



(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 201945870 A

(43)公開日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：108113324

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 17 日

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

(30)優先權：2018/04/26 美國 62/662,976

2019/01/22 美國 62/795,174

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

荷蘭

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

荷蘭

(72)發明人：休斯曼 賽門 雷納德 HUISMAN, SIMON REINALD (NL)；伊拉斯海瑞 泰姆 莫海美德 托菲克 歐美德 莫海美德 ELAZHARY, TAMER MOHAMED TAWFIK AHMED MOHAMED (EG)；林宇翔 LIN, YUXIANG (CN)；陳 光羽 TRAN, VU QUANG (VN)；高爾登 賽巴斯汀亞努斯 安德里亞努斯 GOORDEN, SEBASTIANUS ADRIANUS (NL)；克魯瑟 賈斯汀 洛依德 KREUZER, JUSTIN LLOYD (US)；梅森 克里斯多福 約翰 MASON, CHRISTOPHER JOHN (US)；亞堤司 依格 馬修斯 皮特尼拉 AARTS, IGOR MATHEUS PETRONELLA (NL)；尚蒙 克里沙努 SHOME, KRISHANU (IN)；特茲馬 艾瑞特 TZEMAH, IRIT (IL)

(74)代理人：林嘉興

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：36 項 圖式數：13 共 108 頁

(54)名稱

用於程序敏感度補償之對準感測器裝置

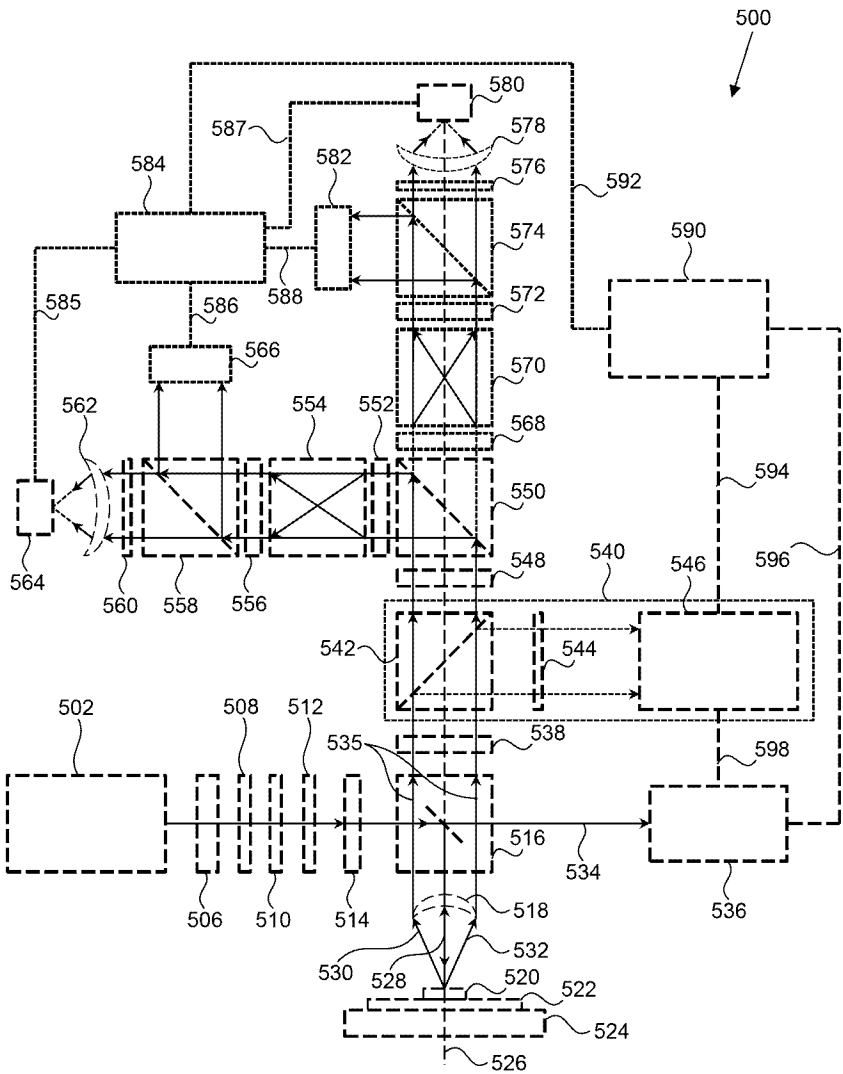
(57)摘要

本發明揭示一種對準感測器裝置，其包括一照明系統、一第一光學系統、一第二光學系統、一偵測器系統及一處理器。該照明系統經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束。該第一光學系統經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束。該第二光學系統包括一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以分離及透射一輻照度分佈。該偵測器系統經組態以基於自一第一偏振分支及一第二偏振分支輸出之該輻照度分佈量測該繞射目標之一重心。該處理器經組態以量測由該繞射目標之一不對稱性變化引起的該繞射目標之該重心之一移位，且基於該重心移位判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

An alignment sensor apparatus includes an illumination system, a first optical system, a second optical system, a detector system, and a processor. The illumination system is configured to transmit an illumination beam along an illumination path. The first optical system is configured to transmit the illumination beam toward a diffraction target on a substrate. The second optical system includes a first polarizing optic configured to separate and transmit an irradiance distribution. The detector system is configured to measure a center of gravity of the diffraction target based on the irradiance distribution outputted from a first polarization branch and a second polarization branch. The processor is configured to measure a shift in the

center of gravity of the diffraction target caused by an asymmetry variation in the diffraction target and determine a sensor response function of the alignment sensor apparatus based on the center of gravity shift.

指定代表圖：



【圖5】

符號簡單說明：

- 500 . . . 對準感測器裝置
- 502 . . . 照明系統
- 506 . . . 光學濾光器/光譜濾光器
- 508 . . . 光學濾光器/數值孔徑(NA)濾光器
- 510 . . . 光學濾光器/中性密度(ND)濾光器
- 512 . . . 光學濾光器/經圖案化濾光器
- 514 . . . 光學濾光器/偏振濾光器
- 516 . . . 光點鏡面
- 518 . . . 聚焦透鏡
- 520 . . . 繞射目標
- 522 . . . 基板
- 524 . . . 載物台
- 526 . . . 對準軸線
- 528 . . . 一次繞射階子光束
- 530 . . . 二次繞射階子光束
- 532 . . . 三次繞射階子光束
- 534 . . . 照明光束
- 535 . . . 信號路徑
- 536 . . . 光束分析器
- 538 . . . 光學濾光器
- 540 . . . 標記不對稱性重建構(MAR)光學分支
- 542 . . . 光束分裂器

544 . . . 光學濾光器

546 . . . 標記不對稱性重建構(MAR)偵測器

548 . . . 光學濾光器

550 . . . 偏振光束分裂器

552 . . . 第一偏振濾光器

554 . . . 「X」方向自參考干涉計(SRI-X)

556 . . . 第二偏振濾光器

558 . . . 偏振光束分裂器

560 . . . 光學濾光器

562 . . . 聚焦透鏡

564 . . . 第二位置偵測器

566 . . . 第一位置偵測器

568 . . . 第一偏振濾光器

570 . . . 「Y」方向自參考干涉計(SRI-Y)

572 . . . 第二偏振濾光器

574 . . . 偏振光束分裂器

576 . . . 光學濾光器

578 . . . 聚焦透鏡

580 . . . 第四位置偵測器

582 . . . 第三位置偵測器

584 . . . 偵測器控制器

585 . . . 第二控制信號

- 586 . . . 第一控制信號
- 587 . . . 第四控制信號
- 588 . . . 第三控制信號
- 590 . . . 對準位置誤差(APE)處理器
- 592 . . . 控制信號
- 594 . . . 控制信號
- 596 . . . 控制信號
- 598 . . . 控制信號

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

用於程序敏感度補償之對準感測器裝置

## 【英文發明名稱】

ALIGNMENT SENSOR APPARATUS FOR PROCESS  
SENSITIVITY COMPENSATION

## 【技術領域】

【0001】 本發明係關於對準裝置及系統，例如用於微影裝置及系統之對準感測器裝置。

## 【先前技術】

【0002】 微影裝置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。微影裝置可用於(例如)積體電路(IC)製造中。在彼情況下，圖案化器件(其替代地被稱作光罩或倍縮光罩)可用以產生待形成於IC之個別層上之電路圖案。可將此圖案轉印至基板(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)層上來進行圖案之轉印。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。已知的微影裝置包括：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掃描方向而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器件轉印至基板。

【0003】 另一微影系統為干涉微影系統，其中不存在圖案化器件，

而是一光束被分裂成兩個光束，且經由使用反射系統而使該兩個光束在基板之目標部分處進行干涉。該干涉使得待在基板之目標部分處形成線。

**【0004】** 在微影操作期間，不同處理步驟可要求不同層依序地形成於基板上。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該基板。通常，將對準標記置放於待對準之基板上且參考第二物件來定位對準標記。微影裝置可使用對準裝置以偵測對準標記之位置且以使用對準標記對準基板從而確保自光罩之準確曝光。兩個不同層處之對準標記之間的未對準被量測為疊對誤差。

**【0005】** 為了監視微影程序，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順次層之間的疊對誤差，及經顯影感光性抗蝕劑之臨界線寬。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顯微結構進行量測的各種技術，包括使用掃描電子顯微鏡及各種特殊化工具。特殊化檢測工具之快速且非侵入性形式為散射計，其中輻射光束經導向至基板之表面上之目標上，且量測散射光束或反射光束之屬性。藉由比較光束在其已由基板反射或散射之前與之後的屬性，可判定基板之屬性。舉例而言，可藉由比較反射光束與儲存於與已知基板屬性相關聯之已知量測庫中的資料而進行此判定。光譜散射計將寬頻帶輻射光束導向至基板上且量測散射至特定窄角度範圍中之輻射之光譜(依據波長而變化的強度)。相比之下，角度解析散射計使用單色輻射光束且量測依據角度而變化的散射輻射之強度。

**【0006】** 此類光學散射計可用以量測參數，諸如在形成於經圖案化基板中或上之兩個層之間的所產生感光性抗蝕劑或疊對誤差(OV)之臨界尺寸。藉由在照明光束已由基板反射或散射之前與之後比較該光束的屬

性，可判定基板之屬性。

【0007】 隨著半導體器件變得愈來愈小且愈來愈精密，製造容許度持續變得嚴格。因此，需要持續改良度量衡量測。散射計之一個例示性用途係用於臨界尺寸(CD)度量衡，其尤其適用於在諸如半導體晶圓之圖案化結構中進行量測。光學CD度量衡技術包括圓頂上散射量測、光譜反射量測術及光譜橢圓偏振量測法。所有此等技術係基於量測針對不同入射方向之不同偏振之光的反射強度。此類技術需要高消光比，或偏振純度。偏振光束分裂器(PBS)根據偏振狀態劃分光以在反射經s偏振之光的同时透射經p偏振之光。儘管完美的PBS透射100%的p偏振且反射100%的s偏振，但真實PBS透射及反射經s偏振之光及經p偏振之光之混合。經p偏振之光與經s偏振之光之間的比率被稱為消光比。光學CD需要高消光比。

【0008】 散射計之另一例示性用途係用於疊對(OV)度量衡，其用於量測晶圓上之層堆疊之對準。為了控制微影程序以將器件特徵準確地置放於基板上，通常在基板上提供對準標記或目標，且微影裝置包括藉以必須準確量測基板上之標記之位置之一或多個對準裝置。在一種已知技術中，散射計量測來自晶圓上之目標之繞射光。

【0009】 理想地，疊對誤差僅僅為微影系統內之基板之定位的產物。然而實務上，疊對誤差起源於對準裝置與基板之間的相互作用。對準裝置及基板之變化可在評估對準標記之真正部位時產生誤差。此類誤差被稱為「程序上」準確度誤差。對準裝置光學件含有製造像差，且因此，無法使其相同。另外，以繞射為基礎之對準裝置光學件無法區分藉由對準目標中之不對稱性變化誘發的相位偏移與對準目標之繞射階之間的相位差。基板(例如晶圓堆疊)同樣具有源於製造及製造後程序之屬性變化。由於處

理之對準目標之不對稱性變化可導致對準誤差大達幾奈米且難以預測或校準。此「程序上」準確度問題限制了對準裝置之穩固性。

**【0010】** 因此，需要補償對準裝置及系統之變化，及基板中之程序變化。

**【發明內容】**

**【0011】** 在一些實施例中，一種對準感測器裝置包括一照明系統、一第一光學系統、一第二光學系統、一偵測器系統、一或多個光學濾光器及一處理器。在一些實施例中，該照明系統經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束。在一些實施例中，該第一光學系統包括一第一光學件及一第二光學件。在一些實施例中，該第一光學系統經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束，且沿著一信號路徑透射包含自該繞射目標反射之繞射階子光束之一信號光束。在一些實施例中，該第二光學系統包括一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該信號光束之偏振分離該信號光束且將該信號光束透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中。在一些實施例中，該偵測器系統包括一或多個偵測器。在一些實施例中，該偵測器系統經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該信號光束量測該繞射目標之一對準位置。在一些實施例中，一或多個光學濾光器沿著該照明路徑及/或該信號路徑安置。在一些實施例中，一或多個光學濾光器經組態以調整該照明光束及/或該信號光束之一或多個物理參數。在一些實施例中，該處理器耦合至該偵測器系統。在一些實施例中，該處理器經組態以量測由該一或多個光學濾光器引起的該繞射目標之該對準位置之一改變。在一些實施例中，該處理器經組態以基於該改變來判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

【0012】 在一些實施例中，該第一偏振光學分支包括一第一偏振濾光器、一第一自參考干涉計、一第二偏振濾光器及一第二偏振光學件。在一些實施例中，該第二偏振光學分支包括一第三偏振濾光器、一第二自參考干涉計、一第四偏振濾光器及一第三偏振光學件。

【0013】 在一些實施例中，該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該感測器裝置之一對準位置誤差。在一些實施例中，該處理器藉由計算針對該一或多個物理參數之該感測器回應函數之一導數及/或一最小值來校正該對準位置誤差。

【0014】 在一些實施例中，一或多個光學濾光器係選自由一光譜濾光器、一數值孔徑濾光器、一中性密度濾光器、一經圖案化濾光器及一偏振濾光器組成之群組。在一些實施例中，該光譜濾光器係一窄通帶波長濾光器。在一些實施例中該數值孔徑濾光器係經組態以改變該照明光束及/或該信號光束之一光功率的一透鏡。在一些實施例中，該經圖案化濾光器係一經圖案化參考倍縮光罩。在一些實施例中，該偏振濾光器係一波片。

【0015】 在一些實施例中，該對準感測器裝置進一步包括一第三光學系統及一第二偵測器系統，該第三光學系統包括一第三光學件，且該第二偵測器系統包括另外一或多個偵測器。在一些實施例中，該第三光學系統經組態以基於該繞射目標之一不對稱性量測該信號光束之一強度及/或該信號光束之一不對稱性。

【0016】 在一些實施例中，一種微影裝置包括一第一照明光學系統、一投影光學系統及一對準感測器裝置。在一些實施例中，該第一照明光學系統經組態以照明一繞射圖案。在一些實施例中，該投影光學系統經組態以將該繞射圖案之一影像投影至一基板上。在一些實施例中，該對準

感測器裝置經組態以校正該微影裝置之一對準位置誤差。

【0017】 在一些實施例中，該對準感測器裝置包括一第二照明光學系統、一第一光學系統、一第二光學系統、一偵測器系統、一或多個光學濾光器及一處理器。在一些實施例中，該第二照明光學系統經組態以沿著一照明路徑透射至少一個照明輻射光束。在一些實施例中，該第一光學系統包括一第一光學件及一第二光學件。在一些實施例中，該第一光學系統經組態以朝向該基板上之該繞射圖案透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一信號光束，該信號光束包含自該繞射圖案反射之繞射階子光束。在一些實施例中，該第二光學系統包括一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該信號光束之偏振分離該信號光束且將該信號光束透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中。在一些實施例中，該偵測器系統包括一或多個偵測器。在一些實施例中，該偵測器系統經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該信號光束量測該繞射圖案之一對準位置。在一些實施例中，一或多個光學濾光器沿著該照明路徑及/或該信號路徑安置。在一些實施例中，一或多個光學濾光器經組態以調整該照明光束及/或該信號光束之一或多個物理參數。在一些實施例中，該處理器耦合至該偵測器系統。在一些實施例中，該處理器經組態以量測由該一或多個光學濾光器引起的該繞射圖案之該對準位置之一改變。在一些實施例中，該處理器經組態以基於該改變來判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

【0018】 在一些實施例中，該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該微影裝置之一對準位置誤差。在一些實施例中，該處理器經進一步組態以藉由計算針對該一或多個物理參數之該感測器回應函數之

一導數及/或一最小值來校正該對準位置誤差。

【0019】 在一些實施例中，該一或多個光學濾光器係選自由一光譜濾光器、一數值孔徑濾光器及一偏振濾光器組成之群組。在一些實施例中，該光譜濾光器係一窄通帶波長濾光器。在一些實施例中，該數值孔徑濾光器係經組態以改變該照明光束及/或該信號光束之一光功率的一透鏡。在一些實施例中，該偏振濾光器係一半波片或四分之一波片。在一些實施例中，該第一光學系統經組態以透射該信號光束以便包括第一及第二一次繞射階子光束。在一些實施例中，該偵測器系統組合該等第一及第二一次繞射階子光束以產生一正弦相位。

【0020】 在一些實施例中，該一或多個光學濾光器係一光譜濾光器。在一些實施例中，該處理器經組態以基於該照明光束及/或該信號光束之不同波長之間的改變來判定該感測器回應函數。在一些實施例中，該一或多個光學濾光器係一數值孔徑濾光器。在一些實施例中，該處理器經組態以基於該信號光束之不同繞射階子光束之間的改變來判定該感測器回應函數。在一些實施例中，該一或多個光學濾光器係一偏振濾光器。在一些實施例中，該處理器經組態以基於該照明光束及/或該信號光束之不同偏振之間的改變來判定該感測器回應函數。

【0021】 在一些實施例中，一種用於校正對準位置誤差之方法包括由一對準感測器裝置量測一基板上之一繞射目標之一對準位置。在一些實施例中，該對準感測器裝置包括一照明系統、一第一光學系統、一第二光學系統、一偵測器系統及一處理器。在一些實施例中，該照明系統經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束。在一些實施例中，該第一光學系統包括一第一光學件及一第二光學件，且經組態以朝向該基板上之該繞射目標

透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一信號光束，該信號光束包含自該繞射目標反射之繞射階子光束。在一些實施例中，該第二光學系統包括一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該信號光束之偏振分離該信號光束且將該信號光束透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中。在一些實施例中，該偵測器系統包括一或多個偵測器。在一些實施例中，該偵測器系統經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該信號光束量測該繞射目標之該對準位置。在一些實施例中，該處理器耦合至該偵測器系統。

**【0022】** 在一些實施例中，該方法進一步包括使用一或多個光學濾光器沿著該對準感測器裝置之該照明路徑及/或該信號路徑調整該照明光束及/或該信號光束之一或多個物理參數。在一些實施例中，該方法進一步包括由該處理器量測該繞射目標之該對準位置之一改變。在一些實施例中，該方法進一步包括由該處理器判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。在一些實施例中，該方法進一步包括藉由基於該感測器回應函數計算針對該一或多個物理參數之該感測器回應函數之一導數及/或最小值來校正一微影裝置或該對準感測器裝置之一對準位置誤差。

**【0023】** 在一些實施例中，調整該一或多個物理參數包括使用一光譜濾光器。在一些實施例中，判定該感測器回應函數包括量測該照明光束及/或該信號光束之不同波長之間的改變。在一些實施例中，調整該一或多個物理參數包括使用一數值孔徑濾光器。在一些實施例中，判定該感測器回應函數包括量測該信號光束之不同繞射階子光束之間的改變。在一些實施例中，調整該一或多個物理參數包含使用一偏振濾光器。在一些實施例中，判定該感測器回應函數包括量測該照明光束及/或該信號光束之不

同偏振之間的改變。

【0024】 在一些實施例中，一種對準感測器裝置包括一照明系統、一第一光學系統、一第二光學系統、一偵測器系統及一處理器。在一些實施例中，該照明系統經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束。在一些實施例中，該第一光學系統包括一第一光學件及一第二光學件。在一些實施例中，該第一光學系統經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一幅照度分佈，該幅照度分佈包括自該繞射目標反射之繞射階子光束。在一些實施例中，該第二光學系統包括一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該幅照度分佈之偏振分離該幅照度分佈且將該幅照度分佈透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中。在一些實施例中，該偵測器系統包括一或多個偵測器。在一些實施例中，該偵測器系統經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該幅照度分佈量測該繞射目標之一重心。在一些實施例中，該處理器耦合至該偵測器系統。在一些實施例中，該處理器經組態以量測由該繞射目標之一不對稱性變化引起的該繞射目標之該重心之一移位。在一些實施例中，該處理器經組態以基於該重心移位判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

【0025】 在一些實施例中，該繞射目標之該不對稱性變化包括一不對稱側壁。在一些實施例中，該不對稱側壁包括一成角度側壁，其具有約0度至約10度之一角度。在一些實施例中，該繞射目標之該不對稱性變化包括一不對稱底部表面。在一些實施例中，該不對稱底部表面包括一成角度底部表面，其具有約0度至約5度之一角度。在一些實施例中，該繞射目標之該不對稱性變化包括一不對稱頂部表面。在一些實施例中，該不對稱

頂部表面包括一成角度頂部表面，其具有約0度至約5度之一角度。

【0026】 在一些實施例中，該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該感測器裝置之一對準位置誤差。在一些實施例中，該處理器藉由計算一第一重心移位及一第二重心移位來校正該對準位置誤差。在一些實施例中，該第一重心移位及該第二重心移位係依據該照明光束之一或多個波長來計算。

【0027】 在一些實施例中，一種光瞳感測器裝置包括一照明系統、一第一光學系統、一第二光學系統及一偵測器系統。在一些實施例中，該照明系統經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束。在一些實施例中，該第一光學系統包括一第一光學件及一第二光學件。在一些實施例中，該第一光學系統經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一幅照度分佈，該幅照度分佈包括自該繞射目標反射之繞射階子光束。在一些實施例中，該第二光學系統包括一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該幅照度分佈之偏振分離該幅照度分佈且將該幅照度分佈透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中。在一些實施例中，該偵測器系統包括一或多個偵測器。在一些實施例中，該偵測器系統經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該幅照度分佈以及一參考幅照度分佈量測該繞射目標之一光瞳平面深度分佈。

【0028】 在一些實施例中，該光瞳感測器裝置進一步包括一處理器，該處理器耦合至該偵測器系統。在一些實施例中，該處理器經組態以量測由該繞射目標之一不對稱性變化或一堆疊厚度變化引起的該光瞳平面深度分佈之一移位。在一些實施例中，該處理器經組態以基於該光瞳平面深度分佈移位判定該光瞳感測器裝置之一感測器回應函數。在一些實施例

中，該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該光瞳感測器裝置之一對準位置誤差。在一些實施例中，該處理器藉由計算一第一重心移位及一第二重心移位來校正該對準位置誤差。

**【0029】** 在一些實施例中，該參考輻照度分佈係基於該偵測器系統之一像差圖。在一些實施例中，該偵測器系統包括一光瞳偵測器，該光瞳偵測器在該等第一及第二光學系統之外部且經組態以量測該光瞳平面深度分佈。在一些實施例中，該光瞳偵測器包括一聚焦光學件及一光源。在一些實施例中，該聚焦光學件與該第二光學件相同，且該光源與該照明光束相同。在一些實施例中，該聚焦光學件與該第二光學件不同，且該光源與該照明光束相同。在一些實施例中，該聚焦光學件與該第二光學件不同，且該光源與該照明光束不同。

**【0030】** 下文參看隨附圖式詳細地描述本發明之另外特徵及優點，以及本發明之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。本文中僅出於說明性目的而呈現此類實施例。基於本文中含有之教示，額外實施例對於熟習相關技術者而言將顯而易見。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0031】** 併入本文中且形成本說明書之部分之隨附圖式說明本發明，且連同[實施方式]一起進一步用以解釋本發明之原理且使熟習相關技術者能夠進行及使用本發明。

