



(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 I828316 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：111134878

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 19 日

(51)Int. Cl. : G06F17/18 (2006.01)

G03F9/00 (2006.01)

(30)優先權：2017/02/17 歐洲專利局

EP17156769

(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：舒密特 韋佛 艾密爾 彼得 SCHMITT-WEAVER, EMIL PETER (US)；巴塔哈爾亞 卡司徒夫 BHATTACHARYYA, KAUSTUVE (US)；泰爾 溫 提波 TEL, WIM TJIBBO (NL)；史達爾 法蘭克 STAALS, FRANK (NL)；李維榭 李昂 馬汀 LEVASIER, LEON MARTIN (NL)

(74)代理人：林嘉興

審查人員：吳漢傑

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：5 共 33 頁

(54)名稱

用於監測微影製造程序的方法及相關非暫時性電腦程式產品

(57)摘要

本發明揭示一種用於監測一微影程序之方法及關聯微影設備。該方法包含：獲得與由一基板支撐件支撐之一基板相關之高度變化資料，且經由該高度變化資料而擬合一回歸，該回歸近似該基板之形狀；判定該高度變化資料與該回歸之間的殘餘資料；及監測該殘餘資料隨著時間推移之變化。可基於該基板支撐件之已知特徵而解迴旋該殘餘資料。

Disclosed is a method for monitoring a lithographic process, and associated lithographic apparatus. The method comprises obtaining height variation data relating to a substrate supported by a substrate support and fitting a regression through the height variation data, the regression approximating the shape of the substrate; residual data between the height variation data and the regression is determined; and variation of the residual data is monitored over time. The residual data may be deconvolved based on known features of the substrate support.

指定代表圖：

符號簡單說明：

500:步驟

510:步驟

520:步驟

530:步驟

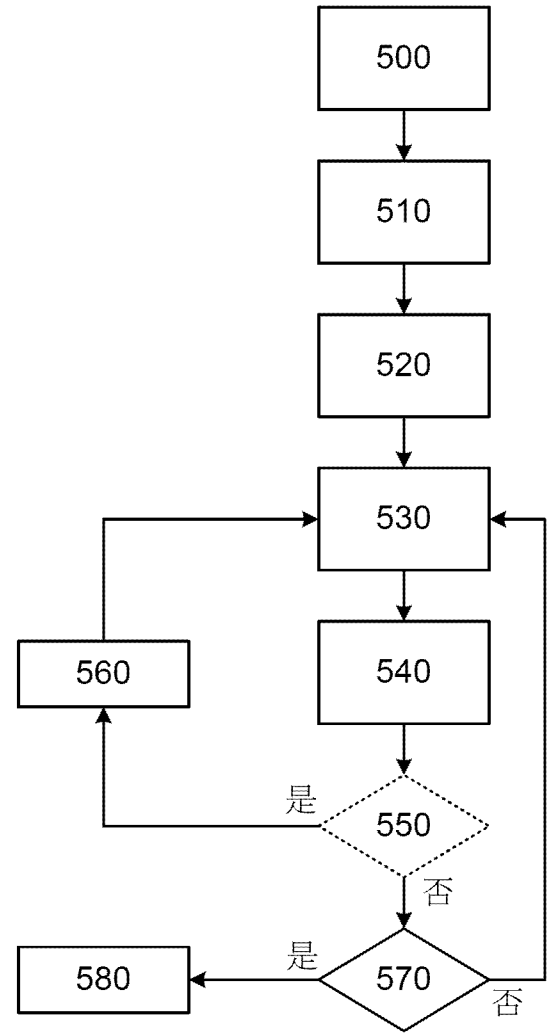
540:步驟

550:決策

560:步驟

570:決策

580:步驟



【圖5】



I828316

## 【發明摘要】

## 【中文發明名稱】

用於監測微影製造程序的方法及相關非暫時性電腦程式產品

## 【英文發明名稱】

METHODS FOR MONITORING A LITHOGRAPHIC MANUFACTURING PROCESS AND RELATED NON-TRANSITORY COMPUTER PROGRAM PRODUCT

## 【中文】

本發明揭示一種用於監測一微影程序之方法及關聯微影設備。該方法包含：獲得與由一基板支撐件支撐之一基板相關之高度變化資料，且經由該高度變化資料而擬合一回歸，該回歸近似該基板之形狀；判定該高度變化資料與該回歸之間的殘餘資料；及監測該殘餘資料隨著時間推移之變化。可基於該基板支撐件之已知特徵而解迴旋該殘餘資料。

## 【英文】

Disclosed is a method for monitoring a lithographic process, and associated lithographic apparatus. The method comprises obtaining height variation data relating to a substrate supported by a substrate support and fitting a regression through the height variation data, the regression approximating the shape of the substrate; residual data between the height variation data and the regression is determined; and variation of the residual data is monitored over time. The residual data may be deconvolved based on known features of the substrate support.

## 【指定代表圖】

圖5

## 【代表圖之符號簡單說明】

500:步驟

510:步驟

520:步驟

530:步驟

540:步驟

550:決策

560:步驟

570:決策

580:步驟

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

用於監測微影製造程序的方法及相關非暫時性電腦程式產品

### 【英文發明名稱】

METHODS FOR MONITORING A LITHOGRAPHIC  
MANUFACTURING PROCESS AND RELATED NON-TRANSITORY  
COMPUTER PROGRAM PRODUCT

### 【技術領域】

本發明係關於一種用於工業程序中之監測方法及設備。該設備已被開發所針對之工業程序之實例為微影製造程序，其包括使用微影設備將圖案自圖案化裝置轉印至基板上之一或多個步驟。

### 【先前技術】

微影程序為微影設備將所要圖案施加至基板上一通常是施加至基板之目標部分上一的製造程序。由微影設備執行之圖案化步驟僅僅為在整個微影程序中對每一基板執行之處理步驟序列中之一個步驟。處理步驟通常包括一或多個預圖案化程序步驟及一或多個後圖案化程序步驟。預圖案化步驟之實例包括用於施加或修改產品材料或光罩材料層、施加基底抗反射塗層(base anti-reflection coating ; BARC)及施加輻射敏感抗蝕劑之步驟。後圖案化程序步驟之實例包括顯影抗蝕劑、根據圖案而蝕刻產品材料或光罩材料、移除抗蝕劑、清潔等等。每一基板可經過許多圖案化步驟及處理步驟循環，以建置所要產品結構。

可藉由各種參數來量測微影程序之效能。被稱為疊對誤差或簡單地被稱為「疊對」之特定效能參數係關於足夠準確疊加地定位順次特徵層而以高良率生產工作裝置之能力。一般而言，應將疊對達成為在現今的亞微

