



(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 I862978 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：111133636

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 30 日

(51)Int. Cl. : G01N21/65 (2006.01)

(30)優先權：2020/01/16 美國 62/961,721

(71)申請人：以色列商諾威股份有限公司 (以色列) NOVA LTD (IL)
以色列

(72)發明人：施萊費爾 埃拉德 SCHLEIFER, ELAD (IL)；奧倫 由納坦 OREN, YONATAN (IL)；沙亞利 阿米爾 SHAYARI, AMIR (IL)；荷蘭德 埃亞爾 HOLLANDER, EYAL (IL)；戴希 瓦萊里 DEICH, VALERY (IL)；亞洛夫 希莫 YALOV, SHIMON (IL)；布拉克 吉列德 BARAK, GILAD (IL)

(74)代理人：張耀暉；莊志強

(56)參考文獻：

TW 201636597A

TW 201716744A

審查人員：林佑霖

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：14 共 38 頁

(54)名稱

用於拉曼光譜法之方法、光學量測系統及非暫時性電腦可讀媒體

(57)摘要

一種用於精確的拉曼光譜法之方法、系統及非暫時性電腦可讀媒體。前述方法可包括以下步驟之至少一個迭代：(i)由光學量測系統執行校準過程，前述校準過程包含(a)找出由空間濾波器界定之感興趣區與自樣本之經照明區域發射的輻射之撞擊束之間的不對準，前述撞擊束撞擊前述空間濾波器；及(b)判定補償前述不對準的前述撞擊束之補償傳播路徑；及(ii)執行量測過程，同時前述光學量測系統經組態以提供前述撞擊束之前述補償傳播路徑，以提供一或多個拉曼光譜。

A method, a system, and a non-transitory computer readable medium for accurate Raman spectroscopy. The method may include executing at least one iteration of the steps of: (i) performing, by an optical measurement system, a calibration process that comprises (a) finding a misalignment between a region of interest defined by a spatial filter, and an impinging beam of radiation that is emitted from an illuminated area of a sample, the impinging beam impinges on the spatial filter; and (b) determining a compensating path of propagation of the impinging beam that compensates the misalignment; and (ii) performing a measurement process, while the optical measurement system is configured to provide the compensating path of propagation of the impinging beam, to provide one or more Raman spectra.

指定代表圖：

符號簡單說明：
400:方法
402~406:步驟

400

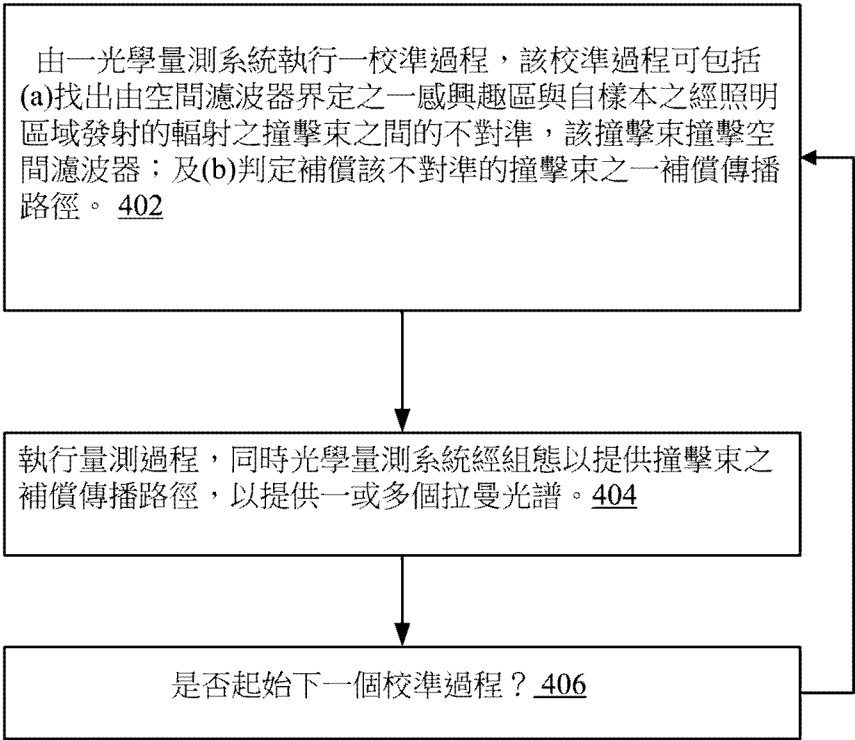


圖10



I862978

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於拉曼光譜法之方法、光學量測系統及非暫時性電腦可讀媒體

【英文發明名稱】METHODS FOR RAMAN SPECTROSCOPY, OPTICAL MEASUREMENT SYSTEMS AND NON-TRANSITORY COMPUTER READABLE MEDIUMS

【中文】

一種用於精確的拉曼光譜法之方法、系統及非暫時性電腦可讀媒體。前述方法可包括以下步驟之至少一個迭代：(i)由光學量測系統執行校準過程，前述校準過程包含(a)找出由空間濾波器界定之感興趣區與自樣本之經照明區域發射的輻射之撞擊束之間的不對準，前述撞擊束撞擊前述空間濾波器；及(b)判定補償前述不對準的前述撞擊束之補償傳播路徑；及(ii)執行量測過程，同時前述光學量測系統經組態以提供前述撞擊束之前述補償傳播路徑，以提供一或多個拉曼光譜。

【英文】

A method, a system, and a non-transitory computer readable medium for accurate Raman spectroscopy. The method may include executing at least one iteration of the steps of: (i) performing, by an optical measurement system, a calibration process that comprises (a) finding a misalignment between a region of interest defined by a spatial filter, and an impinging beam of radiation that is emitted from an illuminated area of a sample, the impinging beam impinges on the spatial filter; and (b) determining a compensating path of propagation of the impinging beam that compensates the misalignment; and (ii) performing a measurement process, while the optical measurement system is configured to provide the compensating path of propagation of the impinging beam, to provide one or more Raman spectra.

【指定代表圖】圖10。

【代表圖之符號簡單說明】

400：方法

402~406：步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於拉曼光譜法之方法、光學量測系統及非暫時性電腦可讀媒體

【英文發明名稱】METHODS FOR RAMAN SPECTROSCOPY, OPTICAL MEASUREMENT SYSTEMS AND NON-TRANSITORY COMPUTER READABLE MEDIUMS

【技術領域】

[交互參照]

【0001】本申請案主張2020年1月16日提交的美國臨時專利第62/961,721號之優先權，該專利全部併入本文中。

【0002】本發明係關於一種用於拉曼光譜法之方法、光學量測系統及非暫時性電腦可讀媒體。

【先前技術】

【0003】拉曼光譜法係一確立之技術，其中廣泛之文獻描述了其針對各種材料性質之特性化的用途。

【0004】拉曼光譜攜載關於樣本之各種性質的資訊。最值得注意地，光譜中之不同峰對應於不同材料。當量測之目標由材料化合物(例如，SiGe)組成時，拉曼光譜中之具體峰將對應於不同原子對(例如，Si-Si、Si-Ge及Ge-Ge)。

【0005】用於自此等峰之位置提取關於濃度及應力之資訊之方法在文獻中係熟知的。舉例而言，使三個SiGe峰之位置與鍍組成及層應力有關的一方程組在以下公開案中提出：T.S. Perov等人之藉由微拉曼光譜法及x射線繞射量測的薄Si_{1-x}Ge_x虛擬基板中之組成及應變，應用物理學期刊109，033502 (2011)。

【0006】摻雜為影響拉曼光譜之另一特性。自摻雜劑分佈引起之載劑濃度影響拉曼訊號，且造成拉曼峰之額外移位。摻雜之等級可因此併入至擬合程序內，且經由監視峰位置，摻雜等級連同應力及組成之同時評價係可能的(參見例

如，A. Perez-Rodriguez等人，應力及組成對蝕刻終止SiGeB層之拉曼光譜的效應，應用物理學期刊80，15 (1996))。

【0007】產生拉曼光譜的目前最佳技術之實例提供於Barak等人之PCT專利申請公開案第WO2017/103934號及Barak等人之PCT專利申請公開案第WO2017/103935號中，兩個申請案被以引用的方式併入本文中。

【0008】拉曼光譜非常弱，且歸因於此弱性，必須彙集同樣多的傳送輻射之拉曼光譜。

【發明內容】

【0009】可提供一種用於精確的拉曼光譜法之系統、方法及儲存指令之非暫時性電腦可讀媒體。

【圖式簡單說明】

【0010】為了理解本發明及看到其可在實務上進行之方式，現將參看隨附圖式，僅藉由非限制性實例來描述一較佳實施例。

【0011】圖1圖示一照明點、一對準之撞擊束之強度分佈、一不對準(misalignment)之撞擊束之強度分佈及感興趣區之一實例。

【0012】圖2圖示一偵測器、一空間濾波器、一感興趣區及一撞擊點。

【0013】圖3圖示一感興趣區之間的九個空間關係。

【0014】圖4係一光學量測系統之一實例。

【0015】圖5係一光學量測系統之一實例。

【0016】圖6係一光學量測系統之一實例。

【0017】圖7係一光學量測系統之一實例。

【0018】圖8圖示一或多個旋轉楔形稜鏡及一楔形稜鏡旋轉器之實例。

【0019】圖9圖示照明光學器件之一些元件之一實例。

【0020】圖10圖示一方法之一實例。

【0021】圖11圖示一方法之一實例。

【0022】圖12圖示一方法之一實例。

【0023】圖13圖示一墊之照明之一實例。

【0024】圖14圖示規則及不規則區域之照明之一實例。

【實施方式】

【0025】在以下詳細描述中，闡述眾多具體細節以便提供對本發明之透徹理解。然而，熟習此項技術者應理解，本發明可在無此等具體細節之情況下實踐。在其他實例中，尚未詳細描述熟知方法、程序及組件，以便不使本發明晦澀難懂。

【0026】看作本發明之標的經在說明書之總結部分中特定指出且作出截然不同的主張。然而，關於組織及操作方法兩者，當藉隨附圖式來閱讀時，本發明連同其目標、特徵及優勢一起可藉由參考以下詳細描述來最佳地理解。

【0027】應瞭解，為了說明之簡單且清晰，圖中顯示之元件尚無必要按比例繪製。舉例而言，為了清晰起見，元件中之一些之尺寸可相對於其他元件誇示。另外，在考慮為適當之情況下，可在該等圖間重複參考數字以指示對應或類似元件。

【0028】說明書中對系統、方法及非暫時性電腦可讀媒體中之任一者之任何參考應作必要的修正而適用於該系統、方法及非暫時性電腦可讀媒體中之任一其他者。舉例而言，對一系統之任何參考應作必要的修正而適用於可由該系統執行之方法及適用於可儲存可由該系統執行之指令之非暫時性電腦可讀媒體。

【0029】因為，針對多數部分，本發明之說明的至少一個實施例可使用熟習此項技術者已知之電子組件及電路來實施，為了理解及瞭解本發明之基礎概念且為了不自本發明之教示混淆或模糊，所以將不會以比如上說明考慮為必要更大之任何程度來解釋細節。

【0030】以下說明之任何數或值應被視為一非限制性實例。

【0031】已發現，當樣本包括結構元件時，該等結構元件中之一些(尤其不規則(非週期性、邊緣狀等)結構元件)具有輻射的照明可使該結構元件繞射輻射，且繞射之輻射又可產生使拉曼光譜「失真(distorts)」之「寄生(parasitic)」拉曼散射(一旦由拉曼光譜儀之偵測器感測到)。「寄生」拉曼散射輻射可例如改變一或多個拉曼光譜峰之位置及形狀及類似者。

