



(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 I700562 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：108105946

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 02 月 22 日

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

(30)優先權：2018/02/27 歐洲專利局

18158779.1

(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：凡 哈倫 理查 喬哈奈 法蘭西卡斯 VAN HAREN, RICHARD JOHANNES
FRANCISCUS (NL)；凡 迪傑克 里昂 保羅 VAN DIJK, LEON PAUL (NL)；
莫瑞利 歐利恩 喬納森 皮爾 MOURAILLE, ORION JONATHAN PIERRE
(FR)；派斯托 安 瑪莉 PASTOL, ANNE MARIE (FR)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW 201142534A

TW 201227858A

TW 201805728A

CN 107430356A

CN 107561875A

EP 3255493A1

JP 4053723B2

US 2007/0002298A1

US 2013/0141723A1

審查人員：廖天佑

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 34 頁

(54)名稱

在一微影製程之對準標記定位

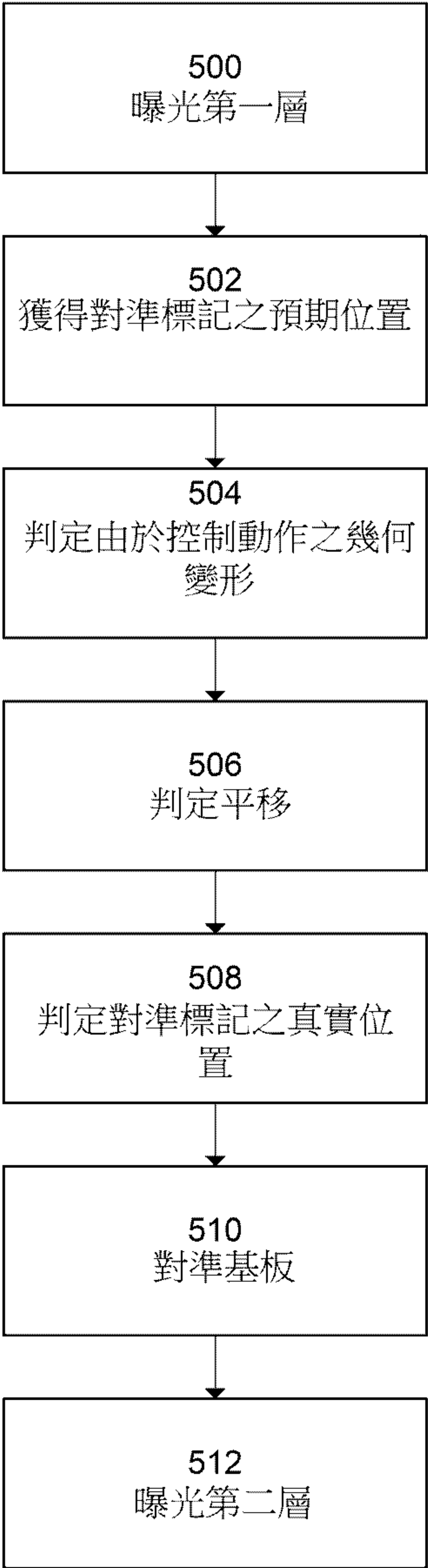
(57)摘要

本發明提供用於藉由以下操作判定使用一微影製程施加至一基板上之一第一層之一區的一對準標記之一位置的方法及設備：獲得該對準標記之一預期位置；獲得由於校正該微影製程的一控制動作的該區之一幾何變形；獲得由於該幾何變形的該對準標記之一平移；及基於該預期位置及該平移而判定該對準標記之該位置。

Methods and apparatus for determining a position of an alignment mark applied to a region of a first layer on a substrate using a lithographic process by: obtaining an expected position of the alignment mark; obtaining a geometrical deformation of the region due to a control action correcting the lithographic process; obtaining a translation of the alignment mark due to the geometrical deformation; and determining the position of the alignment mark based on the expected position and the translation.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 500 . . . 曝光步驟
 - 502 . . . 獲得步驟
 - 504 . . . 判定步驟
 - 506 . . . 判定步驟
 - 508 . . . 判定步驟
 - 510 . . . 對準步驟
 - 512 . . . 曝光步驟



【圖5】



I700562

【發明摘要】

【中文發明名稱】

在一微影製程之對準標記定位

【英文發明名稱】

ALIGNMENT MARK POSITIONING IN A LITHOGRAPHIC
PROCESS

【中文】

本發明提供用於藉由以下操作判定使用一微影製程施加至一基板上之一第一層之一區的一對準標記之一位置的方法及設備：獲得該對準標記之一預期位置；獲得由於校正該微影製程的一控制動作的該區之一幾何變形；獲得由於該幾何變形的該對準標記之一平移；及基於該預期位置及該平移而判定該對準標記之該位置。

【英文】

Methods and apparatus for determining a position of an alignment mark applied to a region of a first layer on a substrate using a lithographic process by: obtaining an expected position of the alignment mark; obtaining a geometrical deformation of the region due to a control action correcting the lithographic process; obtaining a translation of the alignment mark due to the geometrical deformation; and determining the position of the alignment mark based on the expected position and the translation.

【指定代表圖】

圖5

【代表圖之符號簡單說明】

500	曝光步驟
502	獲得步驟
504	判定步驟
506	判定步驟
508	判定步驟
510	對準步驟
512	曝光步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】

在一微影製程之對準標記定位

【英文發明名稱】

ALIGNMENT MARK POSITIONING IN A LITHOGRAPHIC
PROCESS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於判定使用一微影製程施加至一基板上之一層之一區的對準標記之一位置。在一些特定配置中，本發明亦可係關於基於所判定位位置定位一微影設備內之基板。

【先前技術】

【0002】 微影設備係經建構以將所要圖案施加至基板上之機器。微影設備可用於例如積體電路(IC)製造中。微影設備可例如將圖案化裝置(例如，光罩)處之圖案(常常亦被稱作「設計佈局」或「設計」)投影至提供於基板(例如，晶圓)上之一層輻射敏感材料(抗蝕劑)上。

【0003】 為了將圖案投影於基板上，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之最小大小。當前在使用中之典型波長係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 k_1 微影可用於處理尺寸小於微影設備之經典解析度極限的特徵。在此製程中，可將解析度公式表達為 $CD = k_1 \times \lambda / NA$ ，其中 λ 係所

使用輻射之波長，NA係微影設備中之投影光學件之數值孔徑，CD係「臨界尺寸」(通常係經印刷之最小特徵之大小，但在此狀況下係半間距)且 k_1 係經驗解析度因數。一般而言， k_1 愈小，則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變得愈困難。為了克服此等困難，可將複雜的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、訂製之照明方案、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，有時亦被稱作「光學及製程校正」)，或通常被定義為「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之嚴格控制迴路可用以改良在低 k_1 下之圖案之再生。

【0005】 通常，對準標記製造於基板上之層中且允許基板正確地定位於微影設備內。對準標記之位置之準確判定對後續層可在基板上曝光之準確度有直接影響。

【0006】 當前，當對準標記在第一層中製造時，對準標記部位係在曝光工作(或配方)中定義。對準標記場座標可取自倍縮光罩設計檔案(GDS)。對準標記場座標連同場曝光佈局將用以定義曝光柵格。在微影設備內之晶圓對準期間，可運用掃描器參考柵格中之對準感測器來量測對準標記位置，且將該等對準標記位置映射至如曝光工作(或配方)中所定義之位置。靜態偏移(例如，由於倍縮光罩寫入誤差、透鏡狹縫指紋(Lens Slit Fingerprint)或如同iHOPC的所應用校正)通常藉由疊對回饋控制迴路量測及校正。