米半導體裝置中之數十奈米內，下至大多數臨界層中之幾奈米。亦應最佳化諸如臨界尺寸(CD或線寬)之其他效能參數且使該等效能參數橫越基板而均一，以確保經製造裝置之良好良率及效能。為了達成此等參數之良好效能，基板應在圖案化步驟期間穩定且平坦。通常，藉由夾持力將基板固持於基板支撐件上。通常，藉由吸入來達成夾持。在使用極紫外線(extreme ultraviolet；EUV)輻射之最新微影工具中，在真空環境中進行圖案化操作。在彼狀況下，藉由靜電吸引來達成夾持力。

隨著基板移動通過微影設備，將運用基板對準及位階量測度量衡來量測基板之位置。此係在基板夾持至基板支撐件上之後且正好在曝光之前發生。意圖係特性化任何獨特基板間偏差。偏差可來自若干源；由基板置放至基板支撐件上引起之誤差、先前位階之程序已塑形基板表面之方式，或基板之背側上是否存在污染。因為基板夾持至基板支撐件上，所以基板背側與基板固持器之表面之間的任何污染或任何非均一支撐特性可能會影響基板表面構形(topography)。在操作中時，控制微影設備之基板間調整的實體模型使用對準及位階量測度量衡以一致地正確定位每一基板，以便達成基板之準確圖案化。

諸如在夾持期間對基板支撐件之損壞的缺陷可能會造成基板失真。詳言之，應理解，基板支撐件將歸因於其支撐表面與基板之背側之間的摩擦及/或化學物(用於在一或多個處理步驟期間處理基板)之效應而隨著時間推移而降級。此支撐表面通常可包含多個突起或瘤節，以很大程度上減輕基板與支撐件之間的介入污染物粒子之效應。此等瘤節中之一或多者或基板支撐件之其他態樣(特別是在邊緣處)可受到此劣化影響，從而引起其形狀隨著時間推移而改變，此將會影響夾持於基板支撐件上之基板之形狀。

現有控制系統可能無法校正基板支撐件之此劣化之效應。

### 【發明內容】

將需要即時監測在生產期間基板支撐件之降級。

在一第一態樣中，本發明提供一種用於監測一微影程序之方法，其包含：獲得與由一基板支撐件支撐之一基板相關之高度變化資料；經由該高度變化資料而擬合一回歸，該回歸近似該基板之形狀；判定表示該高度變化資料與該回歸之間的差異之殘餘資料；及監測該殘餘資料隨著時間推移之變化。

在一第二態樣中，本發明提供一種微影設備，其包含：一位階感測器，其可操作以量測與一基板相關之高度變化資料；一基板支撐件，其可操作以支撐該基板；及一處理器，其可操作以進行以下操作：經由該高度變化資料而擬合一回歸，該回歸近似該基板之形狀；判定表示該高度變化資料與該回歸之間的差異之殘餘資料；及監測該殘餘資料隨著時間推移之變化。

在另一態樣中，本發明亦提供一種電腦程式產品或其他非暫時性記憶體裝置，其上儲存有在一電腦上執行時致使該電腦實行該第一態樣之方法的軟體。

該電腦程式產品可進一步含有用於特定地實施上文所描述之選用特徵中之任一者的指令。

### 【圖式簡單說明】

現在將參考隨附示意性圖式而僅作為實例來描述本發明之實施例，在圖式中：

圖1描繪根據本發明之一實施例之微影設備；

圖2示意性地展示圖1之微影設備連同形成用於半導體裝置之微影生產系統之其他設備的使用，該系統進一步包括根據本發明之實施例之診斷設備；

圖3展示(a)來自高度變化資料之回歸之殘餘資料，及自此平均殘餘資料解迴旋之訊跡(signature)，包含(b)邊緣訊跡、(c)中心瘤節訊跡及(d)中心其他訊跡；

圖4為y軸上之距離度量d相對於x軸上之時間t的標繪圖，其展示基板支撐件解迴旋訊跡隨著時間推移之改變速率；且

圖5為描述本發明之一實施例的流程圖。

#### 【實施方式】

在描述為本發明之特定主題的技術之前，將有用的是呈現關於微影製造程序及其中出現之問題的一些背景資訊。實例將主要關於用於在半導體基板上生產功能裝置之程序。相同原理可應用於其他類型之產品或基板。亦尤其應瞭解，相同原理可應用於諸如倍縮光罩之圖案化裝置之製造中，該等圖案化裝置自身可用於後續製造程序中。因此，在下文中對基板之參考亦可被認作對將被形成主圖案之基板之參考，此主圖案隨後用於將功能裝置圖案施加至一系列基板。圖案化裝置可為光學微影倍縮光罩，其在類型上為透射的或反射的。圖案化裝置可替代地為例如用於壓印微影中之模板。

圖1示意性地描繪根據本發明之一個實施例之微影設備LA。該設備包含：

- 照明系統(照明器) IL，其經組態以調節輻射光束B (例如UV輻射或EUV輻射)；

- 支撐結構(例如光罩台) MT，其經建構以支撐圖案化裝置(例如光罩) MA，且連接至經組態以根據某些參數而準確地定位該圖案化裝置之第一定位器PM；
- 基板固持器(例如晶圓台) WTa或WTb，其經建構以固持基板(例如抗蝕劑塗佈基板) W，且連接至經組態以根據某些參數而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。基板W或晶圓具有：前側，其在處理期間定位於最上部，各種處理步驟易發生至前側上；及背側，其在處理期間與前側相對且與基板支撐件WTa、WTb接觸。背側易遭受污染，其可導致前側失真，如下文所描述。

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

支撐結構支撐圖案化裝置，亦即，承載圖案化裝置之重量。支撐結構以取決於圖案化裝置之定向、微影設備之設計及諸如圖案化裝置是否被固持於真空環境中之其他條件的方式來固持圖案化裝置。支撐結構可使用機械、真空、靜電或其他夾持技術以固持圖案化裝置。支撐結構可為例如框架或台，其可視需要而固定或可移動。支撐結構可確保圖案化裝置例如相對於投影系統處於所要位置。本文中對術語「倍縮光罩」或「光罩」之任何使用可被認為與更一般的術語「圖案化裝置」同義。

本文中所使用之術語「圖案化裝置」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裝置。應注意，舉例而言，若被賦予至輻射光束之圖案包括相移特徵或所謂的輔助特徵，則該圖案可能不會確切地對應於基板之目標部分中之所要圖案。通常，被賦予至輻射光束之圖案將對應於目標部分中所產生的諸如積體電路之裝置中的特定功能層。

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

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。本文中對術語「投影透鏡」之任何使用可被認為與更一般的術語「投影系統」同義。

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

微影設備可屬於具有兩個(雙載物台)或多於兩個基板支撐件(及/或兩個或多於兩個光罩台)之類型。在此等「多載物台」機器中，可並行地使用額外晶圓台，或可在一或多個晶圓台上實行預備步驟，同時將一或多個其他晶圓台用於曝光。可以單機方式來使用本文中所揭示之本發明，但詳