【0032】失真的拉曼光譜之分析可導致關於樣本之材料、樣本之應變之不精確結構，及與樣本之其他性質有關的不精確性。

【0033】存在改良拉曼光譜法之精確性的增長之需求，且尤其，為了半導體製造過程控制之目的減少拉曼光譜之失真之需求。

【0034】拉曼光譜法可用於半導體晶圓製造 APC、對晶圓之經圖案結構量測、晶粒中量測及類似者中。

【0035】可提供一種用於精確的拉曼光譜法之系統、方法及儲存指令之非暫時性電腦可讀媒體。

【0036】撞擊束係自樣本之經照明區域發射，且撞擊空間濾波器。經照明區域係由照明輻射束(下文稱為「照明束」)照明。

【0037】拉曼光譜法之精確性係藉由防止來自樣本的不當散射之輻射到達偵測器而增加。此可藉由提供用於阻擋落在感興趣區(感興趣區由空間濾波器界定)外的一撞擊輻射束(下文稱為「撞擊束」)之一或多個部分來進行，由此防止撞擊束之此等一或多個部分到達偵測器。

【0038】當照明點「覆蓋」不規則區域時，可需要空間濾光。不規則區域可使照明點失真，及/或可產生拉曼光譜之新散射源，及/或可包括元件之非週期性配置，及/或可包括元件之非均質配置。不規則區域之非限制性實例包括(a)覆蓋導體之邊緣區及邊緣區附近之光點，在該光點處，邊緣區具有該光點之區域之相同階(例如，在 0.1 與 0.9 之間)，(b)覆蓋單一導體之邊緣區且亦覆蓋該邊緣區之光點，在該光點處，附近包括粉砂。

【0039】 在對包括諸如以下之元件的結構之量測期間應用空間濾波器：矽穿孔(Through Silicon Via；TSV)、淺槽隔離(Shallow Trench Isolation；STI) (例如，填充或/及閘極氧化物)、三維反及(NAND)記憶體(Three Dimensional NAND；3D-NAND) (例如，應變壓型、結晶度及尺寸壓型)及類似者。

【0040】 空間濾波器可包括可界定不同感興趣區之一可調整空間濾波器。另外或替代地，該空間濾波器可展現可控制透明度，及/或可界定由不透明區包圍之一透明感興趣區。該可調整濾波器可由相互按其空間濾光性質不同之一組空間濾波器替換。

【0041】 該空間濾波器可包括界定一固定感興趣區之固定元件。

【0042】 該空間濾波器可用於系統之一些操作模式中，且可在系統之其他操作模式中移除或不利用。

【0043】 該感興趣區可比撞擊束之相關橫截面小(且甚至小得多)。撞擊束之相關橫截面為在空間濾波器之平面處形成的橫截面。

【0044】 舉例而言，該感興趣區可為撞擊束之相關橫截面的一部分。舉例而言，該感興趣區可小於撞擊束之相關橫截面的 1%、2%、5%、10%、15%、20% 或 30%。

【0045】 經照明區域及撞擊束之相關橫截面可具有相同尺寸，可具有相同形狀，可相互按尺寸而不同，及/或可相互按形狀而不同。

【0046】 此等形狀之非限制性實例係矩陣光點、橢圓形光點、圓形光點、照明線及類似者。

【0047】 感興趣區可經界定以防止散射之輻射到達偵測器。感興趣區之界定可使用模擬、實際量測及類似者來執行。

【0048】 小感興趣區提供一精確且高度敏感性光學量測系統，該系統可用以評估不同樣本，及/或評估此等樣本之不同區域，包括但不限於，結構元件之密集陣列、展現潛在應變元件之區、展現陡坡及/或實質高度改變之區、周邊區

域、量測矽穿孔、動態記憶體之閘極氧化物、三維 NAND 記憶體單元、動態記憶體之後 CMP 區域及類似者。

【0049】 歸因於感興趣區之緊湊性，感興趣區與撞擊束之間的甚至微小不對準可使系統阻擋撞擊束中之一些、多數及甚至所有。

【0050】 當撞擊束之中心在感興趣區內時，尤其當撞擊束之中心位於感興趣區之中間時，可將撞擊束視為與感興趣區對準。

【0051】 不對準可自系統不精確性、溫度改變、振動及類似者產生。

【0052】 在給定拉曼光譜係自相對弱訊號形成之事實之情況下，不對準之效應可非常顯著。

【0053】 因此，該系統、該方法及該非暫時性電腦可讀媒體經組態以補償此不對準。

【0054】 補償可涉及光學對準(或實質上光學對準)感興趣區與撞擊束。此可藉由控制撞擊束在空間濾波器上之撞擊之位置來進行。

【0055】 控制可包含誘發光學彙集路徑之改變，諸如，改變撞擊束之傳播方向。

【0056】 補償可基於與由偵測器偵測到之輻射有關的回饋。該回饋可在校準過程期間或在任一其他時間點期間提供。

【0057】 校準過程可連續、以非連續方式、匆忙地、以迭代方式(iterative manner)及類似者執行。

【0058】 校準過程可基於由偵測器偵測到的輻射之強度(在穿過空間濾波器後)。

【0059】 校準過程可基於不同於由偵測器偵測到的輻射之強度之資訊(或除了該輻射之強度之外，亦基於其他資訊)。

【0060】 校準過程可基於由偵測器感測之拉曼光譜。

【0061】 為了解釋簡單起見，以下實例中之一些參考迭代過程，其中校準

過程後跟著為量測過程。在量測過程期間量測樣本。

【0062】 在校準過程期間，使用不同照明路徑組態來將目標照明，該等照明路徑組態將彙集之輻射引導至空間濾波器上之不同位置以提供不同測試結果。

【0063】 選擇該等測試結構中之一者(例如，具有最高總強度之測試結果)，且在跟在校準過程後之一或多個量測過程期間可使用提供選定測試結果的照明路徑組態。替代地，可選擇多個測試結果，且可選擇為多個測試結果之函數(例如，加權平均值)的照明路徑組態。

【0064】 當執行校準過程之多個迭代時，在連續校準過程之間存在時序間隙。連續校準過程之間的時序間隙可為固定的或可隨時間而變化。

【0065】 可基於諸如下之一事件而觸發校準過程：量測失敗、一或多個拉曼光譜中的誤差之偵測、某些溫度改變之偵測、某些溫度之偵測、某些振動之偵測、一或多個量測之拉曼光譜自期望拉曼光譜的偏差之出現及類似者。

【0066】 當系統之照明路徑包括不同輻射源時，則可每輻射源或該等輻射源中之每一一些執行校準過程。此校準過程可補償與不同輻射源有關之機械及/或光學不對準，且可實現使用不太精確照明及/或彙集路徑，此可簡化系統且甚至可減少系統之成本。

【0067】 圖 1 圖示一照明點 20、一對準之撞擊束之強度分佈 21、一不對準之撞擊束之強度分佈 22 及感興趣區 225 之一實例。

【0068】 在圖 1 中，假定將照明點 20 成像至空間濾波器上。

【0069】 圖 1 圖示自感興趣區 225 與撞擊束之間的不對準產生的強度差 (29)。

【0070】 圖 1 亦圖示樣本 300 之一部分，及在樣本上的感興趣區之影像 225'。

【0071】 圖 2 圖示一偵測器 224、一空間濾波器 223、一感興趣區 225 及由

在空間濾波器上之撞擊束形成之一撞擊點 26。

【0072】 感興趣區 225 尺寸可變，且可比撞擊點小得多。

【0073】 圖 3 圖示在光學量測系統之九個不同組態下的感興趣區 227 與撞擊點 26 之間的九個空間關係 291 至 299。六個組態提供最佳重疊，且因此，可將其選擇為待在接下來的量測過程期間應用的光學量測系統之所要的組態。

【0074】 應注意，在補償過程期間，空間濾波器可允許輻射穿過測試感興趣區，該測試感興趣區可比在量測過程期間使用之感興趣區大。

【0075】 圖 4 係一光學量測系統 200 之一實例。

【0076】 光學量測系統 200 包括一照明路徑、一彙集路徑、一控制單元，及用於支撐樣本 300 且用於相對於彙集及照明路徑移動樣本 300 之一機械移動單元 303。應注意，樣本 300 可為靜態的，而照明及/或彙集路徑可移動。應注意，樣本 300 及彙集及/或照明中之至少一個路徑可相對於彼此移動。

【0077】 在圖 4 中，彙集路徑與照明路徑共用一物鏡 213，及一半波長板 (Half Wavelength Plate；HWP) 109。應注意，照明路徑與彙集路徑可共用多個組件，可共用其他組件，或可不共用任一組件。

【0078】 在圖 4 中，照明角度及彙集角度垂直於樣本。應注意，可提供任何其他照明角度及/或彙集角度。

【0079】 照明路徑經組態以控制照明束之各種參數，諸如但不限於，偏光、頻譜、形狀、尺寸、相干性、路徑、強度及類似者。在圖中圖示之各種元件輔助該等參數之控制。控制偏光之元件被稱作偏光控制元件。控制光束之其他參數之元件被稱作額外控制元件。應注意，單一元件可控制光束之一或多個參數。元件之非限制性實例包括偏光器、半波板、四分之一波板、分析器、透鏡、光柵、光圈及類似者。

【0080】 彙集路徑經組態以控制撞擊束之各種參數，諸如但不限於，偏光、頻譜、形狀、尺寸、相干性、路徑、強度及類似者。在圖中圖示之各種元件輔

助該等參數之控制。

【0081】 將照明路徑圖示為包括(a)雷射 102，(b)照明光學器件 103，其包括照明偏光控制元件 103(1)及額外照明控制元件 103(2)，(c)分光鏡，諸如，二色分光鏡 210，(d) HWP 209，及(e)物鏡 213。額外照明控制元件可控制與偏光不同之一或多個參數，例如，形狀、尺寸、傳播角度及類似者。

【0082】 將彙集路徑圖示為包括(a)分光鏡，諸如，二色分光鏡 210，(b) HWP 209，(c)物鏡 213，(d)彙集光學器件 105，其包括用於改變彙集路徑由此補償不對準之可調整光學器件 105(1)、額外彙集控制元件 105(2)及彙集偏光控制元件 105(3)，(e)空間濾波器 223，及(f)光學單元 235，其包括一光柵 231、用於將穿過感興趣區之輻射引導至光柵 231 上之第一透鏡 232、用於將來自光柵 231 之光朝向偵測器 224 引起之第二透鏡。

【0083】 在光柵 231 與至少第二透鏡 233 之間的空間關係可更改以將來自光柵 231 之不同輻射波瓣朝向第二透鏡 233 引導之意義上，光學單元 235 係可組態的。圖 4 圖示一旋轉單元 238，其可相對於第一及第二透鏡旋轉光柵 231。不同於旋轉之移動可用來改變光學單元 235 之元件之間的空間關係。

【0084】 偵測器 224 經組態以產生拉曼光譜。偵測器 224 耦接至控制單元 225，該控制單元經組態以控制光學量測系統之各種組件/單元/元件，且可經組態以控制校準過程。

【0085】 圖 5 係一光學量測系統 200'之一實例。

【0086】 光學量測系統 200'與光學量測系統 200 不同之處在於，(a)不包括 HWP 209，(b)包括多個雷射 102'，及(c)包括用於處理偵測訊號之一處理單元 234。照明光學器件 103 可經組態以組合或選擇來自多個雷射之輻射。在一些情況中，一次可僅啟動一個雷射。

【0087】 圖 6 係一光學量測系統 200"之一實例。

【0088】 光學量測系統 200"與光學量測系統 200 不同之處在於，(a)不包括

HWP 209，及(b)包括多個雷射 102'。照明光學器件 103 可經組態以組合或選擇來自多個雷射之輻射。在一些情況中，一次可僅啟動一個雷射。

【0089】圖 7 圖示一光學量測系統 201 之一實例。

【0090】光學量測系統 201 包括一照明路徑，其包括雷射 201、入口孔徑光闌 203、鏡子 204、第一照明透鏡 206、照明場光闌 207、第二照明透鏡 208、照明偏光器 209、分光鏡 210、諸如旋轉 HWP 211 之 HWP、物鏡孔徑光闌/後焦面 212 及物鏡 213。

【0091】彙集路徑包括物鏡 213、物鏡孔徑光闌/後焦面 212、樣本 300、旋轉彙集偏光器 215、諸如旋轉 HWP 211 之 HWP、第一彙集透鏡 216、彙集孔徑光闌 217、第二彙集透鏡 218、陷波濾波器 219、彙集場光闌 220、旋轉楔形稜鏡 221、楔形稜鏡旋轉器 225、狹縫透鏡 222、空間濾波器 223 (可為可打開或閉合之狹縫，打開狹縫之尺寸及/或形狀可固定或可調整)、光學單元 235 及偵測器 234。

