I721601

(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 I721601 B**

(45)公告日： 中華民國 110 (2021) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：108137012　(22)申請日： 中華民國 108 (2019) 年 10 月 15 日

(51)Int. Cl.：　*G01J3/28　(2006.01)*　*G03F7/20　(2006.01)*

(30)優先權：2018/10/18　歐洲專利局　18201147.8

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

(72)發明人：巴德爾　埃利 BADR, ELIE (LB)；夏卡瓦　米拉　肖恩 SHAKAHWAT MILLAT, SHAWN (BD)；米瑟立　吉亞科摩 MICELI, GIACOMO (IT)；沃馬　艾羅克 VERMA, ALOK (IN)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW	I635368	TW	I636334
TW	I638238	US	2017/0097575A1
US	2018/0239263A1		

審查人員：張耕誌

申請專利範圍項數：15 項　圖式數：10　共 48 頁

(54)名稱

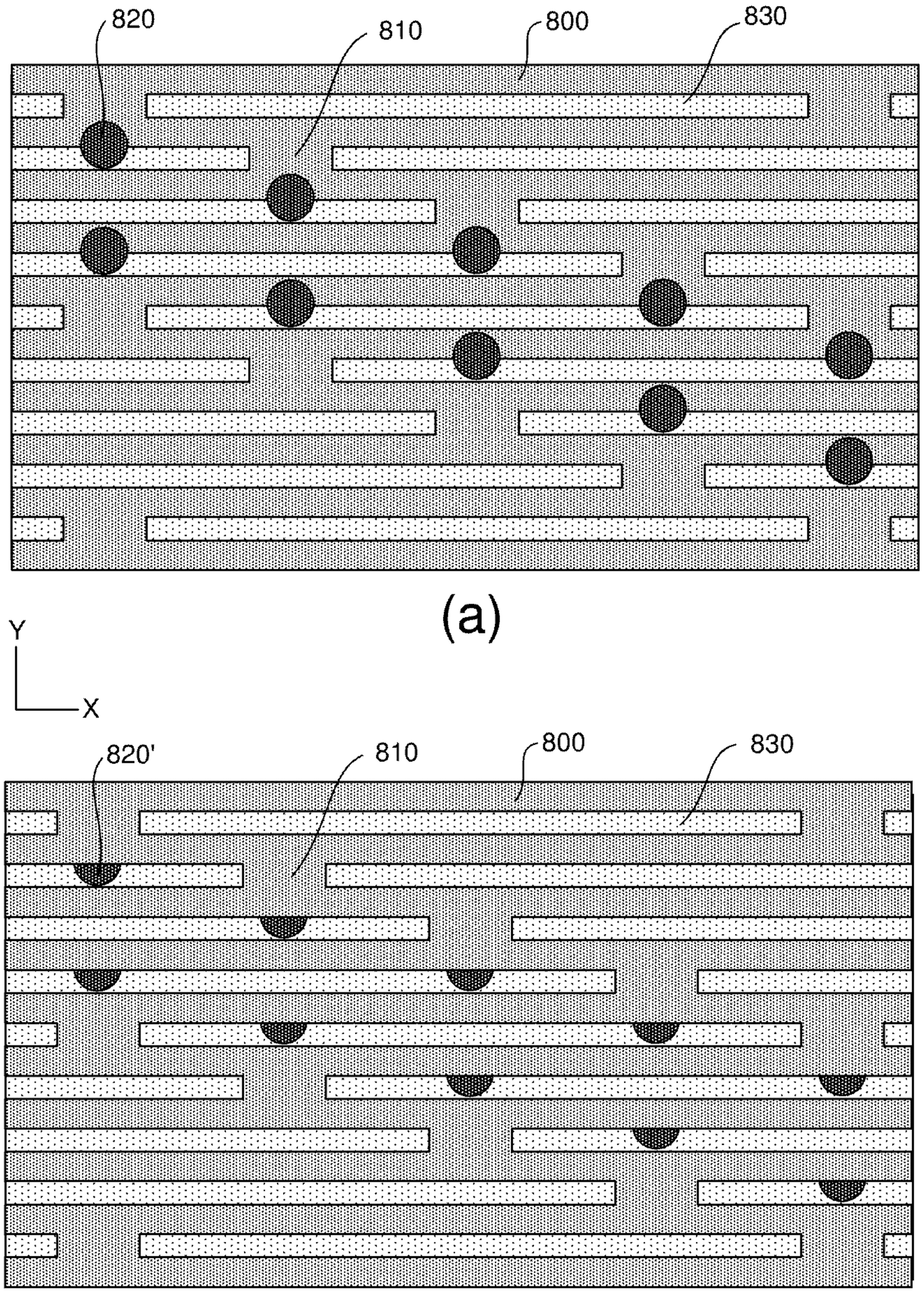
用於結構及相關設備之檢測方法和設備

(57)摘要

本發明揭示一種用於判定一疊對度量之方法，其包含獲得與目標結構之一量測相關的角解析分佈光譜資料，該角解析分佈光譜資料包含一對稱分量。自該角解析分佈光譜資料判定該目標結構之一特徵的一疊對相關輪廓，其中自該輪廓判定一疊對度量。該方法包含：將一經曝光特徵曝光至一經遮蔽層上，該經遮蔽層包含界定該層之經遮蔽區域及未經遮蔽區域的一光罩，使得該經曝光特徵之一第一部分經曝光於該層之一經遮蔽區域上且該經曝光特徵之一第二部分經曝光於該層之一未經遮蔽區域上，該第一部分關於該第二部分之大小與疊對相關；及執行一蝕刻步驟以界定一經蝕刻特徵，該經蝕刻特徵對應於該經曝光特徵之該第二部分。

A method for determining an overlay metric is disclosed comprising obtaining angle resolved distribution spectrum data relating to a measurement of the target structure comprising a symmetrical component. An overlay dependent contour of a feature of said target structure is determined from said angle resolved distribution spectrum data, from which an overlay metric is determined. The method comprises exposing an exposed feature onto a masked layer comprising a mask which defines masked and unmasked areas of the layer, such that a first portion of the exposed feature is exposed on a masked area of said layer and a second portion of the exposed feature is exposed on a non-masked area of said layer, the size of the first portion with respect to the second portion being overlay dependent; and performing an etch step to define an etched feature, the etched feature corresponding to said second portion of the exposed feature.

指定代表圖：



【圖8】

符號簡單說明：

800:硬式光罩線

810:區塊

820:導通孔

820':經蝕刻導通孔

830:介電質

公告本

I721601

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於結構及相關設備之檢測方法和設備

【英文發明名稱】

METHODS AND APPARATUS FOR INSPECTION OF A STRUCTURE AND ASSOCIATED APPARATUSES

【中文】

本發明揭示一種用於判定一疊對度量之方法，其包含獲得與目標結構之一量測相關的角解析分佈光譜資料，該角解析分佈光譜資料包含一對稱分量。自該角解析分佈光譜資料判定該目標結構之一特徵的一疊對相關輪廓，其中自該輪廓判定一疊對度量。該方法包含：將一經曝光特徵曝光至一經遮蔽層上，該經遮蔽層包含界定該層之經遮蔽區域及未經遮蔽區域的一光罩，使得該經曝光特徵之一第一部分經曝光於該層之一經遮蔽區域上且該經曝光特徵之一第二部分經曝光於該層之一未經遮蔽區域上，該第一部分關於該第二部分之大小與疊對相關；及執行一蝕刻步驟以界定一經蝕刻特徵，該經蝕刻特徵對應於該經曝光特徵之該第二部分。

【英文】

A method for determining an overlay metric is disclosed comprising obtaining angle resolved distribution spectrum data relating to a measurement of the target structure comprising a symmetrical component. An overlay dependent contour of a feature of said target structure is determined from said angle resolved distribution spectrum data, from which an overlay metric is determined. The method comprises

exposing an exposed feature onto a masked layer comprising a mask which defines masked and unmasked areas of the layer, such that a first portion of the exposed feature is exposed on a masked area of said layer and a second portion of the exposed feature is exposed on a non-masked area of said layer, the size of the first portion with respect to the second portion being overlay dependent; and performing an etch step to define an etched feature, the etched feature corresponding to said second portion of the exposed feature.

【指定代表圖】

圖8

【代表圖之符號簡單說明】

800　硬式光罩線

810　區塊

820　導通孔

820'　經蝕刻導通孔

830　介電質

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於結構及相關設備之檢測方法和設備

【英文發明名稱】

METHODS AND APPARATUS FOR INSPECTION OF A STRUCTURE AND ASSOCIATED APPARATUSES

【技術領域】

【0001】 本發明係關於例如評估一微影設備之疊對效能的微觀結構之度量衡。

【先前技術】

【0002】 微影設備為將所要之圖案塗覆至基板上(通常塗覆至基板之目標部分上)之機器。微影設備可用於(例如)積體電路(IC)製造中。在彼情況中，圖案化裝置(其替代地被稱作光罩或倍縮光罩)可用以產生待形成於IC之個別層上之電路圖案。此圖案可轉印至基板(例如，矽晶圓)上之目標部分(例如，包含晶粒之部分、一個晶粒或若干)上。通常經由成像至提供於基板上之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上來進行圖案之轉印。一般而言，單一基板將含有經順次地圖案化之鄰近目標部分之網路。已知的微影設備包括：所謂的步進器，其中藉由一次性將整個圖案曝光至目標部分上來輻照每一目標部分；及所謂的掃描器，其中藉由在給定方向(「掃描」方向)上經由輻射光束而掃描圖案同時平行或反平行於此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裝置轉印至基板。

【0003】 為了監視微影製程，有必要量測經圖案化基板之參數，例

如形成於基板中或基板上之順次層之間的疊對誤差。存在用於進行在微影製程中形成之顯微結構之量測的各種技術，包括使用掃描電子顯微鏡及各種專門工具。一種形式之專門檢測工具為散射計，其中將輻射光束引導至基板之表面上之目標上且量測經散射或經反射光束之屬性。藉由將光束在其已由基板反射或散射之前與之後的屬性進行比較，可判定基板之屬性。舉例而言，可藉由比較反射光束與儲存於與已知基板屬性相關聯之已知量測庫中的資料而進行此判定。兩種主要類型之散射計為已知的。光譜散射計將寬頻帶輻射光束導向至基板上且量測散射至特定窄角程中之輻射之光譜(依據波長而變化之強度)。角解析散射計使用單色輻射光束且量測依據角度而變化的散射輻射之強度。

【0004】 歸因於所量測結構之大小，此等散射計無法直接量測結構之尺寸(例如，疊對、臨界尺寸(CD)或邊緣置放誤差(EPE))。實情為，通常使用重建構技術進行此等維度量測。此等重建構技術屬於已知總稱為逆散射的問題群組，其中所觀測資料與可能實體情形匹配。目標為找到儘可能緊密地引起觀測到之資料的實體情形。在散射量測之狀況下，電磁理論(馬克士威方程式(Maxwell's equation))允許吾人預測何資料將為針對給定實體情形之經量測(散射)資料。此被稱為前向散射問題。逆散射問題現在為找到對應於實際經量測資料之適當實體情形，該逆散射問題通常為高度非線性問題。為了解決此逆散射問題，使用非線性求解器，該求解器使用許多前向散射問題之解決方案。在用於重建構之已知途徑中，發現了關於三個成份之非線性問題：

- 例如藉由高斯-牛頓方法或類似數值演算法進行的所量測資料與自經估計散射設置計算之資料之間的差的最小化；

• 散射設置中之經參數化形狀，例如，接觸孔之半徑及高度；

• 每當更新參數時，前向問題(例如，所計算之反射係數)之解決方案的足夠高準確度。

【發明內容】

【0005】 根據本發明之一第一態樣，提供一種用於自一目標結構判定一疊對度量之方法，該方法包含：獲得與該目標結構之一量測相關的角解析分佈光譜資料，該角解析分佈光譜資料包含一對稱分量；自該角解析分佈光譜資料判定該目標結構之一特徵的一疊對相關輪廓；及自該輪廓判定該疊對度量。

【0006】 根據本發明之一第二態樣，提供一種在一基板上形成一目標結構之方法，該方法包含：將一經曝光特徵曝光至一經遮蔽層上，該光罩層包含界定該層之經遮蔽區域及未經遮蔽區域的一光罩，使得該經曝光特徵之一第一部分經曝光於該層之一經遮蔽區域上且該經曝光特徵之一第二部分經曝光於該層之一未經遮蔽區域上，該第一部分關於該第二部分之大小與疊對相關；及執行一蝕刻步驟以界定一經蝕刻特徵，該經蝕刻特徵對應於該經曝光特徵之該第二部分。

【0007】 根據本發明之一第三態樣，提供一種檢測設備，其包含：投影光學件，其用於將量測輻射投影至一基板上之一結構上；一偵測配置，其可操作以獲得自藉由該結構進行的該量測輻射之散射產生的一所量測回應；及一處理器；該檢測設備可操作以執行該第一態樣之該方法。

【0008】 根據本發明之一第四態樣，提供一種製造設備，其包含：一微影曝光設備，該微影曝光設備包含：一照明源，其用於提供曝光照明；一倍縮光罩載物台，其用於固持圖案化該曝光照明之一圖案化裝置；

