



(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 I823593 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：111137455

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 10 月 03 日

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

(30)優先權：2021/10/04 歐洲專利局 21200798.3

(71)申請人：荷蘭商 A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B.V. (NL)  
荷蘭(72)發明人：葛西亞 格藍達 米歌爾 GARCIA GRANDA, MIGUEL (ES)；范 丹 伯斯 卡  
雷爾 亨德里克 沃特爾 VAN DEN BOS, KAREL HENDRIK WOUTER (NL)；賈  
庫博 喬特 安德里亞努斯 湯瑪士 JACOBS, JORT ADRIANUS THOMAS  
(NL)；岳正恬 YUEH, CHENG-TENG (TW)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW 201945864A

TW 202020468A

US 2018/0373167A1

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 51 頁

(54)名稱

用於測量基板上的至少一個目標的方法及相關聯設備和基板

(57)摘要

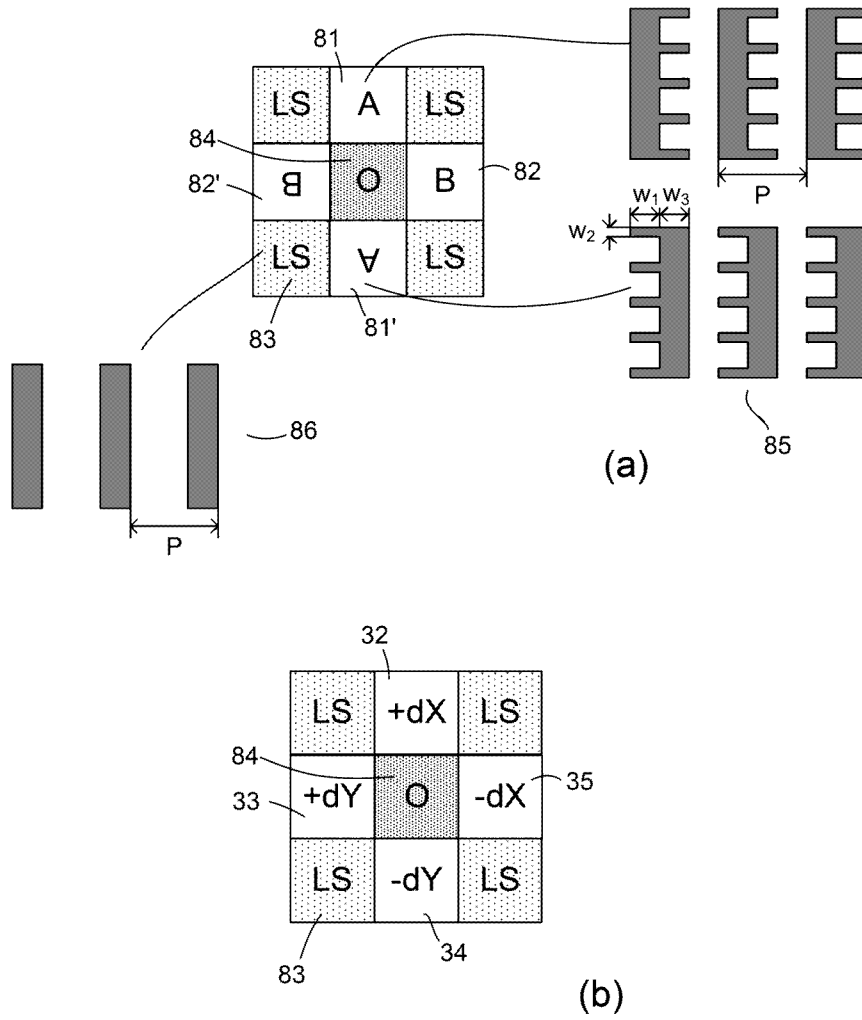
本發明揭示一種判定對於一基板上之至少一個目標之一量測之一校正之方法，該目標包含：一或多個所關注參數敏感子目標，其各自對一所關注參數敏感；及一或多個所關注參數不敏感子目標，其對該所關注參數實質上低敏感或不敏感。該方法包含獲得與該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者相關的一各別第一量測參數值；獲得與該一或多個所關注參數不敏感子目標中之各者相關的一各別第二量測參數值；及使用該等第二量測參數值判定對於各該第一量測參數值之一校正及/或根據該等第二量測參數值偵測可能影響第一量測參數值之精度之一效應之存在。

Disclosed is a method of determining a correction for a measurement of at least one target on a substrate, the target comprising one or more parameter of interest sensitive sub-targets which are each sensitive to a parameter of interest and one or more parameter of interest insensitive sub-targets which are substantially less sensitive or insensitive to the parameter of interest. The method comprises obtaining a respective first measurement parameter value relating to each of said one or more parameter of interest sensitive sub-targets; obtaining a respective second measurement parameter value relating to each of said one or more parameter of interest insensitive sub-targets; and determining a correction for each said first measurement parameter value using said second measurement parameter values and/or detecting the presence of an effect likely to impact accuracy of first measurement parameter values from said second measurement parameter values.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 32: 光柵
- 33: 光柵
- 34: 光柵
- 35: 光柵
- 81: 鏡像襯墊
- 81': 鏡像襯墊
- 82: 鏡像襯墊
- 82': 鏡像襯墊
- 83: 光柵校準襯墊
- 84: 空校準襯墊
- 85: 聚焦敏感光柵
- 86: 線空間光柵
- P: 節距
- w1: 光柵特徵參數
- w2: 光柵特徵參數
- w3: 光柵特徵參數



【圖8】



I823593

## 【發明摘要】

## 【中文發明名稱】

用於測量基板上的至少一個目標的方法及相關聯設備和基板

## 【英文發明名稱】

METHODS FOR MEASURING AT LEAST ONE TARGET ON A SUBSTRATE AND ASSOCIATED APARATUSES AND SUBSTRATE

## 【中文】

本發明揭示一種判定對於一基板上之至少一個目標之一量測的一校正之方法，該目標包含：一或多個所關注參數敏感子目標，其各自對一所關注參數敏感；及一或多個所關注參數不敏感子目標，其對該所關注參數實質上低敏感或不敏感。該方法包含獲得與該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者相關的一各別第一量測參數值；獲得與該一或多個所關注參數不敏感子目標中之各者相關的一各別第二量測參數值；及使用該等第二量測參數值判定對於各該第一量測參數值之一校正及/或根據該等第二量測參數值偵測可能影響第一量測參數值之精度之一效應之存在。

## 【英文】

Disclosed is a method of determining a correction for a measurement of at least one target on a substrate, the target comprising one or more parameter of interest sensitive sub-targets which are each sensitive to a parameter of interest and one or more parameter of interest insensitive sub-targets which are substantially less sensitive or insensitive to the parameter of interest. The method comprises obtaining a respective first measurement parameter value relating to each of said one or more

parameter of interest sensitive sub-targets; obtaining a respective second measurement parameter value relating to each of said one or more parameter of interest insensitive sub-targets; and determining a correction for each said first measurement parameter value using said second measurement parameter values and/or detecting the presence of an effect likely to impact accuracy of first measurement parameter values from said second measurement parameter values.

【指定代表圖】

圖8

【代表圖之符號簡單說明】

32: 光柵

33: 光柵

34: 光柵

35: 光柵

81: 鏡像襯墊

81': 鏡像襯墊

82: 鏡像襯墊

82': 鏡像襯墊

83: 光柵校準襯墊

84: 空校準襯墊

85: 聚焦敏感光柵

86: 線空間光柵

P: 節距

w1: 光柵特徵參數

w2: 光柵特徵參數

w3: 光柵特徵參數

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

用於測量基板上的至少一個目標的方法及相關聯設備和基板

### 【英文發明名稱】

METHODS FOR MEASURING AT LEAST ONE TARGET ON A SUBSTRATE AND ASSOCIATED APARATUSES AND SUBSTRATE

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於積體電路之製造中之度量衡應用。

### 【先前技術】

【0002】 微影設備為經建構以將所需圖案塗覆至基板上之機器。微影設備可用於例如積體電路(IC)之製造中。微影設備可例如將圖案化裝置(例如遮罩)處之圖案(亦通常被稱作「設計佈局」或「設計」)投影至設置於基板(例如晶圓)上之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上。

【0003】 為將圖案投影至基板上，微影設備可使用電磁輻射。此輻射之波長判定可形成於基板上之特徵的最小大小。當前使用之典型波長為365 nm (i線)、248 nm、193 nm及13.5 nm。相比於使用例如具有193 nm之波長之輻射的微影設備，使用具有在4 nm至20 nm之範圍內的波長(例如，6.7 nm或13.5 nm)之極紫外線(EUV)輻射的微影設備可用以在基板上形成較小特徵。

【0004】 低k1微影可用於處理尺寸小於微影設備之典型解析度極限的特徵。在此程序中，可將解析度公式表達為 $CD = k1 \times \lambda / NA$ ，其中 $\lambda$ 為所使用輻射之波長，NA為微影設備中之投影光學件之數值孔徑，CD為「臨界尺寸」(通常為經印刷之最小特徵大小，但在此情況下為半節距)且k1為

經驗解析度因數。一般而言， $k_1$ 愈小，則愈難以在基板上再生類似於由電路設計者規劃之形狀及尺寸以便達成特定電功能性及效能的圖案。為克服此等困難，可將複雜微調步驟應用於微影投影設備及/或設計佈局。此等步驟包括例如但不限於NA之最佳化、自訂照明方案、相移圖案化裝置之使用、設計佈局之各種最佳化，諸如設計佈局中之光學近接校正(OPC，有時亦成為「光學及程序校正」)，或通常定義為「解析度增強技術」(RET)之其他方法。替代地，用於控制微影設備之穩定性的嚴格控制環路可用以改良低 $k_1$ 下之圖案的再生。

**【0005】** 度量衡工具在IC製造程序之許多態樣中用作例如用於基板在曝光之前之適當定位之對準工具及用於在程序控制中檢測/量測經曝光及/或經蝕刻產品的基於散射量測之工具；例如以量測疊對。

**【發明內容】**

**【0006】** 在本發明之一第一態樣中，提供一種判定對於一基板上之包含複數個所關注參數不敏感子目標的一或多個目標的各別量測之一校正之方法，該一或多個目標包含複數個所關注參數不敏感子目標使得各目標包含各自對一所關注參數敏感之該等所關注參數敏感子目標及對該所關注參數實質上低敏感或不敏感之一或多個所關注參數不敏感子目標中之一或多者，該方法包含：獲得與該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者相關的一各別第一量測參數值；獲得複數個第二量測參數值，該複數個第二量測參數值包含與該複數個所關注參數不敏感子目標中之各者相關的一各別第二量測參數值，該複數個第二量測參數值中之至少一些與用於量測該一或多個目標之一量測光束之一不同區域相關；及使用該等第二量測參數值判定對於各該第一量測參數值之校正該量測光束之非均質性的一位點非

均質性校正。

**【0007】** 在本發明之一第二態樣中，提供一種基板，其包含複數個目標，各目標包含：一或多個所關注參數敏感子目標，其各自對一所關注參數敏感；及一或多個所關注參數不敏感子目標，其對該所關注參數實質上低敏感或不敏感；且其中對於該複數個目標之各別不同目標，該一或多個所關注參數不敏感子目標中之至少一者的位置關於該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者而在該目標內變化。