【0092】偵測器 234 可為攝譜儀。

【0093】圖 8 圖示旋轉楔形稜鏡 221、包圍旋轉楔形稜鏡 221 之楔形稜鏡旋轉器 225、進入旋轉楔形稜鏡 221 之一輸入光束 281 及自旋轉楔形稜鏡 221 輸出之一輸出光束 282。

【0094】圖 8 亦圖示在給定旋轉楔形稜鏡 221 之不同旋轉位置之情況下之一輸出光束之多個路徑。

【0095】圖 8 亦圖示該系統可包括提供多個選項以引導輸出光束之一對旋轉楔形稜鏡 221 及 221'。輸出光束穿過兩個旋轉稜鏡。

【0096】圖 9 圖示照明光學器件之一些元件之一實例。存在三個雷射，跟著為照明路徑之三個區段，以用於添加來自三個雷射之輻射的一光學添加器結尾。

【0097】三個雷射(例如，紅、藍及綠雷射) 102(1)1 至 102(3)後跟著為照明

路徑之三個區段。照明路徑之三個區段包括三個準直器 109(1,1)至 109(1,3)、三個隔離器 109(2,1)至 109(2,3)、三個清除濾波器 109(3,1)至 109(3,3)及三個快門 109(4,1)至 109(4,3)。

【0098】三個區段後跟著為一組合器，其包括三個分光鏡，諸如，二色分光鏡 109(5,1)至 109(5,3)，組合器後跟著為初始鏡 109(5)、柱面透鏡 109(6)及副鏡 204。

【0099】圖 10 圖示一方法 400 之一實例。

【0100】方法 400 可開始於步驟 402，由一光學量測系統執行一校準過程，該校準過程可包括(a)找出由空間濾波器界定之一感興趣區與自樣本之經照明區域發射的輻射之撞擊束之間的不對準，該撞擊束撞擊空間濾波器；及(b)判定補償該不對準的撞擊束之一補償傳播路徑。

【0101】該感興趣區經成形及定尺寸以阻擋來自經照明區域之散射輻射到達偵測器。

【0102】步驟 402 可包括分析至少一個拉曼光譜。另外或替代地，步驟 402 可包括按與拉曼光譜之頻率不同的頻率來分析輻射。步驟 402 之兩個樣本之間的差可包含旋轉位於彙集路徑中之一光柵。

【0103】步驟 402 後可跟著為步驟 404，執行量測過程，同時光學量測系統經組態以提供撞擊束之補償傳播路徑，以提供一或多個拉曼光譜。

【0104】步驟 404 後可跟著為步驟 406，判定是否起始步驟 402 及 404 之下一個迭代，且如是，則跳至步驟 402。

【0105】圖 11 圖示一方法 401 之一實例。

【0106】方法 401 可開始於執行校準過程之步驟 403，其係藉由使用將撞擊束引導至空間濾波器上之不同位置之不同光學量測系統組態來照明一目標，感測穿過感興趣區之輻射以提供不同測試結果，及基於測試結果判定撞擊束之一補償傳播路徑。

【0107】該感興趣區可經成形及定尺寸以阻擋來自經照明區域之散射輻射到達偵測器。

【0108】步驟403可包括選擇測試結果中之一者以提供一選定測試結果，及基於選定測試結果判定撞擊束之補償傳播路徑。

【0109】步驟403可包括選擇測試結果中最高強度之一測試結果，以提供選定測試結果。

【0110】應注意，判定可包括藉由選擇多個選定測試結果及基於多個選定測試結果判定路徑(例如，使用內插、外推或任一其他方法)來判定補償路徑。

【0111】步驟403可包括旋轉光學量測系統之一楔形稜鏡，以找出楔形稜鏡之定向，該楔形稜鏡一旦經應用，則將引導撞擊束穿過撞擊束之補償傳播路徑。

【0112】步驟403可包括旋轉光學量測系統之多個楔形稜鏡，以找出多個楔形稜鏡之定向之組合，該等多個楔形稜鏡一旦經應用，則將引導撞擊束穿過撞擊束之補償傳播路徑。

【0113】步驟 403 可包括分析至少一個拉曼光譜。另外或替代地，步驟 403 可包括按與拉曼光譜之頻率不同的頻率來分析輻射。步驟 404 之兩個樣本之間的差可包含旋轉位於彙集路徑中之一光柵。

【0114】步驟 403 後可跟著為執行量測過程之步驟 404，同時光學量測系統經組態以提供撞擊束之補償傳播路徑，以提供一或多個拉曼光譜。

【0115】步驟 404 後可跟著為步驟 406，判定是否起始步驟 402 及 404 之下一個迭代，且如是，則跳至步驟 402。

【0116】圖 12 圖示用於選擇性拉曼光譜法之方法 500。

【0117】方法 500 可包括接收或產生關於樣本之不規則區域之位置的不規則區域資訊之步驟 510。

【0118】步驟 510 後可跟著為步驟 520，基於該不規則區域資訊判定在拉

曼偵測器前應用的一空間濾光過程之至少一個過濾參數。

【0119】 步驟 520 可包括判定在拉曼偵測器前的一濾波器之空間組態。

【0120】 步驟 520 可包括自相互按至少一個過濾參數中之至少一者不同的多個濾波器選擇在拉曼偵測器前之一濾波器(或調整狹縫開口/寬度)。

【0121】 該至少一個過濾參數可包括到達拉曼偵測器之光量，其中當照明一不規則區域時到達拉曼偵測器之光量低於當照明一規則區域時到達拉曼偵測器之光量。

【0122】 該至少一個過濾參數可包括在拉曼偵測器前之一濾波器中形成的一開口之面積，其中當照明一不規則區域時在濾波器中形成的開口之面積小於當照明一規則區域時在濾波器中形成的開口之面積。

【0123】 該至少一個過濾參數可包括在拉曼偵測器前之一濾波器中形成的一開口之形狀，其中當照明一不規則區域時在濾波器中形成的開口比當照明一規則區域時在濾波器中形成的開口窄。

【0124】 當(a)一規則區域之一規則元件的形成於在拉曼偵測器前之一濾波器上的一影像比(b)一不規則區域之一不規則元件的形成於在該濾波器上的一影像窄時，則將形成於濾波器中的一開口之寬度設定為比不規則元件之影像之寬度細。

【0125】 步驟 520 可包括設定開口之寬度以超過不規則元件之影像之寬度。

【0126】 步驟 520 後可跟著為步驟 530，在應用過濾參數時獲取樣本之多個位點的拉曼光譜。

【0127】 步驟 530 可包括應用當照明不規則區域時擬合不規則區域之至少一個過濾參數，及應用當照明規則區域時擬合規則區域之至少一個過濾參數。

【0128】 可提供一種方法，其包括接收或判定過濾參數，及應用當照明不規則區域時擬合不規則區域之至少一個過濾參數，及應用當照明規則區域時擬

合規則區域之至少一個過濾參數。

【0129】圖 13 圖示一墊 602 及墊附近 604 之照明之一實例。

【0130】墊 602 及其附近 604 由形成橢圓光點之一掃描輻射束照明。光點 614 僅照明該附近 604，且光點 610 僅照明墊 602。光點 610 及 614 照明規則區域，且在校正期間應用與規則區域有關之至少一個過濾參數。

【0131】光點 612 照明墊 602 之邊緣，且落在墊 602 及其附近 604 兩者上。光點照明不規則區域，且在校正期間應用與不規則區域有關之至少一個過濾參數。

【0132】圖 13 亦圖示在具有一大開口 632 (與規則區域有關之至少一個過濾參數)之一濾波器上的光點 610 之一影像 622。

【0133】圖 13 進一步圖示在具有一窄開口 630 (與不規則區域有關之至少一個過濾參數)之一濾波器上的光點 612 之影像 620。

【0134】窄開口 630 可比影像 620 窄，但可比影像 622 寬(或大約相等)。

【0135】圖 14 圖示規則及不規則區域之照明之一實例。

【0136】當照明規則區域 730 時，光點 730 不扭曲。

【0137】當照明不規則區域(諸如，導通體 732 之邊緣區及其附近導通體附近 733)或照明導通體之包括一狹縫 734 的附近時，光點 731 扭曲。

【0138】應注意，輻射之分析及/或自偵測器之偵測訊號的拉曼光譜之產生及/或分析拉曼光譜以判定物件之特徵可至少部分由不屬於光學量測系統及/或可在距照明及/或彙集路徑遠端定位之一控制器及/或一處理電路執行。

【0139】達成相同功能性的組件之任何配置有效地「相關聯」，使得達成所要的功能性。因此，本文中組合以達成一特定功能性之任何兩個組件可看作彼此「相關聯」，使得與架構或中間組件無關，達成所要的功能性。同樣地，如此關聯之任何兩個組件亦可被看作彼此「可操作地連接」或「可操作地耦接」，以達成所要的功能性。

【0140】此外，熟習此項技術者將認識到，以上描述之操作之間的界線僅為說明性。可將多個操作組合成一單一操作；一單一操作可分佈於額外操作中，且可在時間上至少部分重疊地執行操作。此外，替代實施例可包括一操作之多個實例，且在各種其他實施例中，可更改操作之次序。

【0141】又舉例而言，在一個實施例中，說明之實例可實施為位於單一積體電路上或同一裝置內之電路系統。替代地，該等實例可實施為以一合適方式相互互連之任何數目個單獨的積體電路或單獨裝置。

【0142】又舉例而言，該等實例或其部分可實施為實體電路系統之軟或程式碼表示，或可轉換成實體電路系統(諸如，以任一適當類型之一硬體描述語言)的邏輯表示。

【0143】然而，其他修改、變化及替代亦係可能的。因此，應按說明性意義而非按限制性意義來看待說明書及圖式。

【0144】在申請專利範圍中，置放於括弧之間的任何參考標號不應被解釋為限制申請專利範圍。詞語「包含」不排除與申請專利範圍中列出之元件或步驟不同的元件或步驟之存在。此外，將如本文中使用的術語「一(a 或 an)」定義為一個或多於一個。又，諸如「至少一個」及「一或多個」之介紹性片語在申請專利範圍中之使用不應被解釋為暗示藉由不定冠詞「a」或「an」對另一申請專利範圍要素之介紹將含有此介紹之申請專利範圍要素的任一特定申請專利範圍限制於僅含有一個此要素之發明，甚至當同一申請專利範圍包括介紹性片語「一或多個」或「至少一個」及諸如「a」或「an」之不定冠詞時。同理適用於定冠詞之使用。除非另有陳述，否則諸如「第一」及「第二」之術語用來任意地區別此等術語描述之要素。因此，此等術語未必意欲指示此等要素之時間或其他優先化。某些措施在相互不同之申請專利範圍中列舉之僅有實情並不指示此等措施之組合不能有利地使用。

【0145】雖然本文中已說明及描述本發明之某些特徵，但許多修改、取代、

改變及等效內容現在將由一般熟習此項技術者想到。因此，應理解，所附申請專利範圍意欲涵蓋如屬於本發明之真實精神之所有此等修改及改變。

【0146】術語「包括」、「包含」、「具有」、「組成」與「基本上由……組成」係以可互換方式使用。舉例而言，任一方法可至少包括在該等圖中及/或在說明書中包括之步驟，僅包括在該等圖及/或說明書中包括之步驟。

【符號說明】

【0147】

- 20：照明點
- 21：對準之撞擊束之強度分佈
- 22：不對準之撞擊束之強度分佈
- 26：撞擊點
- 29：強度差
- 102,102',102(1)~102(3)：雷射
- 103：照明光學器件
- 103(1)：照明偏光控制元件
- 103(2)：額外照明控制元件
- 105：彙集光學器件
- 105(1)：可調整光學器件
- 105(2)：額外彙集控制元件
- 105(3)：彙集偏光控制元件
- 109,209：半波長板(HWP)
- 109(1,1)~109(1,3)：準直器
- 109(2,1)~109(2,3)：隔離器
- 109(3,1)~109(3,3)：清除濾波器
- 109(4,1)~109(4,3)：快門

