或真空之使用之其他因素的任何類型之投影系統，包括折射、反射、折反射、磁性、電磁及靜電光學系統，或其任何組合。真空環境可用於EUV或電子光束輻射，此係因為其他氣體可吸收過多輻射或電子。因此，可藉助於真空壁及真空泵將真空環境提供至整個光束路徑。

【0034】微影設備100及/或微影設備100'可為具有兩個(雙載物台)或兩個以上基板台WT(及/或兩個或兩個以上遮罩台)之類型。在此類「多載物台」機器中，可並行地使用額外基板台WT，或可對一或多個載物台進行預備步驟，同時將一或多個其他基板台WT用於曝光。在一些情形下，額外載物台可不為基板台WT。

【0035】微影設備亦可為以下類型：其中基板之至少一部分可由具

有相對較高折射率之液體，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，遮罩與投影系統之間的空間。浸潤技術在此項技術中為人所熟知用於增大投影系統之數值孔徑。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。

【0036】參看圖1A及圖1B，照射器IL自輻射源SO接收輻射光束。舉例而言，當源SO係準分子雷射器時，源SO及微影設備100、100'可為獨立物理實體。在此類狀況下，不認為源SO形成微影設備100或100'之部分，且輻射光束B係藉助於包括例如合適導向鏡面及/或光束擴展器之光束遞送系統BD (在圖1B中)而自源SO傳遞至照射器IL。在其他情況下，舉例而言，當源SO為汞燈時，源SO可為微影設備100、100'之整體部分。必要時，源SO及照射器IL連同光束遞送系統BD可被稱作輻射系統。

【0037】照射器IL可包括用於調整輻射光束之角度強度分佈的調整器AD (在圖1B中)。通常，可調整照射器之光瞳平面中之強度分佈的至少外部及/或內部徑向範圍(通常分別被稱作「 σ 外部」及「 σ 內部」)。另外，照射器IL可包含各種其他組件(在圖1B中)，諸如積光器IN及聚光器CO。照射器IL可用以調節輻射光束B以在該輻射光束之橫截面中具有所要均一性及強度分佈。

【0038】參考圖1A，輻射光束B入射於經固持於支撐結構(例如，遮罩台) MT上之圖案化裝置(例如，遮罩) MA上，且由圖案化裝置MA圖案化。在微影設備100中，自圖案化裝置(例如，遮罩) MA反射輻射光束B。在自圖案化裝置(例如，遮罩) MA反射之後，輻射光束B穿過投影系統PS，該投影系統PS將輻射光束B聚焦至基板W之目標部分C上。藉助於第

二定位器PW及位置感測器IF2 (例如，干涉裝置、線性編碼器或電容式感測器)，可準確地移動基板台WT (例如，以便使不同目標部分C定位於輻射光束B之路徑中)。類似地，第一定位器PM及另一位置感測器IF1可用以相對於輻射光束B之路徑準確定位圖案化裝置(例如，遮罩) MA。可使用遮罩對準標記M1、M2及基板對準標記P1、P2來對準圖案化裝置(例如，遮罩) MA與基板W。

【0039】 參考圖1B，輻射光束B入射於經固持於支撐結構(例如，遮罩台MT)上之圖案化裝置(例如，遮罩MA)上，且由圖案化裝置圖案化。在已橫穿遮罩MA之情況下，輻射光束B通過投影系統PS，該投影系統將光束聚焦至基板W之目標部分C上。投影系統具有至照射系統光瞳IPU之光瞳共軛物PPU。輻射之部分自照射系統光瞳IPU處之強度分佈發散且橫穿遮罩圖案而不受遮罩圖案處之繞射影響，且產生照射系統光瞳IPU處之強度分佈之影像。

【0040】 投影系統PS將遮罩圖案MP之影像投影至塗佈於基板W上之光阻層上，其中該影像係由繞射光束形成，該等繞射光束係藉由來自強度分佈之輻射而自標記圖案MP產生。舉例而言，遮罩圖案MP可包括線及空間之陣列。在陣列處且不同於零階繞射之輻射之繞射產生轉向繞射光束，該轉向繞射光束在垂直於線的方向上改變方向。非繞射光束(亦即，所謂的零階繞射光束)橫穿圖案，而傳播方向無任何改變。零階繞射光束橫穿投影系統PS之在投影系統PS之光瞳共軛物PPU上游的上部透鏡或上部透鏡群組，以到達光瞳共軛物PPU。在光瞳共軛物PPU之平面中且與零階繞射光束相關聯的強度分佈之部分為照射系統IL之照射系統光瞳IPU中之強度分佈之影像。孔徑裝置PD例如安置於包括投影系統PS之光瞳共軛

物PPU之平面處或實質上位於該平面處。

【0041】 投影系統PS經配置以藉助於透鏡或透鏡群組L不僅捕獲零階繞射光束，而且捕獲一階或一階及高階繞射光束(未展示)。在一些實施例中，可使用用於使在垂直於線之方向上延伸之線圖案成像的偶極照射以利用偶極照射之解析度提昇效應。舉例而言，一階繞射光束在晶圓W之位階處干涉對應的零階繞射光束，而以最高可能解析度及程序窗(亦即，與可容許曝光劑量偏差結合之可用聚焦深度)產生線圖案MP之影像。在一些實施例中，可藉由在照射系統光瞳IPU之相對四分體中提供輻射極(未展示)來減小散光像差。另外，在一些實施例中，可藉由阻礙投影系統之光瞳共軛物PPU中之與相對四分體中之輻射極相關聯的零階光束來減小散光像差。以全文引用之方式併入本文中的於2009年3月31日發佈之US 7,511,799 B2中更詳細地描述了此情形。

【0042】 藉助於第二定位器PW及位置感測器IF (例如，干涉裝置、線性編碼器或電容式感測器)，可準確地移動基板台WT (例如，以便使不同目標部分C定位於輻射光束B之路徑中)。類似地，第一定位器PM及另一位置感測器(圖1B中未展示)可用以相對於輻射光束B之路徑準確定位遮罩MA (例如在自遮罩庫之機械擷取之後或在掃描期間)。

【0043】 一般而言，可藉助於形成第一定位器PM之部分的長衝程模組(粗略定位)及短衝程模組(精細定位)來實現遮罩台MT之移動。類似地，可使用形成第二定位器PW之部分的長衝程模組及短衝程模組來實現基板台WT之移動。在步進器(相對於掃描器)之情況下，遮罩台MT可僅連接至短衝程致動器或可固定。可使用遮罩對準標記M1、M2及基板對準標記P1、P2來對準遮罩MA與基板W。儘管基板對準標記(如所示出)佔據專

用目標部分，但該等標記可位於目標部分之間的空間中(被稱為切割道對準標記)。類似地，在一個以上晶粒設置於遮罩MA上之情形中，遮罩對準標記可位於晶粒之間。

【0044】 遮罩台MT及圖案化裝置MA可處於真空室V中，其中真空內機器人IVR可用以將諸如遮罩之圖案化裝置移入及移出真空室。替代地，當遮罩台MT及圖案化裝置MA在真空室外部時，類似於真空內機器人IVR，真空外機器人可用於各種運輸操作。需要校準真空內及真空外機器人兩者以用於任何有效負載(例如，遮罩)至轉移站之固定運動安裝台之平滑轉移。

【0045】 微影設備100及100'可用於以下模式中之至少一者中：

【0046】 1. 在步進模式中，在將賦予至輻射光束B之整個圖案一次性投影至目標部分C上(亦即，單次靜態曝光)時，支撐結構(例如，遮罩台) MT及基板台WT基本上保持靜止。接著，基板台WT在X及/或Y方向上移位，使得可曝光不同目標部分C。

【0047】 2. 在掃描模式中，在將賦予至輻射光束B之圖案投影至目標部分C上(亦即，單次動態曝光)時，同步掃描支撐結構(例如，遮罩台) MT及基板台WT。可藉由投影系統PS之放大率(縮小率)及影像反轉特性判定基板台WT相對於支撐結構(例如，遮罩台) MT之速度及方向。

【0048】 3. 在靜止模式中，在將賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上時，支撐結構(例如，遮罩台) MT基本上保持靜止以固持可程式圖案化裝置，且移動或掃描基板台WT。可採用脈衝式輻射源SO，且在基板台WT之每次移動之後或在掃描期間之連續輻射脈衝之間視需要更新可程式圖案化裝置。此操作模式可易於應用於利用諸如可程式鏡面陣列之可

程式圖案化裝置的無遮罩微影。

【0049】 亦可採用所描述之使用模式之組合及/或變體或完全不同的使用模式。

【0050】 在另一實施例中，微影設備100包括極紫外線(EUV)源，該極紫外線源經組態以產生用於EUV微影之EUV輻射光束。大體而言，EUV源經組態於輻射系統中，且對應的照射系統經組態以調節EUV源之EUV輻射光束。

【0051】 圖2更詳細地展示微影設備100，其包括源收集器設備SO、照射系統IL及投影系統PS。源收集器設備SO經建構及配置以使得可將真空環境維持於源收集器設備SO之圍封結構220中。可藉由放電產生電漿源形成EUV輻射發射電漿210。可藉由氣體或蒸汽，例如Xe氣體、Li蒸汽或Sn蒸汽產生EUV輻射，其中產生熱電漿210以發射在電磁頻譜之EUV範圍內之輻射。舉例而言，藉由造成至少部分離子化電漿之放電產生極熱電漿210。為輻射之高效產生，可需要為例如10 Pa之分壓之Xe、Li、Sn蒸汽或任何其他合適氣體或蒸汽。在一些實施例中，提供經激發錫(Sn)之電漿以產生EUV輻射。