【0007】 然而，在判定對準標記之位置時仍存在誤差，且需要改良彼判定之準確度。

【發明內容】

【0008】 根據本發明，在一態樣中，提供一種用於判定使用一微影製程施加至一基板上之一第一層之一區的一對準標記之一位置的方法，該方法包含：獲得該對準標記之一預期位置；獲得由於校正該微影製程的一控制動作的該區之一幾何變形；獲得由於該幾何變形的該對準標記之一平移；及基於該預期位置及該平移而判定該對準標記之該位置。

【0009】 視情況，該控制動作已基於由一度量衡設備獲得之度量衡資料而判定。

【0010】 視情況，該控制動作已判定為一進階製程控制(APC)策略之部分。

【0011】 視情況，該控制動作包含與以下各者中之一或多者相關的因素：一微影設備之一透鏡之加熱；一微影設備內之一倍縮光罩之加熱；及該基板之加熱。

【0012】 視情況，該對準標記之該位置係基於與一第一場相關聯之一控制動作而判定，且該方法進一步包含基於與一第二場相關聯之一控制動作而更新該對準標記之所判定位置。

【0013】 視情況，與一第一場相關聯之該控制動作不同於與一第二場相關聯之該控制動作。

【0014】 視情況，該控制動作用於校正該微影製程之一場幾何性質。

【0015】 視情況，該場幾何性質包含疊對。

【0016】 視情況，該對準標記之該預期位置係自一曝光配方獲得。

【0017】 視情況，獲得該區之該幾何變形包含在該第一層之曝光之

後量測該對準標記之一位置及/或基於該控制動作而計算該區之該幾何變形。

【0018】 視情況，該方法進一步包含曝光包含該對準標記之該基板上之該第一層。

【0019】 根據本發明，在一態樣中，提供一種用於定位經受一微影製程之一基板的方法，其包含如先前實施例中任一項而判定製造為該基板上之一第一層之部分的一對準標記之一位置，且進一步包含基於該對準標記之所判定位置而定位該基板。

【0020】 視情況，該方法進一步包含曝光該基板之一第二層。

【0021】 根據本發明，在一態樣中，提供一種用於判定使用一微影製程施加至一基板上之一第一層之一區的一對準標記之一位置的設備，該設備包含一處理器，該處理器經組態以執行電腦程式碼以進行以下方法：獲得該對準標記之一預期位置；獲得由於校正該微影製程的一控制動作的該區之一幾何變形；獲得由於該幾何變形的該對準標記之一平移；及基於該預期位置及該平移而判定該對準標記之該位置。

【0022】 視情況，該控制動作已基於由一度量衡設備獲得之度量衡資料而判定。

【0023】 視情況，該控制動作已判定為一進階製程控制(APC)策略之部分。

【0024】 視情況，該控制動作包含與以下各者中之一或多者相關的因素：一微影設備之一透鏡之加熱；一微影設備內之一倍縮光罩之加熱；及該基板之加熱。

【0025】 視情況，該對準標記之該位置係基於與一第一場相關聯之

一控制動作而判定。

【0026】 視情況，該方法進一步包含基於與一第二場相關聯之一控制動作而更新該對準標記之所判定位置。

【0027】 視情況，與一第一場相關聯之該控制動作不同於與一第二場相關聯之該控制動作。

【0028】 視情況，該控制動作用於校正該微影製程之一場幾何性質。

【0029】 視情況，該場幾何性質包含疊對。

【0030】 視情況，該對準標記之該預期位置係自一曝光配方獲得。

【0031】 視情況，獲得該區之該幾何變形包含在該第一層之曝光之後量測該對準標記之一位置及/或基於該控制動作而計算該區之該幾何變形。

【0032】 視情況，該方法進一步包含曝光包含該對準標記之該基板上之該第一層。

【0033】 根據本發明，在一態樣中，提供一種用於定位經受一微影製程之一基板的設備，該設備包含一處理器，該處理器經組態以執行電腦程式碼以進行一種方法，該方法包含：如本文中所揭示之任何方法而判定製造為該基板上之一第一層之部分的一對準標記之一位置；且進一步包含基於該對準標記之所判定位置而定位該基板。

【0034】 視情況，該方法進一步包含曝光該基板之一第二層。

【0035】 根據本發明，在一態樣中，提供一種電腦程式，其包含在執行於至少一個處理器上時使該至少一個處理器控制一設備以進行如本文中所揭示之任何實施例之一方法的指令。

【0036】 根據本發明，在一態樣中，提供一種載體，其含有上文所提及之電腦程式，其中該載體係一電子信號、光學信號、無線電信號或非暫時性電腦可讀儲存媒體中之一者。

【0037】 根據本發明，在一態樣中，提供一種度量衡設備，其包含如本文中所揭示之任何實施例的一設備。

【0038】 根據本發明，在一態樣中，提供一種微影設備，其包含上文所揭示之度量衡設備。

【0039】 根據本發明，在一態樣中，提供一種微影製造單元，其包含上文所描述之設備。

【圖式簡單說明】

【0040】 現將參看隨附示意性圖式僅作為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概述；
- 圖2描繪微影製造單元之示意性概述；
- 圖3描繪整體微影之示意性表示，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描繪由於曝光場之幾何變形的對準標記之平移；
- 圖5描繪根據本發明之實施例的方法之流程圖。

【實施方式】

【0041】 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365、248、193、157或126 nm之波長)及EUV (極紫外線輻射，例如具有在約5至100 nm之範圍內的波長)。

【0042】如本文中所使用之術語「倍縮光罩」、「光罩」或「圖案化裝置」可被廣泛地解譯為係指可用以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之圖案。在此上下文中亦可使用術語「光閥」。除經典光罩(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。

【0043】圖1示意性地描繪微影設備LA。微影設備LA包括：照明系統(亦被稱作照明器) 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)；光罩支撐件(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且連接至經組態以根據某些參數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。

【0044】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可包括用於導向、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。

【0045】本文中所使用之術語「投影系統」 PS應被廣泛地解譯為涵蓋如適於所使用之曝光輻射及/或適於諸如浸潤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。

【0046】微影設備**LA**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**PS**與基板**W**之間的空間，此亦被稱作浸潤微影。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。

【0047】微影設備**LA**亦可屬於具有兩個或多於兩個基板支撐件**WT**(又名「雙載物台」)之類型。在此「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**用於在另一基板**W**上曝光圖案。

【0048】除了基板支撐件**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**之性質或輻射光束**B**之性質。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**下移動。

【0049】在操作中，輻射光束**B**入射於固持於光罩支撐件**MT**上之例如光罩的圖案化裝置**MA**上，且由存在於圖案化裝置**MA**上之圖案(設計佈局)來圖案化。在已橫穿光罩**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**，可準確地移動基板支撐件**WT**，例如以便在輻射光束**B**之路徑中將不同目標部分**C**定位於聚焦且對準之位置處。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)可用以相對於輻射光束B之路徑來準確地定位圖案化裝置MA。可使用光罩對準標記M1、M2及基板對準標記P1、P2來對準圖案化裝置MA及基板W。儘管如所說明之基板對準標記P1、P2可佔據專用目標部分，但該等標記可位於目標部分之間的空間中。當基板對準標記P1、P2位於目標部分C之間時，此等基板對準標記被稱為切割道對準標記。

【0050】如圖2中所展示，微影設備LA可形成微影製造單元LC (有時亦被稱作微影製造單元(lithocell)或(微影製造單元(litho)叢集)之部分，該微影製造單元常常亦包括用以對基板W執行曝光前製程及曝光後製程之設備。習知地，此等設備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、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)的冷卻板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W、在不同製程設備之間移動基板W且將基板W遞送至微影設備LA之裝載匣LB。微影製造單元中常常亦被統稱為塗佈顯影系統之裝置通常係在塗佈顯影系統控制單元TCU之控制下，該塗佈顯影系統控制單元自身可受到監督控制系統SCS控制，該監督控制系統亦可例如經由微影控制單元LACU而控制微影設備LA。

