

(21)申請案號：102111468

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 29 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/32 (2006.01)**

(30)優先權：2012/03/30 美國 13/436,728

(71)申請人：蘭姆研究公司(美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)  
美國

(72)發明人：費雪 安德里斯 FISCHER, ANDREAS (US)

(74)代理人：許峻榮

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：7 共 25 頁

(54)名稱

用以有效地減少電漿處理腔室中氣體停留時間之方法及設備

METHODS AND APPARATUSES FOR EFFECTIVELY REDUCING GAS RESIDENCE TIME IN A PLASMA PROCESSING CHAMBER

(57)摘要

本發明揭示在電漿處理腔室中用以控制電漿產生以減少副產品氣體的有效停留時間或在電漿處理腔室中即時控制某些聚合物前驅物或反應副產品之濃度的方法及設備。氣體停留時間藉由針對至少一部份處理時間減少電漿反應而「有效地」減少。可提供臨界值以控制何時允許電漿反應在全速下進行以及何時允許電漿反應在減速下進行。藉由至少針對處理時間之一部份減少電漿副產品產生的速度，副產品停留時間可有效地減少以改善處理結果。

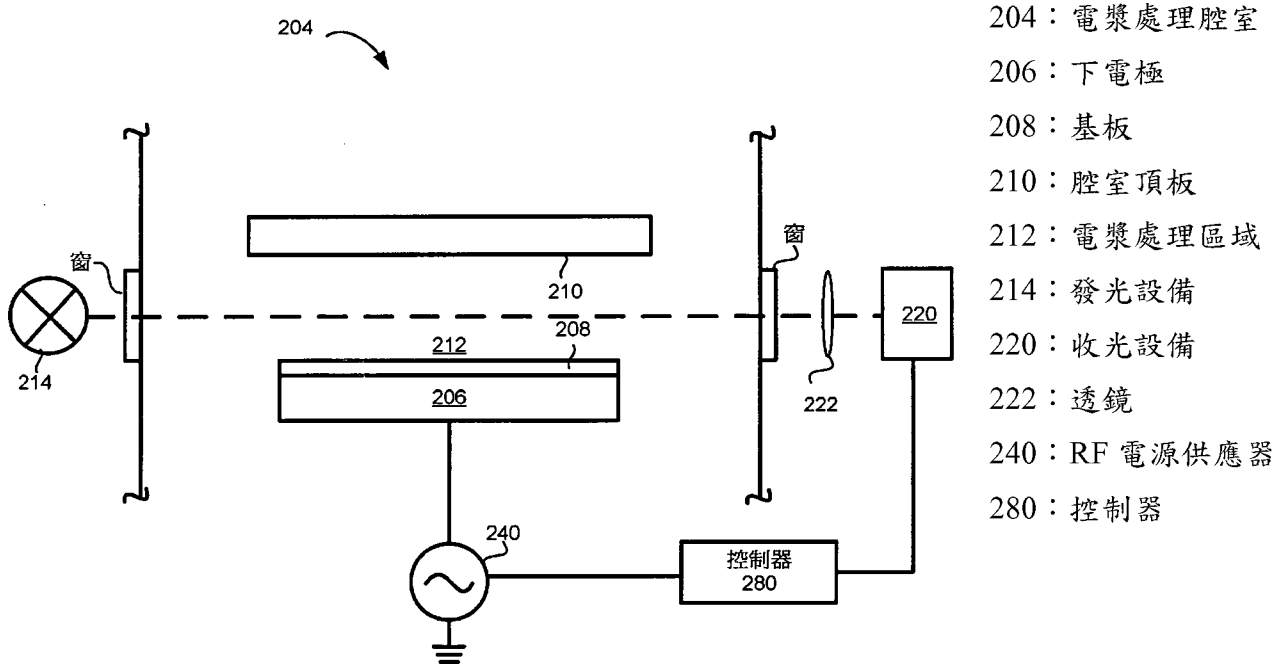


圖 2

(21)申請案號：102111468

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 29 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/32 (2006.01)**

(30)優先權：2012/03/30 美國 13/436,728

(71)申請人：蘭姆研究公司 (美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)  
美國

(72)發明人：費雪 安德里斯 FISCHER, ANDREAS (US)

(74)代理人：許峻榮

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：7 共 25 頁

(54)名稱

用以有效地減少電漿處理腔室中氣體停留時間之方法及設備

METHODS AND APPARATUSES FOR EFFECTIVELY REDUCING GAS RESIDENCE TIME IN A PLASMA PROCESSING CHAMBER

(57)摘要

本發明揭示在電漿處理腔室中用以控制電漿產生以減少副產品氣體的有效停留時間或在電漿處理腔室中即時控制某些聚合物前驅物或反應副產品之濃度的方法及設備。氣體停留時間藉由針對至少一部份處理時間減少電漿反應而「有效地」減少。可提供臨界值以控制何時允許電漿反應在全速下進行以及何時允許電漿反應在減速下進行。藉由至少針對處理時間之一部份減少電漿副產品產生的速度，副產品停留時間可有效地減少以改善處理結果。

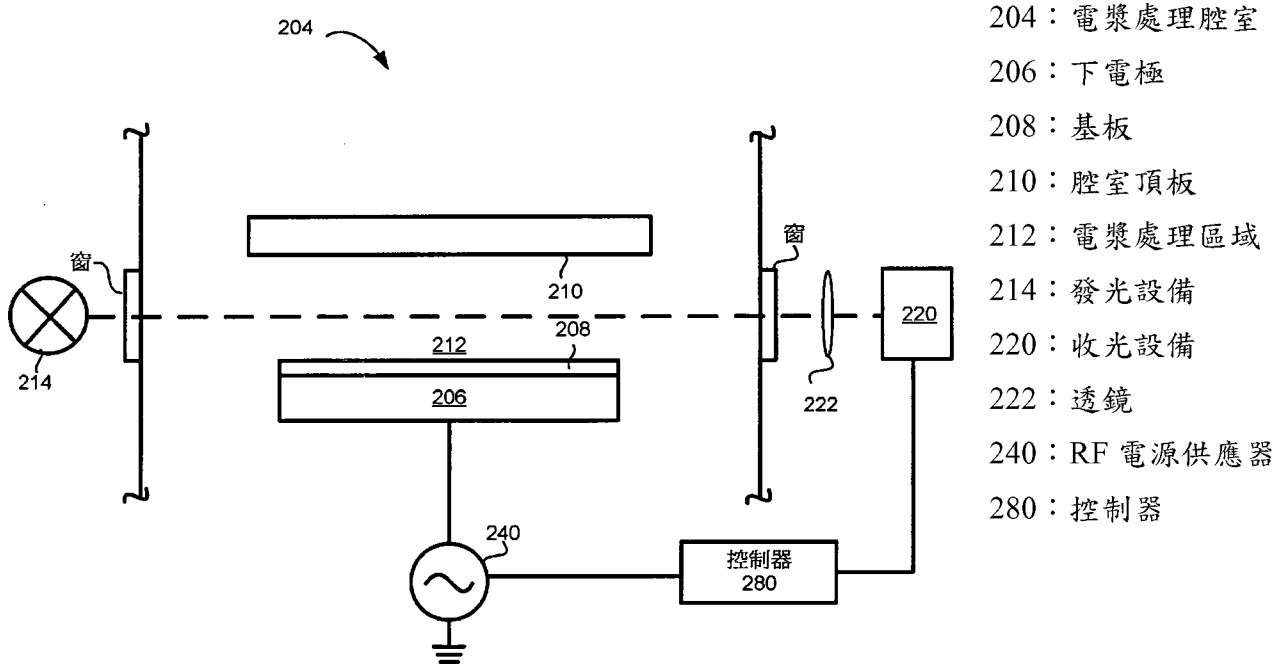


圖 2

## 發明摘要

※ 申請案號：102111468

※ 申請日：102.7.29

※IPC 分類：H01J 37/32 (2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

用以有效地減少電漿處理腔室中氣體停留時間之方法及設備

METHODS AND APPARATUSES FOR EFFECTIVELY REDUCING GAS  
RESIDENCE TIME IN A PLASMA PROCESSING CHAMBER

## 【中文】

本發明揭示在電漿處理腔室中用以控制電漿產生以減少副產品氣體的有效停留時間或在電漿處理腔室中即時控制某些聚合物前驅物或反應副產品之濃度的方法及設備。氣體停留時間藉由針對至少一部份處理時間減少電漿反應而「有效地」減少。可提供臨界值以控制何時允許電漿反應在全速下進行以及何時允許電漿反應在減速下進行。藉由至少針對處理時間之一部份減少電漿副產品產生的速度，副產品停留時間可有效地減少以改善處理結果。