【0052】 由熱電漿210發射之輻射經由定位於源室211中之開口中或後方的視情況選用之氣體障壁或污染物截留器230 (在一些情況下，亦被稱作污染物障壁或箔片截留器)而自源室211傳遞至收集器室212中。污染物截留器230可包括通道結構。污染物截留器230亦可包括氣體障壁或氣體障壁與通道結構之組合。本文中進一步指示之污染物截留器或污染物障壁230至少包括通道結構。

【0053】 收集器室212可包括輻射收集器CO，該輻射收集器可為所

調的掠入射收集器。輻射收集器CO具有上游輻射收集器側251及下游輻射收集器側252。橫穿收集器CO之輻射可自光柵光譜濾光器240反射以聚焦於虛擬源點IF中。虛擬源點IF通常被稱作中間焦點，且源收集器設備經組配以使得中間焦點IF位於圍封結構220中之開口219處或附近。虛擬源點IF係輻射發射電漿210之影像。光柵光譜濾光器240尤其用於抑制紅外線(IR)輻射。

【0054】隨後，輻射橫穿照射系統IL，該照射系統可包括琢面化場鏡面裝置222及琢面化光瞳鏡面裝置224，該等裝置經配置提供圖案化裝置MA處之輻射光束221的所要角度分佈，以及圖案化裝置MA處之輻射強度的所要均一性。在由支撐結構MT固持之圖案化裝置MA處反射輻射光束221之後形成經圖案化光束226，且藉由投影系統PS使經圖案化光束226經由反射元件228、229成像至由晶圓載物台或基板台WT固持之基板W上。

【0055】通常，比所展示元件多之元件可存在於照射光學器件單元IL及投影系統PS中。取決於微影設備之類型，可視情況存在光柵光譜濾光器240。此外，可存在比圖2中所展示之鏡面更多的鏡面，例如，在投影系統PS中可存在比圖2中所展示之反射元件多一至六個的額外反射元件。

【0056】如圖2中所示出之收集器光學件CO被描繪為具有掠入射反射器253、254及255之巢套式收集器，僅作為收集器(或收集器鏡面)之實例。掠入射反射器253、254及255經安置成圍繞光軸O軸向對稱，且此類型之收集器光學件CO係較佳地與常常被稱為DPP源之放電產生電漿源組合使用。

【0057】 例示性微影單元

【0058】 圖3展示根據一些實施例之微影單元300，有時亦被稱作微影單元(lithocell)或群集。微影設備100或100'可形成微影單元300之部分。微影單元300亦可包括一或多個設備以在基板上執行曝光前程序及曝光後程序。習知地，此等包括用以沈積抗蝕劑層之旋塗器SC、用以使經曝光抗蝕劑顯影之顯影器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將基板遞送至微影設備100或100'之裝載區LB。此等常常統稱作塗佈顯影系統之裝置係在塗佈顯影系統控制單元TCU之控制下，該塗佈顯影系統控制單元自身由監督控制系統SCS控制，該監督控制系統亦經由微影控制單元LACU控制微影設備。因此，不同設備可經操作以最大化產出量及處理效率。

【0059】 例示性度量衡系統

【0060】 為控制用以將裝置特徵準確置放於基板上之微影程序，通常在基板上設置對準標記，且微影設備包括藉以必須藉由其準確量測基板上之標記之位置之一或多個對準設備及/或系統。此等對準設備實際上為位置量測設備。不同類型之標記及不同類型之對準設備及/或系統係自不同時間及不同製造商為吾人所知。廣泛用於當前微影設備中的系統之類型係基於如第6,961,116號美國專利(den Boef等人)中所描述之自參考干涉計。大體而言，分別量測標記以獲得X位置及Y位置。然而，可使用第2009/195768 A號美國公開案(Bijnen等人)中所描述之技術來執行組合之X量測及Y量測。此等發明兩者之全部內容係以引用方式併入本文中。

【0061】 圖4A展示根據一些實施例之可實施為微影設備100或100'

之部分的度量衡系統400之橫截面圖的示意圖。在一些實施例中，度量衡系統400可經組態以相對於圖案化裝置(例如，圖案化裝置MA)對準基板(例如，基板W)。度量衡系統400可經進一步組態以偵測基板上之對準標記的位置且使用對準標記之所偵測位置相對於微影設備100或100'之圖案化裝置或其他組件對準基板。基板之此類對準可確保基板上之一或多個圖案之準確曝光。

【0062】 在一些實施例中，度量衡系統400可包括照射系統412、光束分光器414、干涉計426、偵測器428、光束分析器430及OV計算處理器432。照射系統412可經組態以提供具有一或多個通帶之電磁窄帶輻射光束413。在實例中，一或多個通帶可在約500 nm至約900 nm之間的波長之頻譜內。在另一實例中，一或多個通帶可為在約500 nm至約900 nm之間的波長之頻譜內的離散窄通帶。照射系統412可經進一步組態以提供在長時段內(例如，在照射系統412之壽命內)具有實質上恆定的中心波長(CWL)值之一或多個通帶。照射系統412之此類組態可幫助防止實際CWL值在當前對準系統中自如上文所論述之所要CWL值偏離。且因此，與當前度對準設備相比，恆定CWL值之使用可改良對準系統(例如，度量衡系統400)之長期穩定性及準確度。

【0063】 在一些實施例中，光束分光器414可經組態以接收輻射光束413且將輻射光束413分裂成至少兩個輻射子光束。舉例而言，輻射光束413可經分裂成輻射子光束415及417，如圖4A中所展示。光束分光器414可經進一步組態以將輻射子光束415引導至置放於載物台422上之基板420上。在一個實例中，載物台422可沿著方向424移動。輻射子光束415可經組態以照射位於基板420上之對準標記或目標418。對準標記或目標

418可塗有輻射敏感膜。在一些實施例中，對準標記或目標418可具有一百八十度(亦即， 180°)對稱性。亦即，當對準標記或目標418圍繞垂直於對準標記或目標418之平面之對稱軸旋轉 180° 時，經旋轉對準標記或目標418可與未經旋轉之對準標記或目標418實質上相同。基板420上之目標418可為：(a)包含由固體抗蝕劑線形成之條形物的抗蝕劑層光柵，或(b)產品層光柵，或(c)包含覆蓋或交錯於產品層光柵上之抗蝕劑光柵的OV目標結構中之複合光柵堆疊。該等條形物可替代地經蝕刻至基板中。此圖案對微影投影設備，特別是投影系統PL中之色像差敏感，且照射對稱性及此等像差之存在將使其自身顯現為經印刷光柵之變化。用於裝置製造中以量測線寬、間距及臨界尺寸的一種沿線方法利用被稱為「散射量測」之技術。在Raymond等人之「使用光學散射量測之多參數光柵度量橫(Multiparameter Grating Metrology Using Optical Scatterometry)」J. Vac. Sci. Tech. B，第15卷，第2號，第361至368頁(1997年)及Niu等人之「DUV微影中之反射頻譜散射量測(Specular Spectroscopic Scatterometry in DUV Lithography)」SPIE，第3677卷(1999年)中描述了散射量測之方法，該兩者之全文係以引用方式併入本文中。在散射量測中，光由目標中之週期性結構反射，且偵測呈給定角度之所得反射頻譜。例如使用嚴密耦合波分析(RCWA)或藉由與藉由模擬導出之圖案庫進行比較來重構產生反射頻譜之結構。因此，經印刷光柵之散射量測資料用以重構光柵 根據對印刷步驟及/或其他散射量測程序之瞭解，可將光柵之參數，諸如線寬及形狀輸入至由處理單元PU執行之重構程序。

【0064】 在一些實施例中，根據實施例，光束分光器414可經進一步組態以接收繞射輻射光束419且將繞射輻射光束419分裂成至少兩個輻

射子光束。繞射輻射光束419可分裂成繞射輻射子光束429及439，如圖4A中所展示。

【0065】 應注意，儘管光束分光器414被展示為引導輻射子光束415朝向對準標記或目標418且引導繞射輻射子光束429朝向干涉計426，但本發明不限於此。對於熟習相關技術者將顯而易見的是，其他光學配置可用以獲得照射基板420上之對準標記或目標418以及偵測對準標記或目標418之影像的類似結果。

【0066】 如圖4A中所示出，干涉計426可經組態以經由光束分光器414接收輻射子光束417及繞射輻射子光束429。在實例實施例中，繞射輻射子光束429可為可自對準標記或目標418反射之輻射子光束415的至少一部分。在此實施例之實例中，干涉計426包含任何適當的一組光學元件，例如，可經組態以基於所接收之繞射輻射子光束429形成對準標記或目標418之兩個影像的稜鏡之組合。應瞭解，無需形成良好品質影像，但應當解析對準標記418之特徵。干涉計426可經進一步組態以使兩個影像中之一者相對於兩個影像中之另一者旋轉180°且以干涉方式重組經旋轉影像及未經旋轉影像。

【0067】 在一些實施例中，偵測器428可經組態以經由干涉計信號427接收經重組影像，且當度量衡系統400之對準軸線421穿過對準標記或目標418之對稱中心(圖中未展示)時偵測由經重組影像引起的干涉。根據實例實施例，此類干涉可歸因於對準標記或目標418成180°對稱，且經重組影像建設性地或破壞性地進行干涉。基於偵測到之干涉，偵測器428可經進一步組態以判定對準標記或目標418之對稱中心的位置且因此偵測基板420之位置。根據實例，對準軸線421可與垂直於基板420之光學光束對