【0051】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性質，諸如後續層之間的疊對誤差、線厚度、臨界尺寸(CD)等。出於此目的，可在微影製造單元LC中包括檢測工具(未圖示)。若偵測到誤差，則可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例如調整，尤其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測的情況下。

【0052】亦可被稱作度量衡設備之檢測設備用以判定基板W之性質，且特定而言，判定不同基板W之性質如何變化或與同一基板W之不同層相關聯之性質在層與層間如何變化。檢測設備可替代地經建構以識別基板W上之缺陷，且可例如係微影製造單元LC之部分，或可整合至微影設備LA中，或可甚至係單機裝置。檢測設備可量測潛影(在曝光之後在抗蝕劑層中之影像)上之性質，或半潛影(在曝光後烘烤步驟PEB之後在抗蝕劑層中之影像)上之性質，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被移除)上之性質，或甚至經蝕刻影像(在諸如蝕刻之圖案轉印步驟之後)上之性質。

【0053】通常，微影設備LA中之圖案化製程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準確度。為了確保此高準確度，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。此等系統中之一者係微影設備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製程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製程窗內。製程窗界定製程參數(例如，劑量、焦點、疊對)之範圍，在該製程參數範圍內，特定製造製程得到所定義結果(例如，功能性半導體裝置)，通常在該製程參數範圍內，允許微影製程或圖案化製程中之製程參數變化。

【0054】電腦系統CL可使用待圖案化之設計佈局(之部分)，以預測使用哪種解析度增強技術且執行運算微影模擬及計算，從而判定哪種光罩佈局及微影設備設定達成圖案化製程之最大總體製程窗(在圖3中由第一標度SC1中之雙箭頭描繪)。通常，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亦可用以偵測微影設備LA當前正在製程窗內何處操作(例如，使用來自度量衡工具MT之輸入)，以預測是否由於例如次佳處理而可能存在缺陷(在圖3中由第二標度SC2中之指向「0」的箭頭描繪)。

【0055】 度量衡工具MT可將輸入提供至電腦系統CL以實現準確模擬及預測，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)。

【0056】 微影設備LA經組態以將圖案準確地再生至基板上。所施加特徵之位置及尺寸需要在某些容許度內。位置誤差可能由於疊對誤差(常常被稱作「疊對」)而出現。疊對係相對於第二曝光期間之第二特徵在第一曝光期間置放第一特徵時的誤差。微影設備藉由在圖案化之前將每一晶圓與參考準確地對準而最小化疊對誤差。此最小化藉由獲得對準標記之預期位置來實現，該獲得可藉由使用對準感測器量測基板上之對準標記的位置或藉由自曝光配方獲得預期位置來實現。可在以引用之方式併入本文中的美國專利申請公開案第US20100214550號中找到關於對準程序之更多資訊。圖案尺寸標定(CD)誤差可例如在基板相對於微影設備之焦平面並未正確地定位時出現。此等焦點位置誤差可與基板表面之非平坦度相關聯。微影設備藉由在圖案化之前使用位階感測器量測基板表面構形而最小化此等焦點位置誤差。在後續圖案化期間應用基板高度校正以確保圖案化裝置至基板上之正確成像(聚焦)。可在以引用之方式併入本文中的美國專利申請公開案第US20070085991號中找到關於位階感測器系統之更多資訊。

【0057】 除微影設備LA及度量衡設備MT以外，在IC生產期間亦可

使用其他處理設備。蝕刻站(未圖示)在圖案曝光至抗蝕劑中之後處理基板。蝕刻站將圖案自抗蝕劑轉印至抗蝕劑層下方之一或多個層中。通常，蝕刻係基於施加電漿介質。可例如使用基板之溫度控制或使用電壓控制環來導向電漿介質從而控制局部蝕刻特性。可在以引用之方式併入本文中的國際專利申請公開案第WO2011081645號及美國專利申請公開案第US20060016561號中找到關於蝕刻控制之更多資訊。

【0058】 在IC之製造期間，極為重要的係，使用諸如微影設備或蝕刻站之處理設備來處理基板的製程條件保持穩定使得特徵之性質保持在某些控制極限內。製程之穩定性對於IC之功能性部分之特徵(產品特徵)尤其重要。為了保證穩定處理，製程控制能力需要就位。製程控制涉及監測處理資料及用於製程校正之構件的實施，例如基於處理資料之特性控制處理設備。製程控制可基於藉由度量衡設備MT進行之週期性量測，常常被稱作「進階製程控制」(亦進一步被稱作APC)。可在以引用之方式併入本文中的美國專利申請公開案第US20120008127號中找到關於APC之更多資訊。

【0059】 典型APC實施涉及對基板上之度量衡特徵進行週期性量測，以藉由進行控制動作(下文所描述)來監測及校正與一或多個處理設備相關聯之漂移。度量衡特徵反映了對產品特徵之微影製程變化之回應。相較於產品特徵，度量衡特徵對製程變化之敏感度可不同。在彼狀況下，可判定所謂的「度量衡對裝置」偏移(另外亦被稱作MTD)。為了模仿產品特徵之行為，度量衡目標可併有分段特徵、輔助特徵或具有特定幾何形狀及/或尺寸之特徵。謹慎設計之度量衡目標應以與產品特徵類似之方式對製程變化作出回應。可在以引用之方式併入本文中的國際專利申請公開案第

WO 2015101458號中找到關於度量衡目標設計之更多資訊。

【0060】 跨越基板及/或圖案化裝置的度量衡目標存在及/或經量測的部位之分佈常常被稱作「取樣方案」。通常，基於相關製程參數之預期指紋來選擇取樣方案；在基板上之預期到製程參數波動的區域相比於預期到製程參數恆定之區域通常更密集地被取樣。另外，可基於度量衡量測對微影製程之產出率之可允許影響而執行的度量衡量測之數目存在限制。謹慎選定之取樣方案對於準確地控制微影製程而不影響產出率及/或將倍縮光罩或基板上之過大區域指派給度量衡特徵而言係重要的。與最佳定位及/或量測度量衡目標相關之技術常常被稱作「方案最佳化」。可在以引用之方式併入本文中的國際專利申請公開案第WO 2015110191號及歐洲專利申請案第EP16193903.8號中找到關於方案最佳化之更多資訊。

【0061】 除了度量衡量測資料以外，內容脈絡資料亦可用於製程控制。內容脈絡資料可包含與以下各者中之一或多者相關的資料：選定處理工具(在處理設備之集區當中)、處理設備之特定特性、處理設備之設定、電路圖案之設計，及與處理條件相關的量測資料(例如，晶圓幾何形狀)。出於製程控制目的而使用內容脈絡資料之實例可在以引用之方式併入本文中的歐洲專利申請案第EP16156361.4號及國際專利申請案第PCT/EP2016/072363號中找到。在內容脈絡資料與在當前控制的製程步驟之前執行的製程步驟相關的狀況下，可使用內容脈絡資料以前饋方式控制或預測處理。內容脈絡資料常常與產品特徵性質在統計上相關。鑒於達成最佳的產品特徵性質，此實現處理設備之內容脈絡驅動控制。亦可組合內容脈絡資料及度量衡資料例如以將稀疏度量衡資料豐富至更詳細(密集)資料變得可用之程度，此對於控制及/或診斷目的更有用。可在以引用之方