**【0008】** 本發明又進一步提供一種電腦程式產品，其包含用於使得一處理器執行該第一態樣之該方法之機器可讀指令，及相關聯度量衡設備。

**【0009】** 將根據對下文所描述之實例的考量理解本發明之以上及其他態樣。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0010】** 現將參考隨附示意性圖式僅藉助於實例來描述本發明之實施例，在隨附示意性圖式中：

- 圖1描繪微影設備之示意性綜述；
- 圖2描繪微影單元之示意性綜述；
- 圖3描繪整體微影之示意圖，其表示最佳化半導體製造之三種關鍵技術之間的合作；
- 圖4描繪用於根據本發明之實施例之方法的用作度量衡裝置之散射量測設備之示意圖綜述；
- 圖5包含(a)用於根據本發明之實施例之方法的使用第一對照明孔徑之光瞳及暗場散射計之示意圖，(b)用於給定照明方向之目標光柵的繞射

光譜的細節以及(c)及(d)例示性孔徑板；

- 圖6描繪基板上的已知形式之多重光柵目標及量測位點之輪廓；
- 圖7描繪圖5(a)之散射計中獲得的圖6之目標之影像；
- 圖8示意性地描繪(a)根據一實施例之聚焦目標及(b)根據一實施例之疊對目標；及

- 圖9示意性地描繪根據一實施例之包含多個聚焦目標的實例場配置，其中聚焦不敏感校準墊之位置在目標間變化。

### 【實施方式】

**【0011】** 在本文件中，術語「輻射」及「光束」用以涵蓋所有類型之電磁輻射，包括紫外線輻射(例如具有約365、248、193、157或126 nm之波長)及極紫外線(EUV輻射，例如具有在5至100 nm之範圍內之波長)。

**【0012】** 如本文中所採用之術語「倍縮光罩」、「遮罩」或「圖案化裝置」可廣泛地解譯為指代可用於向入射輻射光束賦予經圖案化橫截面之通用圖案化裝置，該經圖案化橫截面對應於待在基板之目標部分中產生的圖案。在此上下文中，亦可使用術語「光閥」。除經典遮罩(透射或反射、二元、相移、混合式等)以外，其他此類圖案化裝置之實例包括可程式化鏡面陣列及可程式化LCD陣列。

**【0013】** 圖1示意性地描繪微影設備LA或掃描器(兩個術語同義地使用，但本文中之概念亦可適用於步進器配置)。微影設備LA包括：照明系統(亦稱為照明器) IL，其經組態以調節輻射光束B (例如UV輻射、DUV輻射或EUV輻射)；遮罩支撐件(例如遮罩台) MT，其經建構以支撐圖案化裝置(例如遮罩) MA及連接至經組態以根據某些參數來準確地定位圖案化裝置MA之第一定位器PM；基板支撐件(例如晶圓台) WT，其經建構以固持

基板(例如抗蝕劑塗佈晶圓) **W**及連接至經組態以根據某些參數來準確地定位基板支撐件之第二定位器**PW**；及投影系統(例如折射投影透鏡系統)**PS**，其經組態以將由圖案化裝置**MA**賦予至輻射光束**B**之圖案投影至基板**W**之目標部分**C** (例如包含一或多個晶粒)上。

**【0014】** 在操作中，照明系統**IL**例如經由光束遞送系統**BD**自輻射源**SO**接收輻射光束。照明系統**IL**可包括用於導引、塑形及/或控制輻射的各種類型之光學組件，諸如折射、反射、磁性、電磁、靜電及/或其他類型之光學組件或其任何組合。照明器**IL**可用以調節輻射光束**B**，以在圖案化裝置**MA**之平面處在其橫截面中具有所要空間及角強度分佈。

**【0015】** 本文所使用之術語「投影系統」**PS**應被廣泛地解譯為涵蓋適於所使用之曝光輻射及/或適於諸如浸漬液體之使用或真空之使用之其他因素的各種類型之投影系統，包括折射、反射、反射折射、合成、磁性、電磁及/或靜電光學系統或其任何組合。可認為本文中對術語「投影透鏡」之任何使用均與更一般術語「投影系統」**PS**同義。

**【0016】** 微影設備**LA**可屬於一種類型，其中基板的至少一部分可由具有相對高折射率之液體(例如水)覆蓋，以便填充投影系統**PS**與基板**W**之間的空間--此亦稱為浸潤微影。在以引用之方式併入本文中的**US6952253**中給出關於浸潤技術之更多資訊。

**【0017】** 微影設備**LA**亦可屬於具有兩個或更多個基板支撐件**WT** (亦稱為「雙載物台」)之類型。在此類「多載物台」機器中，可並行地使用基板支撐件**WT**，及/或可對位於基板支撐件**WT**中之一者上的基板**W**進行準備基板**W**之後續曝光的步驟，同時將另一基板支撐件**WT**上之另一基板**W**用於在該另一基板**W**上曝光圖案。

【0018】除基板支撐件WT以外，微影設備LA亦可包含量測載物台。量測載物台經配置以固持感測器及/或清潔裝置。感測器可經配置以量測投影系統PS之屬性或輻射光束B之屬性。量測載物台可固持多個感測器。清潔裝置可經配置以清潔微影設備之部分，例如投影系統PS之一部分或提供浸潤液體之系統之一部分。量測載物台可在基板支撐件WT遠離投影系統PS時在投影系統PS下方移動。

【0019】在操作中，輻射光束B入射於固持於遮罩支撐件MT上之圖案化裝置(例如遮罩) MA，且藉由呈現於圖案化裝置MA上之圖案(設計佈局)而圖案化。在已橫穿遮罩MA的情況下，輻射光束B穿過投影系統PS，該投影系統將該光束聚焦至基板W之目標部分C上。藉助於第二定位器PW及位置量測系統IF，可精確地移動基板支撐件WT，例如以便將不同目標部分C定位在輻射光束B之路徑中聚焦及對準位置處。類似地，第一定位器PM及可能的另一位置感測器(其未在圖1中明確地描繪)可用於關於輻射光束B之路徑來精確地定位圖案化裝置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MA及基板W。儘管如所繪示之基板對準標記P1、P2佔據專用目標部分，但該等基板對準標記可位於目標部分之間的空間中。在基板對準標記P1、基板對準標記P2位於目標部分C之間時，此等基板對準標記稱為切割道對準標記。

【0020】如圖2中所展示，微影設備LA可形成微影單元LC (有時亦被稱作微影單元(lithocell)或微影(litho)叢集)之部分，該微影單元通常亦包括用於對基板W執行曝光前程序及曝光後程序之設備。常規地，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的顯影器DE、例如用於調節基板W之溫度(例如用於調節抗蝕劑層中之溶劑)之冷卻

板CH及烘烤板BK。基板處置器或自動機RO自輸入/輸出埠I/O1、I/O2拾取基板W，在不同程序設備之間移動該等基板且將基板W遞送至微影設備LA之裝載匣LB。微影單元中通常亦統稱為塗佈顯影系統之裝置通常處於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可受監督控制系統SCS控制，該監督控制系統亦可例如經由微影控制單元LACU控制微影設備LA。

**【0021】** 為了正確且一致地曝光由微影設備LA曝光之基板W，需要檢測基板以量測經圖案化結構之屬性，諸如後續層之間的疊對誤差、線厚度、臨界尺寸(CD)等。為此目的，可在微影單元LC中包括檢測工具(未展示)。若偵測到誤差，則可例如對後續基板之曝光或對待對基板W執行之其他處理步驟進行調整，尤其是在同一批量或批次之其他基板W仍待曝光或處理之前進行檢驗的情況下。

**【0022】** 亦可被稱作度量衡裝置之檢測裝置用於判定基板W之屬性，且尤其判定不同基板W之屬性如何變化或與同一基板W之不同層相關聯之屬性在不同層間如何變化。檢查設備可替代地經建構以識別基板W上之缺陷，且可例如為微影單元LC之部分，或可整合至微影設備LA中，或可甚至為獨立裝置。檢測裝置可量測潛像(曝光之後在抗蝕劑層中之影像)上之屬性，或半潛像(曝光後烘烤步驟PEB之後在抗蝕劑層中之影像)上之屬性，或經顯影抗蝕劑影像(其中抗蝕劑之曝光部分或未曝光部分已移除)上之屬性，或甚至經蝕刻影像(在諸如蝕刻之圖案轉印步驟之後)上之屬性。

**【0023】** 典型地，微影設備LA中之圖案化程序係在處理中之最關鍵步驟中的一者，其需要基板W上之結構之尺寸標定及置放的高精度。為確

保此高精度，可將三個系統組合於所謂的「整體」控制環境中，如圖3中示意性地描繪。此等系統中之一者為微影設備LA，其(實際上)連接至度量衡工具MT (第二系統)且連接至電腦系統CL (第三系統)。此「整體」環境之關鍵在於最佳化此等三個系統之間的合作以增強總體程序窗且提供嚴格控制迴路，從而確保由微影設備LA執行之圖案化保持在程序窗內。程序窗定義程序參數(例如劑量、聚焦、疊對)之範圍，特定製造程序在該範圍內產生經定義結果(例如功能半導體裝置)-典型地允許微影程序或圖案化程序中的程序參數在該範圍內變化。

**【0024】** 電腦系統CL可使用待圖案化之設計佈局(之部分)來預測使用哪些解析度增強技術且執行計算微影模擬及計算，以判定哪些遮罩佈局及微影設備設定達成圖案化程序之最大總程序窗(在圖3中由第一標度SC1中之雙箭頭描繪)。典型地，解析度增強技術經配置以匹配微影設備LA之圖案化可能性。電腦系統CL亦可用於偵測微影設備LA當前正在程序窗內何處操作(例如使用來自度量衡工具MT之輸入)以預測歸因於例如次佳處理是否可能存在缺陷(在圖3中由第二標度SC2中之指向「0」之箭頭描繪)。

**【0025】** 度量衡工具MT可將輸入提供至電腦系統CL以實現精確模擬及預測，且可將回饋提供至微影設備LA以識別例如微影設備LA之校準狀態中的可能漂移(在圖3中由第三標度SC3中之多個箭頭描繪)。

**【0026】** 在微影程序中，需要頻繁地對所產生之結構進行量測，例如，以用於程序控制及驗證。用以進行此類量測之工具通常稱為度量衡工具MT。用於進行此類量測之不同類型的度量衡工具MT為已知的，包括掃描電子顯微鏡或各種形式之散射計度量衡工具MT。散射計為多功能儀

器，其允許藉由在光瞳或與散射計之物鏡之光瞳共軛的平面中具有感測器來量測微影程序之參數，量測通常被稱作以光瞳為基礎之量測，或藉由在影像平面或與影像平面共軛之平面中具有感測器來量測微影製程之參數，在此情況下量測通常被稱作以影像或場為基礎之量測。以全文引用之方式併入本文中之專利申請案US20100328655、US2011102753A1、US20120044470A、US20110249244、US20110026032或EP1,628,164A中進一步描述此類散射計及相關聯量測技術。前述散射計可使用來自軟x射線及近IR波長範圍可見的光來量測光柵。

