



(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 I600981 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：105134143

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 08 月 04 日

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

(30)優先權：2013/08/07 美國 61/863,150

2014/04/04 美國 61/975,312

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

荷蘭

(72)發明人：米德克魯克斯 史考特 安德森 MIDDLEBROOKS, SCOTT ANDERSON (US) ;

吉朋 尼爾斯 GEYPEN, NIELS (BE) ; 史密德 韓卓克 真 海德 SMILDE,

HENDRIK JAN HIDDE (NL) ; 斯特傑 亞力山德 STRAAIJER, ALEXANDER

(NL) ; 凡 德 斯加 毛瑞斯 VAN DER SCHAAR, MAURITS (NL) ; 凡 可拉吉

馬可斯 傑拉度 馬堤司 瑪麗亞 VAN KRAAIJ, MARKUS GERARDUS

MARTINUS MARIA (NL)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

JP 2012-169617A

JP 2013-51412A

US 2011/0032535A1

US 2011/0255066A1

US 2013/0100427A1

WO 2011/012624A1

WO 2012/062858A1

審查人員：李科

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：14 共 56 頁

(54)名稱

度量衡方法及裝置、微影系統及元件製造方法

METROLOGY METHOD AND APPARATUS, LITHOGRAPHIC SYSTEM AND DEVICE

MANUFACTURING METHOD

(57)摘要

本發明揭示一種量測一微影程序之一參數之方法，及關聯檢測裝置。該方法包含使用複數個不同照明條件來量測一基板上之至少兩個目標結構，該等目標結構具有故意疊對偏置；以針對每一目標結構獲得表示一總不對稱性之一不對稱性量測，該總不對稱性包括歸因於(i)該等故意疊對偏置、(ii)在該目標結構之形成期間之一疊對誤差及(iii)任何特徵不對稱性的貢獻。藉由使一線性回歸模型擬合於針對一個目標結構之不對稱性量測相對於針對另一目標結構之不對稱性量測的一平面表示而對不對稱性量測資料執行一回歸分析，該線性回歸模型未必擬合通過該平面表示之一原點。可接著自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。

Disclosed is a method of measuring a parameter of a lithographic process, and associated inspection apparatus. The method comprises measuring at least two target structures on a substrate using a plurality of different illumination conditions, the target structures having deliberate overlay biases; to obtain for each target structure an asymmetry measurement representing an overall asymmetry that includes contributions due to (i) the deliberate overlay biases, (ii) an overlay error during forming of the target structure and (iii)

any feature asymmetry. A regression analysis is performed on the asymmetry measurement data by fitting a linear regression model to a planar representation of asymmetry measurements for one target structure against asymmetry measurements for another target structure, the linear regression model not necessarily being fitted through an origin of the planar representation. The overlay error can then be determined from a gradient described by the linear regression model.

指定代表圖：

符號簡單說明：

900 . . . 線

910 . . . 回歸線

920 . . . 線

930 . . . 資料點

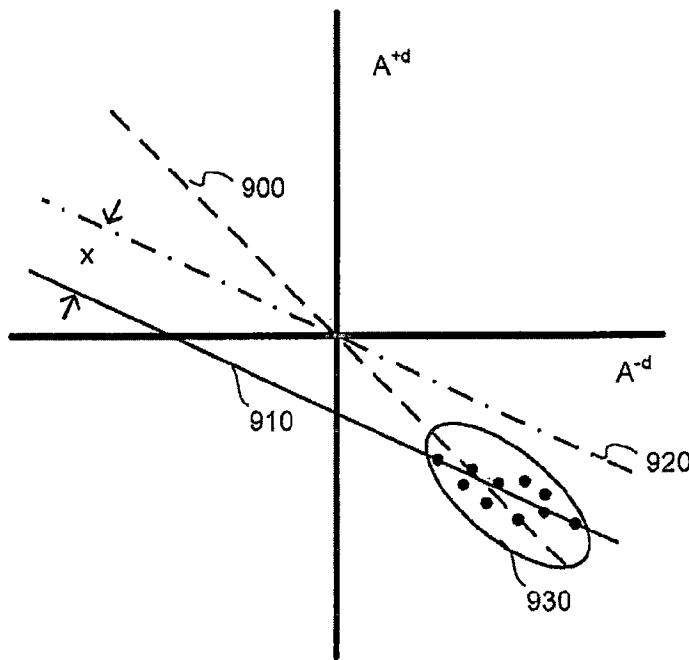


圖9

發明摘要

※ 申請案號：105134143 (由103126643分割)

※ 申請日：103年8月4日

※IPC 分類：G03F 7/20 (2006.01)

【發明名稱】

度量衡方法及裝置、微影系統及元件製造方法

METROLOGY METHOD AND APPARATUS, LITHOGRAPHIC
SYSTEM AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

【中文】

本發明揭示一種量測一微影程序之一參數之方法，及關聯檢測裝置。該方法包含使用複數個不同照明條件來量測一基板上之至少兩個目標結構，該等目標結構具有故意疊對偏置；以針對每一目標結構獲得表示一總不對稱性之一不對稱性量測，該總不對稱性包括歸因於(i)該等故意疊對偏置、(ii)在該目標結構之形成期間之一疊對誤差及(iii)任何特徵不對稱性的貢獻。藉由使一線性回歸模型擬合於針對一個目標結構之不對稱性量測相對於針對另一目標結構之不對稱性量測的一平面表示而對不對稱性量測資料執行一回歸分析，該線性回歸模型未必擬合通過該平面表示之一原點。可接著自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。

【英文】

Disclosed is a method of measuring a parameter of a lithographic process, and associated inspection apparatus. The method comprises measuring at least two target structures on a substrate using a plurality of different illumination conditions, the target structures having deliberate overlay biases; to obtain for each target structure an asymmetry measurement representing an overall asymmetry that includes contributions due to (i) the deliberate overlay biases, (ii) an overlay error during forming of the target structure and (iii) any feature asymmetry. A regression analysis is performed on the asymmetry measurement data by fitting a linear regression model to a planar representation of asymmetry measurements for one target structure against asymmetry measurements for another target structure, the linear regression model not necessarily being fitted through an origin of the planar representation. The overlay error can then be determined from a gradient described by the linear regression model.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（9）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

900	線
910	回歸線
920	線
930	資料點

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

度量衡方法及裝置、微影系統及元件製造方法

METROLOGY METHOD AND APPARATUS, LITHOGRAPHIC
SYSTEM AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

【技術領域】

本發明係關於可用於(例如)藉由微影技術來製造元件之度量衡方法及裝置，且係關於使用微影技術來製造元件之方法。

【先前技術】

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)之製造中。在彼情況下，圖案化元件(其或者被稱作光罩或比例光罩)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，包括晶粒之部分、一個晶粒或若干晶粒)上。通常經由成像至提供於基板上之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上而進行圖案之轉印。一般而言，單一基板將含有經順次地圖案化之鄰近目標部分之網路。已知微影裝置包括：所謂步進器，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；及所謂掃描器，其中藉由在給定方向(「掃描」方向)上經由輻射光束而掃描圖案同時平行或反平行於此方向而同步地掃描基板來輻照每一目標部分。亦有可能藉由將圖案壓印至基板上而將圖案自圖案化元件轉印至基板。

在微影程序中，需要頻繁地(例如)針對程序控制及驗證來進行所產生結構之量測。用於進行此等量測之各種工具為吾人所知，包括通常用以量測臨界尺寸(CD)之掃描電子顯微鏡，及用以量測疊對(元件

中兩個層之對準準確度)之專門工具。最近，已開發供微影領域中使用的各種形式之散射計。此等元件將輻射光束引導至目標上且量測散射輻射之一或多個屬性(例如，作為波長之函數的在單一反射角下之強度；作為反射角之函數的在一或多個波長下之強度；或作為反射角之函數的偏振)——以獲得可供判定目標之所關注屬性的「光譜(spectrum)」。可藉由各種技術來執行所關注屬性之判定：例如，藉由諸如嚴密耦合波分析或有限元素方法；庫搜尋；及主成份分析之反覆途徑來進行目標結構之重新建構。

由一些散射計使用之目標為相對大光柵，例如，40微米乘40微米，且量測光束產生小於光柵之光點(亦即，光柵填充不足)。此情形簡化目標之數學重新建構，此係因為可將目標視為無限的。然而，為了縮減目標之大小(例如，至10微米乘10微米或更小)因此其可定位於產品特徵當中而非切割道中，已提議使光柵小於量測光點(亦即，光柵被過度填充)之度量衡。通常，使用暗場散射量測來量測此等目標，其中阻擋零繞射階(對應於鏡面反射)，且僅處理高階。使用繞射階之暗場偵測的以繞射為基礎之疊對實現對較小目標之疊對量測。此等目標可小於照明光點且可由晶圓上之產品結構環繞。可在一個影像中量測多個目標。

在已知度量衡技術中，藉由在某些條件下量測目標兩次，同時旋轉目標或改變照明模式或成像模式以分離地獲得-1繞射階強度及+1繞射階強度來獲得疊對量測結果。比較給定光柵之此等強度會提供該光柵之不對稱性之量測，且疊對光柵之不對稱性可用作疊對誤差之指示符。

儘管已知以暗場影像為基礎之疊對量測快速且計算上極其簡單(一旦被校準)，但其依賴於疊對為目標結構中之不對稱性之唯一原因之假定。堆疊中之任何其他不對稱性(諸如，經疊對光柵中之一者或

兩者內之特徵之不對稱性)亦造成1階之不對稱性。與疊對不相關的此特徵不對稱性清楚地擾動疊對量測，從而給出不準確疊對結果。疊對光柵之底部光柵中之特徵不對稱性為特徵不對稱性之常見形式。其可(例如)起源於在最初形成底部光柵之後執行的晶圓處理步驟(諸如，化學機械拋光(CMP))中。

因此，熟習此項技術者必須(在一方面)在提供疊對量測但在存在不對稱性之其他原因時經受不準確度的簡單且快速量測程序或(在另一方面)計算上密集且通常需要大填充不足光柵之若干量測的更傳統技術之間進行選擇，以避免光瞳影像受到來自疊對光柵環境之信號貢獻污染，此污染妨礙基於此光瞳影像之重新建構。

【發明內容】

因此，需要使疊對量測對對目標結構不對稱性之特徵不對稱性貢獻更穩固及/或將對由特徵不對稱性造成的目標結構不對稱性之貢獻與由疊對(包括偏置)造成的彼等貢獻進行區分。

一第一態樣提供一種量測一微影程序之一參數之方法，該方法包含如下步驟：(a)照明一基板上之目標結構，該等目標結構至少包含一第一目標結構及一第二目標結構，該第一目標結構包含具有一第一故意疊對偏置之一經疊對週期性結構，該第二目標結構包含具有一第二故意疊對偏置之一經疊對週期性結構；且偵測由每一目標結構散射之輻射以針對每一目標結構獲得表示一總不對稱性之一不對稱性量測，該總不對稱性包括歸因於(i)該目標結構中之該故意疊對偏置、(ii)在該目標結構之形成期間的一微影程序中之一疊對誤差及(iii)該等週期性結構中之一或多者內之特徵不對稱性的貢獻；(b)針對複數個不同照明條件重複步驟(a)；(c)藉由使一線性回歸模型擬合於針對該第一目標結構之不對稱性量測相對於針對該第二目標結構之不對稱性量測的一平面表示而對步驟(b)中獲得之不對稱性量測資料執行一回

歸分析，該線性回歸模型未必擬合通過該平面表示之一原點；及(d)自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。

另一態樣提供一種用於量測一微影程序之一參數之檢測裝置，該裝置包含：用於一基板之一支撐件，該基板上具有複數個目標結構，該等目標結構至少包含一第一目標結構及一第二目標結構，該第一目標結構包含具有一第一故意疊對偏置之一經疊對週期性結構，該第二目標結構包含具有一第二故意疊對偏置之一經疊對週期性結構；一光學系統，其可操作以照明該等目標，且偵測由每一目標散射之輻射以針對每一目標結構且針對複數個不同照明條件獲得表示一總不對稱性之一不對稱性量測，該總不對稱性包括歸因於(i)該目標結構中之該故意疊對偏置、(ii)在該目標結構之形成期間的一微影程序中之一疊對誤差及(iii)該等週期性結構中之一或多者內之特徵不對稱性的貢獻；一處理器，其經配置以：藉由使一線性回歸模型擬合於針對該第一目標結構之不對稱性量測相對於針對該第二目標結構之不對稱性量測的一平面表示而對不對稱性量測資料執行一回歸分析，該線性回歸模型未必擬合通過該平面表示之一原點；及自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。

又一態樣提供一種包含機器可讀指令之電腦程式產品，該等機器可讀指令用於使一處理器在複數個不同照明條件下對藉由照明一基板上之目標結構而獲得之不對稱性資料執行根據上文所闡述之該第一態樣之一方法的該等處理步驟(c)及(d)，該等目標結構至少包含一第一目標結構及一第二目標結構，該第一目標結構包含具有一第一故意疊對偏置之一經疊對週期性結構，該第二目標結構包含具有一第二故意疊對偏置之一經疊對週期性結構；且偵測由每一目標結構散射之輻射以針對每一目標結構獲得表示一總不對稱性之一不對稱性量測，該總不對稱性包括歸因於(i)該目標結構中之該故意疊對偏置、(ii)在該