**【0032】** 圖1A為根據一例示性實施例之反射微影裝置的示意性說明。

**【0033】** 圖1B為根據一例示性實施例之透射微影裝置的示意性說明。

【0034】圖2為根據一例示性實施例之反射微影裝置的更詳細示意性說明。

【0035】圖3為根據一例示性實施例之微影製造單元的示意性說明。

【0036】圖4A及圖4B為根據各種例示性實施例之增強型對準裝置的示意性說明。

【0037】圖5為根據一例示性實施例之對準感測器裝置的示意性說明。

【0038】圖6說明根據一例示性實施例之用於校正對準位置誤差的流程圖。

【0039】圖7為根據一例示性實施例之對準感測器裝置中之輻照度分佈的示意性說明。

【0040】圖8為根據一例示性實施例之對準感測器裝置中之輻照度分佈的示意性說明。

【0041】圖9為根據一例示性實施例之對準感測器裝置中之輻照度分佈的示意性說明。

【0042】圖10A至圖10C為根據各種例示性實施例之繞射目標之不對稱性變化的示意性說明。

【0043】圖11A至圖11D為根據各種例示性實施例的針對依據波長而變化的不同不對稱性變化之重心移位的示意性說明。

【0044】圖12為根據一例示性實施例之光瞳感測器裝置的示意性說明。

【0045】圖13為圖12之光瞳感測器裝置之光瞳平面深度分佈的示意

性說明。

【0046】 根據下文結合圖式所闡述之詳細描述，本發明之特徵及優點將變得更顯而易見，在該等圖式中，類似元件符號始終識別對應元件。在該等圖式中，類似元件符號通常指示相同、功能上相似及/或結構上相似之元件。另外，通常，元件符號之最左側數字識別首次出現該元件符號之圖式。除非另有指示，否則貫穿本發明提供之圖式不應被解譯為按比例圖式。

# 【實施方式】

【0047】 本說明書揭示併有本發明之特徵的一或多個實施例。所揭示實施例僅僅例示本發明。本發明之範疇不限於所揭示實施例。本發明係由附加於此處之申請專利範圍界定。

【0048】 所描述之實施例及本說明書中對「一個實施例」、「一實施例」、「一實例實施例」等之參考指示所描述之實施例可包括一特定特徵、結構或特性，但每一實施例可未必包括該特定特徵、結構或特性。此外，此類片語未必係指相同實施例。另外，當結合一實施例描述一特定特徵、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特徵、結構或特性皆係在熟習此項技術者之認識範圍內。

【0049】 為了易於描述，空間相對術語，諸如「在……之下」、「在……下方」、「下部」、「在……上方」、「在……之上」、「上部」及其類似者，可在本文中用以描述一個元件或特徵與諸圖中所說明之另一或多個元件或特徵之關係。除了諸圖中所描繪之定向以外，空間相對術語亦意欲涵蓋在使用或操作中之器件之不同定向。裝置可以其他方式定向(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符可同樣相應地進行

解譯。

【0050】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之值。基於特定技術，術語「約」可指示給定數量之值，其例如在該值之10%至30%內(例如，值之 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 或 $\pm 30\%$ )變化。

【0051】本發明之實施例可以硬體、韌體、軟體或其任何組合予以實施。本發明之實施例亦可被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以可由機器(例如計算器件)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；快閃記憶體器件；電形式、光形式、聲形式或其他形式之傳播信號(例如載波、紅外線信號、數位信號等)，及其他者。另外，韌體、軟體、常式及/或指令可在本文中被描述為執行某些動作。然而，應瞭解，此類描述僅僅出於方便起見，且此類動作事實上係由計算器件、處理器、控制器或執行韌體、軟體、常式、指令等之其他器件引起。

【0052】然而，在更詳細地描述此類實施例之前，有指導性的是呈現可供實施本發明之實施例之實例環境。

### 【0053】實例微影系統

【0054】圖1A及圖1B分別為可供實施本發明之實施例的微影裝置100及微影裝置100'之示意性說明。微影裝置100及微影裝置100'各自包括以下各者：照明系統(照明器) 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，光罩台) MT，其經組態以支撐圖案化器件(例如，光罩、倍縮光罩或動態圖案化器件) MA且連接至經組

態以準確地定位該圖案化器件MA之第一定位器PM；及基板台(例如，晶圓台) WT，其經組態以固持基板(例如，抗蝕劑塗佈晶圓) W且連接至經組態以準確地定位該基板W之第二定位器PW。微影裝置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(例如，包含一或多個晶粒) C上。在微影裝置100中，圖案化器件MA及投影系統PS係反射的。在微影裝置100'中，圖案化器件MA及投影系統PS係透射的。

【0055】 照明系統IL可包括用於導向、塑形或控制輻射光束B之各種類型之光學組件，諸如，折射、反射、反射折射、磁性、電磁、靜電或其他類型之光學組件，或其任何組合。

【0056】 支撐結構MT以取決於圖案化器件MA相對於參考框架之定向、微影裝置100及100'中之至少一者之設計及其他條件(諸如，圖案化器件MA是否被固持於真空環境中)的方式來固持圖案化器件MA。支撐結構MT可使用機械、真空、靜電或其他夾持技術以固持圖案化器件MA。支撐結構MT可為(例如)框架或台，其可根據需要而固定或可移動。藉由使用感測器，支撐結構MT可確保圖案化器件MA (例如)相對於投影系統PS處於所要位置。

【0057】 術語「圖案化器件」MA應被廣泛地解譯為係指可用以在輻射光束B之橫截面中向輻射光束B賦予圖案以便在基板W之目標部分C中產生圖案的任何器件。被賦予至輻射光束B之圖案可對應於為了形成積體電路而在目標部分C中產生之器件中的特定功能層。

【0058】 圖案化器件MA可為透射的(如在圖1B之微影裝置100'中)或反射的(如在圖1A之微影裝置100中)。圖案化器件MA之實例包括倍縮

光罩、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，以及各種混合光罩類型。可程式化鏡面陣列之一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。傾斜鏡面在由小鏡面矩陣反射之輻射光束B中賦予圖案。

**【0059】** 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、反射折射、磁性、電磁及靜電光學系統，或其任何組合。可將真空環境用於EUV或電子束輻射，此係由於其他氣體可吸收過多輻射或電子。因此，可憑藉真空壁及真空泵而將真空環境提供至整個光束路徑。

**【0060】** 微影裝置100及/或微影裝置100'可屬於具有兩個(雙載物台)或多於兩個基板台WT (及/或兩個或多於兩個光罩台)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，額外台可不為基板台WT。

**【0061】** 微影裝置亦可屬於如下類型：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裝置中之其他空間，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。

**【0062】** 參看圖1A及圖1B，照明器IL自輻射源SO接收輻射光束。

舉例而言，當源SO為準分子雷射時，源SO及微影裝置100、100'可為單獨的物理實體。在此類狀況下，不認為源SO形成微影裝置100或100'之部件，且輻射光束B係憑藉包括(例如)合適導向鏡及/或光束擴展器之光束遞送系統BD (在圖1B中)而自源SO傳遞至照明器IL。在其他狀況下，舉例而言，當源SO為水銀燈時，源SO可為微影裝置100、100'之整體部件。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。

【0063】 照明器IL可包括用於調整輻射光束之角強度分佈之調整器AD (在圖1B中)。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 $\sigma$ 外部及 $\sigma$ 內部)。另外，照明器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。照明器IL可用以調節輻射光束B以在其橫截面中具有所要均一性及強度分佈。

【0064】 參看圖1A，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MA而圖案化。在微影裝置100中，自圖案化器件(例如，光罩) MA反射輻射光束B。在自圖案化器件(例如，光罩) MA反射之後，輻射光束B傳遞通過投影系統PS，投影系統PS將該輻射光束B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IF2 (例如，干涉器件、線性編碼器或電容性傳感器)，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)。相似地，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之路徑來準確地定位圖案化器件(例如，光罩) MA。可使用光罩對準標記M1、M2及基板對準標記P1、P2來對準圖案化器件(例如，光罩) MA及基板W。

【0065】參看圖1B，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而圖案化。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。投影系統具有與照明系統光瞳IPU共軛之光瞳PPU。輻射之部分自照明系統光瞳IPU處之強度分佈發散且橫穿光罩圖案而不受到光罩圖案處之繞射影響，且產生照明系統光瞳IPU處之強度分佈之影像。

【0066】投影系統PS將光罩圖案MP之影像MP'投影至塗佈於基板W上之光阻層上，其中影像MP'係由繞射光束形成，繞射光束係自標記圖案MP由來自強度分佈之輻射產生。舉例而言，光罩圖案MP可包括線及空間陣列。在該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，其在垂直於線之方向上具有方向改變。非繞射光束(亦即，所謂的零階繞射光束)橫穿圖案，而不具有傳播方向之任何改變。零階繞射光束橫穿投影系統PS之在投影系統PS之共軛光瞳PPU上游的上部透鏡或上部透鏡群組，以到達共軛光瞳PPU。在共軛光瞳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明系統IL之照明系統光瞳IPU中之強度分佈之影像。孔徑器件PD例如在包括投影系統PS之共軛光瞳PPU之平面處或大體上在該平面處安置。

【0067】投影系統PS經配置以借助於透鏡或透鏡群組L不僅捕捉零階繞射光束，而且捕捉一階繞射光束或一階及高階繞射光束(圖中未繪示)。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明以利用偶極照明之解析度增強效應。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，從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，可藉由在照明系統光瞳IPU之相對象限中提供輻射極(圖中未繪示)而減小散光像差。另外，在一些實施例中，可藉由阻擋投影系統之共軛光瞳PPU中之與相對象限中之輻射極相關聯的零階光束來減小散光像差。全文係以引用方式併入本文中的於2009年3月31日發佈之US 7,511,799 B2中更詳細地描述此情形。

**【0068】** 憑藉第二定位器PW及位置感測器IF (例如，干涉器件、線性編碼器或電容性感測器)，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)。相似地，第一定位器PM及另一位置感測器(圖1B中未繪示)可用以相對於輻射光束B之路徑來準確地定位光罩MA (例如，在自光罩庫之機械擷取之後或在掃描期間)。

**【0069】** 一般而言，可憑藉形成第一定位器PM之部件之長衝程模組(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之部件之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。可使用光罩對準標記M1、M2及基板對準標記P1、P2來對準光罩MA及基板W。儘管基板對準標記(如所說明)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(此等標記被稱為切割道對準標記)。相似地，在多於一個晶粒提供於光罩MA上之情形中，光罩對準標記可位於該等晶粒之間。

**【0070】** 光罩台MT及圖案化器件MA可處於真空腔室V中，其中真空內機器人IVR可用以將諸如光罩之圖案化器件移入及移出真空腔室。替代地，當光罩台MT及圖案化器件MA係在真空腔室外部時，相似於真空

內機器人IVR，真空外機器人可用於各種輸送操作。需要校準真空內機器人及真空外機器人兩者以用於任何有效負載(例如光罩)至轉移站之固定運動安裝台之平滑轉移。

【0071】 微影裝置100及100'可用於以下模式中之至少一者中：

【0072】 1. 在步進模式中，在將被賦予至輻射光束B之整個圖案一次性投影至目標部分C上時，使支撐結構(例如，光罩台) MT及基板台WT保持基本上靜止(亦即，單次靜態曝光)。接著，使基板台WT在X及/或Y方向上移位，使得可曝光不同目標部分C。

【0073】 2. 在掃描模式中，在將被賦予至輻射光束B之圖案投影至目標部分C上時，同步地掃描支撐結構(例如，光罩台) MT及基板台WT(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WT相對於支撐結構(例如，光罩台) MT之速度及方向。

【0074】 3. 在另一模式中，在將被賦予至輻射光束B之圖案投影至目標部分C上時，使支撐結構(例如，光罩台) MT保持大體上靜止，從而固持可程式化圖案化器件，且移動或掃描基板台WT。可使用脈衝式輻射源SO，且在基板台WT之每一移動之後或在一掃描期間的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，可程式化鏡面陣列)之無光罩微影。

【0075】 亦可使用所描述之使用模式之組合及/或變化或完全不同的使用模式。

【0076】 在另一實施例中，微影裝置100包括極紫外線(EUV)源，該EUV源經組態以產生用於EUV微影之EUV輻射光束。一般而言，EUV

源經組態於輻射系統中，且對應的照明系統經組態以調節EUV源之EUV輻射光束。

【0077】圖2更詳細地展示微影裝置100，其包括源收集器裝置SO、照明系統IL，及投影系統PS。源收集器裝置SO經建構及配置使得可將真空環境維持於源收集器裝置SO之圍封結構220中。可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)而產生EUV輻射，其中產生極熱電漿210以發射在電磁光譜之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來產生極熱電漿210。為了輻射之高效產生，可需要為例如10帕斯卡之分壓之Xe、Li、Sn蒸汽或任何其他合適氣體或蒸汽。在一實施例中，提供受激發錫(Sn)電漿以產生EUV輻射。

【0078】由熱電漿210發射之輻射係經由經定位於源腔室211中之開口中或後方的選用氣體障壁或污染物截留器230 (在一些狀況下，亦被稱作污染物障壁或箔片截留器)而自源腔室211傳遞至收集器腔室212中。污染物截留器230可包括通道結構。污染截留器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。

【0079】收集器腔室212可包括可為所謂的掠入射收集器之輻射收集器CO。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，且源收集器裝置經配置成使得中間焦點IF位於圍封結構220中之開口219處或附近。虛擬源點IF為輻射發射電漿210之影像。光柵光譜濾光器240特別用於抑制紅外線(IR)輻射。

【0080】隨後，輻射橫穿照明系統IL，照明系統IL可包括琢面化場鏡面器件222及琢面化光瞳鏡面器件224，琢面化場鏡面器件222及琢面化光瞳鏡面器件224經配置以提供在圖案化器件MA處輻射光束221之所要角度分佈，以及在圖案化器件MA處之輻射強度之所要均一性。在由支撐結構MT固持之圖案化器件MA處輻射光束221之反射後，隨即形成經圖案化光束226，且由投影系統PS將經圖案化光束226經由反射元件228、229而成像至由晶圓載物台或基板台WT固持之基板W上。

【0081】比所展示之元件更多的元件通常可存在於照明光學件單元IL及投影系統PS中。取決於微影裝置之類型，可視情況存在光柵光譜濾光器240。另外，可存在比圖2中所展示之鏡面更多之鏡面，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1至6個的額外反射元件。

【0082】如圖2中所說明之收集器光學件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軸向地對稱，且此類型之收集器光學件CO係較佳地結合放電產生電漿源(常常被稱為DPP源)而使用。

#### 【0083】 例示性微影製造單元

【0084】圖3展示微影製造單元300，其有時亦被稱作微影製造單元(lithocell)或叢集。微影裝置100或100'可形成微影製造單元300之部分。微影製造單元300亦可包括用以對基板執行曝光前程序及曝光後程序之一或多個裝置。通常，此等裝置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、在不同程序裝置之間移動

基板，且將基板遞送至微影裝置100或100'之裝載匣LB。常常被集體地稱作塗佈顯影系統之此等器件係在塗佈顯影系統控制單元TCU之控制下，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來控制微影裝置。因此，不同裝置可經操作以最大化產出率及處理效率。

**【0085】** 例示性對準裝置

**【0086】** 為了控制用以將器件特徵準確地置放於基板上之微影程序，通常在基板上提供對準標記，且微影裝置包括藉以必須準確量測基板上之標記之位置之一或多個對準裝置及/或系統。此等對準裝置實際上為位置量測裝置。自不同時間及不同製造商，已知不同類型之標記及不同類型之對準裝置及/或系統。廣泛用於當前微影裝置中的系統之類型係基於如美國專利第6,961,116號(den Boef等人)中所描述之自參考干涉計。通常，分離地量測標記以獲得X位置及Y位置。然而，可使用美國公開案第2009/195768 A號(Bijnen等人)中所描述之技術來執行組合之X量測及Y量測。此等揭示案兩者之全部內容係以引用方式併入本文中。

**【0087】** 圖4A說明根據一實施例之可實施為微影裝置100或100'之部分的對準裝置400的橫截面圖的示意圖。在此實施例之一實例中，對準裝置400可經組態以使基板(例如基板W)相對於圖案化器件(例如圖案化器件MA)對準。對準裝置400可經進一步組態以偵測基板上之對準標記之位置，且使用對準標記之偵測到之位置使基板相對於圖案化器件或微影裝置100或100'之其他組件對準。基板之此對準可確保基板上之一或多個圖案之準確曝光。

**【0088】** 根據一實施例，對準裝置400可包括根據此實施例之一實

例的照明系統412、光束分裂器414、干涉計426、偵測器428、光束分析器430及疊對計算處理器432。照明系統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。在一實例中，一或多個通帶可在約500奈米至約900奈米之間的波長之光譜內。在另一實例中，一或多個通帶可為在約500奈米至約900奈米之間的波長之光譜內的離散窄通帶。照明系統412可經進一步組態以提供在長時間段內(例如，在照明系統412之壽命內)具有大體上恆定中心波長(CWL)值的一或多個通帶。照明系統412之此組態可有助於防止實際CWL值在當前對準系統中自所要CWL值之移位，如上文所論述。且結果，相比於當前對準裝置，恆定CWL值之使用可改良對準系統(例如，對準裝置400)之長期穩定性及準確度。

**【0089】** 根據一實施例，光束分裂器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。在一實例中，輻射光束413可分裂成輻射子光束415及417，如圖4A中所展示。光束分裂器414可經進一步組態以將輻射子光束415導向至置放於載物台422上之基板420上。在一項實例中，載物台422沿著方向424可移動。輻射子光束415可經組態以照明位於基板420上之對準標記或目標418。在此實施例之一實例中，對準標記或目標418可塗佈有輻射敏感膜。在另一實例中，對準標記或目標418可具有一百八十度(亦即， $180^\circ$ )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 $180^\circ$ 時，旋轉之對準標記或目標418可與非旋轉之對準標記或目標418大體上相同。基板420上之目標418可為：(a)抗蝕劑層光柵，其包含由固體抗蝕劑線形成之長條，或(b)產品層光柵，或(c)疊對目標結構中之複合光柵堆疊，其包含疊對或交錯於產品層光柵上之抗蝕劑光柵。長條可替代地經蝕刻至基

板中。此圖案對微影投影裝置(特別是投影系統PL)中之色像差敏感，且照明對稱性及此類像差之存在將使其自身表現為經印刷光柵之變化。用於器件製造中以用於量測線寬、節距及臨界尺寸之一種在線方法利用被稱為「散射量測」之技術。Raymond等人之「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「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，且偵測處於給定角度之所得反射光譜。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建構產生反射光譜之結構。因此，經印刷光柵之散射量測資料用以重建構光柵。根據對印刷步驟及/或其他散射量測程序之知識，可將光柵之參數(諸如，線寬及形狀)輸入至由處理單元PU執行之重建構程序。

**【0090】** 根據一實施例，光束分裂器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。在一實例中，繞射輻射光束419可經分裂成繞射輻射子光束429及439，如圖4A中所展示。

**【0091】** 應注意，儘管光束分裂器414被展示為將輻射子光束415導向對準標記或目標418且將繞射輻射子光束429導向干涉計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，可使用其他光學配置來獲得照明基板420上之對準標記或目標418以及偵測對準標記或目標418之影像的相似結果。

【0092】 如圖4A中所說明，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之至少一部分。在此實施例之一實例中，干涉計426包含任何適當的光學元件集合，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，但應解析對準標記418之特徵。干涉計426可經進一步組態以將兩個影像中之一者相對於兩個影像中之另一者旋轉 $180^\circ$ 且以干涉方式重組該旋轉影像及該非旋轉影像。

【0093】 在一實施例中，偵測器428可經組態以經由干涉計信號427接收經重組影像，且當對準裝置400之對準軸線421穿過對準標記或目標418之對稱中心(圖中未繪示)時偵測由經重組影像引起的干涉。根據一實例實施例，此干涉可歸因於對準標記或目標418成 $180^\circ$ 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。根據一實例，對準軸線421可與垂直於基板420之光束對準且穿過影像旋轉干涉計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。

【0094】 在另一實施例中，偵測器428藉由執行以下量測中之一或多者來判定對準標記或目標418之對稱中心之位置：

1. 量測針對各種波長之位置變化(多個顏色之間的位置移位)；
2. 量測針對各種階之位置變化(多個繞射階之間的位置移位)；及

### 3. 量測針對各種偏振之位置變化(多個偏振之間的位置移位)。

可例如藉由任何類型之對準感測器來獲得此資料，例如，美國專利第6,961,116號中所描述的智慧型對準感測器混合(SMart Alignment Sensor Hybrid, SMASH)感測器，其使用具有單一偵測器及四個不同波長之自參考干涉計，且在軟體中提取對準信號；或美國專利第6,297,876號中所描述的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導向至專用偵測器，該等專利兩者之全文係以引用方式併入本文中。

**【0095】** 在一實施例中，光束分析器430可經組態以接收繞射輻射子光束439且判定該繞射輻射子光束439之光學狀態。光學狀態可為光束波長、偏振或光束剖面之量度。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。因而，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)基板420之位置。替代地，光束分析器430可經組態以判定對準裝置400或任何其他參考元件之位置，使得可參考對準裝置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。根據一實施例，光束分析器430可直接整合至對準裝置400中，或根據其他實施例經由若干類型之光纖連接：偏振保持單模、多模或成像。

**【0096】** 在一實施例中，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疊對資料。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。參考層可為已經存在

於基板420上之經蝕刻層。參考層可由藉由微影裝置100及/或100'在基板上曝光的參考圖案產生。經曝光層可為與參考層相鄰地曝光之抗蝕劑層。經曝光層可由藉由微影裝置100或100'在基板420上曝光的曝光圖案產生。基板420上之經曝光圖案可對應於由載物台422進行之基板420之移動。在一實施例中，經量測疊對資料亦可指示參考圖案與曝光圖案之間的偏移。經量測疊對資料可用作校準資料以校準由微影裝置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。

**【0097】** 在一實施例中，光束分析器430可經進一步組態以判定基板420之產品堆疊剖面之模型，且可經組態以在單次量測中量測目標418之疊對、臨界尺寸及焦點。產品堆疊剖面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，且可包括依據照明變化而變化的標記程序變化誘發之光學訊跡度量衡。產品堆疊剖面亦可包括產品光柵剖面、標記堆疊剖面及標記不對稱性資訊。光束分析器430之實例為如美國專利第8,706,442號中所描述之由ASML (荷蘭，Veldhoven)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屬性相關的資訊。舉例而言，光束分析器430可處理層中之所描繪影像的疊對參數(該層相對於基板上之先前層之定位準確度或第一層相對於基板上之標記之定位準確度的指示)、聚焦參數，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。

**【0098】** 在一些實施例中，偵測器(圖中未繪示)陣列可連接至光束分析器430，且允許準確的堆疊剖面偵測之可能性，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，多個選項係可能

的：多模光纖束；每通道之離散接腳偵測器；或CCD或CMOS (線性)陣列。多模光纖束之使用使能夠出於穩定性原因而遠端地定位任何耗散元件。離散接腳偵測器提供大動態範圍，但各自需要單獨的前置放大器。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。

【0099】 在一實施例中，第二光束分析器430'可經組態以接收繞射輻射子光束429且判定該繞射輻射子光束429之光學狀態，如圖4B中所展示。光學狀態可為光束波長、偏振或光束剖面之量度。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。因而，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)基板420之位置。第二光束分析器430'亦可經組態以判定對準裝置400或任何其他參考元件之位置，使得可參考對準裝置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疊對資料及基板420之產品堆疊剖面之模型。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之疊對、臨界尺寸及焦點。

【0100】 在一實施例中，第二光束分析器430'可直接整合至對準裝置400中，或其可根據其他實施例經由若干類型之光纖連接：偏振保持單模、多模或成像。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439兩者且判定繞射輻射子光束429及439兩者之光學狀態的單個分析器(圖中未繪示)。

【0101】 在一實施例中，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可為疊對計算處理器。資訊可包含由光束分析器430建構之產品堆疊剖面之模型。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剖面之模型。在任一狀況下，處理器432使用或結合產品標記剖面之模型來建構堆疊產品及疊對標記剖面之模型。接著使用堆疊模型以判定疊對偏移且最小化對疊對偏移量測之光譜效應。處理器432可基於自偵測器428及光束分析器430接收到之資訊產生基本校正演算法，該資訊包括但不限於：照明光束之光學狀態、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定義入射角且角度位置定義輻射之方位角之平面。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特性化對準裝置400。

