



(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 I683099 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 21 日

(21) 申請案號：107125815 (22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 26 日

(51) Int. Cl. : **G01N21/47 (2006.01)** **G01N21/956 (2006.01)**  
**G03F7/20 (2006.01)** **G03F9/00 (2006.01)**

(30) 優先權：2017/08/14 歐洲專利局 EP17186164

(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：盧波 山德 巴斯 ROOBOL, SANDER BAS (NL)；昆塔尼哈 李察  
 QUINTANILHA, RICHARD (FR)

(74) 代理人：林嘉興

(56) 參考文獻：

TW	201716742A	CN	102099747A
EP	0798585A2	JP	2002-277914A
US	2012/0235049A1	US	2013/0141730A1

審查人員：林佑霖

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：9 共 37 頁

(54) 名稱

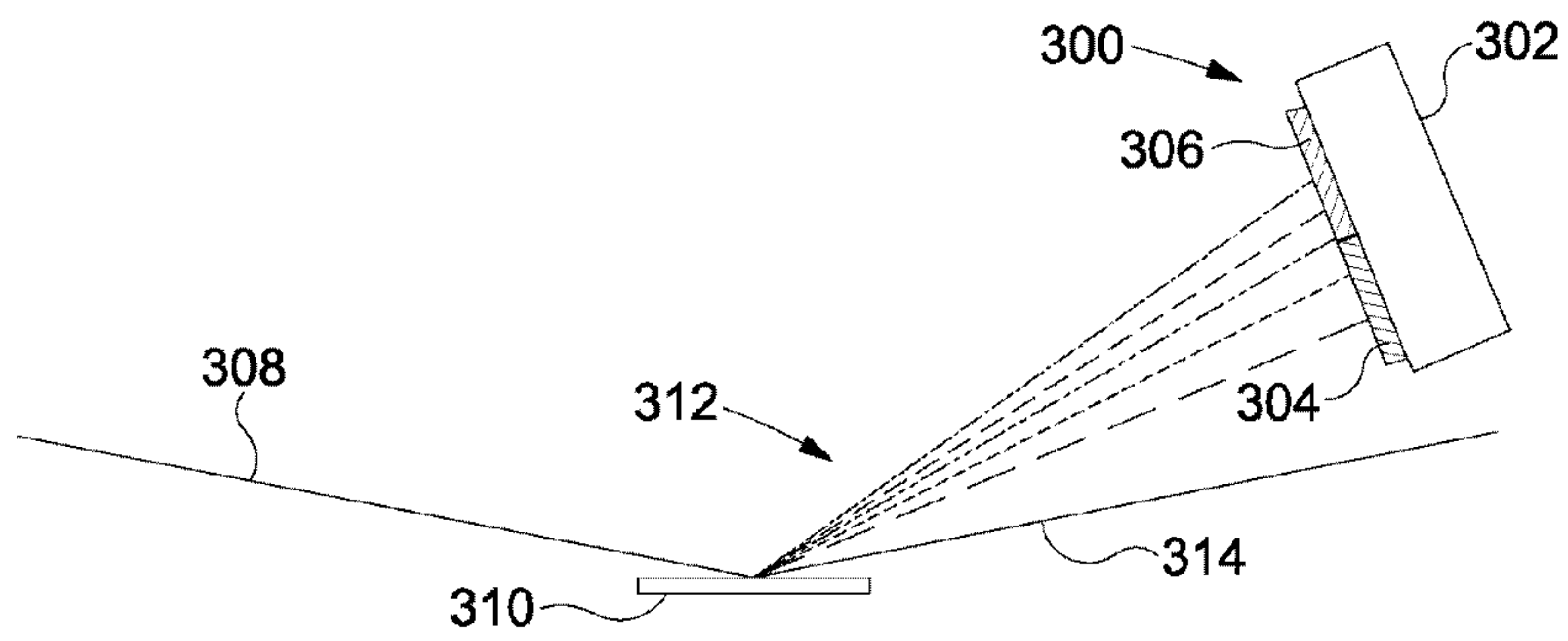
光學偵測器

(57) 摘要

本發明揭示一種偵測器，其用於偵測已由一規則結構繞射之繞射輻射；該偵測器包含：一感測器，其用於感測該繞射輻射之至少一部分，該感測器具有一第一區及一第二區；一第一塗層，其經組態以允許波長在一第一波長範圍內之輻射透射；及一第二塗層，其經組態以允許波長在一第二波長範圍內之輻射透射；其中該第一塗層塗佈該感測器之該第一區，且該第二塗層塗佈該感測器之該第二區，且其中該第一區及該第二區係不同區。

A detector for detecting diffracted radiation which has been diffracted by a regular structure; said detector comprises: a sensor for sensing at least a portion of said diffracted radiation, said sensor having a first region and a second region; a first coating configured to allow transmission of radiation with wavelengths within a first range of wavelengths; and a second coating configured to allow transmission of radiation with wavelengths within a second range of wavelengths; wherein said first coating coats said first region of said sensor, and said second coating coats said second region of said sensor, and wherein said first and second regions are different regions.

指定代表圖：



【圖3】

符號簡單說明：

300 . . . 偵測器

302 . . . 感測器

304 . . . 第一塗層

306 . . . 第二塗層

308 . . . 輻射光束

310 . . . 規則結構/  
繞射光柵

312 . . . 繞射輻射/0  
階輻射

314 . . . 0 階輻射



I683099

## 【發明摘要】

## 【中文發明名稱】

光學偵測器

## 【英文發明名稱】

OPTICAL DETECTOR

## 【中文】

本發明揭示一種偵測器，其用於偵測已由一規則結構繞射之繞射輻射；該偵測器包含：一感測器，其用於感測該繞射輻射之至少一部分，該感測器具有一第一區及一第二區；一第一塗層，其經組態以允許波長在一第一波長範圍內之輻射透射；及一第二塗層，其經組態以允許波長在一第二波長範圍內之輻射透射；其中該第一塗層塗佈該感測器之該第一區，且該第二塗層塗佈該感測器之該第二區，且其中該第一區及該第二區係不同區。

## 【英文】

A detector for detecting diffracted radiation which has been diffracted by a regular structure; said detector comprises: a sensor for sensing at least a portion of said diffracted radiation, said sensor having a first region and a second region; a first coating configured to allow transmission of radiation with wavelengths within a first range of wavelengths; and a second coating configured to allow transmission of radiation with wavelengths within a second range of wavelengths; wherein said first coating coats said first region of said sensor, and said second coating coats said second region of said sensor, and wherein said

first and second regions are different regions.

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

300	偵測器
302	感測器
304	第一塗層
306	第二塗層
308	輻射光束
310	規則結構/繞射光柵
312	繞射輻射/0階輻射
314	0階輻射

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

光學偵測器

## 【英文發明名稱】

OPTICAL DETECTOR

## 【技術領域】

【0001】 本發明係關於光學偵測器，詳言之，本發明可關於用於偵測繞射輻射之光學偵測器。

## 【先前技術】

【0002】 微影裝置為將所要圖案施加至基板之目標部分上的機器。微影裝置可用於例如邏輯及/或記憶體晶片(在本文中稱之為積體電路(IC))之製造中。在該情況下，圖案化器件(其被替代地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。可將此圖案轉印至基板(例如，矽晶圓)上之目標部分(例如，包括晶粒之一部分、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。此等目標部分通常被稱作「場」。

【0003】 在微影程序中，需要頻繁地對所產生結構進行量測，例如以用於程序控制及驗證。此可被稱為度量衡。用於進行此等量測之各種工具為吾人所知，包括常常用以量測臨界尺寸(CD)之掃描電子顯微鏡(SEM)，及用以量測疊對(量測器件中之兩個層的對準準確度)之特殊化工具。近來，已開發各供微影領域中使用之各種形式之光學工具或散射計。此等器件將輻射光束導向至目標上且量測散射輻射之一或多個屬性一例

如，隨波長而變之單一反射角下的強度；隨反射角而變之一或多個波長下的強度；或隨反射角而變之偏振—以獲得可供判定目標之所關注屬性的量測信號。

**【0004】** 同時，已知檢測技術使用在可見光或紫外線波帶內(例如大於200奈米)之輻射。此限制可量測之最小特徵，使得該技術可不再直接量測在現代微影程序中製成之最小特徵。為了允許量測較小結構，已提議使用具有例如相似於用於EUV微影中之極紫外線(EUV)波長之較短波長的輻射。此等波長可例如在1至100奈米範圍內，或在1至125奈米之範圍內。此波長範圍之部分或全部亦可被稱作軟x射線(SXR)波長。有些作者可能使用SXR以指較窄波長範圍，例如在5至50奈米或10至20奈米之範圍內。出於本文中所揭示之方法及裝置之目的，將使用此等術語SXR及EUV，而不意指任何硬性區別。亦預期使用例如在0.1至1奈米之範圍內的較硬x射線之度量衡。

**【0005】** 寬頻帶軟x射線光亦可用於散射量測。使用短波長輻射來照明目標，且俘獲散射光(繞射圖案)。另外，將0階反射光束發送至光譜儀。繞射圖案及0階信號用以使用重建演算法來獲得所關注參數(CD、OVL等等)。

**【0006】** 緊湊的SXR輻射源包括HHG源，其中來自雷射之紅外線泵浦輻射藉由與氣態介質相互作用而轉換成較短波長輻射。HHG源可購自例如美國科羅拉多州博爾德市(Boulder Colorado)之KMLabs(<http://www.kmlabs.com/>)。