準且通過影像旋轉干涉計426之中心。偵測器428可經進一步組態以藉由實施感測器特性且與晶圓標記程序變化相互作用而估計對準標記或目標418之位置。

【0068】 在另一實施例中，偵測器428藉由進行以下量測中之一或多者判定對準標記或目標418之對稱中心的位置：

【0069】 1. 量測各種波長之位置變化(多個顏色之間的位置移位)；

【0070】 2. 量測各個階之位置變化(繞射階之間的位置移位)；及

【0071】 3. 量測各種偏振之位置變化(偏振之間的位置移位)。

【0072】 可例如藉由任何類型之對準感測器來獲得此資料，例如，如第6,961,116號美國專利中所描述之智慧型對準感測器混合(SMart Alignment Sensor Hybrid；SMASH)感測器，其採用具有單一偵測器及四個不同波長之自參考干涉計，且提取軟體中之對準信號；或如第6,297,876號美國專利中所描述之使用對準之高階增強之先進技術(Advanced Technology using High order ENhancement of Alignment；Athena)，其將七個繞射階中之每一者引導至專用偵測器，該等專利兩者皆以全文引用之方式併入本文中。

【0073】 在一些實施例中，光束分析器430可經組態以接收繞射輻射子光束439且判定其光學狀態。光學狀態可為光束波長、偏振或光束設定檔之量度。光束分析器430可經進一步組態以判定載物台422之位置且使載物台422之位置與對準標記或目標418之對稱中心之位置相關。因此，可參考載物台422準確地知曉對準標記或目標418之位置及因此知曉基板420之位置。替代地，光束分析器430可經組態以判定度量衡系統400或任何其他參考元件之位置，使得可參考度量衡系統400或任何其他參考

元件知曉對準標記或目標418之對稱中心。光束分析器430可為具有某種形式之波長-頻帶選擇性的點或成像偏振計。在一些實施例中，根據其他實施例，光束分析器430可直接整合至度量衡系統400中，或經由偏振保持(polarization preserving)單模式、多模式或成像之若干類型之光纖連接。

【0074】 在一些實施例中，光束分析器430可經進一步組態以判定基板420上之兩個圖案之間的OV資料。此等圖案中之一者可為參考層上之參考圖案。另一圖案可為經曝光層上之經曝光圖案。參考層可為已存在於基板420上之經蝕刻層。參考層可由藉由微影設備100及/或100'曝光於基板上的參考圖案產生。經曝光層可為鄰近於參考層而曝光之抗蝕劑層。經曝光層可由藉由微影設備100或100'曝光於基板420上的曝光圖案產生。基板420上之經曝光圖案可對應於藉由載物台422進行之基板420之移動。在一些實施例中，經量測OV資料亦可指示參考圖案與曝光圖案之間的偏移。經量測OV資料可用作校準資料以校準由微影設備100或100'曝光之曝光圖案，使得在校準之後，經曝光層與參考層之間的偏移可得以最小化。

【0075】 在一些實施例中，光束分析器430可經進一步組態以判定基板420之產品堆疊設定檔之模型，且可經組態以在單次量測中量測目標418之OV、臨界尺寸及焦點。產品堆疊設定檔含有關於諸如對準標記、目標418或基板420之堆疊產品之資訊，且可包括隨照射變化而變化的標記程序變化誘發之光學訊跡度量衡。產品堆疊設定檔亦可包括產品光柵設定檔、標記堆疊設定檔及標記不對稱性資訊。光束分析器430之實例為如第8,706,442號美國專利中所描述之由荷蘭費爾德霍芬之阿斯麥爾(ASML)製造的Yieldstar™，該專利之全文係以引用方式併入本文中。光束分析器

430可經進一步組態以處理與彼層中之經曝光圖案之特定特性相關的資訊。舉例而言，光束分析器430可處理層中之所描繪影像的OV參數(層相對於基板上之先前層的定位精確度或第一層相對於基板上之標記的定位精確度之指示)、焦點參數及/或臨界尺寸參數(例如，線寬及其變化)。其他參數為與經曝光圖案之所描繪影像之品質相關的影像參數。

【0076】 在一些實施例中，偵測器陣列(未展示)可連接至光束分析器430，且允許存在準確的堆疊設定檔偵測之可能性，如下文所論述。舉例而言，偵測器428可為偵測器陣列。對於偵測器陣列，數個選項係可能的：多模式光纖束，每通道之離散接腳偵測器，或CCD或CMOS (線性)陣列。多模式光纖束之使用使得能夠出於穩定性原因而遠程定位任何耗散元件。離散PIN偵測器提供大動態範圍，但其各自需要獨立前置放大器。元件之數目因此受到限制。CCD線性陣列提供可被高速地讀出且在使用相位步進偵測的情況下尤其受到關注的許多元件。

【0077】 在一些實施例中，第二光束分析器430'可經組態以接收繞射輻射子光束429且判定其光學狀態，如圖4B中所展示。光學狀態可為光束波長、偏振或光束設定檔之量度。第二光束分析器430'可與光束分析器430相同。替代地，第二光束分析器430'可經組態以至少執行光束分析器430之全部功能，諸如判定載物台422之位置及使載物台422之位置與對準標記或目標418之對稱中心之位置相關。因此，可參考載物台422準確地知曉對準標記或目標418之位置及因此知曉基板420之位置。第二光束分析器430'亦可經組態以判定度量衡系統400或任何其他參考元件之位置，使得可參考度量衡系統400或任何其他參考元件知曉對準標記或目標418之對稱中心。第二光束分析器430'可經進一步組態以判定兩個圖案之間的

OV資料及基板420之產品堆疊設定檔之模型。第二光束分析器430'亦可經組態以在單次量測中量測目標418之OV、臨界尺寸及焦點。

【0078】 在一些實施例中，根據其他實施例，第二光束分析器430'可直接整合至度量衡系統400中，或其可經由偏振保持單模式、多模式或成像之若干類型之光纖連接。替代地，第二光束分析器430'及光束分析器430可組合以形成經組態以接收繞射輻射子光束429及439兩者且判定其光學狀態的單一分析器(未展示)。

【0079】 在一些實施例中，處理器432自偵測器428及光束分析器430接收資訊。舉例而言，處理器432可為OV計算處理器。資訊可包含由光束分析器430建構之產品堆疊設定檔之模型。替代地，處理器432可使用所接收的關於產品標記之資訊來建構產品標記設定檔之模型。在任一情況下，處理器432使用或結合產品標記設定檔之模型來建構堆疊產品及OV標記設定檔之模型。接著使用堆疊模型以判定OV偏移且最小化對OV偏移量測之頻譜效應。處理器432可基於自偵測器428及光束分析器430接收之資訊產生基本校正演算法，該資訊包括但不限於照射光束之光學狀態、對準信號、相關聯位置估計以及光瞳平面、影像平面及額外平面中之光學狀態。光瞳平面為輻射之徑向位置界定入射角且角度位置界定輻射之方位角的平面。處理器432可利用基本校正演算法以參考晶圓標記及/或對準標記418表徵度量衡系統400。

【0080】 在一些實施例中，處理器432可經進一步組態以基於自偵測器428及光束分析器430接收之資訊判定相對於每一標記的感測器估計值之經印刷圖案位置偏移誤差。資訊包括但不限於產品堆疊設定檔、基板420上之每一對準標記或目標418之OV、臨界尺寸及焦點的量測值。處理

器432可利用叢集演算法以將標記分組成多組類似恆定偏移誤差，且基於該資訊產生對準誤差偏移校正表。叢集演算法可基於OV量測、位置估計及與每一組偏移誤差相關聯的額外光學堆疊程序資訊。針對多個不同標記，例如OV目標來計算OV，該OV目標圍繞經程式化OV偏移具有正偏置及負偏置。量測最小OV之目標被視為參考值(此係由於其以最佳準確度被量測)。根據此經量測小OV及其對應目標之已知經程式化OV，可推導出OV誤差。表1說明可如何進行此推導。所展示實例中之最小經量測OV為-1 nm。然而，此與具有-30 nm之經程式化OV的目標相關。因此，可推導出程序可引入29 nm之OV誤差。

表1							
經程式化OV	-70	-50	-30	-10	10	30	50
經量測OV	-38	-19	-1	21	43	66	90
經量測OV與經程式化OV之間的差	32	31	29	31	33	36	40
OV誤差	3	2	-	2	4	7	11

最小值可被視為參考點，且對於此最小值，可計算經量測OV與歸因於經程式化OV而預期之OV之間的偏移。此偏移判定每一標記或具有類似偏移之多組標記的OV誤差。因此，在表1實例中，在具有30 nm之經程式化OV之目標位置處，最小經量測OV為-1 nm。將其他目標處之預期OV與經量測OV之間的差與此參考值進行比較。亦可在不同照射設定下自標記及目標418獲得諸如表1之表，可判定及選擇導致最小OV誤差之照射設定及其對應的校準因數。在此之後，處理器432可將標記分組成多組類似OV誤差。用於將標記分組之準則可基於不同程序控制，例如用於不同程序之不同誤差容許度予以調整。

【0081】 在一些實施例中，處理器432可確認群組之所有或大部分構件具有類似偏移誤差，且基於其額外光學堆疊度量衡將來自叢集演算法

之個別偏移校正應用於每一標記。處理器432可判定對每一標記之校正，且例如藉由將校正饋入至度量衡系統400中來將校正回饋至微影設備100或100'以校正OV中之誤差。

【0082】 例示性整合式頻譜儀

【0083】 IC之微影生產需要不斷增大之製造速度及產出量，以及奈米或亞奈米精確度。因此，IC行業需要更快且更準確的度量衡工具以用於監測微影程序。情況常常為量測速度之增加會降低精確度，且反之亦然。舉例而言，可使用多個波長以增加自量測搜集之資訊(更精確)。輕物質相互作用(例如，照射於半導體結構上)可取決於照射之波長/頻率而變化。不同波長回應可揭露關於經量測結構之額外資訊，從而改良量測之準確度。然而，使用多個波長可使度量衡系統操作較慢，特別是依序使用波長之度量衡系統。