## 【英文】

Methods and apparatuses for controlling plasma generation in a plasma processing chamber to reduce an effective residence time of by-product gases or to control in real time the concentration of certain polymer pre-cursors or reaction by-products in the plasma processing chamber are disclosed. The gas residence time is “effectively” reduced by reducing the plasma reaction for at least a portion of the process time. Thresholds can be provided to control when the plasma reaction is permitted to proceed at the full rate and when the plasma reaction is permitted to proceed at the reduced rate. By reducing the rate of plasma by-product generation at least for a portion of the process time, the by-product gas residence time may be effectively reduced to improve process results.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（2）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

204: 電漿處理腔室

206: 下電極

208: 基板

210: 腔室頂板

212: 電漿處理區域

214: 發光設備

220: 收光設備

222: 透鏡

240: RF 電源供應器

280: 控制器

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

(無)

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

用以有效地減少電漿處理腔室中氣體停留時間之方法及設備

METHODS AND APPARATUSES FOR EFFECTIVELY REDUCING GAS  
RESIDENCE TIME IN A PLASMA PROCESSING CHAMBER

## 【技術領域】

本發明有關於有效地減少電漿處理腔室中氣體停留時間之方法及設備。

## 【先前技術】

【0001】 電漿已長期使用於將基板(例如，晶圓、平板顯示器、液晶顯示器及其他)處理成爲電子裝置(例如，積體電路晶粒)以併入各種電子產品之中(例如，智慧型手機、電腦及其他)。

【0002】 在電漿處理中，具有一或更多電漿處理腔室之電漿處理系統可使用來處理一或更多基板。在每一腔室中，電漿產生可使用電容式耦合電漿技術、電感式耦合電漿技術、電子迴旋加速技術、微波技術等。

【0003】 在晶圓之處理的期間，例如釋放反應氣體(其可使用氣體之一或多種類型)進入電漿處理區域中並且賦予能量以形成電漿。例如，若使用電漿蝕刻基板的平面部分(相對於斜面部分)，電漿係限制於電漿處理區域，該電漿處理區域集中在基板之上且一般以基板、上電極或上腔室壁/構件以及/或限制環組爲界。然後使用電漿蝕刻、沉積，或以其他方式處理晶圓表面的曝露區域。

【0004】 處理期間，電漿與基板上曝露區域相互作用，其交互作用同時處理曝露區域並產生副產品。然後在電漿持續由所供應之反應氣體產生時，將副產品氣體抽離。電漿中的其他成分(離子或自由基)會形成對蝕刻結構的側壁保護至關重要的某些前驅物(pre-cursor)以確保非均向性的蝕刻。藉由舉例的方式，這樣的前驅體在特徵側壁上會導致聚合物沉積以改

善蝕刻方向性。其他前驅物會在不同材料的薄膜之間有利地導致某些蝕刻選擇性，其在其他情況下將會難以達成。

【0005】 圖 1 顯示電漿處理系統(可具有一或更多腔室)中習知的電漿處理腔室 102。在圖 1 中，基板 104 係顯示設置於形成下電極之靜電夾盤(ESC,electrostatic chuck)106 上。絕緣環 108 及接地環 110 係顯示環繞 ESC 106。顯示電漿處理區域 120 以腔室頂板 122、下電極/ESC106 以及一組限制環 124 為界。例如，在電容式耦合電漿處理系統的情況中，腔室頂板 122 可代表上電極。在其他的系統中，腔室頂板僅可代表用以限制電漿之腔室結構。

【0006】 經由氣體充氣部 130 由外部的氣體供應器(習知且不顯示)供應反應氣體，其也可包含加熱設備以控制上電極 122 的溫度。在圖 1 的範例中，電漿處理腔室 102 係電容式耦合電漿腔室且因此腔室頂板 122 可代表上電極，其例如可接地或可具有射頻(RF)能量。

【0007】 電漿產生電源 170，在圖 1 的範例中為 RF 電源供應器的形式，在電漿處理區域 120 中供應 RF 能量給下電極/ESC 106 以激起電漿。在其他腔室設計或使用不同電漿產生技術之腔室中，電漿產生電源 170 可包含多個電源以提供 RF 能量給腔室的不同構件或可為除了 RF 以外電漿產生技術的另一種類型(例如微波)。

【0008】 副產品氣體可通過腔室側邊或腔室下部或兩者進行排出。電漿處理腔室 102 的構件以及其他現存的電漿產生腔室(使用電容式耦合電漿或其他使用不同電漿產生技術所產生之電漿)對該領域技術者係習知且廣為人知，且在這裡將不詳細闡述。

【0009】 已觀察到在某些電漿處理腔室中，從基板 104 的中心區域 150 到基板 105 的邊緣區域 152 存在某種程度的製程非均勻性(就處理速率或處理結果而言)。當在狹窄間隙腔室中(狹窄間隙腔室表示在腔室中基板的上表面及上電極的下表面之間的間隙比基板直徑的 10%還少)蝕刻以及/或處理較大的基板(如 450mm 或更大之晶圓)時，非均勻性的問題傾向於惡化。

【0010】 在某些情況中，高深寬比特徵的蝕刻易於遭受一稱為深寬比有關之蝕刻(ARDE, Aspect Ratio Dependent Etching)的現象。一些證據顯示，導致 ARDE 之一機制係為反應副產品耗費相對長時間以從深結構(諸如高深

寬比之孔(或凹槽)的下部份擴散出而到達它們可被抽離之晶圓表面。在深特徵底部蝕刻副產品的大量增加減慢了新蝕刻劑的重新供應從而減少它們的濃度。當蝕刻前緣推進至特徵部的較深處，上述狀況導致了蝕刻前緣的減慢(與遮罩正下方之速率相比)。

【0011】 有鑑於以上的狀況，改良的蝕刻技術及設備是需要的。

### 【發明內容】

【0012】 在一實施例中，本發明關於用以處理基板之具有至少一電漿處理腔室的電漿處理系統。該電漿處理腔室包含用以支持基板的下電極以及設置於下電極之上之腔室頂板，俾使電漿處理區域在處理期間存在於基板上表面及腔室頂板之間。電漿處理系統也包含用以提供能量以在電漿處理區域中從所供應的反應氣體產生電漿的電漿產生電源、以及用以放射第一光線進入電漿處理區域的發光設備。更包含用以接收第二光的收光設備，第二光代表第一光的一已改變形式(在第一光通過電漿處理區域之後)。附加包含用以分析第二光的邏輯以確定第二光的參數是否等於或超出第一臨界值、或等於或落在第二臨界值之下，其中若第二光的參數等於或超出第一臨界值，則邏輯傳送第一訊號以減少由電漿產生電源所提供之電漿產生能量之量；若第二光的參數等於或落在第二臨界值之下，則邏輯傳送第二訊號以增加由電漿產生電源所提供之電漿產生能量之量。

【0013】 在又另一個實施例中，本發明關於在具有至少一電漿處理腔室的電漿系統中處理基板的方法，腔室包含至少一用以支持基板的下電極、設置於下電極之上之腔室頂板(俾使電漿處理區域在處理期間存在於基板上表面及腔室頂板之間)、以及用來提供能量以在電漿處理區域中從所供應的反應氣體來產生電漿的電漿產生電源。該方法包含提供用以發射第一光線入電漿處理區域的發光設備以及用以接收第二光的收光設備，第二光代表第一光的一已改變形式(在第一光通過電漿處理區域之後)，也包含用以分析第二光的邏輯以確定第二光的參數是否超出第一臨界值或落在第二臨界值之下。若第二光的參數等於或超出第一臨界值，則該方法減少由電漿產生電源所提供之電漿產生能量之量。若第二光線的參數等於或落在第二臨界值之下，則該方法增加由電漿產生電源所提供之電漿產生能量之量。