目標結構之形成期間的一微影程序中之一疊對誤差及(iii)該等週期性結構中之一或多者內之特徵不對稱性的貢獻。

又一態樣進一步提供一種微影裝置，其包含如上文所闡述之該檢測裝置，該微影裝置可操作以：使用一微影程序將一元件圖案施加至一系列基板；將目標結構施加至該一系列基板中之一或多者；使用根據如上文所闡述之該第一態樣之一方法來量測該目標結構之一疊對參數；及根據量測一參數之該方法之結果而針對稍後基板來控制該微影程序。

又一態樣提供一種製造元件之方法，其中使用一微影程序將一元件圖案施加至一系列基板，該方法包括：使用根據如上文所闡述之該第一態樣之一方法來檢測作為該元件圖案之部分或除了該元件圖案以外而形成於該等基板中之至少一者上的至少一週期性結構；及根據該檢測方法之結果而針對稍後基板來控制該微影程序。

下文參看隨附圖式來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，本發明不限於本文所描述之特定實施例。本文中僅出於說明性目的而呈現此等實施例。基於本文中所含有之教示，額外實施例對於熟習相關技術者將係顯而易見的。

【圖式簡單說明】

現在將僅藉由實例參考隨附圖式來描述本發明之實施例，在該等圖式中：

圖1描繪根據本發明之一實施例的微影裝置；

圖2描繪根據本發明之一實施例的微影製造單元或叢集；

圖3(a)至圖3(d)包含(a)用於根據本發明之實施例的使用第一對照明孔徑來量測目標之暗場散射計的示意圖；(b)用於給定照明方向之目標光柵之繞射光譜的細節；(c)在使用散射計以用於以繞射為基礎

之疊對量測中提供另外照明模式的第二對照明孔徑；及(d)將第一對孔徑與第二對孔徑組合之第三對照明孔徑；

圖4描繪多光柵目標之已知形式及基板上之量測光點之輪廓；

圖5描繪在圖3之散射計中所獲得的圖4之目標之影像；

圖6為展示使用圖3之散射計且可適應於形成本發明之一實施例之疊對量測方法之步驟的流程圖；

圖7為根據本發明之一實施例的對圖6之流程圖之步驟S6擴展的流程圖；

圖8為關於不具有特徵不對稱性之疊對光柵之A+相對於A-的標繪圖；

圖9為關於具有特徵不對稱性之疊對光柵之A+相對於A-的標繪圖，其說明本發明之第一實施例；

圖10a及圖10b為關於不具有特徵不對稱性之疊對光柵及具有特徵不對稱性之疊對光柵之A+相對於A-的標繪圖，其說明本發明之第二實施例；

圖11為關於具有特徵不對稱性之疊對光柵之不對稱性相對於疊對的標繪圖；

圖12a為關於具有大特徵不對稱性之疊對光柵之A+相對於A-的標繪圖；

圖12b為關於包含第三偏置及大特徵不對稱性之疊對光柵之A+-A0相對於A--A0的標繪圖，其說明本發明之第三實施例；

圖13說明具有可用於本發明之第三實施例中的偏置方案之複合光柵結構；及

圖14為晶圓上之疊對之圖形表示，且說明校正程序不對稱性會最小化用TE及TM輻射所估計之疊對之間的差；

圖14(a)及圖14(b)展示分別使用TE輻射及TM輻射而對晶圓執行

的未經校正疊對量測的表示；

圖14(c)展示圖14(a)與圖14(b)之量測之間的差；

圖14(d)及圖14(e)展示分別使用TE輻射及TM輻射而對晶圓執行且已根據本發明之一實施例予以校正的疊對量測之表示；

圖14(f)展示圖14(d)與圖14(e)之量測之間的差。

根據上文在結合該等圖式時所闡述之【實施方式】，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器件。在該等圖式中，類似元件符號通常指示相同、功能上類似及/或結構上相似之器件。一器件第一次出現時之圖式係由對應元件符號中之最左側數位指示。

【實施方式】

本說明書揭示併入有本發明之特徵之一或多個實施例。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。

所描述實施例及在本說明書中對「一實施例」、「一實例實施例」等等之參考指示所描述實施例可包括一特定特徵、結構或特性，但每一實施例可能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：無論是否作明確描述，結合其他實施例實現此特徵、結構或特性屬於熟習此項技術者所瞭解之範圍。

本發明之實施例可以硬體、軟體、軟體或其任何組合進行實施。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，計算元件)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獨記憶體(read only memory, ROM)；隨機存取記憶體(random access memory, RAM)；磁碟儲存媒

體；光學儲存媒體；快閃記憶體元件；電學、光學、聲學或其他形式之傳播信號；及其他者。另外，韌體、軟體、常式、指令可在本文中被描述為執行某些動作。然而，應瞭解，此等描述僅僅係出於方便起見，且此等動作事實上係由計算元件、處理器、控制器或執行韌體、軟體、常式、指令等等之其他元件引起。

在詳細地描述本發明之實施例之前，有指導性的是呈現可供實施本發明之實施例的實例環境。

圖1示意性地描繪微影裝置LA。該裝置包括：照明系統(照明器) IL，其經組態以調節輻射光束B (例如，UV輻射或DUV輻射)；圖案化元件支撐件或支撐結構(例如，光罩台) MT，其經建構以支撐圖案化元件(例如，光罩) MA，且連接至經組態以根據某些參數來準確地定位該圖案化元件之第一定位器PM；基板台(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，且連接至經組態以根據某些參數來準確地定位該基板之第二定位器PW；及投影系統(例如，折射投影透鏡系統) PS，其經組態以將由圖案化元件MA賦予至輻射光束B之圖案投影至基板W之目標部分C (例如，包括一或多個晶粒) 上。

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

圖案化元件支撐件以取決於圖案化元件之定向、微影裝置之設計及其他條件(諸如，圖案化元件是否被固持於真空環境中)的方式來固持圖案化元件。圖案化元件支撐件可使用機械、真空、靜電或其他夾持技術以固持圖案化元件。圖案化元件支撐件可為(例如)框架或台，其可根據需要而固定或可移動。圖案化元件支撐件可確保圖案化元件(例如)相對於投影系統處於所要位置。可認為本文中對術語「比

例光罩」或「光罩」之任何使用皆與更一般術語「圖案化元件」同義。

本文中所使用之術語「圖案化元件」應被廣泛地解譯為係指可用以在輻射光束之橫截面中向輻射光束賦予圖案以便在基板之目標部分中產生圖案的任何元件。應注意，例如，若被賦予至輻射光束之圖案包括相移特徵或所謂輔助特徵，則圖案可能不會確切地對應於基板之目標部分中的所要圖案。通常，被賦予至輻射光束之圖案將對應於目標部分中所產生之元件(諸如，積體電路)中的特定功能層。

圖案化元件可為透射或反射的。圖案化元件之實例包括光罩、可程式化鏡面陣列，及可程式化LCD面板。光罩在微影中係熟知的，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，該等小鏡面中每一者可個別地傾斜，以便在不同方向上反射入射輻射光束。傾斜鏡面將圖案賦予於由鏡面矩陣所反射之輻射光束中。

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

如此處所描繪，裝置為透射類型(例如，使用透射光罩)。替代地，裝置可為反射類型(例如，使用如以上所提及之類型的可程式化鏡面陣列，或使用反射光罩)。

微影裝置可為具有兩個(雙載物台)或兩個以上基板台(及/或兩個或兩個以上光罩台)之類型。在此等「多載物台」機器中，可並行地使用額外台，或可在一或多個台上進行預備步驟，同時將一或多個其他台用於曝光。

微影裝置亦可為如下類型：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加投影系統之數值孔徑。如本文所使用之術語「浸潤」並不意謂諸如基板之結構必須浸沒於液體中，而僅意謂液體在曝光期間位於投影系統與基板之間。

參看圖1，照明器IL自輻射源SO接收輻射光束。舉例而言，當輻射源為準分子雷射時，輻射源與微影裝置可為分離實體。在此等狀況下，不認為輻射源形成微影裝置之部件，且輻射光束係憑藉包括(例如)合適引導鏡面及/或光束擴展器之光束遞送系統BD而自輻射源SO傳遞至照明器IL。在其他狀況下，例如，當輻射源為水銀燈時，輻射源可為微影裝置之整體部件。輻射源SO及照明器IL連同光束遞送系統BD(在需要時)可被稱作輻射系統。

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

輻射光束B入射於被固持於圖案化元件支撐件(例如，光罩台MT)上之圖案化元件(例如，光罩)MA上，且係由該圖案化元件而圖案化。在已橫穿圖案化元件(例如，光罩)MA的情況下，輻射光束B傳遞通過投影系統PS，投影系統PS將該光束聚焦至基板W之目標部分C上。憑藉第二定位器PW及位置感測器IF(例如，干涉量測元件、線性編碼器、2-D編碼器或電容性感測器)，可準確地移動基板台WT，例

如，以使不同目標部分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(其未在圖1中被明確地描繪)可用以(例如)在自光罩庫之機械擷取之後或在掃描期間相對於輻射光束B之路徑來準確地定位圖案化元件(例如，光罩) MA。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)來實現圖案化元件支撐件(例如，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，圖案化元件支撐件(例如，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來對準圖案化元件(例如，光罩) MA及基板W。儘管所說明之基板對準標記佔據專用目標部分，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，在一個以上晶粒提供於圖案化元件(例如，光罩) MA上之情形中，光罩對準標記可位於該等晶粒之間。在元件特徵當中，小對準標記亦可包括於晶粒內，在此狀況下，需要使標記儘可能地小且無需任何與鄰近特徵不同的成像或程序條件。以下進一步描述偵測對準標記之對準系統。

所描繪裝置可用於以下模式中之至少一者中：

1. 在步進模式中，在將被賦予至輻射光束之整個圖案一次性投影至目標部分C上時，使圖案化元件支撐件(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。在步進模式中，曝光場之最大大小限制單次靜態曝光中所成像之目標部分C的大小。

2. 在掃描模式中，在將被賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上時，同步地掃描圖案化元件支撐件(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相對於圖案化元件支撐件(例如，光罩台) MT之速度及方向。在掃描模式中，曝光場之最大大小限制單次動態曝光中之目標部分的寬度(在非掃描方向上)，而掃描運動之長度判定目標部分之高度(在掃描方向上)。

3. 在另一模式中，在將被賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上時，使圖案化元件支撐件(例如，光罩台) MT保持基本上靜止，從而固持可程式化圖案化元件，且移動或掃描基板台WT。在此模式中，通常使用脈衝式輻射源，且在基板台WT之每一移動之後或在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元件。此操作模式可易於應用於利用可程式化圖案化元件(諸如上文所提及之類型的可程式化鏡面陣列)之無光罩微影。

亦可使用對上文所描述之使用模式之組合及/或變化或完全不同的使用模式。

微影裝置LA為所謂的雙載物台類型，其具有兩個基板台WTa、WTb及兩個站——曝光站及量測站——其間可交換基板台。在曝光站處曝光一基板台上之一基板的同時，可在量測站處將另一基板裝載至另一基板台上且進行各種預備步驟。預備步驟可包括使用位階感測器LS來映射基板之表面控制，及使用對準感測器AS來量測基板上對準標記之位置。此情形實現裝置之產出率之實質增加。若位置感測器IF在其處於量測站以及處於曝光站時不能夠量測基板台之位置，則可提供第二位置感測器以使能夠在兩個站處追蹤基板台之位置。

如圖2所展示，微影裝置LA形成微影製造單元LC (有時亦被稱作叢集)之部件，其亦包括用以對基板執行預曝光及後曝光程序之裝置。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，且接著將基板遞送至微影裝置之裝載匣LB。通常被集體地稱作塗佈顯影系統之此等元件係在塗佈顯影系統控制單元TCU的控制下，塗佈顯影系統控制單元TCU自身係由監督控制系統SCS控制，監督控制系統SCS亦經由微影控制單元LACU而控制微影裝置。因此，不同裝置可經操作以最大化產出率及處理效率。