- 109(5)：初始鏡
- 109(5,1)~109(5,3),：二色分光鏡
- 109(6)：柱面透鏡
- 200,200',200"：光學量測系統
- 201：光學量測系統、雷射
- 203：入口孔徑光闌
- 204：鏡子、副鏡
- 206：第一照明透鏡
- 207：照明場光闌
- 208：第二照明透鏡
- 209：HWP、照明偏光器
- 210：分光鏡
- 211：旋轉HWP
- 212：物鏡孔徑光闌/後焦面
- 213：物鏡
- 215：旋轉彙集偏光器
- 216：第一彙集透鏡
- 217：彙集孔徑光闌
- 218：第二彙集透鏡
- 219：陷波濾波器
- 220：彙集場光闌
- 221,221'：旋轉楔形稜鏡
- 222：狹縫透鏡
- 223：空間濾波器
- 224：偵測器

225：感興趣區、控制單元、楔形稜鏡旋轉器
225'：感興趣區之影像
227：感興趣區
231：光柵
232：第一透鏡
233：第二透鏡
234：處理單元、偵測器
235：光學單元
238：旋轉單元
281：輸入光束
282：輸出光束
291~299：空間關係
300：樣本
303：機械移動單元
400,401,500：方法
402,403,404,406,510,520,530：步驟
602：墊
604：附近
610,612,614,730,731：光點
620,622：影像
630：窄開口
632：大開口
730：規則區域
732：導通體
733：導通體附近

734：狹縫

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種光學量測系統，其包含：

光學器件，前述光學器件包含照明路徑及彙集路徑；

拉曼偵測器；

至少一個空間濾波器，前述至少一個空間濾波器定位於前述拉曼偵測器上游；以及

控制器，前述控制器經組態以產生或接收在前述拉曼偵測器之前應用的空間濾波過程之至少一個過濾參數，

其中前述光學器件經組態以在應用前述至少一個過濾參數時獲取樣本之多個位點之拉曼光譜。

【請求項2】 如請求項1所述之光學量測系統，其中前述至少一個空間濾波器包含一狹縫。

【請求項3】 如請求項2所述之光學量測系統，其中前述狹縫經組態為打開或閉合。

【請求項4】 如請求項2所述之光學量測系統，其中前述狹縫具有可調整的尺寸和/或形狀。

【請求項5】 如請求項1所述之光學量測系統，其進一步包括一控制單元，及用於支撐前述樣本且用於相對於前述彙集路徑與前述照明路徑移動前述樣本之一機械移動單元。

【請求項6】 如請求項1所述之光學量測系統，其中前述彙集路徑與前述照明路徑共用一物鏡。

【請求項7】 如請求項6所述之光學量測系統，其中還包括鄰近於前述物鏡之一旋轉半波長板。

【請求項8】 如請求項1所述之光學量測系統，其進一步包括多個光源。

【請求項9】 如請求項8所述之光學量測系統，其中前述多個光源包括多個雷

射。

【請求項10】如請求項9所述之光學量測系統，其中前述多個雷射包括至少三個雷射。

【請求項11】如請求項1所述之光學量測系統，其中前述至少一個空間濾波器經組態以阻擋來自照明區域之散射輻射到達前述拉曼偵測器。

【請求項12】如請求項1所述之光學量測系統，其中前述光學器件包含楔形稜鏡，其中前述控制器經組態以控制前述楔形稜鏡之旋轉，以找出前述楔形稜鏡之定向，前述楔形稜鏡一旦經應用，則引導撞擊束穿過前述撞擊束之補償傳播路徑。

【請求項13】如請求項1所述之光學量測系統，其中前述光學器件包含多個楔形稜鏡，其中前述控制器經組態以控制前述多個楔形稜鏡之旋轉，以找出前述多個楔形稜鏡之定向之組合，前述多個楔形稜鏡一旦經應用，則引導撞擊束穿過前述撞擊束之補償傳播路徑。

【請求項14】如請求項1所述之光學量測系統，其中前述照明路徑和前述彙集路徑經組態以使光垂直入射。

【請求項15】如請求項1所述之光學量測系統，其中前述控制器經組態以量測半導體晶片上的圖案結構的參數。

【請求項16】如請求項1所述之光學量測系統，其中前述照明路徑和/或前述彙集路徑包括可控制偏光器。

【請求項17】如請求項7所述之光學量測系統，其中前述照明路徑和/或前述彙集路徑包括可控制偏光器。

【請求項18】如請求項1所述之光學量測系統，其中前述控制器經組態以用於校準過程。

【請求項19】如請求項18所述之光學量測系統，其中前述校準過程藉由分析前述拉曼光譜中的至少一個來執行。

【請求項20】 如請求項18所述之光學量測系統，其中前述校準過程藉由分析與前述拉曼光譜之頻率不同的頻率的輻射來執行。

【請求項21】 如請求項15所述之光學量測系統，其中前述控制器經組態以量測矽穿孔(TSVs)、淺槽隔離(STI)、以及三維NAND記憶體(3D-NAND)結構之參數中的至少一個。

【請求項22】 如請求項15所述之光學量測系統，其中前述控制器經組態以量測應變壓型、結晶度、以及尺寸壓型之參數中的至少一個。

【請求項23】 如請求項1所述之光學量測系統，其中前述至少一個空間濾波器具有可控制透明度和/或可界定由不透明區包圍之一透明感興趣區。

【請求項24】 如請求項1所述之光學量測系統，其中前述至少一個空間濾波器包含因空間濾光性質而彼此不同之一組空間濾波器。

【發明圖式】

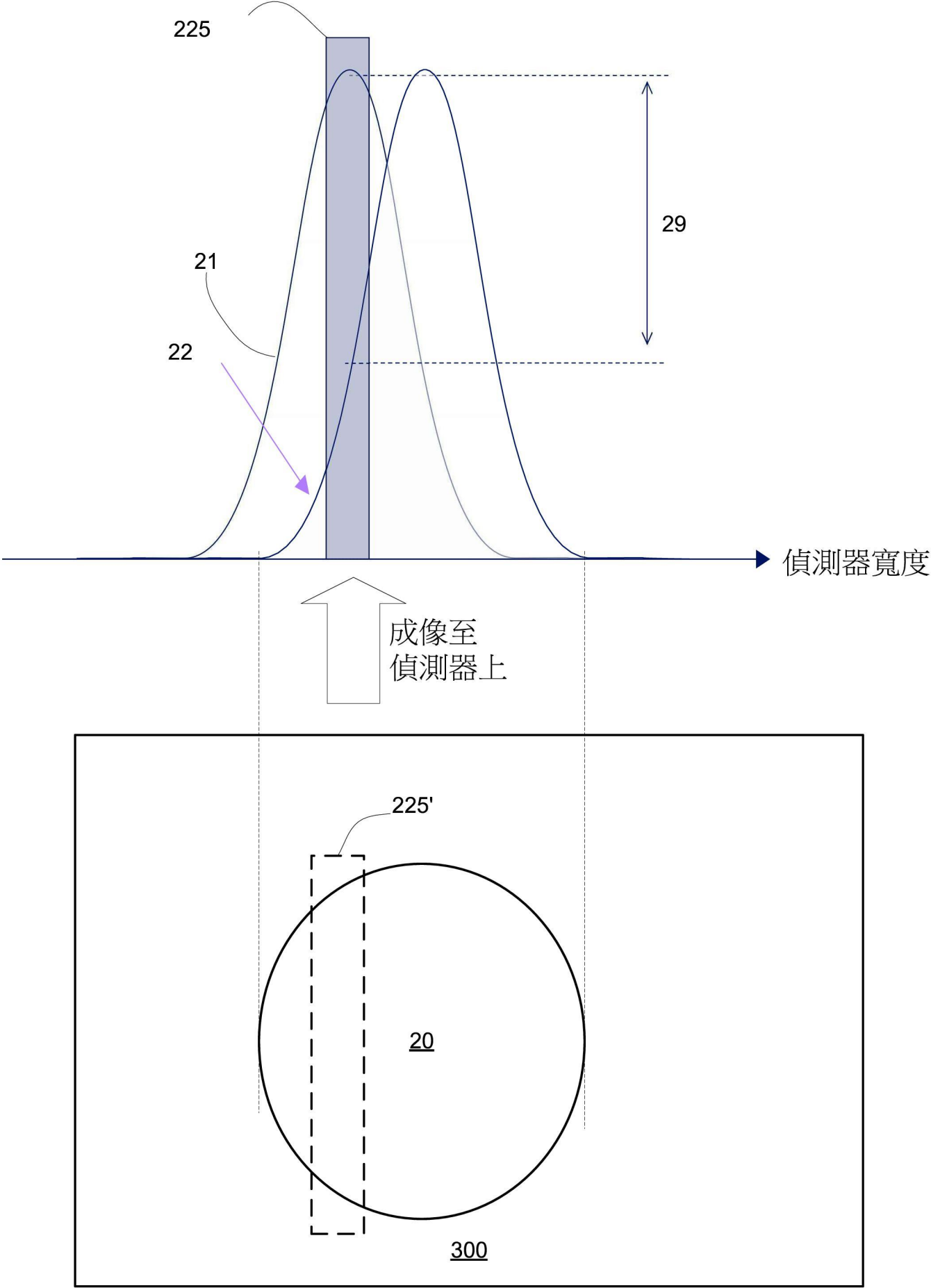


圖1

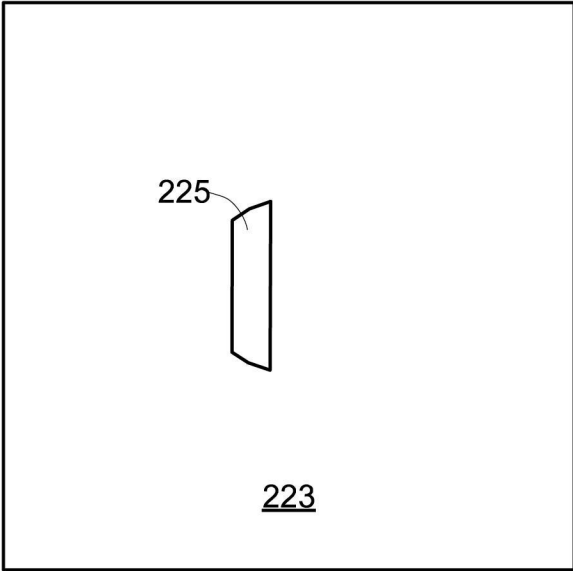
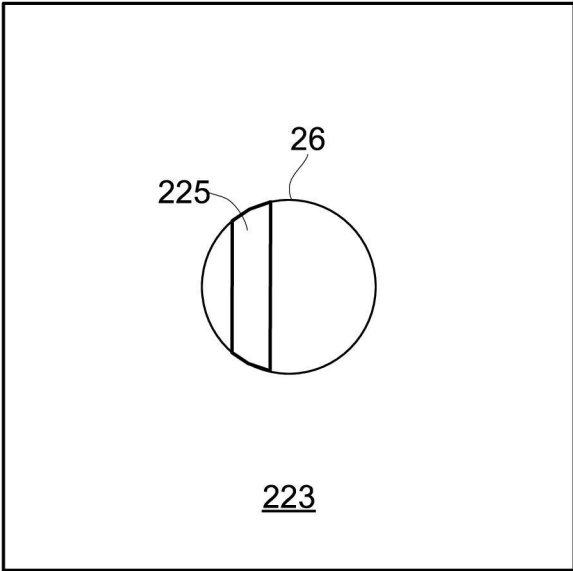
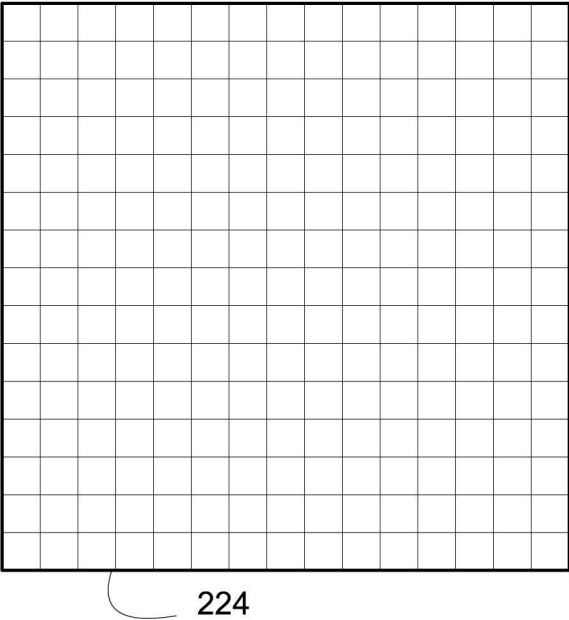
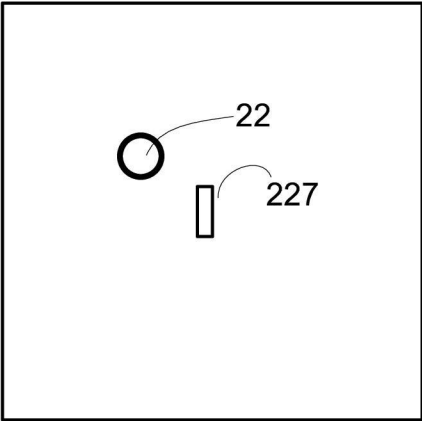
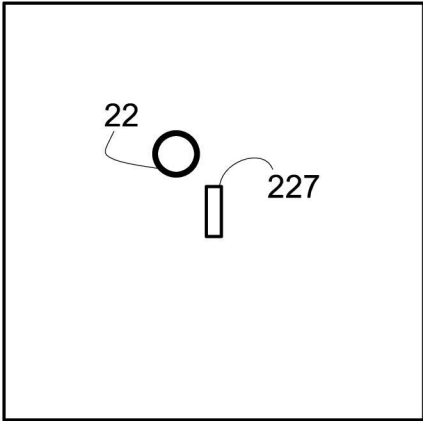