**【圖式簡單說明】**

【0014】 本發明係藉由舉例且不是藉由限制的方式說明於附圖的圖中，並且其中類似的參考數字指的是同樣的元件且其中：

【0015】 圖 1 顯示在電漿處理系統(其可具有一或更多腔室)中一習知之電漿處理腔室以方便討論。

【0016】 根據本發明之實施例，圖 2 顯示用以減少有效氣體停留時間以改善均勻性的發明腔室之一部分的簡化圖。

【0017】 根據本發明之實施例，圖 3 顯示用以減少有效氣體停留時間以改善均勻性的發明腔室之一部分的簡化圖。

【0018】 根據本發明之實施例，圖 4 顯示螢光或吸收之訊號強度作為時間之函數的圖。

【0019】 根據本發明之實施例，圖 5 顯示訊號強度對螢光(在一雷射光束從發光設備發射並由收光設備接收後所放射)波長的圖。

【0020】 根據本發明之實施例，圖 6 顯示訊號強度對透射光(在一寬(白)光譜光束從發光設備發射且由收光設備接收後並穿過吸收介質之後)波長的圖。

【0021】 根據本發明之實施例，圖 7 顯示用以減少氣體的有效停留時間以改善均勻性之方法。

**【實施方式】**

【0022】 本發明現藉由參照附圖中所顯示的其若干實施例來詳細地加以描述。以下的說明中，敘述許多細節以提供對本發明之透徹的理解。然而，對熟悉該領域者顯而易見：本發明可在沒有這些特定細節之一些或所有者的情況下實施。在其他情況下，為人所熟知的製程步驟及/或結構不詳細地描述以免不必要地混淆本發明。

【0023】 下文描述不同之實施例，包含方法及技術。應牢記本發明也涵蓋製品，該製品包含其上儲存執行本發明技術實施例的電腦可讀取指令之電腦可讀取媒體。該電腦可讀取媒體可包括例如半導體、磁性、光磁性、光學性或其他形式之用以儲存電腦可讀取代碼的電腦可讀取媒體。再者，

本發明也涵蓋了用以實施本發明實施例的設備。這樣的設備可包含專用的及/或可程式化的電路，以執行與本發明實施例有關的任務。這種設備的例子包括通用電腦及/或專用計算裝置(當適當地程式化時)，並可能包括用於關於本發明實施例之各種任務的電腦/計算裝置以及專用的/可程式化電路的組合。

【0024】 本發明之實施例關於在電漿處理腔室中用以控制電漿產生俾減少副產品氣體於電漿處理腔室中的有效停留時間之方法及設備。有效停留時間可定義為在電漿處於「蝕刻」狀態下(例如，根據正常的蝕刻配方)，氣體/電漿成分存在於基板上的平均時間。本發明的實施例試圖減少有效停留時間，其係藉由 RF 功率調變以將電漿蝕刻狀態持續時間減少到，例如，比電漿/氣體成分物理性地從晶圓之上移動到晶圓外面的區域所需之時間更短的時間。例如，對一給定的腔室若正常的(先前的技術配方)氣體停留時間是 20 毫秒，以及根據本發一實施例，射頻(RF)供電時間僅是 20 毫秒中的 5 毫秒，有效停留時間可粗略地視為是 5 毫秒，其大約是 20 毫秒的 25%。

【0025】 關於非均勻性的問題，在此發明人推論：相對於存在於基板中心的副產品氣體濃度，副產品氣體濃度會朝基板的邊緣增加。這是因為在大多數的腔室中，副產品氣體在經由腔室側邊或腔室下部或兩者被排出之前係從基板的中心朝基板邊緣移動。基板的不同區域上之副產品氣體濃度的差異可能是製程非均勻性的一個貢獻因素。

【0026】 減少氣體停留時間(也就是，在氣體被排出之前停留在腔室中的時間)可改善製程均勻性(其可涉及蝕刻均勻性、沉積均勻性、蝕刻率均勻性、沉積率均勻性、蝕刻深度均勻性以及/或沉積厚度均勻性，取決於所包含之處理的類型)。如一般所知，氣體停留時間與基板上之電漿體積、排氣泵裝置之抽速以及製程氣體壓力有關。氣體停留時間所能減少之量存在著下限，因為例如對某一抽速及壓力而言，電漿體積不能無限制地減少。

【0027】 根據本發明之一或更多實施例，藉由減少對處理時間之至少一部份的電漿反應而「有效地」減少氣體停留時間。如在此所使用的術語，處理時間意指根據一給定的配方處理基板所需的時間。根據本發明之一或更多實施例，電漿處理腔室係根據所提供之處理配方在一部分之處理時間持續期間以正常的處理模式操作。對於處理時間持續期間之另一部分，電

漿處理腔室以「減少」模式操作，藉此減少電漿產生能量(RF 或微波或電漿產生能量的其他形式)，以減少或停止與基板曝露區域的反應。

【0028】 或者，根據本發明的一或更多實施例，藉由減少對「真實」氣體停留時間之至少一部份的電漿反應而「有效地」減少氣體停留時間。如在此所使用的術語，「真實」氣體停留時間意指氣體在腔室中真正花的時間且關於腔室容留氣體(其因此與氣體壓力及體積有關)之體積除以氣體自腔室中移除之速率的比率。根據本發明的一或更多實施例，電漿處理腔室係根據所提供的處理配方在一部分之真實氣體停留時間持續期間以正常的處理狀態操作。對於真實氣體停留時間持續期間之另一部分，電漿處理腔室以「減少」模式操作，藉此減少電漿產生能量(RF 或微波或電漿產生能量的其他形式)，以減少或停止與基板曝露區域的反應。

【0029】 在「減少」模式時間的期間，反應副產品氣體朝基板邊緣移動，且並不顯著地進行與基板曝露部分的二次反應。一旦減少模式時間結束，電漿產生能量又再次增加以於完整層級處理基板。在一或更多實施例中，在「減少模式」時間期間，流進腔室中的反應氣體維持不變。在一或更多實施例中，間隔長度的範圍可介於 1msec 到蝕刻步驟的全長之間。

【0030】 在一或更多實施例中，積極地監控電漿以控制減少模式的開始與終止。在一或更多實施例中，使用發光設備發射光進入電漿處理區域並監控橫越穿過電漿處理區域之後的已改變光。例如，光可藉由使其某部分之波長被吸收而改變。例如，光可藉由發出螢光而改變。不管如何，係監控已改變光並與做為波長函數之兩個臨界值作比較。

【0031】 若參數(舉例，例如被吸收波長的強度或放射螢光波長的強度)等於或超出第一臨界值，控制電漿以進入減少模式。一旦在減少模式中，減少或停止反應並隨著時間的推移減少副產品氣體濃度。若參數等於或在第二臨界值之下，控制電漿以退出減少模式。在跳出減少模式之後，例如反應會增加回至完整層級。在本發明實施例的上下文中，減少模式指的是與正常蝕刻模式相比較之較低的射頻功率位準並可能包含電漿關閉狀態。根據本發明的一實施例，例如，為了避免關聯於電漿重新點燃及穩定的複雜性及延遲，在減少模式期間大大地減少電漿但不完全將其熄滅。根據本發明的另一實施例，做為另一個例子，在減少模式期間可關閉電漿。

【0032】 本發明之特徵及優點參照以下的圖式及討論可更獲得理解。

【0033】 根據本發明的一實施例，圖 2 顯示用以減少有效氣體停留時間以改善均勻性之發明腔室一部分的簡化圖。參考圖 2，具有至少一電漿處理腔室 204 之電漿處理系統包含在處理期間用來支持基板 208 的下電極 206。腔室頂板 210，例如其代表電容式耦合電漿處理腔室的案例中的上電極，或電感式耦合電漿處理腔室的案例中的介電窗，形成電漿處理區域 212 的上邊界。發光設備 214(例如為具有平行光管之光源形式)發射光穿過電漿處理區域 212。發射光可為單色的(例如，雷射)或可為寬頻帶。當光橫過電漿處理區域 212 時，光通過電漿及/或氣體及/或存在於電漿處理區域 212 中的物質且被改變。該改變光藉由收光設備 220 而接收，圖 2 之範例中收光設備 220 代表一光學發射光譜儀(OES)。可提供透鏡 222 以將已改變光聚焦於 OES 感測器上。