**【0007】** 由於所關注SXR光子在任何介質中具有極短穿透深度，因此氣態介質可採取位於低壓(接近真空)環境中之氣體射流的形式。氣體射

流可自由地自噴嘴噴出，或被限制在延長其與泵輻射之相互作用之波導結構內。

**【0008】** 圖1展示用作HHG源100之裝置100的區塊示意性草圖。該裝置100包含脈衝式高功率紅外線或光學雷射102、包含輻射輸入106及輻射輸出108之腔室104，及真空光學系統110。雷射102發射驅動輻射，該驅動輻射通過輻射輸入106進入腔室104且入射於位於腔室104內之相互作用區114處的氣體目標112上。氣體目標112包含小體積(通常幾立方毫米)的特定氣體(例如惰性氣體、氮氣、氧氣或二氧化碳)。可使用諸如金屬電漿(例如鋁電漿)之其他介質。

**【0009】** 歸因於由雷射102發射之驅動輻射與氣體目標112之氣體原子的相互作用，氣體目標112將把驅動輻射之一部分轉換成發射輻射，在此狀況下發射輻射包含處於在1奈米至100奈米之範圍內之複數個波長的輻射(在本文中被稱為SXR)。發射輻射通常由驅動雷射之奇諧波組成，亦即，頻率係驅動雷射頻率之奇數倍。此所謂的「高階諧波」輻射在與入射驅動輻射共線之方向上發射。

**【0010】** SXR光束傳遞通過輻射輸出108且隨後經操控及導向至待由真空光學系統110檢測之晶圓。

**【0011】** 因為空氣(及事實上任何氣體)很大程度上吸收SXR輻射，所以氣體目標與待檢測之晶圓之間的體積被抽空或幾乎抽空。驅動輻射通過輻射輸入106導向至腔室104中，輻射輸入106為通常由熔融矽石或可相當材料製成之檢視區。由於驅動輻射與發射輻射(SXR光束)共線，故通常需要阻擋驅動輻射以防止其傳遞通過輻射輸出108並進入真空光學系統110。此阻擋通常藉由將濾光器併入至輻射輸出108中來完成，該濾光器

置放於發射光束路徑中且對驅動輻射不透明(例如，對紅外線或可見光不透明)但對發射輻射光束至少部分透明。可使用銦或鋁來製造濾光器。

**【0012】** 在已知HHG源中，發射輻射光束之相當大比例係由用於輻射輸出108處之雷射阻擋濾光器吸收，從而阻擋驅動輻射。此導致發射輻射輸出功率通常有50%的損失。

**【0013】** IR阻擋方案之目前最先進水平依賴於用以按約6個數量級抑制IR之透射濾光器，通常與首先耗去大部分熱負載(且抑制再多幾個數量級)之另一元件(針孔或反射濾光器)組合。當濾光器具有約6至19奈米之透射窗時，銦(Zr)係典型選擇。鋁(Al)係另一常見選擇，其透射約20至70奈米。此等濾光器係超薄的獨立金屬膜，約100至500奈米厚。透射濾光器被置放於上游、接近於源，因此其將整個工具之波長範圍限為彼等透射窗中之一者。為了對具有極小間距(例如，小於20奈米)之目標執行度量衡，實務上，需要低於20奈米之波長以在適宜的入射角及繞射角下獲得繞射階。因此，Zr必須用於濾光，其將工具限為6至19奈米之波長。

#### **【發明內容】**

**【0014】** 本發明之目標為提供一種改良式偵測器，其避免對獨立超薄金屬膜之需求。

**【0015】** 本發明提供一種偵測器、一種偵測輻射之方法、一種光譜儀及一種度量衡裝置，如隨附申請專利範圍中所闡述。

**【0016】** 現在將僅僅借助於實例參考隨附圖式來描述本發明之較佳實施例。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0017】** 圖1係用作HHG輻射源之裝置的示意性橫截面圖；



【0018】 圖2係使用SXR輻射來執行度量衡之度量衡裝置的示意圖；

【0019】 圖3係根據本發明之一實施例之偵測器的示意圖；

【0020】 圖4係展示例示性輻射光譜之圖形，其中相對於強度標繪波長乘以繞射階；

【0021】 圖5係展示根據本發明之一實施例偵測輻射之方法步驟的流程圖；

【0022】 圖6描繪微影裝置之示意性概述；

【0023】 圖7描繪微影製造單元之示意性概述；

【0024】 圖8描繪全方位微影(Holistic Lithography)之示意性表示，其表示用以最佳化半導體製造之三種關鍵技術之間的合作；且

【0025】 圖9展示與光柵繞射有關之角度。

#### 【實施方式】

【0026】 圖2展示SXR度量衡裝置200。IR雷射202為HHG機構204接種，如上文所描述。IR濾光器206在光束路徑中阻擋IR驅動光束之相當大部分。

【0027】 照明子系統732照明(704)晶圓W上之目標T，且照明子系統732可包含光譜儀，光譜儀包括感測器714 (根據此文件之揭示內容，感測器可具有空間分離之塗層)。

【0028】 裝置200中之一些或全部可被抽空，且抽空區可包括晶圓W。

【0029】 光譜儀700包含光柵712及感測器713 (根據此文件之揭示內容，其可具有空間分離之塗層)。光譜儀700用以量測0階之光譜。由目

標T散射之-1階、+1階及亦視情況高階(諸如-2階及+2階)可沖射於偵測器/感測器750上，偵測器/感測器750根據此文件之揭示內容可具有空間分離之塗層。

【0030】 繞射光柵712將反射射線708分裂成具有不同波長之光譜710。反射光譜710係由偵測器713俘獲，且信號ST被提供至處理器(未展示)。

【0031】 可將由偵測器750產生之信號SF供應給處理器(未展示)以用於(連同信號SR及ST一起)計算對目標T之所關注屬性的改良式量測。

【0032】 提議避開獨立的超薄金屬膜，且替代地用適當材料塗佈至少一個偵測器。可使用空間分離之塗層，且可使用Zr塗層以允許完全6至19奈米偵測。

【0033】 由規則結構繞射之輻射將具有繞射角 $\theta_m$ ，其取決於繞射階 $m$ 、規則結構之間距 $d$ 及輻射之波長 $\lambda$  (或頻率 $f$ )。入射角 $\theta_i$ 與繞射光束角 $\theta_m$ 之間的關係係由下式給出：

$$\sin(\theta_m) = \sin(\theta_i) + \frac{m\lambda}{d} \quad (1)$$

【0034】 圖9展示與光柵繞射有關之角度。在圖9中，展示以下變量：

入射角 $\theta_i$

繞射光束角 $\theta_m$

繞射角 $\varphi_m$

(亦即， $\theta_m = \theta_i + \varphi_m = \theta_0 + \varphi_m$ )

繞射階 $m$

波長 $\lambda$

週期性 $d$

【0035】 應注意，由於方程式(1)，波長與繞射階之多個組合引起特定繞射角。此方程式之定義度量係乘積 $m*\lambda$ 。若兩個繞射射線具有此乘積之相同值，則其將在相同角度下繞射且到達偵測器上之同一位置。此重疊係不合意的，此係因為無法判定一定量的強度係源自波長與繞射階之一個組合抑或另一組合。

【0036】 圖3展示偵測器300之實施例的示意圖。該偵測器包含用於感測輻射之感測器302及用於在輻射到達感測器302之前對輻射進行濾光的兩個塗層304、306。感測器302可例如為CCD或CMOS感測器。包含多個諧波(包括基本/驅動頻率)之輻射光束308 (例如，SXR輻射)入射於規則結構310 (並非偵測器之一部分)上。規則結構310可為散射/繞射輻射之繞射光柵(例如，圖2之繞射光柵712)或經圖案化基板(例如，圖2之晶圓W)。繞射輻射312成角度地分離成繞射圖案。偵測器300相對於規則結構310配置使得0階輻射312未入射於偵測器300上。0階輻射314具有相同繞射角，不管輻射之頻率如何且僅取決於入射角。偵測器300進一步相對於規則結構310配置使得繞射輻射之高階(一階、二階、三階等等)入射於偵測器300上。輻射312在到達感測器302之前由兩個塗層304、306進行濾光，其中偵測到輻射。第一塗層304具有第一透射窗，其用以使具有波長之入射輻射實質上僅透射於該第一透射窗內。第二塗層306具有第二透射窗，其用以使具有波長之輻射實質上僅透射於該第二透射窗內。塗層304、306空間上分離，且偵測器300經配置以使得具有較小繞射角(如自0階光束所量測)之輻射入射於第一塗層304上，且具有較大繞射角(高於某一臨限值)之輻射入射於第二塗層306上。

【0037】 此允許在較大頻帶上偵測輻射而不干涉較高繞射階。即，高頻率、高繞射階輻射(其通常將干擾低頻、低繞射階輻射)被第二塗層306 (Al)阻擋。另一方面，高頻、低繞射階輻射入射於第一塗層304 (Zr)上，該第一塗層304具有較高頻率截止且因此透射輻射。

【0038】 作為說明性實例，根據方程式1，在考慮多頻光束之單一諧波的情況下，具有12奈米波長(亦即，高頻/諧波)之輻射係由規則結構310繞射成具有不同繞射角之多個繞射階。實際數目個繞射階取決於規則結構310之間距及入射角。一階繞射輻射具有第一繞射角 $\theta_1$ ；二階繞射輻射具有第二(較大)繞射角 $\theta_2$ 等等。偵測器300經配置以使得一階及二階繞射入射於第一塗層304 (Zr)上，且具有較大繞射角之所有高階皆入射於第二塗層306 (Al)上。當輻射頻率(具有此特定諧波)在第一塗層304之透射窗(6至19奈米)內時，一階及二階透射通過第一塗層304。另一方面，當頻率超出第二塗層306之透射窗(20至70奈米)時，高階被第二塗層306阻擋。然而，具有特定較長波長(例如24或36奈米)之輻射的第一繞射階將在與12奈米之高階相同的方向上輻射，但將由第二塗層透射。