【0084】 為解決此問題，同時使用波長可經設計以用於度量衡系統，例如，使用波長多工器或頻譜儀。然而，多波長光學硬體可歸因於大小及複雜度而為不合需要的。多波長系統可需要較大佔據面積及體積以便容納所有所需光學硬體(例如，光束分光器、光纖、聚焦透鏡、光柵及其類似者)。佔據面積較大之度量衡系統可不利地佔據廠房設施中之寶貴空間，從而增加生產成本且減少製造產出量。專用於度量衡之更多佔據面積減少可專用於製造之佔據面積。因此，需要提供快速、準確、緊湊度量衡工具。在本文中之實施例中描述緊湊、快速且精確的度量衡系統之結構及功能。

【0085】 圖5展示根據一些實施例之度量衡系統500。出於明晰之目的，僅展示度量衡系統500之偵測側設置，同時省略照射源及相關聯光學

硬體。在一些實施例中，度量衡系統500可使用如針對度量衡系統400所描述之一或多個照射源及相關聯光學硬體(例如，照射系統412，圖4A及圖4B)。

【0086】 在一些實施例中，度量衡系統500包含多模式波導502、偵測器504及506 (亦為「第一及第二偵測器」)及光束分裂元件508。多模式波導502、偵測器504及506及/或光束分裂元件508可實施於基板(例如，整合式光學裝置、光子積體電路)上。多模式波導502可包含半導體及/或介電材料(例如，Si基、Ga基或Li基材料及其類似者中之任一者)。舉例而言，介電材料可包含SiN及/或SiO₂。光束分裂元件508可包含鏡面(例如，雙色鏡)及/或一或多個稜鏡。

【0087】 如本文中所使用之術語「波導」可指用於導引輻射之媒介。術語「光纖(fiber/optical fiber)」及其類似者可指充當波導之光纖股線，該光纖具有芯及視情況環繞芯之包層。能夠在結構上重排光纖。舉例而言，捲繞成線圈之光纖可經展開以覆蓋較大距離。然而，當波導進一步藉由諸如「整合式」、「整合式光學器件」、「光子電路」及類似者之術語修飾時，波導將被視為黏附至主體結構。不同於光纖股線，整合式光學裝置上之波導穩固地黏附至整合式光學裝置。整合式光學裝置上之波導具有不可調整的永久性結構配置。

【0088】 為了提供相對於度量衡系統400 (圖4A及圖4B)之元件的位置內容背景，在一些實施例中，多模式波導502、偵測器504及506及/或光束分裂元件508可替換掉偵測器428 (圖4A及圖4B)。光學系統510可包含用於將光照引導至度量衡系統之不同部分的光學元件。舉例而言，光束分光器414及/或干涉計426 (圖4A及圖4B)可包括於光學系統510中。光學系

統510可包含一或多個光纖、一或多個波導、一或多個鏡面及其類似者中之任一者。

【0089】 在一些實施例中，度量衡系統500可執行如針對先前所提及之SMASH對準感測器(第6,961,116號美國專利)所描述之光學量測。舉例而言，度量衡系統500可採用自參考干涉法技術。另外，度量衡系統500可使用頻譜技術以增強光學量測。

【0090】 在一些實施例中，用於度量衡系統500中之輻射源可產生輻射。用於度量衡系統500中之光學元件可引導輻射朝向目標512以產生來自目標512之散射輻射514 (參見圖4A及圖4B以及相關聯文本)。光學系統510可引導散射輻射514朝向度量衡系統500之元件，例如朝向光束分裂元件508。光束分裂元件508可使散射輻射分裂以便產生散射輻射514之第一部分516及第二部分518。偵測器506可接收散射輻射514之第一部分516。偵測器506可基於散射輻射514的所接收之第一部分516而產生第一偵測信號520。

【0091】 在一些實施例中，多模式波導502可使用多模式波導之複數個模式接收散射輻射514之第二部分518。舉例而言，散射輻射514之第二部分518可遍及多模式波導502之輸入表面524散佈。輸入表面524可具有對應於多模式波導502之不同傳播模式的複數個區域。多模式波導502可干涉使用多模式波導502之模式傳播的散射輻射514之第二部分518。偵測器506可在散射輻射514之第二部分518已經由多模式波導502傳輸(亦即，在模式經干涉之情況下)之後接收該部分。偵測器506可基於所接收之經干涉模式產生第二偵測信號522。

【0092】 在一些實施例中，處理器526可接收第一及第二偵測信號

以判定目標之特性。目標之特性可為目標512之對準位置。在一些實施例中，目標之特性可為目標512之OV誤差及/或臨界尺寸。處理器526可對第一及第二偵測信號執行分析。分析可包含在偵測器504處接收之散射輻射514之第一部分516與對應於在偵測器506處接收之散射輻射514之第二部分518的干涉模式之比較。處理器526可為度量衡系統500之部分或與度量衡系統500通信之另一設備的部分。

【0093】 在一些實施例中，處理器526可判定在偵測器506處接收之照射的空間強度分佈隨波長變化。偵測器504及506可為影像捕捉裝置(例如，攝影機)，該影像捕捉裝置具有偵測器元件之二維陣列(例如，像素)。每一偵測器元件可將其像素資訊(例如，偵測到之能量強度)添加至對應偵測信號。應瞭解，任何個別偵測器元件可能無法區分波長且可能僅傳達入射於偵測器元件上之所有波長的總合強度(亦即，偵測器504及506不對顏色敏感)。然而，下文進一步描述之實施例論述使用來自偵測器504及506之「單色」偵測信號的波長解構技術。散射輻射514之第二部分518可為自干涉的，此係因為多模式波導502內之不同模式相互作用。自多模式波導502輸出之空間強度分佈可由於干涉而具有光斑圖案。具有多個波長的來自多模式波導502之光斑輸出接著作為影像入射於偵測器506之面上。由來自偵測器506之第二偵測信號攜載之資訊可表示具有光斑圖案之影像。

【0094】 在一些實施例中，多模式波導502內模式之干擾為高度可重複程序。因此，處理器526可經組態以將多模式波導502之光斑輸出解構成其波長成分。亦即，在偵測器506處偵測到之多波長影像可解構為複數個單波長影像。影像可為度量衡系統500之使用者而顯示於螢幕上。允

許波長解構之現象位於多模式波導502內部。在多模式波導502中，模式之干涉對波長敏感。波長解構之一些細節可見於非專利文獻 Redding, Brandon 等人之「高解析率及寬頻帶全光纖譜計(High-resolution and broadband all-fiber spectrometers)」 *Optica* 1.3 (2014年)：175至180頁(本文中稱為「Redding」)及 Liew, Seng Fatt 等人之「寬頻帶多模式光纖譜計(Broadband multimode fiber spectrometer)」 *Optics Letters* 41.9 (2016年)：2029至2032頁(本文中稱為「Liew」)，該兩者均以全文引用的方式併入本文中。

【0095】 在一些實施例中，對波長之敏感起因於以下事實：光在多模式波導內部之傳播取決於光之波長而經受不同相位延遲，亦即，折射率相對於波長可變。儘管一些材料在某些波長範圍中展現相對恆定的折射率，但甚至可藉由延長光在多模式波導502中行進之時間(例如，增加多模式波導502之長度)且因此加重波長之間的相位延遲差異而利用折射率之最小變化。多模式波導502中之電場係由方程式1表示：

$$\text{【0096】 } E(x, y, z) = e^{j\omega t} \sum_m A_m \psi_m(x, y) e^{-j(\beta_m z + \varphi_m)}. \quad (1)$$

【0097】 此處，指數 m 表示不同模式及波長(為簡化起見，波長相依性被吸收至指數中而非明確地展示為變數)。舉例而言， $m = 1$ 可表示在模式TE₀₀中行進之波長 λ_1 ， $m = 2$ 可表示在模式TE₀₀中行進之波長 λ_2 ， $m = 3$ 可表示在模式TE₀₁中行進之波長 λ_1 ，等等。 A_m 及 φ_m 分別為第 m 個模式波長之振幅及初始相位。 $\psi_m(x, y)$ 及 β_m 分別表示第 m 個模式波長之空間設定檔及傳播常數。 z 座標表示光傳播方向，其可在多模式波導502之輸入處被視為零及在輸出處被視為 L 。 x, y 座標表示在垂直於 z 方向之平面上之位置。可看出，增加多模式波導502之長度 L 會增加在多模式波導502之輸出處的

相位延遲 $\beta_m L$ 。空間設定檔 $\psi_m(x, y)$ 亦暗示光斑圖案(亦即，由疊加電場產生之干涉圖案)亦對偏振以及位置 x, y 敏感，亦即光可取決於輸入表面524上之入射位置而偏好耦合至多模式波導502之特定模式。

【0098】 在一些實施例中，在偵測器506處偵測到之光斑圖案可隨波長改變而變化。此係歸因於相位延遲 $\beta_m L$ 隨波長而變(波長相依性處於指數 m 中)。波長之小差值可不對光斑圖案產生可辨別變化。因此，所關注之數量為將初始光斑圖案變成不相關光斑圖案之最短波長變化。頻譜關聯函數可用以表示光斑圖案相對於波長變化之快速程度，展示於方程式2中：

$$\text{【0099】 } C(\Delta\lambda) = \frac{\langle I(x, y, \lambda) I(x, y, \lambda + \Delta\lambda) \rangle}{\langle I(x, y, \lambda) \rangle \langle I(x, y, \lambda + \Delta\lambda) \rangle - 1}. \quad (2)$$