**【0027】** 在第一實施例中，散射計MT為角解析散射計。在此散射計中，重建構方法可應用於經量測信號以重建構或計算光柵之屬性。舉例而言，此重建構可由模擬散射輻射與目標配置之數學模型的互動及比較模擬結果與量測的結果引起。調整數學模型之參數，直至經模擬相互作用產生與自真實目標觀測到之繞射圖案類似的繞射圖案為止。

**【0028】** 在第二實施例中，散射計MT為光譜散射計MT。在此光譜散射計MT中，由輻射源發射之輻射經導向至目標上且來自目標之經反射或經散射輻射經導向至光譜儀偵測器上，該光譜儀偵測器量測鏡面反射輻射的光譜(亦即隨波長而變之強度之量測)。根據此資料，可例如藉由嚴密耦合波分析及非線性回歸或藉由與經模擬光譜庫比較來重建構產生偵測到之光譜的目標之結構或輪廓。

**【0029】** 在第三實施例中，散射計MT為橢圓量測散射計。橢圓量測散射計允許藉由量測針對各偏振狀態之散射輻射來判定微影程序之參數。此度量衡設備藉由在度量衡設備之照明區段中使用例如適當偏振濾波器來發射偏振光(諸如線性、圓形或橢圓)。適用於度量衡設備之源亦可提

供偏振輻射。現有橢圓量測散射計之各種實施例描述於以全文引用之方式併入本文中之美國專利申請案11/451,599、11/708,678、12/256,780、12/486,449、12/920,968、12/922,587、13/000,229、13/033,135、13/533,110及13/891,410中。

【0030】圖4中描繪度量衡設備，諸如散射計。該度量衡設備包含將輻射投影至基板W上之寬頻(白光)輻射投影儀2。將反射或散射輻射傳遞至光譜儀偵測器4，該光譜儀偵測器量測鏡面反射輻射之光譜6 (亦即隨波長而變化之強度之量測)。根據此資料，可藉由處理單元PU，例如藉由嚴密耦合波分析及非線性回歸或藉由與如在圖4之底部處所展示的經模擬光譜庫比較來重建構產生偵測到之光譜的結構或輪廓8。一般而言，對於重建構，結構之一般形式係已知的，且根據用來製造結構之程序的知識來假定一些參數，使得結構之僅幾個參數自散射量測資料判定。此類散射計可經組態為正入射散射計或斜入射散射計。

【0031】圖5(a)呈現度量衡設備且更具體言之暗場散射計之一實施例。圖5(b)中更詳細地繪示目標T及用以照明該目標之量測輻射的繞射射線。所繪示之度量衡設備屬於被稱為暗場度量衡設備之類型。度量衡設備可為一獨立裝置，或併入於例如量測站處之微影設備LA中抑或併入於微影單元LC中。貫穿設備具有若干分支之一光學軸線由點線O表示。在此設備中，由源11 (例如氙氣燈)發射之光係由包含透鏡12、14及物鏡16之光學系統經由光束分裂器15而導向至基板W上。此等透鏡以4F配置之雙重序列進行配置。可使用不同透鏡配置，其限制條件為：該透鏡配置仍將一基板影像提供至一偵測器上，且同時允許存取一中間光瞳平面以用於空間頻率濾波。因此，照明角度可經設計或調整成使得進入物鏡之一階射線與

中心光學軸線緊密地對準。圖5(a)及圖5(b)中所繪示之射線被展示為稍微偏離軸線，以純粹地使其能夠在圖式中較容易地被區分。

【0032】由基板W上之目標T繞射的至少0階及+1階由物鏡16收集，且導引返回通過光束分裂器15。返回至圖5(a)，藉由指明標註為北(N)及南(S)之完全相對孔徑而繪示第一照明模式及第二照明模式兩者。當量測輻射之入射射線I來自光學軸線之北側時，亦即，當使用孔徑板13N來實施第一照明模式時，經標記為+1(N)之+1繞射射線進入物鏡16。相比之下，當使用孔徑板13S來實施第二照明模式時，-1繞射射線(標記為1(S))為進入透鏡16之繞射射線。

【0033】第二光束分裂器17將繞射光束劃分成兩個量測分支。在第一量測分支中，光學系統18使用零階繞射光束及一階繞射光束形成第一感測器19 (例如一CCD或CMOS感測器)上之目標之一繞射光譜(光瞳平面影像)。各繞射階射中感測器上之一不同點，使得影像處理可比較及對比各階。由感測器19捕捉之光瞳平面影像可用於聚焦度量衡設備及/或正規化一階光束之強度量測。光瞳平面影像亦可用於諸如重建構之多種量測目的。本文中所揭示之概念係關於使用此分支之光瞳量測。

【0034】在第二量測分支中，光學系統20、22在感測器23 (例如一CCD或CMOS感測器)上形成目標T之影像。在第二量測分支中，一孔徑光闌21設置於與光瞳平面共軛之一平面中。孔徑光闌21用以阻擋零階繞射光束，使得形成於感測器23上之目標之影像係僅由-1或+1一階光束形成。由感測器19及23捕捉之影像經輸出至處理影像之處理器PU，該處理器之功能將取決於正執行之量測的特定類型。應注意，在廣泛意義上使用術語『影像』。由此，若僅存在-1階及+1階中之一者，則將不形成光柵線之影

像。圖5(a)、5(c)及5(d)中所展示之孔徑板13及場光闌21之特定形式純粹為實例。

**【0035】** 圖6描繪根據已知實務形成於基板上之複合目標。複合目標包含四個子目標或雙層光柵32至35，該等子目標或雙層光柵緊密地定位在一起，使得其將皆在由度量衡設備之照明光束形成的量測位點31內。該四個子目標因此皆經同時地照明且同時地成像於感測器19及23上。在專用於疊對量測之一實例中，光柵32至35由在形成於基板W上之半導體裝置之不同層中圖案化的上覆光柵形成。光柵32至35可具有以不同方式偏置之疊對偏移(其各別層中之光柵之間的故意定位偏移)，以促進量測形成複合光柵之不同部分的層之間的疊對。光柵32至35亦可在其定向方面不同(如所展示)，以便使入射輻射在X方向及Y方向上繞射。在一個實例中，光柵32及34為分別具有為+d、-d之偏置的X方向光柵。光柵33及35為分別具有偏移+d及-d之Y方向光柵。可在由感測器23捕捉之影像中識別此等光柵之單獨影像。

**【0036】** 圖7展示在使用來自圖5(d)之孔徑板13NW或13SE的情況下在圖5(a)之設備中使用圖6之目標而可形成於感測器23上且由感測器23偵測的影像之實例。儘管光瞳平面影像感測器19不可解析不同個別光柵32至35，但影像感測器23可進行此解析。暗矩形表示感測器上之影像場，在該影像場內，基板上之經照明位點31經成像至對應圓形區域41中。在此場內，矩形區域42至45表示小目標光柵32至35之影像。若光柵位於產品區域中，則產品特徵亦可在此影像場之周邊中可看。影像處理器及控制器PU使用圖案識別來處理此等影像以識別光柵32至35之單獨影像42至45。以此方式，影像並非必須在感測器框架內之特定位置處極精確地對

準，此極大地改良量測設備整體上之產出率。

【0037】 一旦已識別光柵之單獨影像，就可例如藉由平均化或求和經識別區域內之經選擇像素強度值來量測彼等個別影像之強度。可將影像之強度及/或其他屬性彼此進行比較。可組合此等結果以量測微影程序之不同參數。疊對效能係此參數之重要實例。

【0038】 可經監測之微影程序之另一重要參數為聚焦。需要將不斷增長數目個電子組件整合於IC中。為了實現此整合，有必要減低組件之大小，且因此增加投影系統之解析度，使得可將愈來愈小的細節或線寬投影於基板之目標部分上。隨著微影中之臨界尺寸(CD)收縮，橫越基板及基板之間的聚焦之一致性變得愈來愈重要。CD為變化將造成一或多個特徵之物理屬性之非所要變化的該特徵之尺寸(諸如電晶體之閘極寬度)。

【0039】 在印刷產品特徵的同時，可將包括某些聚焦度量衡圖案之度量衡目標印刷在基板上。可使用例如基於繞射之技術，例如使用圖5(a)之設備來量測此等列印圖案之量測。為允許使用小目標，可使用設備之暗場成像分支來執行此等量測。然而，亦可使用光瞳成像分支來進行基於繞射之量測。當然，圖5(a)中所展示之設備僅為可用以執行聚焦或疊對量測之檢測設備及方法的一個實例。

【0040】 適用於聚焦監測之目標之實例包括常常被稱作基於繞射之聚焦(DBF或 $\mu$ DBF)目標之目標。藉由在倍縮光罩上之光柵圖案中提供子分段特徵來產生已知類型之DBF目標。在更多固體(較大)特徵旁邊，此等特徵具有小於微影設備之成像解析度的尺寸。因此，該等特徵不作為抗蝕劑層中之個別特徵而印刷於基板上，但該等特徵以對聚焦誤差敏感之方式影響固體特徵之印刷。具體言之，此等特徵之存在針對DBF度量衡目標內

之光柵中之各線產生不對稱抗蝕劑剖面，其中不對稱度取決於聚焦。因此，諸如圖5(a)之檢測設備之度量衡工具可自形成於基板上之日標量測不對稱度且將此平移至掃描器聚焦中。

**【0041】** 在光學晶圓度量衡中，量測通常受到源自量測工具上、度量衡目標上或經量測晶圓上之假影影響。最重要假影中之一些為位點非均質性(有時縮寫為「spoho」)、感測器不對稱性、堆疊串擾、重影強度及視差效應。將在下文描述此等現象、解決此等現象之本發明方法及此等本發明方法之缺點中之各者。

**【0042】** 在存在位點非均質性的情況下，照明目標之量測位點並非完美均質的，且目標之一些部分較其他部分接收更多光。此可量測為不對稱性且因此解譯為所關注參數(例如掃描儀聚焦或疊對)之變化，而非簡單強度變化。經量測目標之空間佈局及將目標置放於照明位點之中心時之較小不精度兩者貢獻於歸因於位點非均質性之誤差。

**【0043】** 解決位點非均質性之現有技術主要包含兩種主要途徑：位點非均質性線上校準及執行時間微移動。位點非均質性線上校準包含使用與將用於製造環境(例如高量製造或HVM環境)中之目標的實際量測相同的照明條件(例如波長及偏振組合)量測照明位點內之不同位置處之目標。根據此等擷取，可作出可稍後在HVM期間使用的位點強度之靜態圖，以校正來自目標之經量測強度。基於影像之位點非均質性校準包含利用與將用於HVM環境之照明條件相同的照明條件照明較大繞射目標。記錄強度圖以供稍後校正。在任一情況下，位點非均質性線上校準需要晶圓開銷時間。由於此情形，掃描經限於極少點，從而限制強度圖之精度及精度兩者。

【0044】 執行時間微移動包含至少兩種擷取中量測待量測之每一目標，每次具有校準目標之兩個(或更多個)部分之間的位點非均質性之平均影響之位置差量。然而，微移動尤其降低度量衡產出率且其(平均而言)僅在目標之兩個(或更多個)固定位置之間起作用。