【0102】 在一實施例中，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接收到之資訊判定相對於針對每一標記之感測器估計值之經印刷圖案位置偏移誤差。該資訊包括但不限於：產品堆疊剖面、基板420上之每一對準標記或目標418之疊對、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具有相似恆定偏移誤差之集合，且基於該資訊產生對準誤差偏移校正表。該叢集演算法可基於疊對量測、位置估計，及與偏移誤差之每一集合相關聯的額外光學堆疊程序資訊。針對多個不同標記來計算疊對，該等標記例如在經程式化疊對偏移周圍具有正及負偏置之疊對目標。量測最小疊對之目標被視為參考(此係由於其以最佳準確度被量測)。自此經量測小疊對及其對應目標之已知經程式化疊對，可推導出疊對誤差。表1說明可如何執行此推導。所展示

實例中之最小經量測疊對為-1奈米。然而，此與具有為-30奈米之經程式化疊對之目標相關。因此，程序必須已引入為29奈米之疊對誤差。

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

最小值可被視為參考點，且相對於此最小值，可計算經量測疊對與歸因於經程式化疊對而預期之疊對之間的偏移。此偏移判定關於每一標記或具有相似偏移之標記集合的疊對誤差。因此，在表1實例中，在具有為30奈米之經程式化疊對之目標位置處，最小經量測疊對為-1奈米。比較其他目標處之預期疊對與經量測疊對之間的差與此參考值。亦可在不同照明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疊對誤差之照明設定及其對應的校準因數。在此之後，處理器432可將標記分組成具有相似疊對誤差之集合。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。

【0103】 在一實施例中，處理器432可確認群組之全部或大多數成員具有相似的偏移誤差，且基於每一標記之額外光學堆疊度量衡自叢集演算法對每一標記應用個別偏移校正。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對準裝置400中而將校正回饋至微影裝置100或100'以用於校正疊對之誤差。

【0104】 例示性對準感測器裝置

【0105】 如上文所論述，程序上準確度誤差(OPAE)係由每一晶圓上之變化之堆疊厚度、材料及/或程序(亦即，程序變化)及歸因於對準感測器

之間的相互作用之疊對誤差引起。程序變化會改變自基板上之對準標記反射之光的光學屬性，其引起OPAE。儘管存在各種技術，諸如校正對準標記中之不對稱性之標記不對稱性重建構(MAR)、改良之感測器(例如SMASH)及預測性模型化，但晶圓堆疊屬性變化(亦即，程序變化)亦會造成OPAE之下限且無法使用當前技術及系統來進一步減小。程序變化與對準感測器相互作用且產生無法校準之對準位置誤差(APE)。

**【0106】** APE為對準位置自參考對準位置(例如基板上之經校準對準標記)之改變或移位。然而，APE依據各種物理參數而變化，例如光束波長、光譜頻寬、數值孔徑、光束強度、光束點大小、光束形狀、光束圖案及/或偏振。舉例而言，APE可經模型化為一或多個物理參數之線性函數。當物理參數在對準及/或微影裝置中變化時，可量測歸因於未知程序變化之參考對準位置之改變或移位且可判定及應用校正以便減小OPAE。

**【0107】** 圖5說明根據一例示性實施例之對準感測器裝置500。對準感測器裝置500經組態以例如在微影裝置100或100'中校正APE並改良疊對。對準感測器裝置500可包括照明系統502、光點鏡面516、聚焦透鏡518、偏振光束分裂器550、偵測器控制器584、一或多個光學濾光器506、508、510、512、514、538、548、560、576，及APE處理器590。儘管對準感測器裝置500在圖5中被展示為單機裝置，但本發明之實施例不限於此實例，且本發明之對準感測器裝置500實施例可與其他光學系統一起使用，諸如(但不限於)微影裝置100及/或100'、微影製造單元300、對準裝置400及/或其他光學系統。

**【0108】** 照明系統502經組態以沿著朝向光點鏡面516之照明路徑透射照明光束504。照明系統502相似於圖4A及圖4B中所描述之照明系統

412。舉例而言，照明系統502可包括經組態以產生極紫外線(EUV)輻射光束之EUV源。照明系統502可包括輻射系統中之EUV源，及經組態以調節EUV源之EUV輻射光束之對應的調節系統。

【0109】 照明系統502可經組態以提供具有一或多個通帶之電磁窄帶照明光束504。在一實例中，一或多個通帶可在約500奈米至約900奈米之間的波長之光譜內。在一實例中，一或多個通帶可在約10奈米至約500奈米之間的波長之光譜內。在另一實例中，一或多個通帶可為在約500奈米至約900奈米之間的波長之光譜內的離散窄通帶。在另一實例中，一或多個通帶可為在約10奈米至約500奈米之間的波長之光譜內的離散窄通帶。照明系統502可經進一步組態以提供在長時間段內(例如，在照明系統502之壽命內)具有大體上恆定中心波長(CWL)值的一或多個通帶。照明系統502之此組態可有助於防止實際CWL值在當前對準系統中自所要CWL值移位，如上文所論述。且結果，相比於當前對準裝置，恆定CWL值之使用可改良對準系統(例如，對準感測器裝置500)之長期穩定性及準確度。

【0110】 在一些實施例中，照明系統502可使用用於輻射源之寬頻帶光源(亦即，具有廣泛範圍之光頻率或波長-且因此具有廣泛範圍之顏色的光源)，其可給出大的光展量(亦即，光之散佈，例如源之面積(A)與系統之入射光瞳自源所看到的對向之立體角( $\Omega$ )的乘積)，從而允許多個波長混合。在一些實施例中，照明光束504可包括寬頻帶中之複數個波長，其較佳可各自具有為 $\Delta\lambda$ 之頻寬及至少 $2\Delta\lambda$  (亦即，頻寬之兩倍)之間距。在一些實施例中，照明系統502可包括用於已使用光纖束分裂的延伸之輻射源之不同部分之若干輻射「源」。以此方式，可並行地在多個波長下量測角

解析散射光譜。舉例而言，可量測3-D光譜(波長及兩個不同角度)，其相比於2-D光譜含有更多資訊。此允許量測更多資訊，此情形增加度量衡程序穩固性。全文係以引用方式併入本文中之EP 1628164 A2中更詳細地描述此情形。

【0111】 光點鏡面516為透射立方體，其具有安置於立方體之中心之反射金屬層。如圖5中所展示，光點鏡面516可與照明路徑形成45°角以便將照明光束504導向基板522。在一實施例中，光點鏡面516可為光束分裂器，其經組態以朝向基板522反射照明光束504之第一部分(例如50%)且朝向光束分析器536透射照明光束504之第二部分(例如50%)。光束分析器536相似於圖4A及圖4B中所描述之光束分析器430，且經組態以分析照明光束504之各種屬性，例如強度、光束形狀、對準位置及/或偏振。

【0112】 如圖5中所展示，光點鏡面516可朝向聚焦透鏡518透射照明光束504，該聚焦透鏡將照明光束504聚焦於基板522上之繞射目標520上。在一實施例中，繞射目標520可為對準標記。在一實施例中，基板522係由載物台524支撐且沿著對準軸線526居中。在一些實施例中，基板522上之繞射目標520可為1-D光柵，其經印刷使得在顯影之後，長條係由固體抗蝕劑線形成。在一些實施例中，繞射目標520可為2-D陣列或光柵，其經印刷使得在顯影之後，光柵係由抗蝕劑中之固體抗蝕劑導柱或通孔形成。舉例而言，長條、導柱或通孔可替代地經蝕刻至基板522中。

【0113】 繞射目標520上之經聚焦照明光束504沿著信號路徑535產生信號光束，該信號光束包含自繞射目標520反射之繞射階子光束528、530、532。如圖5中所展示，一次繞射階子光束528、二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532自繞射目標520朝向聚焦透鏡518反射回且產

生信號路徑535。在一些實施例中，聚焦透鏡518可定位於光瞳平面處。光瞳平面為輻射之徑向位置定義入射角且角度位置定義輻射之方位角之平面。

【0114】 在一些實施例中，一次繞射階子光束528可為零繞射階子光束，二次繞射階子光束530可為一次繞射階子光束(例如-1)，且三次繞射階子光束532可為一次繞射階子光束(例如+1)。如圖5中所展示，光點鏡面516阻擋及/或反射一次繞射階子光束528且沿著信號路徑535透射二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532。在一些實施例中，光點鏡面516朝向光束分析器536反射一次繞射階子光束528，該光束分析器經組態以分析一次繞射階子光束528之各種屬性，例如強度、光束形狀、對準位置及/或偏振。

【0115】 二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532沿著信號路徑535透射至偏振光束分裂器550，該偏振光束分裂器經組態以基於子光束530、532之偏振將二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532分離及透射成第一偏振光學分支(例如，「X」方向，經 $s$ 偏振)及第二偏振光學分支(例如「Y」方向，經 $p$ 偏振)。具有其沿著入射平面之電場的偏振輻射被認為經 $p$ 偏振(亦即，橫向磁(TM))，而具有其垂直於入射平面之電場的偏振輻射被認為經 $s$ 偏振(亦即，橫向電(TE))。偏振光束分裂器550將信號路徑535分裂成正交偏振分量(亦即，第一及第二偏振光學分支)，且將經 $s$ 偏振之子光束530、532透射至第一偏振光學分支(「X」方向，經 $s$ 偏振)中且將經 $p$ 偏振之子光束530、532透射至第二偏振光學分支(「Y」方向，經 $p$ 偏振)中。

【0116】 第一偏振光學分支經組態以透射經 $s$ 偏振之子光束530、

532，且參考對準軸線526量測繞射目標520之對準位置在水平或「X」方向上之任何改變、移位及/或偏差。如圖5中所展示，第一偏振光學分支可包括第一偏振濾光器552、「X」方向自參考干涉計(SRI-X) 554、第二偏振濾光器556及偏振光束分裂器558。經s偏振之子光束530、532依序透射通過第一偏振濾光器552、SRI-X 554及第二偏振濾光器556。在一些實施例中，第一偏振濾光器552及第二偏振濾光器556可各自為波片，例如處於 $22.5^\circ$  ( $\pi/8$ )之半波片。在一些實施例中，第一偏振濾光器552及第二偏振濾光器556可各自為波片，例如處於 $45^\circ$  ( $\pi/4$ )之四分之一波片。

**【0117】** 半波片誘發 $180^\circ$  ( $\pi$ )之相移且將形成於偏振向量與快軸向量之間之偏振角度 $\theta$ 旋轉至 $-\theta$ 。對於線性偏振光，半波片將 $\theta$ 旋轉至 $2\theta$ ，而對於橢圓(例如圓形)偏振光，半波片將對掌性反轉(例如自右旋圓至左旋圓)。四分之一波片誘發 $90^\circ$  ( $\pi/2$ )之相移，且輸出取決於形成於快軸向量與慢軸向量之間的輸入偏振角度 $\phi$ 。對於線性偏振光， $\phi = 0^\circ$ 不會產生線性偏振之改變， $\phi = 45^\circ$ 產生圓偏振，且 $0^\circ < \phi < 45^\circ$ 產生橢圓偏振。

**【0118】** 第一偏振濾光器552、SRI-X 554及第二偏振濾光器556經組態以使經s偏振之子光束530、532之影像旋轉 $180^\circ$ 且重組該兩個影像，該兩個影像彼此成 $180^\circ$ 異相。該兩個經重組影像經傳輸至偏振光束分裂器558。偏振光束分裂器558經組態以分離該兩個經重組影像，且將該兩個經重組影像之間的差傳輸至第一位置偵測器566中且將該兩個經重組影像之和傳輸至第二位置偵測器564中。如圖5中所展示，聚焦透鏡562可包括於第一偏振光學分支中以便將該兩個經重組影像之和聚焦至第二位置偵測器564上。在一些實施例中，相似於聚焦透鏡562之額外聚焦透鏡可包括於第一位置偵測器566與偏振光束分裂器558之間以便聚焦該兩個經重組

影像之差。

【0119】第二偏振光學分支相似於第一偏振光學分支，且經組態以透射經 $p$ 偏振之子光束530、532且參考對準軸線526量測繞射目標520之對準位置在豎直或「Y」方向上之任何改變、移位及/或偏差。如圖5中所展示，第一偏振光學分支可包括第一偏振濾光器568、「Y」方向自參考干涉計(SRI-Y) 570、第二偏振濾光器572及偏振光束分裂器574。經 $p$ 偏振之子光束530、532依序透射通過第一偏振濾光器568、SRI-Y 570及第二偏振濾光器572。在一些實施例中，第一偏振濾光器568及第二偏振濾光器572可各自為波片，例如處於 $22.5^\circ$  ( $\pi/8$ )之半波片。在一些實施例中，第一偏振濾光器568及第二偏振濾光器572可各自為波片，例如處於 $45^\circ$  ( $\pi/4$ )之四分之一波片。

【0120】第一偏振濾光器568、SRI-Y 570及第二偏振濾光器572經組態以使經 $p$ 偏振之子光束530、532之影像旋轉 $180^\circ$ 且重組該兩個影像，該兩個影像彼此成 $180^\circ$ 異相。該兩個經重組影像經傳輸至偏振光束分裂器574。偏振光束分裂器574經組態以分離該兩個經重組影像，且將該兩個經重組影像之間的差傳輸至第三位置偵測器582中且將該兩個經重組影像之和傳輸至第四位置偵測器580中。如圖5中所展示，聚焦透鏡578可包括於第二偏振光學分支中以便將該兩個經重組影像之和聚焦至第四位置偵測器580上。在一些實施例中，相似於聚焦透鏡578之額外聚焦透鏡可包括於第三位置偵測器582與偏振光束分裂器574之間以便聚焦該兩個經重組影像之差。

【0121】如圖5中所展示，偵測器控制器584可分別經由第一控制信號586、第二控制信號585、第三控制信號588及第四控制信號587連接至

第一位置偵測器566、第二位置偵測器564、第三位置偵測器582及第四位置偵測器580。偵測器控制器584經組態以基於自第一及第二偏振分支輸出之信號光束(例如差及和)，參考對準軸線526量測及偵測繞射目標520之對準位置。在一些實施例中，偵測器控制器584經組態以量測繞射目標520之對準位置在水平或「X」方向上及/或在豎直或「Y」方向上之任何改變、移位及/或偏差。在一些實施例中，偵測器控制器584可組合二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532以產生正弦相位。

【0122】一或多個光學濾光器可沿著照明光束504之照明路徑及/或二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532之信號路徑535安置。如上文所論述，當光學濾光器沿著照明路徑及/或信號路徑535安置時，照明光束504及/或子光束530、532沿著信號路徑535之一或多個物理參數得以調整，且發生繞射目標520之對準位置自參考對準位置之改變或移位(例如基板522上之經校準繞射目標520)。

【0123】如圖5中所展示，一或多個光學濾光器可包括沿著照明光束504之照明路徑及/或信號路徑535安置之光譜濾光器506、數值孔徑(NA)濾光器508、中性密度(ND)濾光器510、經圖案化濾光器512，及/或偏振濾光器514。在一些實施例中，光譜濾光器506可包括帶通濾光器、帶通干涉濾光器、陷波濾光器、短通濾光器、長通濾光器、步階濾光器及/或二向色濾光器。在一些實施例中，NA濾光器508可包括透鏡、接物鏡及/或稜鏡，其經組態以改變照明光束504及/或子光束530、532沿著信號路徑535之光功率及/或光束形狀。在一些實施例中，ND濾光器510可經組態以改變照明光束504及/或子光束530、532沿著信號路徑535之強度及/或光點大小。在一些實施例中，經圖案化濾光器512可包括沿著信號路徑

535安置於照明光束504及/或子光束530、532中的經圖案化倍縮光罩及/或參考圖案。在一些實施例中，偏振濾光器514可包括沿著信號路徑535安置於照明光束504及/或子光束530、532中的波片。舉例而言，偏振濾光器514可為半波片或四分之一波片。

【0124】 在一些實施例中，如圖5中所展示，一或多個光學濾光器506、508、510、512、514可沿著信號路徑535在各個位置處安置於照明光束504及/或子光束530、532中，包括但不限於光學濾光器538、光學濾光器544、光學濾光器548、光學濾光器560及/或光學濾光器576。舉例而言，光學濾光器538可為波片。舉例而言，光學濾光器560可為經圖案化倍縮光罩及/或參考圖案。舉例而言，光學濾光器544可為經圖案化倍縮光罩及/或參考圖案。

【0125】 APE處理器590經由控制信號592耦合至偵測器控制器584。APE處理器590經組態以量測由一或多個光學濾光器506、508、510、512、514、538、544、548、560、576引起的繞射目標520之對準位置之改變及/或移位。APE處理器590自偵測器控制器584接收經量測對準位置值以計算繞射目標520之參考(亦即，經校準)對準位置。當一或多個光學濾光器506、508、510、512、514、538、544、548、560、576沿著信號路徑535安置於照明光束504及/或子光束530、532中時，APE處理器590接收繞射目標520之後續(亦即，經修改)對準位置且計算該兩個經量測對準位置之間的任何改變。基於該改變，APE處理器590判定對準感測器裝置500之感測器回應函數。APE處理器590經組態以基於感測器回應函數校正對準感測器裝置500之APE。在一些實施例中，APE處理器590經組態以藉由計算針對一或多個物理參數之感測器回應函數之導數及/或最

小值來校正APE。在一些實施例中，由APE處理器590基於線性模型來計算感測器回應函數。在一些實施例中，由APE處理器590基於非線性模型來計算感測器回應函數。

**【0126】** 在一實施例中，在偵測器控制器584及/或APE處理器590判定繞射目標520之參考(亦即，經校準)對準位置之後，沿著信號路徑535將光譜濾光器506安置於照明光束504及/或子光束530、532中以調整一個或多個物理參數。APE處理器590經組態以基於照明光束504及/或子光束530、532沿著信號路徑535之不同波長之間的改變而判定感測器回應函數。舉例而言，照明光束504可具有為700奈米之初始波長( $\lambda$ )。在 $\lambda_0 = 700 \text{ nm}$ 處將繞射目標520之第一對準位置(例如參考對準位置)量測為 $x_0 = 0 \text{ nm}$ 。光譜濾光器506 (例如陷波濾光器)將照明光束504之波長自700奈米調整至710奈米，且在 $\lambda_1 = 710 \text{ nm}$ 下將繞射目標520之第二對準位置量測為 $x_1 = 4 \text{ nm}$ 。在假定APE為波長之線性函數的情況下，由APE處理器590計算基於不同波長之間的改變之感測器回應函數，使得感測器回應函數為 $\Delta x / \Delta \lambda = (4 \text{ nm} - 0 \text{ nm}) / (710 \text{ nm} - 700 \text{ nm}) = 0.4$ 或 $\text{APE} = (0.4) \cdot \Delta \lambda$ 。

**【0127】** 在一實施例中，在偵測器控制器584及/或APE處理器590判定繞射目標520之參考(亦即，經校準)對準位置之後，沿著信號路徑535將NA濾光器508安置於照明光束504及/或子光束530、532中以調整一個或多個物理參數。APE處理器590經組態以基於沿著信號路徑535之一或多個不同繞射階子光束528、530、532之間的改變而判定感測器回應函數。舉例而言，照明光束504可具有為1.35之初始NA。在 $\text{NA}_0 = 1.35$ 下將例如三次繞射階子光束532之第一對準位置(例如參考對準位置)量測為 $x_0 = 0 \text{ nm}$ 。NA濾光器508將照明光束504之NA自1.35調整至1.20，且在 $\text{NA}_1 =$

1.20下將三次繞射階子光束532之第二對準位置量測為 $x_1 = 3 \text{ nm}$ 。在APE為繞射階子光束之線性函數的情況下，由APE處理器590計算基於不同繞射階子光束之間的改變之感測器回應函數，使得感測器回應函數為 $\Delta x / \Delta \text{NA} = (3 \text{ nm} - 0 \text{ nm}) / (1.35 - 1.20) = 20$ 或 $\text{APE} = (20) \cdot \Delta \text{NA} \text{ (nm)}$ 。

【0128】 在一實施例中，在偵測器控制器584及/或APE處理器590判定繞射目標520之參考(亦即，經校準)對準位置之後，沿著信號路徑535將偏振濾光器514安置於照明光束504及/或子光束530、532中以調整一個或多個物理參數。APE處理器590經組態以基於照明光束504及/或子光束530、532沿著信號路徑535之不同偏振之間的改變而判定感測器回應函數。舉例而言，照明光束504可具有為 $30^\circ$ 之初始線性偏振( $\theta$ )。在 $\theta_0 = 30^\circ$ 下將繞射目標520之第一對準位置(例如參考對準位置)量測為 $x_0 = 5 \text{ nm}$ 。偏振濾光器514將照明光束504之偏振自 $30^\circ$ 調整至 $45^\circ$ ，且在 $\theta_1 = 45^\circ$ 下將繞射目標520之第二對準位置量測為 $x_1 = 8 \text{ nm}$ 。在假定APE為偏振之線性函數的情況下，由APE處理器590計算基於不同偏振之間的改變之感測器回應函數，使得感測器回應函數為 $\Delta x / \Delta \theta = (8 \text{ nm} - 5 \text{ nm}) / (45^\circ - 30^\circ) = 0.2$ 或 $\text{APE} = (0.2) \Delta \theta \text{ (nm/}^\circ\text{)}$ 。

【0129】 在一些實施例中，對準感測器裝置500可包括光束分析器536及/或標記不對稱性重建構(MAR)光學分支540。在一些實施例中，如圖5中所展示，MAR光學分支540可安置於光點鏡面516與偏振光束分裂器550之間。MAR光學分支540經組態以量測及判定繞射目標520中之不對稱性。MAR光學分支540可包括光束分裂器542及MAR偵測器546。光束分裂器542沿著信號路徑535反射子光束530、532之一部分且沿著信號路徑535朝向偏振光束分裂器550透射子光束530、532之剩餘部分。在一些實

施例中，如圖5中所展示，MAR光學分支540可包括光學濾光器544。舉例而言，光學濾光器544可為經圖案化倍縮光罩及/或參考圖案。在一些實施例中，MAR偵測器546經由控制信號598耦合至光束分析器536。舉例而言，MAR偵測器546可接收及結合由光束分析器536量測之照明光束504、534及/或一次繞射階子光束528之各種參數的參考值，且基於此等參考值最佳化針對繞射目標520偵測到之不對稱性。

**【0130】** 在一些實施例中，APE處理器590經由控制信號596耦合至光束分析器536。舉例而言，APE處理器590可接收及結合由光束分析器536量測之照明光束504、534及/或一次繞射階子光束528之各種參數的參考值，且基於此等參考值最佳化對準位置及/或感測器回應函數。在一些實施例中，APE處理器590經由控制信號594耦合至MAR偵測器546。舉例而言，APE處理器590可接收及結合由MAR偵測器546量測之繞射目標520之不對稱性值，且基於此等不對稱性值最佳化對準位置及/或感測器回應函數。

**【0131】** *例示性流程圖*

**【0132】** 圖6說明根據一實施例之用於校正APE之流程圖600。應瞭解，可並不需要圖6中之所有步驟來執行本文所提供之揭示內容。另外，一些步驟可同時或以不同於圖6中所展示之次序執行。應參考圖5描述流程圖600。然而，流程圖600不限於彼等實例實施例。

**【0133】** 在步驟602中，如圖5之實例中所展示，量測繞射目標520之初始(例如參考)對準標記位置。照明系統502經組態以沿著朝向光點鏡面516之照明路徑透射照明光束504。光點鏡面516可朝向聚焦透鏡518透射照明光束504，該聚焦透鏡將照明光束504聚焦於基板522上之繞射目標