言之，本發明可在單載物台或多載物台設備之曝光前量測階段中提供額外功能。

微影設備亦可屬於如下類型：基板之至少一部分可由具有相對高折射率之液體—例如水—覆蓋，以便填充投影系統與基板之間的空間。亦可將浸潤液體施加至微影設備中之其他空間，例如光罩與投影系統之間的空間。浸潤技術在此項技術中被熟知用於增加投影系統之數值孔徑。如本文中所示使用之術語「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。

照明器IL自輻射源SO接收輻射光束。舉例而言，當源為準分子雷射時，源與微影設備可為單獨實體。在此等狀況下，源不被認為形成微影設備之部分，且輻射光束係憑藉包含例如合適導向鏡面及/或光束擴展器之光束遞送系統BD而自輻射源SO傳遞至照明器IL。在其他狀況下，舉例而言，當源為水銀燈時，源可為微影設備之整體部分。源SO及照明器IL連同在需要時的光束遞送系統BD可被稱作輻射系統。

照明器IL可包含用於調整輻射光束之角強度分佈之調整器AD。通常，可調整照明器之光瞳平面中之強度分佈的至少外部及/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，諸如積光器IN及聚光器CO。照明器可用以調節輻射光束，以在其橫截面中具有所要均一性及強度分佈。

輻射光束B入射於被固持於支撐結構(例如光罩台MT)上之圖案化裝置(例如光罩MA)上，且由該圖案化裝置圖案化。在已橫穿光罩MA之情況下，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 (例如干涉量測裝

置、線性編碼器或電容式感測器)，可準確地移動基板支撐件 $WTa/WTb$ ，例如以便將不同目標部分 $C$ 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(其在圖1中未被明確地描繪)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光罩 $MA$ 。一般而言，可憑藉形成第一定位器 $PM$ 之部分之長衝程模組(粗略定位)及短衝程模組(精細定位)來實現光罩台 $MT$ 之移動。相似地，可使用形成第二定位器 $PW$ 之部分之長衝程模組及短衝程模組來實現基板支撐件 $WTa/WTb$ 之移動。在步進器(相對於掃描器)之狀況下，光罩台 $MT$ 可僅連接至短衝程致動器，或可固定。可使用光罩對準標記 $M1$ 、 $M2$ 及基板對準標記 $P1$ 、 $P2$ 來對準光罩 $MA$ 及基板 $W$ 。儘管如所繪示之基板對準標記佔據專用目標部分，但該等基板對準標記可位於目標部分之間的空間中(此等基板對準標記被稱為切割道對準標記)。相似地，在多於一個晶粒被提供於光罩 $MA$ 上之情形中，光罩對準標記可位於該等晶粒之間。

可在以下模式中之至少一者下使用所描繪設備：

1. 在步進模式下，使光罩台 $MT$ 及基板支撐件 $WTa/WTb$ 保持基本上靜止，同時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(亦即，單次靜態曝光)。接著，使基板支撐件 $WTa/WTb$ 在 $X$ 及/或 $Y$ 方向上移位，使得可曝光不同目標部分 $C$ 。在步進模式下，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 $C$ 之大小。

2. 在掃描模式下，同步地掃描光罩台 $MT$ 及基板支撐件 $WTa/WTb$ ，同時將被賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分 $C$ 上(亦即，單次動態曝光)。可藉由投影系統 $PS$ 之(縮小率)放大率及影像反轉特性來判定基板支撐件 $WTa/WTb$ 相對於光罩台 $MT$ 之速度及方向。在掃描模式

下，曝光場之最大大小限制單次動態曝光中之目標部分之寬度(在非掃描方向上)，而掃描運動之長度判定目標部分之高度(在掃描方向上)。

3. 在另一模式下，使光罩台MT保持基本上靜止，從而固持可程式化圖案化裝置，且移動或掃描基板支撐件WTa/WTb，同時將被賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上。在此模式下，通常使用脈衝式輻射源，且在基板支撐件WTa/WTb之每次移動之後或在一掃描期間之順次輻射脈衝之間視需要而更新可程式化圖案化裝置。此操作模式可易於應用於利用諸如上文所提及之類型之可程式化鏡面陣列之可程式化圖案化裝置的無光罩微影。

亦可使用對上文所描述之使用模式的組合及/或變化或完全不同的使用模式。

此實例中之微影設備LA屬於所謂的雙載物台類型，其具有兩個基板支撐件WTa及WTb以及兩個站—曝光站及量測站—可在該等站之間交換該等基板支撐件。在曝光站EXP處曝光一個基板支撐件上之一個基板時，可在量測站MEA處將另一基板裝載至另一基板支撐件上，使得可實行各種預備步驟。該等預備步驟可包括使用位階感測器LS來映射基板之表面高度，及使用對準感測器AS來量測基板上之對準標記之位置。對準標記係以規則柵格圖案標稱地配置。然而，歸因於在產生標記時之不準確度且亦歸因於基板貫穿其處理而發生之變形，標記偏離理想柵格。因此，若設備LA將以極高準確度將產品特徵印刷於正確部位處，則除了量測基板之位置及定向以外，對準感測器實務上亦必須詳細地量測橫越基板區域之許多標記之位置。對準標記之量測因此極耗時，且兩個基板支撐件之佈建會實現設備之產出率之相當大的增加。若在基板支撐件處於量測站處以及處於

曝光站處時位置感測器IF不能夠量測基板支撐件之位置，則可提供第二位置感測器以使能夠在兩個站處追蹤基板支撐件之位置。本發明可應用於具有僅一個基板支撐件或具有多於兩個基板支撐件之設備中。

該設備進一步包括微影設備控制單元LACU，微影設備控制單元LACU控制所描述之各種致動器及感測器之所有移動及量測。LACU亦包括用以實施與設備之操作相關之所要計算的信號處理及資料處理能力。實務上，控制單元LACU將被實現為許多子單元之系統，每一子單元處置設備內之一子系統或組件之即時資料獲取、處理及控制。舉例而言，一個處理子系統可專用於基板定位器PW之伺服控制。單獨單元甚至可處置粗略及精細致動器，或不同軸線。另一單元可能專用於位置感測器IF之讀出。設備之總體控制可受到中央處理單元控制，中央處理單元與此等子系統處理單元通信、與操作者通信且與微影製造程序中涉及之其他設備通信。

圖2在200處展示在用於半導體產品之工業生產設施之內容背景中的微影設備LA。在微影設備(或簡稱為「微影工具(litho tool)」200)內，在202處展示量測站MEA且在204處展示曝光站EXP。在206處展示控制單元LACU。在生產設施內，設備200形成「微影製造單元(litho cell)」或「微影叢集(litho cluster)」之部分，「微影製造單元」或「微影叢集」亦含有塗佈設備208以用於將感光性抗蝕劑及其他塗層施加至基板W以由設備200圖案化。在設備200之輸出側處，提供烘烤設備210及顯影設備212以用於將經曝光圖案顯影成實體抗蝕劑圖案。