【0045】 如已論述，當使用諸如圖5(a)中所繪示之設備的暗場散射計時，聚焦及疊對目標兩者量測來自目標之不同部分之繞射階之間及/或繞射光之間的差值。因此，感測器中之任何不對稱性(例如由照明輪廓或由光學系統造成)直接影響量測之精度。

【0046】 第一類型之感測器不對稱線上校正包含在不同定向處量測目標：例如，將目標置放於第一晶圓位置處之第一定向(關於感測器)及將目標置放於第二晶圓位置處之第二定向。兩個定向通常為0度及180度旋轉，其允許量測稍後可用以校準實際量測之不對稱性因數。此改進包含在多個晶圓部位處量測多個目標，藉此允許晶圓位置相依性校正。然而，感測器不對稱性校正需要晶圓開銷時間。該等感測器不對稱性校正(至少在較簡單實施中)可不考慮不對稱性之變化，該等變化取決於晶圓位置，例如歸因於堆疊變化或晶圓傾斜。較準確地進行不對稱性校正需要較長晶圓開銷時間。

【0047】 度量衡目標下方之晶圓堆疊之變化可藉由調諧繞射階之強度而影響所關注參數(例如聚焦或疊對)之量測。此情形引起程序變化，其經偵測為聚焦或疊對變化(堆疊串擾)。當前不存在校準程序變化之影響之方法，僅偵測程序變化。程序監測指示符(例如用於聚焦度量衡之「正規化距離」)嘗試將變化偵測為經量測目標之次要參數(諸如不對稱性與總強度之間的相關性)。將此等指示符與來自所關注參數之信號纏繞，且因

此，該等指示符可經盲變化至可能已經造成量測不精度之較小變化。

**【0048】** 重影強度表現為光係由光學系統內之組件(內部重影)或由光學系統外部之物件，例如所量測晶圓(外部重影)散射。內部重影可藉由在系統指向光束捕集器時記錄影像且自全部量測影像減去此等重影影像來進行校正。對於外部重影，影像可在系統指向反射器(例如反射參考基板)時進行記錄且再次自量測影像減去。儘管內部重影校正係有效的，但外部重影校正受未在與置放度量衡目標之堆疊相同的堆疊經量測的影響。此意謂量測期間所經歷之真實外部重影將始終不同於外部重影校準期間所量測之真實外部重影。

**【0049】** 當度量衡目標下方存在厚且透明堆疊時，可發生視差效應。可看到繞射光自目標或附近結構之反射與度量衡目標之影像重疊。此情形引起不準確的不對稱性量測，從而引起所計算聚焦或疊對之誤差。當前不存在校準或偵測此等效應之方式；當前不可能區分此等效應與實際至聚焦或疊對變化。

**【0050】** 本文中揭示新目標設計概念及相關聯度量衡方法，其旨在偵測及/或校正上文所描述之問題中的一或多者，而無需額外開銷時間亦不需要產出率減小。

**【0051】** 主要提議包含提供針對特定所關注參數(例如聚焦或疊對)設計及/或最佳化且包括例如呈光柵或線空間(LS)校準墊或子目標形式之一或多個對稱週期性結構或光柵的目標。此等光柵校準子目標可包含於單層內。光柵校準子目標可包含與度量衡光柵相同(或類似)的節距及(在可能時) CD，但不具有產生對所關注參數之相依性之特徵。視情況，一或多個其他反射(或空)校準子目標或目標襯墊可包含純粹反射區域(例如空白

晶圓區域)。

【0052】 光柵校準子目標應具有與所關注參數敏感子目標相同或類似節距及CD之原因為在一個影像中獲取兩個類型之子目標變得更容易。若CD極不同，則校準光柵相比於所關注參數敏感目標可能過於明亮(或反之亦然)，且因此可需要運用不同設定之兩個擷取以得到良好信號。節距及/或CD之此相似度應使得子目標之兩個集合在相同照明條件下產生最佳強度信號，其中最佳可理解為與感測器之動態範圍能力相關。

【0053】 因而，本文揭示一種判定對於基板上之包含複數個所關注參數不敏感子目標的一或多個目標的各別量測之校正之方法，該一或多個目標包含複數個所關注參數不敏感子目標使得各目標包含各自對所關注參數敏感之該等所關注參數敏感子目標及對所關注參數實質上低敏感或不敏感之一或多個所關注參數不敏感子目標中之一或多者，該方法包含：獲得與該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者相關的各別第一量測參數值；獲得複數個第二量測參數值，該複數個第二量測參數值包含與該複數個所關注參數不敏感子目標相關的各別第二量測參數值，與量測光束(或量測位點)之不同區域相關的該複數個第二量測參數值中之至少一些用於量測該一或多個目標；及使用該等第二量測參數值判定對於各該第一量測參數值之校正該量測光束之非均質性的位點非均質性校正。

【0054】 該等所關注參數不敏感子目標中之至少一些可各自包含週期性校準子目標，該週期性校準子目標包含對稱週期性結構，諸如線空間光柵。

【0055】 第二量測參數值可包含來自該複數個所關注參數不敏感子目標中之各者的繞射輻射之至少一個繞射階之強度值或相關度量。該方法

可包含：判定描述量測光束之至少一或多個部分內之強度的強度圖；及根據該強度圖判定該位點非均質性校正。

**【0056】** 該一或多個目標中之至少一者各自包含複數個所關注參數不敏感子目標，例如使得該一或多個目標將各自在量測光束之不同區域內進行量測。替代地或另外，一或多個目標可包含該基板上之複數個目標，使得對於該複數個目標之各別不同目標，該一或多個所關注參數不敏感子目標中之至少一者的位置關於該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者而在目標內變化，例如使得該一或多個目標將各自在用於不同目標之量測的量測光束之不同區域進行量測。

**【0057】** 可利用量測光束內之該目標在單一擷取內捕捉各別目標之各量測。可經由影像平面處之散射量測來獲得第一量測參數值及第二量測參數值。

**【0058】** 如將進一步描述，可使用此目標另外校正其他效應及誤差。

**【0059】** 圖8繪示可用於度量衡及校正之此目標之若干實例，其中圖8(a)為聚焦度量衡目標之實例，且圖8(b)為疊對度量衡目標之實例。在此實例中，目標包含聚焦敏感光柵85之四個襯墊81、81'、82、82' (參見實例細節)，該四個襯墊兩兩配對從而形成兩個聚焦目標。目標亦包含四個LS或光柵校準襯墊83，其包含與聚焦敏感光柵相同節距P及類似CD的線空間光柵86 (再次展示實例細節)，但不具有使得基板上曝光之目標自其聚焦敏感之倍縮光罩上之「梳狀」結構(子解析度特徵)。目標進一步包含不包含繞射結構之中心反射校準襯墊或空校準襯墊84 (經標記為O)。

**【0060】** 聚焦襯墊包含第一對鏡像(相互反向)襯墊81、81'及第二對

鏡像襯墊82、82'。光柵特徵參數 $w_1$ 、 $w_2$ 、 $w_3$ 中之一或多者在兩對鏡像襯墊之間變化，而節距 $P$ 不變化。聚焦襯墊如何起作用且如何根據該等聚焦襯墊推斷聚焦之基本原理已經描述且將不會進一步描述。在任何情況下，聚焦推斷細節、聚焦襯墊之數目及各聚焦襯墊之特定形式不與本發明之概念有關，且聚焦襯墊之數目及/或其基本形式可不同於此處所繪示。

【0061】圖8(b)繪示等效疊對目標。在此實例中，聚焦襯墊經替換為疊對襯墊32、33、34、35，其各自可具有與圖6中之其對應疊對襯墊32、33、34、35 (習知 $\mu$ DBO疊對目標)相同的形式。再次，襯墊之疊對光柵可具有與LS襯墊之光柵的節距相同的節距；然而，疊對光柵為形成於兩個層中之複合光柵，通常但視情況具有偏置(例如偏置 $+d$ 、 $-d$ )。視情況，如此處所展示，可提供在基板平面之兩個方向上之疊對目標。疊對推斷細節、疊對襯墊之數目及各疊對襯墊之特定形式不與本發明之概念相關，且疊對襯墊之數目及/或其基本形式可不同於此處所繪示。

【0062】在任一情況下，在正常量測序列期間，在與其他子目標相同的時間(例如在相同擷取內)且因此利用相同的擷取設定來捕捉LS校準襯墊83及(適用時)空校準襯墊84之強度。因而，提議如同存在多襯墊目標(例如，諸如圖6中所繪示之疊對目標，圖7中繪示該疊對目標之單一擷取量測)之情況，本文中所揭示之目標可在單一擷取中量測。此可為在晶圓之所有度量衡點處進行量測之情況。

【0063】由於目標上存在(視情況)多個對稱光柵，因此有可能產生照明位點內之強度輪廓之近似值。可判定LS校準襯墊83中之各者的強度值。強度值可獲自至少一個繞射階(例如 $+1$ 或 $-1$ 繞射階)或跨兩個互補繞射階(例如 $+1$ 及 $-1$ 繞射階)求平均值。可自度量衡系統之影像平面處之影像獲

得強度值。各強度值將經由量測位點之各別不同部分獲得，此係因為在擷取期間，各LS校準襯墊83將位於量測位點內之各別不同位置處。此允許判定強度圖，自該強度圖可將縮放校正應用於聚焦或疊對敏感光柵以便抵消位點非均質性問題之效應。作為替代(或另外)，一或多個LS校準襯墊可關於所關注參數敏感襯墊而在目標(且因此量測位點)內環繞移動，使得可量測此類目標之多個量測上方的量測位點輪廓。稍後更詳細地描述此實施例。

**【0064】** 另外，由於LS校準襯墊83之光柵為對稱的，因此該等光柵上所量測之任何不對稱性為感測器(感測器不對稱性)或程序假影之結果。此自動地提供充足資料以計算具有完整晶圓密度且無額外開銷時間之位置相依性感測器不對稱性校正(或工具不對稱性校正)。此校正可即時應用於所關注參數推斷。

**【0065】** 該方法可包含每個目標量測來自至少一個LS校準襯墊83之經量測信號之不對稱性且將此不對稱性歸於感測器不對稱性。此可接著用作用以校正(例如減去)來自主要度量衡襯墊(例如疊對或聚焦襯墊)之量測的感測器不對稱性校正。此可針對晶圓上方之不同位置處的各目標進行。以此方式，可校正位置相依性感測器不對稱性效應。

**【0066】** 另外，來自LS校準襯墊之與經量測以校正位點非均質性的量測資料相同的量測資料亦可用於偵測(例如小)引起經光柵繞射之總計光之變化的程序變化。由於LS校準襯墊不為聚焦或疊對敏感的(或至少較真實目標顯著較低敏感)，因此來自此等襯墊之經量測強度之(例如空間)變化將與程序變化直接相關，且因而可量測此變化且偵測到程序變化。另外，為了增加精度，可求多個相鄰LS校準襯墊(例如同一場內)之強度之平

均值，此係因為程序變化之空間頻率大於該場內之目標之典型密度。藉由使用來自所關注參數敏感目標之強度的習知監測關鍵效能指示符(KPI)將不可能進行此操作，此係因為程序變化之信號將由所關注參數之場內變化遮蔽。