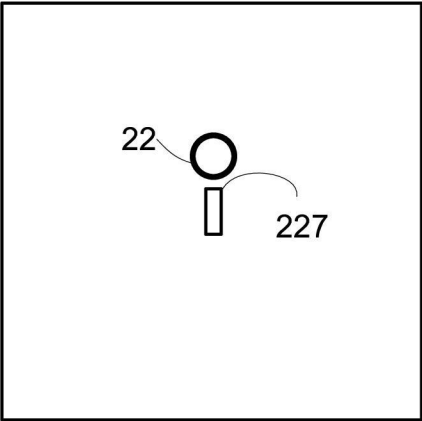
圖2



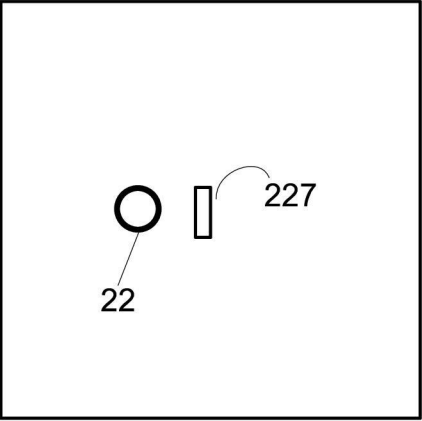
291



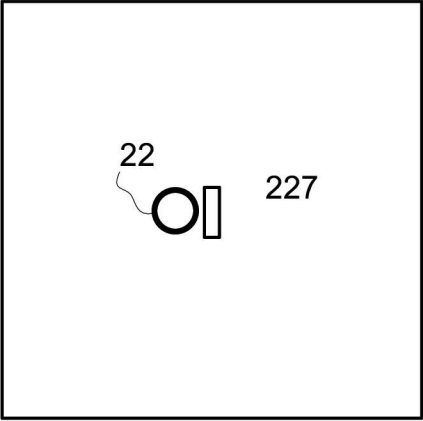
292



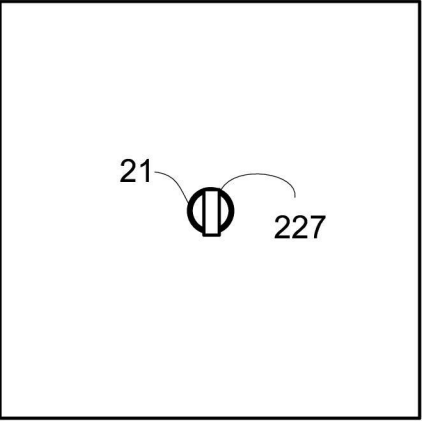
292



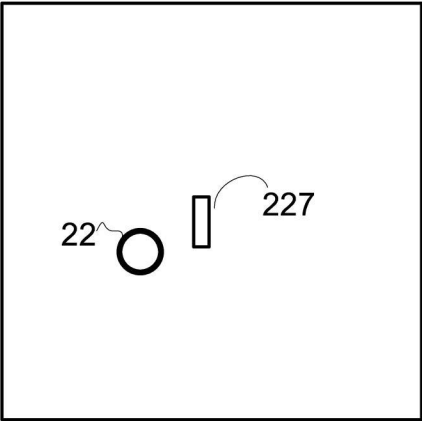