式併入本文中的美國專利臨時申請案第62/382,764號中找到關於組合內容脈絡資料及度量衡資料之更多資訊。

【0062】 如上所述，監測製程係基於獲取與製程相關之資料。所需資料取樣速率(每批次或每基板)及取樣密度取決於圖案再生之所需準確度。對於低 k_1 微影製程，即使小的基板與基板間製程變化亦可為重要的。內容脈絡資料及/或度量衡資料接著需要在每基板基礎上實現製程控制。另外，當製程變化導致引起跨越基板之特性變化時，內容脈絡及/或度量衡資料需要跨越基板充分密集地分佈。然而，鑒於製程之所需產出率，可用於度量衡(量測)之時間受到限制。此限制強加了度量衡工具可僅對選定基板及跨越基板之選定部位進行量測。判定需要量測哪些基板之策略進一步描述於以引用之方式併入本文中的歐洲專利申請案第EP16195047.2號及第EP16195049.8號中。

【0063】 實務上，常常有必要自與製程參數(跨越一基板或複數個基板)有關的稀疏量測值集合導出與基板相關聯之值的更密集映像。通常，量測值之此密集映像可自稀疏量測資料結合與製程參數之預期指紋相關聯的模型導出。可在以引用之方式併入本文中的國際專利申請公開案第WO 2013092106號中找到關於模型化量測資料之更多資訊。

【0064】 本發明人已瞭解，在生產環境控制動作中，微影製程中之校正誤差係動態的。該等校正誤差可隨時間及/或在批次與批次間變化。儘管目標將為達成每場之穩定/靜態校正，但仍可能存在對準標記之經量測位置與預期位置之間的小的殘餘波動。舉例而言，雖然當前場內(製程)校正可達到三階多項式且可在場間變化，但對準標記將拾取平移偏移。因此，在經量測疊對趨勢標繪圖中觀測到之平移雜訊可直接與動態應用之

(較高階)製程校正有關。

【0065】 鑒於圖4，可考慮本文中所揭示之例示性方法及設備。在圖4a中，用於第一層之倍縮光罩400a (加陰影矩形)包含對準標記402a。對準標記402a包含指示座標(在此狀況下係0,0)之一對線，第二層倍縮光罩404a (環繞第一層倍縮光罩400a之加陰影矩形的線)可對照該對線進行對準。在圖4a中，第二層倍縮光罩404a使用對準標記402a而相對於第一層倍縮光罩400a完全對準。

【0066】 然而，如圖4b中所展示，第一層倍縮光罩400b可經受用於校正製造第一層之微影製程的控制動作。該控制動作可在曝光第一層期間實施。在圖4b之實例中，該控制動作包含放大率y偏移406，該放大率y偏移增加經曝光倍縮光罩400b之y尺寸。該控制動作可係上文所解釋且熟習此項技術者所已知之APC校正的結果。該控制動作可係用於改良場幾何性質之製程之部分，且可特定地用於改良疊對參數。該控制動作可採取數個形式且放大率y偏移僅用作實例。舉例而言，控制動作可包含以下各者中之任何一或多者：透鏡操控器提供場失真校正；透鏡操控器提供場放大率校正；及即時地控制載物台(載物台移動剖面)以達成特徵之所要定位(實例：使載物台首先加速且之後減速有效地產生場Y放大率，此係因為在掃描開始期間之特徵相比在載物台處於其最大速度時所曝光的特徵較不密集地分佈)。

【0067】 如先前所提及，對準標記402a之位置定義於曝光工作或配方中。由於所應用之控制動作，對準標記位置可偏離預期位置(例如，由配方定義)。此展示於圖4b中，其中對準標記402b由於放大率y偏移406而已經歷平移。可計算平移且其等於 $\Delta y = M_y \cdot Y_{\text{Field}}$ ，其中 M_y 係在y軸上應用

之放大率且 Y_{Field} 係場座標，作為實例，該場座標在此狀況下係 $(0, Y_{\text{Field}})$ 。因此，對準標記之真實位置係 $(0, \Delta y)$ 。

【0068】 若第二層倍縮光罩404b與對準標記對準，則由於在曝光第一層時所進行之控制動作，第二層將不會相對於第一層正確地定位。將基於曝光工作(或配方)中之對準標記之經設計(預期)座標 $(0, Y_{\text{Field}})$ 來曝光第二層。亦即，第二層倍縮光罩404b相對於第一層倍縮光罩400b之左下角對準。此意謂除了預期 M_y 疊對損失以外，亦將觀測到平移損失 $T_y = (0, \Delta y)$ 。

【0069】 本發明人已瞭解，可基於控制動作之知識而消除或至少減輕相較於第一層疊對的第二層中之平移損失 T_y 。可基於由於控制動作之平移 Δy 而判定經曝光第一層中之對準標記402b的位置，例如藉由將平移 Δy 加至對準標記之預期位置，該預期位置可在曝光工作(或配方)中定義。

【0070】 可基於對準標記之所判定平移而重新對準第二層倍縮光罩404b。在圖4中所展示之狀況下，此情形導致第二倍縮光罩404b在y方向上移位至由陰影矩形408所展示之位置。若應用於第一層倍縮光罩402a之控制動作(例如，場放大率y偏移)亦用於第二層之曝光中，則經量測疊對損失將不會受到控制動作影響(或將縮減效應)。在此實例中，使用場放大率來說明想法，但所揭示之方法涵蓋其他控制動作。

【0071】 通常，用於第一層及/或第二層之倍縮光罩400a、400b、404a、404b包含產品特徵以及對準標記402a、402b，但此對於本文中所揭示之配置之實施並非必需的。

【0072】 圖5展示用於曝光基板上之第一層及第二層的方法之流程圖。圖5之方法包含用於判定施加至基板之區的對準標記之位置的方法。

【0073】 作為第一步驟，曝光(500)基板上之第一層，但此並非必需的步驟且無需包括於本文中所揭示之方法中。第一層可使用本文中所揭示之設備或其他設備來曝光，且包括對準標記。在大多數實際的實施中，第一層亦包含用於製造裝置之產品特徵，但此並非必需的。又，基板之區可係場。

【0074】 如上文所描述，第一層之曝光可經受控制動作以校正用於曝光第一層之微影製程中的誤差。該控制動作可基於由度量衡設備獲得之度量衡資料而判定，如上文所描述。在特定實例中，控制動作可判定為APC策略之部分。控制動作可校正藉由微影設備而引入至微影製程中之一或多個誤差，諸如以下各者中之任一者：微影設備之透鏡之加熱；微影設備內之倍縮光罩之加熱；及基板之加熱。控制動作可用於校正場幾何性質，諸如疊對誤差。

【0075】 獲得(502)對準標記之預期位置。此通常藉由參考曝光工作(或配方)來進行。預期位置可係基於在曝光第一層期間使用之倍縮光罩而定義基板之區中的對準標記之位置的座標或其他參考。預期位置可假定尚未進行控制動作。

【0076】 基於在曝光第一層期間進行的控制動作，可判定(504)由控制動作引起之第一層之幾何變形。此可藉由計算來進行，如上文參看圖4所論述。替代地，可藉由量測經曝光第一層中之對準標記之位置來判定幾何變形。基於幾何變形而判定(506)對準標記之平移。可基於所判定平移而判定(508)對準標記之真實位置。

【0077】 在一些例示性配置中，對準標記之所判定真實位置可用以在曝光(512)第二層之前對準(510)基板。

【0078】 在一些例示性配置中，在曝光第二層之前的基板之對準可考量與在曝光第一層期間進行之控制動作相同的控制動作。在其他例示性配置中，在曝光第二層之前的基板之對準可基於將在曝光第二層時進行且不同於第一層之控制動作的第二控制動作。在另外其他配置中，基板之區可係場，且可基於與第一場相關聯之第一控制動作而判定對準標記之真實位置，且該方法可進一步包含基於與另一場相關聯之另一控制動作而更新所判定真實位置，該另一控制動作可不同於第一控制動作。