**【0067】** 由於空襯墊84不含有任何結構，因此其應不在暗場影像中產生任何強度，對於暗場影像，零階(鏡面反射)輻射經阻擋且影像僅包含高階繞射輻射。此位置中量測之任何殘餘強度對應於重影強度。因而，對應於空襯墊之影像部分的此殘餘強度之量測可用作重影校正(例如，可自所關注參數襯墊量測減去)。

**【0068】** 可橫越校準光柵(校準光柵83、84之任一或兩種類型)之影像判定強度均一性(例如橫越晶圓)，以偵測可能視差效應。由於此等襯墊不為聚焦或疊對相依的，因此其橫越晶圓之強度變化應較小(主要由程序變化驅動)。因此，可根據全部晶圓位置判定校準目標之強度圖，且可偵測到任何陡峭強度變化(例如高於臨限值變化)，該等陡峭強度變化將指示存在位差效應。

**【0069】** 在一實施例中，目標內之校準襯墊之位置可隨著場內位置而變化。舉例而言，可以使得不同場內位置可包含不同位置中之一或多個校準光柵(本文所描述之任一種或兩種類型)之此類方式設計用於圖案化此等目標之倍縮光罩。此可實現(例如)位點非均質性及重影強度分佈之更詳細映射，此係因為可取樣量測位點內之更多位置。舉例而言，其亦意謂各個別目標可具有較少校準目標同時仍能夠正常表徵位點非均質性。此可節省倍縮光罩/基板可用面積及/或允許每日標更多實際度量衡墊(所關注參數敏感襯墊)。

【0070】 圖9繪示此實施例之實例。該圖示意性地展示一場90，此處包含9個晶粒91。此實例中之場具有五個度量衡點，該等度量衡點各自包含一目標92a、92b、92c、92d、92e。在此實例中，各目標包含八個所關注參數敏感襯墊(在此特定實例中，聚焦襯墊)，其允許更多目標組合以增加推斷所關注參數及一個LS校準襯墊(其在各場內位置處位於目標內之不同位置處)之精度。此允許位點非均質性之平均映射，同時最大化目標上專用於所關注參數敏感光柵之空間。

【0071】 因此，本文揭示實現校準、校正及/或監控諸如位點非均質性、(例如內部及外部)重影校準、感測器不對稱性、堆疊串擾及視差效應之問題而無需任何晶圓開銷或產出量減小的目標概念。可在單一擷取中量測目標。可利用完整晶圓密度進行校正，且利用與實際所關注參數量測之完全相同的擷取設定及相同堆疊來量測校正。可根據此類目標進程序變化之直接定性晶圓映射。可在整個晶圓上方(全部度量衡點)獲得校準資料，因此校正可為位置相依性，例如，場間及場內。

【0072】 本發明方法、電腦程式、非暫時性電腦程式載體、處理配置、度量衡裝置及基板之其他實施例揭示於經編號條項之後續清單中：

1. 一種判定對於基板上之至少一個目標的量測之校正之方法，該目標包含：一或多個聚焦敏感子目標，其中之各者已各自以聚焦相依不對稱性形成於該基板上；及一或多個聚焦不敏感子目標，其中之各者已各自以較低或無聚焦相依不對稱性形成於該基板上，該方法包含：

獲得與該一或多個聚焦敏感子目標中之各者相關的各別聚焦值；

獲得與該一或多個聚焦不敏感子目標中之各者相關的各別第二量測參數值；及

使用該第二量測參數值判定對於各該聚焦值之校正及/或偵測可能影響來自該等第二量測參數值之聚焦值的精度之效應的存在。

2. 如條項1之方法，其中該一或多個聚焦不敏感子目標中之至少一者為包含對稱週期性結構之週期性校準子目標。

3. 如條項2之方法，其中各該週期性校準子目標包含於單層內。

4. 如條項2或3之方法，其中各該週期性校準子目標之該對稱週期性結構為線空間光柵。

5. 如條項2至4中任一項之方法，其中該等聚焦敏感子目標中之各者包含週期性結構，且聚焦敏感子目標之節距與週期性校準子目標之節距相同。

6. 如條項2至5中任一項之方法，其中該等聚焦敏感子目標之臨界尺寸與週期性校準子目標之臨界尺寸相同，或足夠相似使得各自在用於該量測步驟之感測器的動態範圍內在相同照明條件下產生強度信號。

7. 如條項2至6中任一項之方法，其包含自該等第二量測參數值量測該一或多個週期性校準子目標之不對稱性；及

根據該一或多個週期性校準子目標之該經判定不對稱性而將該校正判定為對感測器不對稱性之校正。

8. 如條項7之方法，其中該不對稱性經量測作為與正高繞射階相關之正第二量測參數值與與互補負高繞射階相關之負第二量測參數值之間的自同一聚焦不敏感子目標量測之差值。

9. 如條項7或8之方法，其包含量測該基板上方之複數個不同目標的該不對稱性以獲得複數個不對稱性值；及

根據該複數個不對稱性值判定對於感測器不對稱性之該校正作為對

於感測器不對稱性之基板位置相依性校正。

10. 如條項2至9中任一項之方法，其中目標包含複數個該等週期性校準子目標。

11. 如條項2至10中任一項之方法，其包含量測該基板上之複數個該等目標，其中該一或多個週期性校準子目標中之至少一者之位置在目標內與目標之間變化。

12. 如條項10或11之方法，其中該校正為校正量測步驟中量測該目標使用之量測光束之非均質性的位點非均質性校正。

13. 如條項12之方法，其包含使用來自該或各目標內之不同位置之該等第二量測參數值以判定該位點非均質性校正。

14. 如條項13之方法，其中來自該或各目標內之不同位置的該等第二量測參數值用以表徵位點非均質性。

15. 如條項10至14中任一項之方法，其包含使用來自該或各目標內之不同位置的該等第二量測參數值以偵測引起來自週期性校準子目標之繞射輻射之變化的程序變化。

16. 如條項15之方法，其中該程序變化經判定為在不同目標或目標群組之週期性校準子目標之間的該等第二量測參數值之變化經判定為高於臨限值時存在。

17. 如條項16之方法，其包含在判定該程序變化時求來自目標之各場或相鄰群組之該等第二量測參數值之平均值，及判定該等群組之間的該變化。

18. 如任一前述條項之方法，其中該一或多個聚焦不敏感子目標中之至少一者包含不包含繞射結構之空校準子目標。

19. 如條項18之方法，其包含根據該空校準子目標判定殘餘第二量測參數值；及

根據該殘餘第二量測參數值將該校正判定為重影校正。

20. 如條項19之方法，其包含量測該基板上方之複數個不同目標之該殘餘第二量測參數值；及

將該重影校正判定為基板位置相依性重影校正。

21. 如任一前述條項之方法，其包含評估該等第二量測參數值橫越基板之均一性，且在強度之變化率高於臨限值的情況下判定待存在之視差效應。

22. 如任一前述條項之方法，其中該(等)聚焦值及該(等)第二量測參數值包含強度值或相關度量。

23. 如任一前述條項之方法，其中對於該至少一個目標之目標之各量測即時地執行該判定校正步驟。

24. 如任一前述條項之方法，其包含量測該目標以獲得該等聚焦值及第二量測參數值。

25. 如條項24之方法，其中該量測步驟包含在單一影像內捕捉該目標。

26. 如條項25之方法，其中該量測步驟包含在單一量測擷取內捕捉該目標。

27. 一種電腦程式，其包含可操作以在適合之設備上運行時執行如條項1至25中任一項之方法的程式指令。

28. 一種非暫時性電腦程式載體，其包含如條項27之電腦程式。

29. 一種處理配置，其包含：

如條項28之非暫時性電腦程式載體；及  
處理器，其可操作以運行包含於該非暫時性電腦程式載體上之電腦  
程式。

30. 一種度量衡裝置，其可操作以執行如條項1至26中任一項之方法。

31. 如條項30之度量衡裝置，其包含：

基板支撐件，其用於支撐該基板；及

光學系統，其用於捕捉已自該基板上之該目標散射的散射輻射；及

偵測器，其用於偵測所捕捉散射輻射。

32. 如條項30或31之度量衡裝置，其包含散射量測裝置。

33. 如條項32之度量衡裝置，其包含暗場散射量測裝置，其中偵測到之所捕捉散射輻射不包含來自目標之零階反射輻射。

34. 一種基板，其包含：

至少一個目標，其包含：一或多個聚焦敏感子目標，其中之各者已各自以聚焦相依不對稱性形成於該基板上；及一或多個聚焦敏感子目標；其中之各者已各自以較低或無聚焦相依不對稱性形成於該基板上。

35. 如條項34之基板，其中該一或多個聚焦不敏感子目標中之至少一者為包含對稱週期性結構之週期性校準子目標。

36. 如條項35之基板，其中各該週期性校準子目標包含於單層內。

37. 如條項36或37之基板，其中各該週期性校準子目標之該對稱週期性結構為線空間光柵。

38. 如條項35至37中任一項之基板，其中該等聚焦敏感子目標中之各者包含週期性結構，且聚焦敏感子目標之節距與週期性校準子目標之節

距相同。

39. 如條項35至38中任一項之基板，其中該等聚焦敏感子目標之臨界尺寸與週期性校準子目標之臨界尺寸相同或類似。

40. 如條項35至39中任一項之基板，其中目標包含複數個該等週期性校準子目標。

41. 如條項35至40中任一項之基板，其包含複數個該等目標，其中該一或多個週期性校準子目標中之至少一者之位置在目標內與目標之間變化。

42. 如條項34至41中任一項之基板，其中該一或多個聚焦不敏感子目標中之至少一者包含不包含繞射結構之空校準子目標。

43. 如條項34至42中任一項之基板，其中該至少一個目標之各目標可在度量衡工具之量測位點內進行量測。

44. 如條項34至43中任一項之基板，其中該至少一個目標之各目標在基板平面之各維度上小於30  $\mu\text{m}$ 。

45. 如條項34至44中任一項之基板，其中該至少一個目標之各目標在基板平面之各維度上小於20  $\mu\text{m}$ 。

46. 一種判定對於基板上之包含複數個所關注參數不敏感子目標的一或多個目標的各別量測之校正之方法，該一或多個目標包含複數個所關注參數不敏感子目標使得各目標包含各自對所關注參數敏感之該等所關注參數敏感子目標及對所關注參數實質上低敏感或不敏感之一或多個所關注參數不敏感子目標中之一或多者，該方法包含：

獲得與該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者相關的各別第一量測參數值；

獲得複數個第二量測參數值，該複數個第二量測參數值包含與該複數個所關注參數不敏感子目標中之各者相關的各別第二量測參數值，該複數個第二量測參數值中之至少一些與用於量測該一或多個目標之量測光束之不同區域相關；及

使用該等第二量測參數值判定對於各該第一量測參數值之校正該量測光束之非均質性的位點非均質性校正。

47. 如條項46之方法，其中該等所關注參數不敏感子目標中之至少一些各自包含週期性校準子目標，該週期性校準子目標包含對稱週期性結構。

48. 如條項46或47之方法，其中該等第二量測參數值包含來自各該複數個所關注參數不敏感子目標之至少一個繞射階的強度值或相關度量。

49. 如條項46至48中任一項之方法，其包含判定描述量測光束之至少一或多個部分內之強度的強度圖；及

根據該強度圖判定該位點非均質性校正。

50. 如條項46至49中任一項之方法，其中該一或多個目標中之至少一者各自包含複數個所關注參數不敏感子目標。

51. 如條項46至50中任一項之方法，其中該一或多個目標包含該基板上之複數個目標，且其中針對該複數個目標之各別不同目標，該一或多個所關注參數不敏感子目標中之至少一者之位置關於該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者而在目標內變化。