294



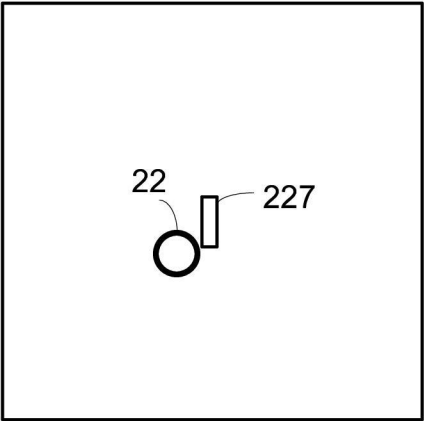
295



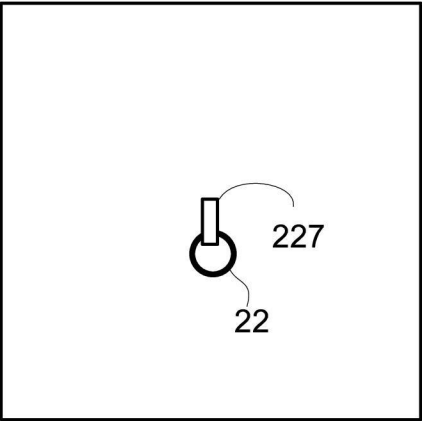
296



297



298



299

圖3

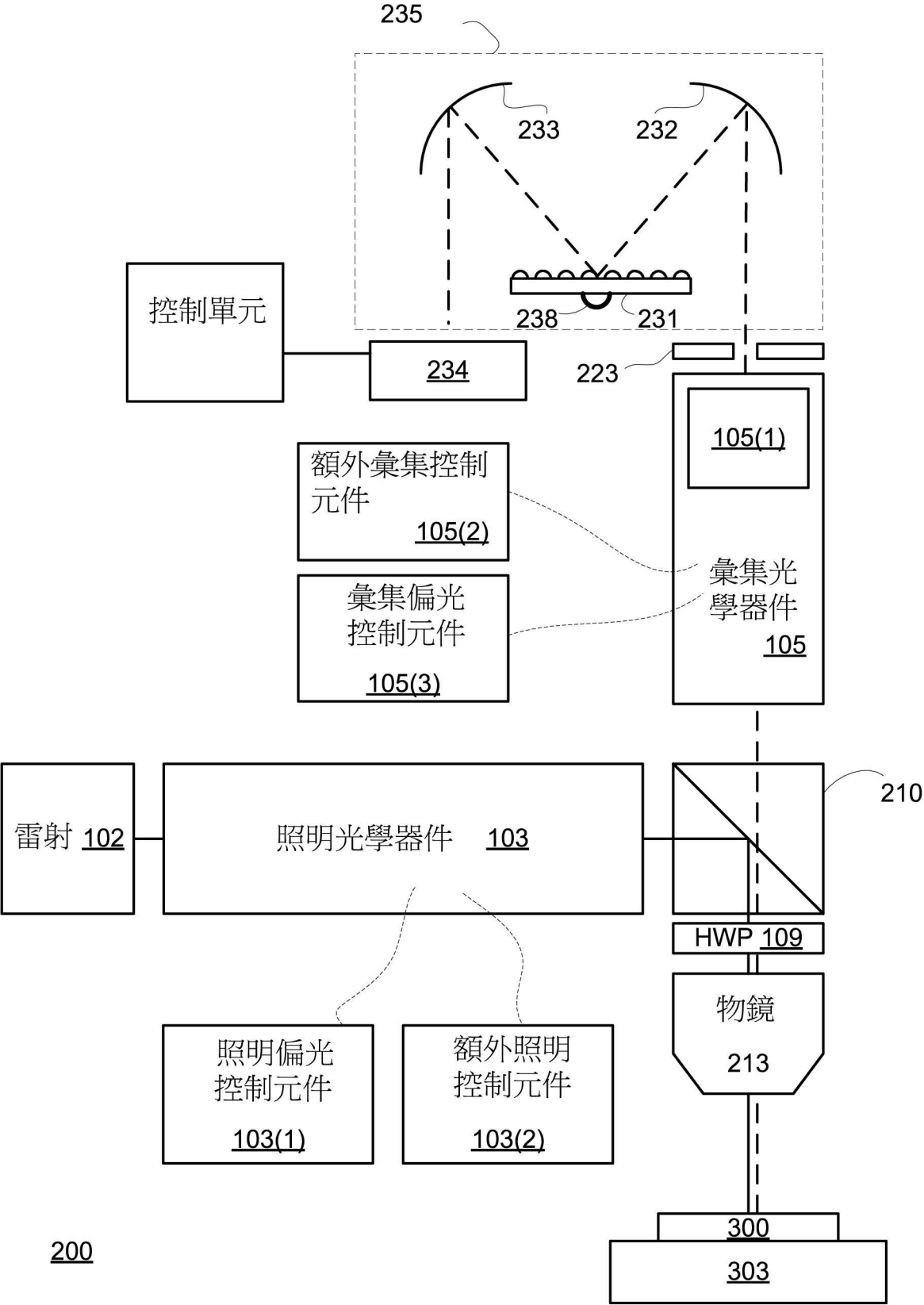


圖4

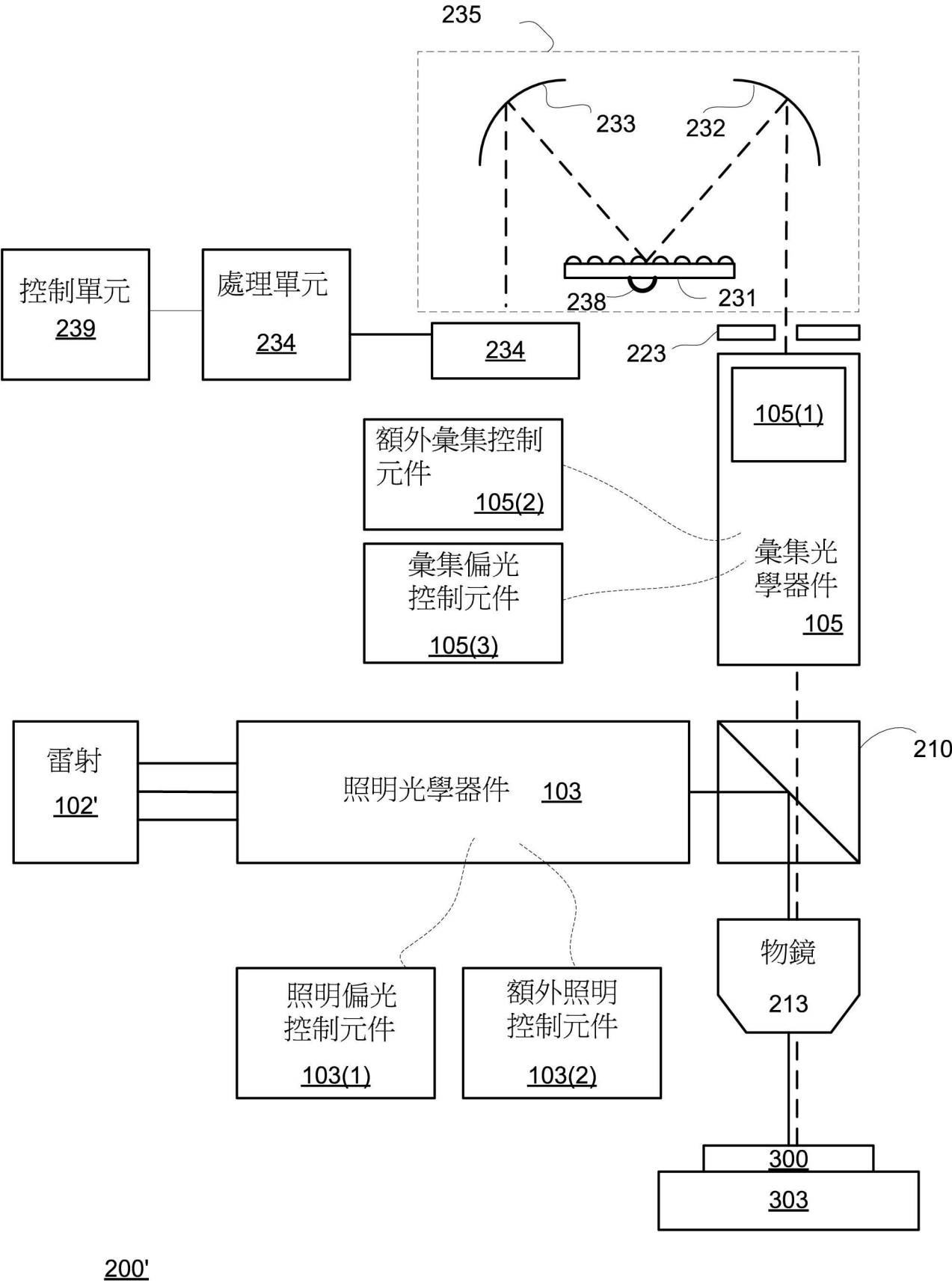


圖5