及一基板載物台，其用於固持該基板；該微影曝光設備可操作以執行該第二態樣之該曝光步驟。

【0009】 根據本發明之一第五態樣，提供一種含有機器可讀指令之一或多個序列的電腦程式產品，該等指令經調適以使得一或多個處理器執行根據該第一態樣之一方法。

【0010】 下文參考隨附圖式來詳細地描述本發明之其他特徵及優勢，以及本發明之各種實施例之結構及操作。應注意，本發明不限於本文中所描述之特定實施例。本文中僅出於說明性目的而呈現此類實施例。基於本文所含有之教示，額外實施例對於熟習相關技術者將顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0011】 併入本文中且形成本說明書之部分的隨附圖式說明本發明，且連同[實施方式]進一步用以解釋本發明之原理且使熟習相關技術者能夠製造及使用本發明。

【0012】 圖1描繪微影設備。

【0013】 圖2描繪微影單元或叢集。

【0014】 圖3描繪第一散射計。

【0015】 圖4描繪第二散射計。

【0016】 圖5描繪使用本發明之一實施例以用於自散射計量測重建構結構的第一實例程序。

【0017】 圖6描繪使用本發明之一實施例以用於自散射計量測重建構結構的第二實例程序。

【0018】 圖7示意性地描繪(a)用以曝光導通孔的自對準BEOL程序之第一步驟及(b)用以蝕刻該導通孔的自對準BEOL程序之第二步驟。

【0019】 圖8示意性地描繪(a)根據本發明之第一實施例的用以曝光導通孔以形成目標之自對準BEOL程序的第一步驟及(b)根據本發明之第一實施例的用以蝕刻導通孔以形成目標之自對準BEOL程序的第二步驟；

【0020】 圖9(a)至(c)針對三個不同疊對值，各自示意性地描繪藉由圖8中描繪之步驟所形成的目標之細節。

【0021】 圖10示意性地描繪(a)根據本發明之第二實施例的用以曝光導通孔以形成目標之自對準BEOL程序的第一步驟及(b)根據本發明之第二實施例的用以蝕刻導通孔以形成目標之自對準BEOL程序的第二步驟；

【0022】 根據以上結合圖式所闡述之詳細描述，本發明之特徵及優點將變得更顯而易見，在該等圖式中，相似參考字符始終識別對應元件。在該等圖式中，類似參考數字通常指示相同、功能上相似及/或結構上相似之元件。一元件第一次出現之圖式係在對應參考數字中由最左側數位指示。

【實施方式】

【0023】 本說明書揭示併有本發明之特徵之一或多個實施例。所揭示之實施例僅例示本發明。本發明之範疇並不限於所揭示之實施例。本發明由此處附加之專利申請範圍界定。

【0024】 所描述之實施例，及說明書中對「一個實施例」、「一實施例」、「實例實施例」等等之參考指示所描述實施例可包括特定特徵、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，此等短語未必指相同實施例。另外，當結合一實施例描述一特定特徵、結構或特性描述時，應瞭解，無論是否作明確描述，結合其他實施例實現此特徵、結構或特性為屬於熟習此項技術者所瞭解。

【0025】本發明之實施例可以硬體、韌體、軟體或其任何組合來實施。本發明之實施例亦可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，計算裝置)讀取之形式之資訊的任何機構。舉例而言，機器可讀媒體可包括：唯讀記憶體(ROM)；隨機存取記憶體(RAM)；磁碟儲存媒體；光學儲存媒體；快閃記憶裝置；電學、光學、聲學或其他形式之傳播信號(例如，載波、紅外線信號、數位信號，等等)；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特定動作。然而，應瞭解，此類描述僅僅出於方便起見，且此類動作事實上係由計算裝置、處理器、控制器或執行韌體、軟體、常式、指令等之其他裝置引起。

【0026】然而，在更詳細地描述此等實施例之前，有指導性的是呈現可供實施本發明之實施例的實例環境。

【0027】圖1示意性地描繪微影設備。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DUV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特定參數準確地定位圖案化裝置之第一定位器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特定參數準確地定位基板之第二定位器PW；及投影系統(例如，折射投影透鏡系統) PL，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。

【0028】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。

【0029】 支撐結構支撐(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、微影設備之設計及其他條件(諸如圖案化裝置是否被固持於真空環境中)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。可認為本文中對術語「倍縮光罩」或「光罩」之任何使用與更一般術語「圖案化裝置」同義。

【0030】 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輔助特徵，則該圖案可不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之裝置(諸如積體電路)中的特定功能層。

【0031】 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、交變相移及衰減式相移之光罩類型，以及各種混合光罩類型。可程式化鏡面陣列之一實例使用小鏡面之矩陣配置，該等小鏡面中之每一者可個別地傾斜，以便使入射輻射光束在不同方向上反射。傾斜鏡面在由鏡面矩陣反射之輻射光束中賦予圖案。

【0032】 本文中所使用之術語「投影系統」應經廣泛地解釋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。可認為本文中對術語「投影透鏡」之任何使用可與更一般術語「投影系統」同義。

【0033】 如此處所描繪，設備屬於透射類型(例如，使用透射性光罩)。替代地，該設備可屬於反射類型(例如，使用如上文所提及之類型的可程式化鏡面陣列，或使用反射性光罩)。

【0034】 微影設備可屬於具有兩個(雙載物台)或多於兩個基板台(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，可並行地使用額外台，或可對一或多個台進行預備步驟，同時將一或多個其他台用於曝光。

【0035】 微影設備亦可屬於如下類型：其中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大投影系統之數值孔徑。本文中所使用之術語「浸潤」並不意謂諸如基板之結構必須浸沒於液體中，而是僅意謂液體在曝光期間位於投影系統與基板之間。

【0036】 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，輻射源與微影設備可為分離實體。在此等狀況下，不認為源形成微影設備之部件，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，例如，當源為水銀燈時，源可為微影設備之整體一體部分。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。

【0037】 照明器IL可包含用於調整輻射光束之角強度分佈的調整器

AD。通常，可調整照明器之光瞳平面中之強度分佈之至少外部徑向範圍及/或內部徑向範圍(通常分別被稱作σ外部及σ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。照明器可用於調節輻射光束，以在其橫截面中具有所要之均一性及強度分佈。

【0038】 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，且係藉由該圖案化裝置而圖案化。在已橫穿光罩MA的情況下，輻射光束B傳遞通過投影系統PL，該投影系統PL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、2D編碼器或電容式感測器)，可準確地移動基板台WT，例如，以便在輻射光束B之路徑中定位不同目標部分C。類似地，第一定位器PM及另一位置感測器(其未在圖1中明確描繪)可用於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之部件之長衝程模組(粗略定位)及短衝程模組(精細定位)來實現光罩台MT之移動。類似地，可使用形成第二定位器PW之部件之長衝程模組及短衝程模組來實現基板台WT之移動。在步進器(相對於掃描器)之狀況下，光罩台MT可僅連接至短衝程致動器，或可被固定。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與基板W。儘管如所說明之基板對準標記佔據專用目標部分，但其可位於目標部分之間的空間中(此等者被稱為切割道對準標記)。類似地，在一個以上晶粒提供於光罩MA上之情形中，光罩對準標記可位於該等晶粒之間。

【0039】 所描繪設備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，從而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的目標部分C之大小。

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，同步地掃描光罩台MT及基板台WT (亦即，單次動態曝光)。可藉由投影系統PL之放大率(縮小率)及影像反轉特性來判定基板台WT相對於光罩台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之順次輻射脈衝之間根據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可程式化圖案化裝置(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。

【0040】 亦可採用對上文所描述之使用模式之組合及/或變體或完全不同的使用模式。

【0041】 如圖2中所展示，微影設備LA形成微影單元LC (有時亦被稱作叢集)之部件，微影單元LC亦包括用以對基板執行曝光前程序及曝光後程序之設備。習知地，此等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，在不同程序設備之間移

動基板，且接著將基板遞送至微影設備之裝載匣LB。常常被集體地稱作塗佈顯影系統(track)之此等裝置係在塗佈顯影系統控制單元TCU之控制下，塗佈顯影系統控制單元TCU自身受到監督控制系統SCS控制，監督控制系統SCS亦經由微影控制單元LACU來控制微影設備。因此，不同設備可經操作以最大化產出率及處理效率。

【0042】為了正確且一致地曝光由微影設備曝光之基板，可需要檢測經曝光基板以量測諸如後續層之間的疊對誤差、線厚度、臨界尺寸(CD)等等之屬性。若偵測到誤差，則可對後續基板之曝光進行調整，尤其是在檢測可足夠迅速地且快速地進行而使得同一批量之其他基板仍待曝光的情況下。又，已經曝光之基板可被剝離及重工--以改良良率--或被捨棄，藉此避免對已知有缺陷之基板執行曝光。在基板之僅一些目標部分有缺陷的狀況下，可僅對良好的彼等目標部分執行另外曝光。

【0043】使用檢測設備以判定基板之屬性，且詳言之判定不同基板或同一基板之不同層之屬性如何在層與層之間變化。檢測設備可整合至微影設備LA或微影單元LC中，或可為單機裝置。為了實現最快速量測，需要使檢測設備在曝光之後立即量測經曝光抗蝕劑層中之屬性。然而，抗蝕劑中之潛影具有極低對比度(在已曝光至輻射的抗蝕劑之部分與尚未曝光至輻射的抗蝕劑之部分之間僅存在極小折射率差)，且並非所有檢測設備皆具有足夠敏感度來進行潛影之有用量測。因此，可在曝光後烘烤步驟(PEB)之後採取量測，曝光後烘烤步驟(PEB)通常為對經曝光基板進行之第一步驟且增加抗蝕劑之經曝光部分與未經曝光部分之間的對比度。在此階段，抗蝕劑中之影像可被稱作半潛影(semi-latent)。亦有可能對經顯影抗蝕劑影像進行量測-此時已移除抗蝕劑之經曝光部分或未經曝光部分-或

在諸如蝕刻之圖案轉印步驟之後對經顯影光阻影像進行量測。後者可能性限制重工有缺陷基板之可能性，但仍可提供有用資訊。

【0044】 圖3描繪可用於本發明之一實施例中之散射計。其包含將輻射投影至基板W上之寬頻帶(白光)輻射投影儀2。經反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10 (依據波長而變化的強度)。自此資料，可由處理單元PU重建構引起經偵測光譜之結構或剖面，例如，通常藉由嚴密耦合波分析(RCWA)及非線性回歸，或藉由與圖3之底部處所展示之模擬光譜庫的比較。一般而言，對於重建構，結構之一般形式係已知的，且自供製造結構之程序之知識來假定一些參數，從而僅留下結構之幾個參數以自散射量測資料予以判定。此散射計可經組態為正入射散射計或斜入射散射計。

【0045】 在圖4中展示可用於本發明之一實施例中的另一散射計。在此裝置中，由輻射源2發射之輻射係使用透鏡系統12而聚焦通過干涉濾光器13及偏振器17、由部分反射表面16反射且經由顯微鏡接物鏡15而聚焦至基板W上，該顯微鏡接物鏡具有高數值孔徑(NA)，較佳地為至少0.9且更佳地為至少0.95。浸潤散射計甚至可具有數值孔徑大於1之透鏡。反射輻射接著經由部分反射表面16而透射至偵測器18中，以便使散射光譜被偵測。該偵測器可位於背向投影式光瞳平面11中，該背向投影式光瞳平面係在透鏡系統15之焦距處，然而，該光瞳平面可代替地運用輔助光學件(圖中未繪示)而再成像至該偵測器上。光瞳平面為輻射之徑向位置界定入射角且角度位置界定輻射之方位角的平面。偵測器較佳為二維偵測器，使得可量測目標30之二維角度散射光譜。偵測器18可為(例如) CCD或CMOS感測器陣列，且可使用為(例如)每圖框40毫秒之積分時間。

【0046】 參考光束往往用以(例如)量測入射輻射之強度。為了進行此量測，當輻射光束入射於光束分光器16上時，使輻射光束之部分朝向參考鏡面14作為參考光束而透射通過該光束分光器。參考光束接著投影至同一偵測器18之不同部分上。

【0047】 干涉濾光器13之集合可用以選擇在(比如) 405奈米至790奈米或甚至更低(諸如，200奈米至300奈米)之範圍內之所關注波長。干涉濾光器可為可調的，而非包含不同濾光器之集合。可使用光柵來代替干涉濾光器。

【0048】 偵測器18可量測散射光在單一波長(或窄波長範圍)下之強度、分離地在多個波長下之強度，或遍及一波長範圍而積分之強度。此外，該偵測器可分別量測橫向磁偏振光及橫向電偏振光之強度，及/或橫向磁偏振光與橫向電偏振光之間的相位差。