【0034】 收光設備 220 可包含一分析子單元，其對已改變光的參數(例如，被吸收波長的強度或放射螢光波長的強度)及兩個臨界值進行比較並提供回應於分析結果的訊號。若參數(舉例，例如被吸收波長的強度或放射螢光波長的強度)等於或超出第一臨界值，則藉由控制器 280(其與收光設備 220 通訊且可能與收光設備 220 整合或可能是一單獨的元件)傳送一訊號給 RF 電源供應器 240(在圖 2 的範例中代表電漿產生電源)以控制電漿(例如減少 RF 功率)以進入減少模式。一旦在減少模式中，減少或停止反應並隨著時間推移減少副產品氣體濃度。若參數等於或在第二臨界值之下，藉由控制器 280 傳送另一訊號給 RF 電源供應器 240 以控制電漿(例如增加 RF 功率)以跳出減少模式。跳出減少模式之後，例如反應會回增至完整層級。

【0035】 根據本發明的一實施例，圖 3 顯示用以減少有效氣體停留時間以改善均勻性之發明腔室一部分的簡化圖。參考圖 3，具有至少一電漿處理腔室 304 之電漿處理系統包含在處理期間用來支持基板 308 的下電極 306。腔室頂板 310，例如其代表電容式耦合電漿處理腔室的案例中的上電極，或電感式耦合電漿處理腔室的案例中的介電窗，形成電漿處理區域 312 的上邊界。發光設備(例如為具有平行光管之光源形式)發射光穿過電漿處理區域 312。發射光可為單色的(例如，雷射)或可為寬頻帶。

【0036】 當光橫過電漿處理區域 312 時，光通過電漿及/或氣體及/或

存在於電漿處理區域 312 中的物質且被改變。該改變光藉由收光設備接收，圖 3 之範例中收光設備代表一光二極體 328 以及一干涉濾波器 330。

【0037】 收光設備可包含一分析子單元，其對已改變光的參數(例如，被吸收波長的強度或放射螢光波長的強度)及兩個臨界值進行比較並提供回應於分析結果的訊號。若參數(舉例，例如被吸收波長的強度或放射螢光波長的強度)等於或超出第一臨界值，則傳送(使用例如圖 2 所描述之控制器)訊號給 RF 電源供應器 340(在圖 3 的範例中代表電漿產生電源)以控制電漿(例如減少 RF 功率)以進入減少模式。一旦在減少模式中，減少或停止反應並隨著時間推移減少副產品氣體濃度。若參數等於或在第二臨界值之下，傳送另一訊號給 RF 電源供應器 340 以控制電漿(例如增加 RF 功率)以跳出減少模式。跳出減少模式之後，例如反應會回增至完整層級。

【0038】 根據本發明一實施例，圖 4 顯示作為時間函數之螢光或吸收的訊號強度圖。在時間 T1 期間，電漿處理腔室操作在正常模式且於完整層級進行處理。監控訊號強度 402 且若訊號強度 402 等於或超出臨界值 420，藉由改變 RF 功率控制電漿以進入減少模式。減少模式持續期間顯示如時間 T2。繼續監控訊號強度 402 且若訊號強度 402 等於或落在臨界值 430 之下，藉由改變 RF 功率控制電漿以跳出減少模式。在圖 4 的範例中，跳出減少模式之後，電漿處理回復到完整層級。在一或多個實施例中，於時間 T1 及 T2 期間，反應氣體進入腔室的流率保持為常數。

【0039】 根據本發明一實施例，圖 5 顯示訊號強度對螢光(在從發光設備發射雷射光束並由收光設備接收之後所放射)波長的圖。如圖 5 所視，帶有波長 WL 之雷射使電漿處理區域中副產品氣體的某些氣體發射帶有波長 W1 之螢光。藉由監控螢光的強度，副產品氣體的濃度可加以約略估計或計算並在較早所討論的方式中與兩臨界值進行比較。

【0040】 根據本發明一實施例，圖 6 顯示訊號強度對被吸收光(在寬(白)光譜光束從發光設備發射並由收光設備吸收之後所放射)波長的圖。如同圖 6 所視，副產品氣體吸收白光譜的波長 WS 之某些部分。藉由監控在波長 WS 吸收多少光，副產品氣體濃度可加以約略估計或計算並在較早所討論的方式中與兩臨界值進行比較。

【0041】 根據本發明一實施例，圖 7 顯示用以減少氣體的有效停留時

間以改善均勻性之方法。該方法係實施於具有至少一電漿處理腔室的電漿系統中。該腔室包含至少一用以支持基板的下電極以及設置在下電極之上的腔室頂板，以使電漿處理區域在處理期間存在於基板的上表面以及腔室頂板之間。

【0042】 電漿處理腔室也包含用以提供能量之電漿產生電源，以在電漿處理區域中從所供應的反應氣體產生電漿。在步驟 702 中，提供一用以發射第一光進入該電漿處理區域的發光設備。在步驟 704 中，提供一用以接收第二光的收光設備，第二光代表該第一光的一已改變形式(在第一光通過該電漿處理區域之後)。在步驟 706 中，提供一用以分析第二光的邏輯以確定第二光的參數是否超出第一臨界值或落在第二臨界值之下。若第二光的參數等於或超出第一臨界值(712)，步驟 708 包含減少由該電漿產生電源所提供之電漿產生能量之量。若不是(步驟 712)，程序回到步驟 702 以繼續監控該發射光。

【0043】 若第二光的參數等於或落在第二臨界值(714)之下。步驟 710 包含增加由該電漿產生電源所提供的電漿產生能量之該量。若不是(步驟 714)，程序回到步驟 702 以繼續監控該發射光。圖 7 的步驟可反覆地執行(箭頭 720)直到完成基板處理。

【0044】 從前面的敘述可以理解，本發明的實施例藉由有效地減少氣體停留時間改善均勻性。若調變 RF 電源以進入或跳出減少模式，在減少模式及全處理模式之間的調變可能在毫秒的範圍中，其傾向太長而不會顯著地影響電子溫度。然而，可以先前尚無法達成的程度(因減少腔室壓力、腔室體積的限制或增加抽氣速率的限制)而減少有效氣體停留時間。藉著減少有效氣體停留時間，有利地改善均勻性。

【0045】 雖然在此處之範例已在減少起因於基板的邊緣區域及基板的中心區域之間副產品濃度差別之非均勻性的背景中加以討論，但本發明的實施例可適用於監控反應副產品濃度或前驅體濃度並調變 RF 功率於正常及減少模式之間以減少它們的有效停留時間。

【0046】 例如，爲了影響聚合物沉積的量，可監控聚合物前驅物濃度以控制正常及減少模式(例如持續時間或 RF 功率位準)的參數。如所知的，某些蝕刻製程可能牽涉到沉積及蝕刻機制/子步驟之的平衡以達成所想要的

蝕刻結果。在這些蝕刻應用中，需要控制聚合物沉積因為，例如太多或太小的聚合物沉積可能會導致諸如減少的蝕刻率、非均勻性、有缺陷的蝕刻外型及其他不想要的結果。可選擇地或附加地，以上所討論之本發明的實施例可適用於監控前驅物的濃度並調變正常操作時間以及減少模式時間的持續時間及/或 RF 功率位準以提供用以控制蝕刻之額外的控制手段。

【0047】 再者，在蝕刻基板的同時控制聚合物前驅物或副產品濃度以快速回應感測器量測結果的能力也可解決先前所提的深寬比有關之蝕刻 (ARDE) 問題。例如，在減少模式操作週期或脈波期間藉由給予蝕刻副產品更多時間以擴散出較高的深寬比特徵，在這些高深寬比的孔及凹槽中之蝕刻副產品的濃度可較好控制，從而減輕 ARDE。

【0048】 雖然本發明已透過幾個較佳的實施例描述，但仍有落於本發明之範圍內的變化、置換及等效者。雖然在此提供了不同的範例，但意圖使這些範例相關於本發明為說明性而非限制性。並且，發明名稱及發明內容係為求方便而在此提供，且不應被用來解釋為此處之請求項的範圍。再者，摘要係以高度縮寫之行是寫成，並係為求方便而在此提供，且因此不應被用來解釋或限制表明於申請專利範圍中之整個發明。若在此使用術語「組」，此術語目的在使其一般被理解之數學意義涵蓋零、一、或大於一者。也應注意有很多實施本發明之方法及設備的替代性方式。因此欲將以下所附之請求項解釋為將所有此變化、置換及等效者包含為落在本發明之真實精神及範圍內。

#### 【符號說明】

- 102: 電漿處理腔室
- 104: 基板
- 106: 靜電夾盤
- 108: 絕緣環
- 110: 接地環
- 120: 電漿處理區域
- 122: 腔室頂板
- 124: 限制環