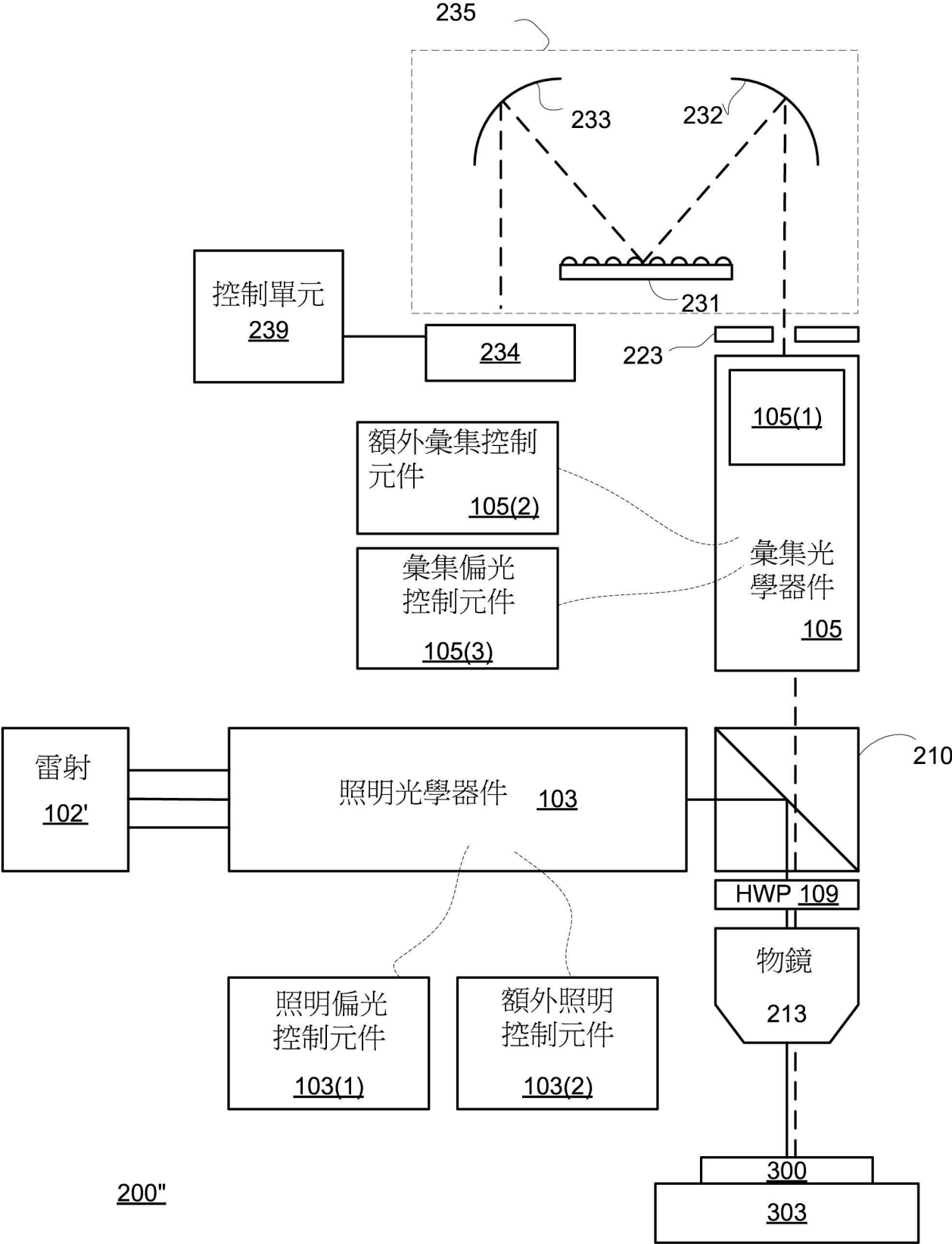


圖6

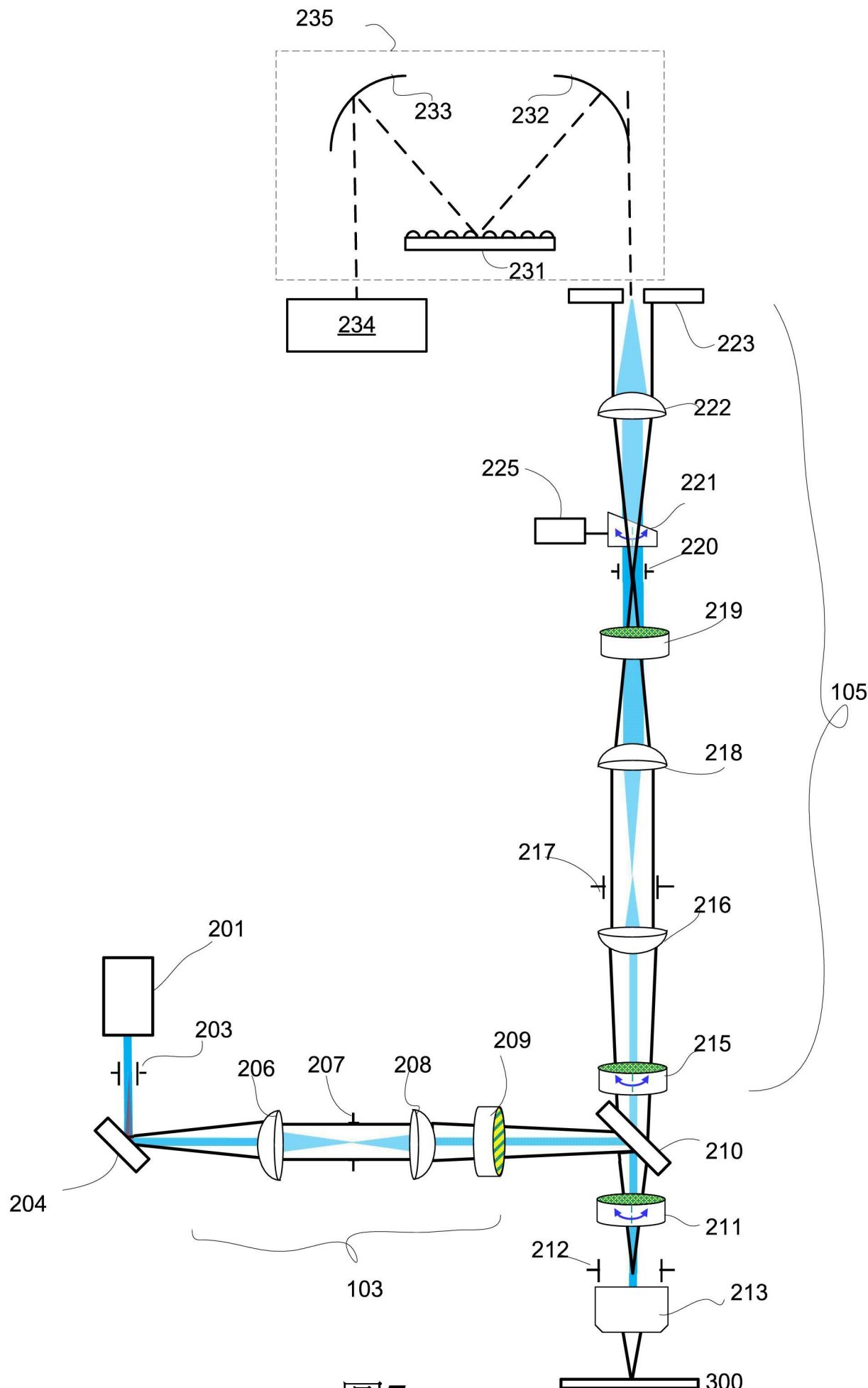


圖 7

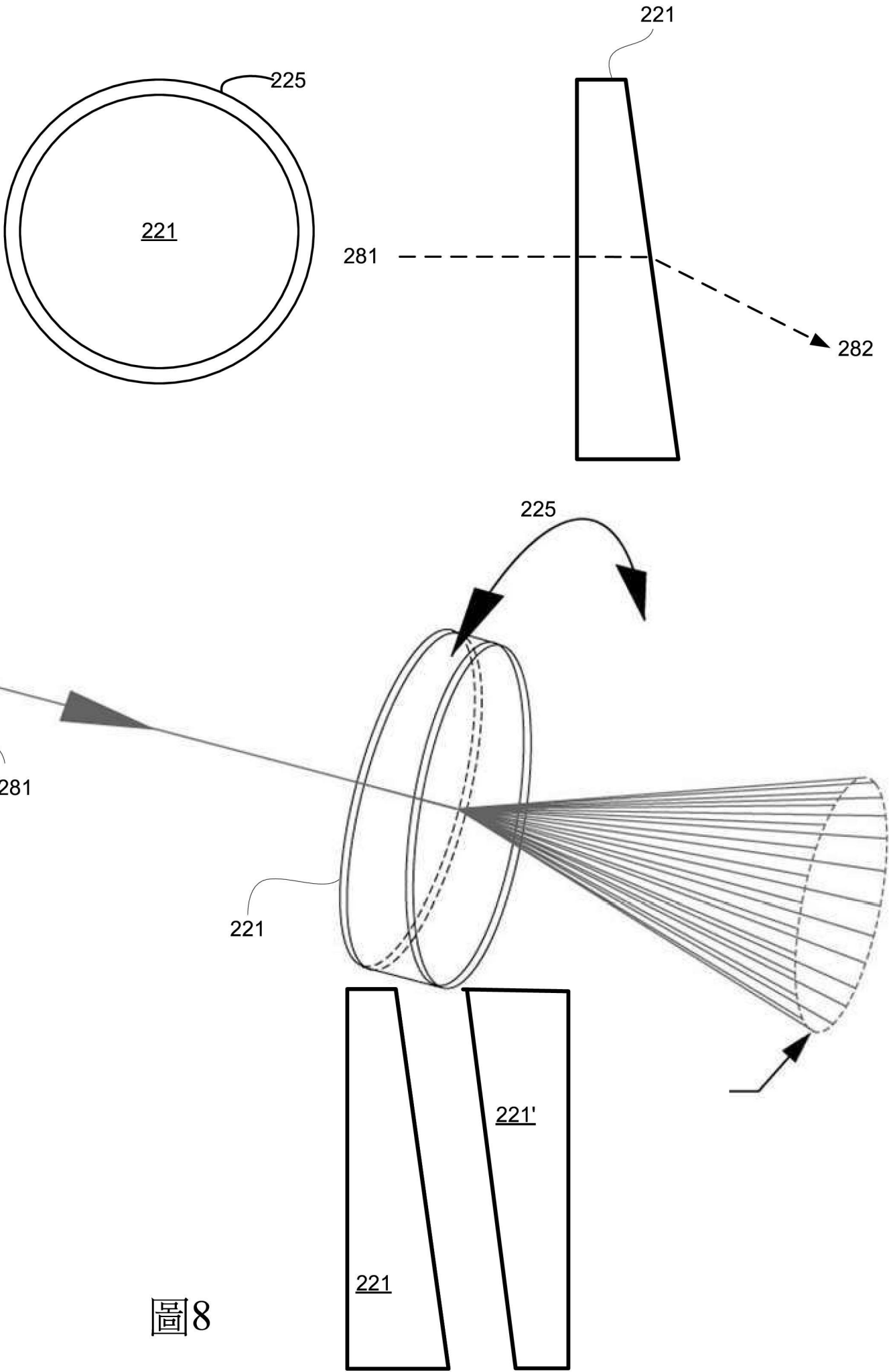


圖8

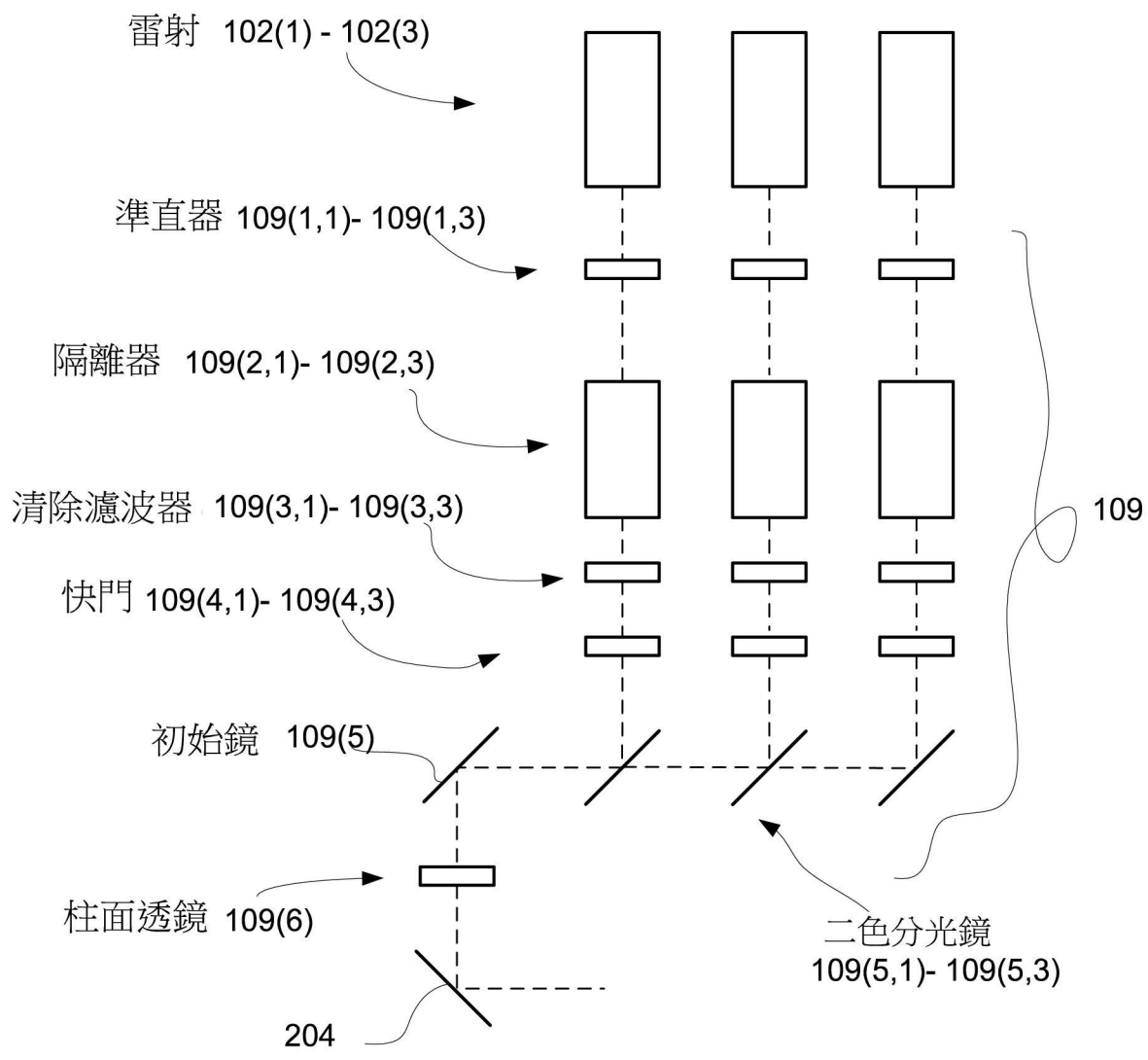


圖9

400

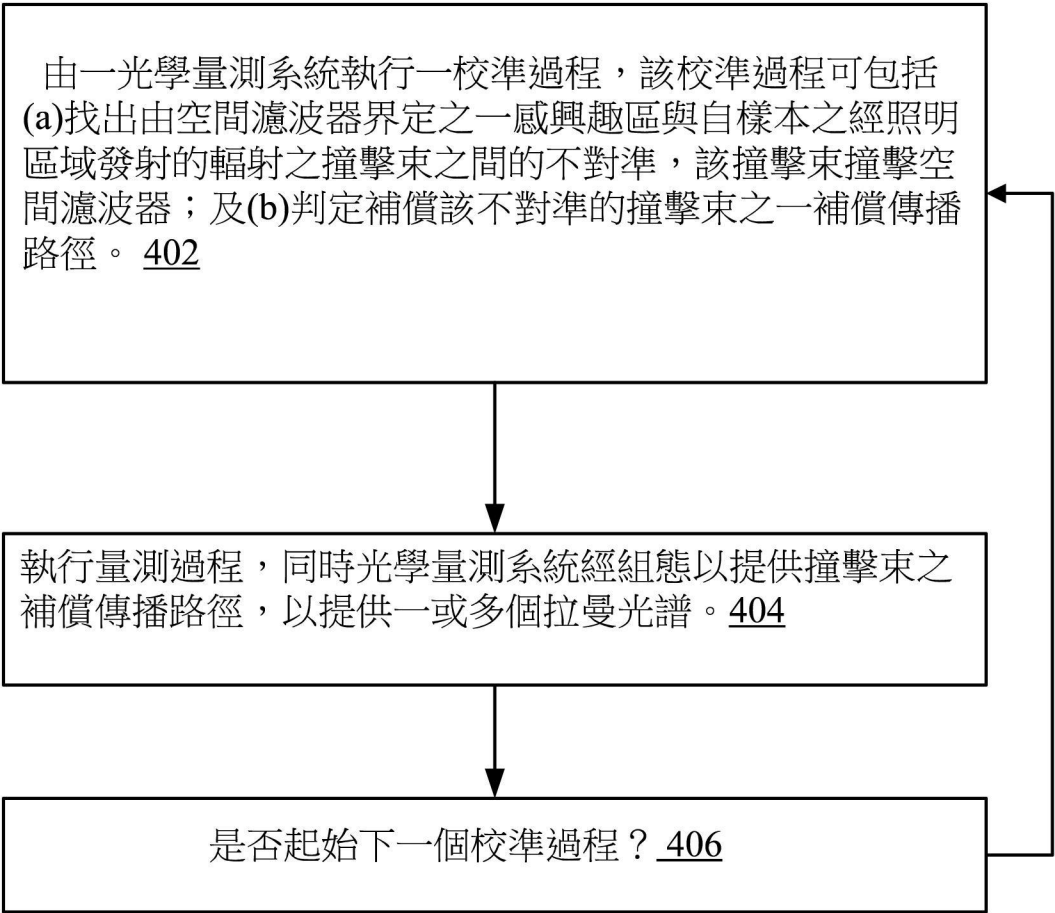


圖10

401