【0049】 使用寬頻帶光源(亦即，具有寬光頻率或波長範圍且因此具有寬顏色範圍之光源)係可能的，其給出大光展量(etendue)，從而允許多個波長之混合。寬頻帶中之複數個波長較佳地各自具有為Δλ之頻寬及為至少2 Δλ (亦即，為該頻寬之兩倍)之間距。若干輻射「源」可為已使用光纖束分裂的延伸型輻射源之不同部分。以此方式，可並行地在多個波長下量測角解析散射光譜。可量測3-D光譜(波長及兩個不同角度)，其相比於2-D光譜含有更多資訊。此允許量測更多資訊，此增加度量衡程序穩固性。 EP1,628,164A中更詳細地描述此情形。

【0050】 基板W上之目標30可為光柵，其經印刷成使得在顯影之後，長條係由固體抗蝕劑線形成。長條可替代地經蝕刻至基板中。此圖案對微影投影設備(特別是投影系統PL)中之色像差敏感，且照明對稱性及此

等像差之存在將使其自身顯現為經印刷光柵之變化。因此，經印刷光柵之散射量測資料係用以重建構該等光柵。根據對印刷步驟及/或其他散射量測程序之知識，可將光柵之參數(諸如，線寬及形狀)輸入至由處理單元PU執行之重建構程序。

模型化

【0051】 度量衡中之嚴密光學繞射理論之目的實際上為演算自目標反射之繞射光譜。該目標可為經故意提供用於量測(例如，光柵)抑或需要量測之實際裝置結構的任何目標。針對CD (臨界尺寸)均一性及疊對度量衡來獲得目標形狀資訊。疊對度量衡為供量測兩個目標之疊對以便判定基板上之兩個層是否對準之量測系統。CD均一性簡單地為用以判定微影設備之曝光系統如何運行的光譜上之光柵之均一性之量測。具體言之，臨界尺寸(CD或critical dimension)為「書寫」於基板上之物件之寬度，且為微影設備實體地能夠在基板上書寫之極限。另一度量，即邊緣置放誤差(EPE)本質上為疊對與CD之組合。

【0052】 在結合諸如目標30之目標結構及其繞射屬性之模型化而使用上文所描述之散射計中之一者的情況下，可以數種方式執行該結構之形狀及其他參數之量測。在由圖5表示的第一類型之程序中，演算基於目標形狀(第一候選結構)之第一估計的繞射圖案，且比較該繞射圖案與所觀測繞射圖案。接著系統地改變模型之參數且以一系列反覆重新演算繞射，以產生新候選結構且因此達到最佳擬合。在由圖6表示的第二類型之程序中，預先演算用於許多不同候選結構之繞射光譜以產生繞射光譜「庫」。接著，比較自量測目標觀測到之繞射圖案與所演算光譜庫以找到最好擬合。兩種方法可一起使用：可自庫獲得粗略擬合，接著進行反覆程序以找

到最好擬合。

【0053】 更詳細地參看圖5，將概括地描述進行目標形狀及/或材料屬性之量測之方式。出於此描述目標將被假定為1維(1-D)結構。實際上，其可為2維或3維，且處理將因此得以調適。

【0054】 在步驟502中，使用諸如上文所描述之彼等的散射計來量測基板上的實際目標之回應，且更特定言之，繞射圖案。將此經量測繞射圖案轉遞至諸如電腦之演算系統。演算系統可為上文所提及之處理單元PU，或其可為分離設備。

【0055】 在步驟503中，建立依據數個參數p_i (p_1、p_2、p_3等等)而界定目標結構之經參數化模型之「模型配方」。在1D週期性結構中，此等參數可表示(例如)側壁之角度、特徵之高度或深度、特徵之寬度。目標材料及底層之性質亦係由諸如折射率(在存在於散射量測輻射光束中之特定波長下)之參數表示。將在下文給出特定實例。重要的是，雖然目標結構可由描述其形狀及材料屬性之許多參數定義，但出於以下程序步驟之目的，模型配方將定義此等參數中之許多參數具有固定值，而其他參數將為可變或「浮動」參數。出於描述圖5之目的，僅將可變參數視為參數p_i。

【0056】 在步驟504中：藉由設定用於浮動參數之初始值$p_i^{(0)}$ (亦即，$p_1^{(0)}$、$p_2^{(0)}$、$p_3^{(0)}$等等)來估計模型目標形狀。將在某些預定範圍內產生每一浮動參數，如配方中所界定。

【0057】 在步驟506中，使用表示所估計形狀之參數連同模型之不同元件之光學屬性以例如使用諸如RCWA之嚴密光學繞射方法或馬克士威方程式之任何其他求解器來演算散射屬性。此演算給出所估計目標形狀之所估計或模型繞射圖案。

【0058】 在步驟508及510中，接著比較經量測繞射圖案與模型繞射圖案，且使用其相似性及差來以演算用於模型目標形狀之「優質化函數(merit function)」。

【0059】 在步驟512中，假定優質化函數指示模型需要在其準確地表示實際目標形狀之前得以改良的情況下，估計新參數$P_1^{(1)}$、$P_2^{(1)}$、$P_3^{(1)}$等等且將該等新參數反覆地回饋至步驟506中。重複步驟506至512。

【0060】 為了輔助搜尋，步驟506中之演算可在參數空間中之此特定區中進一步產生優質化函數之偏導數，其指示增加或減低參數將會增加或減低優質化函數之敏感度。優質化函數之演算及導數之使用在此項技術中通常為吾人所知，且此處將不對其進行詳細描述。

【0061】 在步驟514中，當優質化函數指示此反覆程序已以所要準確度收斂於一解時，將當前所估計參數報告為實際目標結構之量測。

【0062】 此反覆程序之計算時間係主要地藉由所使用之前向繞射模型判定，亦即，使用嚴密光學繞射理論自所估計目標結構來演算所估計模型繞射圖案。若需要更多參數，則存在更多自由度(應注意，「參數」在此上下文(自由度)中位於馬克士威求解程序之外且不同於並通常多於上文步驟中所描述之模型參數)。演算時間原則上隨著自由度之數目之冪而增加。

【0063】 可以各種形式來表達在步驟506處演算之經估計或模型繞射圖案(或更一般而言，回應)。若以與步驟510中所產生之所量測圖案相同的形式表達所演算圖案，則會簡化比較。舉例而言，可容易地比較經模型化光譜與由圖3之設備量測之光譜；可容易地比較經模型化光瞳圖案與由圖4之設備量測之光瞳圖案。

【0064】 遍及自圖5開始之此描述，在假定使用圖4之散射計的情況下，將使用術語「繞射圖案」。熟習此項技術者可易於使教示適應於不同類型之散射計，或甚至適應於其他類型之量測器具。

【0065】 圖6說明一替代實例程序，其中預先演算用於不同所估計目標形狀(候選結構)之複數個模型繞射圖案，且將該複數個模型繞射圖案儲存於程式庫中以供與實際量測比較。基礎原理及術語係相同於圖5之程序之基礎原理及術語。圖6之程序之步驟為：

【0066】 在步驟602中，執行產生庫之程序。可針對目標結構之每一類型來產生一分離庫。程式庫可由量測設備之使用者根據需要而產生，或可由設備之供應商預產生。

【0067】 在步驟603中，建立依據數個參數p_i (p_1、p_2、p_3等等)而界定目標結構之經參數化模型之「模型配方」。考慮因素係相似於反覆程序之步驟503中之考慮因素。

【0068】 在步驟604中，參數$p_1^{(0)}$、$p_2^{(0)}$、$p_3^{(0)}$等等之第一集合例如藉由產生所有參數之隨機值而產生，每一隨機值在其預期值範圍內。

【0069】 在步驟606中，演算模型繞射圖案且將其儲存於庫中，從而表示自由參數表示之目標形狀所預期之繞射圖案。

【0070】 在步驟608中，產生參數$p_1^{(1)}$、$p_2^{(1)}$、$p_3^{(1)}$等等之新集合。重複步驟606至608數十次、數百次或甚至數千次，直至包含所有所儲存經模型化繞射圖案之程式庫被判斷為足夠完整為止。每一所儲存圖案表示多維參數空間中之一樣本點。庫中之樣本應以足夠密度填入樣本空間，使得將足夠密切地表示任何實際繞射圖案。

【0071】 在步驟610中，在產生庫之後(但可在產生庫之前)，將實際

目標30置放於散射計中，且量測其繞射圖案。

【0072】 在步驟612中，比較經量測圖案與儲存於庫中之經模型化圖案以找到最佳匹配圖案。可對庫中之每一樣本進行比較，或可使用較系統性搜尋策略，以縮減計算負擔。

【0073】 在步驟614中，若找到匹配，則可將用以產生匹配庫圖案之所估計目標形狀判定為近似物件結構。將對應於匹配樣本之形狀參數輸出為經量測形狀參數。可直接對模型繞射信號執行匹配程序，或可對經最佳化以供快速評估之取代模型執行匹配程序。

【0074】 在步驟616中，視情況，將最近匹配樣本用作起點，且使用改進程序以獲得供報告之最終參數。舉例而言，此改進程序可包含極相似於圖5所展示之反覆程序的反覆程序。

【0075】 現將描述一種用於量測疊對度量之方法。在此上下文中，疊對度量可包含疊對自身(層之間的相對位置誤差量測)及/或諸如邊緣置放誤差(EPE)之相關/衍生度量。EPE提供藉由圖案化製程產生之結構之邊緣部位之變化。在一實施例中，自疊對值導出EPE。在一實施例中，自疊對值與CD值之組合導出EPE。在一實施例中，自疊對值、CD值與對應於局域變化之值(例如，個別結構之邊緣粗糙度、形狀不對稱性等等)的組合導出邊緣置放。在一實施例中，EPE包含經組合之疊對誤差及CD誤差之極值(例如，3倍標準偏差，亦即，3σ)。在特定實施例中，在涉及形成結構且涉及藉由通過蝕刻圖案化程序關於該結構所提供之圖案而移除結構之一部分來「切割」結構之多圖案化程序中，EPE可具有以下形式(或包含以下項中之一或多者)：

$$EPE = \sqrt{(3\sigma_{overlay})^2 + \left(\frac{3\sigma_{CDU\,structures}}{2}\right)^2 + \left(\frac{3\sigma_{CDU\,cuts}}{2}\right)^2} + \frac{3\sigma_{OPE,PBA}}{2} + 6\sigma_{LER,LPE}$$

【0076】 其中σ為標準偏差，$\sigma_{overlay}$對應於疊對之標準偏差，$\sigma_{CDU\ structures}$對應於在圖案化程序中產生之結構之臨界尺寸均一性(CDU)的標準偏差，$\sigma_{CDU\ cuts}$對應於在圖案化程序中產生之切口(若存在)之臨界尺寸均一性(CDU)的標準偏差，$\sigma_{OPE,PBA}$對應於光學式近接效應(OPE)及/或近接偏置平均值(PBA)之標準偏差，該標準偏差為間距處之CD與參考CD之間的差，且$\sigma_{LER,LPE}$對應於線邊緣粗糙度(LER)及/或局域置放誤差(LPE)的標準偏差。雖然以上之公式係關於標準偏差，但其可以不同可比得上之統計方式(諸如方差)來公式化。

【0077】 目前，通常基於量測結構中之不對稱性及自所量測不對稱性推斷疊對而執行用於判定疊對度量或諸如EPE之衍生疊對度量的疊對度量衡。如上文所論述，專門度量衡工具之快速及非侵入性形式為輻射光束經導向至基板之表面上之目標上且量測經散射(經繞射/經反射)光束之屬性的度量衡工具。藉由評估由基板散射之輻射之一或多個屬性，可判定基板之一或多個屬性。此可被稱為以繞射為基礎之度量衡。此基於繞射之度量衡之一個此類應用係在目標內的特徵不對稱性之量測中。舉例而言，可藉由比較繞射光譜之相對部分(例如，比較週期性光柵之繞射光譜中之-1階與+1階)而量測不對稱性。此量測可如以上所描述來完成，且如(例如)全文以引用方式併入本文中之美國專利申請公開案US2006-066855中所描述來完成。其他方法包含例如藉由比較此等影像中之-1階與+1階之強度來量測暗場影像之強度。另一疊對度量衡技術係基於產品解析度結構(而非光柵對)之結構不對稱性的量測，下文被稱作ARO度量衡(依解析度疊對度量衡)。ARO度量衡描述於PCT專利申請公開案WO2017/149009中，其以引用的方式併入本文中。ARO度量衡係不需要經偏置目標的基於重建構之

疊對度量衡。本文件中所描述之方法係基於「不對稱光瞳」之量測或不對稱光譜/強度分佈。不對稱光瞳係其中對稱強度分佈分量已被移除的光瞳(光瞳或傅里葉平面之經量測強度分佈)；亦即，特定光瞳影像像素可藉由自彼特定光瞳影像像素處的強度減去對稱定位之光瞳影像像素之強度，來移除對稱強度分佈分量，且反之亦然。

【0078】 目前，雖然此等技術有效，但需要提供新的量測技術，且詳言之，例如並非基於量測結構不對稱性之變化的可自對稱結構之變化導出疊對度量的技術。在一實施例中，此方法可包含使用完全光瞳，而無需移除光瞳之對稱分量。藉由不丟棄對稱分量，獲得更強疊對度量信號。