【0100】 此處， $I(x, y, \lambda)$ 為位置 x, y 及輸入波長 λ 處之強度。 $\langle \rangle$ 表示對 λ 進行平均化。在Liew中展示，在接近1500 nm之波長下且針對100 m之多模式光纖，關聯函數之半高半寬(HWHM)為 $\delta\lambda = 0.03 \text{ nm}$ 。當改為僅相差0.03 nm的波長時，光斑圖案相關性減小50%。

【0101】 在一些實施例中，多模式波導之輸入/輸出行為可由矩陣方程式 $O = T \cdot I$ (亦為「轉換函數」)表徵，其中 T 為傳輸矩陣， I 為描述輸入頻譜之向量，且 O 為描述輸出光斑圖案之向量。換言之，輸入 I 受到傳輸矩陣 T 之作用以產生輸出 O 。傳輸矩陣 T 隨多模式波導502之材料及結構而變，且可基於多模式波導502之製造中的不確定性而變化。對於多模式波導502之任何給定建構，傳輸矩陣 T 可經由校準量測確定。舉例而言，預定義波長及模態分佈可用作輸入。在一階近似中，可高度準確地得知目標512之散射特性(例如，使用校準光柵目標)。可使用波長序列產生散射輻射514。輸入至多模式波導502中之電場可藉由偵測偵測器504處之散射輻射

514的第一部分516表徵。自多模式波導502輸出之電場可藉由偵測偵測器506處之散射輻射514的第二部分518表徵。處理器526可分析第一偵測信號520及第二偵測信號522以基於分析判定傳輸矩陣 T 之元素與多模式波導502相關聯。處理器526亦可基於其對校準光柵目標之已知散射特性(例如，繞射角度隨測試的不同波長而可預見地變化)之分析。一旦判定傳輸矩陣 T 之所有元素，度量衡系統500就可被視為經校準且可用以量測產品晶圓上之一或多個實際目標512。

【0102】 在一些實施例中，藉由同時使用所有所要波長照射目標512來執行目標512之實際量測。在晶圓產品上具有數百個對準標記且僅有限時間(例如，5秒)量測它們之情況下，期望使用所有波長以用於允許快速特徵化及最大化度量衡系統500可在有限時間窗口中量測的目標之數目。相反地，序列波長特性化慢得多且減少可量測之目標之數目，從而降低準確度。目標512之量測包含在偵測器504處同時接收具有所有所要波長的散射輻射514之第一部分516。量測進一步包含在偵測器506處同時接收具有所有所要波長的散射輻射514之第二部分518。處理器526可基於第一偵測信號520及第二偵測信號522與多模式波導502之經判定傳播特性(亦即，傳輸矩陣 T)之比較而解構散射輻射514之第二部分518中之波長成分。處理器526可基於對第一偵測信號520及第二偵測信號522之分析而判定目標512之一或多個特性(例如，對準位置)。基於波長解構，處理器526可產生複數個影像，每一影像分別與用以照射目標512之波長中之每一者相關聯。

【0103】 在一些實施例中，第一部分516可為例如散射輻射514中之總能量的10%，即10/90拆分。設想拆分之範圍，例如，10/90至50/50。

在偵測器504需要來自散射輻射514之大於10%的光子以用於有意義的偵測的情況下，可增加光束分裂比率以有利於第一部分516，例如20/80、25/75、30/70或40/60。偵測器506可基於散射輻射514的所接收之第一部分516而產生第一偵測信號520。期望偵測器506儘可能地多接收光子以增大信雜比，此係由於其係自波長解構之多模式波導502輸出。偵測器504負責確定輸入至多模式波導502之近似特性化，且因此可能不需要來自散射輻射514的大百分比拆分。

【0104】 在一些實施例中，可例如在目標512之製造可高度再現的情況下(例如，可高度準確地再現的設計)省略偵測器504。在此情境下，自目標512繞射之輻射係高度可預測的。因此，有可能推斷至多模式波導502中之輸入，而非直接使用偵測器504量測該輸入。

【0105】 在本發明中，設想到整合式多模式波導實施例(例如，多模式波導502)可大體實施於度量衡系統中。整合式多模式波導實施例允許大大減少度量衡系統之成本及大小(例如，自公尺降至公分)。相比於其多模式光纖對應物，整合式多模式波導由於其對溫度及衝擊不穩定性的穩健性亦為合乎需要的。然而，亦設想使用任何多模式波導裝置(例如，多模式光纖或具有一或多個附接光纖之整合式多模式波導)之實施例用於特定度量衡應用，例如，在用於微影設備中對準基板之度量衡系統中。一或多個光纖可用以例如在圍繞微影設備之空間約束設計時將光投送至較遠位置。由多模式光纖執行之功能可實質上類似於本文所描述之多模式波導502。

【0106】 可使用以下條項進一步描述實施例：

1. 一種度量衡系統，其包含：

輻射源，其經組態以產生輻射；

光學元件，其經組態以引導輻射朝向目標以產生來自目標之散射輻射；

第一偵測器，其經組態以接收散射輻射之第一部分且基於所接收之第一部分產生第一偵測信號；

整合式光學裝置，其包含多模式波導，該多模式波導經組態以使用多模式波導之模式干涉散射輻射之第二部分；

第二偵測器，其經組態以接收經干涉第二部分且基於所接收之經干涉第二部分產生第二偵測信號；以及

處理器，其經組態以：

接收第一及第二偵測信號；

對所接收之第一部分、所接收之經干涉第二部分以及多模式波導之一傳播特性執行分析；並且

基於分析判定目標之特性。

2. 如條項1之度量衡系統，其中處理器經進一步組態以判定所接收之經干涉第二部分之波長成分。

3. 如條項2之度量衡系統，其中判定目標之特性係進一步基於所判定之波長成分。

4. 如條項2之度量衡系統，其中：

處理器經組態以產生影像；並且

影像中之每一者分別對應於波長成分中之每一者。

5. 如條項1之度量衡系統，其中多模式波導包含半導體及/或介電材料。

6. 如條項5之度量衡系統，其中半導體及/或介電材料係Si基、Ga基或

Li基材料。

7. 如條項5之度量衡系統，其中介電材料包含SiN及/或SiO₂。

8. 如條項1之度量衡系統，其進一步包含光束分裂元件，該光束分裂元件經組態以接收散射輻射且使其分裂以產生第一及第二部分。

9. 一種微影設備，其包含：

照射系統，其經組態以照射圖案化裝置之圖案；

投影系統，其經組態以將圖案之影像投影至基板上；以及

度量衡系統，其包含：

輻射源，其經組態以產生輻射；

光學元件，其經組態以引導輻射朝向基板上之目標以產生來自目標之散射輻射；

第一偵測器，其經組態以接收散射輻射之第一部分且基於所接收之第一部分產生第一偵測信號；

多模式波導裝置，其經組態以使用多模式波導裝置之模式干涉散射輻射之第二部分；

第二偵測器，其經組態以接收經干涉第二部分且基於所接收之經干涉第二部分產生第二偵測信號；以及

處理器，其經組態以：

接收第一及第二偵測信號；

對所接收之第一部分、所接收之經干涉第二部分以及多模式波導裝置之傳播特性執行分析；並且

基於分析判定目標之特性。

10. 如條項9之微影設備，其中處理器經進一步組態以判定所接收之

經干涉第二部分之波長成分。

11. 如條項10之微影設備，其中判定目標之特性係進一步基於所判定之波長成分。

12. 如條項10之微影設備，其中：

處理器經組態以產生影像；並且

影像中之每一者分別對應於波長成分中之每一者。

13. 如條項9之微影設備，其中多模式波導裝置包含半導體及/或介電材料。

14. 如條項13之微影設備，其中半導體及/或介電材料係Si基、Ga基或Li基材料。

15. 如條項13之微影設備，其中介電材料包含SiN及/或SiO₂。

16. 如條項9之微影設備，其進一步包含光束分裂元件，該光束分裂元件經組態以接收散射輻射且使其分裂以產生第一及第二部分。

17. 如條項9之微影設備，其中多模式波導裝置包含整合於基板上之多模式波導。

18. 如條項9之微影設備，其中多模式波導裝置包含多模式光纖。

19. 一種度量衡系統，其包含：

輻射源，其經組態以產生輻射；

光學元件，其經組態以引導輻射朝向目標以產生來自目標之散射輻射；

整合式光學裝置，其包含多模式波導，該多模式波導經組態以使用多模式波導之模式干涉散射輻射；

偵測器，其經組態以接收經干涉散射輻射且基於所接收之經干涉散射

輻射產生偵測信號；以及

處理器，其經組態以：

接收偵測信號；

基於所接收之經干涉散射輻射及多模式波導之傳播特性執行分析；並且

基於分析判定目標之特性。

20. 如條項19之度量衡系統，其中處理器經進一步組態以判定所接收之經干涉散射輻射之波長成分。

【0107】 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、用於磁域記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、LCD、薄膜磁頭等。熟習此項技術者應瞭解，在此類替代應用之內容背景中，可認為本文對術語「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單元(通常將抗蝕劑層施加至基板且使經曝光抗蝕劑顯影之工具)、度量衡單元及/或檢驗單元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類及其他基板處理工具。另外，可將基板處理一次以上，例如，以便產生多層IC，使得本文中所使用之術語「基板」亦可指已含有多個經處理層之基板。

【0108】 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的使用，但應瞭解，本發明可用於例如壓印微影之其他應用中，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，圖案化裝置中之構形界定產生於基板上之圖案。可將圖案化裝置之構形壓入至經供應