【0039】 「透射窗」係指允許透射之輻射的波長範圍(或頻帶)。並非必需存在所允許波長之範圍的銳截止，且透射窗之上限及下限可被定義為其中透射光譜之強度下降某一相對量(例如，-3分貝)。因此，儘管Zr透射窗之較高波長可指定為19奈米，但將存在波長大於19奈米之輻射的某非零透射。因此，據說Zr具有僅大量透射波長在6至19奈米之範圍內之輻射的透射光譜。

【0040】 在使用HHG源及兩個空間分離之塗層(其分別由Zr及Al組成)的實施例中，偵測器之頻寬為大致44奈米，其中高頻截止係由Zr塗層

判定(大致6奈米)。

【0041】 在另一實施例中，該等塗層中之至少一者由Zr組成，且在另一實施例中，該等塗層中之至少一者由Al組成。

【0042】 圖4展示根據偵測器之例示性實施例相對於強度標繪繞射階乘以波長的圖形。此圖形中之x軸亦可被解譯為「繞射角」，但數學上正確的描述將需要包括上述公式(1)之正弦。因此，塗層經定位以使得較小繞射角可照明Zr塗層，且較大角可照明Al塗層。因為HHG光譜僅含有奇諧波，所以第二繞射階將永不與一階重疊，且三階首先進行此操作。此實現完全可用的波長範圍為大致6至50奈米而不使繞射階重疊。第一重疊標記於圖形上，且在54奈米下發生。需要避免使參考偵測器中之階重疊，否則更難以獲得良好的參考光譜。在0階偵測器中，可能以重建演算法處理重疊。

【0043】 在其他實施例中，可添加更多區/塗層，例如諸如Sn之第三材料，其自50奈米開始透射。每一塗層經空間分離以便覆蓋特定範圍之繞射角，使得其由繞射角在此範圍內之入射輻射照明。

【0044】 在一個實施例中，有可能使用具有特定屬性之多層塗層而非使用單層金屬塗層。此實現例如窄頻帶透射。該等層可為均質層，或可在單層內或作為多層向組成或厚度應用梯度。亦可藉由應力與密度之間的差區分鄰近層。在其他實施例中，可能出於各種原因添加其他層，例如黏著層(以改良基板之黏著性)或用以提供保護免受環境影響之罩蓋層，該環境可例如由氧化或還原低壓氛圍組成。

【0045】 偵測器300，如任一實施例中所描述，可用作圖2中之感測器714或感測器713，即用作度量衡裝置中之光譜儀之一部分的參考偵測

器714及/或0階偵測器713。光譜儀包含偵測器300本身及用於使輻射之一部分朝向偵測器300繞射的繞射光柵310。光柵310之繞射效率應予以考慮且甚至可被協同設計成具有塗佈圖案。舉例而言，可針對特定波長範圍抑制特定繞射階，且此可幫助改良組合效能。

**【0046】** 在一個實施例中，偵測器300用作圖2中之感測器750，即作用用以偵測自目標T直接散射之繞射輻射的高階偵測器750 (亦即，不使用中間繞射光柵)。目標T上之所關注區域中的結構特徵提供使入射輻射繞射之規則結構。然而，將僅針對單一間距或間距之有限集合最佳化偵測器。

**【0047】** 圖5展示根據本發明之一實施例的偵測輻射之方法的步驟。步驟如下。首先產生輻射S500。藉由規則結構使輻射繞射S502。透過第一塗層對由規則結構繞射之輻射之第一部分濾光S504，其中繞射角在第一角度範圍內。透過第二塗層對由規則結構繞射之輻射之第二部分濾光S506，其中繞射角在第二角度範圍內。偵測透過第一塗層及第二塗層濾光之輻射S508。

**【0048】** 在上文所描述之實施例中，輻射係由HHG產生，但本發明不限於HHG輻射。儘管HHG之獨特特徵為一階與二階不重疊(或一般而言，奇數階與偶數階)，且必須應用塗層以僅抑制高階。在其他源(例如，用於SXR/EUV之LPP/DPP)的狀況下，已經需要抑制二階，此可藉由足夠複雜的塗佈圖案而達成。亦可將該概念應用於可見光/IR (而非SXR及EUV)中，其中塗層更易於調諧。

**【0049】** 吾等現在描述圖6至圖8，該等圖提供對微影裝置及單元之概述以及半導體製造中所使用之一些關鍵技術。

## 微影裝置

**【0050】** 如本文中所使用之術語「倍縮光罩」、「光罩」或「圖案化器件」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器件，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；術語「光閥」亦可用於此內容背景中。除了經典光罩(透射或反射；二元、相移、混合式等等)以外，其他此等圖案化器件之實例亦包括：

-可程式化鏡面陣列。以引用之方式併入本文中之美國專利第5,296,891號及第5,523,193號中給出關於此等鏡面陣列之更多資訊。

-可程式化LCD陣列。以引用之方式併入本文中之美國專利第5,229,872號中給出此建構之一實例。

**【0051】** 圖1示意性地描繪微影裝置LA。微影裝置LA包含：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)；支撐結構(例如，光罩台) T，其經建構以支撐圖案化器件(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器件MA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) PS，其經組態以將藉由圖案化器件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，包含一或多個晶粒)上。

**【0052】** 在操作中，照明器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。照明器IL可用以調節輻射光束B，以在圖案化器件MA之平面處在其橫截面中具有所要空間及角強度分佈。

**【0053】** 本文中所使用之術語「投影系統」PS應被廣泛地解譯為涵蓋適於所使用之曝光輻射或適於諸如浸潤液體之使用或真空之使用之其他因素之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」之任何使用與更一般之術語「投影系統」PS同義。

**【0054】** 微影裝置可屬於如下類型：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——其亦被稱作浸潤微影。以引用之方式併入本文中之美國專利第6,952,253號及PCT公開案第WO99-49504號中給出關於浸潤技術之更多資訊。

**【0055】** 微影裝置LA亦可屬於具有兩個(雙載物台)或多於兩個基板台WT及例如兩個或多於兩個支撐結構T (未展示)之類型。在此等「多載物台」機器中，可並行地使用額外台/結構，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將圖案化器件MA之設計佈局曝光至基板W上。

**【0056】** 在操作中，輻射光束B入射於被固持於支撐結構(例如，光罩台T)上之圖案化器件(例如，光罩MA)上，且由圖案化器件MA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PS，該投影系統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，干涉量測器件、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。相似地，第一定位器PM且有可能另一位置感測器(其未在圖1中明確地描繪)可用以相對於輻射光束B之路徑準確地定位光罩MA。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)。

### 微影製造單元

【0057】 如圖2中所展示，微影裝置LA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)叢集(cluster))之部分，微影製造單元LC常常亦包括用以對基板W執行曝光前程序及曝光後程序之裝置。習知地，此等裝置包括用以沈積抗蝕劑層之旋塗器SC、用以顯影經曝光抗蝕劑之顯影器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、在不同程序裝置之間移動基板W且將基板W遞送至微影裝置LA之裝載匣LB。微影製造單元中常常亦被集體地稱作塗佈顯影系統之器件通常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自身可受到監督控制系統SCS控制，監督控制系統SCS亦可例如經由微影控制單元LACU而控制微影裝置LA。

【0058】 為了正確且一致地曝光由微影裝置LA曝光之基板W，需要檢測基板以量測經圖案化結構之屬性，諸如後續層之間的疊對誤差、線厚度、臨界尺寸(CD)等等。出於此目的，可在微影製造單元LC中包括檢測工具(未展示)。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，尤其是在同一批量或批次之其他基板W仍待曝光或處理之前進行檢測的情況下。

【0059】亦可被稱作度量衡裝置之檢測裝置用於判定基板W之屬性，且尤其判定不同基板W之屬性如何變化或與同一基板W之不同層相關聯之屬性在層與層間如何變化。檢測裝置可替代地經建構以識別基板W上之缺陷，且可例如為微影製造單元LC之一部分，或可整合至微影裝置LA中，或可甚至為單機器件。檢測裝置可量測潛影(在曝光之後在抗蝕劑層中之影像)上之屬性，或半潛影(在曝光後烘烤步驟PEB之後在抗蝕劑層中之影像)上之屬性，或經顯影抗蝕劑影像(其中抗蝕劑之曝光部分或未曝光部分已被移除)上之屬性，或甚至經蝕刻影像(在諸如蝕刻之圖案轉印步驟之後)上之屬性。

#### 全方位微影(Holistic Lithography)

【0060】通常微影裝置LA中之圖案化程序為在處理中之最具決定性步驟中的一者，其需要基板W上之結構之尺寸標定及置放之高準確度。為了確保此高準確度，可將三個系統組合於所謂的「全方位」控制環境中，如圖3示意性地描繪。此等系統中之一者為微影裝置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「全方位」環境之關鍵在於最佳化此等三個系統之間的合作以增強總體程序窗且提供嚴格控制迴路，從而確保由微影裝置LA執行之圖案化保持在程序窗內。程序窗定義程序參數(例如，劑量、聚焦、疊對)之範圍，特定製造程序產生該範圍內之定義結果(例如，功能性半導體器件)——通常允許微影程序或圖案化程序中之程序參數在該範圍內變化。

【0061】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演算微影模擬及計算以判定哪種光罩佈局及微影裝置設定達成圖案化程序之最大總體程序窗(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於微影裝置LA之圖案化可能性。電腦系統CL亦可用以偵測在程序窗內何處微影裝置LA當前正操作(例如，使用來自度量衡工具MT之輸入)以預測歸因於例如次佳處理是否可存在缺陷(在圖3中由第二標度SC2中之指向「0」之箭頭描繪)。