【0079】 本發明亦適用於防止所應用場校正與晶圓校正之間的串擾。當場校正在場與場間不同時，係如此狀況。實例係透鏡加熱、倍縮光罩加熱、可在場與場間變化之較高階製程校正、基襯套校正。除了平移之外，其他晶圓參數亦受影響。在一些例示性配置中，由於在曝光單一晶圓期間發生的加熱效應，可能發生時間相依場幾何改變。因此，實際上，晶圓上之每一場可稍微不同地變形，此係因為每一場在稍微不同的時間經曝光。實務上，每一場因此將接收因而具有稍微不同的對準標記平移的專用控制動作(每曝光控制=CPE)。因此，跨越第一層之標記移位(平移)並非常數，而係場(折射率)之函數。對於第二次曝光(第二層)，需要考量此情形，連同再次考量加熱對特徵至第二層之定位的潛在影響。

【0080】 在以下經編號之實施例的清單中揭示本發明之其他實施例：

1. 一種用於判定使用一微影製程施加至一基板上之一第一層之一區的一對準標記之一位置的方法，該方法包含：

獲得該對準標記之一預期位置；

獲得由於校正該微影製程的一控制動作的該區之一幾何變形；

獲得由於該幾何變形的該對準標記之一平移；及

基於該預期位置及該平移而判定該對準標記之該位置。

2. 如實施例1之方法，其中該控制動作已基於由一度量衡設備獲得之度量衡資料而判定。

3. 如實施例1或2之方法，其中該控制動作已判定為一進階製程控制(APC)策略之部分。

4. 如先前實施例中任一項之方法，其中該控制動作包含與以下各者中之一或多者相關的因素：一微影設備之一透鏡之加熱；一微影設備內之一倍縮光罩之加熱；及該基板之加熱。

5. 如先前實施例中任一項之方法，其中該對準標記之該位置係基於與一第一場相關聯之一控制動作而判定，

且該方法進一步包含基於與一第二場相關聯之一控制動作而更新該對準標記之所判定位置。

6. 如實施例5之方法，其中與一第一場相關聯之該控制動作不同於與一第二場相關聯之該控制動作。

7. 如先前實施例中任一項之方法，其中該控制動作用於校正該微影製程之一場幾何性質。

8. 如實施例7之方法，其中該場幾何性質包含疊對。

9. 如先前實施例中任一項之方法，其中該對準標記之該預期位置係自一曝光配方獲得。

10. 如先前實施例中任一項之方法，其中獲得該區之該幾何變形包含在該第一層之曝光之後量測該對準標記之一位置及/或基於該控制動作而計算該區之該幾何變形。

11. 如先前實施例中任一項之方法，其進一步包含曝光包含該對準標記之該基板上之該第一層。

12. 一種用於定位經受一微影製程之一基板的方法，其包含如先前實施例中任一項而判定製造為該基板上之一第一層之部分的一對準標記之一位置，且進一步包含基於該對準標記之所判定位置而定位該基板。

13. 如實施例12之方法，其進一步包含曝光該基板之一第二層。

14. 一種用於判定使用一微影製程施加至一基板上之一第一層之一區的一對準標記之一位置的設備，該設備包含一處理器，該處理器經組態以執行電腦程式碼以進行以下方法：

獲得該對準標記之一預期位置；

獲得由於校正該微影製程的一控制動作的該區之一幾何變形；

獲得由於該幾何變形的該對準標記之一平移；及

基於該預期位置及該平移而判定該對準標記之該位置。

15. 如實施例14之設備，其中該控制動作已基於由一度量衡設備獲得之度量衡資料而判定。

16. 如實施例14或15之設備，其中該控制動作已判定為一進階製程控制(APC)策略之部分。

17. 如實施例14至16中任一項之設備，其中該控制動作包含與以下各者中之一或多者相關的因素：一微影設備之一透鏡之加熱；一微影設備內之一倍縮光罩之加熱；及該基板之加熱。

18. 如實施例14至17中任一項之設備，其中該對準標記之該位置係基於與一第一場相關聯之一控制動作而判定，

該方法進一步包含基於與一第二場相關聯之一控制動作而更新該對

準標記之所判定位置。

19. 如實施例18之設備，其中與一第一場相關聯之該控制動作不同於與一第二場相關聯之該控制動作。

20. 如實施例14至19中任一項之設備，其中該控制動作用於校正該微影製程之一場幾何性質。

21. 如實施例20之設備，其中該場幾何性質包含疊對。

22. 如實施例14至21中任一項之設備，其中該對準標記之該預期位置係自一曝光配方獲得。

23. 如實施例14至22中任一項之設備，其中獲得該區之該幾何變形包含在該第一層之曝光之後量測該對準標記之一位置及/或基於該控制動作而計算該區之該幾何變形。

24. 如實施例14至23中任一項之設備，該方法進一步包含曝光包含該對準標記之該基板上之該第一層。

25. 一種用於定位經受一微影製程之一基板的設備，該設備包含一處理器，該處理器經組態以執行電腦程式碼以進行一種方法，該方法包含：如實施例1至13中任一項而判定製造為該基板上之一第一層之部分的一對準標記之一位置；且進一步包含基於該對準標記之所判定位置而定位該基板。

26. 如實施例25之設備，其中該方法進一步包含曝光該基板之一第二層。

27. 一種電腦程式，其包含在執行於至少一個處理器上時使該至少一個處理器控制一設備以進行如實施例1至13中任一項之一方法的指令。

28. 一種載體，其含有如實施例27之電腦程式，其中該載體係一電

子信號、光學信號、無線電信號或非暫時性電腦可讀儲存媒體中之一者。

29. 一種度量衡設備，其包含如實施例14至26中任一項之設備。

30. 一種微影設備，其包含如實施例29之度量衡設備。

31. 一種微影製造單元，其包含如實施例30之設備。

【0081】 電腦程式可經組態以提供上述方法中之任一者。可將電腦程式提供於電腦可讀媒體上。電腦程式可係電腦程式產品。該產品可包含非暫時性電腦可用儲存媒體。該電腦程式產品可具有體現於媒體中的經組態以執行方法之電腦可讀程式碼。該電腦程式產品可經組態以使至少一個處理器執行方法中之一些或全部。

【0082】 本文中參考電腦實施方法、設備(系統及/或裝置)及/或電腦程式產品之方塊圖或流程圖說明來描述各種方法及設備。應理解，方塊圖及/或流程圖說明之區塊及方塊圖及/或流程圖說明中之區塊之組合可藉由電腦程式指令來實施，該等電腦程式指令由一或多個電腦電路執行。可將此等電腦程式指令提供至通用電腦電路、專用電腦電路及/或用以產生機器之其他可程式化資料處理電路之處理器電路，使得該等指令經由電腦之處理器及/或其他可程式化資料處理設備、變換及控制電晶體執行儲存於記憶體部位及此電路系統內之其他硬體組件中之值，以實施方塊圖及/或流程圖區塊中指定之功能/動作且藉此產生用於實施方塊圖及/或流程圖區塊中指定之功能/動作的構件(功能性)及/或結構。

【0083】 亦可將電腦程式指令儲存於電腦可讀媒體中，該電腦可讀媒體可導引電腦或其他可程式化資料處理設備以特定方式起作用，使得儲存於電腦可讀媒體中之指令產生製品，該製品包括實施方塊圖及/或流程圖區塊中指定之功能/動作的指令。