圖3(a)展示適於用於本發明之實施例中的以微繞射為基礎之疊對(μ DBO)度量衡裝置。圖3(b)中更詳細地說明目標光柵T及繞射射線。 μ DBO度量衡裝置可為單獨元件或併入於微影裝置LA中(例如，併入於量測站處)或微影製造單元LC中。具有貫穿裝置之若干分支的光軸係由點線O表示。在此裝置中，由源11 (例如，氬氣燈)發射之光係由包含透鏡12、14及接物鏡16之光學系統經由光束分裂器15而引導至基板W上。此等透鏡可以4F配置之雙重序列予以配置。可使用不同透鏡配置，其限制條件為：其仍將基板影像提供至偵測器上，且同時允許存取中間光瞳平面以用於空間頻率濾光。因此，可藉由在呈現基板平面之空間光譜的平面(此處被稱作(共軛)光瞳平面)中界定空間強度分佈來選擇輻射入射於基板上之角程。詳言之，可藉由在為接物鏡光瞳平面之背面投影式影像的平面中將合適形式之孔徑板13插入於透鏡12與透鏡14之間來進行此選擇。在所說明實例中，孔徑板13具有不同形式(被標註為13N及13S)，從而允許選擇不同照明模式。本實例中之照明系統形成離軸照明模式。在第一照明模式中，孔徑板13N自僅出於描述起見而經指定為「北」之方向提供離軸。在第二照明模式中，孔徑板13S用以提供相似照明，但自被標註為「南」之相對方向提供相似照明。藉由使用不同孔徑，其他照明模式係可能的。光瞳平面之其餘部分理想地係暗的，此係因為在所要照明模式外部之任何不必要的光皆將干涉所要量測信號。

如圖3(b)所展示，在基板W垂直於接物鏡16之光軸O的情況下置

放目標光柵T。與軸線O成一角度照射於光柵T上之照明射線I導致一個零階射線(實線0)及兩個一階射線(點鏈線+1及雙點鏈線-1)。應記住，在填充過度之小目標光柵的情況下，此等射線僅為覆蓋包括度量衡目標光柵T及其他特徵的基板之區域的許多平行射線中之一者。由於板13中之孔徑具有有限寬度(為允許進入有用量之光所必要)，故入射射線I事實上將佔據一角度範圍，且繞射射線0及+1/-1將散開。根據小目標之點散佈函數(point spread function)，每一階+1及-1將遍及一角度範圍而進一步散佈，而非如所展示之單一理想射線。應注意，光柵間距及照明角可經設計或調整成使得進入接物鏡之一階射線與中心光軸緊密地對準。圖3(a)及圖3(b)所說明之射線被展示為離軸的，純粹地以使其能夠在該圖解中更容易被區分。

由基板W上之目標繞射的至少0階及+1階係由接物鏡16收集，且經引導回通過光束分裂器15。返回至圖3(a)，藉由對角地指定被標註為北(N)及南(S)的完全對置之孔徑來說明第一照明模式及第二照明模式兩者。當入射射線I係來自光軸之北側時(亦即，當使用孔徑板13N來應用第一照明模式時)，被標註為+1(N)之+1繞射射線進入接物鏡16。相比而言，當使用孔徑板13S來應用第二照明模式時，-1繞射射線(被標註為-1(S))為進入透鏡16之繞射射線。

第二光束分裂器17將繞射光束劃分成兩個量測分支。在第一量測分支中，光學系統18使用零階繞射光束及一階繞射光束而在第一感測器19(例如，CCD或CMOS感測器)上形成目標之繞射光譜(光瞳平面影像)。每一繞射階撞擊感測器上之一不同點，使得影像處理可比較及對比若干階。由感測器19捕捉之光瞳平面影像可用於聚焦度量裝置及/或正規化一階光束之強度量測。光瞳平面影像亦可用於諸如重新建構之許多量測目的，該等量測目的不為本發明之主題。

在第二量測分支中，光學系統20、22在感測器23(例如，CCD或

CMOS感測器)上形成基板W上目標之影像。在第二量測分支中，孔徑光闌21提供於與光瞳平面共軛之平面中。孔徑光闌21用以阻擋零階繞射光束，使得形成於感測器23上的目標之影像係僅由-1或+1一階光束形成。將由感測器19及23捕捉之影像輸出至影像處理器及控制器PU，影像處理器及控制器PU之功能將取決於所執行之量測之特定類型。應注意，術語「影像」此處係在廣泛意義上予以使用。若存在-1階及+1階中之僅一者，則將不形成如所指的光柵線之影像。

圖3所展示之孔徑板13及場光闌21之特定形式純粹地為實例。在本發明之另一實施例中，使用目標之同軸照明，且具有離軸孔徑之孔徑光闌係用以將繞射光之實質上僅一個一階傳遞至感測器。在又其他實施例中，代替一階光束或除了一階光束以外，亦可在量測中使用二階光束、三階光束及較高階光束(圖3中未繪示)。

為了進行可適應於此等不同類型之量測的照明，孔徑板13可包含圍繞一圓盤而形成之數個孔徑圖案，該圓盤旋轉以使所要圖案達到適當位置。替代地或另外，可提供及調換板13之集合，以達成相同效應。亦可使用諸如可變形鏡面陣列或透射空間視線調變器(transmissive spatial sight modulator)之可程式化照明元件。可使用移動鏡面或稜鏡作為用以調整照明模式之另一方式。

恰如關於孔徑板13所解釋，替代地，可藉由變更光瞳光闌21或藉由替換具有不同圖案之光瞳光闌或藉由用可程式化空間光調變器替代固定場光闌來達成用於成像之繞射階之選擇。在彼狀況下，量測光學系統之照明側可保持恆定，而成像側具有第一模式及第二模式。因此，在本發明中，有效地存在三種類型之量測方法，每一量測方法具有其自有優點及缺點。在一種方法中，改變照明模式以量測不同階。在另一方法中，改變成像模式。在第三方法中，照明模式及成像模式保持不變，但旋轉目標達180度。在每一狀況下，所要效應相同，

即，用以選擇在目標之繞射光譜中彼此對稱地相對的非零階繞射輻射之第一部分及第二部分。原則上，可藉由同時地改變照明模式與改變成像模式之組合而獲得諸階之所要選擇，但此情形很可能由於無優點而帶來缺點，因此，將不對其進行進一步論述。

雖然在本實例中用於成像之光學系統具有受到場光闌21限定之寬入口光瞳，但在其他實施例或應用中，成像系統自身之入口光瞳大小可足夠小以限定至所要階，且因此亦充當該場光闌。圖3(c)及圖3(d)展示可使用之不同孔徑板，如下文進一步所描述。

通常，目標光柵將與其北至南或東至西延行之光柵線對準。亦即，光柵將在基板W之X方向或Y方向上對準。應注意，可僅使用孔徑板13N或13S以量測在一個方向(取決於設置而為X或Y)上定向之光柵。為進行正交光柵之量測，可實施目標之旋轉達 90° 及 270° 。然而，更方便地，在使用圖3(c)所展示之孔徑板13E或13W的情況下，將來自東或西之照明提供於照明光學件中。可分離地形成及互換孔徑板13N至13W，或孔徑板13N至13W可為可旋轉達 90° 、 180° 或 270° 之單一孔徑板。如已經提及，圖3(c)所說明之離軸孔徑可提供於場光闌21中，而非提供於照明孔徑板13中。在彼狀況下，照明將係同軸的。

圖3(d)展示可用以組合第一對及第二對之照明模式的第三對孔徑板。孔徑板13NW具有在北及東處之孔徑，而孔徑板13SE具有在南及西處之孔徑。假如此等不同繞射信號之間的串擾不過大，則可執行X光柵及Y光柵兩者之量測而不改變照明模式。

圖4描繪根據已知實務形成於基板上之複合目標。該複合目標包含四個光柵32至35，該四個光柵32至35緊密地定位在一起使得其將皆處於由度量衡裝置之照明光束形成之量測光點31內。因此，該四個目標在感測器19及23上皆被同時地照明且同時地成像。在專用於疊對量

測之實例中，光柵32至35自身為由在形成於基板W上之半導體元件之不同層中經圖案化的上覆光柵形成之複合光柵。光柵32至35可具有經不同偏置疊對偏移以便促進供形成複合光柵之不同部分之層之間的疊對之量測。光柵32至35亦可在其定向方面不同(如所展示)，以便在X及Y方向上繞射入射輻射。在一實例中，光柵32及34為分別具有偏置 $+d$ 、 $-d$ 之X方向光柵。此意謂光柵32使其上覆組件經配置成使得若上覆組件兩者被確切地印刷於其標稱部位處，則該等組件中之一者將相對於另一者偏移達距離 d 。光柵34使其組件經配置成使得若被極佳地印刷，則將存在至第一光柵為 d 但在相對方向上的偏移，等等。光柵33及35為分別具有偏移 $+d$ 及 $-d$ 之Y方向光柵。雖然說明四個光柵，但另一實施例可需要較大矩陣以獲得所要準確度。舉例而言，九個複合光柵之 3×3 陣列可具有偏置 $-4d$ 、 $-3d$ 、 $-2d$ 、 $-d$ 、 0 、 $+d$ 、 $+2d$ 、 $+3d$ 、 $+4d$ 。可在由感測器23捕捉之影像中識別此等光柵之分離影像。

圖5展示在使用來自圖3(d)之孔徑板13NW或13SE的情況下使用圖3之裝置中之圖4之目標而可形成於感測器23上且由感測器23偵測之影像的實例。雖然光瞳平面影像感測器19不能解析不同個別光柵32至35，但影像感測器23可解析不同個別光柵32至35。暗矩形表示感測器上之影像場，在該影像場內，基板上之經照明光點31成像至對應圓形區域41內。在此影像場內，矩形區域42至45表示小目標光柵32至35之影像。若該等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見。影像處理器及控制器PU使用圖案辨識來處理此等影像以識別光柵32至35之分離影像42至45。以此方式，該等影像不必須在感測器框架內之特定部位處極精確地對準，此情形極大地改良總體上量測裝置之產出率。然而，若成像程序經受橫越影像場之非均一性，則仍需要準確對準。在本發明之一實施例中，識別四個位置P1至P4，且使光柵與此等已知位置儘可能地對準。

一旦已識別光柵之分離影像，即可(例如)藉由平均化經識別區域內之選定像素強度值或對該等選定像素強度值求和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。疊對效能為此參數之重要實例，且為兩個微影層之橫向對準之量測。更具體言之，疊對可被界定(例如)為底部光柵之頂部中心與對應頂部光柵之底部中心之間的橫向位置。

可在國際專利申請案WO 2009/078708及WO 2009/106279中得知暗場度量衡之實例，該等申請案之文件之全文在此以引用方式併入。已在專利公開案US20110027704A、US20110043791A及US20120123581中描述技術之進一步開發。所有此等申請案之內容亦以引用方式併入本文中。

圖6說明在使用(例如)申請案WO 2011/012624所描述之方法的情況下如何經由組件光柵32至35之不對稱性來量測含有該等光柵之兩個層之間的疊對誤差，該不對稱性如藉由將該等光柵在+1階暗場影像與-1階暗場影像中之強度進行比較來顯現。在步驟S1處，經由圖2之微影製造單元將例如半導體晶圓之基板處理一次或多次，以產生包括疊對目標32至35之結構。在S2處，在使用圖3之度量衡裝置的情況下，使用一階繞射光束中之僅一個一階繞射光束(例如，-1)來獲得光柵32至35之影像。接著，無論是藉由改變照明模式或改變成像模式抑或藉由在度量衡裝置之視場中旋轉基板W達 180° ，可使用另一個一階繞射光束(+1)來獲得光柵之第二影像(步驟S3)。因此，在第二影像中捕捉+1繞射輻射。

應注意，藉由在每一影像中包括一階繞射輻射之僅一半，此處所提及之「影像」不為習知暗場顯微法影像。個別光柵線將不被解析。每一光柵將簡單地由某一強度位準之區域表示。在步驟S4中，在

每一組件光柵之影像內謹慎地識別所關注區(ROI)，自該所關注區將量測強度位準。之所以進行此量測係因為尤其在個別光柵影像之邊緣周圍，強度值通常可高度取決於程序變數，諸如抗蝕劑厚度、組成、線形狀，以及邊緣效應。

在已識別用於每一個別光柵之ROI且已量測每一個別光柵之強度的情況下，可接著判定光柵結構之不對稱性且因此判定疊對誤差。藉由影像處理器及控制器PU在步驟S5中比較針對每一光柵32至35之+1階及-1階所獲得之強度值以識別其強度之任何差及(S6)自為判定目標T附近之疊對誤差對光柵之疊對偏置之認識來進行此判定。

在上文所提及之先前申請案中，揭示用於使用上文所提及之基本方法來改良疊對量測之品質之各種技術。舉例而言，影像之間的強度差可歸因於用於不同量測之光學路徑之差，而並非純粹歸因於目標之不對稱性。照明源11可使得照明光點31之強度及/或相位不均一。可藉由(例如)參考感測器23之影像場中之目標影像之位置來判定且應用校正以最小化此等誤差。在先前申請案中解釋了此等技術，且在下文中將不對其進行進一步詳細地解釋。其可結合本申請案中新進所揭示之技術(現在將不對其進行描述)而使用。

根據此方法之疊對量測假定測定不對稱性僅與光柵層之間的實際疊對移位成比例。然而，未必為此狀況，此係因為測定不對稱性亦受到在光柵之生產時發生的特徵不對稱性效應影響。此等特徵不對稱性效應包括側壁角不對稱性及地板傾斜，且擾動以一階不對稱性為基礎之疊對量測。此情形將引起對量測之偏置，且因此引起不準確疊對量測。