**【0062】** 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裝置LA以識別例如微影裝置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)。

**【0063】** 圖2之裝置(其可包含圖3之偵測器)可用作圖8中所展示之度量衡工具MT，及/或用作上文所描述之檢測裝置。

**【0064】** 在後續經編號條項中揭示另外實施例：

1. 一種用於偵測已由一規則結構繞射之繞射輻射的偵測器；

該偵測器包含：

一感測器，其用於感測該繞射輻射之至少一部分，該感測器具有一第一區及一第二區；

一第一塗層，其經組態以允許波長在一第一波長範圍內之輻射透射；及

一第二塗層，其經組態以允許波長在一第二波長範圍內之輻射透射；

其中該第一塗層塗佈該感測器之該第一區，且該第二塗層塗佈該感測器之該第二區，且其中該第一區與該第二區為不同區。

2. 如條項1之偵測器，該感測器包含該規則結構且其中該感測器及該等塗層相對於該規則結構而配置，使得繞射角在一第一角度範圍內之該繞

射輻射之一第一部分入射於該第一塗層上；且繞射角在一第二角度範圍內之該繞射輻射之一第二部分入射於該第二塗層上。

3. 如條項1或2之偵測器，其中該第一塗層具有一第一透射光譜以使波長實質上僅在該第一波長範圍內之入射輻射透射，且該第二塗層具有一第二透射光譜以使波長實質上僅在該第二波長範圍內之入射輻射透射。

4. 如條項1、2或3之偵測器，其中該第一波長範圍及該第二波長範圍在0.1奈米至120奈米之範圍內。

5. 如任一前述條項之偵測器，其中該第一波長範圍等於範圍6奈米至19奈米或在6奈米至19奈米之範圍內。

6. 如任一前述條項之偵測器，其中該第二波長範圍等於範圍20奈米至70奈米且在20奈米至70奈米之範圍內。

7. 如任一前述條項之偵測器，其中該等塗層中之至少一者包含銻(Zr)。

8. 如任一前述條項之偵測器，其中該等塗層中之至少一者包含鋁(Al)。

9. 如任一前述條項之偵測器，其中該偵測器包含一第三塗層，其中該偵測器包含該規則結構，且其中該偵測器經配置以使得自該規則結構發射的繞射角在一第三角度範圍內之輻射之一第三部分入射於該第三塗層上。

10. 如任一前述條項之偵測器，其中該等塗層中之至少一者為包含多個堆疊層之一多層結構。

11. 如條項10之偵測器，其中該等塗層中之該至少一者的至少兩個鄰近層藉由密度、應力、厚度及組成中之至少一者而彼此區分。

12. 如條項2之偵測器，其中在該第一角度範圍內之所有繞射角皆小於在該第二角度範圍內之任何繞射角。

13. 如任一前述條項之偵測器，其中該感測器為一CMOS感測器、一CCD感測器及一閃爍體中之一者。

14. 一種偵測輻射之方法，其包含以下步驟：

產生輻射；

藉由一規則結構使該輻射之至少一部分繞射；

經由一第一塗層對由該規則結構繞射之該輻射之一第一部分濾光，其中繞射角在一第一角度範圍內；

經由一第二塗層對由該規則結構繞射之該輻射之一第二部分濾光，其中繞射角在一第二角度範圍內；及

偵測經由該第一塗層及該第二塗層過濾之該輻射。

15. 如條項14之方法，其中產生輻射之步驟包含高階諧波產生HHG。

16. 如條項14之方法，其中產生輻射之該步驟係藉由一雷射產生電漿LPP源、一放電產生電漿DPP源及一同步加速器中之一者執行。

17. 如條項14、15或16之方法，其中該規則結構為一繞射光柵及一經圖案化基板中之一者。

18. 如條項14至17中任一項之方法，其中該輻射之該至少一部分實質上僅包含由該規則結構繞射的具有一零繞射階之輻射。

19. 如條項17或18之方法，其包含分析經偵測輻射以便判定該經圖案化基板之一或多個參數的步驟。

20. 如條項19之方法，其中該分析步驟涉及比較該經偵測輻射之一

頻譜與一資料庫中含有之一或多個光譜。

21. 如條項19或20之方法，其中該等參數包含臨界尺寸、CD及疊對OVL中之至少一者。

22. 如條項14至21中任一項之方法，其係使用一如條項1至13中任一項之偵測器而執行。

23. 一種光譜儀，其包含：

一如條項1至13中任一項之偵測器；及

一繞射光柵，其經組態以使該輻射之至少一部分朝向該偵測器繞射。

24. 如條項23之光譜儀，其中該繞射光柵經設計以具有一特定繞射效率。

25. 一種用於評估一基板上之一所關注區域之一或多個參數的度量衡裝置，該度量衡裝置包含：

一輻射源，其用於產生一輻射光束；

一基板固持器，其用於固持該基板且經配置以使得當固持該基板時，該輻射光束之至少一部分入射於該所關注區域上以便使該輻射光束繞射；

一如條項23之第一光譜儀，其用於量測一第一光譜且經定位成使得輻射之該繞射光束之一零繞射階入射於該第一光譜儀上；

一處理器，其用於藉由使用該第一光譜而判定該所關注區域之該一或多個參數。

26. 如條項25之度量衡裝置，其進一步包含一如條項23之第二光譜儀，該第二光譜儀用於量測一第二光譜且經定位成使得在該輻射光束入射

於該所關注區域上之前，該輻射光束入射於該第二光譜儀上。

27. 如條項25或26之度量衡裝置，其進一步包含至少一個高階偵測器，以用於偵測自該基板上之該所關注區域繞射的該輻射光束之至少一個繞射階。

28. 如條項27之度量衡裝置，其中該至少一個高階偵測器為一如條項1至13中任一項之偵測器。

29. 如條項27或28之度量衡裝置，其中該至少一個高階偵測器經組態以量測入射於其上之輻射之一或多個特性。

30. 如條項29之度量衡裝置，其中該一或多個特性包括波長、強度及空間分佈。

**【0065】** 在以上文件之內容背景中，引入術語**HHG**或**HHG**源。**HHG**係指高階諧波產生(High Harmonic Generation)或有時被稱作高階諧波產生(high order harmonic generation)。**HHG**為非線性程序，其中例如氣體、電漿或固體樣本之目標係由密集雷射脈衝照明。隨後，目標可發射頻率為雷射脈衝之輻射之頻率多倍的輻射。為倍數的此頻率被稱為雷射脈衝之輻射之諧波。可界定經產生**HHG**輻射為高於第五諧波之諧波且此等諧波被稱為高階諧波。形成**HHG**程序之基礎之物理程序不同於係關於產生較低諧波(通常為第2至第5諧波)之輻射的物理程序。較低諧波之輻射之產生係關於擾動理論。目標中之原子之(受限)電子的軌跡實質上係由基質離子之庫侖位能判定。在**HHG**中，有助於**HHG**程序之電子之軌跡實質上係由傳入雷射光之電場判定。在所謂的描述**HHG**之「三步驟模型」中，通過在彼力矩下之庫侖屏障之電子隧道實質上由雷射場抑制(步驟1)，沿著由雷射場判定之軌跡(步驟2)，且在釋放其動能及呈輻射形式之離子化

能量時以一定概率重組(步驟3)。對HHG與較低諧波之輻射之產生之間的差異進行措辭之另一方式為將具有高於目標原子之離子化能量之光子能的所有輻射界定為「高階諧波」輻射，例如HHG產生輻射，且將具有低於離子化能量之光子能的所有輻射界定為非HHG產生輻射。若氙氣用作氣體目標，則具有短於62奈米波長之所有輻射(具有高於20.18電子伏特之光子能)係藉助於HHG程序產生。對於作為氣體目標之氬氣，具有高於約15.8電子伏特之光子能之所有輻射係藉助於HHG程序產生。

**【0066】** 儘管在本文中特定參考「度量衡裝置」或「檢測裝置」，但該兩個術語亦可指檢測裝置或檢測系統。例如，包含本發明之一實施例的檢測或度量衡裝置可用以判定基板上或晶圓上之結構的特性。例如，包含本發明之一實施例的檢測裝置或度量衡裝置可用以偵測基板之缺陷或基板上或晶圓上之結構的缺陷。在此實施例中，基板上之結構之所關注特性可能關於結構中之缺陷、結構之特定部分之不存在或基板上或晶圓上之非想要結構之存在。

**【0067】** 儘管可在本文中特定地參考在IC製造中微影裝置之使用，但應理解，本文中所描述之微影裝置可具有其他應用。可能其他應用包括製造整合式光學系統、用於磁疇記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、液晶顯示器(LCD)、薄膜磁頭等等。

**【0068】** 儘管可在本文中特定地參考在微影裝置之內容背景中之本發明之實施例，但本發明之實施例可用於其他裝置中。本發明之實施例可形成光罩檢測裝置、度量衡裝置或量測或處理諸如晶圓(或其他基板)或光罩(或其他圖案化器件)之物件之任何裝置之部分。此等裝置可一般被稱作微影工具。此微影工具可使用真空條件或環境(非真空)條件。



【0069】 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，且在內容背景允許之情況下不限於光學微影。

【0070】 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。以上描述意欲為說明性，而非限制性的。因此，對於熟習此項技術者將顯而易見，可在不脫離下文所闡明之申請專利範圍之範疇的情況下對所描述之本發明進行修改。

【0071】 本說明書中揭示或說明之每一特徵可併入於本發明中，無論獨自抑或與本文中所揭示或說明之任何其他特徵成任何適當組合的形式。

#### 【符號說明】

##### 【0072】

100	裝置/高階諧波產生(HHG)源
102	紅外線或光學雷射
104	腔室
106	輻射輸入
108	輻射輸出
110	光學系統
112	氣體目標
114	相互作用區
200	軟x射線(SXR)度量衡裝置
202	IR雷射
204	高階諧波產生(HHG)機構