520上。繞射目標520上之經聚焦照明光束504沿著信號路徑535產生信號光束，該信號光束包含自繞射目標520反射之繞射階子光束528、530、532。二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532沿著信號路徑535透射至偏振光束分裂器550。偏振光束分裂器550將信號路徑535分裂成正交偏振分量(亦即，第一及第二偏振光學分支)，且將經 $s$ 偏振之子光束530、532透射至第一偏振光學分支(「X」方向，經 $s$ 偏振)中且將經 $p$ 偏振之子光束530、532透射至第二偏振光學分支(「Y」方向，經 $p$ 偏振)中。第一偏振光學分支經組態以透射經 $s$ 偏振之子光束530、532，且參考對準軸線526量測繞射目標520之對準位置在水平或「X」方向上之任何改變、移位及/或偏差。第二偏振光學分支相似於第一偏振光學分支，且經組態以透射經 $p$ 偏振之子光束530、532且參考對準軸線526量測繞射目標520之對準位置在豎直或「Y」方向上之任何改變、移位及/或偏差。偵測器控制器584經組態以基於自第一及第二偏振分支輸出之信號光束(例如差及和)，參考對準軸線526量測及偵測繞射目標520之對準位置。在一些實施例中，偵測器控制器584經組態以量測繞射目標520之對準位置在水平或「X」方向上及/或在豎直或「Y」方向上之任何改變、移位及/或偏差。

**【0134】** 在步驟604中，如圖5之實例中所展示，由一或多個光學濾光器506、508、510、512、514、538、548、560、576調整照明光束504及/或繞射階子光束528、530、532沿著信號路徑535之一或多個物理參數。當調整照明光束504及/或子光束530、532沿著信號路徑535之一或多個物理參數時，發生繞射目標520之參考對準位置之改變、移位及/或偏差。一或多個光學濾光器可包括光譜濾光器506、數值孔徑(NA)濾光器508、中性密度(ND)濾光器510、經圖案化濾光器512及/或偏振濾光器

514。

【0135】 在一些實施例中，光譜濾光器506可包括帶通濾光器、帶通干涉濾光器、陷波濾光器、短通濾光器、長通濾光器、步階濾光器及/或二向色濾光器。在一些實施例中，NA濾光器508可包括透鏡、接物鏡及/或稜鏡，其經組態以改變照明光束504及/或子光束530、532沿著信號路徑535之光功率及/或光束形狀。在一些實施例中，ND濾光器510可經組態以改變照明光束504及/或子光束530、532沿著信號路徑535之強度及/或光點大小。在一些實施例中，經圖案化濾光器512可包括沿著信號路徑535安置於照明光束504及/或子光束530、532中的經圖案化倍縮光罩及/或參考圖案。在一些實施例中，偏振濾光器514可包括沿著信號路徑535安置於照明光束504及/或子光束530、532中的波片。舉例而言，偏振濾光器514可為半波片或四分之一波片。

【0136】 在一些實施例中，如圖5中所展示，一或多個光學濾光器506、508、510、512、514可沿著信號路徑535在各個位置處安置於照明光束504及/或子光束530、532中，包括但不限於光學濾光器538、光學濾光器544、光學濾光器548、光學濾光器560及/或光學濾光器576。舉例而言，光學濾光器538可為波片。舉例而言，光學濾光器560可為經圖案化倍縮光罩及/或參考圖案。舉例而言，光學濾光器544可為經圖案化倍縮光罩及/或參考圖案。

【0137】 在步驟606中，量測歸因於由一或多個光學濾光器506、508、510、512、514、538、548、560、576引起之對準標記位置之改變的繞射目標520之後續(例如經修改)對準標記位置，以判定感測器回應函數。步驟606中之後續量測程序相似於步驟602中所描述之量測程序。

APE處理器590經組態以量測由沿著信號路徑535安置於照明光束504及/或繞射階子光束528、530、532中之一或多個光學濾光器506、508、510、512、514、538、544、548、560、576所引起的繞射目標520之對準位置之改變、移位及/或偏差，如步驟604中所描述。APE處理器590自偵測器控制器584接收經量測之對準位置值以計算繞射目標520之參考(亦即，經校準)對準位置，且接收繞射目標520之後續(亦即，經修改)對準位置，且計算該兩個經量測對準位置之間的任何改變。基於該改變，APE處理器590判定依據一或多個光學濾光器506、508、510、512、514、538、544、548、560、576而變化的對準感測器裝置500之感測器回應函數。在一些實施例中，由APE處理器590基於線性模型來計算感測器回應函數。在一些實施例中，由APE處理器590基於非線性模型來計算感測器回應函數。

**【0138】** 在一實施例中，在偵測器控制器584及/或APE處理器590判定繞射目標520之參考(亦即，經校準)對準位置之後，沿著信號路徑535將光譜濾光器506安置於照明光束504及/或子光束530、532中以調整一或多個物理參數。APE處理器590經組態以基於照明光束504及/或子光束530、532沿著信號路徑535之不同波長之間的改變而判定感測器回應函數。

**【0139】** 在一實施例中，在偵測器控制器584及/或APE處理器590判定繞射目標520之參考(亦即，經校準)對準位置之後，沿著信號路徑535將NA濾光器508安置於照明光束504及/或子光束530、532中以調整一或多個物理參數。APE處理器590經組態以基於沿著信號路徑535之一或多個不同繞射階子光束528、530、532之間的改變而判定感測器回應函數。

【0140】 在一實施例中，在偵測器控制器584及/或APE處理器590判定繞射目標520之參考(亦即，經校準)對準位置之後，沿著信號路徑535將偏振濾光器514安置於照明光束504及/或子光束530、532中以調整一或多個物理參數。APE處理器590經組態以基於照明光束504及/或子光束530、532沿著信號路徑535之不同偏振之間的改變而判定感測器回應函數。

【0141】 在步驟608中，基於感測器回應函數，APE處理器590校正對準位置誤差(APE)。在一些實施例中，APE處理器590經組態以藉由計算針對一或多個物理參數之感測器回應函數之導數及/或最小值來校正APE。在一些實施例中，APE處理器590基於感測器回應函數校正對準感測器裝置500、微影裝置100及/或100'、微影製造單元300、對準裝置400及/或其他光學系統之APE。

【0142】 在一些實施例中，使用監視晶圓對對準感測器裝置500執行基本校正校準。先前已使用含有特殊散射量測標記之特殊倍縮光罩來曝光監視晶圓。根據一實施例，監視晶圓中之至少一者為基板522。APE處理器590可基於自偵測器控制器584、光束分析器536及/或MAR偵測器546接收到之資訊產生基本校正演算法，該資訊包括但不限於照明光束504之光學狀態、對準信號及相關聯位置估計，以及光瞳平面、影像平面及額外平面中之光學狀態。APE處理器590可利用基本校正演算法以參考晶圓標記(例如繞射目標520)特性化對準感測器裝置500。

【0143】 在一些實施例中，使用程序晶圓對對準感測器裝置500執行基本對準系統校準。APE處理器590可基於自偵測器控制器584、光束分析器536及/或MAR偵測器546接收到之資訊更新基本校正演算法且參考

晶圓標記(例如繞射目標520)特性化對準感測器裝置500，該資訊包括但不限於照明光束504之光學狀態、對準信號及相關聯位置估計，以及光瞳平面、影像平面及額外平面中之光學狀態。

**【0144】** 在一些實施例中，APE處理器590可基於自偵測器控制器584、光束分析器536及/或MAR偵測器546接收到之資訊判定程序晶圓上之相對於針對每一標記之感測器估計值的經印刷圖案位置偏移誤差。APE處理器590可利用叢集演算法以將標記分組成具有相似恆定偏移誤差之集合，且基於該資訊產生對準誤差偏移校正表。APE處理器590亦可利用自步驟602及606獲得之校準資訊以判定對每一標記之校正。

**【0145】** 在一些實施例中，APE處理器590可將校正回饋至微影裝置100及/或100'及/或對準感測器裝置500，以用於例如藉由將校正饋入至對準感測器裝置500且使用經校準系統及/或感測器回應函數處理基板522來校正疊對偏移之誤差。可使用由微影投影裝置進行之已知製造程序來處理基板522，且使圖案(例如倍縮光罩中之疊對標記物或產品圖案)成像至由輻射敏感材料(抗蝕劑)層至少部分地覆蓋之基板522上。在此成像之前，基板522可經歷各種工序，諸如上底漆、抗蝕劑塗佈及軟烘烤。在曝光之前，可使基板522在經校準對準感測器裝置500中對準。在曝光之後，可使基板522經受其他工序，諸如曝光後烘烤(PEB)、顯影、硬烘烤，及經成像特徵之量測/檢測。因此，使基板522與疊對標記物連同產品圖案一起曝光，且使抗蝕劑顯影以印刷經堆疊晶圓上之疊對標記物。

**【0146】** 在一些實施例中，APE處理器590可量測相對於針對經曝光基板522上之每一對準標記或繞射目標520之感測器估計值的經印刷圖案位置偏移誤差。量測資訊包括但不限於：產品堆疊剖面、基板522上之

每一對準標記或繞射目標520之疊對、臨界尺寸及焦點的量測值。APE處理器590可利用叢集演算法以將標記分組成具有相似恆定偏移誤差之集合，且基於該資訊產生對準誤差偏移校正表。該叢集演算法可基於疊對量測、位置估計，及與偏移誤差之每一集合相關聯的額外光學堆疊程序資訊。自此經量測疊對及其對應目標之已知經程式化疊對，可推導出疊對誤差。

【0147】 在一些實施例中，APE處理器590可判定對每一標記之校正且將校正回饋至微影裝置100及/或100'及/或對準感測器裝置500，以用於例如藉由將校正饋入至對準感測器裝置500中而校正疊對之誤差。因此，該程序產生用於校準對準感測器裝置500之自學習回饋迴路。

【0148】 *例示性對準感測器裝置(重心移位)*

【0149】 如上文所論述，OPAE係由變化堆疊厚度、材料及/或每一晶圓上之程序(亦即，程序變化)以及歸因於對準感測器之間的相互作用之疊對誤差引起。程序變化會改變自基板上之對準標記反射之光的光學屬性，其引起OPAE。由於處理之對準目標之不對稱性變化可導致對準誤差大達幾奈米且難以預測或校準。另外，以繞射為基礎之對準裝置光學件無法區分藉由對準目標中之不對稱性變化誘發的相位偏移與對準目標之繞射階之間的相位差。

【0150】 用以間接量測繞射目標之不對稱性之一種方法為監視繞射目標之重心。當照明光束朝向繞射目標導向或聚焦時，產生具有輻照度分佈之信號光束。輻照度分佈包括自繞射目標反射的或由繞射目標產生的繞射階子光束。每一繞射階子光束具有一繞射階分佈。對於對稱繞射目標，繞射階分佈之重心或質心在繞射階子光束上居中。對於不對稱繞射目標，

發生繞射階分佈之重心之非對稱(亦即，不對稱)移位。藉由量測此非對稱重心移位，吾人可判定系統之感測器回應函數且校正對準位置誤差。

【0151】 圖7至圖9說明根據各種例示性實施例的分別來自不同繞射目標702、802、902之各種輻照度分佈700、800、900。可在對準感測器裝置500 (亦即，圖5中所展示)中或在相似對準感測器裝置(例如，圖4A及圖4B中所展示之對準裝置400)中產生、偵測及量測輻照度分佈700、800、900。儘管輻照度分佈700、800、900在下文參考如圖5中所展示之對準感測器裝置500進行描述，但本發明之實施例不限於此實例，且本發明之輻照度分佈700、800、900之實施例可與其他光學系統一起使用，諸如(但不限於)微影裝置100及/或100'、微影製造單元300、對準裝置400及/或其他光學系統。

【0152】 如圖7中所展示，輻照度分佈700係對稱的且自具有小角度反射率之對稱繞射目標702產生。圖7中所展示之對稱繞射目標702相似於圖5中所展示之繞射目標520或圖4A及圖4B中所展示之對準標記或目標418。輻照度分佈700包括一次繞射階子光束710、二次繞射階子光束720及三次繞射階子光束730。一次繞射階子光束710、二次繞射階子光束720及三次繞射階子光束730相似於對準感測器裝置500 (亦即，圖5中所展示)之一次繞射階子光束528、二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532。一次繞射階子光束710具有具重心712之一次繞射階分佈714。二次繞射階子光束720具有具重心722之二次繞射階分佈724。三次繞射階子光束730具有具重心732之三次繞射階分佈734。

【0153】 如圖8中所展示，輻照度分佈800係對稱的且自具有大角度反射率之對稱繞射目標802及疊對層804產生。圖8中所展示之對稱繞射目

標802相似於圖5中所展示之繞射目標520或圖4A及圖4B中所展示之對準標記或目標418。輻照度分佈800包括一次繞射階子光束810、二次繞射階子光束820及三次繞射階子光束830。一次繞射階子光束810、二次繞射階子光束820及三次繞射階子光束830相似於對準感測器裝置500 (亦即，圖5中所展示)之一次繞射階子光束528、二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532。一次繞射階子光束810具有具重心812之一次繞射階分佈814。二次繞射階子光束820具有二次繞射階分佈824，其自重心822 (亦即，如圖7中所展示之重心722)移位，由重心移位826指示。三次繞射階子光束830具有三次繞射階分佈834，其自重心832 (亦即，如圖7中所展示之重心732)移位，由重心移位836指示。疊對層804促成較大角度反射率，其致使二次繞射階子光束820及三次繞射階子光束830對稱地位移。因此，二次繞射階分佈824及三次繞射階分佈834對稱地位移。

【0154】 如圖9中所展示，輻照度分佈900係非對稱的(亦即，不對稱的)且自具有大角度反射率之不對稱繞射目標902及疊對層904產生。圖9中所展示之不對稱繞射目標902相似於圖5中所展示之繞射目標520或圖4A及圖4B中所展示之對準標記或目標418。輻照度分佈900包括一次繞射階子光束910、二次繞射階子光束920及三次繞射階子光束930。一次繞射階子光束910、二次繞射階子光束920及三次繞射階子光束930相似於對準感測器裝置500 (亦即，圖5中所展示)之一次繞射階子光束528、二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532。

【0155】 一次繞射階子光束910具有具重心912之一次繞射階分佈914。二次繞射階子光束920具有二次繞射階分佈924，其自重心922 (亦即，如圖8中所展示之重心822)移位，由重心移位926指示。三次繞射階子

光束930具有三次繞射階分佈934，其自重心932 (亦即，如圖8中所展示之重心832)非對稱地移位，由重心移位936指示。疊對層904促成較大角度反射率，其致使二次繞射階子光束820及三次繞射階子光束830對稱地位移。然而，不對稱繞射目標902中之不對稱性變化906致使三次繞射階子光束930非對稱地(亦即，不對稱地)位移。因此，一次繞射階分佈924及二次繞射階分佈934非對稱地(亦即，不對稱地)位移，如分別由重心移位926、936指示。如圖9中所展示，舉例而言，重心移位936大於重心移位926。一次繞射階分佈924與二次繞射階分佈934之間的此非對稱(亦即，不對稱)重心移位926、936分別可與經對準位置相關，以判定系統之對準位置誤差及/或感測器回應函數。

**【0156】** 在一些實施例中，對準感測器裝置500之偵測器控制器584及第一位置偵測器564、第二位置偵測器566、第三位置偵測器582及/或第四位置偵測器580可經組態以量測輻照度分佈700之重心712、722、732，輻照度分佈800之重心812、822、832，及/或輻照度分佈900之重心912、922、932。在一些實施例中，APE處理器590可經組態以量測輻照度分佈700之重心724、734之移位，輻照度分佈800之重心824、834之移位，及/或輻照度分佈900之重心924、934之移位。舉例而言，重心移位826、重心移位836、重心移位926及/或重心移位936。在一些實施例中，APE處理器590可經組態以基於輻照度分佈700之重心724、734之移位、輻照度分佈800之重心824、834之移位及/或輻照度分佈900之重心924、934之移位判定對準感測器裝置500之感測器回應函數。舉例而言，重心移位826、重心移位836、重心移位926及/或重心移位936。在一些實施例中，APE處理器590可經組態以基於感測器回應函數校正對準感測器裝置500之對準

位置誤差。舉例而言，APE處理器590可藉由計算重心922與二次繞射階分佈924之間的第一重心移位926及重心932與三次繞射階分佈934之間的第二重心移位936來校正對準位置誤差。在一些實施例中，可計算依據照明光束之一或多個波長而變化的第一及第二重力移位。舉例而言，可計算依據為約532奈米、636奈米、780奈米及/或850奈米之波長而變化的第一重力移位926及第二重力移位936。

【0157】 在一些實施例中，不對稱性變化906可包括不對稱側壁、不對稱底部表面及/或不對稱頂部表面。舉例而言，如圖9中所展示，不對稱性變化906可為成角度側壁。在一些實施例中，不對稱性變化906可包括成角度側壁、成角度底部表面及/或成角度頂部表面。舉例而言，不對稱性變化906可為具有約0度至約10度之角度之成角度側壁、具有約0度至約5度之角度之成角度底部表面，及/或具有約0度至約10度之角度之成角度頂部表面。

【0158】 圖10A至圖10C分別說明根據各種例示性實施例之各種不對稱繞射堆疊1000A、1000B、1000C。圖10A、圖10B及圖10C中所展示之不對稱繞射堆疊1000A、1000B、1000C分別相似於圖9中所展示之繞射目標902及疊對層904。另外，圖10A、圖10B及圖10C中所展示之不對稱性變化1006A、1006B、1006C分別相似於圖9中所展示之不對稱性變化906。

【0159】 如圖10A中所展示，不對稱繞射堆疊1000A包括繞射目標1002A及疊對層1004A。繞射目標1002A包括不對稱性變化1006A。不對稱性變化1006A為成角度側壁。在一些實施例中，不對稱性變化1006A可為具有約0度至約45度之角度之成角度側壁。舉例而言，不對稱性變化

1006A可為具有約1度至約15度之角度之成角度側壁。

【0160】如圖10B中所展示，不對稱繞射堆疊1000B包括繞射目標1002B及疊對層1004B。繞射目標1002B包括不對稱性變化1006B。不對稱性變化1006B為成角度底部表面。在一些實施例中，不對稱性變化1006B可為具有約0度至約30度之角度之成角度底部表面。舉例而言，不對稱性變化1006B可為具有約1度至約10度之角度之成角度底部表面。

【0161】如圖10C中所展示，不對稱繞射堆疊1000C包括繞射目標1002C及疊對層1004C。繞射目標1002B包括不對稱性變化1006C。不對稱性變化1006B為成角度頂部表面。在一些實施例中，不對稱性變化1006C可為具有約0度至約45度之角度之成角度頂部表面。舉例而言，不對稱性變化1006C可為具有約1度至約15度之角度之成角度底部表面。

【0162】圖11A至圖11D分別說明根據各種例示性實施例的針對依據波長而變化的不同不對稱性變化之各種重心移位標繪圖1100A、1100B、1100C、1100D。圖11A、圖11B、圖11C及圖11D中所展示之重心移位標繪圖1100A、1100B、1100C、1100D分別相似於圖8中所展示之重心移位826、836及圖9中所展示之重心移位926、936。另外，圖11A、圖11B、圖11C及圖11D中所展示之重心移位標繪圖1100A、1100B、1100C、1100D之不對稱性變化分別相似於圖9中所展示之不對稱性變化906及圖10A中所展示之不對稱性變化1006A。

【0163】如圖11A中所展示，重心移位標繪圖1100A係針對約532奈米之波長之不同側壁角(SWA)不對稱性變化。重心移位標繪圖1100A標繪相對於SWA之重心移位(亦即，光點大小移位)。在一些實施例中，SWA可為約-5度至約5度。重心移位標繪圖1100A包括基於偏振之四種類型之量

測信號，例如，X偏振(+1)、X偏振(-1)、Y偏振(+1)及Y偏振(-1)。圖11A中所展示之四種類型之量測信號(例如X偏振(-1)、X偏振(+1)、Y偏振(+1)、Y偏振(-1))相似於圖9中所展示之二次繞射階子光束920及三次繞射階子光束930以及圖5中所展示之二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532。如圖11A中所展示，X偏振(-1)與X偏振(+1)之間的重心移位以及Y偏振(+1)與Y偏振(-1)之間的重心移位分別係非對稱的(亦即，不對稱的)。

【0164】如圖11B中所展示，重心移位標繪圖1100B係針對約636奈米之波長之不同SWA不對稱性變化。重心移位標繪圖1100B標繪相對於SWA之重心移位(亦即，光點大小移位)。在一些實施例中，SWA可為約-5度至約5度。重心移位標繪圖1100B包括基於偏振之四種類型之量測信號，例如，X偏振(+1)、X偏振(-1)、Y偏振(+1)及Y偏振(-1)。圖11B中所展示之四種類型之量測信號(例如X偏振(-1)、X偏振(+1)、Y偏振(+1)、Y偏振(-1))相似於圖9中所展示之二次繞射階子光束920及三次繞射階子光束930以及圖5中所展示之二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532。如圖11B中所展示，X偏振(-1)與X偏振(+1)之間的重心移位以及Y偏振(+1)與Y偏振(-1)之間的重心移位分別係非對稱的(亦即，不對稱的)。

【0165】如圖11C中所展示，重心移位標繪圖1100C係針對約780奈米之波長之不同SWA不對稱性變化。重心移位標繪圖1100C標繪相對於SWA之重心移位(亦即，光點大小移位)。在一些實施例中，SWA可為約-5度至約5度。重心移位標繪圖1100C包括基於偏振之四種類型之量測信號，例如，X偏振(+1)、X偏振(-1)、Y偏振(+1)及Y偏振(-1)。圖11C中所展示之四種類型之量測信號(例如X偏振(-1)、X偏振(+1)、Y偏振(+1)、Y

偏振(-1))相似於圖9中所展示之二次繞射階子光束920及三次繞射階子光束930以及圖5中所展示之二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532。如圖11C中所展示，X偏振(-1)與X偏振(+1)之間的重心移位以及Y偏振(+1)與Y偏振(-1)之間的重心移位分別係非對稱的(亦即，不對稱的)。

【0166】 如圖11D中所展示，重心移位標繪圖1100D係針對約850奈米之波長之不同SWA不對稱性變化。重心移位標繪圖1100D標繪相對於SWA之重心移位(亦即，光點大小移位)。在一些實施例中，SWA可為約-5度至約5度。重心移位標繪圖1100B包括基於偏振之四種類型之量測信號，例如，X偏振(+1)、X偏振(-1)、Y偏振(+1)及Y偏振(-1)。圖11D中所展示之四種類型之量測信號(例如X偏振(-1)、X偏振(+1)、Y偏振(+1)、Y偏振(-1))相似於圖9中所展示之二次繞射階子光束920及三次繞射階子光束930以及圖5中所展示之二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532。如圖11D中所展示，X偏振(-1)與X偏振(+1)之間的重心移位以及Y偏振(+1)與Y偏振(-1)之間的重心移位分別係非對稱的(亦即，不對稱的)。

【0167】 在一些實施例中，可偵測針對一或多個波長之重心移位之非對稱(亦即，不對稱)分量。在一些實施例中，可偵測照明光束之中心波長之非對稱(亦即，不對稱)改變。

#### 【0168】 例示性光瞳感測器裝置

【0169】 用以間接量測繞射目標之不對稱性之另一方法為監視繞射目標之光瞳平面分佈。當照明光束朝向繞射目標導向或聚焦時，產生具有輻照度分佈之信號光束。輻照度分佈包括自繞射目標反射的或由繞射目標產生的繞射階子光束。每一繞射階子光束具有一繞射階分佈。光瞳平面(例如入射光瞳、出射光瞳)為其中定位光學系統(亦即，圖5中所展示之對

準感測器裝置500)之孔徑光闌之影像(真實影像及虛擬影像兩者)的平面。在光學系統之光瞳平面(亦即，光學系統之出射光瞳)處，輻照度分佈為繞射目標之光瞳平面深度分佈(亦即，厚度圖)。

【0170】 光瞳平面深度分佈可結合經校準分佈(例如光學感測器之已知像差圖)使用，以偵測及校正感測器誘發之誤差及繞射目標不對稱性變化及/或器件堆疊之厚度變化。若繞射階子光束之部位及光學感測器之像差映像係已知的，則可校正繞射目標之對準位置。另外，藉由比較繞射階子光束之部位及散佈(亦即，重心移位)與已知參考繞射光柵(亦即，具有相同節距)，可量測光瞳平面分佈中之深度變化且可校正繞射目標之對準位置及/或可校正器件堆疊之厚度變化。