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裝置移出抗蝕劑，從而在其中留下圖案。

【0109】 應理解，本文中之措詞或術語係出於描述而非限制之目的，使得本發明之術語或措詞待由熟習相關技術者按照本文中之教示予以解譯。

【0110】 如本文中所使用之術語「輻射」、「光束」、「光」、「照射」及其類似者可涵蓋所有類型之電磁輻射，例如紫外線(UV)輻射(例如，具有為365、248、193、157或126 nm之波長 λ)、極紫外線(EUV或軟X射線)輻射(例如，具有在5至20 nm之範圍內，諸如例如13.5 nm之波長)，或在小於5 nm下工作之硬X射線以及粒子光束，諸如離子光束或電子光束。通常，具有介於約400 nm至約700 nm之間的波長之輻射被視為可見光輻射；具有介於約780至3000 nm(或更大)之間的波長之輻射被視為IR輻射。UV係指具有大致100至400 nm之波長的輻射。在微影內，術語「UV」亦應用於可由汞放電燈產生之波長：G線436 nm；H線405 nm；及/或I線365 nm。真空UV或VUV (亦即，由氣體吸收之UV)係指具有大致100至200 nm之波長的輻射。深UV (DUV)通常係指具有介於126 nm至428 nm範圍內之波長的輻射，且在一些實施例中，準分子雷射器可產生在微影設備內使用的DUV輻射。應瞭解，具有在例如5至20 nm之範圍內的波長之輻射係指具有某一波長帶之輻射，該波長帶的至少部分在5至20 nm之範圍內。

【0111】 如本文中所使用之術語「基板」描述其上添加有材料層之材料。在一些實施例中，基板自身可經圖案化，且添加於該基板之頂部上

之材料亦可經圖案化，或可保持不經圖案化。

【0112】 儘管在本文中可特定地參考根據本發明之設備及/或系統在IC製造中之使用，但應明確理解，此類設備及/或系統具有許多其他可能的應用。舉例而言，此類設備及/或系統可用於製造整合式光學系統、用於磁疇記憶體之導引及偵測圖案、LCD面板、薄膜磁頭等中。熟習此項技術者將瞭解，在此類替代應用之內容背景中，本文中之術語「倍縮光罩」、「晶圓」或「晶粒」之任何使用應被認為分別由更一般術語「遮罩」、「基板」及「目標部分」替代。

【0113】 雖然上文已描述本發明之特定實施例，但應瞭解，可以與所描述之方式不同的其他方式來實踐本發明之實施例。描述意欲為說明性，而非限制性的。由此，熟習此項技術者將顯而易見，可在不脫離下文所闡述之申請專利範圍之範疇的情況下如所描述對本發明進行修改。

【0114】 應瞭解，實施方式章節而非發明內容及摘要章節意欲用以解釋申請專利範圍。發明內容及摘要章節可闡述如由一或多個發明人所預期的本發明之一或多個而非所有例示性實施例，且因此，並不意欲以任何方式來限制本發明及所附申請專利範圍。

【0115】 上文已藉助於說明特定功能及該等特定功能之關係之實施方式的功能建置區塊來描述本發明。為便於描述，本文已任意地定義此等功能建置區塊之邊界。只要適當地執行指定功能及該等功能之關係，便可界定替代邊界。

【0116】 對特定實施例之前述描述將如此充分地揭露本發明之一般性質而使得在不脫離本發明之一般概念的情況下，其他人可藉由應用熟習此項技術者所瞭解之知識針對各種應用而容易地修改及/或調適此類特定

實施例，而無需進行不當實驗。因此，基於本文中所呈現之教示及指導，此類調適及修改意欲處於所揭示實施例之等效者的涵義及範圍內。

【0117】 受保護主題之廣度及範疇不應受到上述例示性實施例中之任一者限制，而應僅根據以下申請專利範圍及其等效者予以界定。

【符號說明】

【0118】

100, 100':微影設備

210:極紫外線輻射發射電漿/熱電漿/極熱電漿/輻射發射電漿

211:源室

212:收集器室

219:開口

220:圍封結構

221, B:輻射光束

222:琢面化場鏡面裝置

224:琢面化光瞳鏡面裝置

226:經圖案化光束

228, 229:反射元件

230:污染物截留器/污染物障壁

240:光柵光譜濾光器

251:上游輻射收集器側

252:下游輻射收集器側

253, 254, 255:掠入射反射器

300:微影單元

400, 500:度量衡系統
 412:照射系統
 413:電磁窄帶輻射光束
 414:光束分光器
 415, 417:輻射子光束
 418:目標/對準標記
 419:繞射輻射光束
 420:基板
 421:對準軸線
 422:載物台
 424, X, Y, Z:方向
 426:干涉計
 427:干涉計信號
 428, 504, 506:偵測器
 429, 439:繞射輻射子光束
 430:光束分析器
 430':第二光束分析器
 432:疊對計算處理器/處理器
 502:多模式波導
 508:光束分裂元件
 510:光學系統
 512:目標/實際目標
 514:散射輻射