【0079】 在一個實施例中，其中眾所周知，所量測結構應係對稱的，殘餘不對稱光瞳(不對稱光瞳分量)可用以針對信號之不對稱性將(未知的)源模型化。此新模型可用以推斷完全晶圓/目標，以便找出可能的非產生(non-yielding)目標(亦即，指示非產生晶粒之目標)。在一替代實施例中，可能僅僅使用光瞳之對稱分量，由此移除非吾人所樂見之不對稱性(例如，藉由如上文所描述的移除所衍生之不對稱分量或等效方法)。此應產生具有較低殘餘的更容易聚合之模型。

【0080】 此方法可包含：量測光瞳(傅里葉)平面中的由自目標結構(例如，包含零階及/或高階繞射)反射及/或繞射之輻射得到的光瞳(角解析強度及/或相位分佈)；及使用諸如上文所描述之彼等的重建構技術來執行目標結構之幾何結構的重建構(例如，如CD度量衡中所用)。在一實施例中，此方法將提供CD及疊對之經組合判定(且因此，EPE之量測)。此將相較於現存方法增大度量衡速度及產出率，其中通常疊對及CD使用不同技術單獨量測。

【0081】為了促進此方法，具有疊對相關設定檔之目標結構應形成於基板上，自該基板可推斷疊對度量。疊對相關設定檔並不需要依賴於任何不對稱性，且因此可關於正在量測之疊對的方向對稱。

【0082】現將描述用於界定疊對相關設定檔之特定方法。此方法係基於「自對準」微影技術。此等自對準技術當前通常用於後段製程技術(BEOL)處理中，但並非如此受限，且可應用於前段製程技術(FEOL)及/或中間段製程技術(MOL)處理中，例如以在電晶體或其他積體電路製造過程中形成閘極接點。

【0083】在自對準程序流程中，蝕刻選擇性用以例如藉由定義特徵輪廓來幫助對準目標結構或特徵之定位，從而使得所曝光特徵之相對較小偏離(在蝕刻之前)不會導致所得經蝕刻特徵之位置的顯著改變。因而，蝕刻步驟導致特徵關於硬式光罩或層中之其他特徵(諸如，所得金屬特徵)自對準。

【0084】圖7說明示意性地展示BEOL自對準程序之兩個步驟的特定實例。該圖式展示(a)用於在其上導通孔720得以曝光之介電層730上形成金屬層的硬式光罩線700及硬式光罩區塊710；及(b)蝕刻步驟之後的相同配置，以將經蝕刻導通孔720'蝕刻至介電質730中。大體而言，疊對及CD涉及形成最終導通孔形狀，其對於互連件電阻及最終裝置良率而言很重要。蝕刻步驟將所曝光導通孔720僅僅蝕刻至介電質730中，且而非硬式光罩700、710，以獲得經蝕刻導通孔720'。為利用此，經曝光導通孔720經過大曝光；亦即，關於其所蝕刻至的介電質730之寬度相比所需要的更大。將瞭解，因為此，經曝光導通孔720關於硬式光罩線700在Y方向上的位置(亦即，疊對)變化及經曝光導通孔之形狀/輪廓或CD變化存在一些容

限或範疇，而不會顯著影響經蝕刻導通孔720'之形狀及功能性。因而，經蝕刻導通孔720'之EPE對於經曝光導通孔720中之CD或疊對的變化很大程度上具有彈性。

【0085】 圖8及圖9說明基於上文所描述之自對準技術的新穎目標概念，其提供可進行量測之依解析度疊對目標及使用光瞳之對稱分量提取的疊對。圖8之配置與圖7之彼配置很大程度上同義，且展示(a)其上導通孔820得以曝光之介電質830上的硬式光罩線800及區塊810，及(b)在蝕刻步驟之後的相同配置，以將經曝光導通孔820蝕刻至介電質830中以獲得經蝕刻導通孔820'。此目標配置與圖7之產品配置之間的差在於，對於目標配置，經曝光導通孔820之位置與硬式光罩線800之間，在Y方向上存在故意疊對偏移，使得經蝕刻導通孔820'具有類似於圖8(b)中所繪示之彼輪廓的輪廓。該偏移可為使得(假定疊對誤差為零)經曝光導通孔820僅僅接觸一個硬式光罩線800，且因此每一經蝕刻導通孔820'包含半圓形之形狀(當然，此對於實際產品結構將極不需要，且因此偏移應僅僅實施於用於度量衡目的之專用目標區域中)。因而，偏移可為使得(在無疊對的情況下)蝕刻步驟大致移除經曝光導通孔的一半(例如，超過40%、超過45%)。然而，此僅僅係一實例，且其他特徵形狀及位置偏移係可能的。

【0086】 此目標可經曝光於一或多個目標區域中(例如，在諸如圖7中所說明之產品結構中的部位處)，且每一目標區域可僅僅包含一個或多於一個經蝕刻導通孔820'。在目標包含多於一個經蝕刻導通孔820'處，經量測疊對度量可包含對應於每一經蝕刻導通孔820'之值的平均值(或其他組合)。可瞭解，經蝕刻導通孔820'將具有相同或類似特徵尺寸且相比其將用以量測的經蝕刻導通孔720'具有相同間距。歸因於此小特徵尺寸，現

存散射計可能無法量測隔離開的單個特徵(經蝕刻導通孔)(儘管未來散射計或掃描電子顯微鏡(SEM)裝置可能做到)。在不可能進行單個特徵量測之處，量測可包含重建構複數個經蝕刻導通孔820'。在此狀況下，平均值或其他代表性值可用於判定疊對、CD或EPE中之一或多者。可視情況在平均化之前移除離群值。

【0087】 圖9針對(a)第一Y方向疊對值、(b)第二Y方向疊對值及(c)第三Y方向疊對值展示經曝光導通孔820及對應經蝕刻導通孔820'。在每一狀況下，經曝光導通孔820與金屬層之間在Y方向中之相對位置且因此硬式光罩線800意欲係相同的(亦即，導通孔以相同故意偏移進行曝光)，從而圖9(a)至(c)中描繪之配置之間的差別僅僅導致形成疊對誤差及/或疊對度量變體(例如，EPE之變體)。在每一狀況下，可見經蝕刻導通孔820'具有顯著不同輪廓。亦可見，對於此實施例，輪廓關於Y軸基本上對稱，從而圖9(a)、(b)及(c)中之輪廓差不會造成顯著的不對稱性改變。

【0088】 散射量測將對此輪廓改變敏感。詳言之，角解析(光瞳平面)量測之(角解析)強度及/或相位分佈光譜(光瞳)(其包括(或僅僅包括)其對稱分量)將對此改變敏感。此係因為疊對變化導致所量測特徵(經蝕刻導通孔820')之輪廓及/或CD發生實際改變，而非僅僅使得特徵偏移。因此，提議自分佈光譜重建構輪廓，且自經重建構輪廓導出疊對度量。在一實施例中，重建構將會(例如，同時)重建構CD及輪廓兩者以導出疊對及CD。在一實施例中，使用此所導出疊對及CD導出EPE (或自經重建構輪廓直接導出EPE)。輪廓之重建構可使用上文參看圖5及圖6描述之方法中的任一者。亦可使用上述WO2017148982中所描述方法自分佈光譜推斷疊對，但無自分佈光譜移除對稱分量的步驟。此方法判定權重且在量測分佈中將其

指派至每一像素，此取決於像素對疊對之敏感性，其中該等像素根據加權求和以判定疊對。

【0089】 圖10展示第二BEOL實施例，其能夠量測除Y方向中之疊對(或代替該疊對)的X方向中之疊對。如前所述，此實施例亦實現CD之同時量測，且因此實現EPE。圖10之配置與圖8之彼配置很大程度上同義，且展示(a)其上導通孔1020得以曝光之介電質1030上的硬式光罩線1000及硬式光罩區塊1010；及(b)在蝕刻步驟之後的相同配置，以將經曝光導通孔1020蝕刻至介電質1030中以獲得經蝕刻導通孔1020'。此目標配置與圖8之產品配置之間的差在於，對於金屬層，導通孔1020各自經曝光鄰近於且部分重疊硬式光罩區塊1010。可瞭解，結果為經蝕刻導通孔1020'將具有取決於X (及Y)中之疊對的輪廓。然而，根據此實施例形成之目標可具有不同於產品結構之間距的間距(相比於圖8實施例，將與產品結構具有相同間距)。

【0090】 在又一實施例中，代替量測專用目標，可對實際產品結構執行量測，例如，目標結構可包含諸如圖7(b)中所說明之實際產品結構。在此實施例中，可能不會有可能量測小疊對/CD變體。然而，若導通孔係運用足夠大以產生無作用裝置的疊對/CD偏離形成，則自對準程序將很可能使用本文所描述之方法造成輪廓之可量測改變。

【0091】 在BEOL程序中的導通孔形成之特定上下文中，上文所描述之方法的優點在於其提供用於量測導通孔之串聯度量。當前，使用電學技術在包括形成額外金屬層的金屬化步驟之後量測互連件之電阻(形成於導通孔中)。由於導通孔係判定互連件電阻之更重要參數中之一者，在金屬化之前使用串聯散射量測方法監視導通孔之能力將會極有益。另外，此

等方法提供導通孔形狀之非破壞性蝕刻後量測。此量測可用以同時推斷或重建構導通孔CD及疊對(且因此EPE)。此資訊可用以判定自掃描儀及/或刻蝕器所得的疊對及/或CD比重之校正，其可反饋回適當設備。

【0092】 本發明之實施例可藉由對參看圖3及圖4所描述之處理單元PU實施本文所描述之方法以提供用於重建構物件之近似結構之檢測設備予以實施。又，雖然使用散射計描述度量衡，但所揭示之目標結構可使用任何其他類型的合適度量衡裝置(例如，SEM)來量測。

【0093】 參看圖3或圖4所描述之處理器可在含有機器可讀指令之一或多個序列之電腦程式之控制下操作，該等機器可讀指令用於演算結構之電磁散射性質，該等指令經調適以使一或多個處理器執行本文中所描述之方法。

【0094】 儘管在本文中可具體參考檢測設備在IC製造中之使用，但應理解，本文中所描述之檢測設備可具有其他應用，諸如，製造整合式光學系統、用於磁疇記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、液晶顯示器(LCD)、薄膜磁頭，等。熟習此項技術者應瞭解，在此等替代應用之上下文中，可認為本文中對術語「晶圓」或「晶粒」之任何使用分別與更一般術語「基板」或「目標部分」同義。可在曝光之前或之後在(例如)塗佈顯影系統(通常將抗蝕劑層施加至基板且顯影經曝光抗蝕劑之工具)、度量衡工具及/或檢測工具中處理本文中所提及之基板。在適用情況下，可將本文中之揭示內容應用於此等及其他基板處理工具。此外，可將基板處理多於一次，(例如)以便產生多層IC，使得本文所使用之術語「基板」亦可指已經含有多個經處理層之基板。

【0095】 根據上文所描述之本發明之實施例的方法可併入至用於自

經偵測電磁散射屬性(諸如，起因於藉由輻射對目標照明之繞射圖案)重建構目標之近似結構之前向繞射模型中，如上文參看圖5及圖6所描述。上文參看圖3及圖4所描述之處理單元PU可經組態以使用此方法來重建構目標之近似結構。

【0096】 在以下編號條項中描繪根據本發明之另外實施例：

1. 一種用於自一目標結構判定一疊對度量之方法，該方法包含：

獲得與該目標結構之一量測相關的角解析分佈光譜資料，該角解析分佈光譜資料包含一對稱分量；

自該角解析分佈光譜資料判定該目標結構之一特徵的一疊對相關輪廓；及

自該輪廓判定該疊對度量。

2. 如條項1之方法，其中自該角解析分佈光譜資料判定該目標結構之一特徵的一疊對相關輪廓的該步驟包含在未首先移除該對稱分量的情況下自該角解析分佈光譜資料判定該輪廓。

3. 如條項2之方法，其中判定一疊對相關輪廓的該步驟包含使用該目標結構之一經參數化幾何模型執行該目標結構之一重建構。

4. 如任一前述條項之方法，其進一步包含自該輪廓同時運用該疊對度量判定該特徵之臨界尺寸。

5. 如任一前述條項之方法，其中該疊對度量包含疊對或邊緣置放誤差。

6. 如任一前述條項之方法，其中該角解析分佈光譜資料係關於在一蝕刻步驟之後執行的該目標結構之一量測。

7. 如條項6之方法，其中該特徵包含藉由一自對準程序形成之一特

徵，使得蝕刻選擇性在該蝕刻步驟期間界定與疊對相關之該輪廓。

8. 如條項6或7之方法，其中該特徵為已用關於一經遮蔽層之一故意偏移進行曝光的一經蝕刻導通孔。

9. 如條項8之方法，其中該故意偏移使得在無疊對的情況下，在該蝕刻步驟期間移除該經曝光導通孔之大致一半，所移除之實際量取決於疊對。

10. 如任一前述條項之方法，其包含執行一散射量測度量衡步驟以獲得一角解析分佈光譜資料。

11. 如任一前述條項之方法，其中該目標結構包含複數個所述特徵，且該疊對度量為針對該等個別特徵中之每一者而判定的該疊對度量的該等個別值之一平均值。

12. 如任一前述條項之方法，其包含自該角解析分佈光譜資料移除一非對稱分量，由此僅僅自該對稱分量判定該疊對相關輪廓。

13. 如條項1至11中任一項之方法，其包含判定該角解析分佈光譜資料中之一非對稱分量的一原因。

14. 如條項13之方法，其包含以該非對稱分量的該經判定原因進行一良率預測。

15. 如任一前述條項之方法，其包含執行一曝光及蝕刻步驟以形成該目標結構。

16. 一種在一基板上形成一目標結構之方法，其包含：

將一經曝光特徵曝光至一經遮蔽層上，該經遮蔽層包含界定該層之經遮蔽區域及未經遮蔽區域的一光罩，使得該經曝光特徵之一第一部分經曝光於該層之一經遮蔽區域上且該經曝光特徵之一第二部分經曝光於該層