一旦已施加及顯影圖案，就將經圖案化基板220轉移至諸如在222、224、226處所繪示之其他處理設備。由典型製造設施中之各種設備實施廣泛範圍之處理步驟。出於實例起見，此實施例中之設備222為蝕刻站，

且設備224執行蝕刻後退火步驟。將另外物理及/或化學處理步驟應用於其他設備226等等中。為了製成實際裝置可需要眾多類型之操作，諸如材料之沈積、表面材料特性之修改(氧化、摻雜、離子植入等等)、化學機械拋光(chemical-mechanical polishing；CMP)等等。實務上，設備226可表示在一或多個設備中執行之一系列不同處理步驟。

眾所周知，半導體裝置之製造涉及此處理之許多重複，以在基板上逐層地建置具有適當材料及圖案之裝置結構。因此，到達微影叢集之基板230可為新近製備之基板，或其可為先前已在此叢集中或在另一設備中完全地被處理之基板。相似地，取決於所需處理，基板232在離開設備226時可被返回以用於同一微影叢集中之後續圖案化操作，基板232可意欲用於不同叢集中之圖案化操作，或基板232可為待發送以供切割及封裝之成品。

產品結構之每一層需要不同程序步驟集合，且用於每一層處之設備226可在類型上完全不同。另外，即使在待由設備226應用之處理步驟標稱地相同的情況下，在大型設施中亦可存在並行地工作以對不同基板執行步驟226之若干假設相同的機器。此等機器之間的小設置差異或疵點可意謂此等機器以不同方式影響不同基板。即使對於每一層而言為相對共同的步驟，諸如蝕刻(設備222)，亦可由標稱地相同但並行地工作以最大化產出率之若干蝕刻設備實施。此外，實務上，根據待蝕刻材料之細節及諸如各向異性蝕刻之特殊要求，不同層需要不同蝕刻程序，例如化學蝕刻、電漿蝕刻。

可如剛才所提及而在其他微影設備中執行先前及/或後續程序，且甚至可在不同類型之微影設備中執行先前及/或後續程序。舉例而言，裝置

製造程序中的在諸如解析度及疊對之參數方面要求極高之一些層相比於要求較不高之其他層可在更先進的微影工具中執行。因此，一些層可曝光於浸潤型微影工具中，而其他層曝光於「乾式」工具中。一些層可曝光於在DUV波長下工作之工具中，而其他層係使用EUV波長輻射而曝光。

圖2中亦展示度量衡設備240，提供度量衡設備240以用於在製造程序中之所要階段時對產品進行參數量測。現代微影生產設施中之度量衡站之常見實例為散射計，例如角解析散射計或光譜散射計，且可應用度量衡站以在設備222中之蝕刻之前量測在220處之經顯影基板之屬性。在使用度量衡設備240之情況下，可判定例如諸如疊對或臨界尺寸(CD)之重要效能參數並不滿足經顯影抗蝕劑中之指定準確度要求。在蝕刻步驟之前，存在經由微影叢集而剝離經顯影抗蝕劑且重新處理基板220的機會。亦眾所周知，來自設備240之度量衡結果可用以藉由隨著時間推移而進行小調整來維持微影叢集中之圖案化操作之準確效能，藉此最小化產品不符合規格且需要重工之風險。當然，可應用度量衡設備240及/或其他度量衡設備(未圖示)以量測經處理基板232、234及傳入基板230之屬性。

返回參看圖1，由於來自對基板之早期處理步驟之化學殘餘物的效應，及基板在基板支撐件上之重複夾持及鬆開之更一般的摩擦磨損，基板支撐件WTa/WTb隨著時間推移而降級。嚴重劣化的基板支撐件將在經成像圖案中引起缺陷且因此引起良率縮減。因此，重要的是在劣化影響良率之前更換基板支撐件(或執行另一合適維護動作，諸如清潔基板支撐件)。然而，更換基板支撐件會引起顯著的設備停機時間(及成本)，且因此其並非應不必要頻繁地進行之任務。能夠預見何時將需要此維護亦將大有益處，使得可為隨之而來的停機時間作好必要的準備且減輕停機時間之效

應。

提議使用位階感測器量測資料(高度變化資料)以監測由基板支撐件劣化(主要)及/或污染引起的隨著時間推移之改變。詳言之，提議監測殘餘資料隨著時間推移之改變，殘餘資料包含位階感測器資料之殘餘及經夾持基板形狀之回歸擬合。可基於(例如基板支撐件之)已知特徵而解迴旋此殘餘資料。以此方式，可使用一系列基於高斯之濾波器而處理至位階感測器資料之回歸擬合之殘餘，以洞悉基板支撐件訊跡如何隨著時間推移而改變。

位階感測器設備(例如紫外線位階感測器或UVLS)執行位階量測度量衡，且可每基板量測多於213,000個量測點。為了有效地且準確地模型化此大小之資料集，可進行回歸以更高效地特性化該資料集。作為特定實例，回歸可包含具有 $k$ 最近鄰搜尋之局域回歸非參數方程式。

可藉由自位階感測器資料減去經夾持基板形狀之回歸擬合來判定殘餘資料，藉此揭露底層基板支撐件訊跡。此後，提議使用基板支撐件設計/訊跡效應之知識將此殘餘資料解迴旋成已知底層結構之解迴旋訊跡。具有不同訊跡效應之台設計及/或區域的知識可包含諸如瘤節之已知物件之間的時間及/或基板邊緣(其可被定義為與基板中心相隔100 mm至140 mm之周界外部的基板區域；例如與基板中心相隔100 mm、與基板中心相隔120 mm，或與基板中心相隔140 mm)相對於基板之剩餘部分(基板中心)之部位的知識。此可藉由應用一或多個濾波器以解迴旋殘餘資料而進行。濾波器可包含例如運用基板支撐件設計及/或訊跡效應之知識而最佳化的一系列基於高斯之濾波器。一旦分離成個別子群組，就提議監測子群組之訊跡隨著時間推移之小改變的方法。

為了自基板支撐件訊跡之監測隔離程序及裝置效應，隨時量測基板

而無任何裝置或程序堆疊將為最佳慣例。將有價值的是監測來自給定微影設備之參考基板集連同生產基板集兩者之訊跡。舉例而言，可每基板支撐件平均化來自1個批次(總共25個基板)之殘餘(例如12個基板來自台1且13個基板來自台2)，使得可隔離對於每一基板支撐件係唯一的訊跡。

在一特定實施例中，將殘餘資料解迴旋成三個解迴旋台訊跡或子群組。圖3繪示此情形。圖3之(a)為殘餘資料，其可包含遍及數個基板之平均殘餘(例如每基板支撐件)。三個解迴旋訊跡或子群組包含(b)基板邊緣訊跡(例如與台中心相隔 $>140$  mm)及兩個基板中心訊跡。中心(與台中心相隔 $<140$  mm)訊跡因此被分解成：(c)「中心瘤節」(高頻)訊跡及剩餘(d)「中心其他」較低頻訊跡。解迴旋成此等特定訊跡僅僅係例示性的。舉例而言，原則上，將有可能進一步解迴旋中心其他訊跡。此情形之實例可包含解迴旋徑向訊跡(同心環訊跡)，徑向訊跡可見於殘餘資料及「中心其他」訊跡中。