圖7為調適圖6之流程圖之步驟S6以使用A+相對於A-回歸以藉由判定作為經負偏置光柵A-之不對稱性之函數的經正偏置光柵A+之不對稱性來分析以繞射為基礎之疊對量測(DBO及 μ DBO)的流程圖。在

步驟S6-1處，判定關於數個不同測定光瞳像素及/或數個不同波長偏振組合(亦即，對於數個不同照明條件或照明「配方」)之 $A+$ 及 $A-$ 。在此判定之後，在步驟S6-2處，標繪 $A+$ 之經判定值相對於 $A-$ 之經判定值以得到疊對。

圖8為關於疊對光柵之 $A+$ 相對於 $A-$ 的標繪圖，該等疊對光柵不具有特徵不對稱性使得所存在之唯一不對稱性係歸因於偏置及疊對之不對稱性。在此狀況下， $A+$ 與 $A-$ 之間的關係處於通過原點之直線上。引人注意地，所有測定波長-偏振組合處於此線上。此線之斜率係與疊對有關。該圖展示四條線：

被標註為 $OV=0$ 之點線為指示零疊對的具有為-1之斜率之線；

被標註為 $OV \rightarrow \infty$ 之點線為具有為+1之斜率的指示疊對接近無窮大之線；

被標註為 $OV < 0$ 之實線為具有小於-1之斜率的指示疊對小於零之線；及

被標註為 $OV > 0$ 之實線為具有大於-1之斜率的指示疊對大於零之線；

另外，可看出，等於 $+d$ 之疊對(其中 d 為光柵偏置)將引起沿著 y 軸之經標繪線；且等於 $-d$ 之疊對將引起沿著 x 軸之經標繪線。

提議使用 $A+$ 相對於 $A-$ 回歸以：

在疊對將不具有可歸因於特徵不對稱性之貢獻時藉由判定擬合通過資料集之線之斜率來量測正確疊對，該線未必擬合通過原點；

使能夠經由線自原點(亦即，自截距項)之偏移而分析遍及晶圓之特徵不對稱性；

藉由選擇對特徵不對稱性最不敏感之波長-偏振組合來執行照明配方最佳化。

圖9為諸如可在步驟S6-2中標繪的 $A+$ 相對於 $A-$ 之標繪圖，其說明

此等態樣中之前兩個態樣。根據上文所論述之已知方法，資料點930將與通過原點之線900擬合。然而，在此實施例中，資料點係根據最佳擬合方法(例如，最小平方)由未必穿過原點之線910擬合(步驟S6-3)。以此方式，仍可自線910之斜率演算疊對(步驟S6-4)；可看出，線910平行於線920，該線920指示針對不具有特徵不對稱性之相同測定結構將看到的線。為線910自線920(具有相同於線910之斜率，但被標繪通過原點)之偏移的線910之軸線截距數量上指示特徵不對稱性之效應(步驟S6-5)。

在 d 為目標之兩個經對稱偏置光柵之疊對-偏置且slope為線910之斜率的情況下，可自圖9將疊對演算為(其中在不對稱性與疊對之間具有線性化關係)：

$$\text{疊對} = d \cdot \frac{\text{斜率}+1}{\text{斜率}-1} \quad (\text{方程式1})$$

對於間距週期性正弦關係，相似地可將疊對理解為：

$$\text{疊對} = \frac{\text{間距}}{2\pi} \text{atan} \left\{ \frac{\text{斜率}+1}{\text{斜率}-1} \cdot \tan \left(\frac{2\pi \cdot d}{\text{間距}} \right) \right\} \quad (\text{方程式2})$$

其中間距為光柵間距。

圖10a為關於不具有特徵不對稱性之光柵關於不同偏振-波長組合之(經模擬)資料之A+相對於A-的標繪圖。可看出，所有資料擬合於同一線上，如已經所論述。圖10b展示與圖10a之標繪圖相似的標繪圖，但其中存在特徵不對稱性，具體言之存在0.5奈米地板傾斜。在兩種狀況下，由圓圈標記之資料表示TE輻射且由十字形標記之資料表示TM輻射。儘管此處不能看出，但沿著該線之位置在很大程度上係藉由波長(對於給定偏振)判定，使得較短(紫羅蘭色)波長傾向於待在線之上端處被發現(A+=6至8)，且較長(紅色)波長傾向於待在線之下端處被發現。

自圖10b可看出，在原點周圍之區1000中觀測到來自線性關係之

波長相依及偏振相依偏差。在此實例中為0.5奈米地板傾斜之疊對敏感度為用於TE偏振之最小值。此外，亦可容易識別具有最大K值之資料(疊對與不對稱性之間的比例性因數)(亦即，對疊對之最大敏感度)，此資料為仍展示最遠離原點之線性關係之資料1010。此實例中之資料1010係關於短波長(紫羅蘭色)區中之輻射。因此，諸如此標繪圖之標繪圖允許選擇最佳照明配方(選用步驟S6-6)，該最佳照明配方在用以量測光柵時得到對疊對最敏感且在最小程度上取決於特徵不對稱性之資料1010。

在實務疊對配方最佳化中，應針對不同顏色及偏振執行對晶圓之數個量測，使得考慮到晶圓上(例如，邊緣處)之所有可能的特徵不對稱性。一旦選擇最佳配方，就可對此單波長-偏振-孔徑組合執行量測。

若單波長-偏振-孔徑組合不提供足夠特徵不對稱性穩固性，則有可能使用與上文所解釋之A+相對於A-回歸分析結合之此方法來識別2或3個設定之組合。此可為如下狀況：其中每一個別設定得到大量資料項，且經由2至3個設定之線展示非零軸線截斷；此線之斜率仍將得到相對不對稱性穩固疊對資料。為了進行此，需要2或3個設定以用於實際疊對量測。

圖11展示特徵不對稱性引起不對稱性A相對於疊對OV之曲線圖上所標繪的資料之垂直偏移K0。線1100將用於不具有不對稱性之光柵結構之資料擬合，且線1110使用於具有一些不對稱性之光柵結構之資料擬合。其可展示 $A = K1 \sin(OV)$ 。

對於極大特徵不對稱性，本文所揭示之方法展示自線之相當大偏差。圖12a說明此情形，圖12a展示關於具有大特徵不對稱性之光柵之A+相對於A-標繪圖的模擬資料(注意：K0遍及此模型中之光瞳恆定)。如可看出，資料點不全部處於一線上或附近，從而使得擬合於

資料極困難。

為了對抗此情形，除了上述方法以外，亦可使用第三光柵(或光柵對)，使得光柵結構包含具有三個不同偏置之光柵。在一特定實施例中，除了+d及-d光柵以外，亦提供不具有任何偏置之一光柵。此情形使得能夠提取相對不對稱性，該相對不對稱性可在A+-A0相對於A--A0之曲線圖上被標繪(圖11b)，其中A0為零偏置光柵之不對稱性。可看出，所得資料對特徵不對稱性之敏感度小得多(所有資料點基本上處於同一線上)，此情形使得能夠甚至在存在大特徵不對稱性的情況下提取疊對。應注意，允許K0遍及此實施例中之光瞳而變化。此等量測可用以判定特徵不對稱性是否存在於堆疊中。在使用此方法的情況下，可將不對稱性A演算為：

$$A = K_0 + K_1 \sin(OV)。$$

相比於二偏置實例，此情形引起為如下之誤差減低：

$$\frac{2K_0d}{A_{-d} - A_{+d}}$$

圖13說明用於此方法之合適光柵結構。其包含具有負偏置-d之兩個相互垂直光柵、具有零偏置之兩個相互垂直光柵，及具有正偏置+d之兩個相互垂直光柵。此光柵結構直接適用於如用於μDBO目標之小目標設計。

可將此方法與本文所描述之其他方法組合。舉例而言，可藉由配方最佳化、實驗地選擇最不敏感波長及偏振來縮減程序不對稱性敏感度。

總之，使用第一偏置不對稱性相對於第二偏置不對稱性回歸之疊對分析及配方選擇方法可包含：

分析最小「光瞳均方偏差」(例如在最小平方意義上最佳地擬合於線上之配方設定)；

分析處理不對稱性敏感度(此線相對於原點之偏移，或在不存在線性相依性的情況下)；

對「線性」及「ATAN」模型之光瞳之模型一致性進行測試；且分析對晶圓之處理不對稱性。

另外，應注意，所提議配方選擇及疊對分析方法無需執行任何堆疊資訊。

對於以光瞳為基礎之分析，本文所揭示之方法正確地包括K值(疊對與不對稱性之間的比例性因數)改變正負號之資料點。此潛在延伸可用配方設定範圍以用於良好量測，且使能夠(例如)基於諸如線性範圍之其他參數而進行選擇。

上文已揭示出可自回歸線910 (諸如，圖9上所展示之回歸線)之斜率估計疊對。堆疊中之特徵不對稱性造成此回歸線移位遠離原點。回歸線之此移位有效地觀測特徵不對稱性。

進一步提議藉由利用此測定不對稱性移位來校正橫越晶圓之所估計疊對。在給出晶圓量測的情況下，所估計疊對與測定不對稱性移位之間的協方差清楚地展示在對晶圓之此兩個量測之間存在相關性。因此，提議依據測定不對稱性移位來校正對晶圓之所估計疊對。為了得知最佳校正，可設置最小化(例如，諸如最小平方之線性最小化)，其最小化用TE偏振輻射估計之疊對與用TM偏振輻射估計之疊對之間的差。

此方法可包含如下步驟：

在晶圓上之數個部位處使用TE偏振輻射及TM偏振輻射兩者來執行方法步驟S6-1至S6-5 (個別地)。作為此等量測之結果，將針對TE偏振輻射及TM偏振輻射兩者獲得每一晶圓部位處之程序不對稱性(線偏移)。

最小化在先前步驟中用TE偏振輻射估計之疊對與用TM偏振輻射

估計之疊對之間的差，以便得知依據測定程序不對稱性而對晶圓之所估計疊對之校正。

圖14說明對如描述之程序不對稱性進行校正會最小化用TE輻射估計之疊對與用TM輻射估計之疊對之間的差。圖14(a)及圖14(b)展示分別使用TE輻射及TM輻射而對晶圓執行之未經校正疊對量測的表示。圖14(c)為圖14(a)與圖14(b)之量測之間的差。圖14(d)及圖14(e)展示分別使用TE輻射及TM輻射而對晶圓執行；且已根據此實施例予以校正的疊對量測之表示。圖14(f)為圖14(d)與圖14(e)之量測之間的差。可清楚地看出，針對經校正疊對量測之TE疊對量測與TM疊對量測之間的差比針對未經校正疊對量測之TE疊對量測與TM疊對量測之間的差小。

藉由進一步證明此方法之效率，橫越對應於3個分離波長TE/TM量測對之3個分離資料集來獨立地演算疊對。考慮此三個集合之間的所估計疊對。觀測到，在使用分離波長及偏振的情況下量測之疊對之差之RMS針對x方向及y方向兩者改良達0.2奈米，從而引起準確度改良70%。

此外，應注意，本文所揭示之技術可應用於大散射計目標(亦被稱作標準目標)。舉例而言，在使用圖3之裝置的情況下，代替在暗場成像分支及感測器23中進行之量測或除了在暗場成像分支及感測器23中進行之量測以外，亦可使用光瞳影像感測器19藉由角解析散射量測來量測此等較大目標中之疊對。

此提議中之目標亦允許自量測應用不考量底部光柵不對稱性(BGA)之標準疊對演算方法(「線性」及「ATAN」方法)。

雖然上文所描述之目標結構為出於量測之目的而經具體地設計及形成的度量目標，但在其他實施例中，可在為形成於基板上之元件之功能部件的目標上量測屬性。許多元件具有規則的類光柵結構。如

本文中所使用之術語「目標光柵」及「目標結構」不要求已針對所執行之量測具體地提供該結構。

與如基板及圖案化元件上所實現的目標之實體光柵結構相關聯地，一實施例可包括含有機器可讀指令之一或多個序列之電腦程式，該等機器可讀指令描述量測基板上之目標及/或分析量測以獲得關於微影程序之資訊之方法。可(例如)在圖3之裝置中之單元PU及/或圖2之控制單元LACU內執行此電腦程式。亦可提供經儲存有此電腦程式之資料儲存媒體(例如，半導體記憶體，磁碟或光碟)。在(例如)圖3所展示之類型之現有度量衡裝置已經在生產中及/或在使用中的情況下，可藉由提供經更新電腦程式產品以用於使處理器執行經修改步驟S6 (包括步驟S6-1至S6-6)且因此在對特徵不對稱性之敏感度縮減的情況下演算疊對誤差來實施本發明。該程式可視情況經配置以控制光學系統、基板支撐件及其類似者以執行步驟S2至S5以用於量測合適複數個目標結構上之不對稱性。