206	IR濾光器
300	偵測器
302	感測器
304	第一塗層
306	第二塗層
308	輻射光束
310	規則結構/繞射光柵
312	繞射輻射/0階輻射
314	0階輻射
700	光譜儀
704	照明
708	反射射線
710	反射光譜
712	繞射光柵
713	感測器/0階偵測器
714	感測器/參考偵測器
732	照明子系統
750	高階偵測器/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

CL	電腦系統
DE	顯影器
IF	位置感測器
IL	照明系統/照明器
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
MA	圖案化器件/光罩
MT	度量衡工具
M1	光罩對準標記
M2	光罩對準標記
PM	第一定位器
PS	投影系統
PW	第二定位器
P1	基板對準標記
P2	基板對準標記
RO	基板處置器或機器人
S500	步驟
S502	步驟
S504	步驟

S506	步驟
S508	步驟
SC	旋塗器
SCS	監督控制系統
SC1	第一標度
SC2	第二標度
SC3	第三標度
SF	信號
SO	輻射源
SR	信號
ST	信號
T	目標/支撐結構/光罩台
TCU	塗佈顯影系統控制單元
W	晶圓/基板
WT	基板台
$\theta_m$	繞射角
$\theta_i$	入射角
$\varphi_m$	繞射角

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種用於偵測已由一規則結構繞射之繞射輻射的偵測器；該偵測器包含：

一感測器，其用於感測該繞射輻射之至少一部分，該感測器具有一第一區及一第二區；

一第一塗層，其經組態以允許波長在一第一波長範圍內之輻射透射；及

一第二塗層，其經組態以允許波長在一第二波長範圍內之輻射透射；

其中該第一塗層塗佈該感測器之該第一區，且該第二塗層塗佈該感測器之該第二區，且其中該第一區與該第二區為不同區。

### 【第2項】

如請求項1之偵測器，該感測器包含該規則結構且其中該感測器及該等塗層相對於該規則結構而配置，使得繞射角在一第一角度範圍內之該繞射輻射之一第一部分入射於該第一塗層上；且繞射角在一第二角度範圍內之該繞射輻射之一第二部分入射於該第二塗層上。

### 【第3項】

如請求項1或2之偵測器，其中該第一塗層具有一第一透射光譜以使波長實質上僅在該第一波長範圍內之入射輻射透射，且該第二塗層具有一第二透射光譜以使波長實質上僅在該第二波長範圍內之入射輻射透射。

### 【第4項】

如請求項1或2之偵測器，其中存在以下各者中之至少一者：

該第一波長範圍及該第二波長範圍在0.1奈米至120奈米之範圍內，

該第一波長範圍等於範圍6奈米至19奈米或在6奈米至19奈米之範圍內，

該第二波長範圍等於範圍20奈米至70奈米或在20奈米至70奈米之範圍內。

**【第5項】**

如請求項1或2之偵測器，其中該等塗層中之至少一者包含鋯(Zr)，及/或該等塗層中之至少一者包含鋁(Al)。

**【第6項】**

如請求項1或2之偵測器，其中該偵測器包含一第三塗層，其中該偵測器包含該規則結構，且其中該偵測器經配置以使得自該規則結構發射的繞射角在一第三角度範圍內之輻射之一第三部分入射於該第三塗層上。

**【第7項】**

如請求項1或2之偵測器，其中該等塗層中之至少一者為包含多個堆疊層之一多層結構。

**【第8項】**

如請求項7之偵測器，其中該等塗層中之該至少一者的至少兩個鄰近層藉由密度、應力、厚度及組成中之至少一者而彼此區分。

**【第9項】**

如請求項2之偵測器，其中在該第一角度範圍內之所有繞射角皆小於在該第二角度範圍內之任何繞射角。

**【第10項】**

如請求項1或2之偵測器，其中該感測器為一CMOS感測器、一CCD

感測器及一閃爍體中之一者。

**【第11項】**

一種偵測輻射之方法，其包含以下步驟：

產生輻射；

藉由一規則結構使該輻射之至少一部分繞射；

透過一第一塗層對由該規則結構繞射之該輻射之一第一部分濾光，其中繞射角在一第一角度範圍內；

透過一第二塗層對由該規則結構繞射之該輻射之一第二部分濾光，其中繞射角在一第二角度範圍內；及

偵測透過該第一塗層及該第二塗層過濾之該輻射。

**【第12項】**

如請求項11之方法，其中該產生輻射之步驟包含：高階諧波產生HHG。

**【第13項】**

如請求項11或12之方法，其中該規則結構為一繞射光柵及一經圖案化基板中之一者，及/或該輻射之該至少一部分實質上僅包含由該規則結構繞射的具有一零繞射階之輻射。

**【第14項】**

一種光譜儀，其包含：

一如請求項1至10中任一項之偵測器；及

一繞射光柵，其經組態以使該輻射之至少一部分朝向該偵測器繞射。

**【第15項】**

一種用於評估一基板上之一所關注區域之一或多個參數的度量衡裝置，該度量衡裝置包含：

一輻射源，其用於產生一輻射光束；

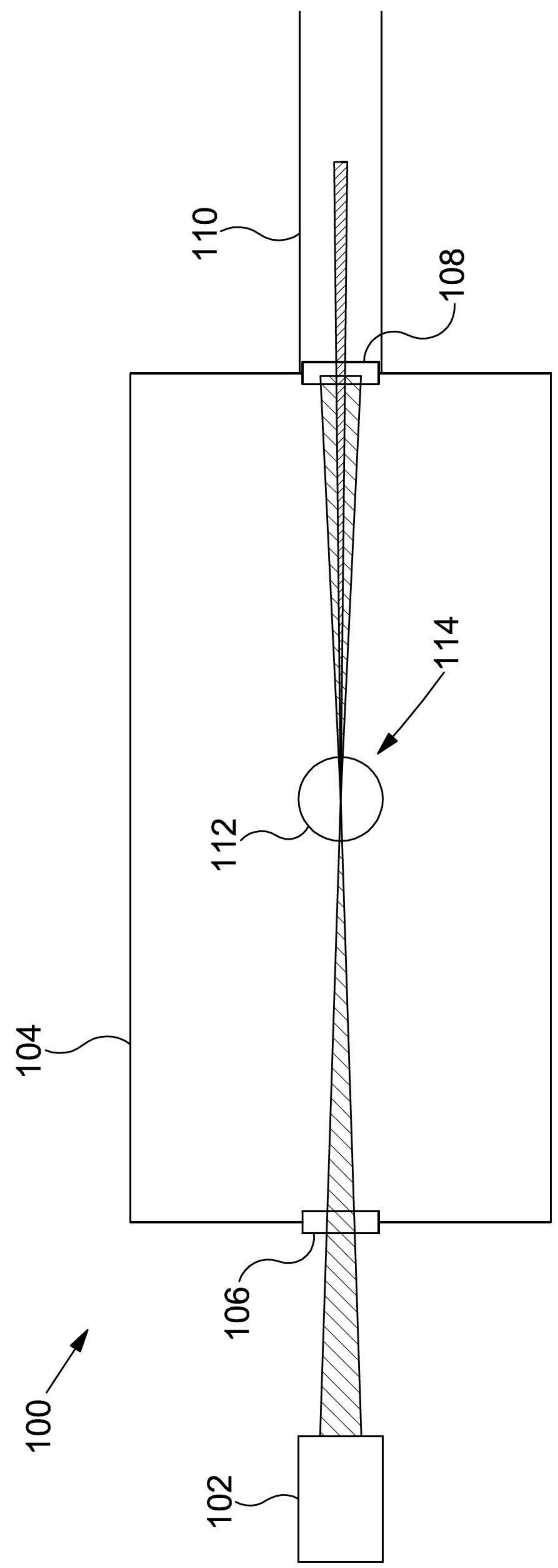
一基板固持器，其用於固持該基板且經配置以使得當固持該基板時，該輻射光束之至少一部分入射於該所關注區域上以便使該輻射光束繞射；