圖4中展示在每一個別點與一參考點之間的相似性或距離度量 $d$  (例如歐幾里得距離)方面繪示解迴旋子群組隨著時間 $t$ 推移之改變速率的標繪圖。因而，觀測之間的成對距離用以每子群組產生單值KPI，可監測單值KPI隨著時間推移之變化。在所展示之特定實例中，參考點包含遍及前兩個批次 $R$ 之基板之數個點的平均訊跡，但此為任意實例。資料展示台邊緣訊跡相比於台邊緣中心以較大速率改變。又，可看出，中心子群組之距離度量趨向於整平且在第一一般增加之後保持相對平坦。藉由監測此距離度量(或更一般化地，基板支撐件訊跡中之一或多者之改變)，可監測隨著時間推移的通常指示基板支撐件之劣化之改變。舉例而言，若距離度量開始接近臨限值，則距離度量可被視為指示基板支撐件將需要更換或其他維護

動作。此接著可被適當地排程，且藉由例如確保在設施中之另一微影設備上存在充足生產能力來減輕隨之而來的停機時間。

在監測距離度量時，可觀測跳轉J或尖峰之一或多個例項。此可指示基板支撐件上之污染。若觀測到此跳轉，則在一實施例中，接著可量測監測基板以判定跳轉係批次特定的，抑或歸因於台(在此狀況下可起始台清潔動作)。與尖峰相關之對應相關訊跡的觀測亦可指示污染之部位。在一實施例中，提議使用此情形，其中位階感測器資料之細節用以判定相對於污染之晶粒內產品佈局。藉由進行此操作，有可能判定可受到污染影響之晶粒之數目，且因此估計污染對良率之可能影響。

圖5為描述用於監測一或多個基板支撐件訊跡且尤其用以監測此等訊跡以判定基板支撐件降級及/或污染之方法的流程圖。該方法可包含以下步驟：

在步驟500處，例如藉由使用位階感測器設備來量測一或多個監測或參考基板之高度變化資料。可在尚未對此等監測基板執行任何其他處理或曝光之情況下量測此等監測基板。

在步驟510處，經由高度變化資料而擬合回歸，且判定包含來自監測基板之高度感測器資料與回歸之間的殘餘之監測殘餘資料。可遍及數個基板平均化(每基板支撐件)監測殘餘資料。

在步驟520處，解迴旋監測殘餘資料(例如藉由應用合適濾波器)以建立複數個子群組。在一特定實例中，複數個子群組可包含邊緣子群組、中心瘤節子群組及中心其他子群組。

接著以類似於步驟500及510之方式量測530生產基板以獲得生產高度變化資料，自生產高度變化資料導出生產殘餘資料。

在步驟540處，即時解迴旋及監測生產殘餘資料。此可包含判定每一子群組相對於自來自一或多個初始生產基板/批次之生產殘餘資料(例如遍及前兩個批次之平均值)及/或自監測殘餘資料判定之參考的距離度量。此步驟貫穿生產批次之處理及曝光而循環，且應係產品非相依的。

在決策550處，判定是否應重新量測監測基板。若是，則在步驟560處遍及微影設備循環監測基板，且重新量測560監測基板以對相對於參考基線之任何改變進行基準點處理。此可週期性地進行，或由於監測到解迴旋產品殘餘資料(例如偵測到跳轉)而觸發。

在決策570處，判定是否需要維護動作。若是，則在步驟580處執行維護動作(例如排程基板支撐件更換)。否否，則方法返回至步驟530，使得貫穿生產程序而量測、解迴旋及監測生產殘餘資料。

在一實施例中，亦有可能向量化解迴旋殘餘資料以獲得等效(XY梯度)向量圖。此可例如使用以下方程式而進行：

$$\nabla F = \frac{\partial F}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial F}{\partial y} \hat{j}$$

其中F(x,y)表示隨基板上之x、y座標而變的殘餘資料之值。此向量圖接著可用以判定任何基板支撐件改變對疊對之影響。

儘管上文可能已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中，例如用於壓印微影中，且在內容背景允許之情況下並不限於光學微影。在壓印微影中，圖案化裝置中之構形界定產生於基板上之圖案。可將圖案化裝置之構形壓入至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，將圖案化裝置移出抗蝕劑，從而在其中留下圖案。

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

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

特定實施例之前述描述將充分地揭露本發明之一般性質，使得在不脫離本發明之一般概念的情況下，其他人可藉由應用此項技術之技能範圍內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。應理解，本文中之措辭或術語係出於例如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。

下文在編號實施例清單中揭示另外實施例：

1. 一種用於監測一微影程序之方法，其包含：

獲得與由一基板支撐件支撐之一基板相關之高度變化資料；  
經由該高度變化資料而擬合一回歸，該回歸近似該基板之形狀；  
判定表示該高度變化資料與該回歸之間的差異之殘餘資料；及  
監測該殘餘資料隨著時間推移之變化。

2. 如實施例1之方法，其包含基於該基板支撐件之已知特徵而解迴旋該殘餘資料以獲得解迴旋殘餘資料，該監測步驟包含監測該解迴旋殘餘資料。

3. 如實施例2之方法，其中該解迴旋殘餘資料包含與基板邊緣相

關之至少一個子群組及與基板中心相關之至少一個子群組。

4. 如實施例3之方法，其中該基板邊緣包含遠離該基板中心超出120 mm之一周界外部的區域。

5. 如實施例4之方法，其中該基板邊緣包含與該基板中心相隔140 mm之一周界外部的區域。

6. 如實施例3至5中任一項之方法，其中將與該基板中心相關之該至少一個子群組解迴旋成與該基板支撐件上之瘤節之部位相關的一第一中心子群組及與該基板中心之該殘餘資料之剩餘部分相關的一第二中心子群組。

7. 如實施例2至6中任一項之方法，其中解迴旋該殘餘資料之該步驟包含將至少一個濾波器應用於該殘餘資料。

8. 如前述實施例中任一項之方法，其包含以下步驟：基於該監測該殘餘資料隨著時間推移之變化而排程一維護動作。

9. 如實施例8之方法，其中該維護動作包含更換該基板支撐件。

10. 如實施例8或9之方法，其中監測該殘餘資料隨著時間推移之變化的該步驟包含判定及監測一距離度量相對於自一或多個初始高度變化量測所獲得之參考殘餘資料之變化。

11. 如實施例10之方法，其中在觀測到該殘餘資料根據該距離度量而自該參考殘餘資料漂移一預定距離時排程該維護動作。

12. 如實施例8之方法，其包含：在該殘餘資料中觀測到指示污染之一事件的情況下，該維護動作包含清潔該基板支撐件。

13. 如實施例12之方法，其中該事件包含該殘餘資料中隨著時間推移之一尖峰。

14. 如實施例12或13之方法，其包含：

判定該污染相對於由該微影程序施加之一產品佈局之部位；及  
判定該污染對良率之影響。

15. 如前述實施例中任一項之方法，其包含獲得與由該基板支撐件支撐之至少一個監測基板相關之監測高度變化資料的一初始步驟，該監測基板不具有由該微影程序施加至該監測基板之產品。