之一未經遮蔽區域上，該第一部分關於該第二部分之大小與疊對相關；及

執行一蝕刻步驟以界定一經蝕刻特徵，該經蝕刻特徵對應於該經曝光特徵之該第二部分。

17. 如條項16之方法，其中該特徵由一自對準程序形成，從而蝕刻選擇性在該蝕刻步驟期間界定該經蝕刻特徵與疊對相關之一輪廓。

18. 如條項17之方法，其中該等經遮蔽區域及未經遮蔽區域為使得在一單個方向上劃分第一部分與第二部分，從而該經蝕刻特徵之一輪廓取決於在僅僅一第一方向上的疊對。

19. 如條項18之方法，其中該特徵實質上關於該第一方向中之一軸對稱。

20. 如條項19之方法，其中該經蝕刻特徵具有一實質上半圓形之形狀。

21. 如條項18、19或20之方法，其中該目標結構包含具有與周圍產品結構之間距相同之一間距的複數個該等特徵。

22. 如條項17之方法，其中該等經遮蔽區域及未經遮蔽區域為使得在兩個方向上劃分第一部分與第二部分，從而該經蝕刻特徵之一輪廓取決於在兩個方向上的疊對。

23. 如條項22之方法，其中該經蝕刻特徵具有實質上四分之一環形的一形狀。

24. 如條項16至23中任一項之方法，其中該經曝光特徵對應於用於形成導通孔之經曝光特徵，但關於該經遮蔽層以一故意偏移曝光。

25. 一種基板，其包含藉由如條項16至24中任一項之方法所形成的一目標結構。

26. 一倍縮光罩集合，其包含用於根據如條項16至24中任一項之方法曝光一目標結構的互補圖案。

27. 一種檢測設備，其包含：

投影光學件，其用於將量測輻射投影至一基板上之一結構上；

一偵測配置，其可操作以獲得自藉由該結構進行的該量測輻射之散射產生的一所量測回應；及

一處理器；其中

該檢測設備可操作以執行如條項1至14中任一項之方法。

28. 一種製造設備，其包含：

一微影曝光設備，其包含：

一照明源，其用於提供曝光照明；

一倍縮光罩載物台，其用於固持圖案化該曝光照明之一圖案化裝置；及

一基板載物台，其用於固持該基板；

該微影曝光設備可操作以執行如條項16至24中任一項之曝光步驟。

29. 如條項28之製造設備，其包含用於執行如條項16至24中任一項之蝕刻步驟的一蝕刻設備。

30. 一種微影單元，其包含如條項28或29之製造設備及如條項27之檢測設備，該微影單元進一步可操作以：

使用該疊對度量判定對藉由該製造設備執行之一製造程序的一校正；及

在該製造程序之後續執行中使用該校正。

31. 如條項30之微影單元，其中該檢測設備可操作以在於該製造程

序中執行一金屬化步驟之前判定該疊對度量。

32. 一種含有機器可讀指令之一或多個序列的電腦程式產品，該等指令經調適以使得一或多個處理器執行如條項1至14中任一項之一方法。

【0097】 儘管上文可特定地參考在光學微影之上下文中對本發明之實施例之使用，但應瞭解，本發明可用於其他應用(例如壓印微影)中，且在上下文允許之情況下不限於光學微影。在壓印微影中，圖案化裝置中之構形(topography)界定產生於基板上之圖案。可將圖案化裝置之構形壓入至經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。

【0098】 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(例如具有為或約為365、355、248、193、157或126 nm之波長)及極紫外線(EUV)輻射(例如具有在5至20 nm範圍內之波長)，以及粒子束，諸如離子束或電子束。

【0099】 術語「透鏡」在上下文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。

【0100】 術語「電磁」涵蓋電性及磁性。

【0101】 雖然上文已描述本發明之特定實施例，但應瞭解，可以與所描述方式不同之其他方式來實踐本發明。舉例而言，本發明可採取以下形式：電腦程式，其含有描述如上文所揭示之方法的機器可讀指令之一或多個序列；或資料儲存媒體(例如半導體記憶體、磁碟或光碟)，其中儲存有此電腦程式。

【0102】 應瞭解，[實施方式]章節而非[發明內容]及[摘要]章節意欲

用以解譯申請專利範圍。[發明內容]及[摘要]章節可闡述如由發明者預期之一或多個但並非所有本發明之例示性實施例，且因此，並不意欲以任何方式限制本發明及所附申請專利範圍。

【0103】 上文已憑藉說明特定功能及其關係的實施之功能建置區塊來描述本發明。為便於描述，本文中已任意地定義此等功能建置區塊的邊界。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。

【0104】 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導引，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，以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。

【0105】 因此，本發明之廣度及範疇不應受上述例示性實施例中之任一者限制，而應僅根據以下申請專利範圍及其等效者來界定。

【符號說明】

【0106】

2	寬頻帶(白光)輻射投影儀/輻射源
4	光譜儀偵測器
10	光譜
11	光瞳平面
12	透鏡系統
13	干涉濾光器

14	參考鏡面
15	透鏡系統/顯微鏡接物鏡
16	部分反射表面/光束分光器
17	偏振器
18	偵測器
30	目標
502	步驟
503	步驟
504	步驟
506	步驟
508	步驟
510	步驟
512	步驟
514	步驟
602	步驟
603	步驟
604	步驟
606	步驟
608	步驟
610	步驟
612	步驟
614	步驟
616	步驟

700	硬式光罩線
710	硬式光罩區塊
720	導通孔
720'	經蝕刻導通孔
730	介電層/介電質
800	硬式光罩線
810	區塊
820	導通孔
820'	經蝕刻導通孔
830	介電質
1000	硬式光罩線
1010	硬式光罩區塊
1020	導通孔
1020'	蝕刻導通孔
1030	介電質
AD	調整器
B	輻射光束
BD	光束遞送系統
BK	烘烤板
C	目標部分
CH	冷卻板
CL	電腦系統
CO	聚光器

DE	顯影器
IF	位置感測器
IL	照明系統
IN	積光器
I	強度
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	微影製造單元
MA	圖案化裝置
MT	光罩支撐件/度量衡工具
M_1	光罩對準標記
M_2	光罩對準標記
PL	投影系統
PM	第一定位器
PS	投影系統
PU	處理器
PW	第二定位器
P1	第一間距
P_1	基板對準標記
P2	第二間距

P_2	基板對準標記
RO	基板處置器或機器人
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
T	目標結構
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】