- 130: 氣體充氣部
- 150: 基板中心區域
- 152: 基板邊緣區域
- 170: 電漿產生電源
- 204: 電漿處理腔室
- 206: 下電極
- 208: 基板
- 210: 腔室頂板
- 212: 電漿處理區域
- 214: 發光設備
- 220: 收光設備
- 222: 透鏡
- 240: RF 電源供應器
- 280: 控制器
- 304: 電漿處理腔室
- 306: 下電極
- 308: 基板
- 310: 腔室頂板
- 312: 電漿處理區域
- 328: 光二極體
- 330: 干涉濾波器
- 340: RF 電源供應器
- 402: 訊號強度
- 420: 臨界值
- 430: 臨界值

## 申請專利範圍

1. 一種電漿處理系統，具有至少一電漿處理腔室用以處理基板，該電漿處理系統包含有：

一下電極，用以支持該基板；

一設置在該下電極之上的腔室頂板，以使一電漿處理區域在該處理期間存在於該基板的上表面與該腔室頂板之間；

一電漿產生電源，用以提供能量以在該電漿處理區域中從所供應之反應氣體產生電漿；

一發光設備，用以發射第一光進入該電漿處理區域；

一收光設備，用以接收第二光，該第二光代表在該第一光通過該電漿處理區域後之該第一光的一已改變形式；以及

一邏輯，用以分析該第二光以確定該第二光的一參數等於或超出一第一臨界值、或等於或落在第二臨界值之下，其中若該第二光的該參數等於或超出該第一臨界值，則該邏輯傳送一第一訊號以減少由該電漿產生電源所提供之電漿產生能量之量，若該第二光的該參數等於或落在該第二臨界值之下，則該邏輯傳送一第二訊號以增加由該電漿產生電源所提供之電漿產生能量之量。

2. 如申請專利範圍第 1 項的電漿處理系統，其中該腔室頂板代表一上電極。

3. 如申請專利範圍第 2 項的電漿處理系統，其中該電漿產生電源代表一 RF 電源供應器，其配置以提供 RF 能量給該上電極。

4. 如申請專利範圍第 1 項的電漿處理系統，其中該電漿產生電源代表一 RF 電源供應器，其配置以提供 RF 能量給該下電極。

5. 如申請專利範圍第 1 項的電漿處理系統，其中該電漿產生電源代表一微波電源。

6. 如申請專利範圍第 1 項的電漿處理系統，其中該基板的上表面與該腔室頂板之間的一間隙係少於該基板直徑的 10%。

7. 如申請專利範圍第 1 項的電漿處理系統，其中該邏輯包含控制軟體以及一電腦，該控制軟體實行該用以分析之邏輯，且該電腦配置以執行該控制軟體而施行該減少程序及該增加程序。

8. 如申請專利範圍第 1 項的電漿處理系統，其中該發光設備係配置以發射

一寬譜光。

9. 如申請專利範圍第 1 項的電漿處理系統，其中該發光設備係配置以發射一雷射光。

10. 一種用以處理一基板之方法，該基板位在具有至少一電漿處理腔室之電漿系統中，該腔室包含至少一用以支持該基板的下電極、一設置在該下電極之上的腔室頂板，以使一腔室處理區域在該處理期間存在於該基板的上表面與該腔室頂板之間、以及一電漿產生電源，用以提供能量以在該電漿處理區域中從所供應之反應氣體產生電漿，該方法包含有：

提供一發光設備，用以發射第一光進入該電漿處理區域；

提供一收光設備，用以接收第二光，該第二光代表在該第一光通過該電漿處理區域後該第一光的一已改變之形式；

一邏輯，用以分析該第二光以確定該第二光的一參數超出一第一臨界值或落在一第二臨界值之下；

若該第二光的該參數等於或超出該第一臨界值，減少由該電漿產生電源所提供的電漿產生能量之量；且

若該第二光的該參數等於或落在該第二臨界值之下，增加由該電漿產生電源所提供的電漿產生能量之量。

11. 如申請專利範圍第 10 項的用以處理一基板之方法，其中該腔室頂板代表一上電極。

12. 如申請專利範圍第 11 項的用以處理一基板之方法，其中該電漿產生電源代表一 RF 電源供應器，其配置以提供 RF 電源給該上電極。

13. 如申請專利範圍第 10 項的用以處理一基板之方法，其中該電漿產生電源代表一 RF 電源供應器，其配置以提供 RF 電源給該下電極。

14. 如申請專利範圍第 10 項的用以處理一基板之方法，其中該電漿產生電源代表一微波電源。

15. 如申請專利範圍第 10 項的用以處理一基板之方法，其中該基板的上表面及該腔室頂板之間的一間隙少於該基板直徑的 10%。

16. 如申請專利範圍第 10 項的用以處理一基板之方法，其中該邏輯包含控制軟體以及一電腦，該控制軟體實行該用以分析之邏輯，且該電腦配置以執行該控制軟體而施行該減少步驟及該增加步驟。

17. 如申請專利範圍第 10 項的用以處理一基板之方法，其中發光設備係配置以發射一寬譜光。
18. 如申請專利範圍第 10 項的用以處理一基板之方法，其中發光設備係配置以發射一雷射光。
19. 一種電漿處理系統，具有至少一電漿處理腔室用以處理一基板，該電漿處理系統包含有：
  - 一下電極，用以支持該基板；
  - 一電漿產生電源，用以提供能量以從所供應之反應氣體產生電漿，該電漿產生在該基板之上的一電漿處理區域中；
  - 發射裝置，用來發射第一光進入該電漿處理區域；
  - 接收裝置，用來接收第二光，該第二光代表在該第一光通過該電漿處理區域之後該第一光的一已改變的形式；以及
  - 分析裝置，用來分析該第二光，以確定該第二光的一參數是否等於或超出一第一臨界值、或等於或落在第二臨界值之下，其中若該第二光的該參數等於或超出該第一臨界值，該分析裝置傳送一第一訊號以減少由該電漿產生電源所提供的電漿產生能量之量，若該第二光的該參數等於或落在該第二臨界值之下，該分析裝置傳送一第二訊號以增加由該電漿產生電源所提供的電漿產生能量之量。
20. 如申請專利範圍第 19 項的電漿處理系統，其中該發射裝置係配置以發射一寬譜光。
21. 如申請專利範圍第 19 項的電漿處理系統，其中該發射裝置係配置以發射一雷射光。