16. 如實施例15之方法，其包含在生產期間重新量測該至少一個監測基板上之監測高度變化資料。

17. 如實施例16之方法，其中使用該經重新量測監測高度變化資料以識別及移除及/或補償對該殘餘資料隨著時間推移之變化的任何效應，該等效應可歸因於處理效應及/或由該微影程序施加之產品之效應。

18. 如實施例16或17之方法，其中使用該經重新量測監測高度變化資料以判定該殘餘資料中之一事件係特定於一批次，抑或可歸因於該基板支撐件或該基板支撐件上之污染。

20. 如前述實施例中任一項之方法，其包含以下步驟：向量化該殘餘資料以獲得一等效向量圖，及使用該向量圖以判定任何基板支撐件改變對疊對之影響。

21. 如前述實施例中任一項之方法，其中該微影設備包含複數個基板支撐件，且每基板支撐件單獨地執行該方法。

22. 如前述實施例中任一項之方法，其包含以下步驟：使用一位階感測器設備來量測該基板以獲得該高度變化資料。

23. 一種微影設備，其包含：

一位階感測器，其可操作以量測與一基板相關之高度變化資料；

一基板支撐件，其可操作以支撐該基板；及

一處理器，其可操作以進行以下操作：

經由該高度變化資料而擬合一回歸，該回歸近似該基板之形狀；

判定表示該高度變化資料與該回歸之間的差異之殘餘資料；及

監測該殘餘資料隨著時間推移之變化。

24. 如實施例23之微影設備，其中該處理器進一步可操作以基於該基板支撐件之已知特徵而解迴旋該殘餘資料以獲得解迴旋殘餘資料，及監測該解迴旋殘餘資料。

25. 如實施例24之微影設備，其中該解迴旋殘餘資料包含與基板邊緣相關之至少一個子群組及與基板中心相關之至少一個子群組。

26. 如實施例25之微影設備，其中該基板邊緣包含與該基板中心相隔大於120 mm之一周界外部的區域。

27. 如實施例26之微影設備，其中該基板邊緣包含與該基板中心相隔140 mm之一周界外部的區域。

28. 如實施例25至27中任一項之微影設備，其中該處理器進一步可操作以進行以下操作：將與該基板中心相關之該至少一個子群組解迴旋成與該基板支撐件上之瘤節之部位相關的一第一中心子群組及與該基板中心之該殘餘資料之剩餘部分相關的一第二中心子群組。

29. 如實施例24至28中任一項之微影設備，其中該處理器進一步可操作以藉由將至少一個濾波器應用於該殘餘資料來解迴旋該殘餘資料。

30. 如實施例23至29中任一項之微影設備，其中該處理器進一步可操作以基於該監測該殘餘資料隨著時間推移之變化而排程一維護動作。

31. 如實施例30之微影設備，其中該維護動作包含更換該基板支撐

件。

32. 如實施例30或31之方法，其中該處理器可操作以在監測該殘餘資料隨著時間推移之變化時判定及監測一距離度量相對於自一或多個初始高度變化量測所獲得之參考殘餘資料之變化。

33. 如實施例30之方法，其中該處理器可操作以在觀測到該殘餘資料根據該距離度量而自該參考殘餘資料漂移一預定距離時排程該維護動作。

34. 如實施例30之微影設備，其包含：在該殘餘資料中觀測到指示污染之一事件的情況下，該維護動作包含清潔該基板支撐件。

35. 如實施例34之微影設備，其中該事件包含該殘餘資料中隨著時間推移之一尖峰。

36. 如實施例34或35之微影設備，其中該處理器進一步可操作以進行以下操作：

判定該污染相對於由該微影設備施加之一產品佈局之部位；及

判定該污染對良率之影響。

37. 如實施例23至36中任一項之微影設備，其可操作以量測與由該基板支撐件支撐之至少一個監測基板相關之監測高度變化資料，該監測基板不具有由該微影設備施加至該監測基板之產品。

38. 如實施例37之微影設備，其可操作以在生產期間重新量測該至少一個監測基板上之監測高度變化資料。

39. 如實施例38之微影設備，其中該處理器可操作以使用該經重新量測監測高度變化資料以識別及移除及/或補償對該殘餘資料隨著時間推移之變化的任何效應，該等效應可歸因於處理效應及/或由該微影設備施

加之產品之效應。

40. 如實施例38或39之微影設備，其中該處理器可操作以使用該經重新量測監測高度變化資料以判定該殘餘資料中之一事件係特定於一批次，抑或可歸因於該基板支撐件或該基板支撐件上之污染。

41. 如實施例23至40中任一項之微影設備，。

42. 如實施例23至41中任一項之微影設備，其中該處理器可操作以向量化該殘餘資料以獲得一等效向量圖，及使用該向量圖以判定任何基板支撐件改變對疊對之影響。

43. 如實施例23至42中任一項之微影設備，其包含複數個基板支撐件，且該處理器可操作以針對每一基板支撐件單獨地監測對應殘餘資料隨著時間推移之變化。

44. 一種電腦程式產品或其他非暫時性記憶體裝置，其上儲存有在一電腦上執行時致使該電腦實行如實施例1至22中任一項之方法之步驟的軟體。

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其等效者進行界定。

#### 【符號說明】

200:微影設備/微影工具

202:量測站

204:曝光站

206:控制單元

208:塗佈設備

210:烘烤設備

212:顯影設備  
220:經圖案化基板  
222:處理設備  
224:處理設備  
226:處理設備  
230:傳入基板  
232:經處理基板  
234:經處理基板  
240:度量衡設備  
500:步驟  
510:步驟  
520:步驟  
530:步驟  
540:步驟  
550:決策  
560:步驟  
570:決策  
580:步驟  
AD:調整器  
AS:對準感測器  
B:輻射光束  
BD:光束遞送系統  
C:目標部分