一如請求項14之第一光譜儀，其用於量測一第一光譜且經定位成使得輻射之該繞射光束之一零繞射階入射於該第一光譜儀上；

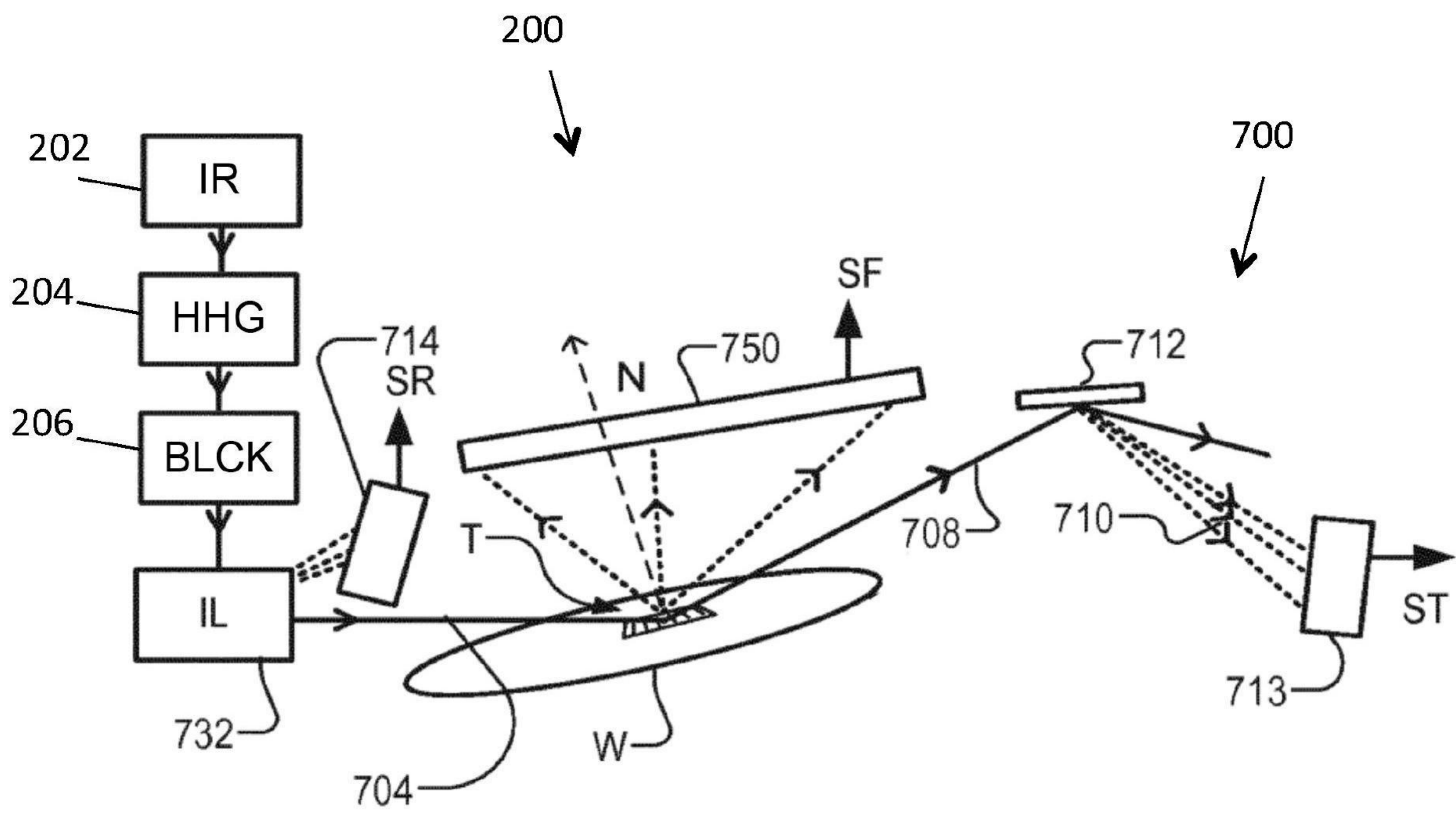
一處理器，其用於藉由使用該第一光譜而判定該所關注區域之該一或多個參數。



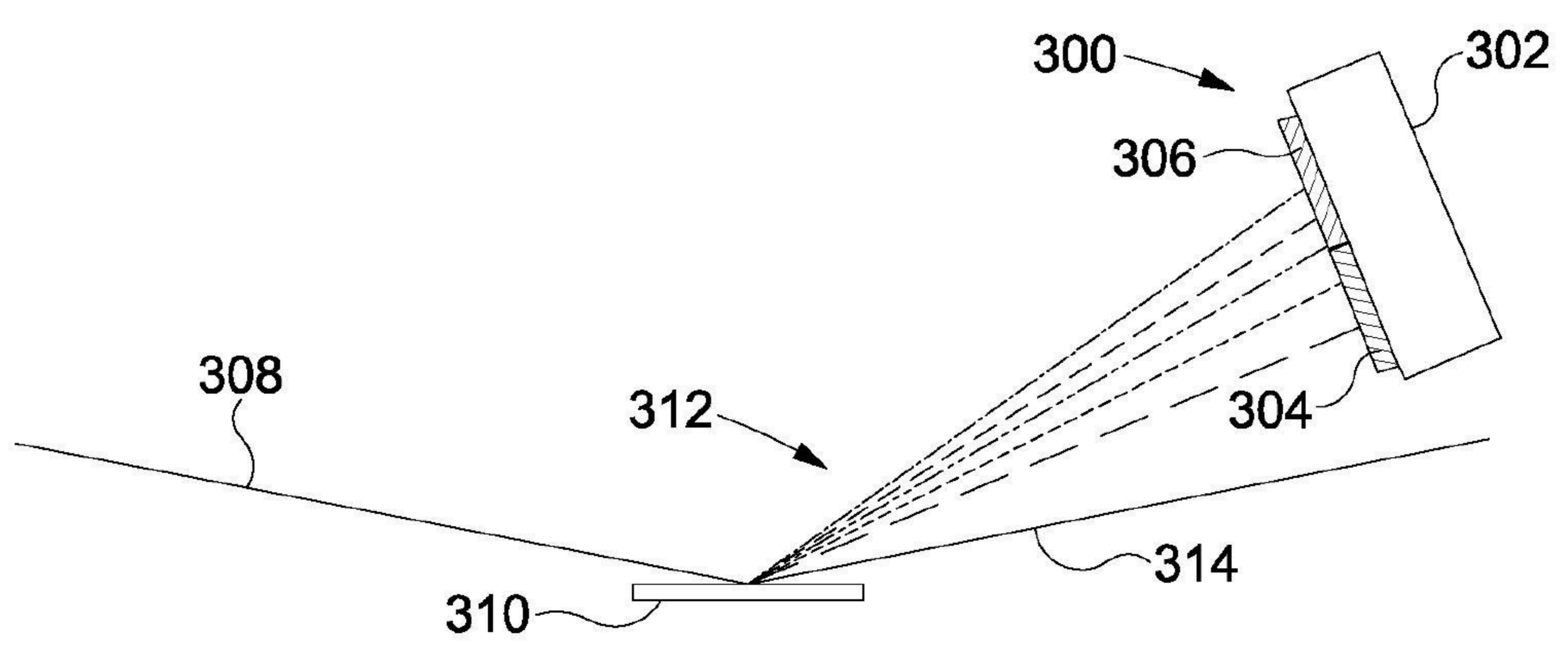