【0171】 圖12及圖13說明根據一例示性實施例之用於量測光瞳平面深度分佈1300的光瞳感測器裝置1200。在一些實施例中，光瞳感測器裝置1200可經實施於對準感測器裝置500 (亦即，圖5中所展示)中或相似對準感測器裝置(例如圖4A及圖4B中所展示之對準裝置400)中。舉例而言，光瞳感測器裝置1200可為對準感測器裝置500 (亦即，圖5中所展示)之光點鏡面516。在一些實施例中，光瞳感測器裝置1200可為外部單機器件(亦即，在對準感測器裝置500、對準裝置400或其他相似對準感測器裝置外部)。儘管光瞳感測器裝置1200在下文參考如圖5中所展示之對準感測器裝置500進行描述，但本發明之實施例不限於此實例，且本發明之光瞳感測器裝置1200之實施例可與其他光學系統一起使用，諸如但不限於微影裝置100及/或100'、微影製造單元300、對準裝置400及/或其他光學系統；或光瞳感測器裝置1200可如圖12中所展示為單獨的單機裝置。

【0172】 如圖12中所展示，光瞳感測器裝置1200包括繞射目標

1202、聚焦光學件1208、一次繞射階子光束1210、二次繞射階子光束1220、三次繞射階子光束1230、光瞳偵測器1240、光瞳平面1250、光源1260、處理器1270及光瞳平面深度分佈1300。圖12中所展示之光瞳感測器裝置1200相似於圖5中所展示之對準感測器裝置500。圖12中所展示之繞射目標1202相似於圖5中所展示之繞射目標520、圖4A及圖4B中所展示之對準標記或目標418，或圖7中所展示之對稱繞射目標702。經量測之一次繞射階子光束1210、二次繞射階子光束1222及三次繞射階子光束1232相似於對準感測器裝置500 (亦即，圖5中所展示)之一次繞射階子光束528、二次繞射階子光束530及三次繞射階子光束532。

【0173】 光瞳偵測器1240接收光源1260且經由聚焦光學件1208將光源1260聚焦至繞射目標1202上，以產生一次繞射階子光束1210、二次繞射階子光束1220及三次繞射階子光束1230。圖12中所展示之光瞳偵測器1240相似於圖5中所展示之偵測器控制器584及第一位置偵測器566、第二位置偵測器564、第三位置偵測器582及/或第四位置偵測器580。二次繞射階子光束1220包括經量測之二次繞射階子光束1222及參考繞射階子光束1224 (亦即，由具有與繞射目標1202相同之節距之已知參考繞射光柵判定)。三次繞射階子光束1230包括經量測之三次繞射階子光束1232及參考繞射階子光束1234 (亦即，由具有與繞射目標1202相同之節距之已知參考繞射光柵判定)。如圖12及圖13中所展示，光瞳平面深度分佈1300係由繞射目標1202、第一疊對層1204及第二疊對層1206在光瞳感測器裝置1200之光瞳平面1250處產生，且由光瞳偵測器1240偵測。在一些實施例中，可省略第一疊對層1204及/或第二疊對層1206。

【0174】 一次繞射階子光束1210及經量測之二次繞射階子光束1222

及三次繞射階子光束1232在光瞳平面1250處產生光瞳平面深度分佈1300。可分別使經量測之二次繞射階子光束1222與參考二次繞射階子光束1224之間的差及經量測之三次繞射階子光束1232與參考三次繞射階子光束1234之間的差相關，以判定系統之對準位置誤差、堆疊厚度誤差及/或感測器回應函數。舉例而言，與圖9中所展示之重心移位926、936相似，光瞳感測器裝置1200可量測二次繞射階子光束1220及三次繞射階子光束1230之重心移位(亦即，比較經量測重心自參考重心之移位)，以判定系統之對準位置誤差、堆疊厚度誤差及/或感測器回應函數。

【0175】 在一些實施例中，光瞳感測器裝置1200可包括處理器1270。圖12中所展示之處理器1270相似於圖5中所展示之APE處理器590。在一些實施例中，光瞳感測器裝置1200可為外部單機裝置。舉例而言，光瞳偵測器1240可為經組態以量測光瞳平面深度分佈1300之外部器件。在一些實施例中，光瞳偵測器1240可經組態以量測光瞳平面深度分佈1300。在一些實施例中，處理器1270可經組態以基於參考輻照度分佈(亦即，參考二次繞射階子光束1224及參考三次繞射階子光束1234)量測光瞳平面深度分佈1300之移位。舉例而言，參考輻照度分佈可基於光瞳感測器裝置1200之光瞳偵測器1240之像差圖。在一些實施例中，處理器1270可經組態以基於光瞳平面深度分佈1300之移位判定光瞳感測器裝置1200之感測器回應函數。在一些實施例中，處理器1270可經組態以基於感測器回應函數校正光瞳感測器裝置1200之對準位置誤差。舉例而言，處理器1270可藉由計算經量測之二次繞射階子光束1222與參考二次繞射階子光束1224之間的第一重心移位(亦即，相似於圖9中所展示之第一重心移位926)及經量測之二次繞射階子光束1232與參考二次繞射階子光束

1234之間的第二重心移位(亦即，相似於圖9中所展示之第二重心移位936)來校正對準位置誤差。在一些實施例中，可計算依據光源1260之一或多個波長而變化的第一重力移位及第二重力移位(亦即，相似於圖9中所展示之第一重心移位926及第二重心移位936)。舉例而言，可計算依據為約532奈米、636奈米、780奈米及/或850奈米之波長而變化的第一重力移位及第二重力移位(亦即，相似於圖9中所展示之第一重心移位926及第二重心移位936)。

【0176】 在一些實施例中，對準感測器裝置500之偵測器控制器584及第一位置偵測器564、第二位置偵測器566、第三位置偵測器582及/或第四位置偵測器580可經組態以量測光瞳平面深度分佈1300。在一些實施例中，APE處理器590可經組態以基於參考輻照度分佈(亦即，參考二次繞射階子光束1224及參考三次繞射階子光束1234)量測光瞳平面深度分佈1300之移位。舉例而言，參考輻照度分佈可基於對準感測器裝置500之偵測器控制器584及第一位置偵測器564、第二位置偵測器566、第三位置偵測器582及/或第四位置偵測器580之像差圖。在一些實施例中，APE處理器590可經組態以基於光瞳平面深度分佈1300之移位判定對準感測器裝置500之感測器回應函數。在一些實施例中，APE處理器590可經組態以基於感測器回應函數校正對準感測器裝置500之對準位置誤差。舉例而言，APE處理器590可藉由計算重心922與二次繞射階分佈924之間的第一重心移位926及重心932與三次繞射階分佈934之間的第二重心移位936來校正對準位置誤差。在一些實施例中，可計算依據照明光束之一或多個波長而變化的第一及第二重力移位。舉例而言，可計算依據為約532奈米、636奈米、780奈米及/或850奈米之波長而變化的第一重力移位926及第二重力移

位936。

【0177】 在一些實施例中，光瞳感測器裝置1200可為外部單機裝置。在一些實施例中，聚焦光學件1208可與第二光學件518相同且光源1260可與照明光束504相同。舉例而言，外部光瞳感測器裝置1200可包括相似於第二光學件518 (亦即，圖5中所展示)之聚焦光學件1208及相似於照明光束504 (亦即，圖5中所展示) 光源1260，以便量測及估計等效於或相似於對準感測器裝置500(亦即，圖5中所展示)中之光瞳平面深度分佈的光瞳平面深度分佈1300。在一些實施例中，聚焦光學件1208可與第二光學件518不同且光源1260可與照明光束504相同。舉例而言，外部光瞳感測器裝置1200可包括不同於第二光學件518 (亦即，圖5中所展示)之聚焦光學件1208，例如不同焦距或接物鏡，及相似於照明光束504 (亦即，圖5中所展示)之光源1260，以便量測光瞳平面深度分佈1300且利用匹配步驟以使聚焦光學件1208與第二光學件518之間的差異相關來校準對準感測器裝置500 (亦即，圖5中所展示)之光瞳平面深度分佈。在一些實施例中，聚焦光學件1208可與第二光學件518不同且光源1260可與照明光束504不同。舉例而言，外部光瞳感測器裝置1200可包括不同於第二光學件518 (亦即，圖5中所展示)之聚焦光學件1208，例如不同焦距或接物鏡，及不同於照明光束504 (亦即，圖5中所展示)之光源1260，例如不同波長，以便量測光瞳平面深度分佈1300且利用匹配步驟以使聚焦光學件1208與第二光學件518之間的差異及光源1260與照明光束504之間的差異相關來校準對準感測器裝置500 (亦即，圖5中所展示)中之光瞳平面深度分佈。

【0178】 可使用以下條項進一步描述實施例：

1. 一種對準感測器裝置，其包含：

一照明系統，其經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束；

一第一光學系統，其包含一第一光學件及一第二光學件，且經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一信號光束，該信號光束包含自該繞射目標反射之繞射階子光束；

一第二光學系統，其包含一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該信號光束之偏振分離該信號光束且將該信號光束透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中；

一偵測器系統，其包含一或多個偵測器，且經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該信號光束量測該繞射目標之一對準位置；

一或多個光學濾光器，其沿著該照明路徑及/或該信號路徑安置，且經組態以調整該照明光束及/或該信號光束之一或多個物理參數；及

一處理器，其耦合至該偵測器系統，且經組態以量測由該一或多個光學濾光器引起的該繞射目標之該對準位置之一改變且基於該改變來判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

2. 如條項1之感測器裝置，其中：

該第一偏振光學分支包含一第一偏振濾光器、一第一自參考干涉計、一第二偏振濾光器及一第二偏振光學件；及

該第二偏振光學分支包含一第三偏振濾光器、一第二自參考干涉計、一第四偏振濾光器及一第三偏振光學件。

3. 如任一前述條項之感測器裝置，其中該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該感測器裝置之一對準位置誤差。

4. 如條項3之感測器裝置，其中該處理器藉由計算針對該一或多

個物理參數之該感測器回應函數之一導數及/或一最小值來校正該對準位置誤差。

5. 如任一前述條項之感測器裝置，其中該一或多個光學濾光器係選自由一光譜濾光器、一數值孔徑濾光器、一中性密度濾光器、一經圖案化濾光器及一偏振濾光器組成之群組。

6. 如條項5之感測器裝置，其中：

該光譜濾光器係一窄通帶波長濾光器；

該數值孔徑濾光器係經組態以改變該照明光束及/或該信號光束之一光功率的一透鏡；

該經圖案化濾光器係一經圖案化參考倍縮光罩；且

該偏振濾光器係一波片。

7. 如任一前述條項之感測器裝置，其進一步包含一包含一第三光學件之第三光學系統及一包含另外一或多個偵測器之第二偵測器系統，且經組態以基於該繞射目標之一不對稱性量測該信號光束之一強度及/或該信號光束之一不對稱性。

8. 一種微影裝置，其包含：

一第一照明光學系統，其經組態以照明一繞射圖案；

一投影光學系統，其經組態以將該繞射圖案之一影像投影至一基板上；及

一對準感測器裝置，其經組態以校正該微影裝置之一對準位置誤差，該對準感測器裝置包含：

一第二照明光學系統，其經組態以沿著一照明路徑透射至少一個照明輻射光束；

一第一光學系統，其包含一第一光學件及一第二光學件，且經組態以朝向該基板上之該繞射圖案透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一信號光束，該信號光束包含自該繞射圖案反射之繞射階子光束；

一第二光學系統，其包含一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該信號光束之偏振分離該信號光束且將該信號光束透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中；

一偵測器系統，其包含一或多個偵測器，且經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該信號光束量測該繞射圖案之一對準位置；

一或多個光學濾光器，其沿著該照明路徑及/或該信號路徑安置，且經組態以調整該照明光束及/或該信號光束之一或多個物理參數；及

一處理器，其耦合至該偵測器系統，且經組態以量測由該一或多個光學濾光器引起的該繞射圖案之該對準位置之一改變且基於該改變來判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

9. 如條項8之微影裝置，其中該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該微影裝置之一對準位置誤差。

10. 如條項9之微影裝置，其中該處理器經進一步組態以計算針對該一或多個物理參數之該感測器回應函數之一導數及/或一最小值以藉此校正該對準位置誤差。

11. 如任一前述條項之微影裝置，其中該一或多個光學濾光器係選自由一光譜濾光器、一數值孔徑濾光器及一偏振濾光器組成之群組。

12. 如條項11之微影裝置，其中：

該光譜濾光器係一窄通帶波長濾光器；

該數值孔徑濾光器係經組態以改變該照明光束及/或該信號光束之一光功率的一透鏡；且

該偏振濾光器係一半波片或四分之一波片。

13. 如任一前述條項之微影裝置，其中該第一光學系統經組態以透射該信號光束以便包含第一及第二一次繞射階子光束，且其中該偵測器系統組合該等第一及第二一次繞射階子光束以產生一正弦相位。

14. 如任一前述條項之微影裝置，其中該一或多個光學濾光器係一光譜濾光器，且其中該處理器經組態以基於該照明光束及/或該信號光束之不同波長之間的改變來判定該感測器回應函數。

15. 如任一前述條項之微影裝置，其中該一或多個光學濾光器係一數值孔徑濾光器，且其中該處理器經組態以基於該信號光束之不同繞射階子光束之間的改變來判定該感測器回應函數。

16. 如任一前述條項之微影裝置，其中該一或多個光學濾光器係一偏振濾光器，且其中該處理器經組態以基於該照明光束及/或該信號光束之不同偏振之間的改變來判定該感測器回應函數。

17. 一種用於校正對準位置誤差之方法，其包含：

由一對準感測器裝置量測一基板上之一繞射目標之一對準位置，該對準感測器裝置包含：

一照明系統，其經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束；

一第一光學系統，其包含一第一光學件及一第二光學件，且經組態以朝向該基板上之該繞射目標透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一信號光束，該信號光束包含自該繞射目標反射之繞射階子光束；

一第二光學系統，其包含一第一偏振光學件，該第一偏振光學件

經組態以基於該信號光束之偏振分離該信號光束且將該信號光束透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中；

一偵測器系統，其包含一或多個偵測器，且經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該信號光束量測該繞射目標之該對準位置；及

一處理器，其耦合至該偵測器系統；

使用一或多個光學濾光器沿著該對準感測器裝置之該照明路徑及/或該信號路徑調整該照明光束及/或該信號光束之一或多個物理參數；

由該處理器量測該繞射目標之該對準位置之一改變；

由該處理器判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數；及

藉由基於該感測器回應函數計算針對該一或多個物理參數之該感測器回應函數之一導數及/或最小值來校正一微影裝置或該對準感測器裝置之一對準位置誤差。

18. 如條項17之方法，其中調整該一或多個物理參數包含使用一光譜濾光器，且其中判定該感測器回應函數包含量測該照明光束及/或該信號光束之不同波長之間的改變。

19. 如任一前述條項之方法，其中調整該一或多個物理參數包含使用一數值孔徑濾光器，且其中判定該感測器回應函數包含量測該信號光束之不同繞射階子光束之間的改變。

20. 如任一前述條項之方法，其中調整該一或多個物理參數包含使用一偏振濾光器，且其中判定該感測器回應函數包含量測該照明光束及/或該信號光束之不同偏振之間的改變。

21. 一種對準感測器裝置，其包含：

一照明系統，其經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束；

一第一光學系統，其包含一第一光學件及一第二光學件，且經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一幅照度分佈，該幅照度分佈包含自該繞射目標反射之繞射階子光束；

一第二光學系統，其包含一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該幅照度分佈之偏振分離該幅照度分佈且將該幅照度分佈透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中；

一偵測器系統，其包含一或多個偵測器，且經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該幅照度分佈量測該繞射目標之一重心；及

一處理器，其耦合至該偵測器系統，且經組態以量測由該繞射目標之一不對稱性變化引起的該繞射目標之該重心之一移位，且基於該重心移位判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

22. 如條項21之感測器裝置，其中該繞射目標之該不對稱性變化包含一不對稱側壁。

23. 如條項22之感測器裝置，其中該不對稱側壁包含一成角度側壁，其包含約0度至約10度之一角度。

24. 如條項21之感測器裝置，其中該繞射目標之該不對稱性變化包含一不對稱底部表面。

25. 如條項24之感測器裝置，其中該不對稱底部表面包含一成角度底部表面，其包含約0度至約5度之一角度。

26. 如條項21之感測器裝置，其中該繞射目標之該不對稱性變化包含一不對稱頂部表面。

27. 如條項26之感測器裝置，其中該不對稱頂部表面包含一成角度頂部表面，其包含約0度至約5度之一角度。

28. 如任一前述條項之感測器裝置，其中該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該感測器裝置之一對準位置誤差。

29. 如條項28之感測器裝置，其中該處理器藉由計算一第一重心移位及一第二重心移位來校正該對準位置誤差。

30. 如條項29之感測器裝置，其中該第一重心移位及該第二重心移位被計算，其依據該照明光束之一或多個波長而變化。

31. 一種光瞳感測器裝置，其包含：

一照明系統，其經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束；

一第一光學系統，其包含一第一光學件及一第二光學件，且經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一幅照度分佈，該幅照度分佈包含自該繞射目標反射之繞射階子光束；

一第二光學系統，其包含一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該幅照度分佈之偏振分離該幅照度分佈且將該幅照度分佈透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中；及

一偵測器系統，其包含一或多個偵測器，且經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該幅照度分佈以及一參考幅照度分佈量測該繞射目標之一光瞳平面深度分佈。

32. 如條項31之光瞳感測器裝置，其進一步包含一處理器，該處理器耦合至該偵測器系統，且經組態以量測由該繞射目標之一不對稱性變化或一堆疊厚度變化引起的該光瞳平面深度分佈之一移位，且基於該光瞳平面深度分佈移位判定該光瞳感測器裝置之一感測器回應函數。

33. 如條項32之光瞳感測器裝置，其中該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該光瞳感測器裝置之一對準位置誤差。

34. 如條項33之光瞳感測器裝置，其中該處理器藉由計算一第一重心移位及一第二重心移位來校正該對準位置誤差。

35. 如條項31之光瞳感測器裝置，其中該參考輻照度分佈係基於該偵測器系統之一像差圖。

36. 如條項31之光瞳感測器裝置，其中該偵測器系統包含一光瞳偵測器，該光瞳偵測器在該等第一及第二光學系統之外部且經組態以量測該光瞳平面深度分佈。

37. 如條項36之光瞳感測器裝置，其中該光瞳偵測器包含一聚焦光學件及一光源。

38. 如條項37之光瞳感測器裝置，其中該聚焦光學件與該第二光學件相同，且其中該光源與該照明光束相同。

39. 如條項37之光瞳感測器裝置，其中該聚焦光學件與該第二光學件不同，且其中該光源與該照明光束相同。

40. 如條項37之光瞳感測器裝置，其中該聚焦光學件與該第二光學件不同，且其中該光源與該照明光束不同。

**【0179】** 儘管在本文中可特定地參考微影裝置在IC製造中之使用，但應理解，本文中所描述之微影裝置可具有其他應用，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、LCD、薄膜磁頭等。熟習此項技術者應瞭解，在此等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顯影經曝光抗蝕劑之工具)、度量衡單元及/或檢測單元中處理本文所提及之基板。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。

【0180】 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，但應瞭解，本發明可用於其他應用(例如壓印微影)中，且在內容背景允許之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。

【0181】 應理解，本文中之措詞或術語係出於描述而非限制之目的，使得本說明書之術語或措詞應由熟習相關技術者鑒於本文中之教示予以解譯。

【0182】 如本文所使用之術語「基板」描述材料層經添加至之材料。在一些實施例中，，可圖案化基板自身，且亦可圖案化添加於基板之頂部上之材料，或添加於基板之頂部上之材料可保持不圖案化。

【0183】 本發明之實施例可以硬體、韌體、軟體或其任何組合來實施。本發明之實施例亦可被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(例如計算器件)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；快閃記憶體器件；電形式、光形式、聲形式或其他形式之傳播信號，及其他者。另外，韌體、軟體、常式及/或指令可在本文中被描述為執行某些動作。然而，應瞭解，此類描述僅僅出於方便起見，且此等動作事實上係由計算器件、處理器、控制器或執行韌體、軟體、常式、指令等之其他器件引起。

**【0184】** 以下實例係說明而非限制本發明之實施例。通常在該領域中遇到且對熟習相關技術者將顯而易見的多個條件及參數之其他合適修改及調適在本發明之精神及範疇內。

**【0185】** 儘管可在本文中特定地參考根據本發明之裝置及/或系統在IC之製造中的使用，但應明確理解，此類裝置及/或系統具有多種其他可能的應用。舉例而言，其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。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「光罩」、「基板」及「目標部分」替代。

**【0186】** 雖然上文已描述本發明之特定實施例，但應瞭解，可以與所描述方式不同之其他方式來實踐本發明。該描述不意欲限制本發明。

**【0187】** 應瞭解，[實施方式]章節而非[發明內容]及[中文發明摘要]章節意欲用以解譯申請專利範圍。[發明內容]及[中文發明摘要]章節可闡述如由本發明人預期的本發明之一或多個但並非全部例示性實施例，且因此並不意欲以任何方式限制本發明及所附申請專利範圍。

**【0188】** 上文已憑藉說明特定功能及該等功能之關係之實施之功能建置區塊來描述本發明。為了便於描述，本文已任意地界定此等功能建置

區塊之邊界。只要適當地執行指定功能及該等功能之關係，就可界定替代邊界。

【0189】 對特定實施例之前述描述將因此充分地揭露本發明之一般性質：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/或調適此等特定實施例，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，此等調適及修改意欲在所揭示之實施例之等效者的涵義及範圍內。

【0190】 本發明之廣度及範疇不應受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進行界定。

【符號說明】

【0191】

|      |                      |
|------|----------------------|
| 100  | 微影裝置                 |
| 100' | 微影裝置                 |
| 210  | 極紫外線(EUV)輻射發射電漿/極熱電漿 |
| 211  | 源腔室                  |
| 212  | 收集器腔室                |
| 219  | 開口                   |
| 220  | 圍封結構                 |
| 221  | 輻射光束                 |
| 222  | 琢面化場鏡面器件             |
| 224  | 琢面化光瞳鏡面器件            |
| 226  | 經圖案化光束               |
| 228  | 反射元件                 |