52. 如條項46至51中任一項之方法，其包含用以量測該一或多個目標中之各者以獲得該等第一量測參數值及該等第二量測參數值之初步量測步驟；

其中利用量測光束內之該目標在單一擷取內捕捉各別目標之各量測。

53. 如條項46至52中任一項之方法，其進一步包含：

對於該基板上方之複數個不同目標判定該一或多個所關注參數不敏感子目標之該不對稱性，以獲得複數個不對稱性值；及

根據該複數個不對稱性值判定對於感測器不對稱性之基板位置相依性校正。

54. 如條項46至53中任一項之方法，其進一步包含使用該等第二量測參數值以偵測程序變化，該程序變化引起來自所關注參數不敏感子目標之繞射輻射之變化。

55. 如條項54之方法，其中該程序變化經判定為在不同目標或目標群組之所關注參數不敏感子目標之間的該等第二量測參數值之變化經判定為高於臨限值時存在。

56. 如條項54或55之方法，其包含在判定該程序變化時求來自目標之各場或相鄰群組之該等第二量測參數值之平均值，及判定該等群組之間的該變化。

57. 如條項46至56中任一項之方法，其中該一或多個所關注參數不敏感子目標中之至少一者包含不包含繞射結構之空校準子目標；該方法包含：

根據該空校準子目標判定殘餘第二量測參數值；及

根據該殘餘第二量測參數值判定重影校正。

58. 如條項57之方法，其包含量測該基板上方之複數個不同目標之該殘餘第二量測參數值；及

將該重影校正判定為基板位置相依性重影校正。

59. 如條項46至58中任一項之方法，其包含：

評估橫越該基板之該等第二量測參數值之均一性；及

在強度之變化率高於臨限值之情況下判定將存在視差效應。

60. 如條項46至59中任一項之方法，其包含判定該複數個所關注參數敏感子目標中之各者之不對稱性以獲得該等第一量測參數值。

61. 如條項46至60中任一項之方法，其中該(等)第一量測參數值及該等第二量測參數值係經由影像平面處之散射量測量測獲得。

62. 如條項46至61中任一項之方法，其中各該所關注參數不敏感子目標包含於單層內。

63. 如條項46至62中任一項之方法，其中該所關注參數不敏感子目標各自為線空間光柵。

64. 如條項46至63中任一項之方法，其中該等所關注參數敏感子目標中之各者包含週期性結構，且所關注參數敏感子目標之節距與所關注參數不敏感子目標之節距相同。

65. 如條項46至64中任一項之方法，其中該等所關注參數敏感子目標之臨界尺寸與所關注參數不敏感子目標之臨界尺寸相同或足夠類似，使得各自在用於該量測步驟之感測器的動態範圍內在相同照明條件下產生強度信號。

66. 如條項46至65中任一項之方法，其包含使用來自該或各目標內之不同位置之該等第二量測參數值以判定該位點非均質性校正。

67. 如條項66之方法，其中來自該或各目標內之不同位置的該等第二量測參數值用以表徵位點非均質性。

68. 如條項46至67中任一項之方法，其中該等所關注參數敏感子目標包含疊對目標且該所關注參數為疊對的。

69. 如條項46至67中任一項之方法，其中該等所關注參數敏感子目標包含聚焦目標且該所關注參數為聚焦的。

70. 如條項46至69中任一項之方法，其中對於該至少一個目標之目標的各量測即時地執行該判定校正步驟。

71. 如條項46至70中任一項之方法，其包含量測該目標以獲得該等第一量測參數值及第二量測參數值。

72. 如條項71之方法，其中該量測步驟包含在單一影像內捕捉該目標。

73. 如條項72之方法，其中該量測步驟包含在單一量測擷取內捕捉該目標。

74. 一種電腦程式，其包含可操作以在適合之設備上運行時執行如條項46至73中任一項之方法的程式指令。

75. 一種非暫時性電腦程式載體，其包含如條項74之電腦程式。

76. 一種處理配置，其包含：

如條項75之非暫時性電腦程式載體；及

處理器，其可操作以運行包含於該非暫時性電腦程式載體上之電腦程式。

77. 一種度量衡裝置，其可操作以執行如條項46至73中任一項之方法。

78. 如條項77之度量衡裝置，其包含：

基板支撐件，其用於支撐該基板；及

光學系統，其用於捕捉已自該基板上之該目標散射的散射輻射；及偵測器，其用於偵測所捕捉散射輻射。

79. 如條項77或78之度量衡裝置，其包含散射量測裝置。

80. 如條項79之度量衡裝置，其包含暗場散射量測裝置，其中偵測到之所捕捉散射輻射不包含來自目標之零階反射輻射。

81. 一種基板，其包含：

複數個目標，各目標包含：一或多個所關注參數敏感子目標，其各自對所關注參數敏感；及一或多個所關注參數不敏感子目標，其對所關注參數實質上低敏感或不敏感；及

其中針對該複數個目標之各別不同目標，該一或多個所關注參數不敏感子目標中之至少一者之位置關於該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者而在目標內變化。

82. 如條項81之基板，其中該等所關注參數不敏感子目標中之至少一些各自為週期性校準子目標，該週期性校準子目標包含對稱週期性結構。

83. 如條項81之基板，其中該所關注參數不敏感子目標各自包含於單層內。

84. 如條項81或83之基板，其中各該所關注參數不敏感子目標各自為線空間光柵。

85. 如條項81至84中任一項之基板，其中該等所關注參數敏感子目標中之各者包含週期性結構，且所關注參數敏感子目標之節距與所關注參數不敏感子目標之節距相同。

86. 如條項81至85中任一項之基板，其中該等所關注參數敏感子目

標之臨界尺寸與所關注參數不敏感子目標之臨界尺寸相同或類似。

87. 如條項81至86中任一項之基板，其中該一或多個目標中之至少一者各自包含複數個所關注參數不敏感子目標。

88. 如條項81至87中任一項之基板，其中該一或多個所關注參數不敏感子目標中之至少一者包含不包含繞射結構之空校準子目標。

89. 如條項81至88中任一項之基板，其中該等所關注參數敏感子目標包含疊對目標。

90. 如條項81至89中任一項之基板，其中該等所關注參數敏感子目標包含聚焦目標。

91. 如條項81至90中任一項之基板，其中該至少一個目標之各目標可在度量衡工具之量測位點內進行量測。

92. 如條項81至91中任一項之基板，其中該至少一個目標之各目標在基板平面之各維度上小於30  $\mu\text{m}$ 。

93. 如條項81至92中任一項之基板，其中該至少一個目標之各目標在基板平面之各維度上小於20  $\mu\text{m}$ 。

94. 一種判定對於基板上之複數個目標之量測的校正之方法，各目標包含：一或多個所關注參數敏感子目標，其各自對所關注參數敏感；及一或多個所關注參數不敏感子目標，其對所關注參數實質上低敏感或不敏感，該方法包含：

獲得與該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者相關的各別第一量測參數值；

獲得與該一或多個所關注參數不敏感子目標中之各者之不對稱性相關的各別第二量測參數值；及

根據該複數個不對稱性值判定對於各該第一量測參數值之感測器不對稱性的基板位置相依性校正。

95. 如條項94之方法，其中該一或多個所關注參數不敏感子目標中之至少一者為包含對稱週期性結構之所關注參數不敏感子目標。

96. 如條項94之方法，其中該所關注參數不敏感子目標各自包含於單層內。

97. 如條項94或95之方法，其中各該所關注參數不敏感子目標之該對稱週期性結構為線空間光柵。

98. 如條項94至97中任一項之方法，其中該等所關注參數敏感子目標中之各者包含週期性結構，且所關注參數敏感子目標之節距與所關注參數不敏感子目標之節距相同。

99. 如條項94至98中任一項之方法，其中該等所關注參數敏感子目標之臨界尺寸與所關注參數不敏感子目標之臨界尺寸相同或足夠類似，使得各自在用於該量測步驟之感測器的動態範圍內在相同照明條件下產生強度信號。

100. 如條項94至99中任一項之方法，其包含自該等第二量測參數值量測該一或多個所關注參數不敏感子目標之不對稱性；及

根據該一或多個所關注參數不敏感子目標之經判定不對稱性而判定對於感測器不對稱性之該校正。

101. 如條項100之方法，其中該不對稱性經量測作為與正高繞射階相關之正第二量測參數值與與互補負高繞射階相關之負第二量測參數值之間的根據同一所關注參數不敏感子目標量測之差值。

**【0073】** 儘管可在本文中特定地參考在IC製造中微影設備之使用，

但應理解，本文中所描述之微影設備可具有其他應用。可能其他應用包括製造整合式光學系統、用於磁疇記憶體之導引及偵測、平板顯示器、液晶顯示器(LCD)、薄膜磁頭等。

**【0074】** 儘管可在本文中特定地參考在微影設備之上下文中之本發明的實施例，但本發明之實施例可用於其他設備。本發明之實施例可形成遮罩檢測設備、度量衡設備或量測或處理諸如晶圓(或其他基板)或遮罩(或其他圖案化裝置)之物件的任何設備之部分。此等設備可一般稱為微影工具。此類微影工具可使用真空條件或環境(非真空)條件。

**【0075】** 儘管上文可能已經特定地參考在光學微影之上下文中對本發明之實施例的使用，但應瞭解，在上下文允許的情況下，本發明不限於光學微影，且可用於其他應用，例如壓印微影。

**【0076】** 儘管上文已描述本發明之特定實施例，但應瞭解，可以與所描述不同之其他方式來實踐本發明。以上描述意欲為繪示性，而非限制性的。因此，對於熟習此項技術者而言將顯而易見，可在不脫離下文所陳述之申請專利範圍之範疇的情況下對如所描述之本發明進行修改。

#### **【符號說明】**

##### **【0077】**

2: 輻射投影儀

4: 光譜儀偵測器

6: 光譜

8: 輪廓

11: 源

12: 透鏡

- 13: 孔徑板
- 13N: 孔徑板
- 13NW: 孔徑板
- 13S: 孔徑板
- 13SE: 孔徑板
- 14: 透鏡
- 15: 光束分裂器
- 16: 物鏡
- 17: 第二光束分裂器
- 18: 光學系統
- 19: 第一感測器
- 20: 光學系統
- 21: 孔徑光闌
- 22: 光學系統
- 23: 感測器
- 31: 量測位點/經照明位點
- 32: 光柵
- 33: 光柵
- 34: 光柵
- 35: 光柵
- 41: 圓形區域
- 42: 矩形區域
- 43: 矩形區域

44: 矩形區域  
45: 矩形區域  
81: 鏡像襯墊  
81': 鏡像襯墊  
82: 鏡像襯墊  
82': 鏡像襯墊  
83: 光柵校準襯墊  
84: 空校準襯墊  
85: 聚焦敏感光柵  
86: 線空間光柵  
90: 場  
91: 晶粒  
92a: 目標  
92b: 目標  
92c: 目標  
92d: 目標  
92e: 目標  
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  
CL: 電腦系統