【發明圖式】



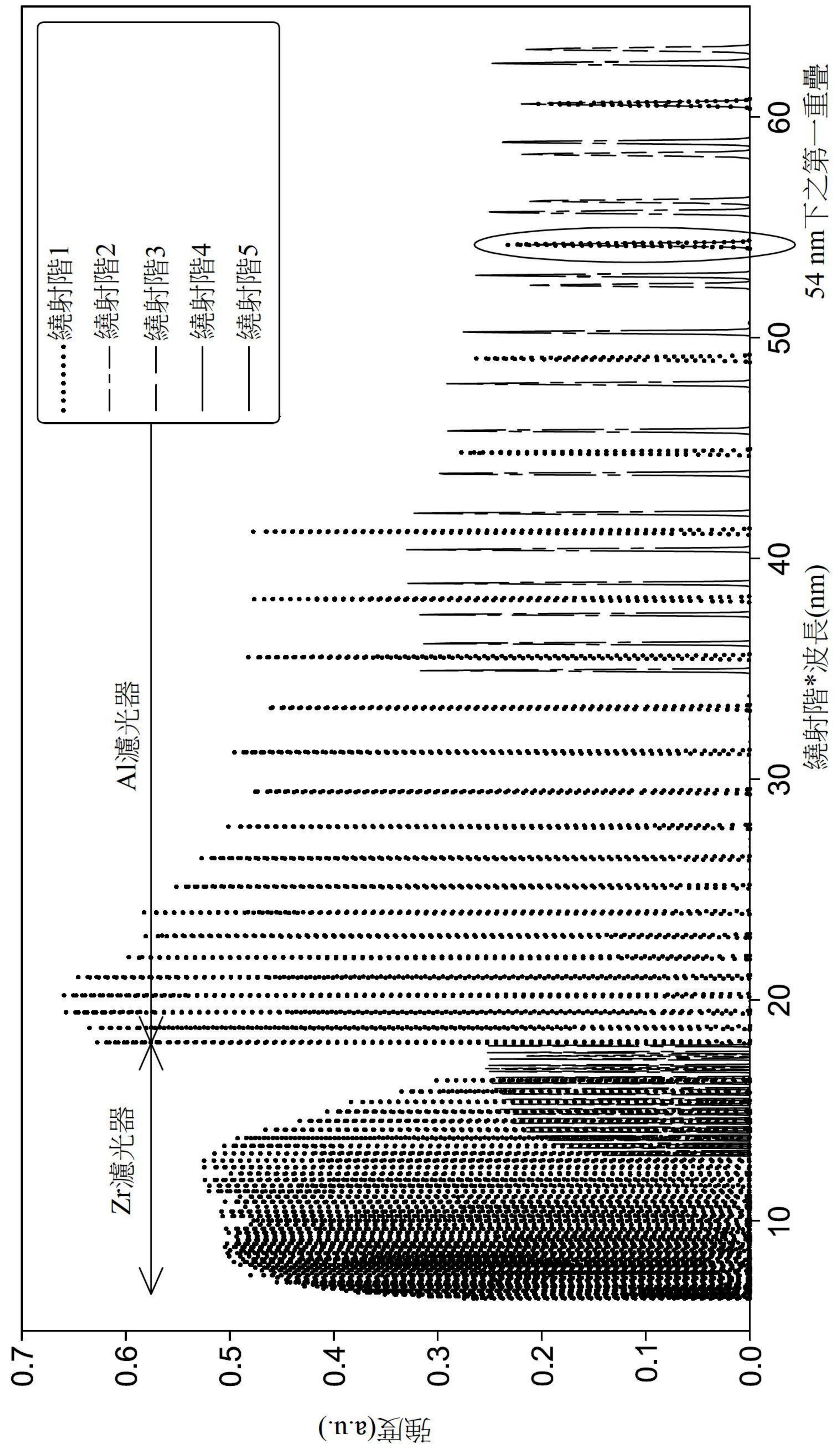
【圖1】



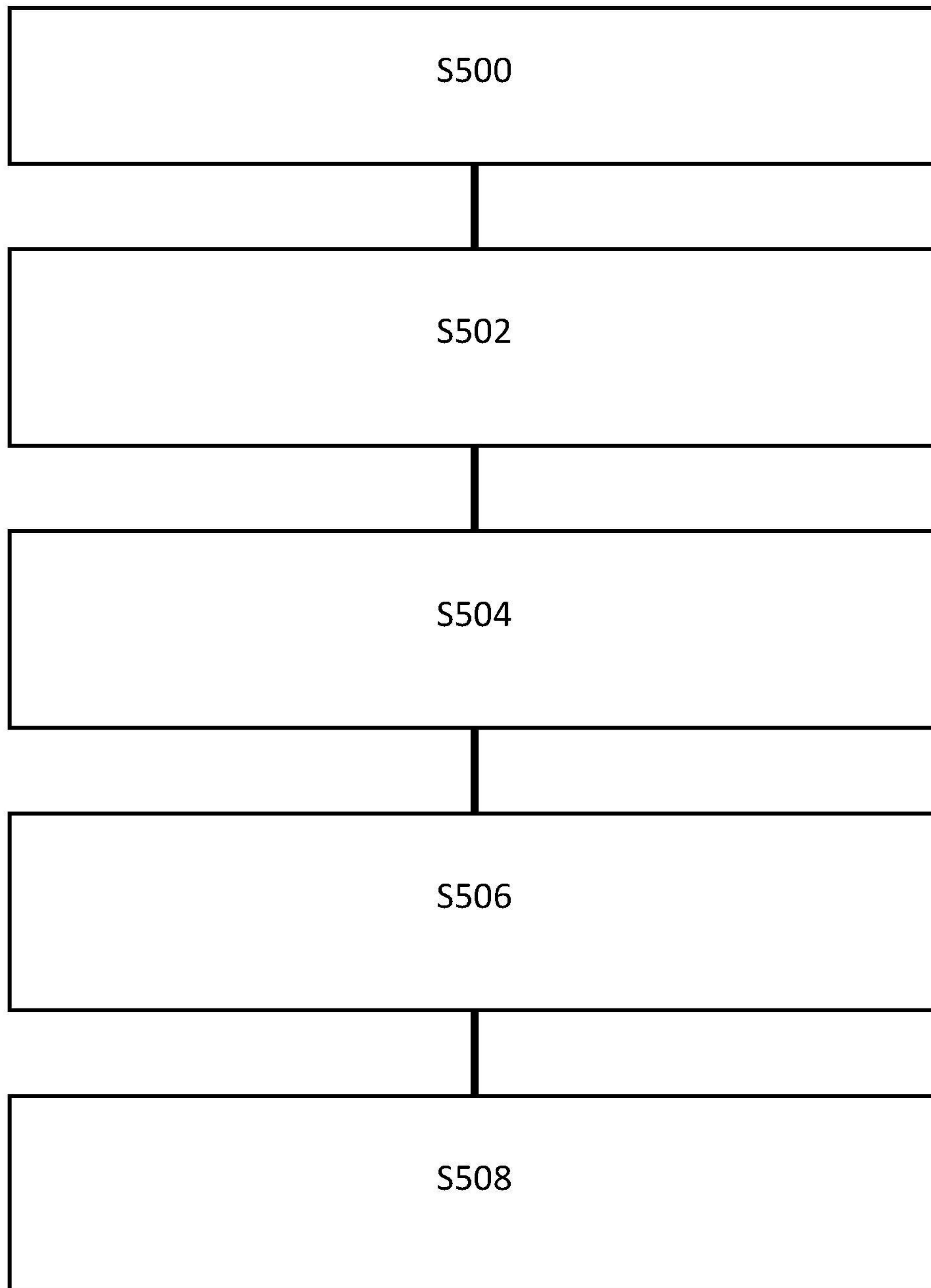
【圖2】



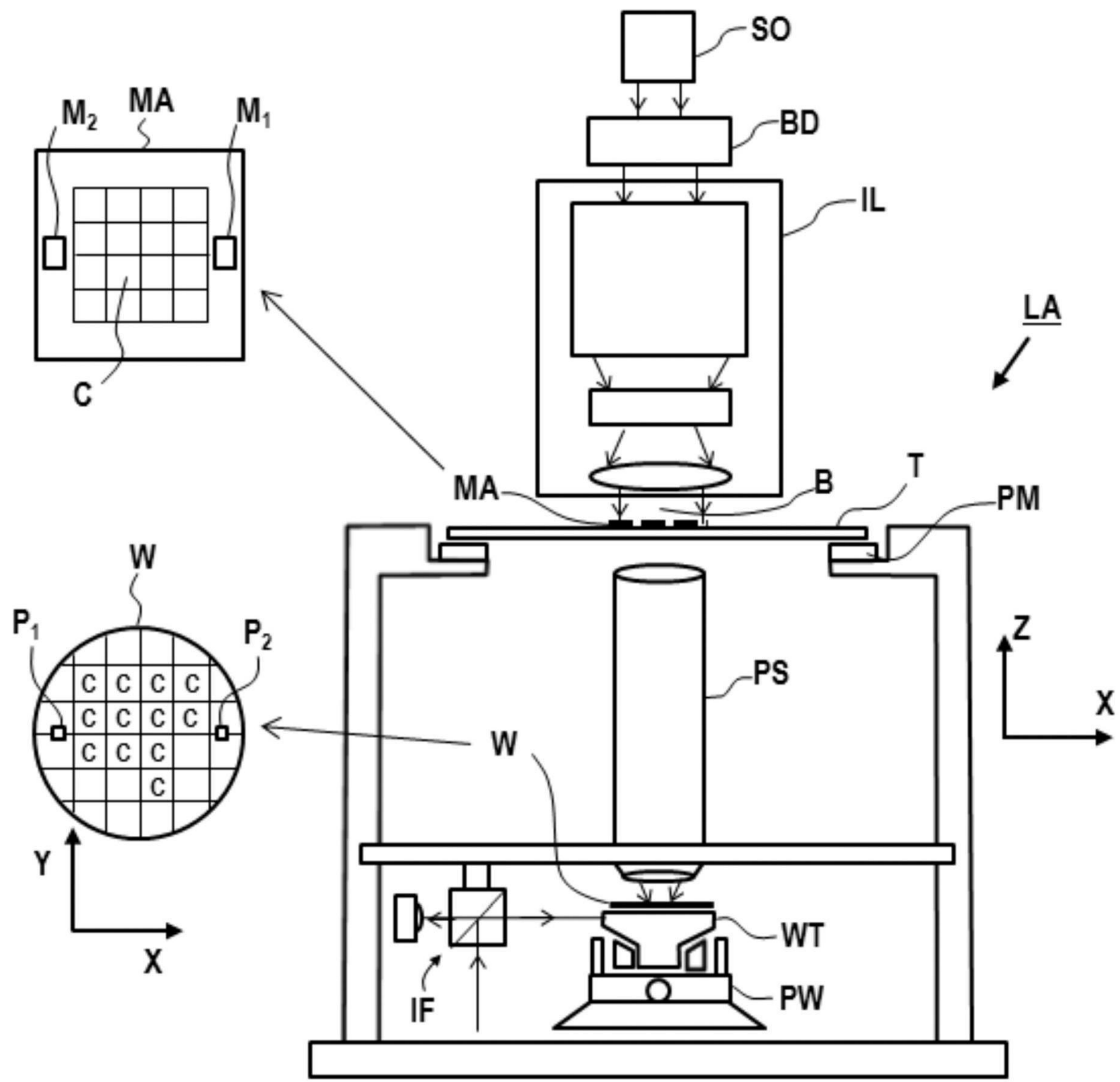
【圖3】