516:第一部分

518:第二部分

520:第一偵測信號

522:第二偵測信號

524:輸入表面

526:處理器

AD:調整器

BD:光束遞送系統

BK:烘烤板

C:目標部分

CH:冷卻板

CO:聚光器/收集器光學件/輻射收集器/收集器

DE:顯影器

I/O1, I/O2:輸入/輸出埠

IF:位置感測器/虛擬源點/中間焦點

IF1, IF2:位置感測器

IL:照射系統/照射器/照射光學器件單元

IN:積光器

IPU:照射系統光瞳

IVR:真空內機器人

L:透鏡或透鏡群組

LACU:微影控制單元

LB:裝載區

M1, M2:遮罩對準標記

MA:圖案化裝置/遮罩

MP:遮罩圖案/標記圖案/線圖案

MT:支撐結構/遮罩台

O:光軸

P1, P2:基板對準標記

PD:孔徑裝置

PM:第一定位器

PW:第二定位器

PPU:光瞳共軛物

PS:投影系統

PU:處理單元

RO:機器人

SC:旋塗器

SCS:監督控制系統

SO:輻射源/源/脈衝式輻射源/源收集器設備

TCU:塗佈顯影系統控制單元

V:真空室

W:基板/晶圓

WT:基板台

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種度量衡系統，其包含：

一幅射源，其經組態以產生輻射；

一光學元件，其經組態以引導該輻射朝向一目標以產生來自該目標之散射輻射；

一第一偵測器，其經組態以接收該散射輻射之一第一部分且基於該所接收之第一部分產生一第一偵測信號；

一整合式光學裝置，其包含一多模式波導，該多模式波導經組態以使用該多模式波導之模式干涉該散射輻射之一第二部分；

一第二偵測器，其經組態以接收該經干涉第二部分且基於該所接收之經干涉第二部分產生一第二偵測信號；以及

一處理器，其經組態以：

接收該等第一及第二偵測信號；

對該所接收之第一部分、該所接收之經干涉第二部分以及該多模式波導之一傳播特性執行一分析；並且

基於該分析判定該目標之一特性。

【請求項2】

如請求項1之度量衡系統，其中該處理器經進一步組態以判定該所接收之經干涉第二部分之波長成分。

【請求項3】

如請求項2之度量衡系統，其中該判定該目標之該特性係進一步基於該所判定之波長成分。

【請求項4】

如請求項2之度量衡系統，其中：

該處理器經組態以產生影像；並且

該等影像中之每一者分別對應於該等波長成分中之每一者。

【請求項5】

如請求項1之度量衡系統，其中該多模式波導包含一半導體及/或介電材料。

【請求項6】

如請求項5之度量衡系統，其中該半導體及/或介電材料係Si基、Ga基或Li基材料。

【請求項7】

如請求項5之度量衡系統，其中該介電材料包含SiN及/或SiO₂。

【請求項8】

如請求項1之度量衡系統，其進一步包含一光束分裂元件，該光束分裂元件經組態以接收該散射輻射且使其分裂以產生該等第一及第二部分。

【請求項9】

一種微影設備，其包含：

一照射系統，其經組態以照射一圖案化裝置之一圖案；

一投影系統，其經組態以將該圖案之一影像投影至一基板上；以及

一度量衡系統，其包含：