【0084】 有形的非暫時性電腦可讀媒體可包括電子、磁性、光學、電磁或半導體資料儲存系統、設備或裝置。電腦可讀媒體之更特定實例將包括以下各者：攜帶型電腦磁片、隨機存取記憶體(RAM)電路、唯讀記憶體(ROM)電路、可抹除可程式化唯讀記憶體(EPROM或快閃記憶體)電路、攜帶型緊密光碟唯讀記憶體(CD-ROM)，及攜帶型數位視訊光碟唯讀記憶體(DVD/藍光(Blu-ray))。

【0085】 電腦程式指令亦可被載入至電腦及/或其他可程式化資料處理設備上，以致使對該電腦及/或其他可程式化設備執行一系列操作步驟以產生電腦實施處理程序，使得在該電腦或其他可程式化設備上執行之指令提供用於實施方塊圖及/或流程圖區塊中指定之功能/動作的步驟。

【0086】 因此，本發明可用運行於處理器上之硬體及/或軟體(包括韌體、常駐軟體、微碼等)來體現，該處理器可被統稱為「電路系統」、「模組」或其變體。

【0087】 亦應注意，在一些替代實施中，區塊中所提到之功能/動作可不按流程圖中所提到之次序發生。舉例而言，取決於所涉及之功能性/動作，連續展示之兩個區塊實際上實質上可同時執行，或該等區塊可有時以相反次序執行。此外，可將流程圖及/或方塊圖的給定區塊之功能性分成多個區塊，及/或可至少部分整合流程圖及/或方塊圖之兩個或多於兩個區塊的功能性。最後，可在所說明之區塊之間添加/插入其他區塊。

【0088】 熟習此項技術者將能夠在不脫離所附申請專利範圍之範疇的情況下設想其他實施例。

【符號說明】

【0089】

400a	第一層倍縮光罩
400b	第一層倍縮光罩
402a	對準標記
402b	對準標記
404a	第二層倍縮光罩
404b	第二層倍縮光罩
406	放大率y偏移
408	陰影矩形
500	曝光步驟
502	獲得步驟
504	判定步驟
506	判定步驟
508	判定步驟
510	對準步驟
512	曝光步驟
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/O1	輸入/輸出埠
I/O2	輸入/輸出埠

IF	位置量測系統
IL	照明系統/照明器
LA	微影設備
LACU	微影控制單元
LB	裝載匣
LC	微影製造單元
M1	光罩對準標記
M2	光罩對準標記
MA	圖案化裝置/光罩
MT	光罩支撐件/度量衡工具/度量衡設備
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
RO	機器人
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
TCU	塗佈顯影系統控制單元

W

基板

WT

基板支撐件

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種用於判定使用一微影製程施加至一基板上之一第一層之一區的一對準標記之一位置的方法，該方法包含：

獲得該對準標記之一預期位置；

獲得起因於(due to)校正該微影製程之一控制動作(control action)的該區之一幾何變形(geometrical deformation)；

獲得起因於該幾何變形的該對準標記之一平移(translation)；及

基於該預期位置及該平移而判定該對準標記之該位置。

【第2項】

如請求項1之方法，其中該控制動作已基於由一度量衡設備獲得之度量衡資料而判定。

【第3項】

如請求項1之方法，其中該控制動作已判定為一進階製程控制(APC)策略之部分。

【第4項】

如請求項1之方法，其中該控制動作包含與以下各者中之一或多者相關的因素：一微影設備之一透鏡之加熱；一微影設備內之一倍縮光罩之加熱；及該基板之加熱。

【第5項】

如請求項1之方法，其中該對準標記之該位置係基於與一第一場相關聯之一控制動作而判定，

且該方法進一步包含基於與一第二場相關聯之一控制動作而更新該

對準標記之所判定位置。

【第6項】

如請求項5之方法，其中與一第一場相關聯之該控制動作不同於與一第二場相關聯之該控制動作。

【第7項】

如請求項1之方法，其中該控制動作用於校正該微影製程之一場幾何性質。

【第8項】

如請求項7之方法，其中該場幾何性質包含疊對。

【第9項】

如請求項1之方法，其中該對準標記之該預期位置係自一曝光配方獲得。

【第10項】

如請求項1之方法，其中獲得該區之該幾何變形包含：在該第一層之曝光之後量測該對準標記之一位置及/或基於該控制動作而計算該區之該幾何變形。

【第11項】

如請求項1之方法，其進一步包含曝光包含該對準標記之該基板上之該第一層。

【第12項】

一種用於定位經受一微影製程之一基板的方法，其包含如請求項1而判定製造為該基板上之一第一層之部分的一對準標記之一位置，且進一步包含基於該對準標記之所判定位置而定位該基板。