圖式

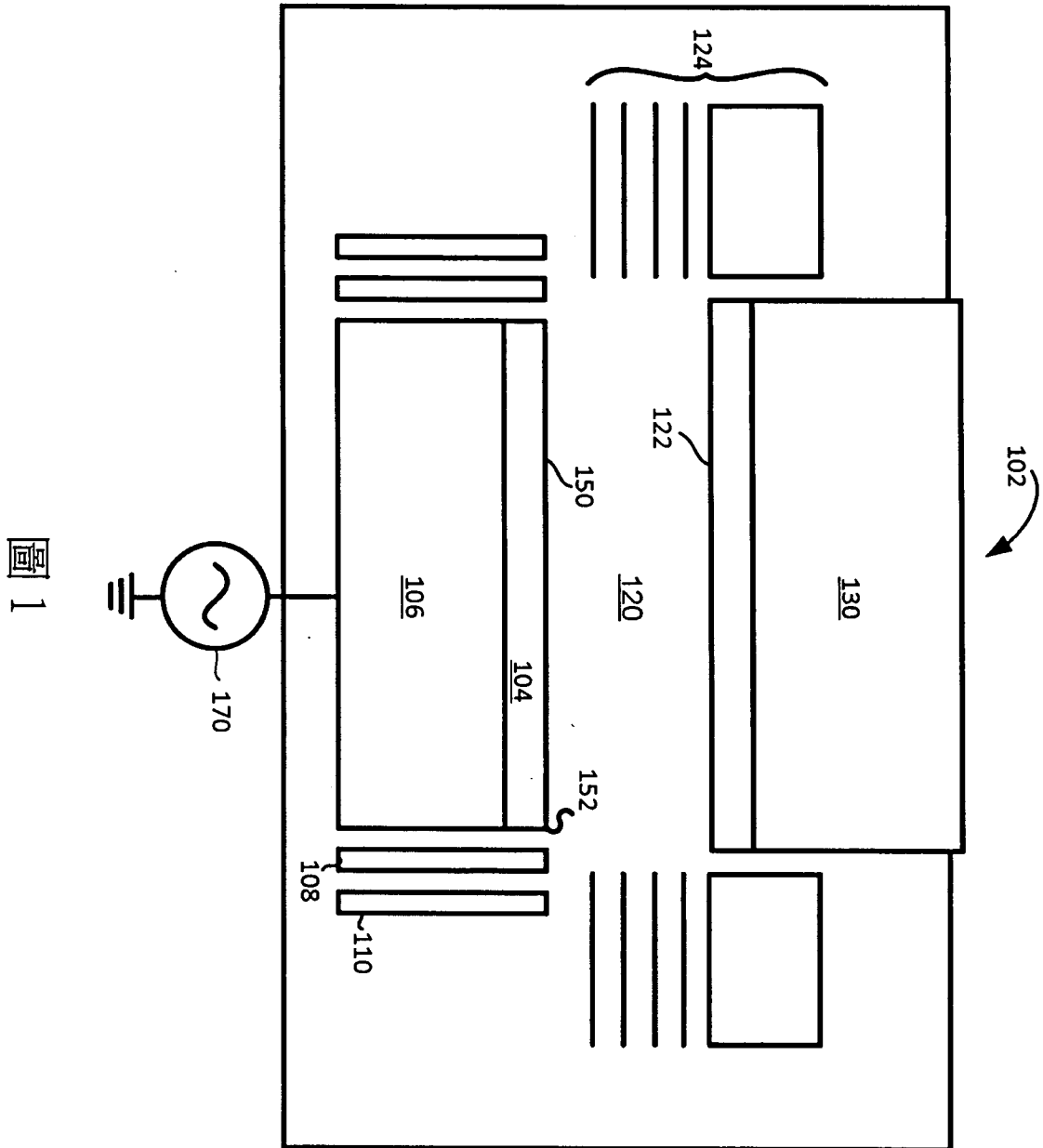


圖 1

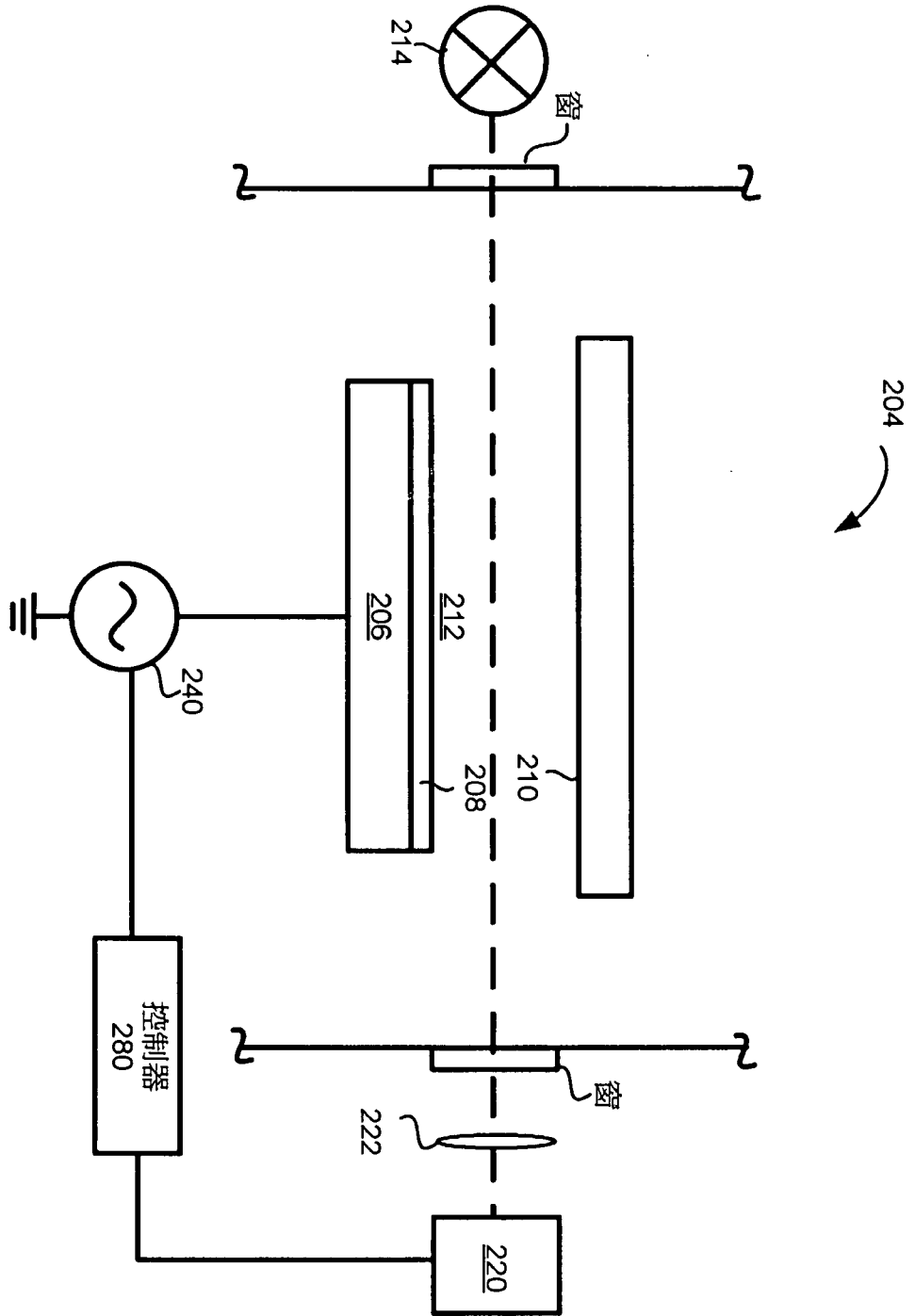


圖 2