一種用於自一目標結構判定一疊對度量(overlay metric)之方法，該方法包含：

獲得與該目標結構之一量測相關的角解析(angle resolved)分佈光譜資料，該角解析分佈光譜資料包含一對稱分量；

自該角解析分佈光譜資料判定該目標結構之一特徵的一疊對相關輪廓；以及

自該輪廓判定該疊對度量。

【第2項】

如請求項1之方法，其中自該角解析分佈光譜資料判定該目標結構之一特徵的一疊對相關輪廓的該步驟包含：在未首先移除該對稱分量的情況下自該角解析分佈光譜資料判定該輪廓。

【第3項】

如請求項2之方法，其中判定一疊對相關輪廓的該步驟包含：使用該目標結構之一經參數化幾何模型執行該目標結構之一重建構。

【第4項】

如請求項1至3中任一項之方法，其進一步包含自該輪廓同時運用該疊對度量判定該特徵之臨界尺寸。

【第5項】

如請求項1至3中任一項之方法，其中該疊對度量包含疊對或邊緣置放誤差。

【第6項】

如請求項1至3中任一項之方法，其中該角解析分佈光譜資料係關於在一蝕刻步驟之後執行的該目標結構之一量測。

【第7項】

如請求項6之方法，其中該特徵包含藉由一自對準程序形成之一特徵，使得蝕刻選擇性在該蝕刻步驟期間界定與疊對相關之該輪廓。

【第8項】

如請求項6之方法，其中該特徵為已用關於一經遮蔽層之一故意偏移進行曝光的一經蝕刻導通孔。

【第9項】

如請求項8之方法，其中該故意偏移使得在無疊對的情況下，在該蝕刻步驟期間移除該經曝光導通孔之大致一半，所移除之實際量取決於疊對。

【第10項】

如請求項1至3中任一項之方法，其包含執行一散射量測度量衡步驟以獲得一角解析分佈光譜資料。

【第11項】

如請求項1至3中任一項之方法，其中該目標結構包含複數個該等特徵，且該疊對度量為針對該等個別特徵中之每一者而判定的該疊對度量的該等個別值之一平均值。