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| 230 | 選用氣體障壁或污染物截留器/污染截留器/污染物障壁<br>/反射元件 |
| 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 | 掠入射反射器                             |
| 254 | 掠入射反射器                             |
| 255 | 掠入射反射器                             |
| 300 | 微影製造單元                             |
| 400 | 對準裝置                               |
| 412 | 照明系統                               |
| 413 | 電磁窄帶輻射光束                           |
| 414 | 光束分裂器                              |
| 415 | 輻射子光束                              |
| 417 | 輻射子光束                              |
| 418 | 對準標記或目標                            |
| 419 | 繞射輻射光束                             |
| 420 | 基板                                 |
| 421 | 對準軸線                               |
| 422 | 載物台                                |
| 424 | 方向                                 |
| 426 | 影像旋轉干涉計                            |
| 427 | 干涉計信號                              |

|      |                   |
|------|-------------------|
| 428  | 偵測器               |
| 429  | 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           |
| 439  | 繞射輻射子光束           |
| 500  | 對準感測器裝置           |
| 502  | 照明系統              |
| 506  | 光學濾光器/光譜濾光器       |
| 508  | 光學濾光器/數值孔徑(NA)濾光器 |
| 510  | 光學濾光器/中性密度(ND)濾光器 |
| 512  | 光學濾光器/經圖案化濾光器     |
| 514  | 光學濾光器/偏振濾光器       |
| 516  | 光點鏡面              |
| 518  | 聚焦透鏡              |
| 520  | 繞射目標              |
| 522  | 基板                |
| 524  | 載物台               |
| 526  | 對準軸線              |
| 528  | 一次繞射階子光束          |
| 530  | 二次繞射階子光束          |
| 532  | 三次繞射階子光束          |
| 534  | 照明光束              |

|     |                    |
|-----|--------------------|
| 535 | 信號路徑               |
| 536 | 光束分析器              |
| 538 | 光學濾光器              |
| 540 | 標記不對稱性重建構(MAR)光學分支 |
| 542 | 光束分裂器              |
| 544 | 光學濾光器              |
| 546 | 標記不對稱性重建構(MAR)偵測器  |
| 548 | 光學濾光器              |
| 550 | 偏振光束分裂器            |
| 552 | 第一偏振濾光器            |
| 554 | 「X」方向自參考干涉計(SRI-X) |
| 556 | 第二偏振濾光器            |
| 558 | 偏振光束分裂器            |
| 560 | 光學濾光器              |
| 562 | 聚焦透鏡               |
| 564 | 第二位置偵測器            |
| 566 | 第一位置偵測器            |
| 568 | 第一偏振濾光器            |
| 570 | 「Y」方向自參考干涉計(SRI-Y) |
| 572 | 第二偏振濾光器            |
| 574 | 偏振光束分裂器            |
| 576 | 光學濾光器              |
| 578 | 聚焦透鏡               |

|     |                |
|-----|----------------|
| 580 | 第四位置偵測器        |
| 582 | 第三位置偵測器        |
| 584 | 偵測器控制器         |
| 585 | 第二控制信號         |
| 586 | 第一控制信號         |
| 587 | 第四控制信號         |
| 588 | 第三控制信號         |
| 590 | 對準位置誤差(APE)處理器 |
| 592 | 控制信號           |
| 594 | 控制信號           |
| 596 | 控制信號           |
| 598 | 控制信號           |
| 600 | 流程圖            |
| 602 | 步驟             |
| 604 | 步驟             |
| 606 | 步驟             |
| 608 | 步驟             |
| 700 | 輻照度分佈          |
| 702 | 對稱繞射目標         |
| 710 | 一次繞射階子光束       |
| 712 | 重心             |
| 714 | 一次繞射階分佈        |
| 720 | 二次繞射階子光束       |

|     |          |
|-----|----------|
| 722 | 重心       |
| 724 | 二次繞射階分佈  |
| 730 | 三次繞射階子光束 |
| 732 | 重心       |
| 734 | 三次繞射階分佈  |
| 800 | 輻照度分佈    |
| 802 | 對稱繞射目標   |
| 804 | 疊對層      |
| 810 | 一次繞射階子光束 |
| 812 | 重心       |
| 814 | 一次繞射階分佈  |
| 820 | 二次繞射階子光束 |
| 822 | 重心       |
| 824 | 二次繞射階分佈  |
| 826 | 重心移位     |
| 830 | 三次繞射階子光束 |
| 832 | 重心       |
| 834 | 三次繞射階分佈  |
| 836 | 重心移位     |
| 900 | 輻照度分佈    |
| 902 | 不對稱繞射目標  |
| 904 | 疊對層      |
| 906 | 不對稱性變化   |

|       |          |
|-------|----------|
| 910   | 一次繞射階子光束 |
| 912   | 重心       |
| 914   | 一次繞射階分佈  |
| 920   | 二次繞射階子光束 |
| 922   | 重心       |
| 924   | 二次繞射階分佈  |
| 926   | 第一重心移位   |
| 930   | 三次繞射階子光束 |
| 932   | 重心       |
| 934   | 三次繞射階分佈  |
| 936   | 第二重心移位   |
| 1000A | 不對稱繞射堆疊  |
| 1000B | 不對稱繞射堆疊  |
| 1000C | 不對稱繞射堆疊  |
| 1002A | 繞射目標     |
| 1002B | 繞射目標     |
| 1002C | 繞射目標     |
| 1004A | 疊對層      |
| 1004B | 疊對層      |
| 1004C | 疊對層      |
| 1006A | 不對稱性變化   |
| 1006B | 不對稱性變化   |
| 1006C | 不對稱性變化   |

|       |              |
|-------|--------------|
| 1100A | 重心移位標繪圖      |
| 1100B | 重心移位標繪圖      |
| 1100C | 重心移位標繪圖      |
| 1100D | 重心移位標繪圖      |
| 1200  | 光瞳感測器裝置      |
| 1202  | 繞射目標         |
| 1204  | 第一疊對層        |
| 1206  | 第二疊對層        |
| 1208  | 聚焦光學件        |
| 1210  | 一次繞射階子光束     |
| 1220  | 二次繞射階子光束     |
| 1222  | 經量測之二次繞射階子光束 |
| 1224  | 參考二次繞射階子光束   |
| 1230  | 三次繞射階子光束     |
| 1232  | 經量測之三次繞射階子光束 |
| 1234  | 參考三次繞射階子光束   |
| 1240  | 光瞳偵測器        |
| 1250  | 光瞳平面         |
| 1260  | 光源           |
| 1270  | 處理器          |
| 1300  | 光瞳平面深度分佈     |
| AD    | 調整器          |
| 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/輻射收集器        |
| DE   | 顯影器              |
| IF   | 位置感測器/虛擬源點/中間焦點  |
| IF1  | 位置感測器            |
| IF2  | 位置感測器            |
| IL   | 照明系統/照明器/照明光學件單元 |
| IN   | 積光器              |
| I/O1 | 輸入/輸出埠           |
| I/O2 | 輸入/輸出埠           |
| IPU  | 照明系統光瞳           |
| IVR  | 真空內機器人           |
| L    | 透鏡或透鏡群組          |
| LACU | 微影控制單元           |
| LB   | 裝載匣              |
| M1   | 光罩對準標記           |
| M2   | 光罩對準標記           |
| MA   | 圖案化器件/光罩         |
| MP   | 光罩圖案/標記圖案/線圖案    |
| MT   | 支撐結構/光罩台         |

|     |            |
|-----|------------|
| O   | 光軸         |
| P1  | 基板對準標記     |
| P2  | 基板對準標記     |
| PD  | 孔徑器件       |
| PM  | 第一定位器      |
| PPU | 共軛光瞳       |
| PS  | 投影系統       |
| PW  | 第二定位器      |
| RO  | 基板處置器或機器人  |
| SC  | 旋塗器        |
| SCS | 監督控制系統     |
| SO  | 輻射源/源收集器裝置 |
| TCU | 塗佈顯影系統控制單元 |
| V   | 真空腔室       |
| W   | 基板         |
| WT  | 基板台        |



201945870

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

用於程序敏感度補償之對準感測器裝置

### 【英文發明名稱】

ALIGNMENT SENSOR APPARATUS FOR PROCESS  
SENSITIVITY COMPENSATION

### 【中文】

本發明揭示一種對準感測器裝置，其包括一照明系統、一第一光學系統、一第二光學系統、一偵測器系統及一處理器。該照明系統經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束。該第一光學系統經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束。該第二光學系統包括一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以分離及透射一幅照度分佈。該偵測器系統經組態以基於自一第一偏振分支及一第二偏振分支輸出之該幅照度分佈量測該繞射目標之一重心。該處理器經組態以量測由該繞射目標之一不對稱性變化引起的該繞射目標之該重心之一移位，且基於該重心移位判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

### 【英文】

An alignment sensor apparatus includes an illumination system, a first optical system, a second optical system, a detector system, and a processor. The illumination system is configured to transmit an illumination beam along an illumination path. The first optical system is configured to transmit the illumination beam toward a diffraction target on a substrate. The second optical system includes a first polarizing

optic configured to separate and transmit an irradiance distribution. The detector system is configured to measure a center of gravity of the diffraction target based on the irradiance distribution outputted from a first polarization branch and a second polarization branch. The processor is configured to measure a shift in the center of gravity of the diffraction target caused by an asymmetry variation in the diffraction target and determine a sensor response function of the alignment sensor apparatus based on the center of gravity shift.

【指定代表圖】

圖5

【代表圖之符號簡單說明】

- 500       對準感測器裝置
- 502       照明系統
- 506       光學濾光器/光譜濾光器
- 508       光學濾光器/數值孔徑(NA)濾光器
- 510       光學濾光器/中性密度(ND)濾光器
- 512       光學濾光器/經圖案化濾光器
- 514       光學濾光器/偏振濾光器
- 516       光點鏡面
- 518       聚焦透鏡
- 520       繞射目標
- 522       基板
- 524       載物台

|     |                    |
|-----|--------------------|
| 526 | 對準軸線               |
| 528 | 一次繞射階子光束           |
| 530 | 二次繞射階子光束           |
| 532 | 三次繞射階子光束           |
| 534 | 照明光束               |
| 535 | 信號路徑               |
| 536 | 光束分析器              |
| 538 | 光學濾光器              |
| 540 | 標記不對稱性重建構(MAR)光學分支 |
| 542 | 光束分裂器              |
| 544 | 光學濾光器              |
| 546 | 標記不對稱性重建構(MAR)偵測器  |
| 548 | 光學濾光器              |
| 550 | 偏振光束分裂器            |
| 552 | 第一偏振濾光器            |
| 554 | 「X」方向自參考干涉計(SRI-X) |
| 556 | 第二偏振濾光器            |
| 558 | 偏振光束分裂器            |
| 560 | 光學濾光器              |
| 562 | 聚焦透鏡               |
| 564 | 第二位置偵測器            |
| 566 | 第一位置偵測器            |
| 568 | 第一偏振濾光器            |

|     |                    |
|-----|--------------------|
| 570 | 「Y」方向自參考干涉計(SRI-Y) |
| 572 | 第二偏振濾光器            |
| 574 | 偏振光束分裂器            |
| 576 | 光學濾光器              |
| 578 | 聚焦透鏡               |
| 580 | 第四位置偵測器            |
| 582 | 第三位置偵測器            |
| 584 | 偵測器控制器             |
| 585 | 第二控制信號             |
| 586 | 第一控制信號             |
| 587 | 第四控制信號             |
| 588 | 第三控制信號             |
| 590 | 對準位置誤差(APE)處理器     |
| 592 | 控制信號               |
| 594 | 控制信號               |
| 596 | 控制信號               |
| 598 | 控制信號               |

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種對準感測器裝置，其包含：

一照明系統，其經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束；

一第一光學系統，其包含一第一光學件及一第二光學件，且經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一信號光束，該信號光束包含自該繞射目標反射之繞射階子光束；

一第二光學系統，其包含一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該信號光束之偏振分離該信號光束且將該信號光束透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中；

一偵測器系統，其包含一或多個偵測器，且經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該信號光束量測該繞射目標之一對準位置；

一或多個光學濾光器，其沿著該照明路徑及/或該信號路徑安置，且經組態以調整該照明光束及/或該信號光束之一或多個物理參數；及

一處理器，其耦合至該偵測器系統，且經組態以量測由該一或多個光學濾光器引起的該繞射目標之該對準位置之一改變且基於該改變來判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

### 【第2項】

如請求項1之感測器裝置，其中：

該第一偏振光學分支包含一第一偏振濾光器、一第一自參考干涉計、一第二偏振濾光器及一第二偏振光學件；及

該第二偏振光學分支包含一第三偏振濾光器、一第二自參考干涉

計、一第四偏振濾光器及一第三偏振光學件。

**【第3項】**

如請求項1或2之感測器裝置，其中該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該感測器裝置之一對準位置誤差。

**【第4項】**

如請求項3之感測器裝置，其中該處理器藉由計算針對該一或多個物理參數之該感測器回應函數之一導數及/或一最小值來校正該對準位置誤差。

**【第5項】**

如請求項1或2之感測器裝置，其中該一或多個光學濾光器係選自由一光譜濾光器、一數值孔徑濾光器、一中性密度濾光器、一經圖案化濾光器及一偏振濾光器組成之群組。

**【第6項】**

如請求項5之感測器裝置，其中：

該光譜濾光器係一窄通帶波長濾光器；

該數值孔徑濾光器係經組態以改變該照明光束及/或該信號光束之一光功率的一透鏡；

該經圖案化濾光器係一經圖案化參考倍縮光罩；且

該偏振濾光器係一波片。

**【第7項】**

如請求項1或2之感測器裝置，其進一步包含一包含一第三光學件之第三光學系統及一包含另外一或多個偵測器之第二偵測器系統，且經組態以基於該繞射目標之一不對稱性量測該信號光束之一強度及/或該信號光

束之一不對稱性。

【第8項】

一種微影裝置，其包含：

一第一照明光學系統，其經組態以照明一繞射圖案；

一投影光學系統，其經組態以將該繞射圖案之一影像投影至一基板上；及

一對準感測器裝置，其經組態以校正該微影裝置之一對準位置誤差，該對準感測器裝置包含：

一第二照明光學系統，其經組態以沿著一照明路徑透射至少一個照明輻射光束；

一第一光學系統，其包含一第一光學件及一第二光學件，且經組態以朝向該基板上之該繞射圖案透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一信號光束，該信號光束包含自該繞射圖案反射之繞射階子光束；

一第二光學系統，其包含一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該信號光束之偏振分離該信號光束且將該信號光束透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中；

一偵測器系統，其包含一或多個偵測器，且經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該信號光束量測該繞射圖案之一對準位置；

一或多個光學濾光器，其沿著該照明路徑及/或該信號路徑安置，且經組態以調整該照明光束及/或該信號光束之一或多個物理參數；及

一處理器，其耦合至該偵測器系統，且經組態以量測由該一或多個光學濾光器引起的該繞射圖案之該對準位置之一改變且基於該改變來判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

**【第9項】**

如請求項8之微影裝置，其中該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該微影裝置之一對準位置誤差。

**【第10項】**

如請求項9之微影裝置，其中該處理器經進一步組態以計算針對該一或多個物理參數之該感測器回應函數之一導數及/或一最小值以藉此校正該對準位置誤差。

**【第11項】**

如請求項8至10中任一項之微影裝置，其中該一或多個光學濾光器係選自由一光譜濾光器、一數值孔徑濾光器及一偏振濾光器組成之群組。

**【第12項】**

如請求項11之微影裝置，其中：

該光譜濾光器係一窄通帶波長濾光器；

該數值孔徑濾光器係經組態以改變該照明光束及/或該信號光束之一光功率的一透鏡；且

該偏振濾光器係一半波片或四分之一波片。

**【第13項】**

如請求項8至10中任一項之微影裝置，其中該第一光學系統經組態以透射該信號光束以便包含第一及第二一次繞射階子光束，且其中該偵測器系統組合該等第一及第二一次繞射階子光束以產生一正弦相位。

**【第14項】**

如請求項8至10中任一項之微影裝置，其中該一或多個光學濾光器係一光譜濾光器，且其中該處理器經組態以基於該照明光束及/或該信號光束之不同波長之間的改變來判定該感測器回應函數。

**【第15項】**

如請求項8至10中任一項之微影裝置，其中該一或多個光學濾光器係一數值孔徑濾光器，且其中該處理器經組態以基於該信號光束之不同繞射階子光束之間的改變來判定該感測器回應函數。

**【第16項】**

如請求項8至10中任一項之微影裝置，其中該一或多個光學濾光器係一偏振濾光器，且其中該處理器經組態以基於該照明光束及/或該信號光束之不同偏振之間的改變來判定該感測器回應函數。

**【第17項】**

一種對準感測器裝置，其包含：

一照明系統，其經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束；

一第一光學系統，其包含一第一光學件及一第二光學件，且經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一幅照度分佈，該幅照度分佈包含自該繞射目標反射之繞射階子光束；

一第二光學系統，其包含一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該幅照度分佈之偏振分離該幅照度分佈且將該幅照度分佈透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中；

一偵測器系統，其包含一或多個偵測器，且經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該幅照度分佈量測該繞射目標之一重

心；及

一處理器，其耦合至該偵測器系統，且經組態以量測由該繞射目標之一不對稱性變化引起的該繞射目標之該重心之一移位，且基於該重心移位判定該對準感測器裝置之一感測器回應函數。

**【第18項】**

如請求項17之感測器裝置，其中該繞射目標之該不對稱性變化包含一不對稱側壁。

**【第19項】**

如請求項18之感測器裝置，其中該不對稱側壁包含一成角度側壁，其包含約0度至約10度之一角度。

**【第20項】**

如請求項17之感測器裝置，其中該繞射目標之該不對稱性變化包含一不對稱底部表面。

**【第21項】**

如請求項20之感測器裝置，其中該不對稱底部表面包含一成角度底部表面，其包含約0度至約5度之一角度。

**【第22項】**

如請求項17之感測器裝置，其中該繞射目標之該不對稱性變化包含一不對稱頂部表面。

**【第23項】**

如請求項22之感測器裝置，其中該不對稱頂部表面包含一成角度頂部表面，其包含約0度至約5度之一角度。

**【第24項】**

如請求項17至23中任一項之感測器裝置，其中該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該感測器裝置之一對準位置誤差。

**【第25項】**

如請求項24之感測器裝置，其中該處理器藉由計算一第一重心移位及一第二重心移位來校正該對準位置誤差。

**【第26項】**

如請求項25之感測器裝置，其中該第一重心移位及該第二重心移位係依據該照明光束之一或多個波長來計算。

**【第27項】**

一種光瞳感測器裝置，其包含：

一照明系統，其經組態以沿著一照明路徑透射一照明光束；

一第一光學系統，其包含一第一光學件及一第二光學件，且經組態以朝向一基板上之一繞射目標透射該照明光束且沿著一信號路徑透射一幅照度分佈，該幅照度分佈包含自該繞射目標反射之繞射階子光束；

一第二光學系統，其包含一第一偏振光學件，該第一偏振光學件經組態以基於該幅照度分佈之偏振分離該幅照度分佈且將該幅照度分佈透射至一第一偏振光學分支及一第二偏振光學分支中；及