【第13項】

如請求項12之方法，其進一步包含曝光該基板之一第二層。

【第14項】

一種用於判定使用一微影製程施加至一基板上之一第一層之一區的一對準標記之一位置的設備，該設備包含一處理器，該處理器經組態以執行電腦程式碼以進行以下方法：

獲得該對準標記之一預期位置；

獲得起因於校正該微影製程的一控制動作的該區之一幾何變形；

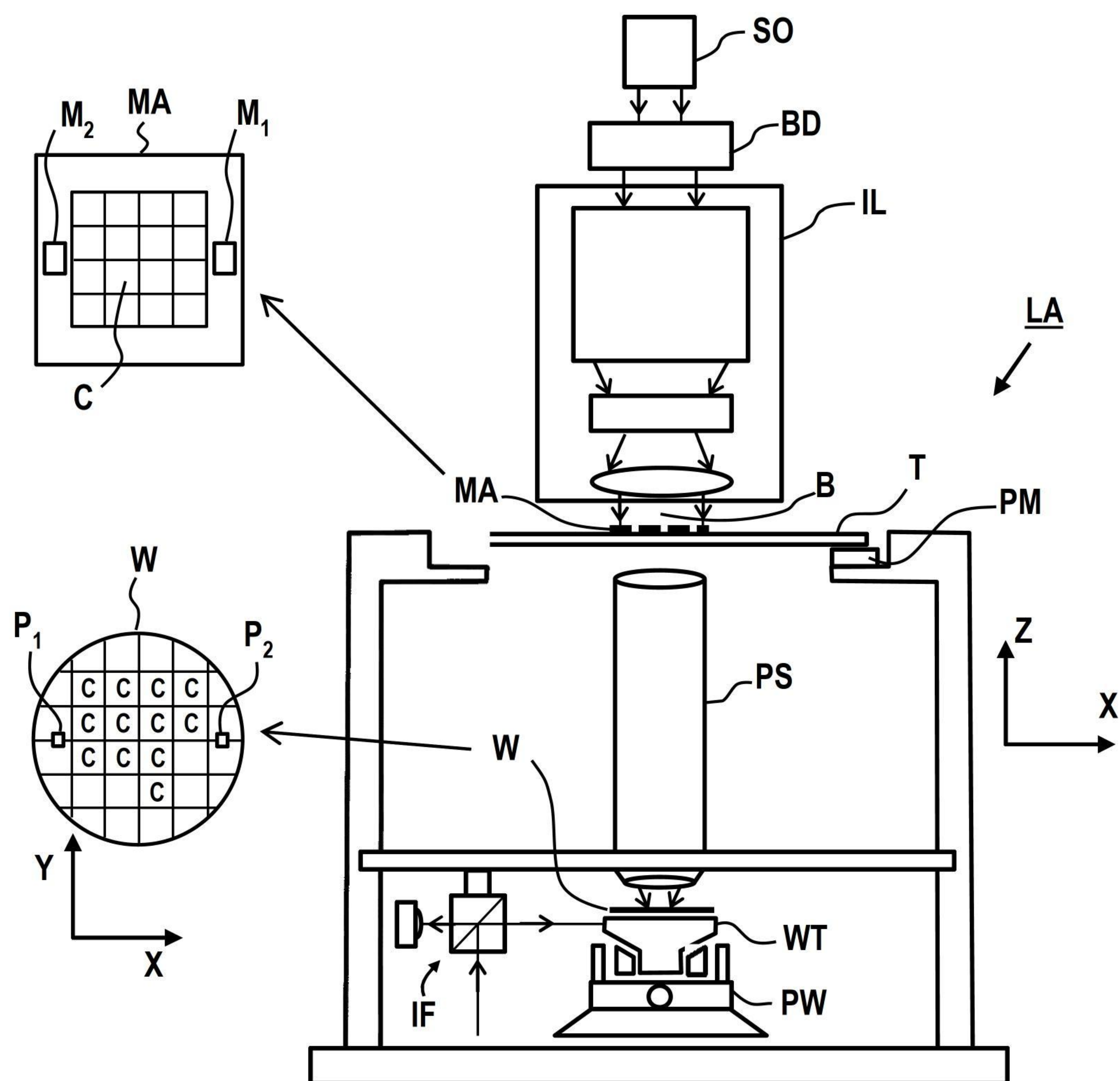
獲得起因於該幾何變形的該對準標記之一平移；及

基於該預期位置及該平移而判定該對準標記之該位置。