【第12項】

如請求項1至3中任一項之方法，其包含自該角解析分佈光譜資料移除一非對稱分量，由此僅僅自該對稱分量判定該疊對相關輪廓。

【第13項】

如請求項1至3中任一項之方法，其包含判定該角解析分佈光譜資料中之一非對稱分量的一原因。

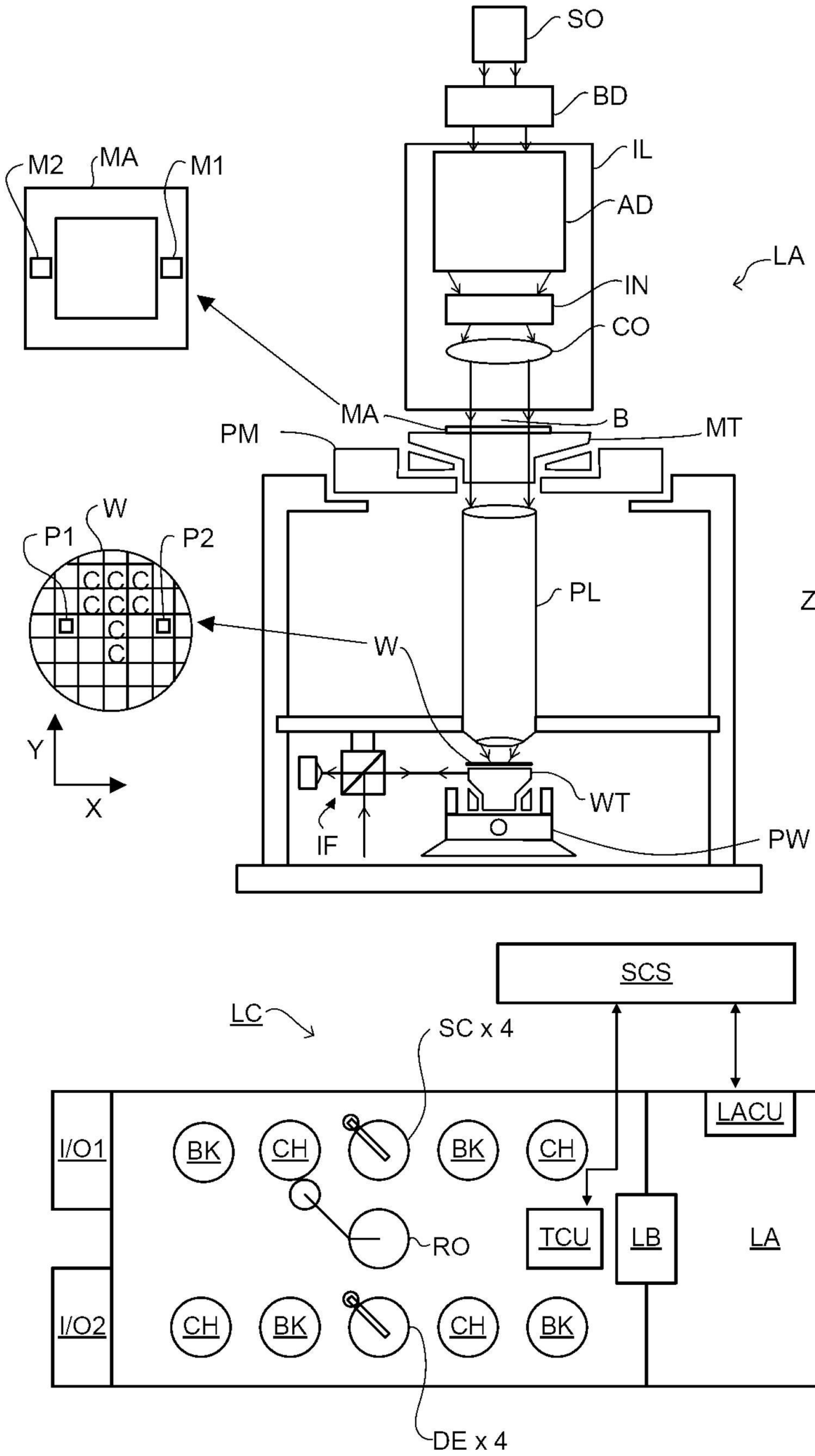
【第14項】

如請求項13之方法，其包含以該非對稱分量的該經判定原因進行一良率預測。

【第15項】

如請求項1至3中任一項之方法，其包含執行一曝光及蝕刻步驟以形成該目標結構。

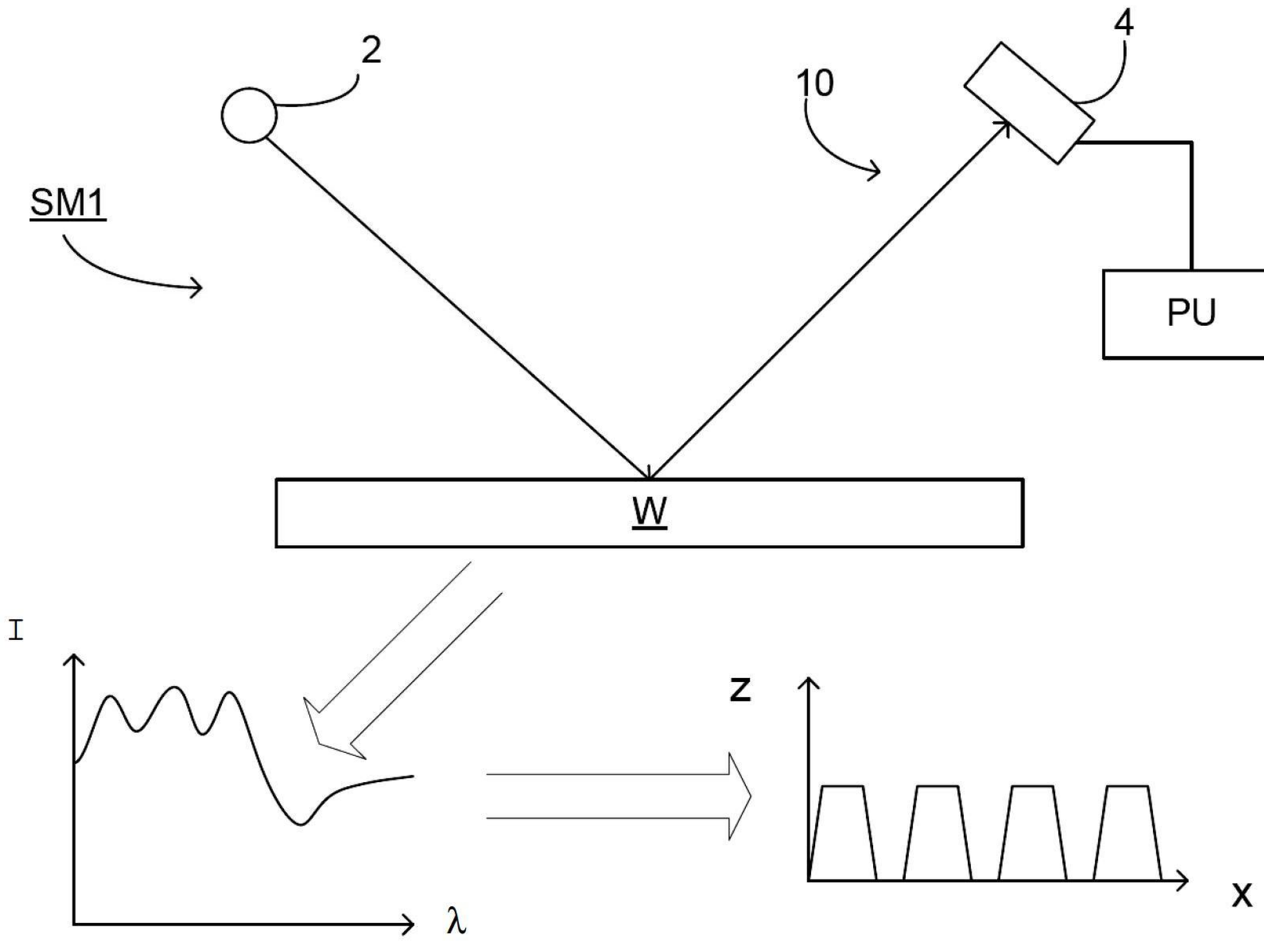
【發明圖式】


SO
BD
IL
AD
LA
IN
CO
M2
MA
M1
MA
B
MT
PM
W
P1
P2
C
PL
W
Z
X
Y
X
WT
O
IF
PW

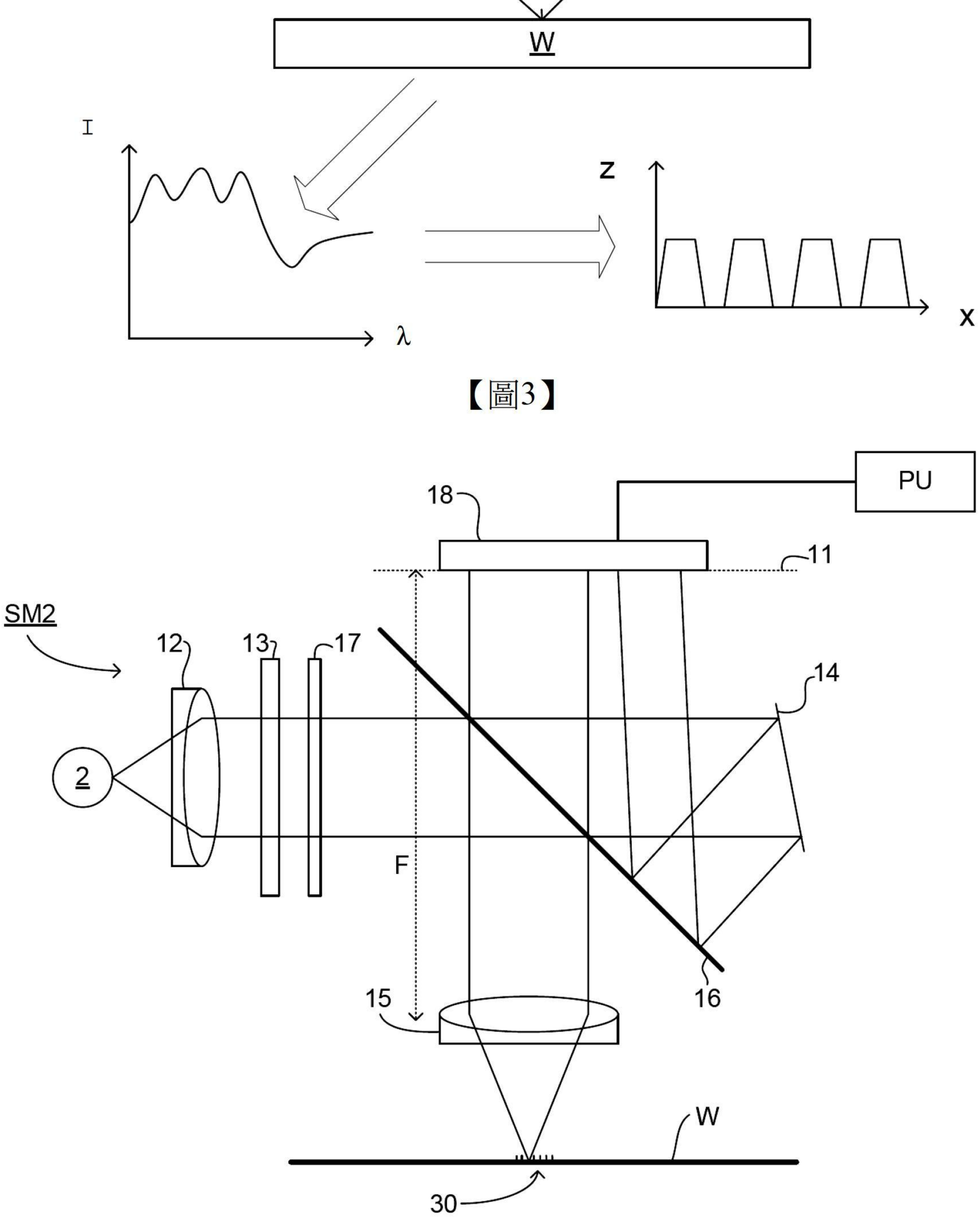
【圖1】

SCS
LC
SC x 4
I/O1
BK
CH
BK
CH
LACU
RO
TCU
LB
LA
I/O2
CH
BK
CH
BK
DE x 4

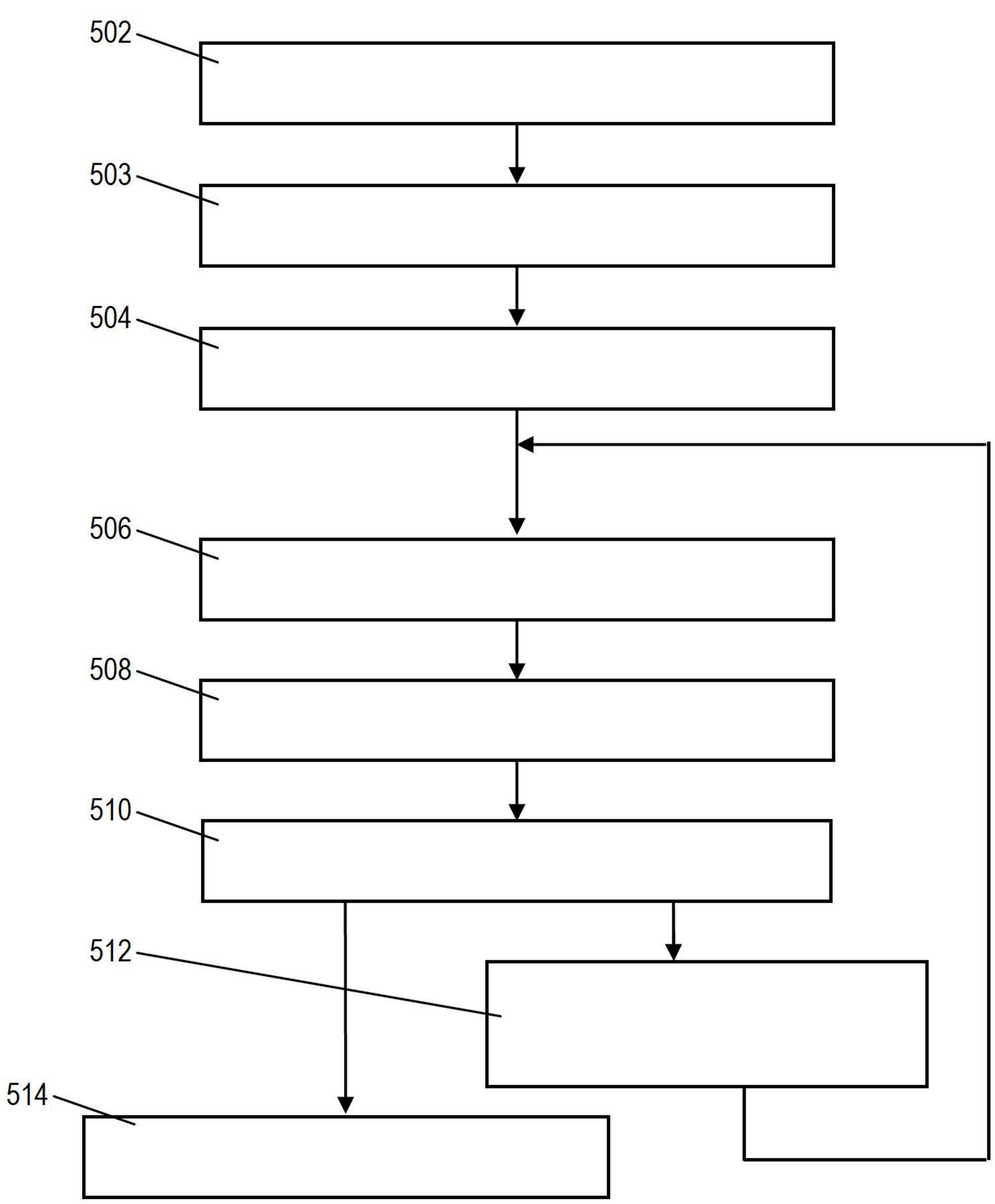
【圖2】



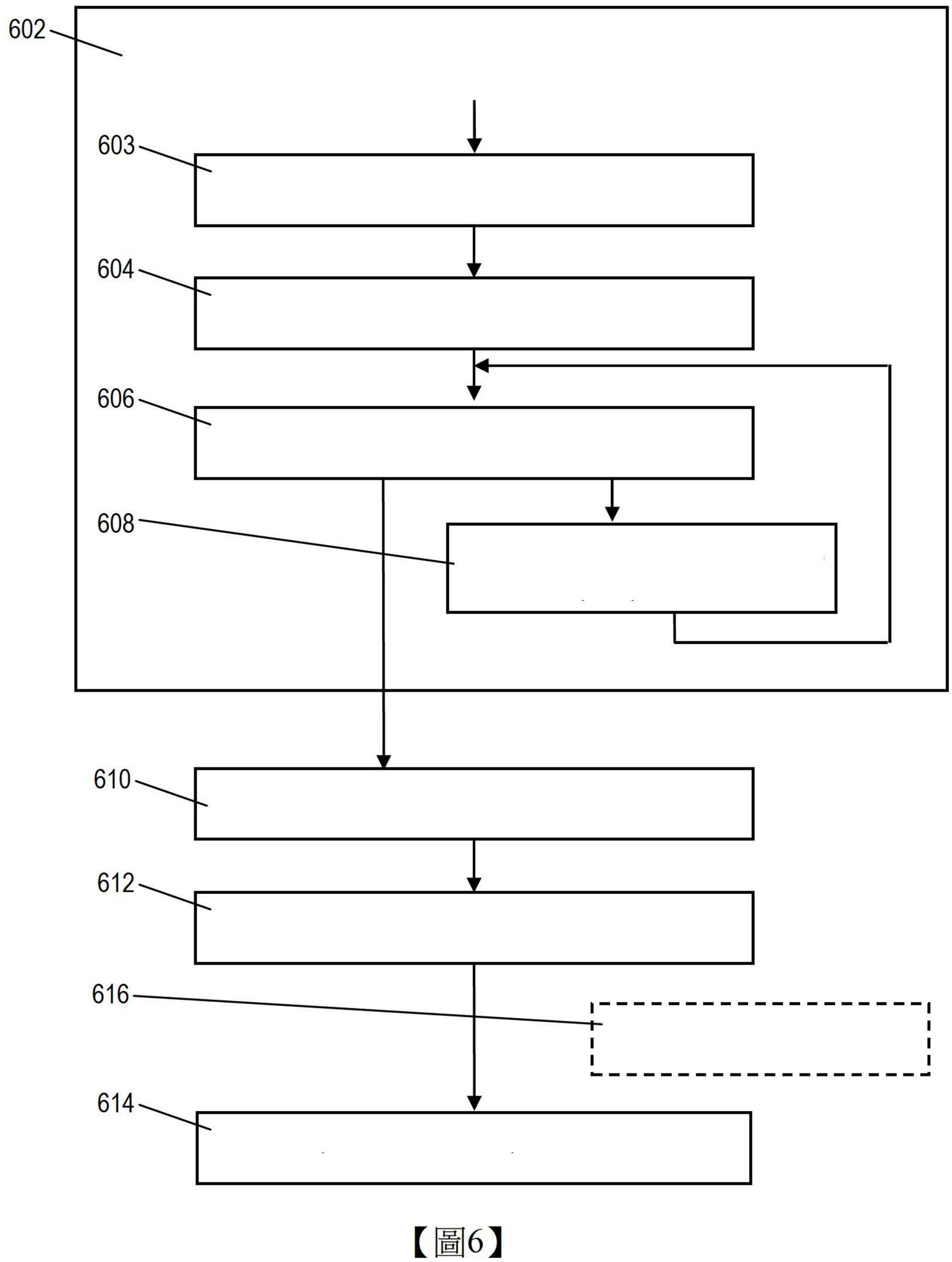
【圖3】



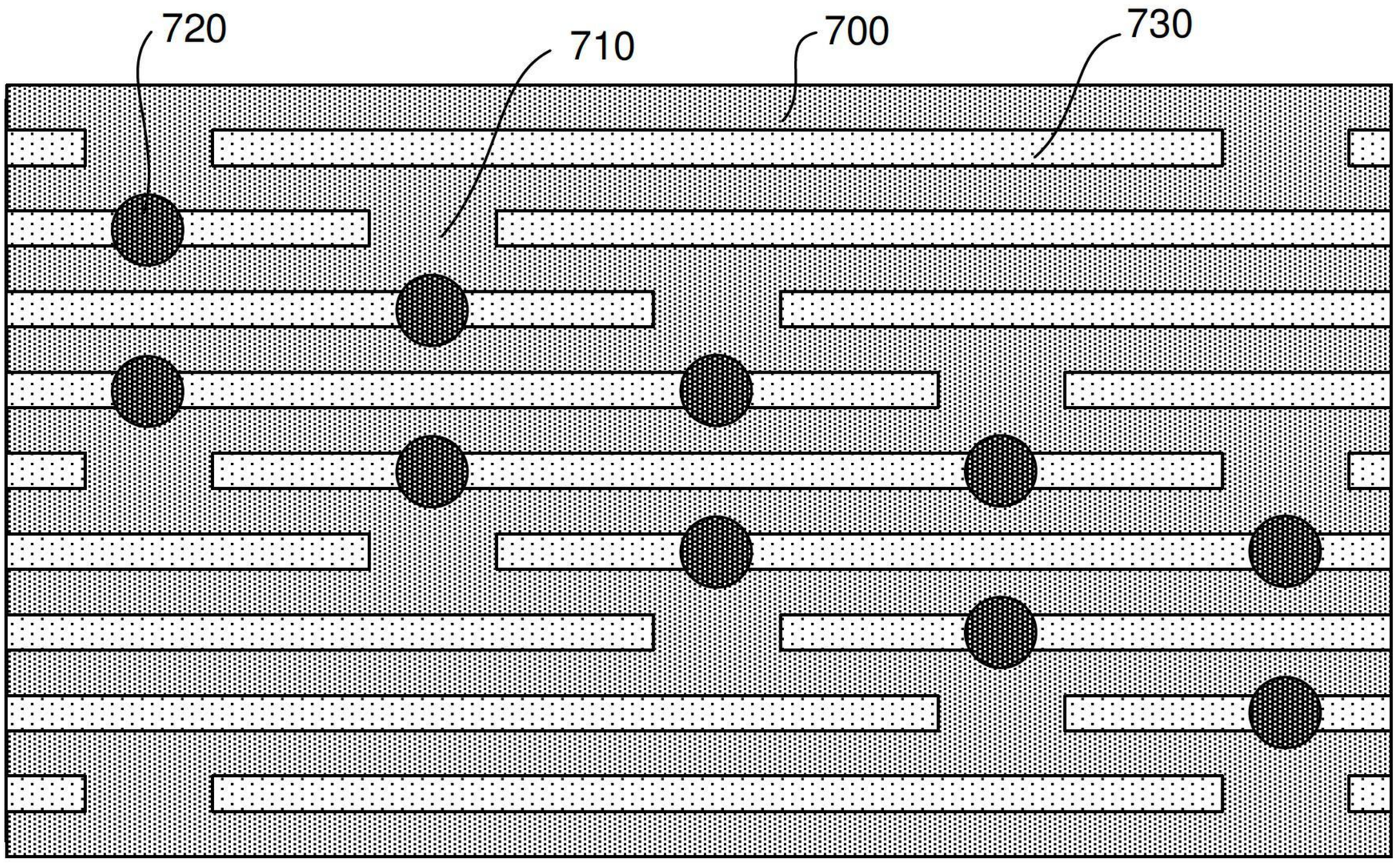
【圖4】



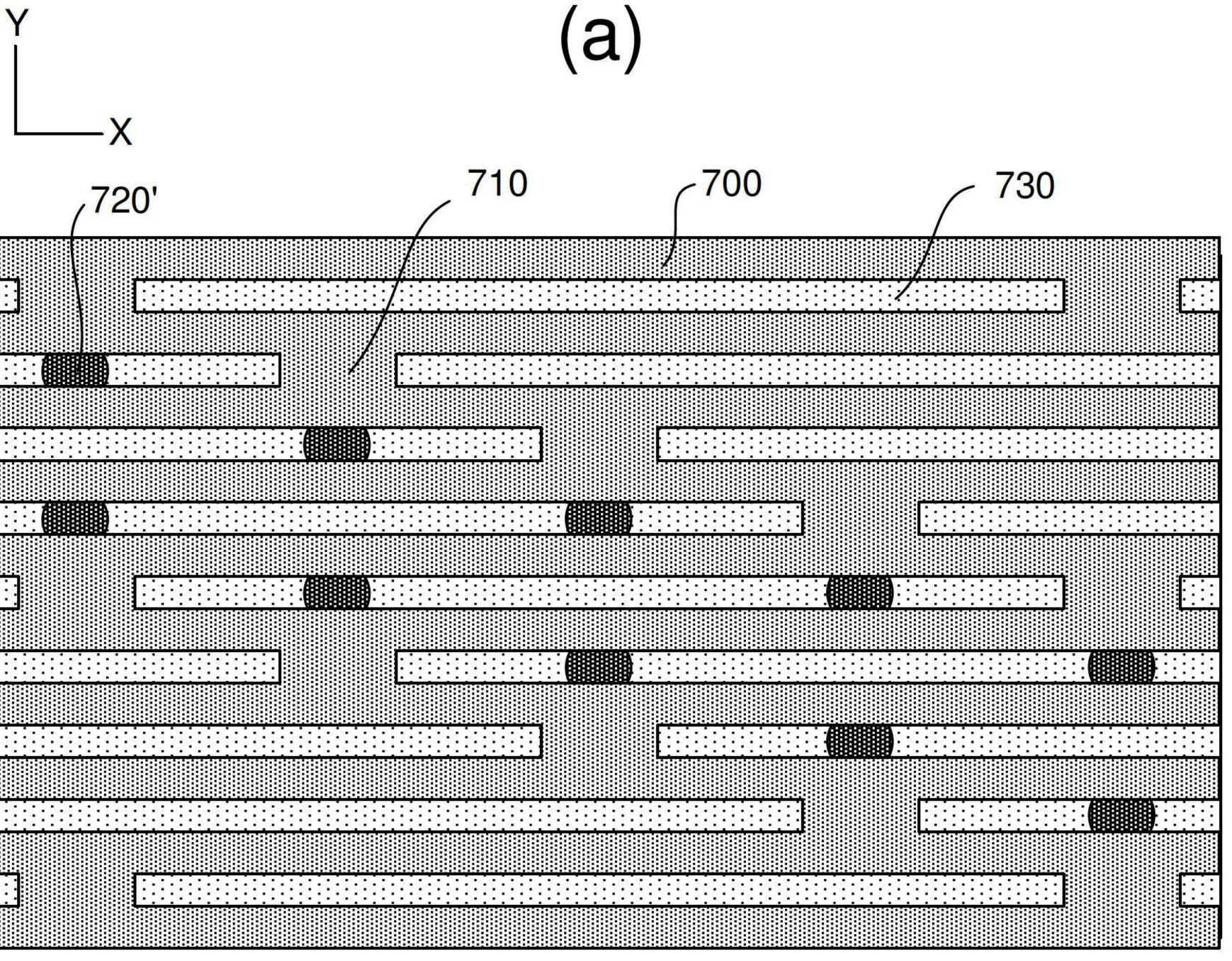
【圖5】



【圖6】

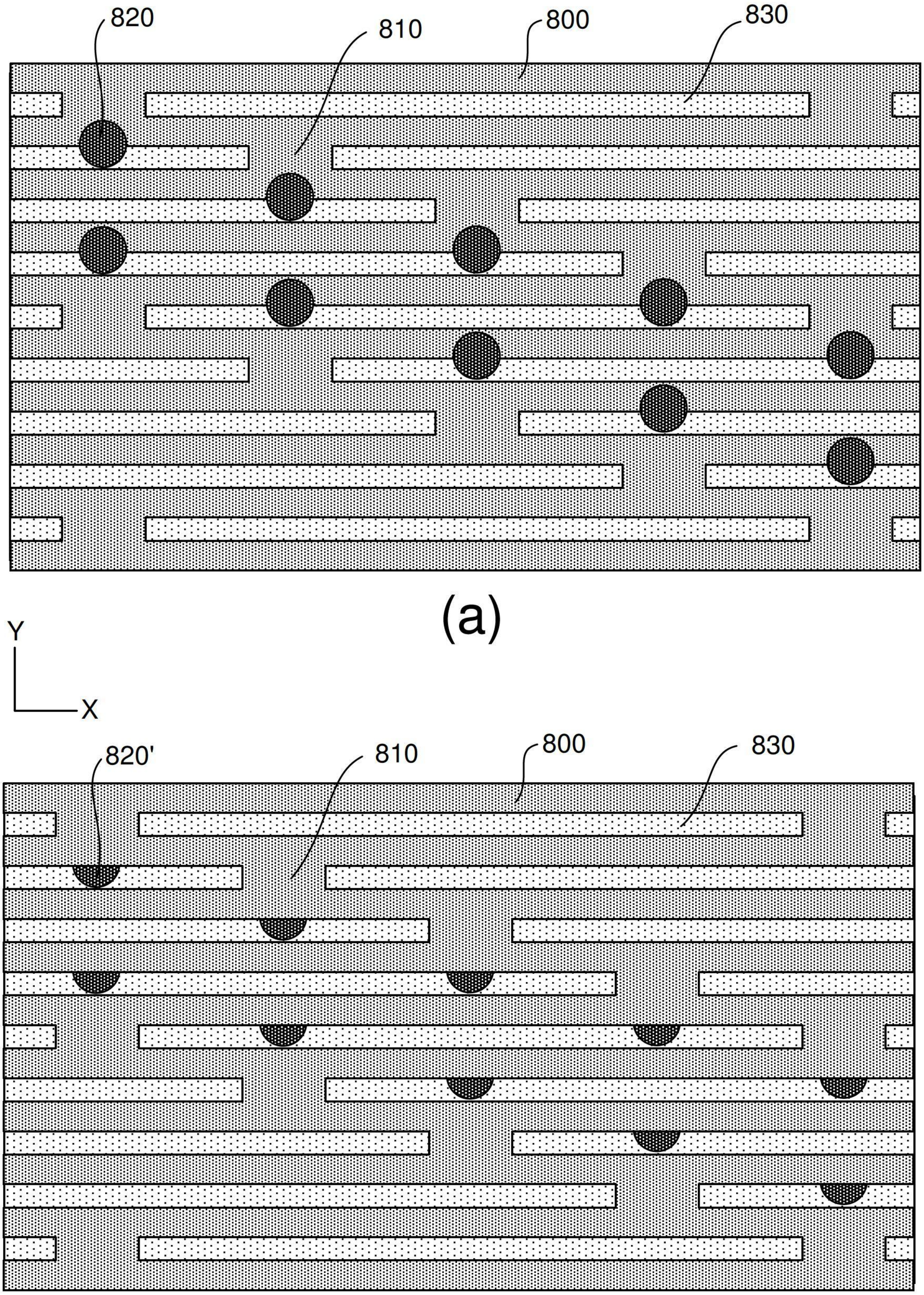


(a)