在以下編號條項中提供根據本發明之另外實施例：

1. 一種量測一微影程序之一參數之方法，該方法包含如下步驟：

(a) 照明一基板上之目標結構，該等目標結構至少包含一第一目標結構及一第二目標結構，該第一目標結構包含具有一第一故意疊對偏置之一經疊對週期性結構，該第二目標結構包含具有一第二故意疊對偏置之一經疊對週期性結構；且偵測由每一目標結構散射之輻射以針對每一目標結構獲得表示一總不對稱性之一不對稱性量測，該總不對稱性包括歸因於(i)該目標結構中之該故意疊對偏置、(ii)在該目標結構之形成期間的一微影程序中之一疊對誤差及(iii)該等週期性結構中之一或多者內之特徵不對稱性的貢獻；

(b) 針對複數個不同照明條件重複步驟(a)以獲得不對稱性量測

資料；

(c) 藉由使一線性回歸模型擬合於針對該第一目標結構之不對稱性量測相對於針對該第二目標結構之不對稱性量測的一平面表示而對該不對稱性量測資料執行一回歸分析，該線性回歸模型未必擬合通過該平面表示之一原點；及

(d) 自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。

2. 如條項1之方法，其包含自該線性回歸模型之截距項判定歸因於特徵不對稱性的該總不對稱性之該貢獻。

3. 如條項2之方法，其包含如下步驟：

判定為歸因於特徵不對稱性的該總不對稱性之該經判定貢獻之一函數的一疊對校正；及

使用該疊對校正來校正該疊對誤差。

4. 如條項3之方法，其包含：

執行步驟(a)至(d)以判定對該基板上之複數個不同部位之疊對誤差量測；使得使用TE偏振輻射且使用TM偏振輻射來獲得對每一部位之疊對誤差量測；及

藉由執行在使用TE偏振輻射量測時之測定疊對誤差與在使用TM偏振輻射量測時之測定疊對誤差之間的差之一最小化來演算該疊對校正。

5. 如前述條項中任一項之方法，其中擬合於該等不對稱性量測之該線性回歸模型僅擬合於處於該原點附近之不對稱性量測資料。

6. 如條項5之方法，其包含自該複數個照明條件識別特徵不對稱性對該測定總不對稱性作出最小貢獻所針對的一或多個最佳照明條件，該等最佳照明條件係選自該等測定不對稱性處於一偏移線上或附近所針對的彼等最佳照明條件，該偏移線為由該線性回歸模型描述但具有零截距項使得其處於該原點的偏移線。

7. 如條項6之方法，其中該等最佳照明條件係選自使該等測定不對稱性最遠離不處於該偏移線上或附近的任何測定不對稱性之彼等最佳照明條件。

8. 如條項6或7之方法，其包含使用該等最佳照明條件中之一或多者來進行該基板上之結構之後續量測。

9. 如前述條項中任一項之方法，其中該第一故意疊對偏置為一正疊對偏置，且該第二故意疊對偏置為一負疊對偏置。

10. 如條項9之方法，其中該第一故意疊對偏置及該第二故意疊對偏置具有相等量值。

11. 如前述條項中任一項之方法，其中在假定歸因於特徵不對稱性之該貢獻針對疊對之所有值恆定的情況下來執行步驟(d)。

12. 如條項1至10中任一項之方法，其中該等目標結構包含不具有故意疊對偏置之一第三目標結構，且該方法包含自步驟(b)中針對該第一目標結構與該第三目標結構獲得之不對稱性量測之間的差且自步驟(b)中針對該第二目標結構與該第三目標結構獲得之不對稱性量測之間的差判定相對不對稱性量測。

13. 如條項12之方法，其中步驟(c)包含使一線性回歸模型擬合於針對該第一目標結構之該等不對稱性量測與針對該第三目標結構之該等不對稱性量測的該差相對於針對該第二目標結構之該等不對稱性量測與針對該第三目標結構之該等不對稱性量測的該差的一平面表示。

14. 如條項12或13之方法，其中在不假定歸因於特徵不對稱性之該貢獻針對疊對之所有值恆定的情況下來執行步驟(d)。

15. 如前述條項中任一項之方法，其包含使用一微影程序以在一基板上形成該等目標結構的一初始步驟。

16. 一種用於量測一微影程序之一參數之檢測裝置，該裝置包

含：

- 用於一基板之一支撐件，該基板上具有複數個目標結構，該等目標結構至少包含一第一目標結構及一第二目標結構，該第一目標結構包含具有一第一故意疊對偏置之一經疊對週期性結構，該第二目標結構包含具有一第二故意疊對偏置之一經疊對週期性結構；

- 一光學系統，其可操作以照明該等目標，且偵測由每一目標散射之輻射以針對每一目標結構且針對複數個不同照明條件獲得表示一總不對稱性之一不對稱性量測，該總不對稱性包括歸因於(i)該目標結構中之該故意疊對偏置、(ii)在該目標結構之形成期間的一微影程序中之一疊對誤差及(iii)該等週期性結構中之一或多者內之特徵不對稱性的貢獻；

- 一處理器，其經配置以：

藉由使一線性回歸模型擬合於針對該第一目標結構之不對稱性量測相對於針對該第二目標結構之不對稱性量測的一平面表示而對不對稱性量測資料執行一回歸分析，該線性回歸模型未必擬合通過該平面表示之一原點；及

自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。

17. 如條項16之檢測裝置，其中該處理器可操作以自該線性回歸模型之截距項判定歸因於特徵不對稱性的該總不對稱性之該貢獻。

18. 如條項17之檢測裝置，其中該處理器可操作以：

判定為歸因於特徵不對稱性的該總不對稱性之該經判定貢獻之一函數的一疊對校正；及

使用該疊對校正來校正該疊對誤差。

19. 如條項18之檢測裝置，其可操作以：

執行步驟(a)至(d)以判定對該基板上之複數個不同部位之疊對誤差量測；使得使用TE偏振輻射且使用TM偏振輻射來獲得對每一部位

之疊對誤差量測；及

藉由執行在使用TE偏振輻射量測時之測定疊對誤差與在使用TM偏振輻射量測時之測定疊對誤差之間的差之一最小化來演算該疊對校正。

20. 如條項16至19中任一項之檢測裝置，其中該處理器可操作以使該線性回歸模型僅擬合於處於該原點附近之該不對稱性量測資料。

21. 如條項20之檢測裝置，其中該處理器可操作以自該複數個照明條件識別特徵不對稱性對該測定總不對稱性作出最小貢獻所針對的一或多個最佳照明條件，該等最佳照明條件係選自該等測定不對稱性處於一偏移線上或附近所針對的彼等最佳照明條件，該偏移線為由該線性回歸模型描述但具有零截距項使得其處於該原點的偏移線。

22. 如條項21之檢測裝置，其中該處理器可操作以自使該等測定不對稱性最遠離不處於該偏移線上或附近的任何測定不對稱性之彼等最佳照明條件選擇該等最佳照明條件。

23. 如條項21或22之檢測裝置，其可操作以使用該等最佳照明條件中之一或多者來進行該基板上之結構之後續量測。

24. 如條項16至23中任一項之檢測裝置，其中該第一故意疊對偏置為一正疊對偏置，且該第二故意疊對偏置為一負疊對偏置。

25. 如條項24之檢測裝置，其中該第一故意疊對偏置及該第二故意疊對偏置具有相等量值。

26. 如條項16至25中任一項之檢測裝置，其中該處理器可操作以在假定歸因於特徵不對稱性之該貢獻針對疊對之所有值恆定的情況下自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。

27. 如條項16至25中任一項之檢測裝置，其中該等目標結構包含不具有故意疊對偏置之一第三目標結構，且該處理器可操作以自針

對該第一目標結構與該第三目標結構之不對稱性量測之間的差且自針對該第二目標結構與該第三目標結構之不對稱性量測之間的差判定相對不對稱性量測。

28. 如條項27之檢測裝置，其中該處理器可操作以使一線性回歸模型擬合於針對該第一目標結構之該等不對稱性量測與針對該第三目標結構之該等不對稱性量測的該差相對於針對該第二目標結構之該等不對稱性量測與針對該第三目標結構之該等不對稱性量測的該差的一平面表示。

29. 如條項27或28之檢測裝置，其中該處理器可操作以在不假定歸因於特徵不對稱性之該貢獻針對疊對之所有值恆定的情況下自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。

30. 一種微影裝置，其包含如條項16至29中任一項之檢測裝置，該微影裝置可操作以：

使用一微影程序將一元件圖案施加至一系列基板；

將目標結構施加至該一系列基板中之一或多者；

使用一如條項1至15中任一項之量測一參數之方法來量測該目標結構之一疊對參數；及

根據量測一參數之該方法之結果而針對稍後基板來控制該微影程序。

31. 一種製造元件之方法，其中使用一微影程序將一元件圖案施加至一系列基板，該方法包括：使用一如條項1至15中任一項之方法來檢測作為該元件圖案之部分或除了該元件圖案以外而形成於該等基板中之至少一者上的至少一週期性結構；及根據該檢測方法之結果而針對稍後基板來控制該微影程序。

32. 一種包含機器可讀指令之電腦程式產品，該等機器可讀指令用於使一處理器對不對稱性資料執行一如條項1至15中任一項之方

法的該等處理步驟(c)及(d)，該不對稱性資料係藉由如下操作而獲得：在複數個不同照明條件下照明一基板上之目標結構，該等目標結構至少包含一第一目標結構及一第二目標結構，該第一目標結構包含具有一第一故意疊對偏置之一經疊對週期性結構，該第二目標結構包含具有一第二故意疊對偏置之一經疊對週期性結構；及

偵測由每一目標結構散射之輻射以針對每一目標結構獲得表示一總不對稱性之一不對稱性量測，該總不對稱性包括歸因於(i)該目標結構中之該故意疊對偏置、(ii)在該目標結構之形成期間的一微影程序中之一疊對誤差及(iii)該等週期性結構中之一或多者內之特徵不對稱性的貢獻。

儘管上文可特定地參考在光學微影之內容背景中對本發明之實施例的使用，但應瞭解，本發明可用於其他應用(例如，壓印微影)中，且在內容背景允許時不限於光學微影。在壓印微影中，圖案化元件中之構形(topography)界定產生於基板上之圖案。可將圖案化元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，將圖案化元件移出抗蝕劑，從而在其中留下圖案。

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

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

特定實施例之前述描述將充分地揭露本發明之一般性質以使得：在不脫離本發明之一般概念的情況下，其他人可藉由應用熟習此

項技術者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係在所揭示實施例之等效者的涵義及範圍內。應理解，本文中之措辭或術語係出於藉由實例而描述而非限制之目的，使得本說明書之術語或措辭待由熟習此項技術者按照該等教示及該指導進行解譯。

本發明之廣度及範疇不應受到上述例示性實施例中之任一者限制，而應僅根據以下申請專利範圍及該等申請專利範圍之等效者進行界定。

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之發明人所預期的本發明之一或多個而非所有例示性實施例，且因此，不意欲以任何方式來限制本發明及附加申請專利範圍。

上文已憑藉說明指定功能及其關係之實施之功能構建塊來描述本發明。為便於描述，本文任意界定此等功能性構建塊之邊界。只要適當地執行指定功能及該等功能之關係，便可界定替代邊界。

特定實施例之前述描述將充分地揭露本發明之一般性質以使得：在不脫離本發明之一般概念的情況下，其他人可藉由應用熟習此項技術者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係在所揭示實施例之等效者的涵義及範圍內。應理解，本文中之措辭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辭待由熟習此項技術者按照該等教示及該指導進行解譯。

本發明之廣度及範疇不應受到上述例示性實施例中之任一者限制，而應僅根據以下申請專利範圍及該等申請專利範圍之等效者進行

界定。

【符號說明】

0	零階射線
+1	一階射線
+1(N)	+1繞射射線
-1	一階射線
-1(S)	-1繞射射線
11	照明源
12	透鏡
13	照明孔徑板
13E	孔徑板
13N	孔徑板
13NW	孔徑板
13S	孔徑板
13SE	孔徑板
13W	孔徑板
14	透鏡
15	光束分裂器
16	接物鏡
17	第二光束分裂器
18	光學系統
19	第一感測器/光瞳平面影像感測器
20	光學系統
21	孔徑光闌/場光闌/光瞳光闌
22	光學系統
23	感測器

31	量測光點/經照明光點/照明光點
32	目標光柵
33	目標光柵
34	目標光柵
35	目標光柵
41	圓形區域
42	矩形區域/影像
43	矩形區域/影像
44	矩形區域/影像
45	矩形區域/影像
900	線
910	回歸線
920	線
930	資料點
1000	區
1010	資料
1100	線
1110	線
AD	調整器
AS	對準感測器
B	輻射光束
BD	光束遞送系統
BK	烘烤板
C	目標部分
CH	冷卻板
CO	聚光器

DE	顯影器
I	照明射線/入射射線
IF	位置感測器
IL	照明系統/照明器
IN	積光器
I/O1	輸入/輸出埠
I/O2	輸入/輸出埠
LA	微影裝置
LACU	微影控制單元
LB	裝載匣
LC	微影製造單元
LS	位階感測器
M ₁	光罩對準標記
M ₂	光罩對準標記
MA	圖案化元件
MT	圖案化元件支撐件或支撐結構/光罩台
O	光軸
P ₁	基板對準標記
P ₂	基板對準標記
P1	位置
P2	位置
P3	位置
P4	位置
PM	第一定位器
PS	投影系統
PU	影像處理器及控制器