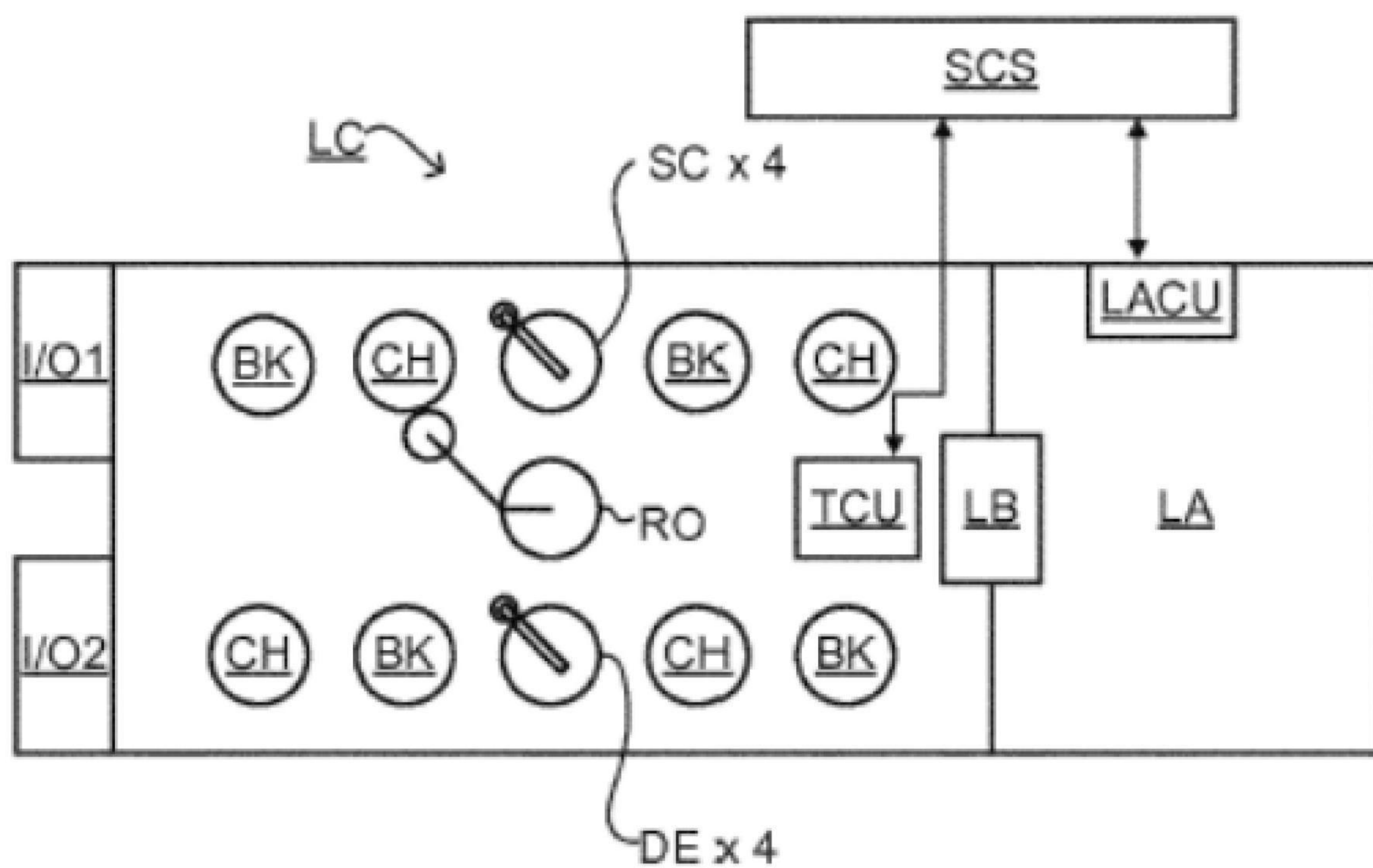
【第15項】

一種電腦程式，其包含在執行於至少一個處理器上時使該至少一個處理器控制一設備以執行如請求項1之一方法的指令。

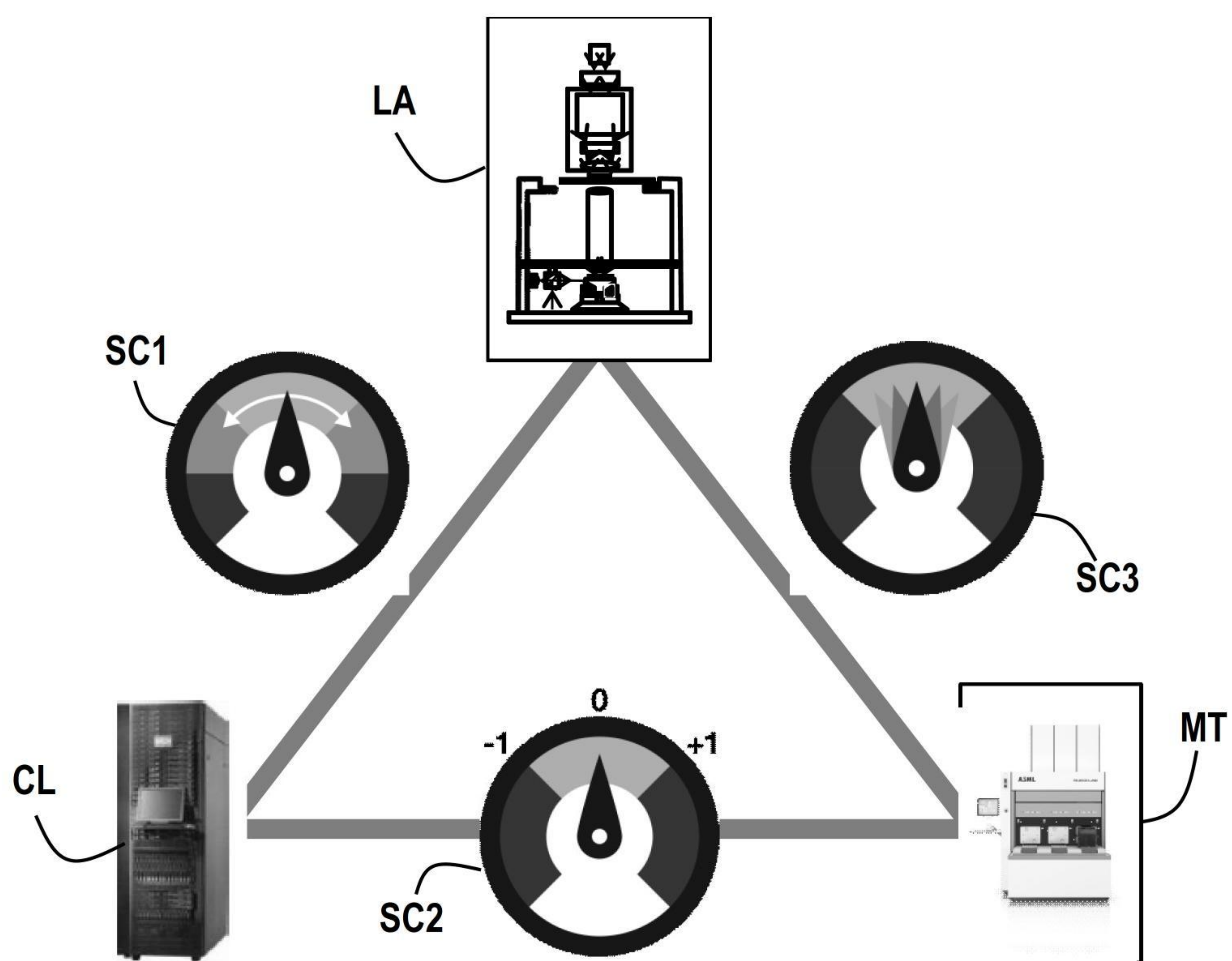
【發明圖式】



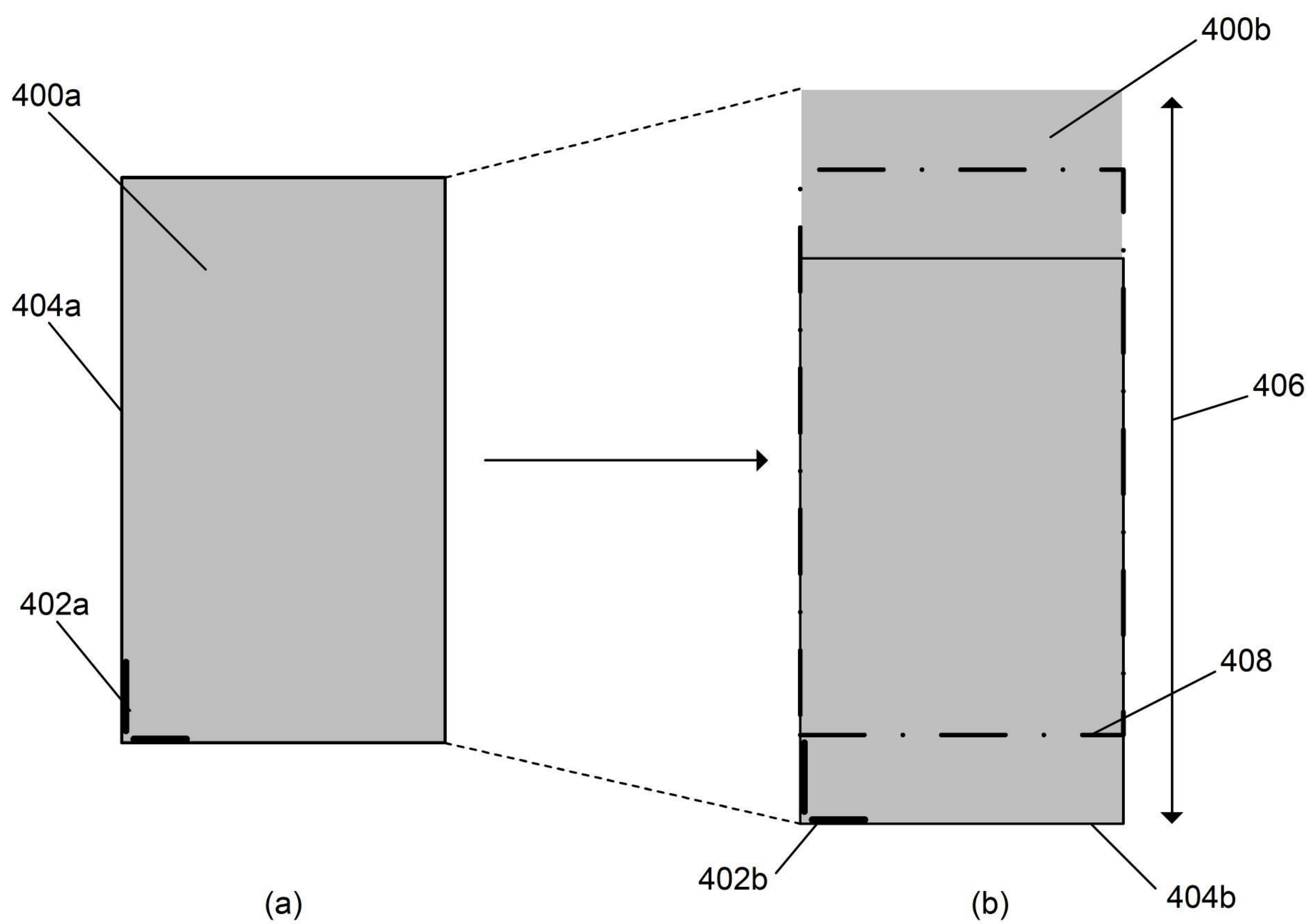
【圖1】



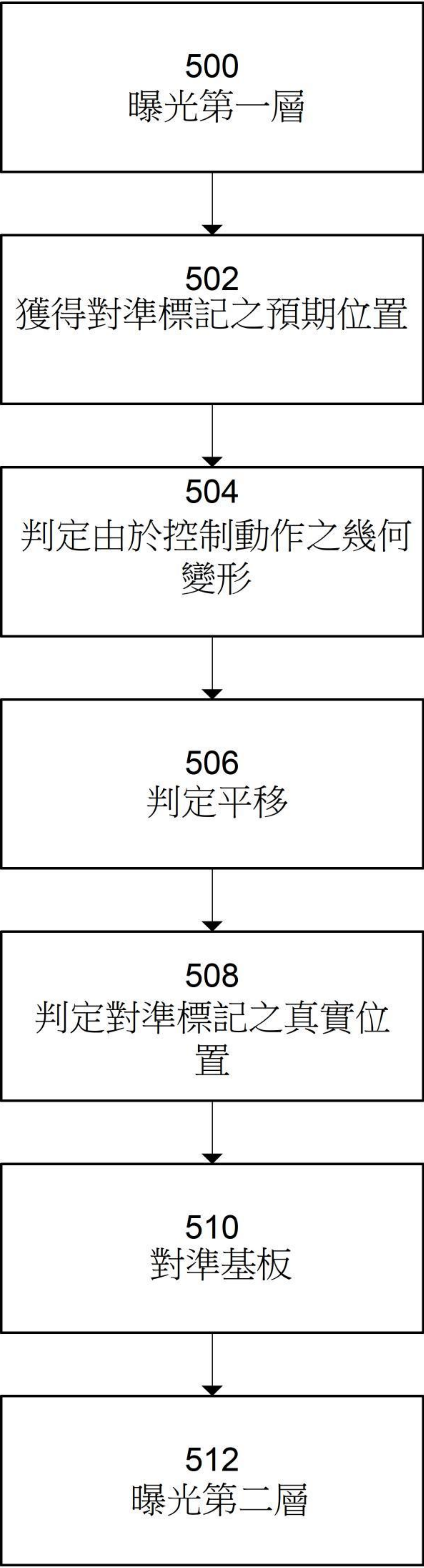
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】