DE: 顯影器  
I: 入射射線  
IF: 位置量測系統  
IL: 照明系統  
I/O1: 輸入/輸出埠  
I/O2: 輸入/輸出埠  
LA: 微影設備  
LACU: 微影控制單元  
LB: 裝載匣  
LC: 微影單元  
MA: 圖案化裝置  
MT: 遮罩支撐件/度量衡工具/散射計  
M1: 遮罩對準標記  
M2: 遮罩對準標記  
O: 點線  
P: 節距  
PM: 第一定位器  
PS: 投影系統  
PU: 處理器  
PW: 第二定位器  
P1: 基板對準標記  
P2: 基板對準標記  
RO: 自動機

SC: 旋塗器

SC1: 第一標度

SC2: 第二標度

SC3: 第三標度

SCS: 監督控制系統

SO: 輻射源

T: 目標

TCU: 塗佈顯影系統控制單元

W: 基板

WT: 基板支撐件

w1: 光柵特徵參數

w2: 光柵特徵參數

w3: 光柵特徵參數

X: 方向

Y: 方向

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種判定對於一基板上之包含複數個所關注參數不敏感子目標之一或多個目標的各別量測之一校正之方法，該一或多個目標包含該等所關注參數敏感子目標中之一或多者，使得各目標包含各自對一所關注參數敏感之該等所關注參數敏感子目標的一或多者及對該所關注參數實質上低敏感或不敏感之一或多個所關注參數不敏感子目標，該方法包含：

獲得與該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者相關的一各別第一量測參數值；

獲得複數個第二量測參數值，該複數個第二量測參數值包含與該複數個所關注參數不敏感子目標中之各者相關的一各別第二量測參數值，該複數個第二量測參數值中之至少一些與用於量測該一或多個目標之一量測光束之一不同區域相關；及

使用該等第二量測參數值判定對於各該第一量測參數值之校正該量測光束之非均質性的一位點非均質性校正 (spot inhomogeneity correction)。

### 【請求項2】

如請求項1之方法，其中該等所關注參數不敏感子目標中之至少一些各自包含一週期性校準子目標，該週期性校準子目標包含一對稱週期性結構。

### 【請求項3】

如請求項1或2之方法，其中該等第二量測參數值包含來自各該複數個所關注參數不敏感子目標之至少一個繞射階的強度值或一相關度量。

**【請求項4】**

如請求項1或2之方法，其包含判定描述該量測光束之至少一或多個部分內之強度的一強度圖；及

根據該強度圖判定該位點非均質性校正。

**【請求項5】**

如請求項1或2之方法，其中該一或多個目標中之至少一者各自包含複數個所關注參數不敏感子目標。

**【請求項6】**

如請求項1或2之方法，其中該一或多個目標包含該基板上之複數個目標，且其中針對該複數個目標之各別不同目標，該一或多個所關注參數不敏感子目標中之至少一者之位置關於該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者而在該目標內變化。

**【請求項7】**

如請求項1或2之方法，其包含用以量測該一或多個目標中之各者以獲得該等第一量測參數值及該等第二量測參數值之一初步量測步驟；

其中利用該量測光束內之該目標在一單一擷取內捕捉一各別目標之各量測。

**【請求項8】**

如請求項1或2之方法，其進一步包含：

對於該基板上方之複數個不同目標判定該一或多個所關注參數不敏感子目標之該不對稱性，以獲得複數個不對稱性值；及

根據該複數個不對稱性值判定對於感測器不對稱性之一基板位置相依性校正。

**【請求項9】**

如請求項1或2之方法，其進一步包含使用該等第二量測參數值以偵測程序變化，該程序變化引起來自該等所關注參數不敏感子目標之繞射輻射之變化。

**【請求項10】**

如請求項1或2之方法，其中該一或多個所關注參數不敏感子目標中之至少一者包含不包含繞射結構之一空校準子目標；該方法包含：

根據該空校準子目標判定一殘餘第二量測參數值；及

根據該殘餘第二量測參數值判定一重影校正(ghost correction)。

**【請求項11】**

如請求項1或2之方法，其包含：

評估橫越該基板之該等第二量測參數值之均一性；及

在強度之變化率高於一臨限值之情況下判定將存在一視差效應(parallax effect)。

**【請求項12】**

如請求項1或2之方法，其包含判定各該複數個所關注參數敏感子目標之一不對稱性以獲得該等第一量測參數值。

**【請求項13】**

如請求項1或2之方法，其中該(等)第一量測參數值及該等第二量測參數值係經由一影像平面處之散射量測(scatterometry)量測獲得。

**【請求項14】**

一種度量衡裝置，其可操作以執行如請求項1至13中任一項之方法。

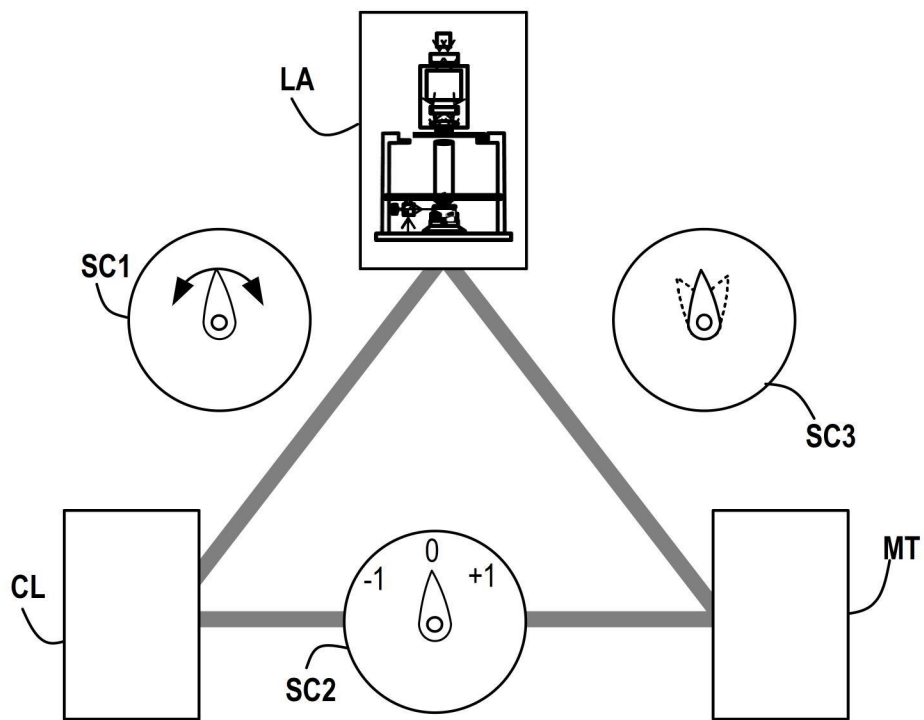
**【請求項15】**

一種基板，其包含：

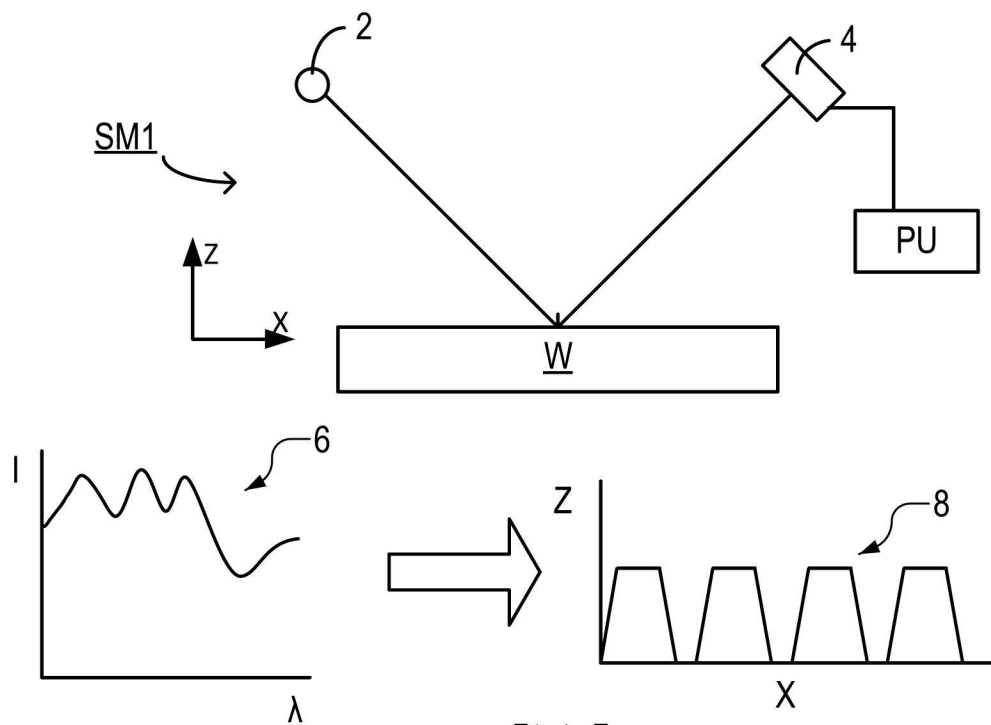
複數個目標，各目標包含：一或多個所關注參數敏感子目標，其各自對一所關注參數敏感；及一或多個所關注參數不敏感子目標，其對該所關注參數實質上低敏感或不敏感；及

其中針對該複數個目標之各別不同目標，該一或多個所關注參數不敏感子目標中之至少一者之位置關於(with respect to)該一或多個所關注參數敏感子目標中之各者而在該目標內變化。