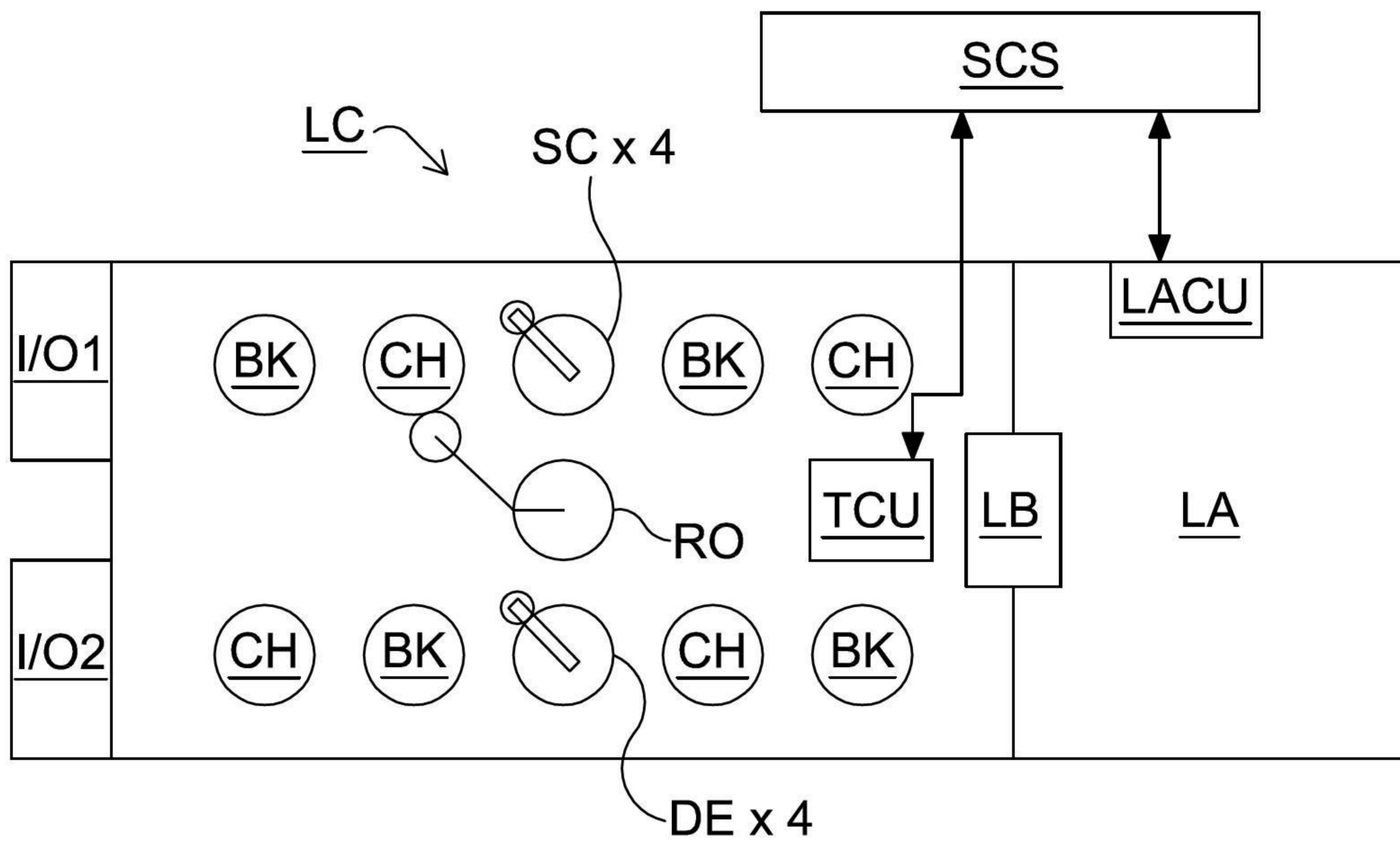
【圖4】



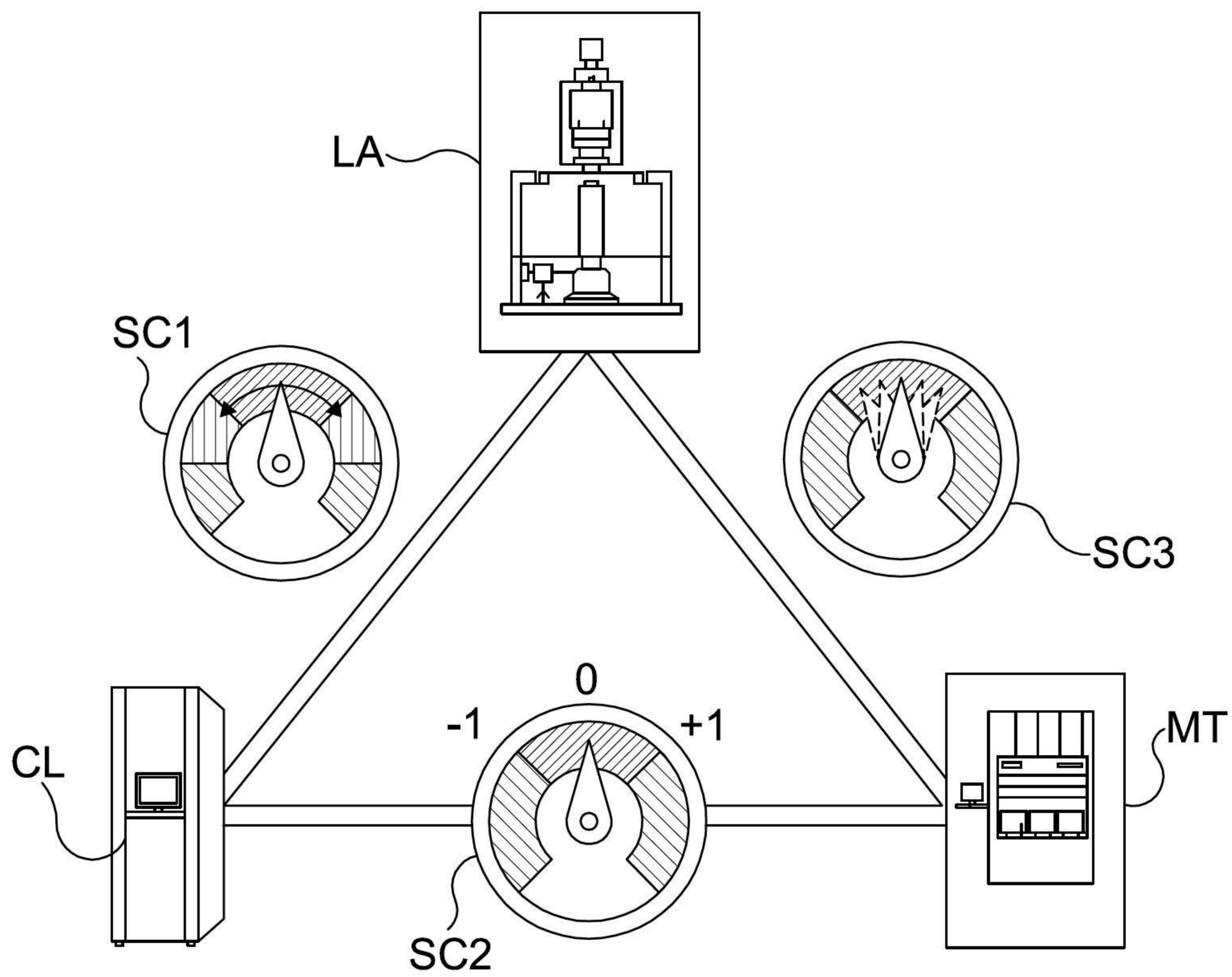
【圖5】



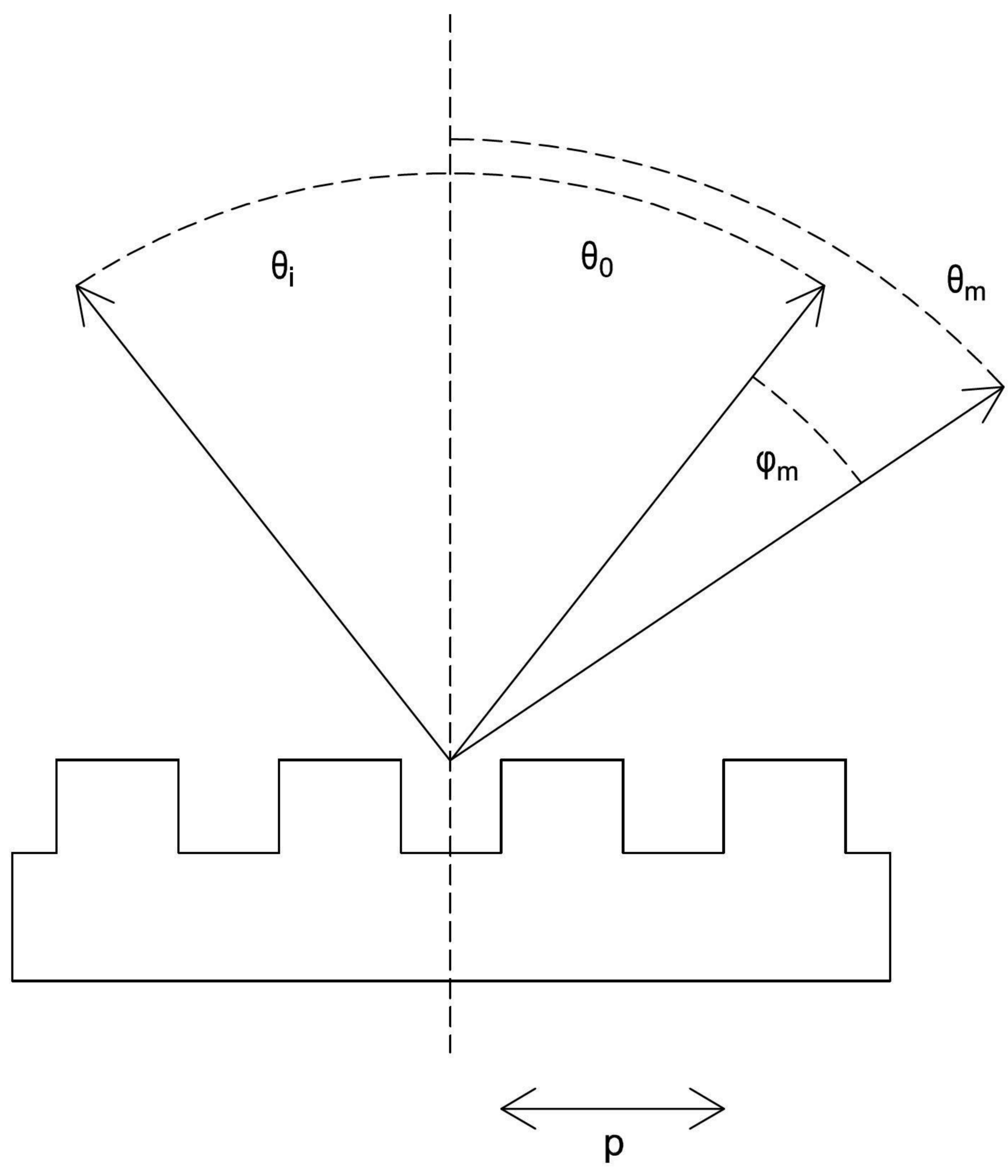
【圖6】



【圖7】



【圖8】



【圖9】