(b)

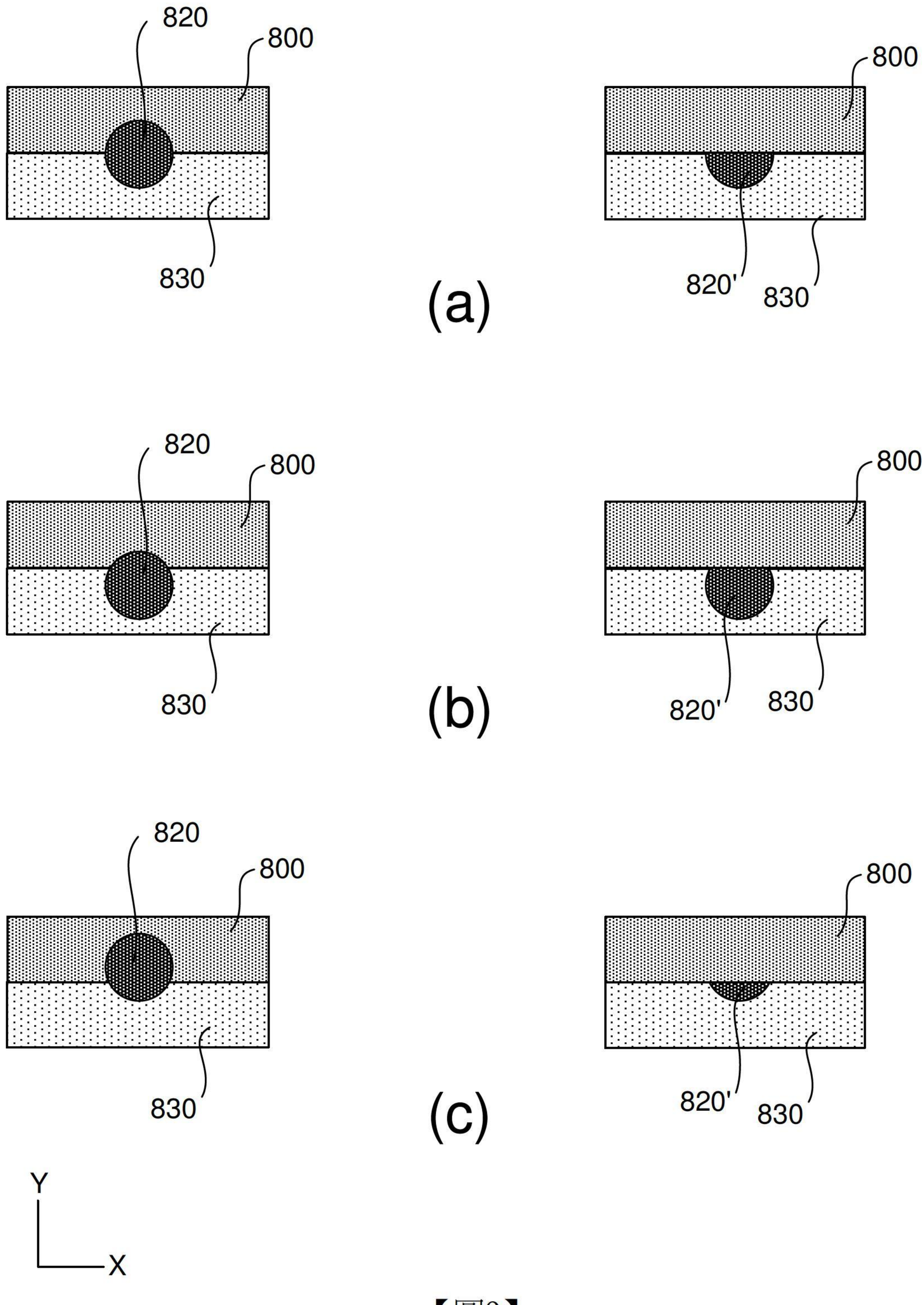
【圖7】



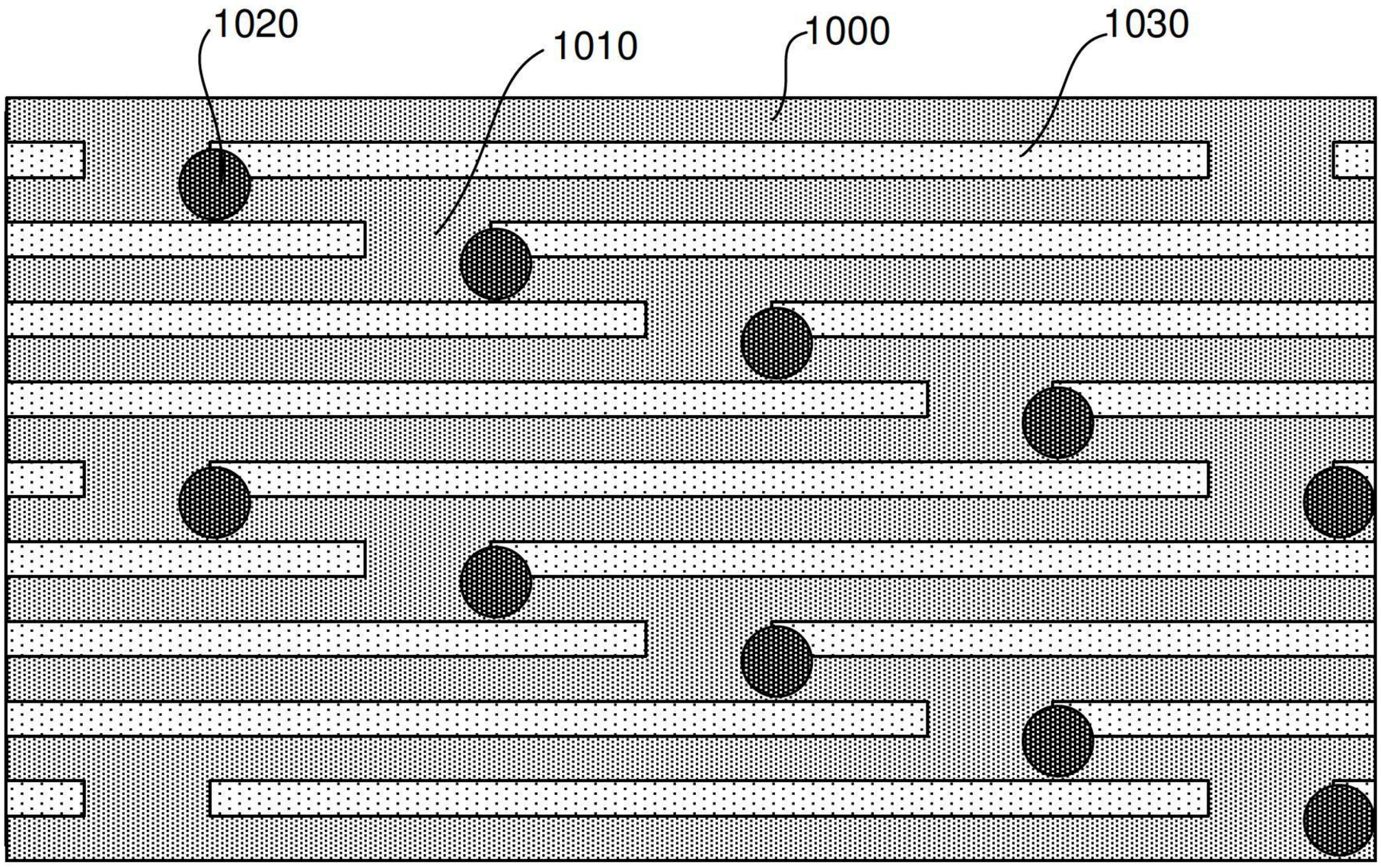
(a)

(b)

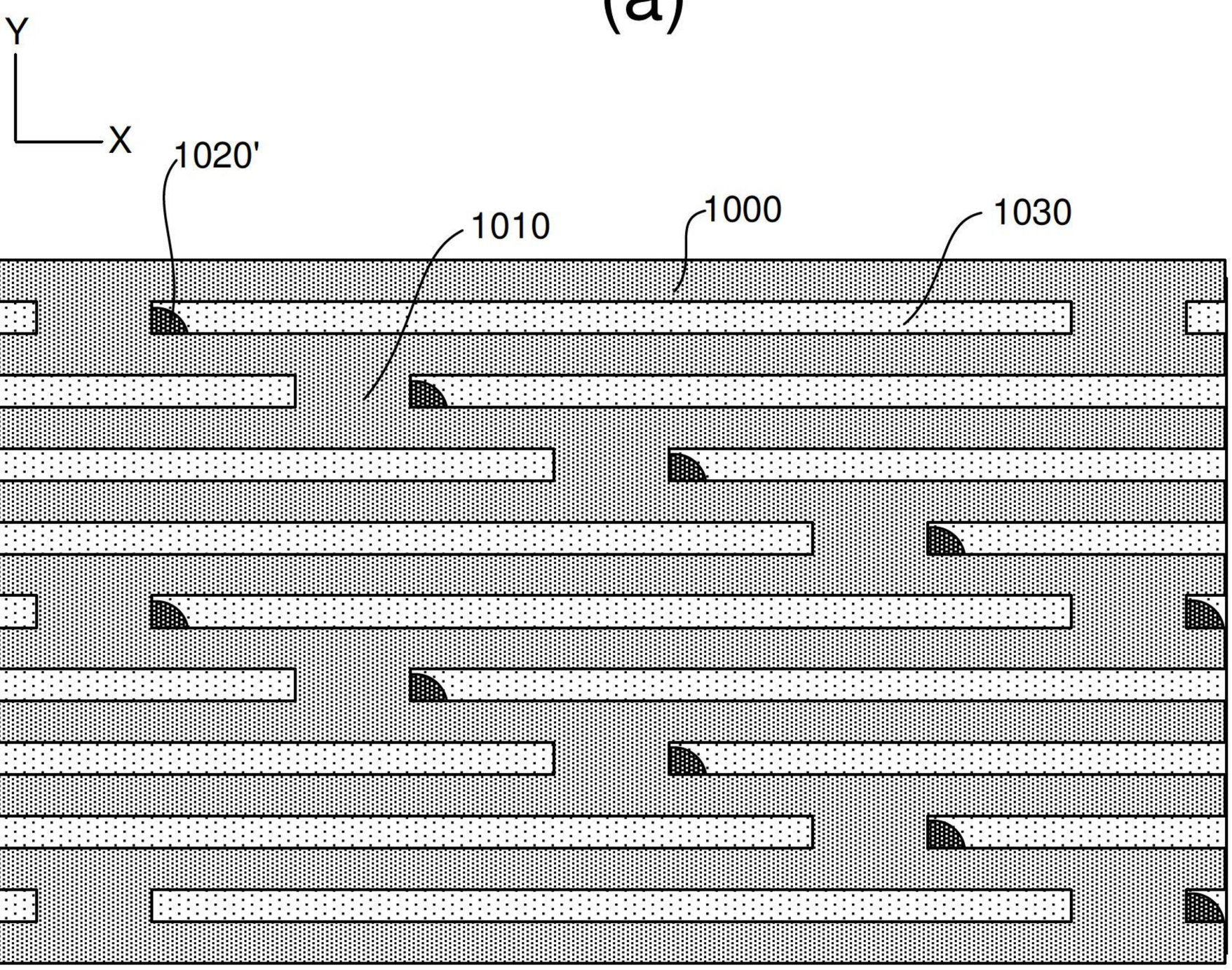
【圖8】


820
800
830
(a)
800
820'
830
820
800
830
(b)
800
820'
830
820
800
830
(c)
800
820'
830
Y
X

【圖9】



(a)



(b)

【圖10】