CO:聚光器

EXP:曝光

IF:位置感測器

IL:照明器

IN:積光器

LA:微影設備

LACU:微影設備控制單元

LS:位階感測器

M<sub>1</sub>:光罩對準標記

M<sub>2</sub>:光罩對準標記

MA:圖案化裝置/光罩

MEA:量測站

MT:支撐結構/光罩台

P1:基板對準標記

P2:基板對準標記

PM:第一定位器

PS:投影系統

PW:第二定位器

SO:輻射源

W:基板

WTa:基板固持器/晶圓台

WTb:基板固持器/晶圓台

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種用於監測一微影製造程序的方法，該方法包含：

獲得與由一基板支撐件支撐之一基板相關之高度變化資料；

經由該高度變化資料而擬合一回歸(regression)，該回歸近似該基板之形狀；

判定表示該高度變化資料與該回歸之間的差異之殘餘資料(residual data)；及

向量化(vectorizing)該殘餘資料以獲得一等效向量圖(equivalent vector map)，及使用該向量圖以判定該基板支撐件對疊對(overlay)之影響。

### 【請求項2】

如請求項1之方法，其包含基於該基板支撐件之已知特徵而解迴旋該殘餘資料以獲得解迴旋殘餘資料，該向量化係施加至該解迴旋殘餘資料。

### 【請求項3】

如請求項2之方法，其中該解迴旋殘餘資料包含與一基板邊緣相關之至少一個子群組及與一基板中心相關之至少一個子群組。

### 【請求項4】

如請求項3之方法，其中該基板邊緣包含與該基板中心相隔超出120 mm之一周界之外部的區域。

### 【請求項5】

如請求項4之方法，其中該基板邊緣包含與該基板中心相隔140 mm之一周界之外部的區域。

**【請求項6】**

如請求項3之方法，其中將與該基板中心相關之該至少一個子群組解迴旋成與該基板支撐件上之瘤節之部位相關的一第一中心子群組及與該基板中心之該殘餘資料之剩餘部分相關的一第二中心子群組。

**【請求項7】**

如請求項2之方法，其中解迴旋該殘餘資料包含：將至少一個濾波器應用於該殘餘資料。

**【請求項8】**

如請求項1之方法，其包含基於監測該殘餘資料隨著時間推移之變化而排程一維護動作。

**【請求項9】**

如請求項8之方法，其中該監測該殘餘資料隨著時間推移之變化包含判定及監測一距離度量相對於自一或多個初始高度變化量測所獲得之參考殘餘資料(reference residual data)之變化。