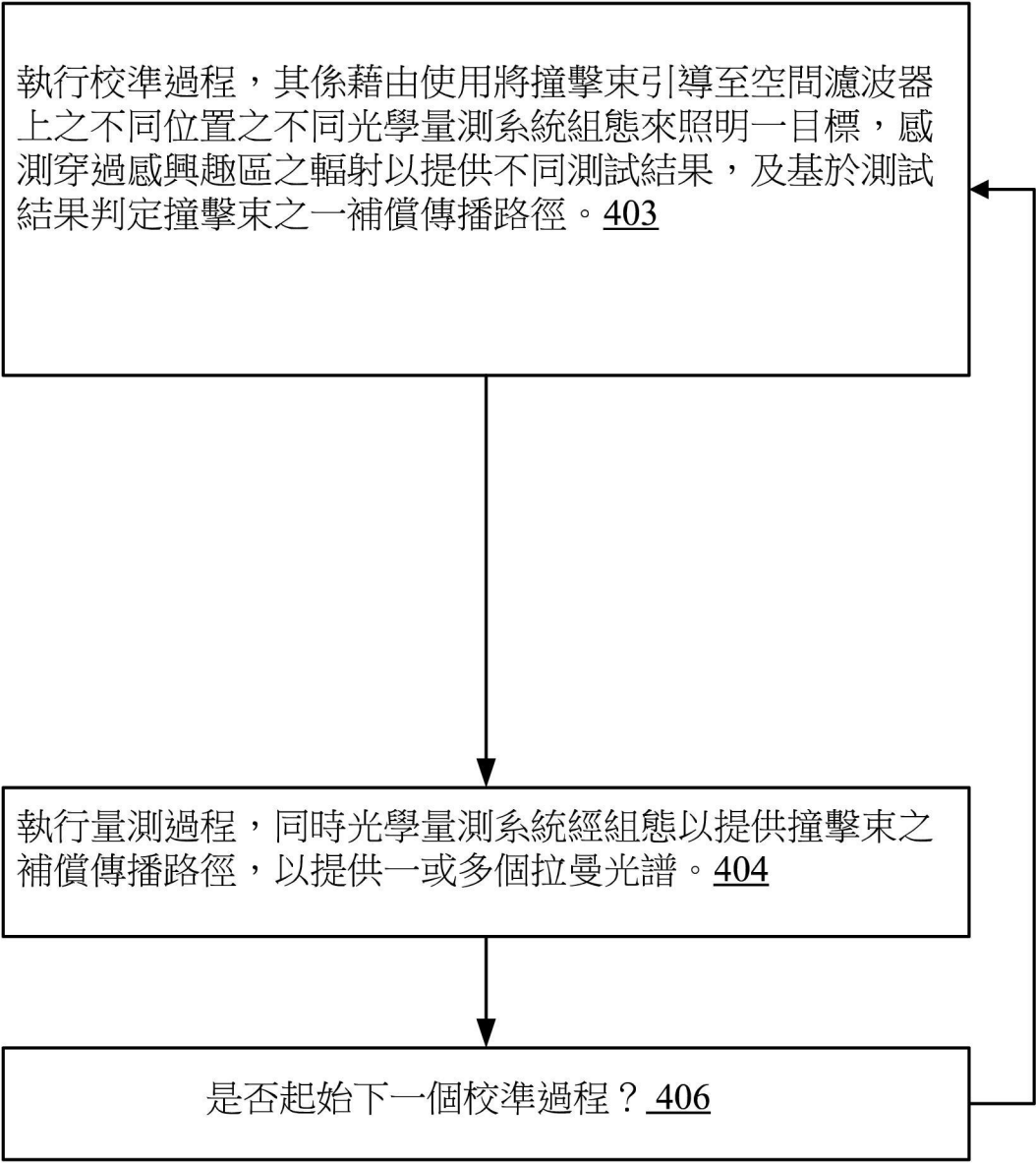


圖11

500

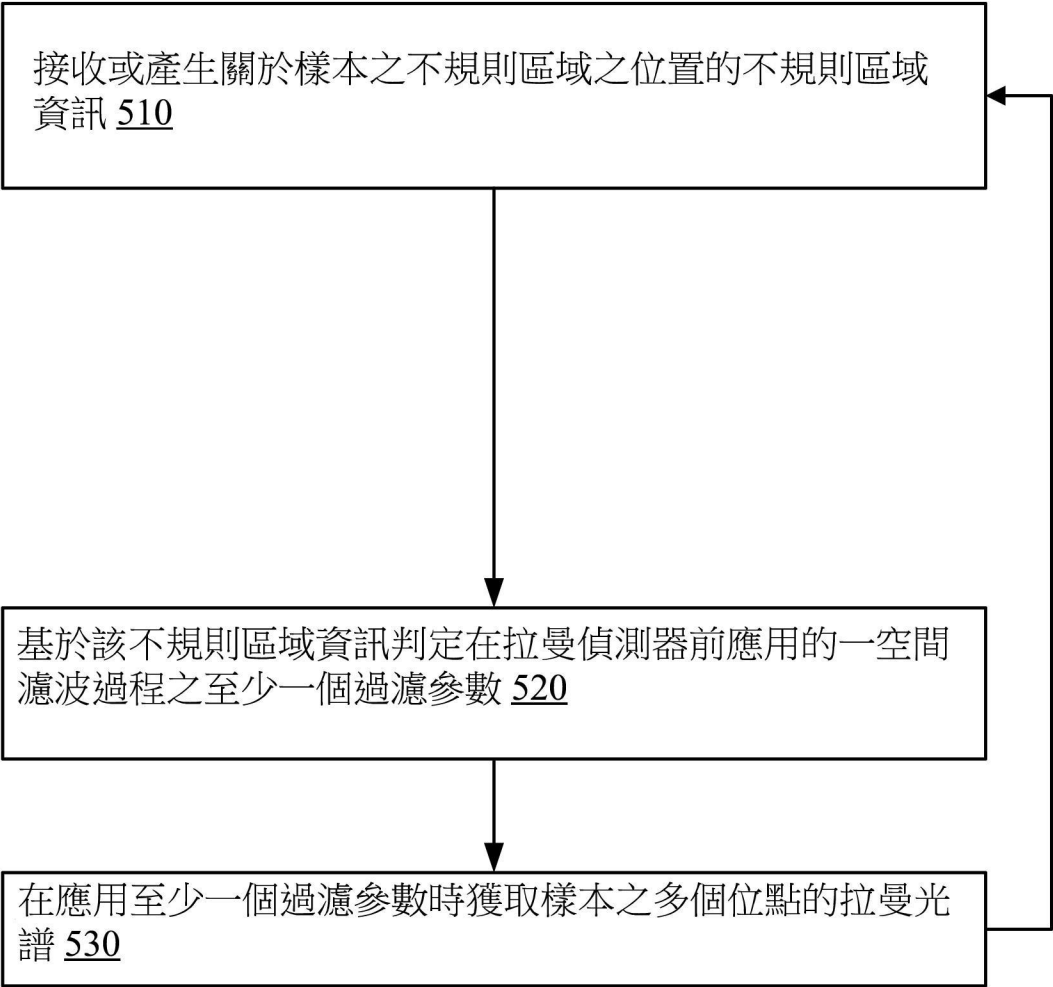


圖12

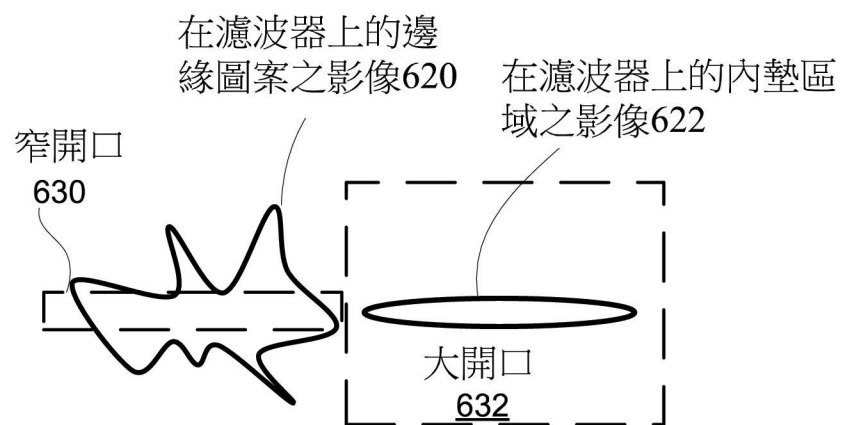
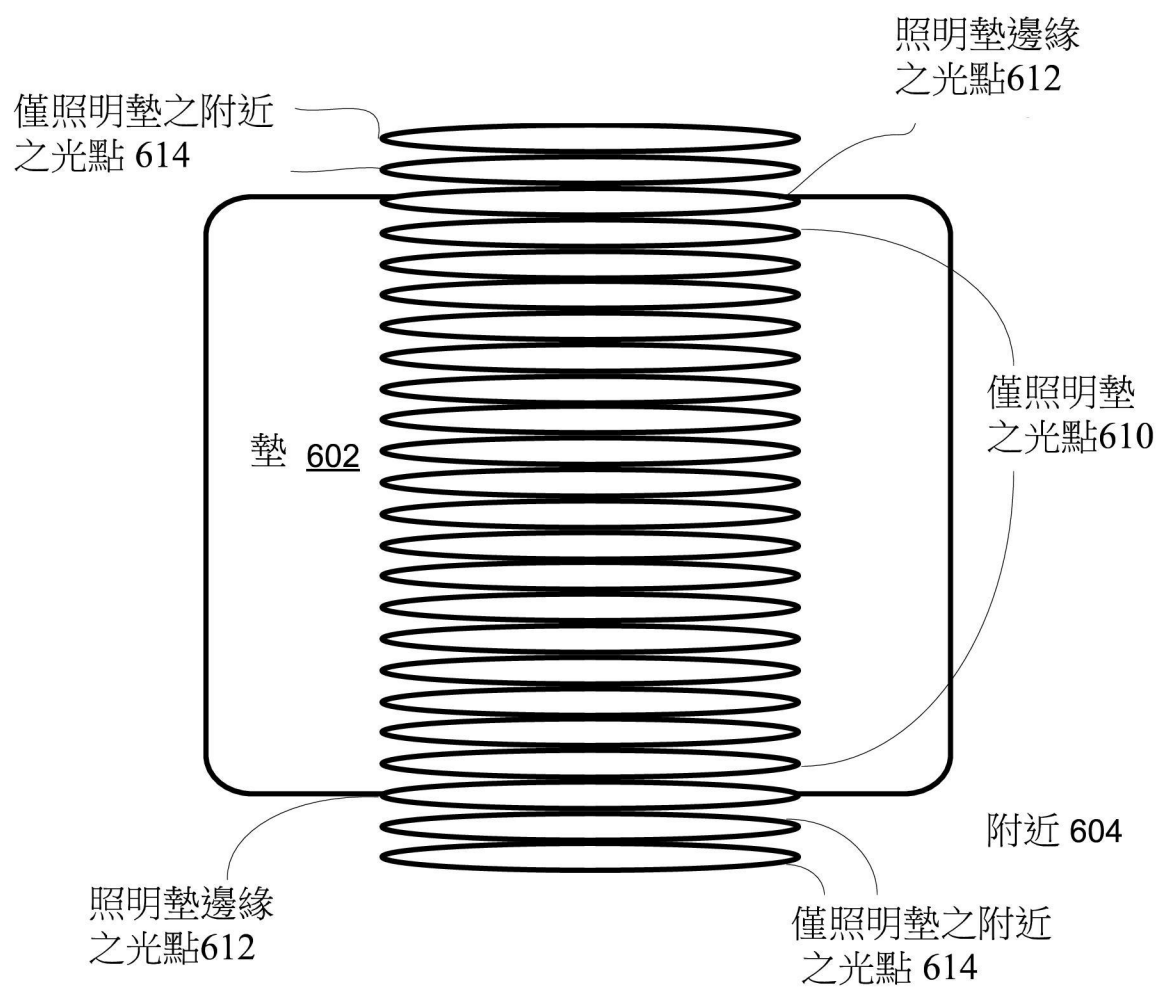


圖13

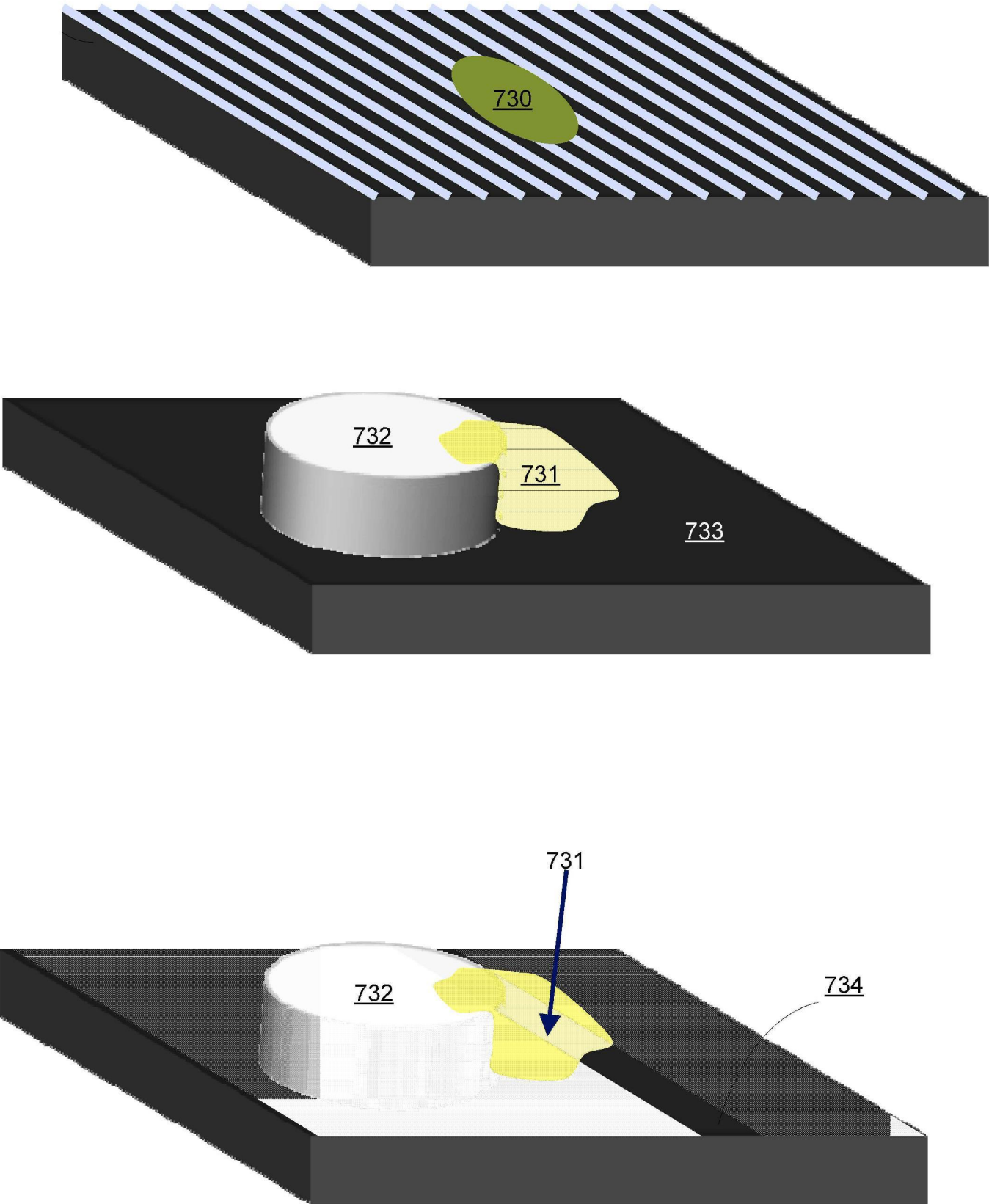


圖14