PW	第二定位器
RO	基板處置器/機器人
ROI	所關注區
SC	旋塗器
SCS	監督控制系統
SO	輻射源
S1	步驟
S2	步驟
S3	步驟
S4	步驟
S5	步驟
S6	步驟
S6-1	步驟
S6-2	步驟
S6-3	步驟
S6-4	步驟
S6-5	步驟
S6-6	步驟
T	度量衡目標光柵
TCU	塗佈顯影系統控制單元
W	基板
WTa	基板台
WTb	基板台

106年06月01日修正本

申請專利範圍

1. 一種量測一微影程序之一參數之方法，該方法包含如下步驟：

(a) 照明一基板上之目標結構，該等目標結構至少包含一第一目標結構及一第二目標結構，該第一目標結構包含具有一第一故意(deliberate)疊對偏置之一第一經疊對週期性結構，該第二目標結構包含具有一第二故意疊對偏置之一第二經疊對週期性結構；且偵測由每一目標結構散射之輻射以針對每一目標結構獲得表示一總不對稱性之一不對稱性量測，該總不對稱性包括歸因於(i)該目標結構中之該故意疊對偏置、(ii)在該目標結構之形成期間的一微影程序中之一疊對誤差及(iii)該等週期性結構中之一或多者內之特徵不對稱性的貢獻；

(b) 針對複數個不同照明條件重複步驟(a)以獲得不對稱性量測資料；

(c) 藉由使一線性回歸模型擬合於針對該第一目標結構之不對稱性量測相對於針對該第二目標結構之不對稱性量測的一平面表示而對該不對稱性量測資料執行一回歸分析；

(d) 自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差；

(e) 自該線性回歸模型之截距項(intercept term)判定歸因於特徵不對稱性的該總不對稱性之該貢獻；及

(f) 判定為歸因於特徵不對稱性的該總不對稱性之該經判定貢獻之一函數的一疊對校正；及

使用該疊對校正來校正該疊對誤差。

2. 如請求項1之方法，其包含：

執行步驟(a)至(d)以判定對該基板上之複數個不同部位之疊對誤差量測；使得使用TE偏振輻射且使用TM偏振輻射來獲得對每

一部位之疊對誤差量測；及

藉由執行在使用TE偏振輻射量測時之測定疊對誤差與在使用TM偏振輻射量測時之測定疊對誤差之間的差之一最小化來演算該疊對校正。

3. 如請求項1或2之方法，其中擬合於該等不對稱性量測之該線性回歸模型僅擬合於處於該原點附近之不對稱性量測資料；

該方法包含自該複數個照明條件識別特徵不對稱性對該測定總不對稱性作出最小貢獻所針對的一或多個最佳照明條件，該等最佳照明條件係選自該等測定不對稱性處於一偏移線上或附近所針對的彼等最佳照明條件，該偏移線為由該線性回歸模型描述但具有零截距項使得其處於該原點的偏移線；及

其中該等最佳照明條件係選自使該等測定不對稱性最遠離不處於該偏移線上或附近的任何測定不對稱性之彼等最佳照明條件。

4. 如請求項3之方法，其包含使用該等最佳照明條件中之一或多者來進行該基板上之結構之後續量測。
5. 如請求項1或2之方法，其中該第一故意疊對偏置為一正疊對偏置，且該第二故意疊對偏置為一負疊對偏置。
6. 如請求項5之方法，其中該第一故意疊對偏置及該第二故意疊對偏置具有相等量值。
7. 如請求項1或2之方法，其中在假定歸因於特徵不對稱性之該貢獻針對疊對之所有值恆定的情況下來執行步驟(d)。
8. 如請求項1或2之方法，其中該等目標結構包含不具有故意疊對偏置之一第三目標結構，且該方法包含自步驟(b)中針對該第一目標結構與該第三目標結構獲得之不對稱性量測之間的差且自步驟(b)中針對該第二目標結構與該第三目標結構獲得之不對稱

性量測之間的差判定相對不對稱性量測；及

其中在不假定歸因於特徵不對稱性之該貢獻針對疊對之所有值恆定的情況下來執行步驟(d)。

9. 如請求項1或2之方法，其中該等目標結構包含不具有故意疊對偏置之一第三目標結構，且該方法包含自步驟(b)中針對該第一目標結構與該第三目標結構獲得之不對稱性量測之間的差且自步驟(b)中針對該第二目標結構與該第三目標結構獲得之不對稱性量測之間的差判定相對不對稱性量測；

其中步驟(c)包含使一線性回歸模型擬合於針對該第一目標結構之該等不對稱性量測與針對該第三目標結構之該等不對稱性量測的該差相對於針對該第二目標結構之該等不對稱性量測與針對該第三目標結構之該等不對稱性量測的該差的一平面表示；及

其中在不假定歸因於特徵不對稱性之該貢獻針對疊對之所有值恆定的情況下來執行步驟(d)。

10. 如請求項1或2之方法，其包含使用一微影程序以在一基板上形成該等目標結構的一初始步驟。
11. 一種用於量測一微影程序之一參數之檢測裝置，該裝置包含：

用於一基板之一支撐件，該基板上具有複數個目標結構，該等目標結構至少包含一第一目標結構及一第二目標結構，該第一目標結構包含具有一第一故意疊對偏置之一第一經疊對週期性結構，該第二目標結構包含具有一第二故意疊對偏置之一第二經疊對週期性結構；

一光學系統，其可操作以照明該等目標，且偵測由每一目標散射之輻射以針對每一目標結構且針對複數個不同照明條件獲得表示一總不對稱性之一不對稱性量測，該總不對稱性包括歸

因於(i)該目標結構中之該故意疊對偏置、(ii)在該目標結構之形成期間的一微影程序中之一疊對誤差及(iii)該等週期性結構中之一或多者內之特徵不對稱性的貢獻；

一處理器，其經配置以：

藉由使一線性回歸模型擬合於針對該第一目標結構之不對稱性量測相對於針對該第二目標結構之不對稱性量測的一平面表示而對不對稱性量測資料執行一回歸分析；及

自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差；

其中該處理器可操作以自該線性回歸模型之截距項判定歸因於特徵不對稱性的該總不對稱性之該貢獻；及

其中該檢測裝置可操作以：

判定為歸因於特徵不對稱性的該總不對稱性之該經判定貢獻之一函數的一疊對校正；及

使用該疊對校正來校正該疊對誤差。

12. 如請求項11之檢測裝置，其可操作以：

執行步驟(a)至(d)以判定對該基板上之複數個不同部位之疊對誤差量測；使得使用TE偏振輻射且使用TM偏振輻射來獲得對每一部位之疊對誤差量測；及

藉由執行在使用TE偏振輻射量測時之測定疊對誤差與在使用TM偏振輻射量測時之測定疊對誤差之間的差之一最小化來演算該疊對校正。

13. 如請求項11或12之檢測裝置，

其中該處理器可操作以使該線性回歸模型僅擬合於處於該原點附近之該不對稱性量測資料；

其中該處理器可操作以自該複數個照明條件識別特徵不對稱性對該測定總不對稱性作出最小貢獻所針對的一或多個最佳照明條

件，該等最佳照明條件係選自該等測定不對稱性處於一偏移線上或附近所針對的彼等最佳照明條件，該偏移線為由該線性回歸模型描述但具有零截距項使得其處於該原點的偏移線；及

其中該處理器可操作以自使該等測定不對稱性最遠離不處於該偏移線上或附近的任何測定不對稱性之彼等最佳照明條件選擇該等最佳照明條件。

14. 如請求項13之檢測裝置，其可操作以使用該等最佳照明條件中之一或多者來進行該基板上之結構之後續量測。
15. 如請求項11或12之檢測裝置，其中該第一故意疊對偏置為一正疊對偏置，且該第二故意疊對偏置為一負疊對偏置。
16. 如請求項15之檢測裝置，其中該第一故意疊對偏置及該第二故意疊對偏置具有相等量值。
17. 如請求項11或12之檢測裝置，其中該處理器可操作以在假定歸因於特徵不對稱性之該貢獻針對疊對之所有值恆定的情況下自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。
18. 如請求項11或12之檢測裝置，其中該等目標結構包含不具有故意疊對偏置之一第三目標結構，且該處理器可操作以自針對該第一目標結構與該第三目標結構之不對稱性量測之間的差且自針對該第二目標結構與該第三目標結構之不對稱性量測之間的差判定相對不對稱性量測；及

其中該處理器可操作以在不假定歸因於特徵不對稱性之該貢獻針對疊對之所有值恆定的情況下自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。

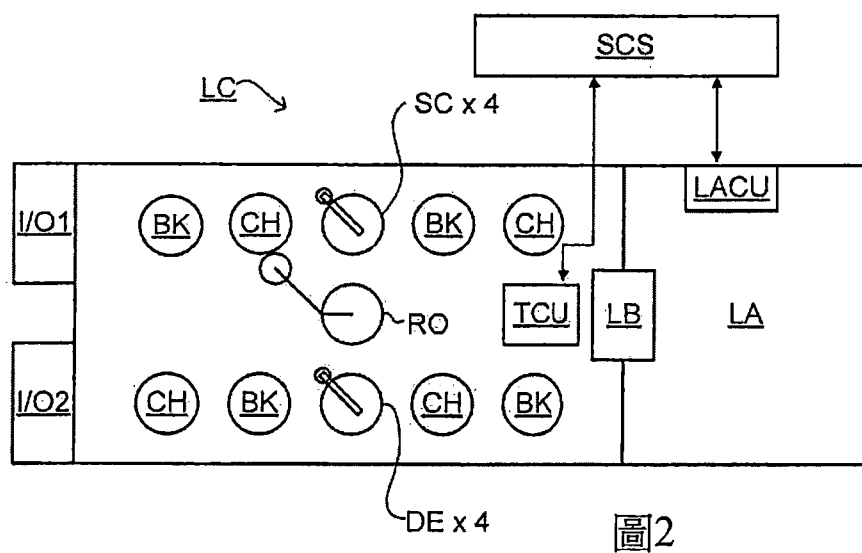
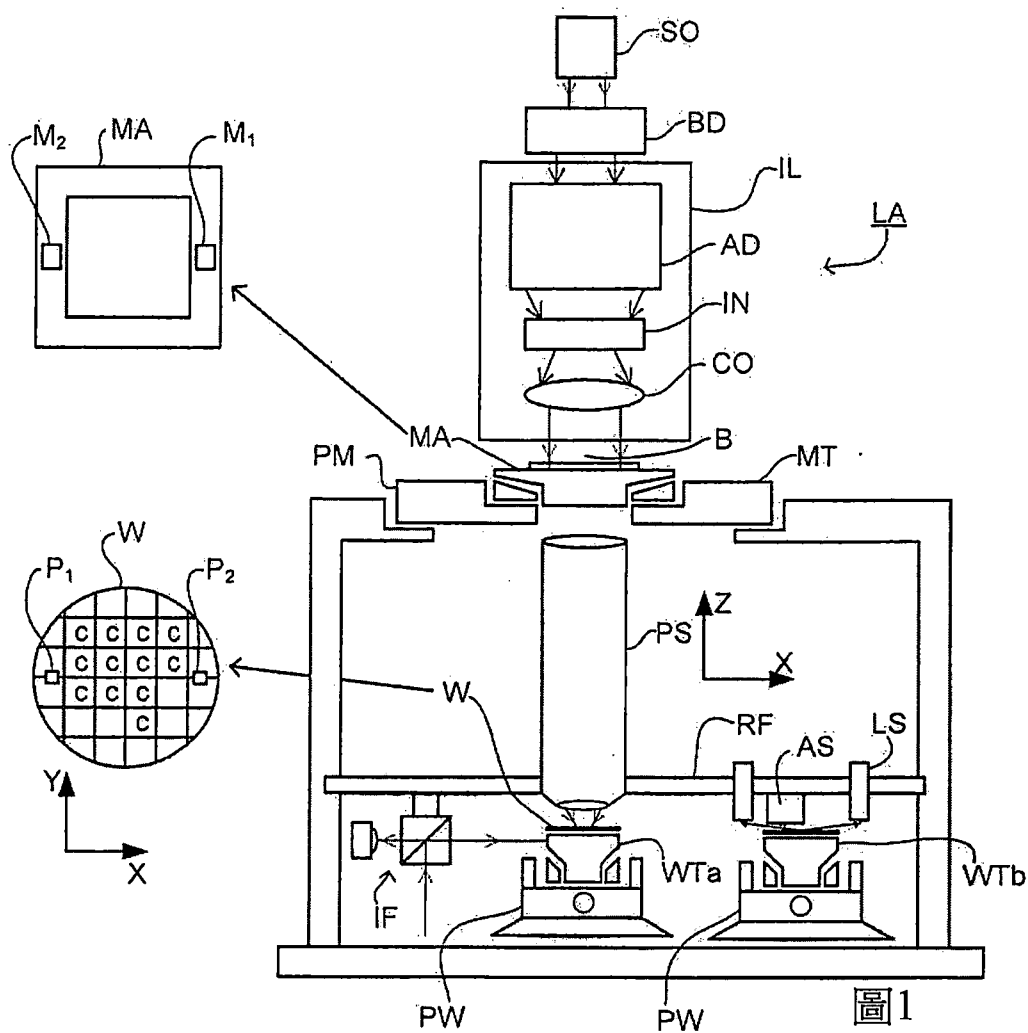
19. 如請求項11或12之檢測裝置，其中該等目標結構包含不具有故意疊對偏置之一第三目標結構，且該處理器可操作以自針對該第一目標結構與該第三目標結構之不對稱性量測之間的差且自針