一偵測器系統，其包含一或多個偵測器，且經組態以基於自該第一偏振分支及該第二偏振分支輸出之該幅照度分佈以及一參考幅照度分佈量測該繞射目標之一光瞳平面深度分佈。

**【第28項】**

如請求項27之光瞳感測器裝置，其進一步包含一處理器，該處理器耦合至該偵測器系統，且經組態以量測由該繞射目標之一不對稱性變化或

一堆疊厚度變化引起的該光瞳平面深度分佈之一移位，且基於該光瞳平面深度分佈移位判定該光瞳感測器裝置之一感測器回應函數。

**【第29項】**

如請求項28之光瞳感測器裝置，其中該處理器經進一步組態以基於該感測器回應函數校正該光瞳感測器裝置之一對準位置誤差。

**【第30項】**

如請求項29之光瞳感測器裝置，其中該處理器藉由計算一第一重心移位及一第二重心移位來校正該對準位置誤差。

**【第31項】**

如請求項27之光瞳感測器裝置，其中該參考輻照度分佈係基於該偵測器系統之一像差圖。

**【第32項】**

如請求項27之光瞳感測器裝置，其中該偵測器系統包含一光瞳偵測器，該光瞳偵測器在該等第一及第二光學系統之外部且經組態以量測該光瞳平面深度分佈。

**【第33項】**

如請求項32之光瞳感測器裝置，其中該光瞳偵測器包含一聚焦光學件及一光源。

**【第34項】**

如請求項33之光瞳感測器裝置，其中該聚焦光學件與該第二光學件相同，且其中該光源與該照明光束相同。

**【第35項】**

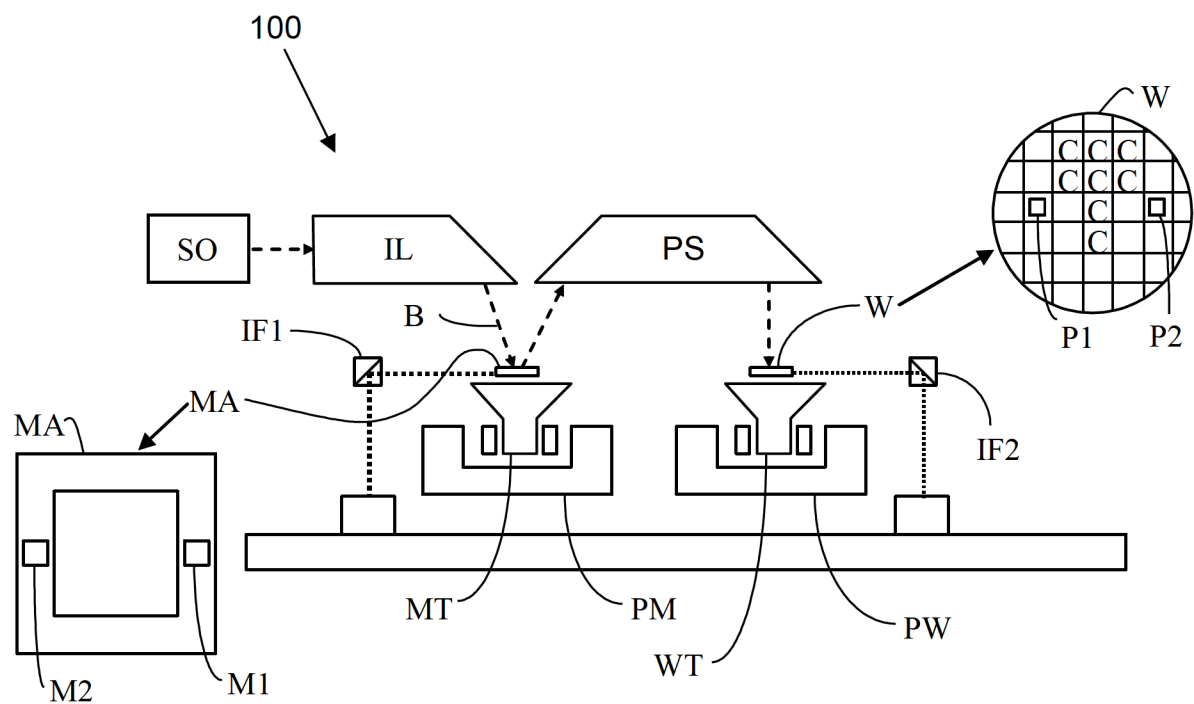
如請求項33之光瞳感測器裝置，其中該聚焦光學件與該第二光學件

不同，且其中該光源與該照明光束相同。

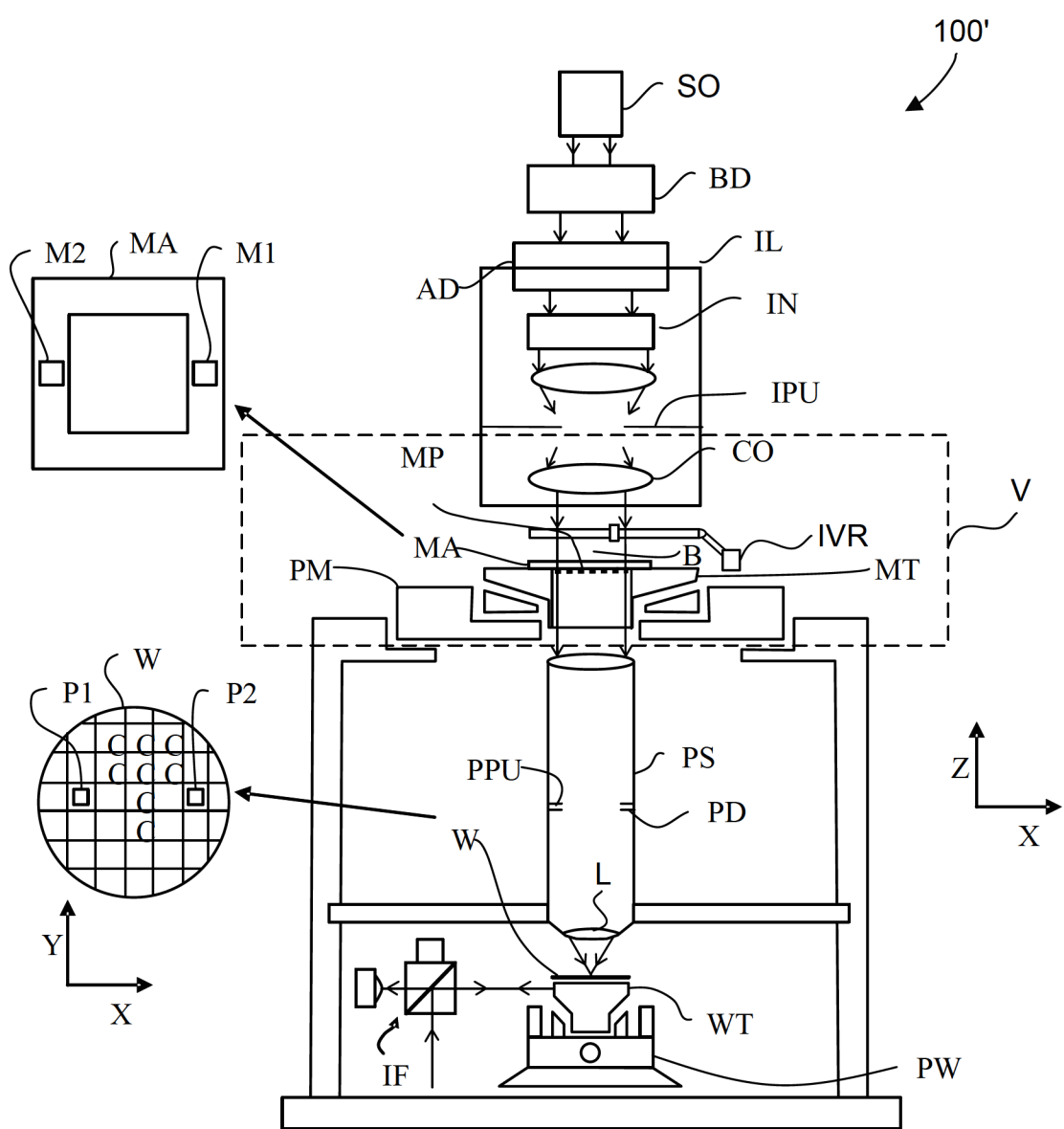
**【第36項】**

如請求項33之光瞳感測器裝置，其中該聚焦光學件與該第二光學件不同，且其中該光源與該照明光束不同。