**【請求項10】**

如請求項9之方法，其中在觀測到該殘餘資料根據該距離度量而自該參考殘餘資料漂移一預定距離時排程該維護動作。

**【請求項11】**

如請求項1之方法，其進一步包含獲得與由該基板支撐件支撐之至少一個監測基板相關之監測高度變化資料的一初始步驟，該監測基板不具有由該微影程序施加至該監測基板之產品。

**【請求項12】**

如請求項1之方法，其進一步包含使用一位階感測器設備以獲得該高

度變化資料。

**【請求項13】**

一種非暫時性電腦程式產品，其上儲存有一軟體，在被一電腦系統執行時，該軟體經組態以使該電腦系統實行至少以下步驟：

獲得與由一基板支撐件支撐之一基板相關之高度變化資料；

經由該高度變化資料而擬合一回歸，該回歸近似該基板之形狀；

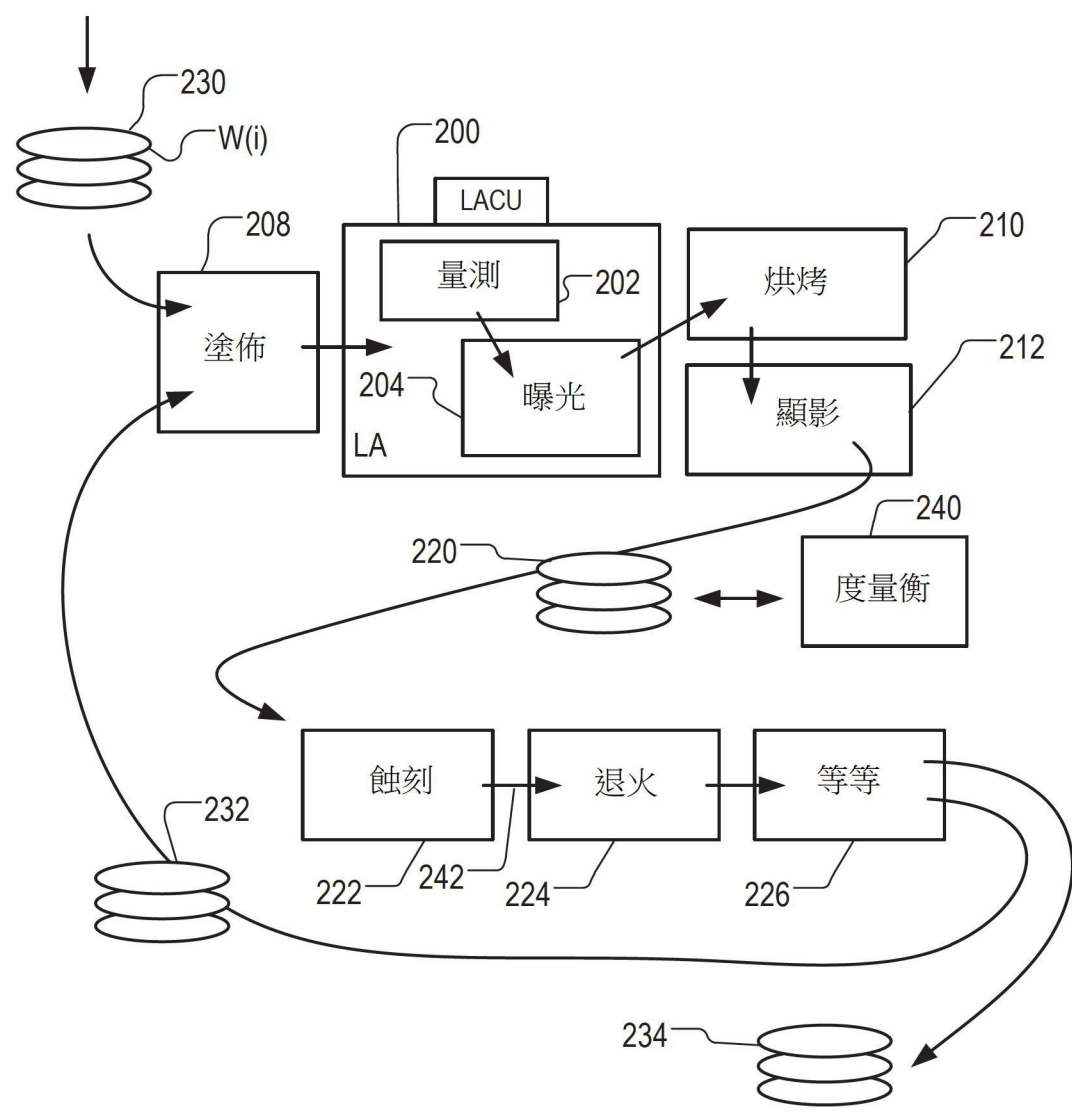
判定表示該高度變化資料與該回歸之間的差異之殘餘資料；及

向量化該殘餘資料以獲得一等效向量圖，及使用該向量圖以判定該基板支撐件對疊對之影響。

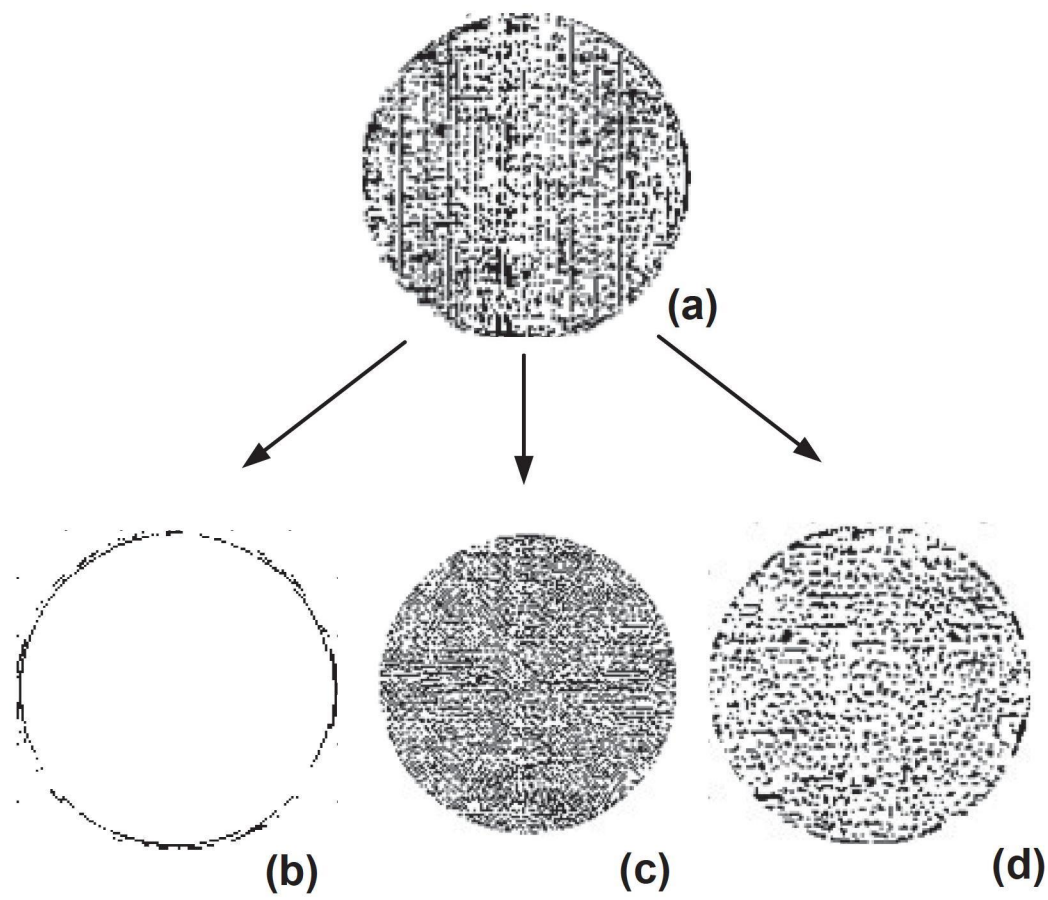
**【請求項14】**

如請求項13之電腦程式產品，其進一步經組態以基於該基板支撐件之已知特徵而解迴旋該殘餘資料以獲得解迴旋殘餘資料，及其中該向量化係施加至該解迴旋殘餘資料。

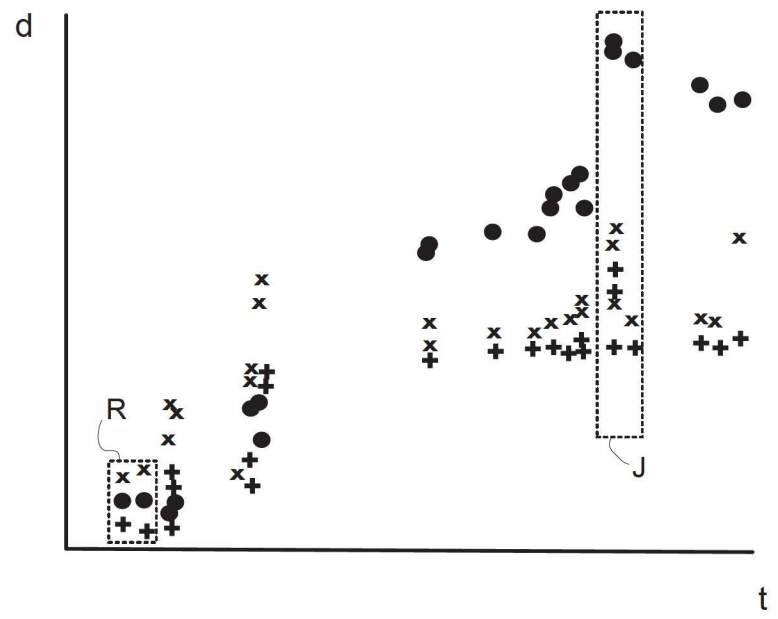




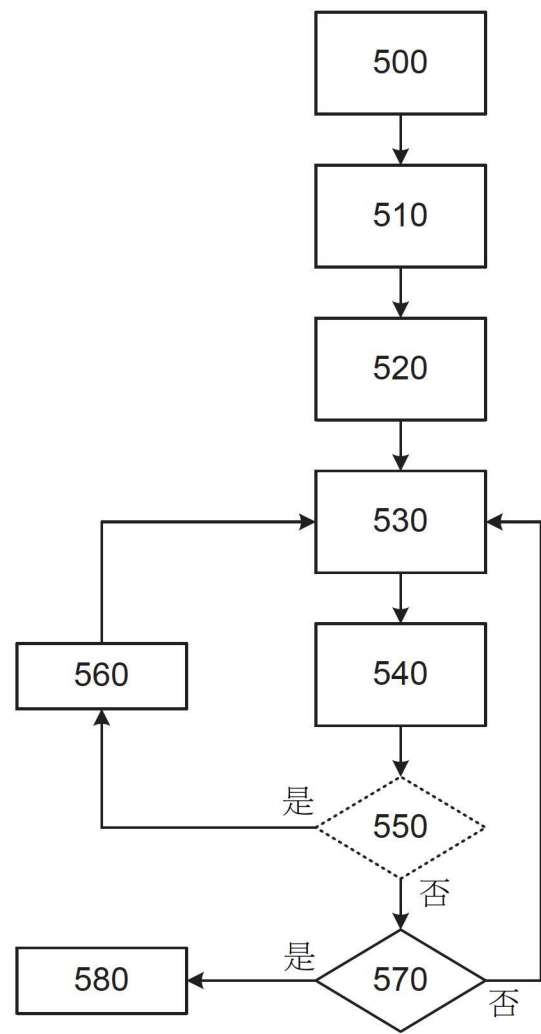
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】