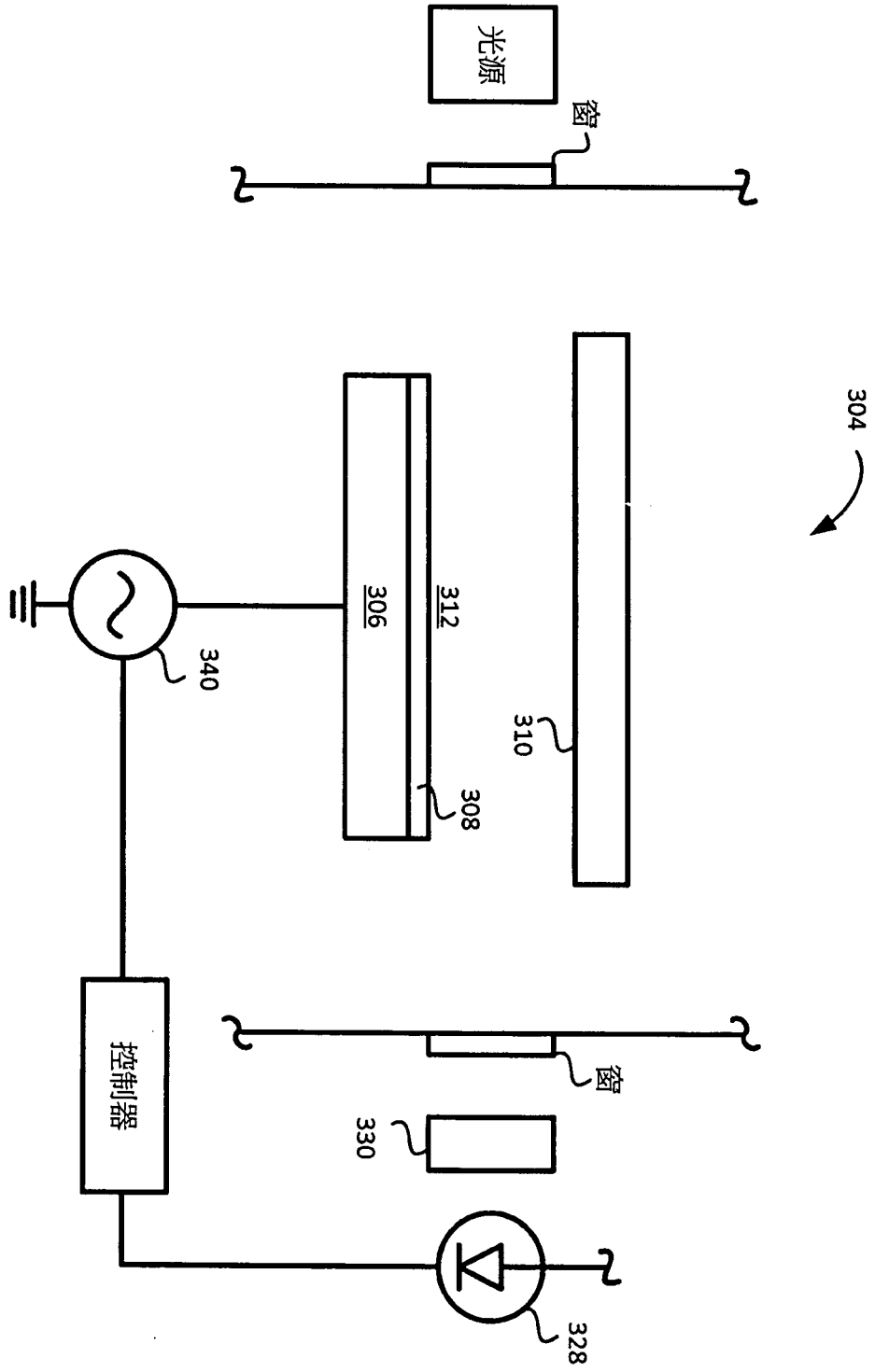


圖 3

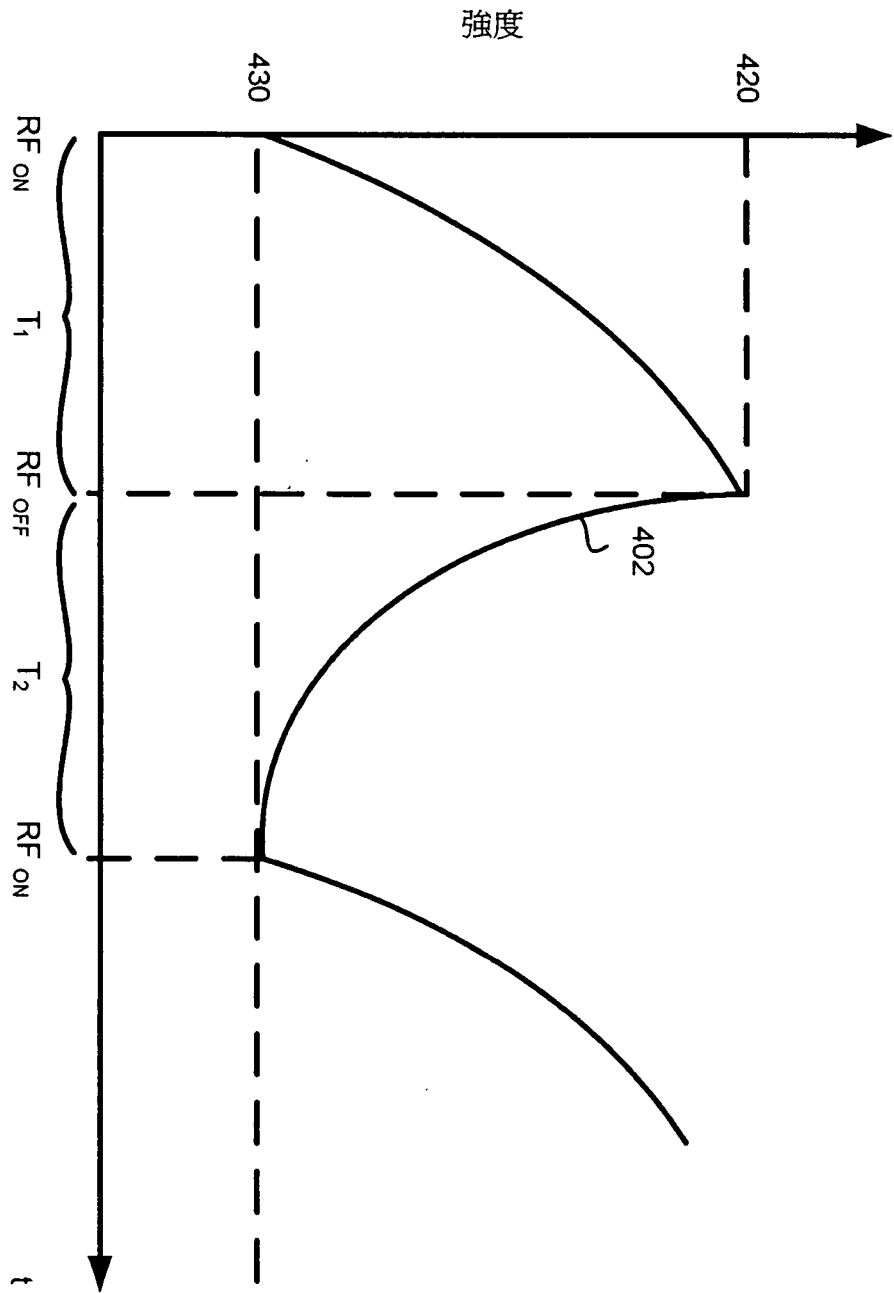


圖 4

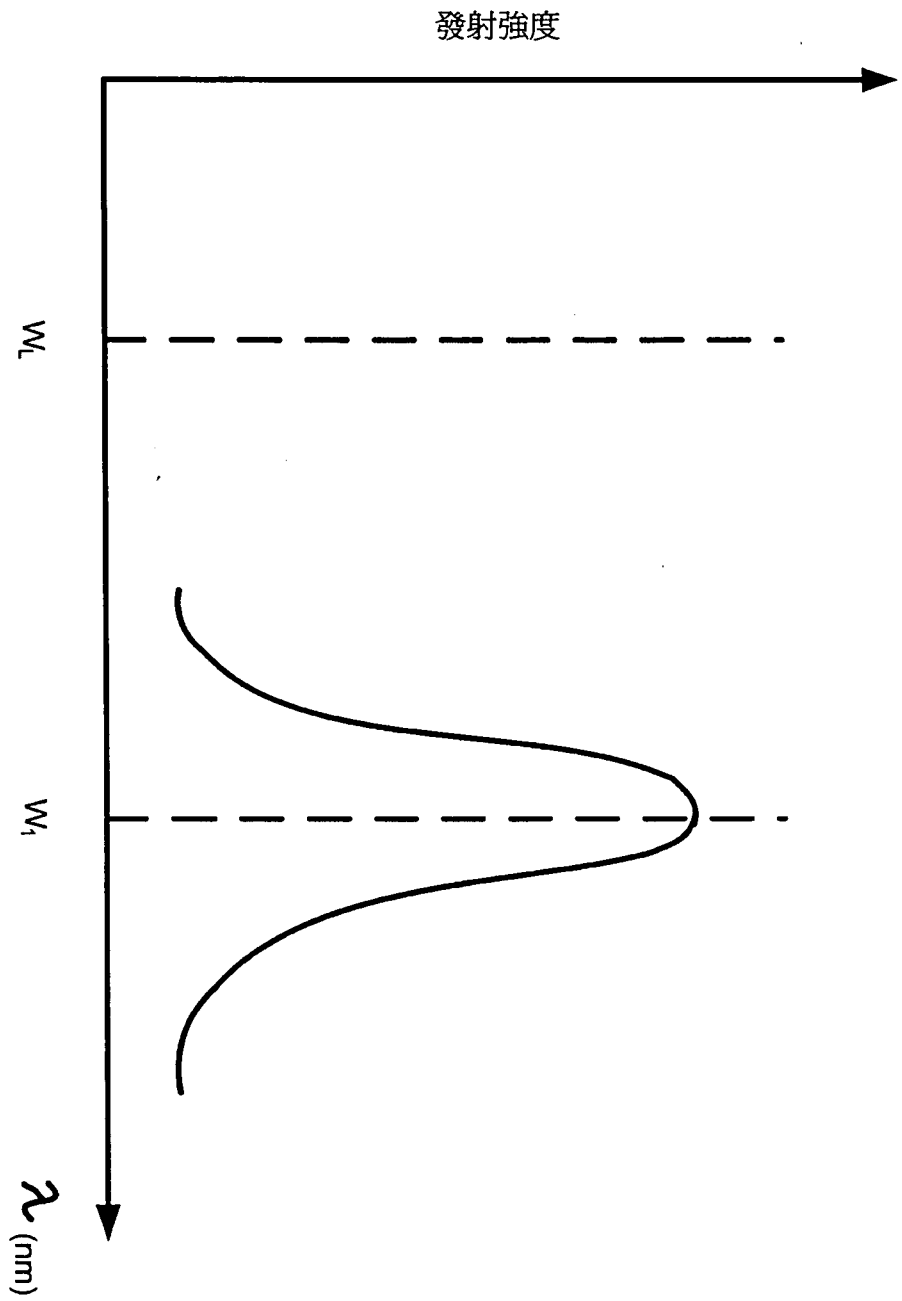