一輻射源，其經組態以產生輻射；

一光學元件，其經組態以引導該輻射朝向該基板上之一目標以產生來自該目標之散射輻射；

一第一偵測器，其經組態以接收該散射輻射之一第一部分且基於該所接收之第一部分產生一第一偵測信號；

一多模式波導裝置，其經組態以使用該多模式波導裝置之模式干涉該散射輻射之一第二部分；

一第二偵測器，其經組態以接收該經干涉第二部分且基於該所接收之經干涉第二部分產生一第二偵測信號；以及

一處理器，其經組態以：

接收該等第一及第二偵測信號；

對該所接收之第一部分、該所接收之經干涉第二部分以及該多模式波導裝置之一傳播特性執行一分析；並且

基於該分析判定該目標之一特性。

【請求項10】

如請求項9之微影設備，其中該處理器經進一步組態以判定該所接收之經干涉第二部分之波長成分。

【請求項11】

如請求項10之微影設備，其中該判定該目標之該特性係進一步基於該所判定之波長成分。

【請求項12】

如請求項10之微影設備，其中：

該處理器經組態以產生影像；並且

該等影像中之每一者分別對應於該等波長成分中之每一者。

【請求項13】

如請求項9之微影設備，其中該多模式波導裝置包含一半導體及/或介

電材料。

【請求項14】

如請求項13之微影設備，其中該半導體及/或介電材料係Si基、Ga基或Li基材料。

【請求項15】

如請求項13之微影設備，其中該介電材料包含SiN及/或SiO₂。

【請求項16】

如請求項9之微影設備，其進一步包含一光束分裂元件，該光束分裂元件經組態以接收該散射輻射且使其分裂以產生該等第一及第二部分。

【請求項17】

如請求項9之微影設備，其中該多模式波導裝置包含整合於一基板上之一多模式波導。

【請求項18】

如請求項9之微影設備，其中該多模式波導裝置包含一多模式光纖。

【請求項19】

一種度量衡系統，其包含：

一輻射源，其經組態以產生輻射；

一光學元件，其經組態以引導該輻射朝向一目標以產生來自該目標之散射輻射；

一整合式光學裝置，其包含一多模式波導，該多模式波導經組態以使用該多模式波導之模式干涉該散射輻射；

一偵測器，其經組態以接收該經干涉散射輻射且基於該所接收之經干涉散射輻射產生一偵測信號；以及

一處理器，其經組態以：

接收該偵測信號；

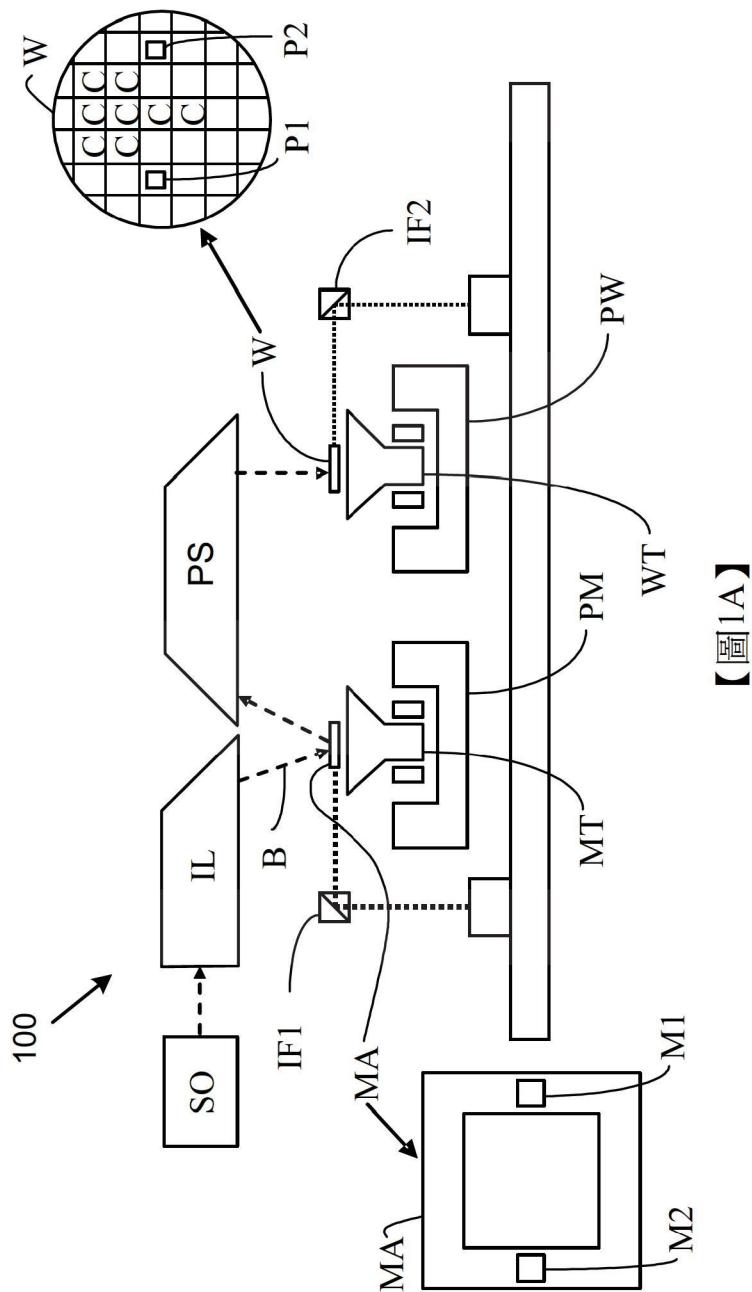
基於該所接收之經干涉散射輻射及該多模式波導之一傳播特性執行一分析；並且

基於該分析判定該目標之一特性。

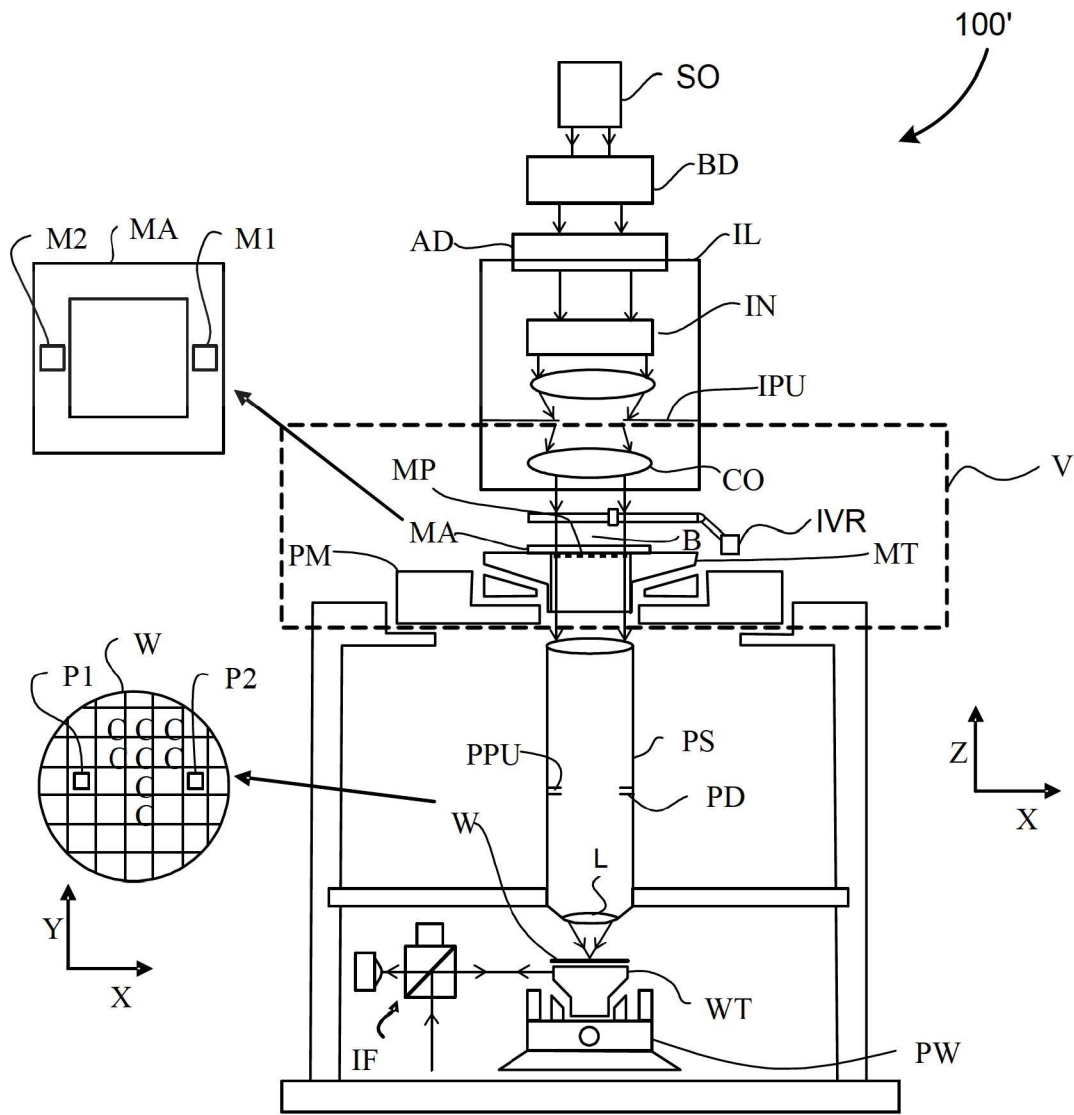
【請求項20】

如請求項19之度量衡系統，其中該處理器經進一步組態以判定該所接收之經干涉散射輻射之波長成分。

【發明圖式】

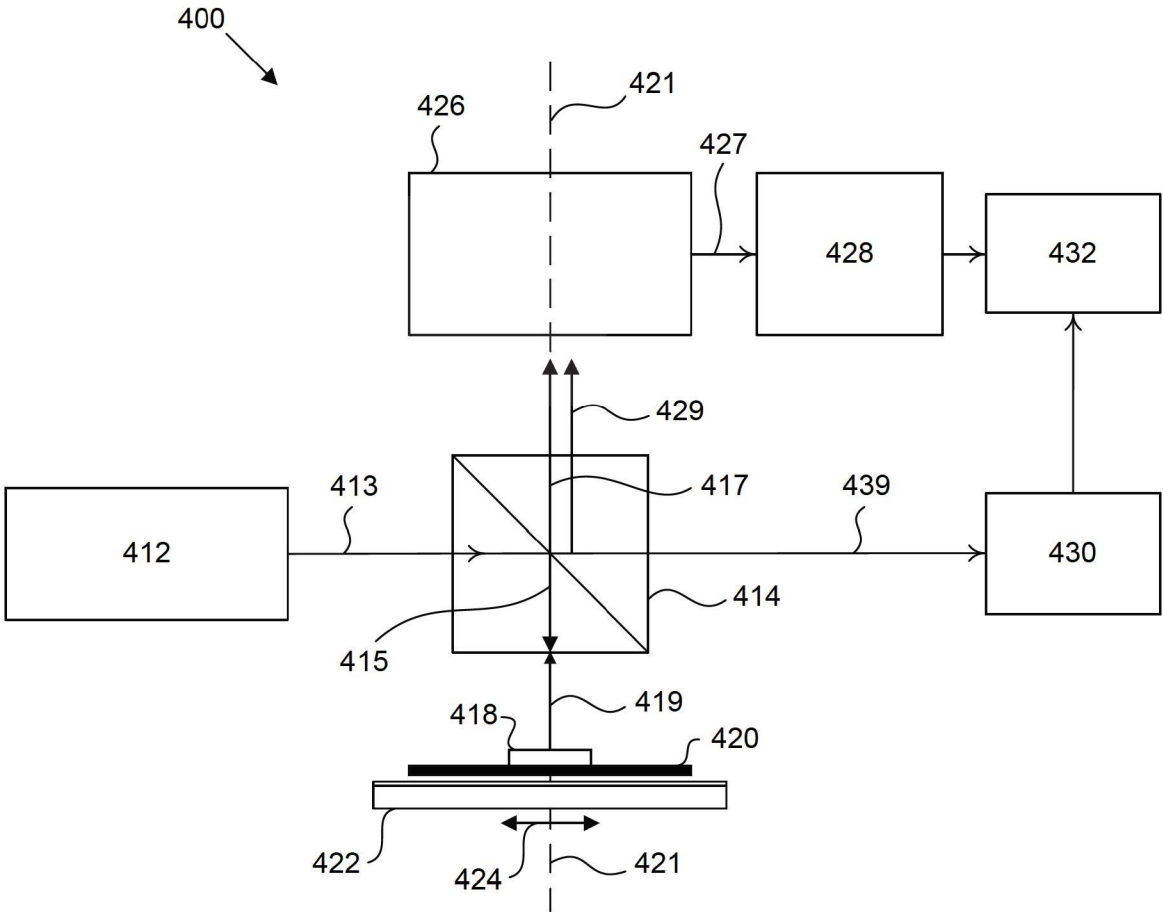


【圖1A】

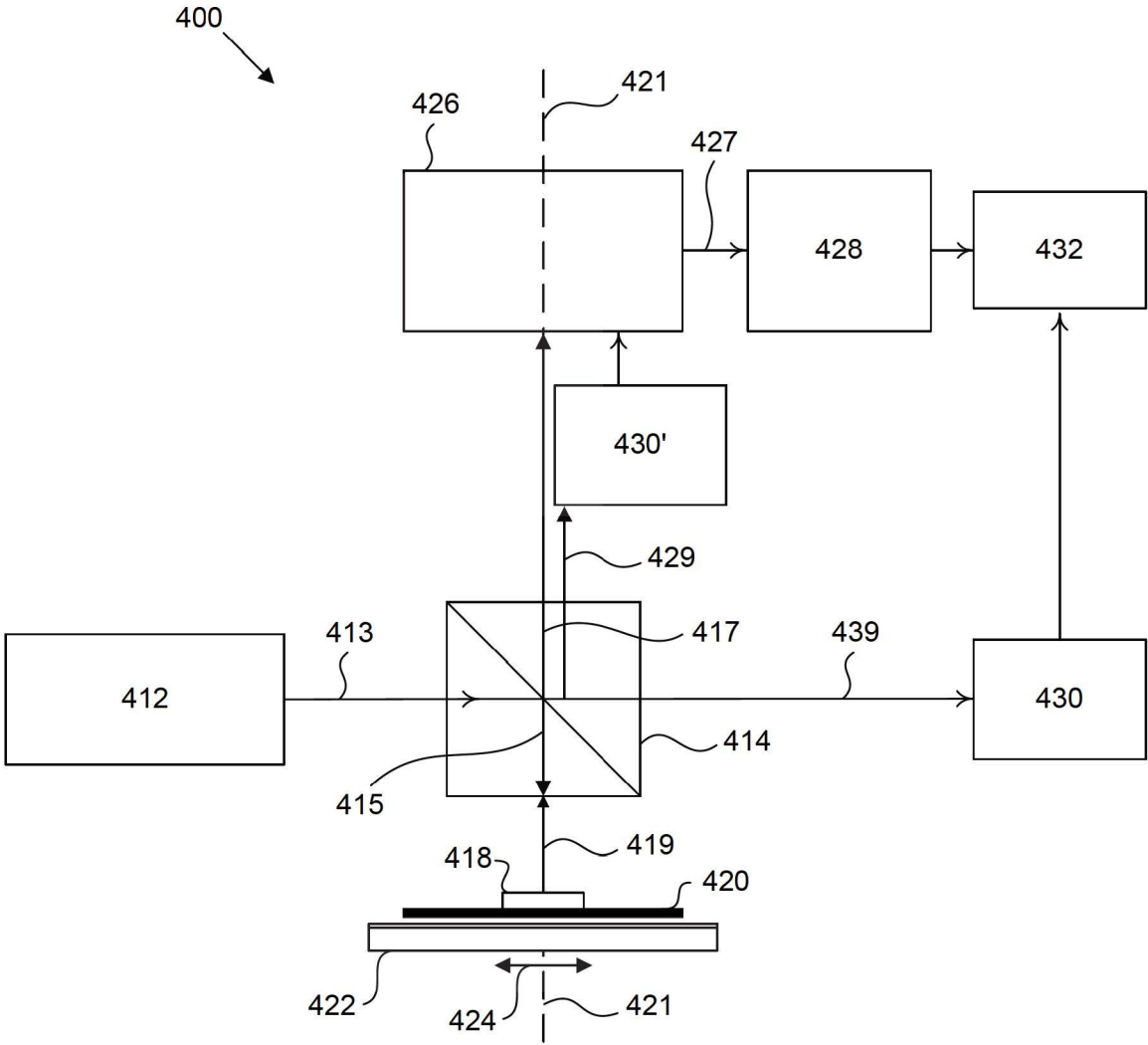


【圖1B】

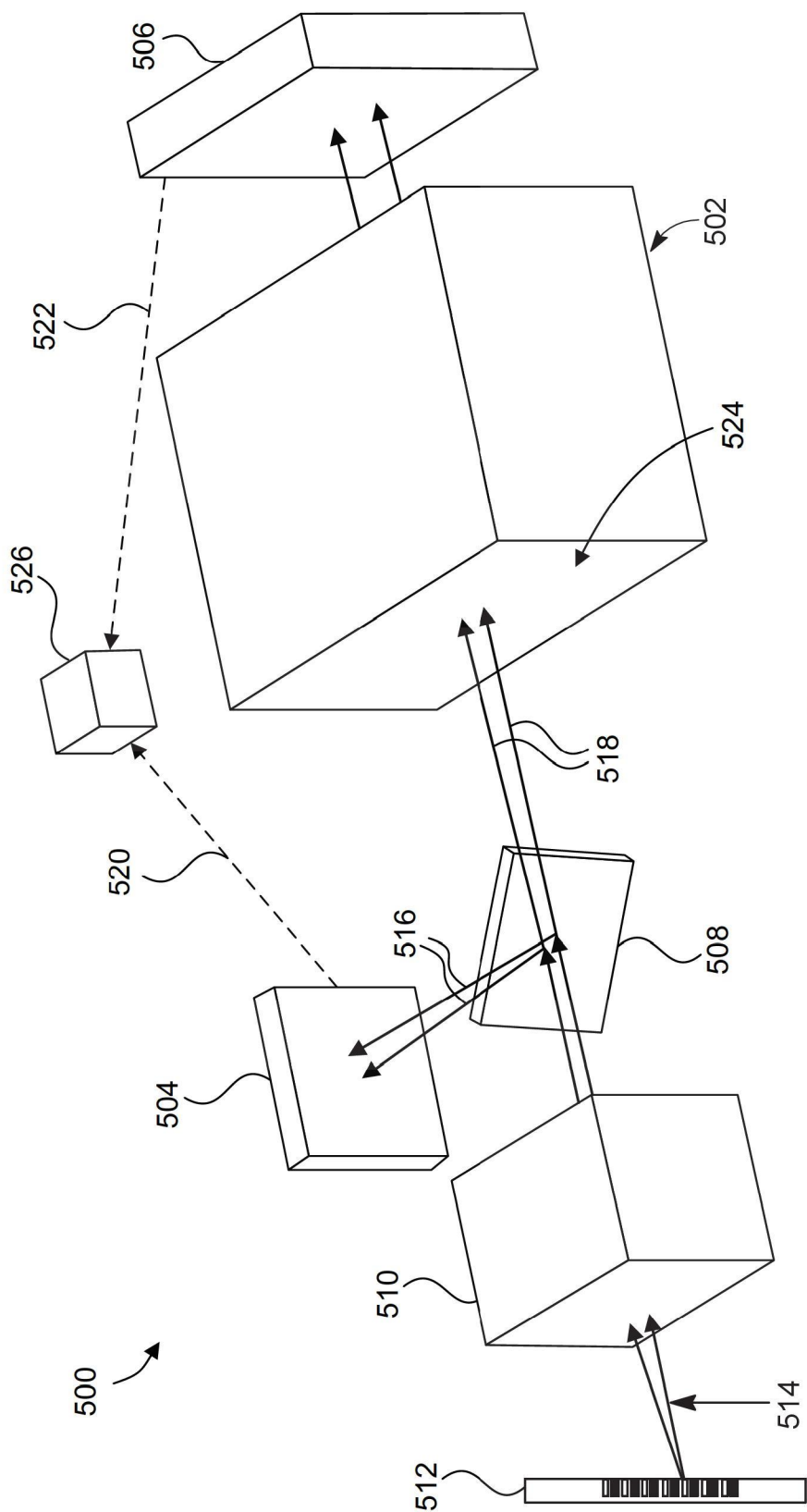




【圖4A】



【圖4B】



【圖5】