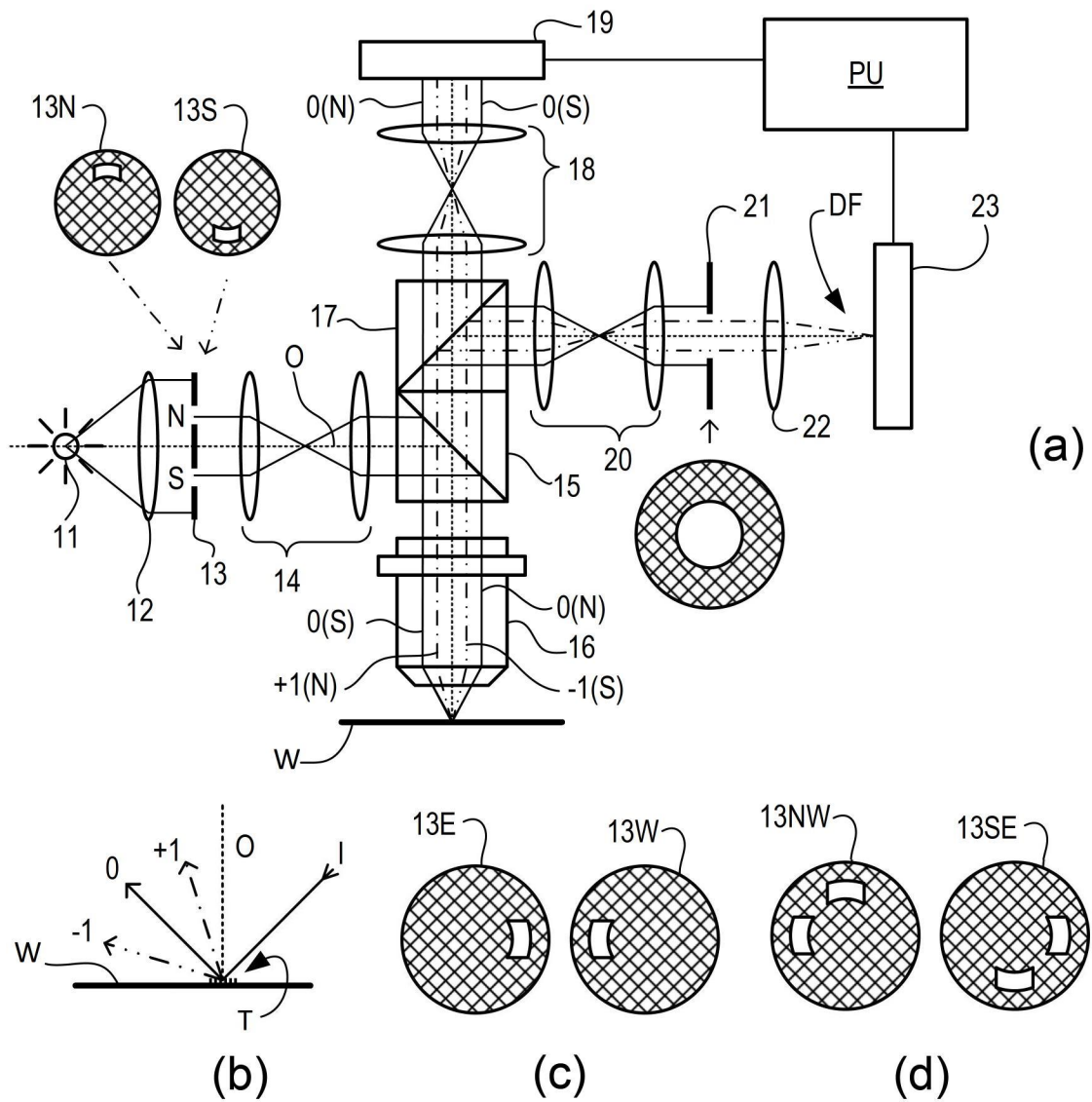




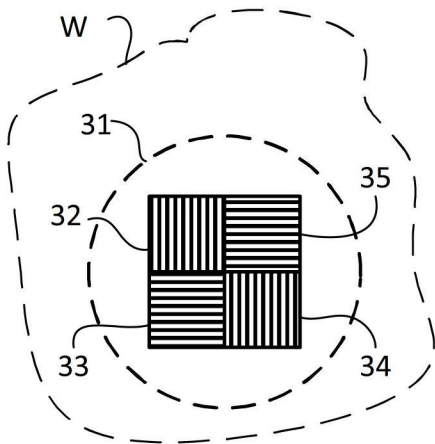
【圖3】



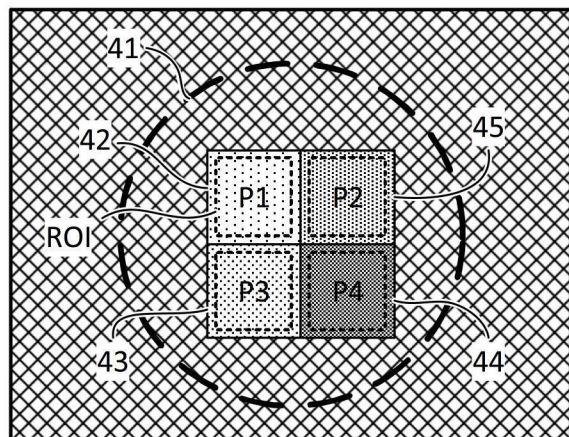
【圖4】



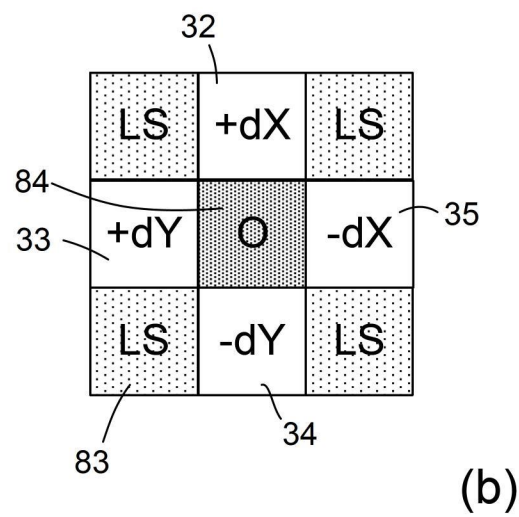
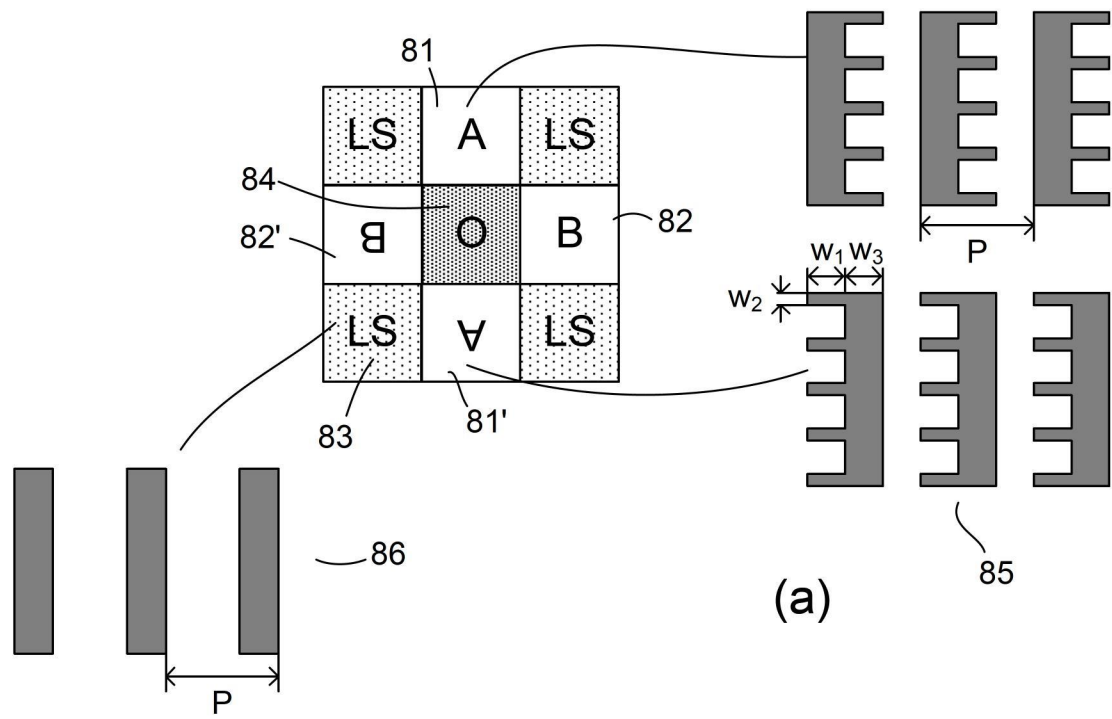
【圖5】



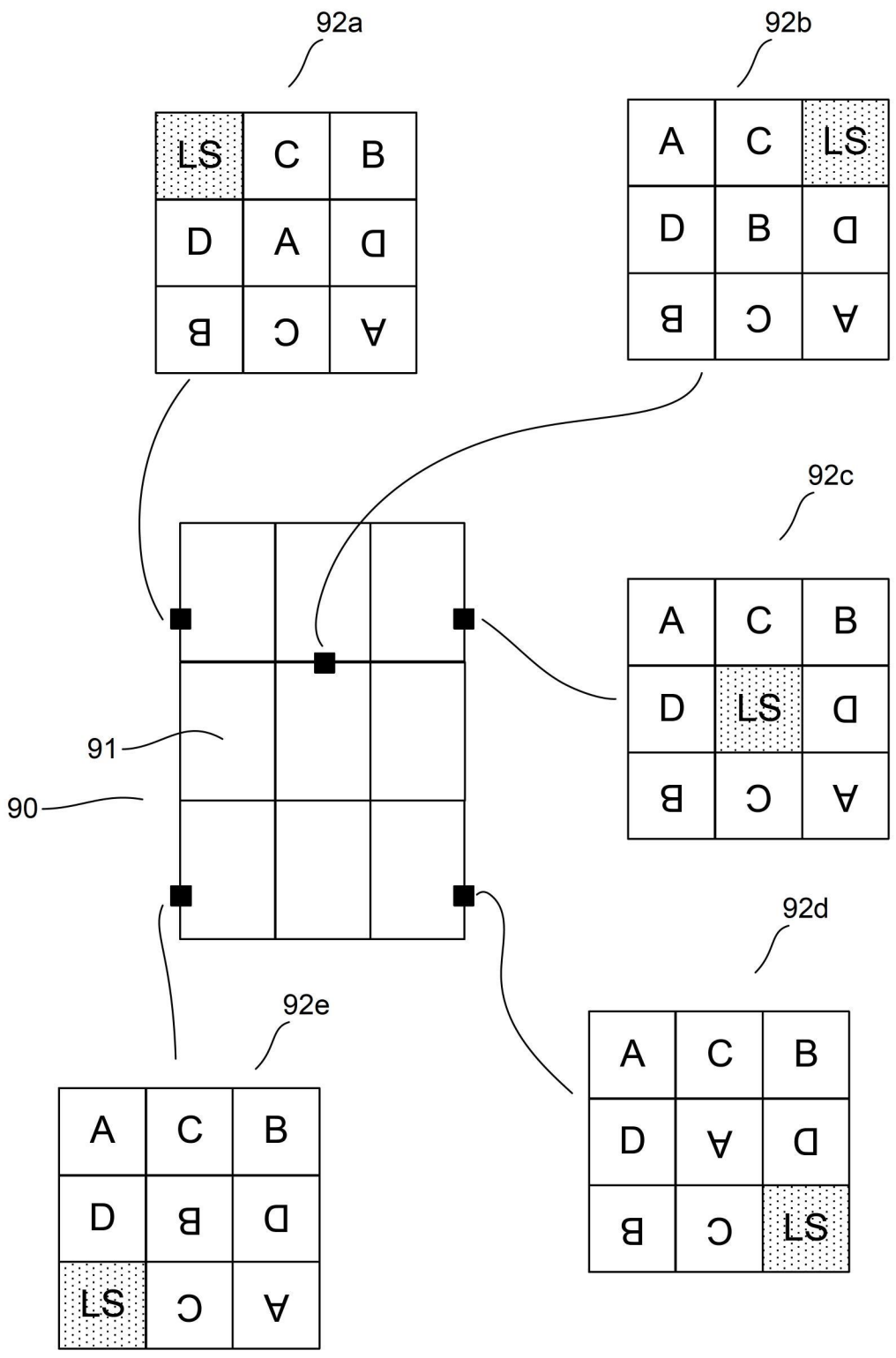
【圖6】



【圖7】



【圖8】



【圖9】