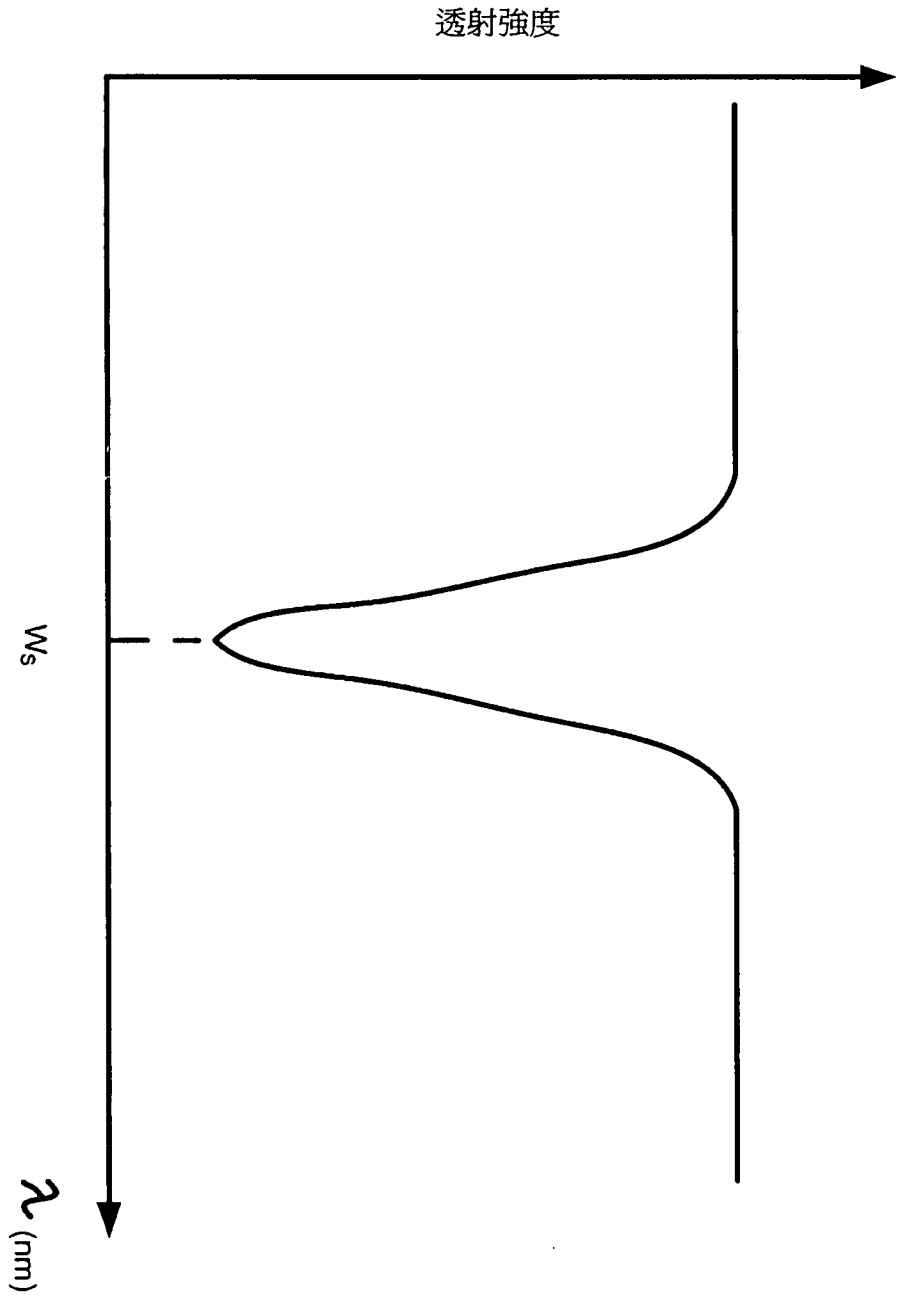


圖 5

圖 6



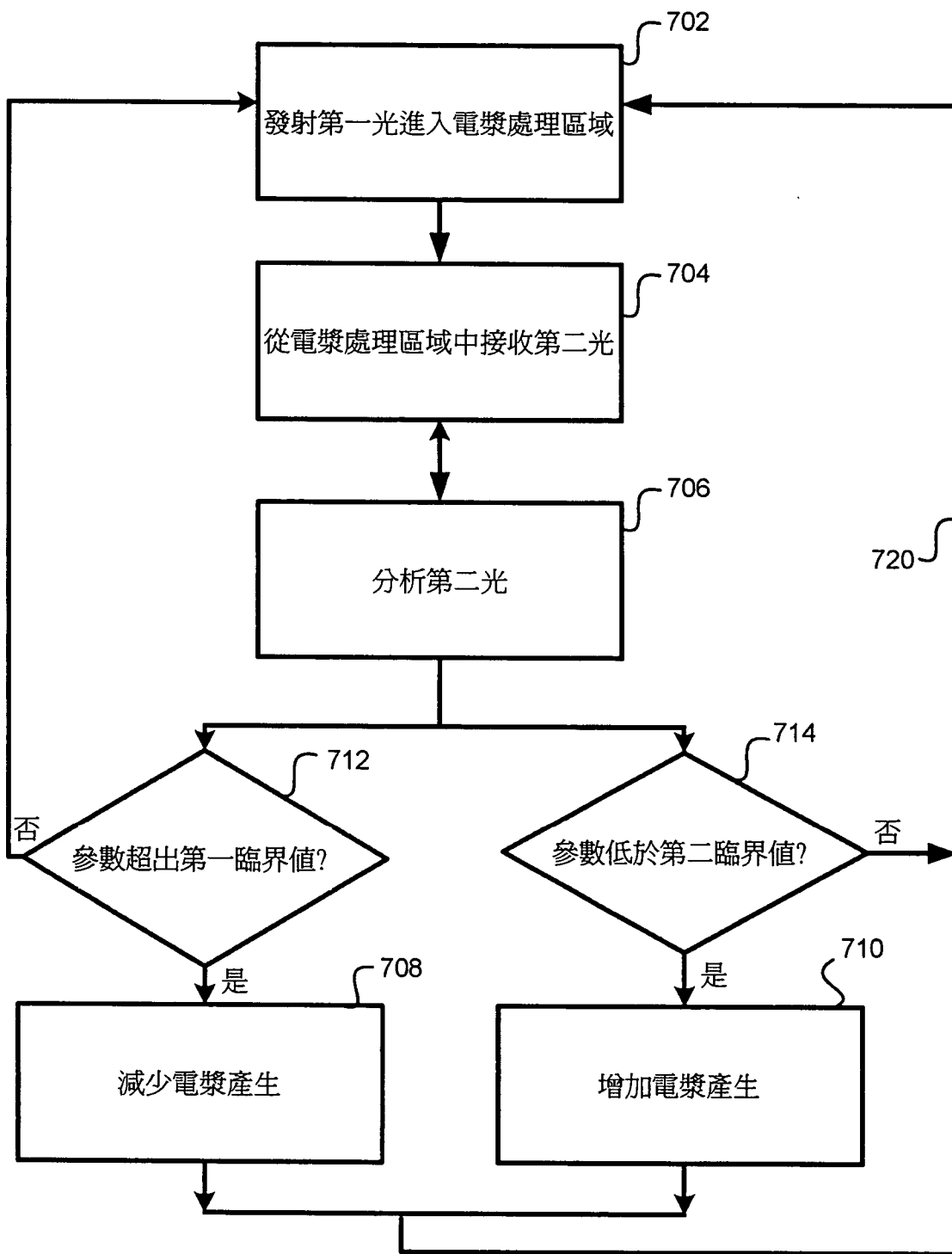


圖 7