對該第二目標結構與該第三目標結構之不對稱性量測之間的差判定相對不對稱性量測；

其中該處理器可操作以使一線性回歸模型擬合於針對該第一目標結構之該等不對稱性量測與針對該第三目標結構之該等不對稱性量測的該差相對於針對該第二目標結構之該等不對稱性量測與針對該第三目標結構之該等不對稱性量測的該差的一平面表示；及

其中該處理器可操作以在不假定歸因於特徵不對稱性之該貢獻針對疊對之所有值恆定的情況下自由該線性回歸模型描述之一斜率判定該疊對誤差。

圖式



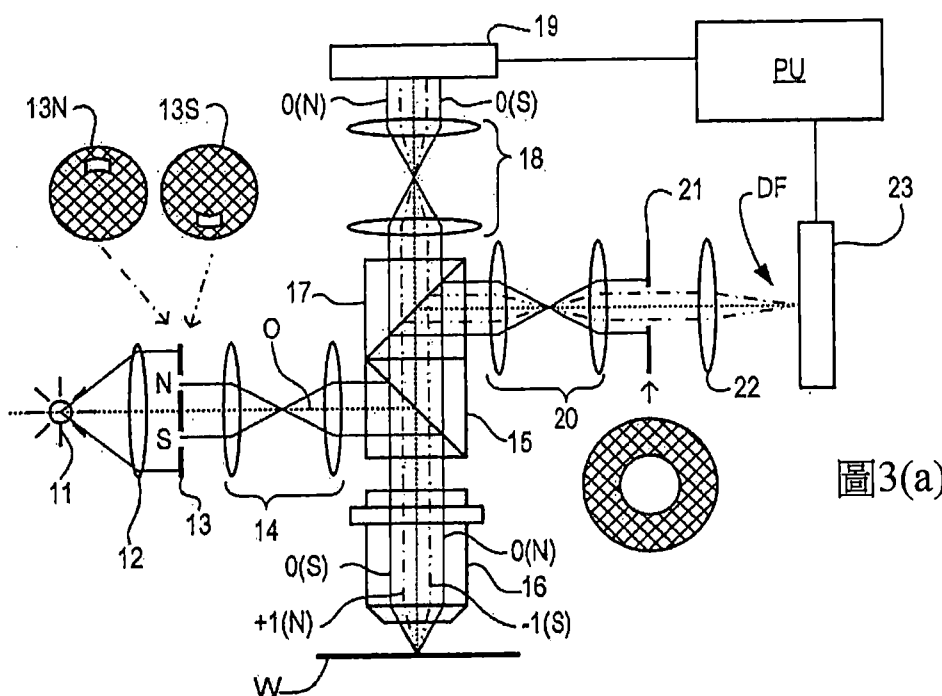


圖3(a)

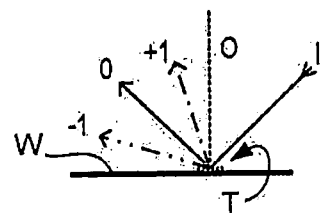


圖3(b)

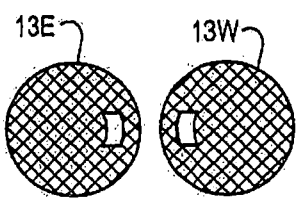


圖3(c)

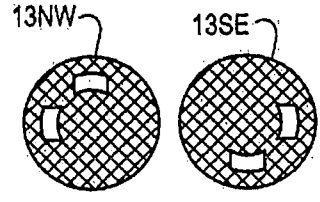


圖3(d)