【發明圖式】

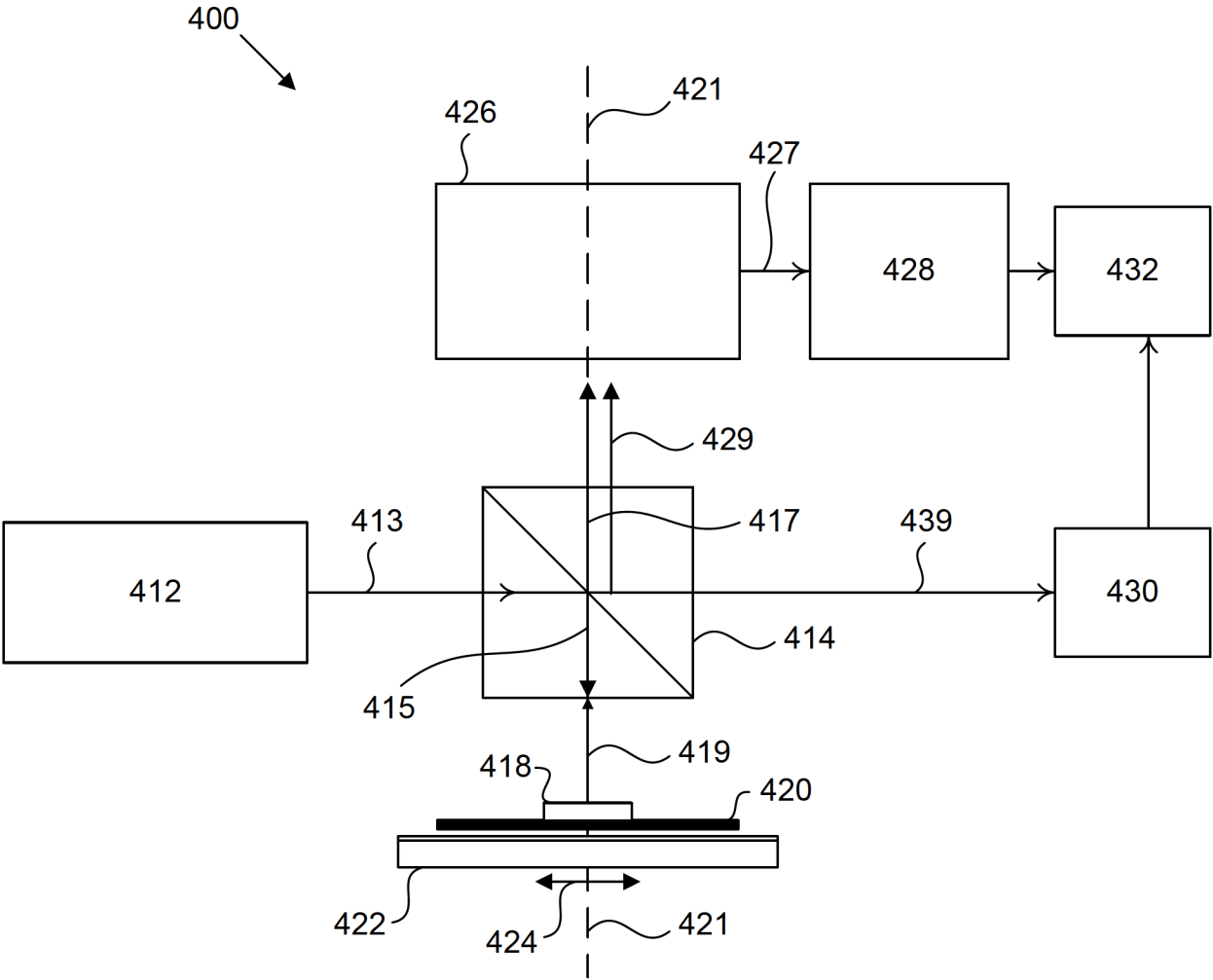


【圖1A】

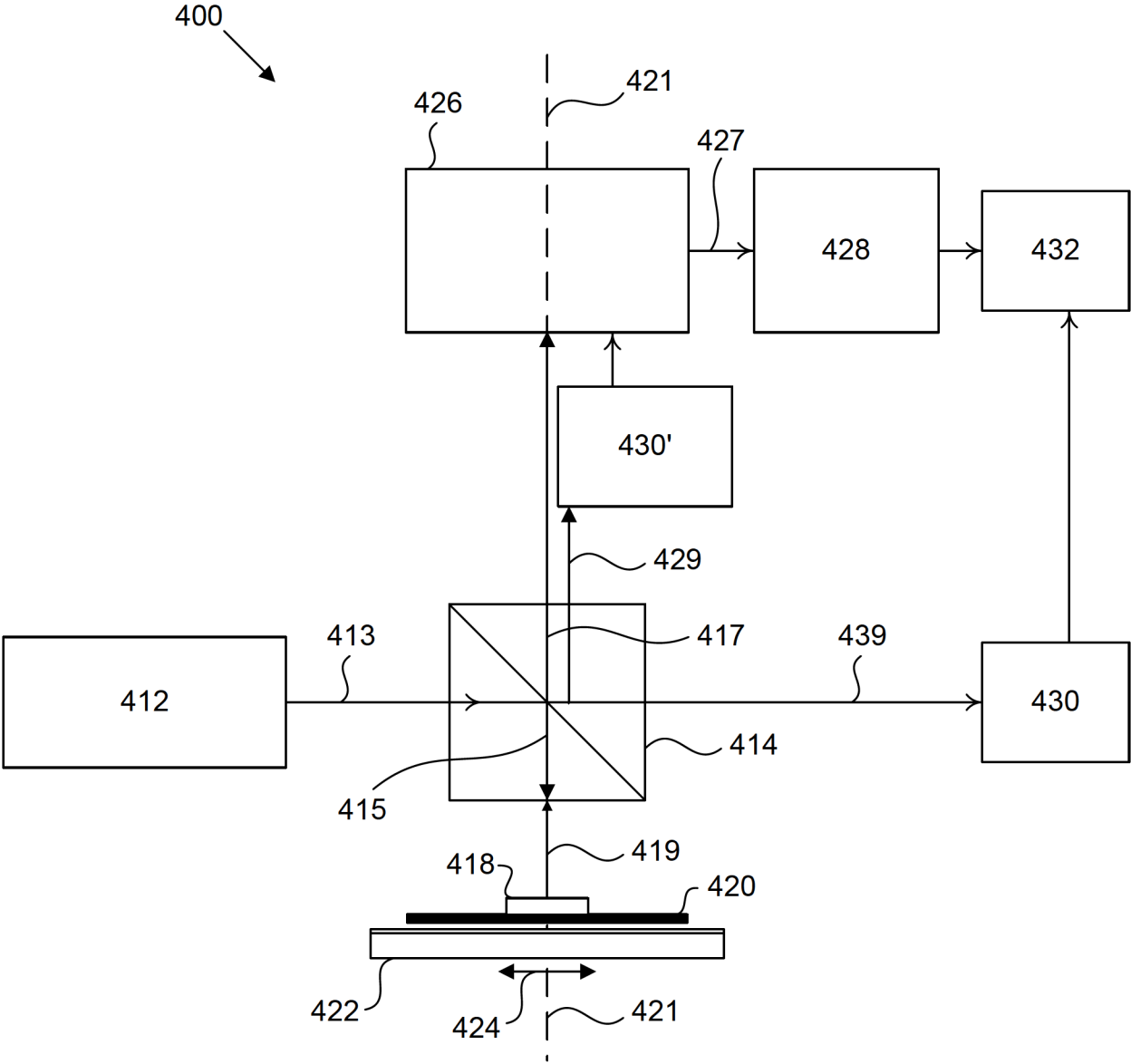


【圖1B】

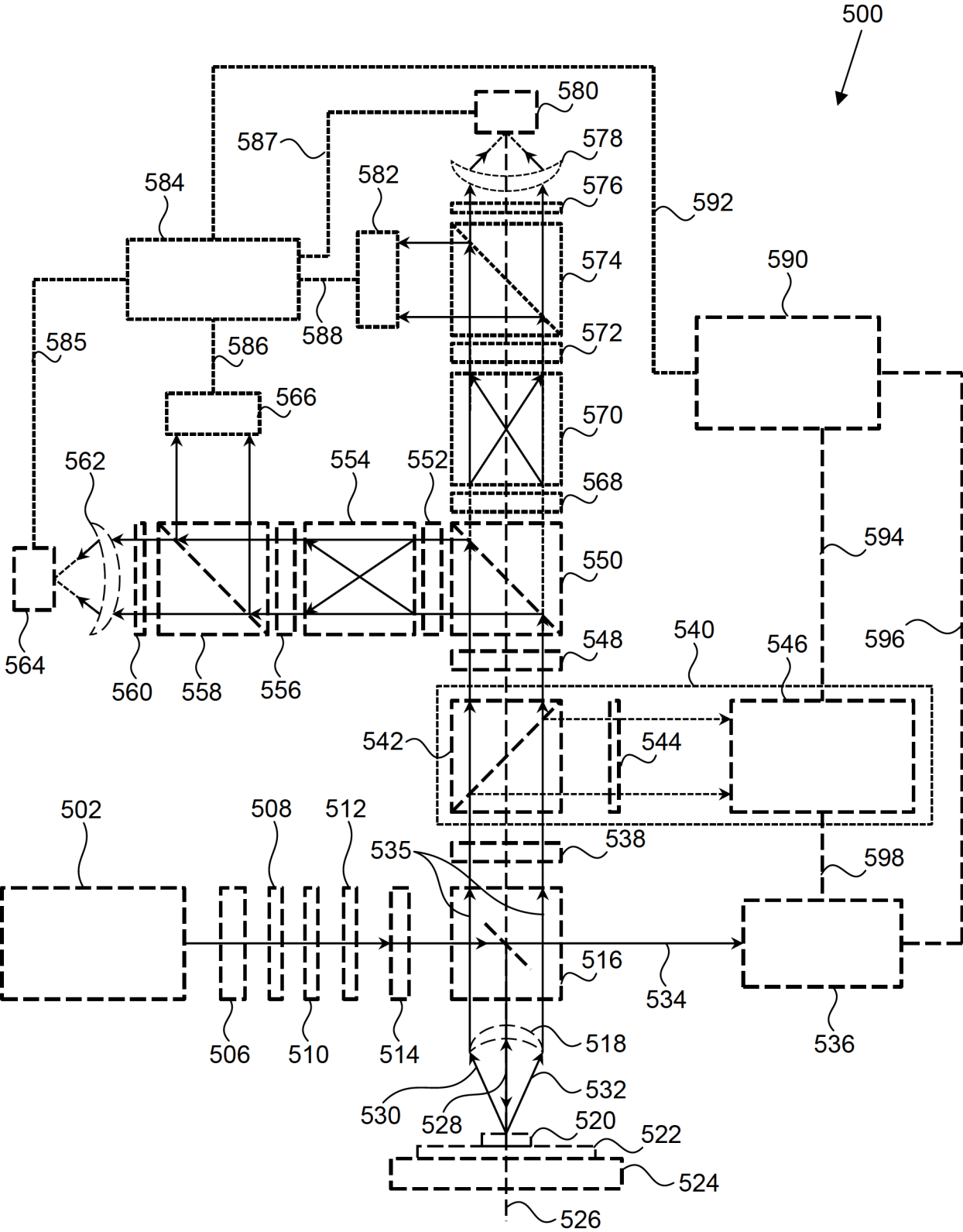




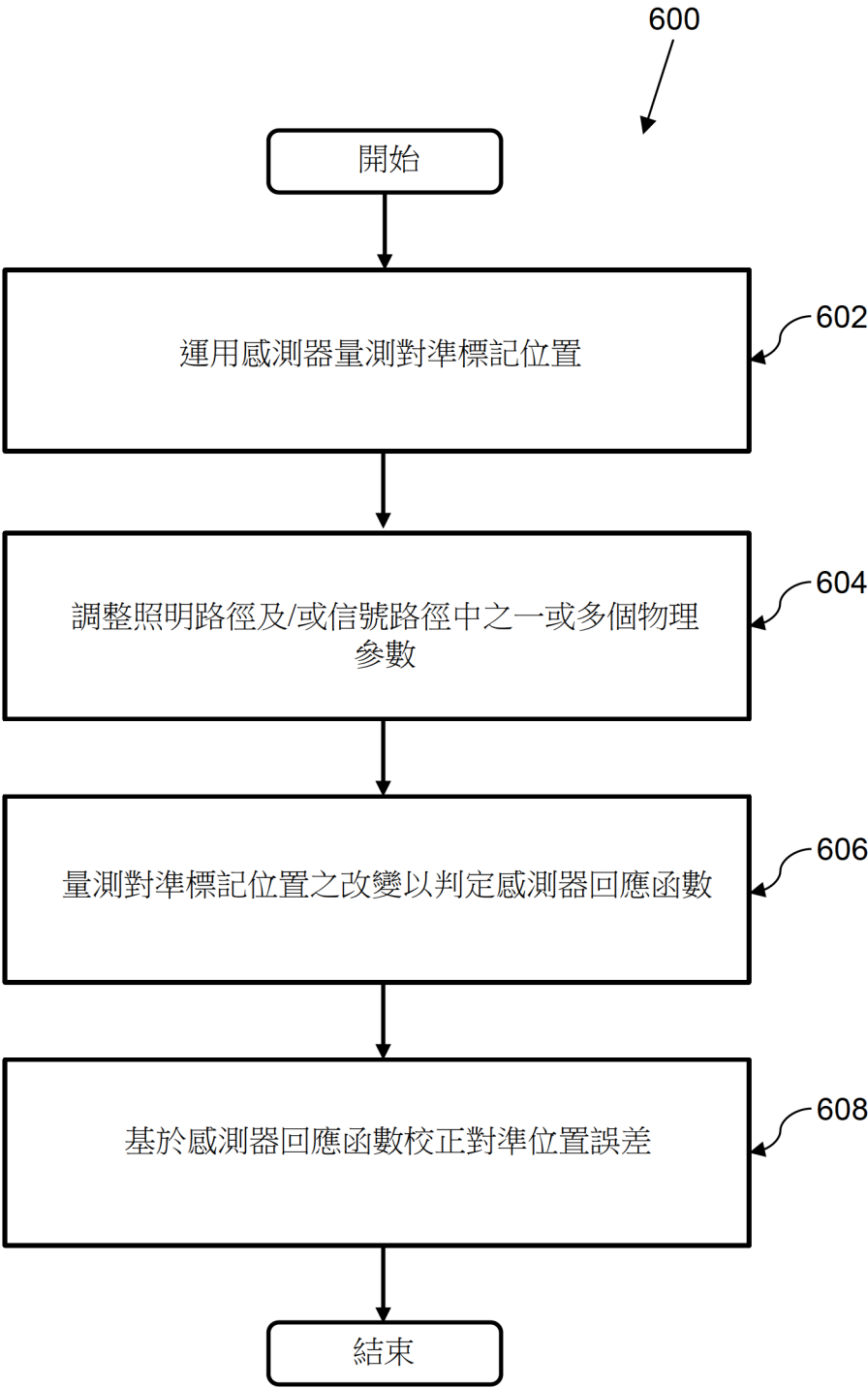
【圖4A】



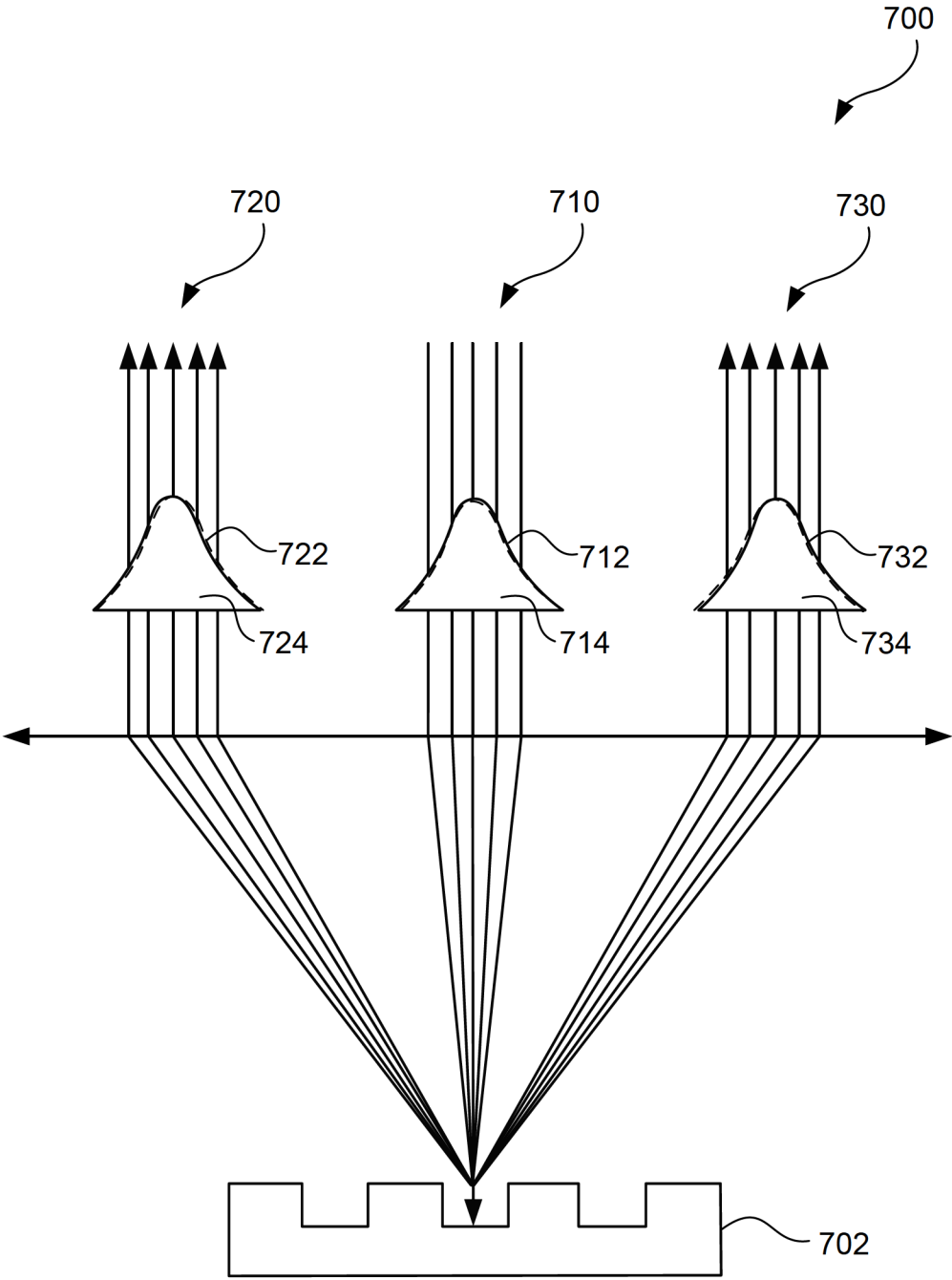
【圖4B】



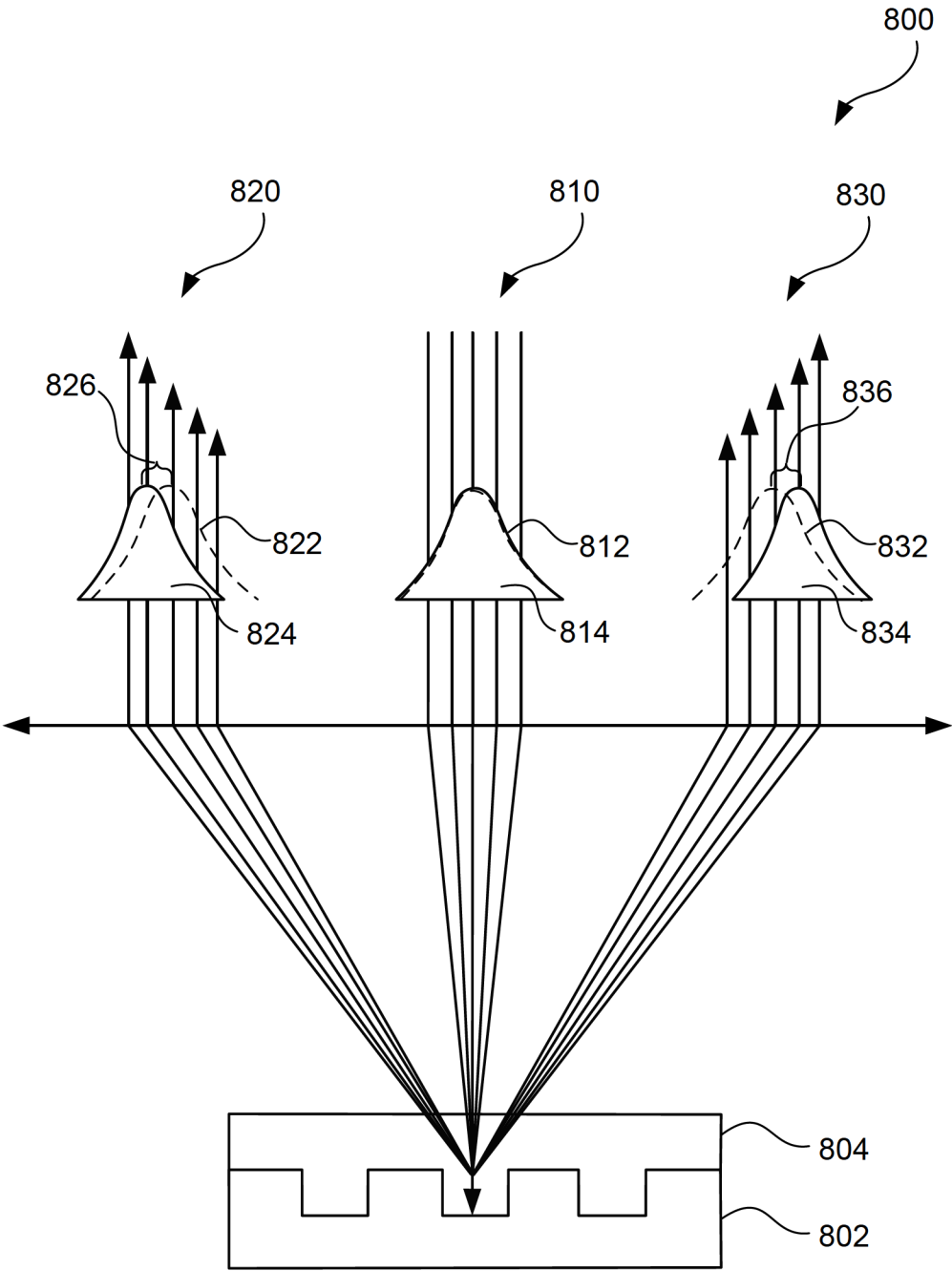
【圖5】



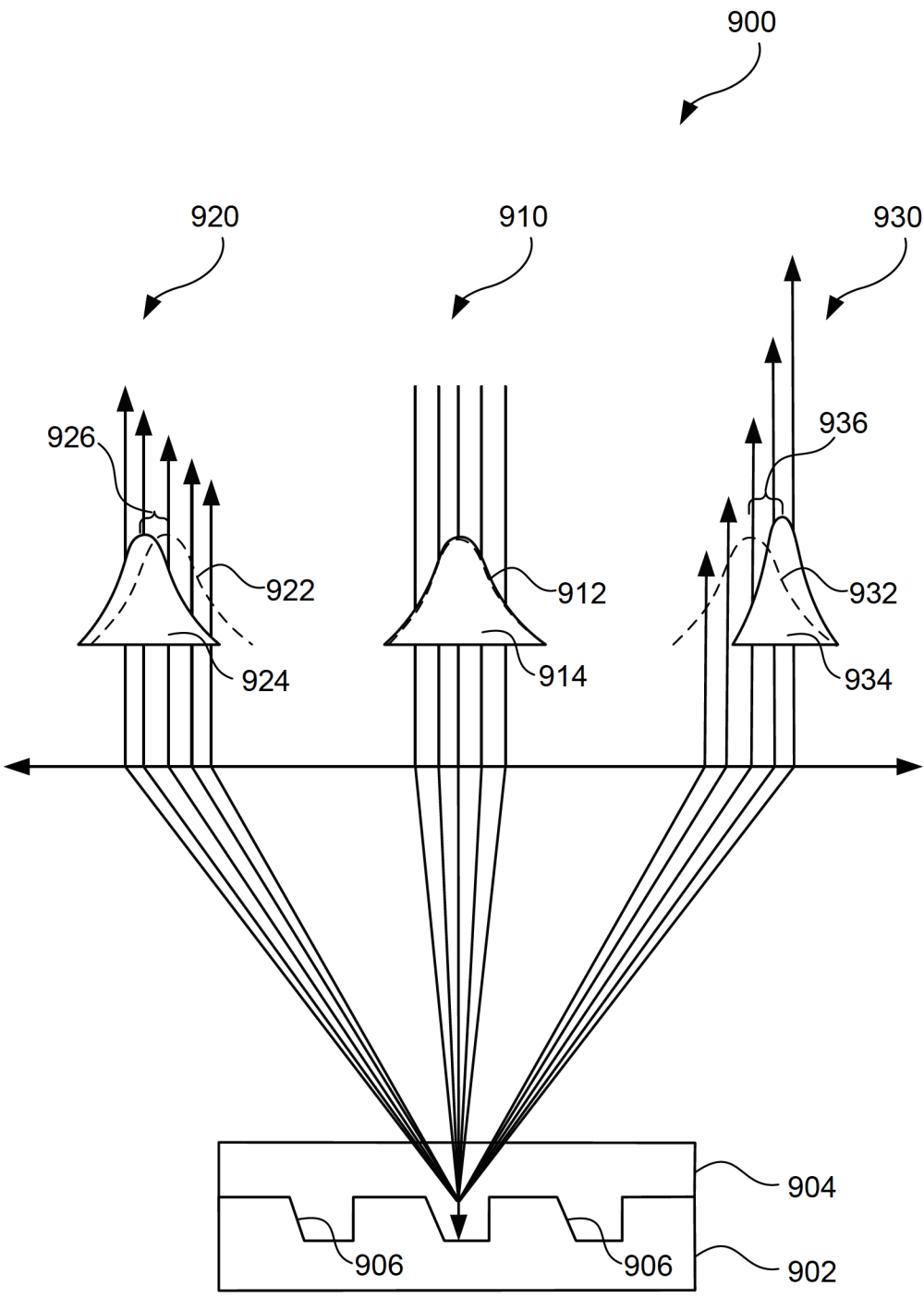
【圖6】



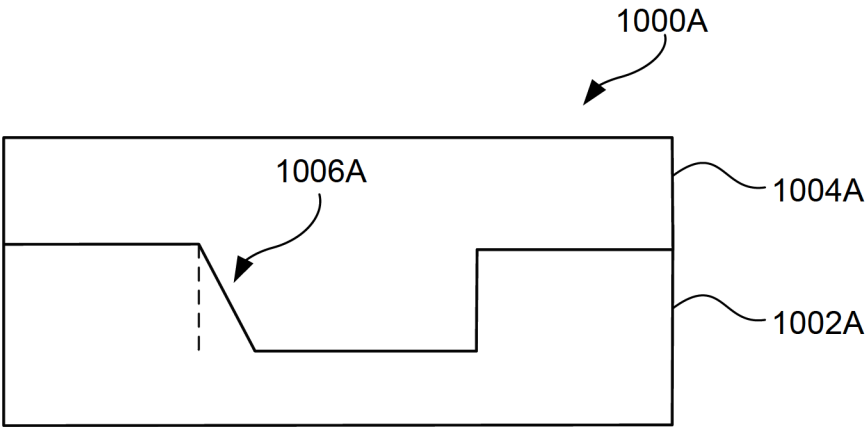
【圖7】



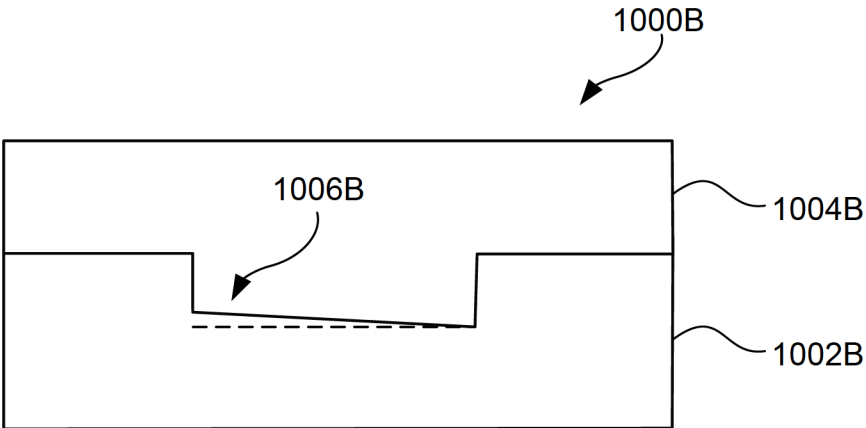
【圖8】



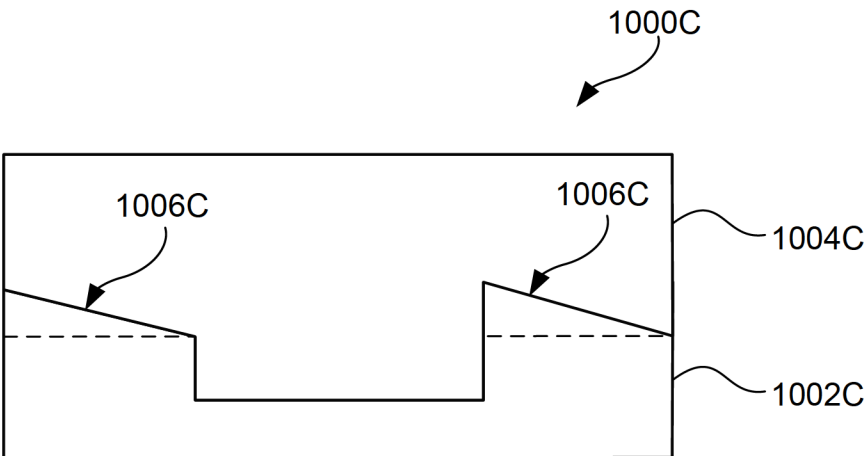
【圖9】



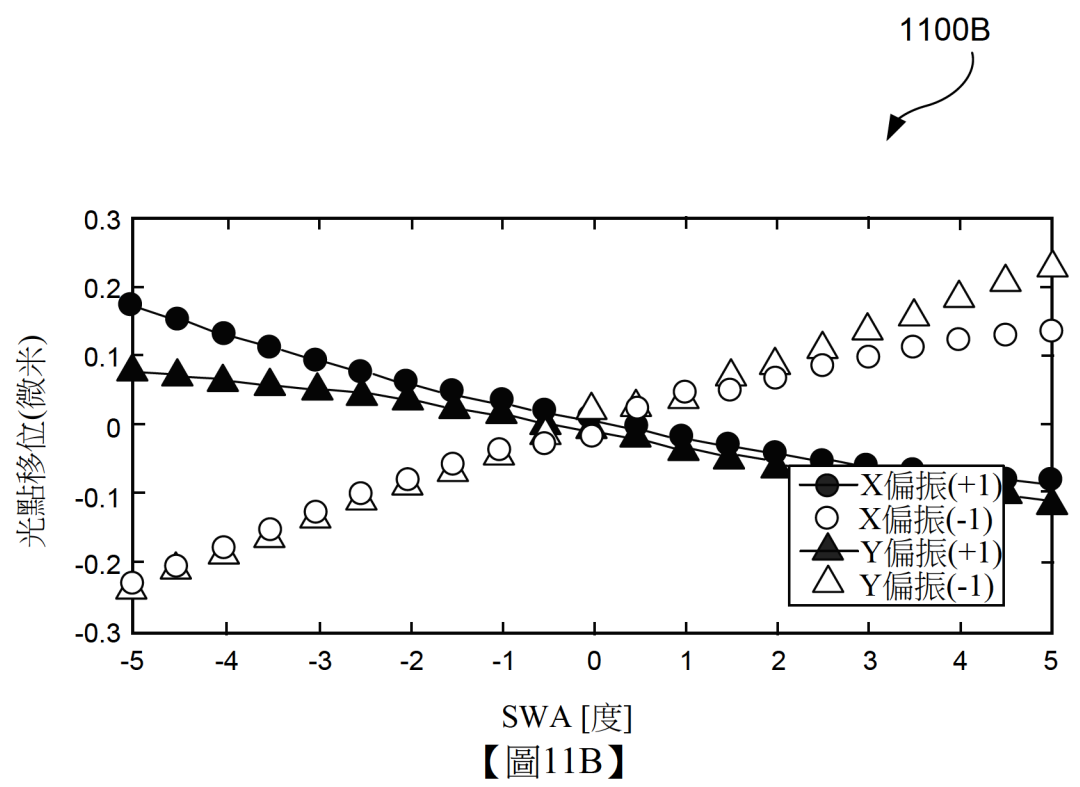
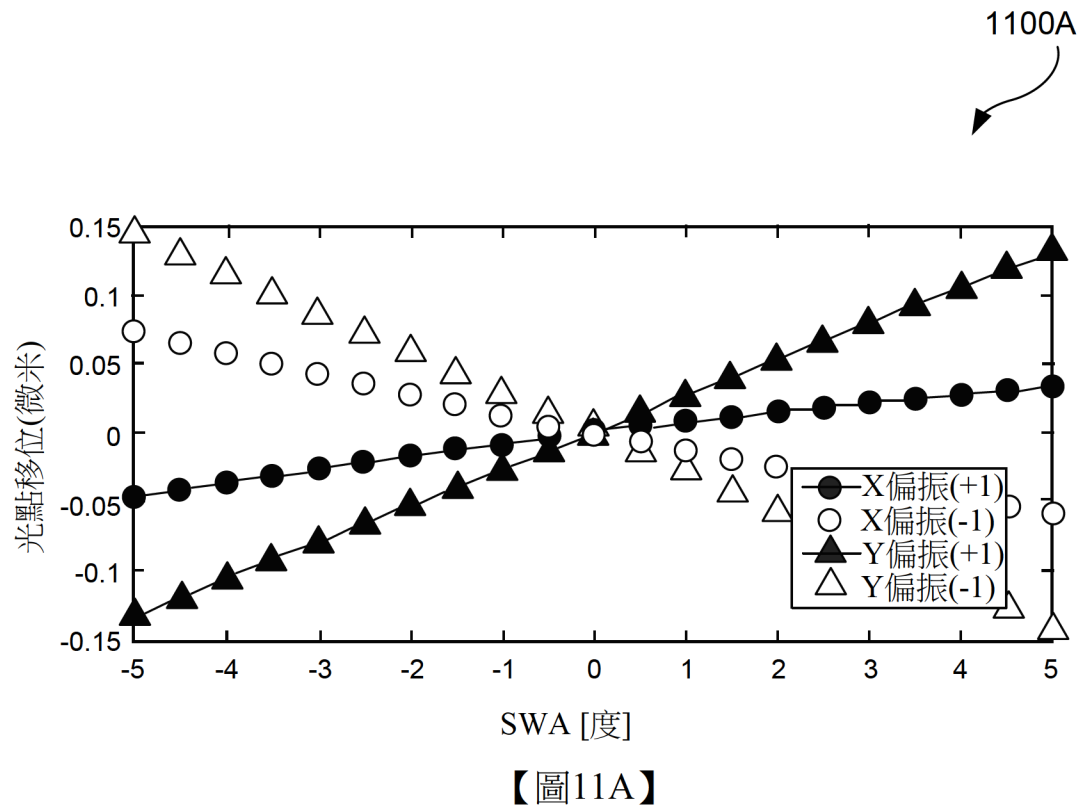
【圖10A】

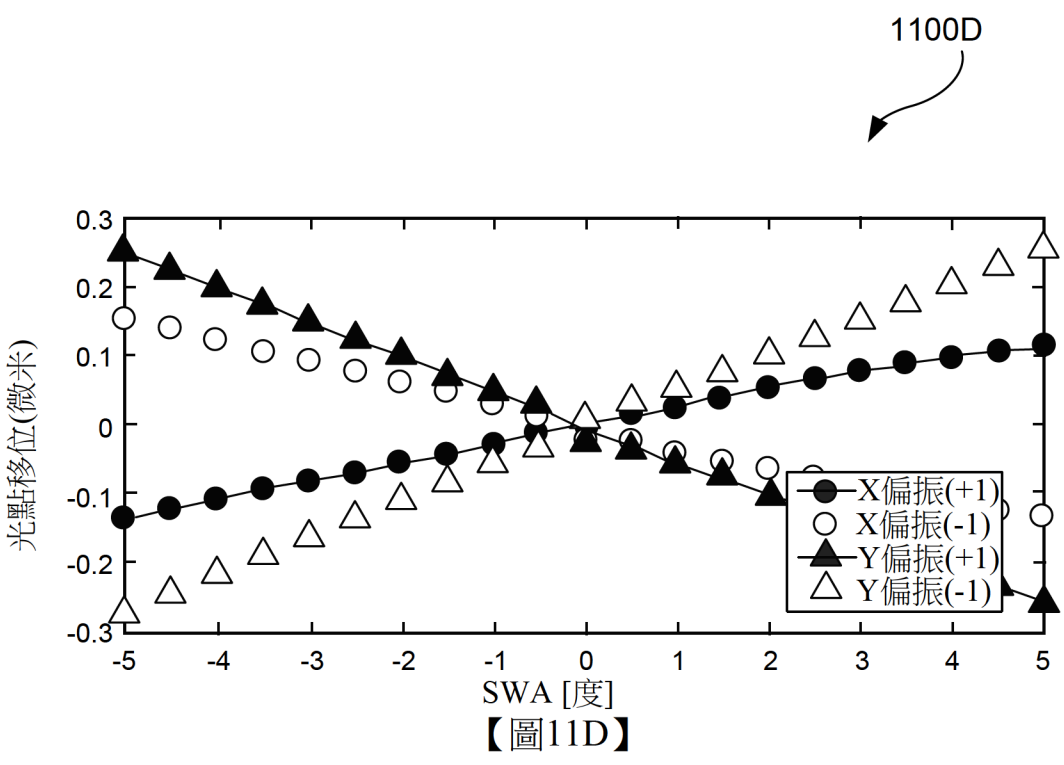
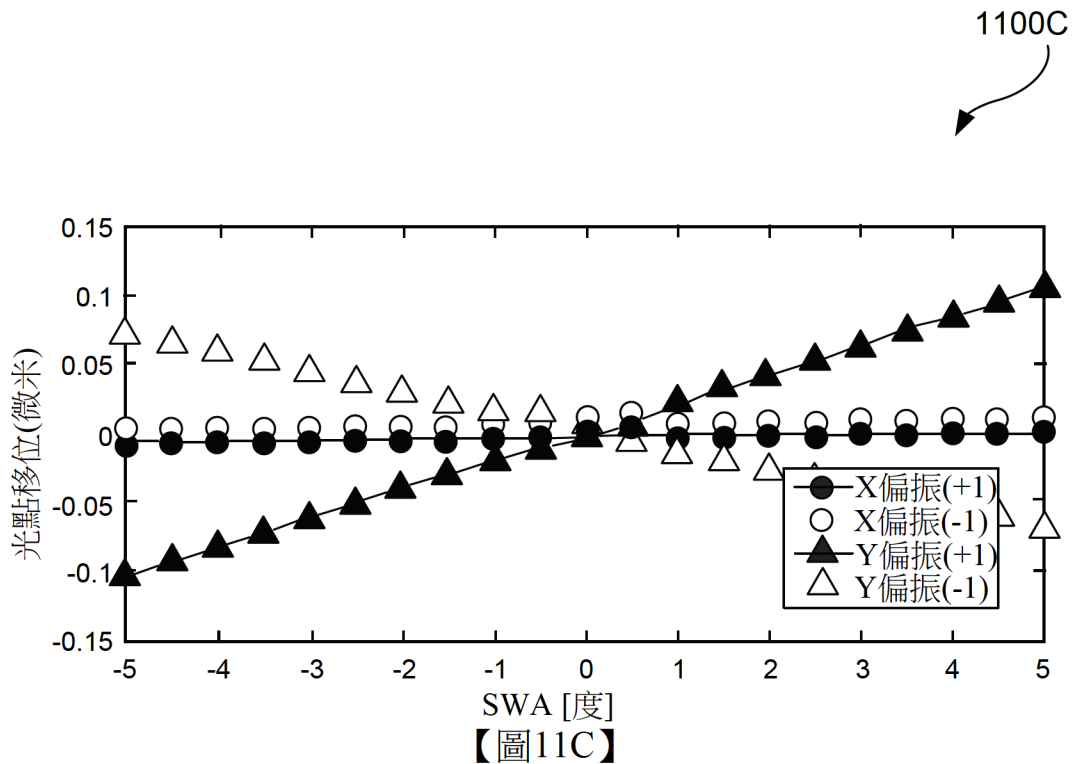


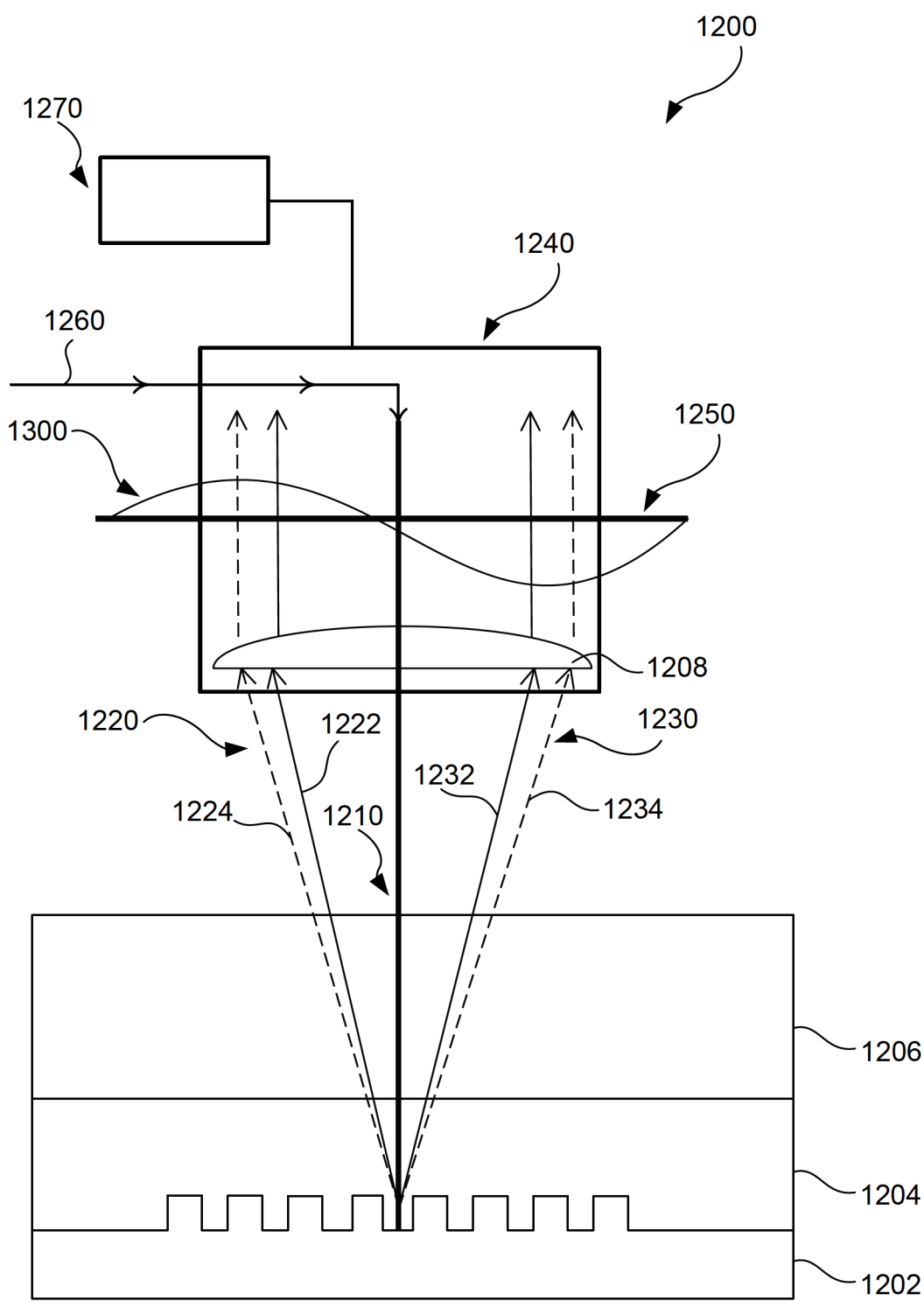
【圖10B】



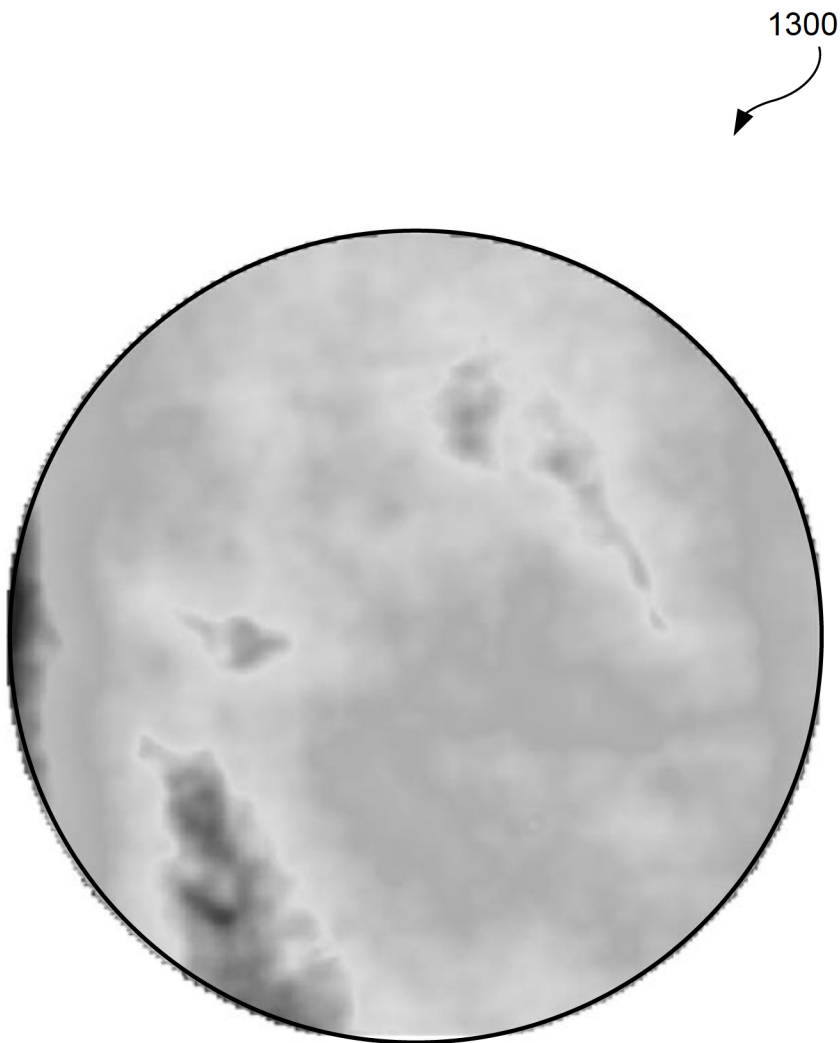
【圖10C】







【圖12】



【圖13】