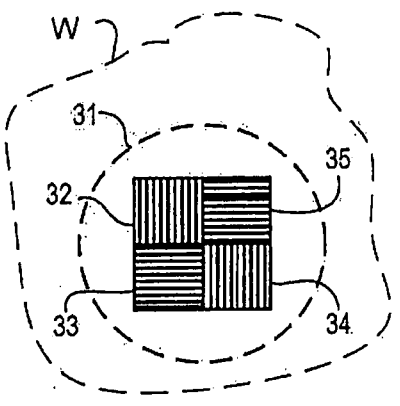


圖4

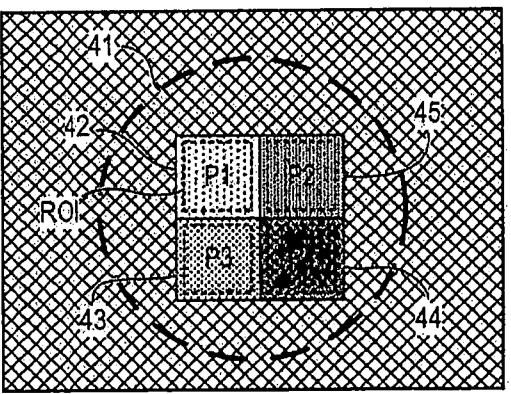


圖5

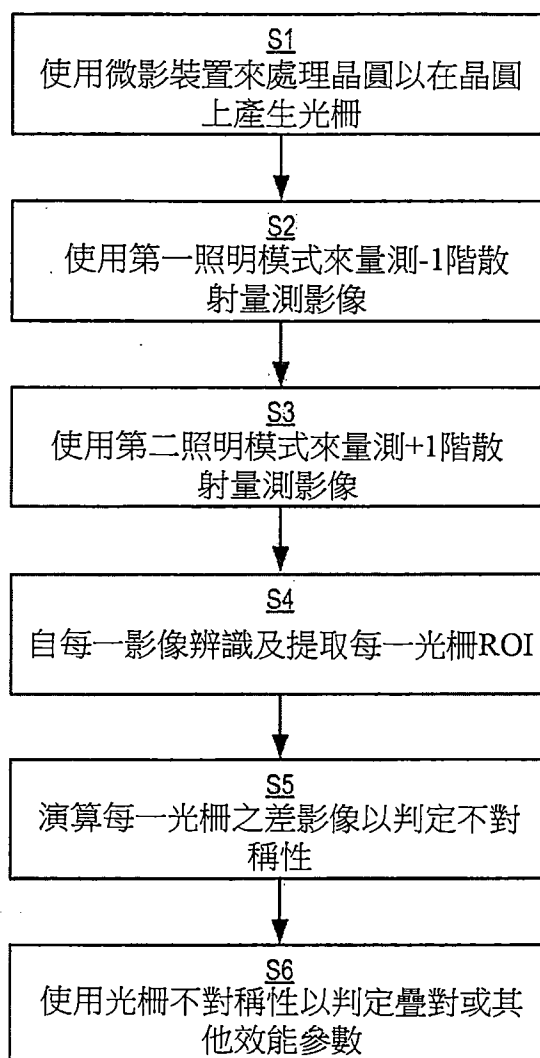


圖6

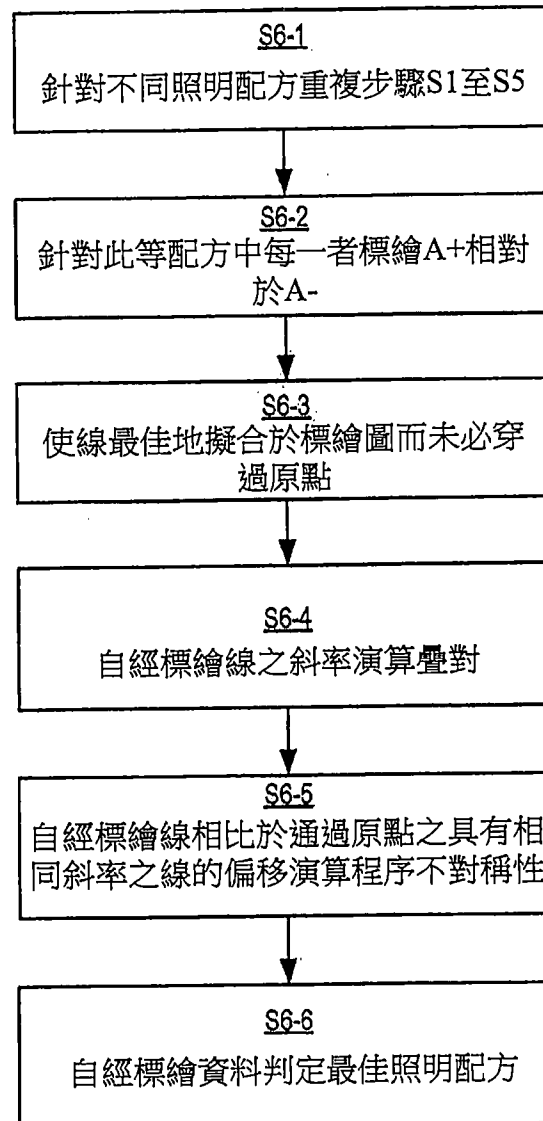


圖7



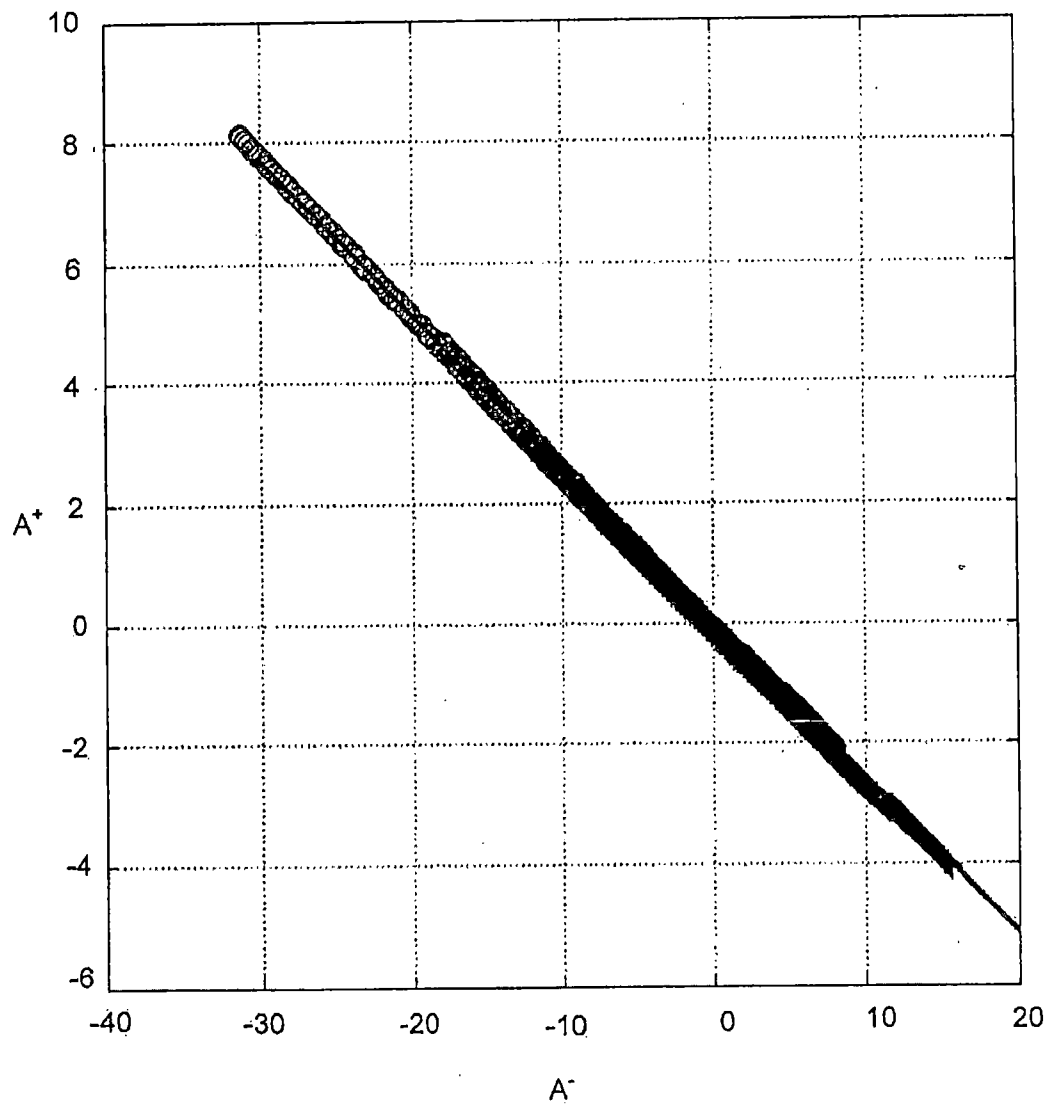


圖10a

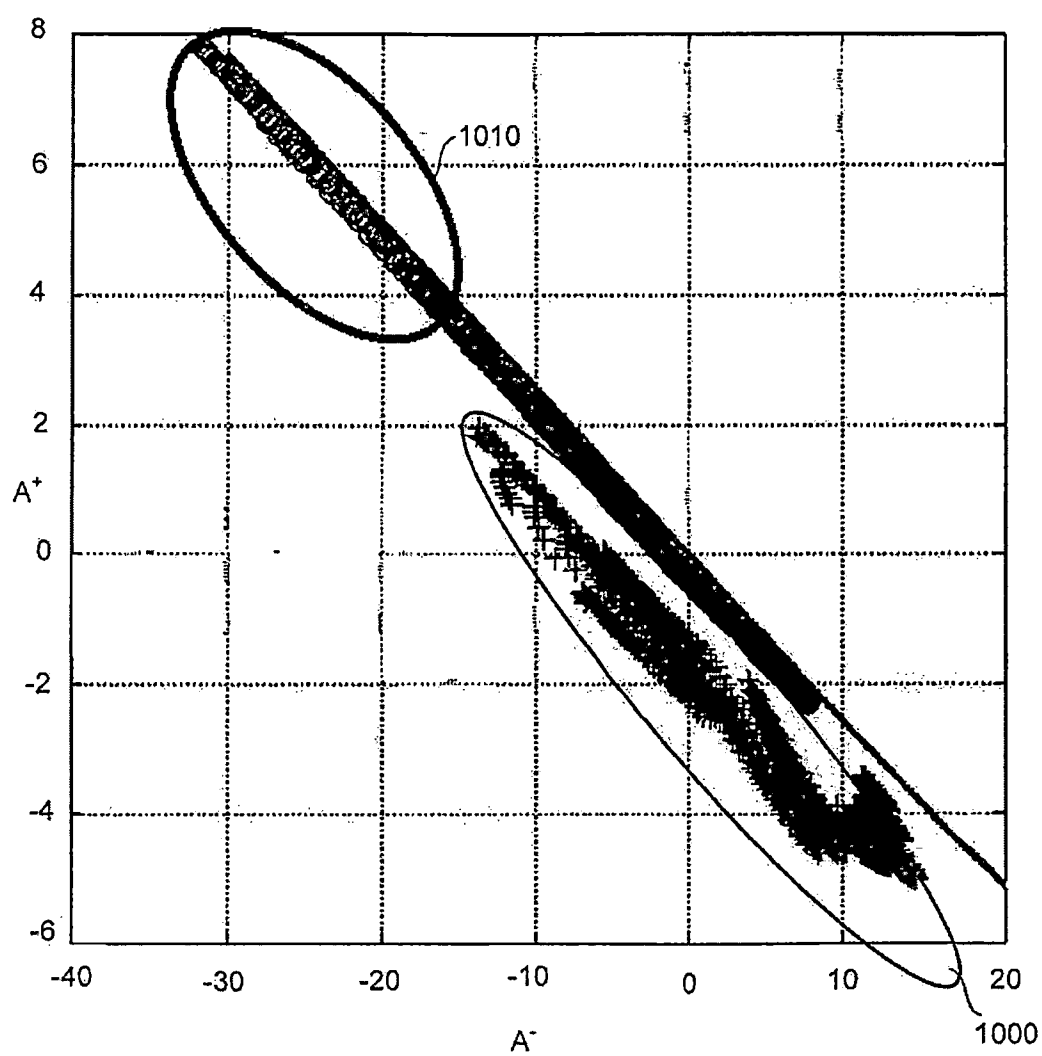


圖10b

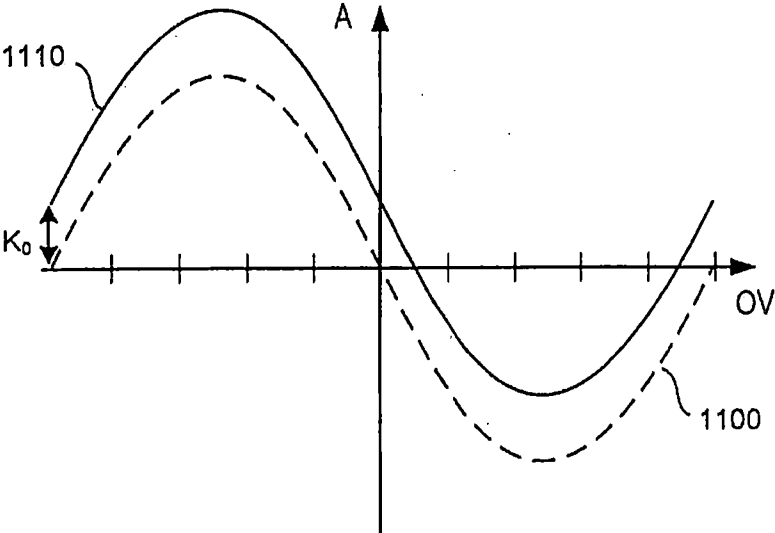


圖11

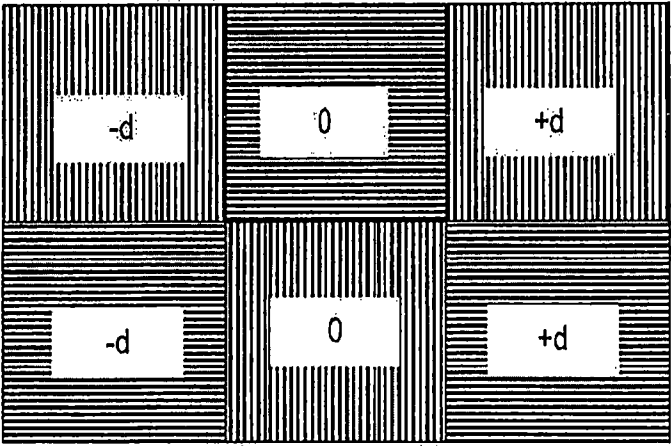


圖13

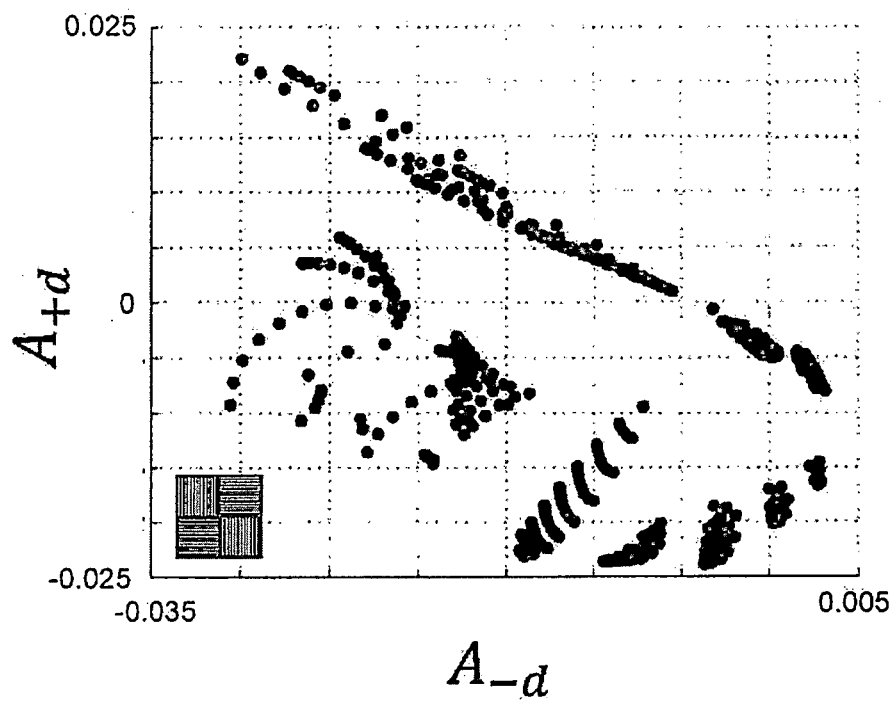


圖12a

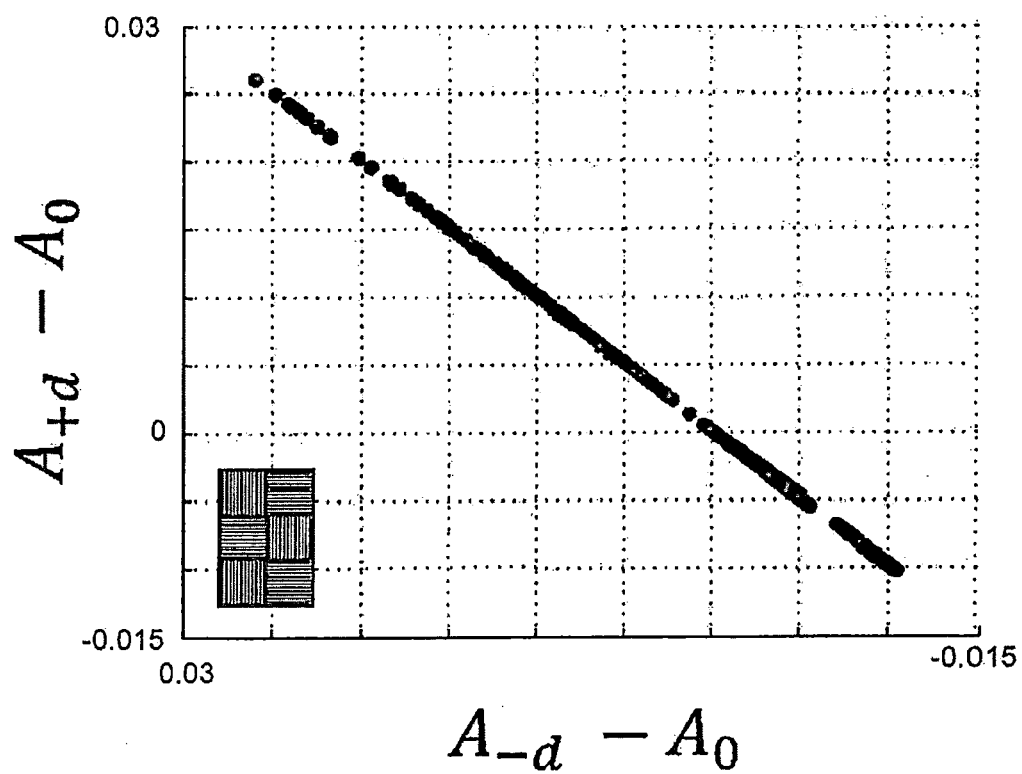


圖12b

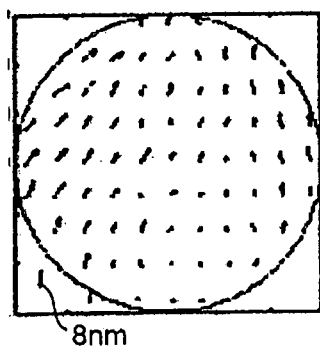


圖14(a)

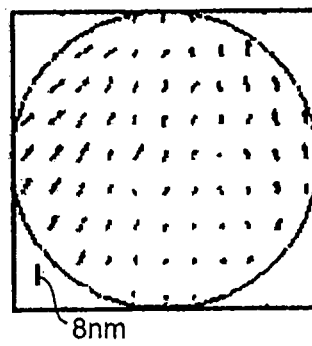


圖14(d)

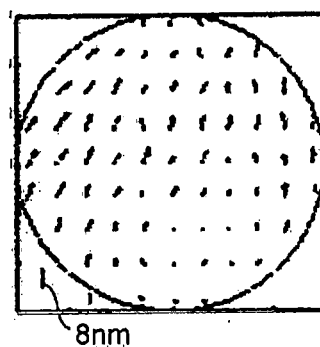


圖14(b)

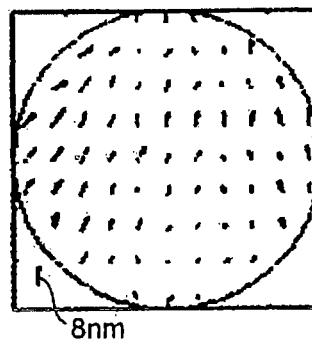


圖14(e)

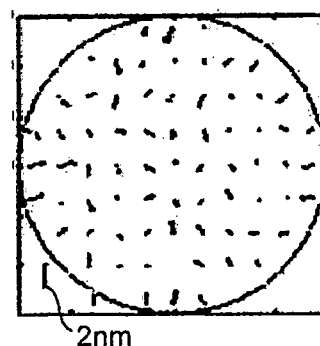


圖14(c)

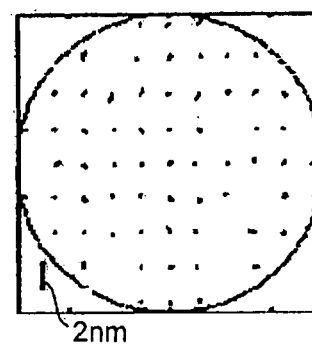


圖14(f)