

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96124192

※申請日期：96年7月3日

※IPC分類：H01L 21/2(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於先進前段製程的群集設備

CLUSTER TOOL FOR ADVANCED FRONT-END PROCESSING

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·應用材料股份有限公司

APPLIED MATERIALS, INC.

代表人：(中文/英文)

鄺錦安

KWONG, RAYMOND K.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道3050號

3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共3人)

姓名：(中文/英文)

1. 薩庫瑞希爾/THAKUR, RANDHIR

2. 薩摩羅伏阿爾凱/SAMOILOV, ARKADII

3. 漢森波歐夫/HANSSON, PER-OVE

國 籍：(中文/英文)

1.美國/USA

2.美國/USA

3.瑞典/SWEDEN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006 年 7 月 3 日；60/806,518

2. 美國；2006 年 7 月 28 日；11/460,864

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

國 籍：(中文/英文)

1.美國/USA

2.美國/USA

3.瑞典/SWEDEN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006 年 7 月 3 日；60/806,518

2. 美國；2006 年 7 月 28 日；11/460,864

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之實施例大體來說係有關於一種配置用來執行製程程序之整合製程系統，其包含基材處理模組、基材製備腔室及/或製程確認及分析腔室兩者。

【先前技術】

形成半導體元件之製程通常是在多腔室製程系統，例如一群集設備(cluster tool)內完成，其擁有在受控制的製程環境下處理基材(例如，半導體晶圓)的能力。典型的受控制製程環境包含一系統，該系統具有一主架構用以容納一基材傳輸機械手臂(substrate transfer robot)，該機械手臂在與該主架構連接的負載鎖定室和多個真空處理腔室之間傳送基材。受控制之製程環境有許多益處，包含能使傳輸期間和完成多種基材製程步驟期間基材表面之污染減至最少。因此在受控制環境下執行製程會減少所產生之缺陷數量並改善元件良率。

通常由兩個相關且重要的因素來評量基材生產製程之效率，即元件良率和持有成本(CoO)。這些因素是重要的，因為其直接影響製造電子元件的成本，從而影響元件製造商在市場上的競爭力。雖然會受許多因素影響，但CoO主要受到元件製程程序期間所形成元件的良率，以及基材產率，或簡單地說每小時所處理之基材數量所影響。製程程序通常定義為在群集設備中一或多個處理腔室內完成的元件製造步驟或製程配方步驟的程序。一製程程序通常含有

許多基材(或晶圓)生產製程步驟。

業界持續朝向縮小半導體元件尺寸以改善元件處理速度並降低元件發熱情形的方向推進，導致業界所能接受的製程變異幅度減小。肇因於半導體元件日益縮小的尺寸以及對於元件效能要求始終不斷增加，對於元件生產製程一致性和再現性可容忍的變異量大幅縮減。影響元件效能變異性和再現性的其一因素是「等候時間(queue time)」。等候時間通常定義為已在基材上完成第一製程之後，並且須在該基材上完成第二製程以避免某些不利因素影響所製造之元件效能之前，基材可暴露在環境或其他污染物下之時間。若基材暴露在環境或其他污染源下的時間接近或超過可容許的等待時間，元件效能可能會因為該第一和第二層介面間的污染物而受影響。因此，對於包含將基材暴露在環境或其他污染源中的製程程序而言，必須控制基材暴露在這些污染源下的時間或將時間最小化，以避免元件效能變化。因此，有用的電子元件生產製程必須呈現一致且可再現之製程結果、使污染的影響降至最小，並且也符合預期產率要求，方能考慮用在基材製程程序中。

半導體元件製造商花費許多時間嘗試降低因為不當處理基材、元件缺陷或所形成基材效能不穩定造成基材報廢而引發的 CoO 問題。通常，不當地處理基材、元件有缺陷及/或元件效能不穩定是由於一製程程序中一或多個處理腔室中發生製程偏差、系統或處理腔室內有污染物、或基材或基材中之膜層的初始條件不同所造成。用來確保製程

結果落在預期製程範圍內的習知方法通常運用一種或多種離線分析技術(off-line analysis techniques)。離線測試和分析技術需要週期性或時常地將一或多個基材從製程程序和製程環境中移出，然後送至測試環境內。因此，生產流程實際上在基材的傳送和檢視期間中斷了。結果，習知的測量檢視方法會大幅增加製造晶片的額外耗費時間(overhead time)，此外，由於會對於產率造成負面衝擊，此種檢視方法僅是週期性採樣，許多受到污染的基材會在未經檢視下進行處理而製造出缺陷元件。如果因為一特定批次的基材被重新分配出去而難以追溯其污染源，會讓問題變得更加複雜。因此，需要一種整合的測量和製程檢視系統，其能夠檢查所選擇的基材重要元件特性，包括薄膜應力、薄膜成份、微粒、製程缺陷等，然後在作業中調整製程條件以修正問題，從而避免發生在緊接其後進行處理的基材上。較佳地，此種檢視可在基材製程之前、期間或之後執行，因此可即時地決定基材的預處理和後處理條件。

因此，目前需要一種能夠處理基材而使基材符合所要求之元件效能目標，並增加系統產率，從而降低製程程序持有成本的系統、方法及設備。

【發明內容】

本發明大體而言提供一種基材處理設備，該設備包含一或多個側壁、一第一支持腔室以及一基材處理腔室，其中該等側壁形成一傳輸區域，且該傳輸區域中設置有一機械手臂配置；該第一支持腔室配置在該傳輸區域內並適於

測量該基材表面的特性，以及該基材處理腔室能與該傳輸區域連通。

本發明的數個實施例更提供一種基材處理設備，該設備包含一或多個側壁、一或多個基材處理腔室、一支持腔室、一基材處理腔室以及一預清潔腔室；其中該一或多個側壁形成一傳輸區域，該傳輸區域中設置有一機械手臂；該一或多個基材處理腔室可與該傳輸區域連通；該支持腔室與該機械手臂交流，並且該支持腔室適用以測量該基材之一區域的特性；該基材處理腔室與該傳輸區域連通，並且該預清潔腔室係用以在該基材處理腔室內執行一製程步驟之前，先準備一基材的表面。

本發明實施例更提供一種在一群集設備內形成半導體元件之方法，該方法包含利用一元件形成製程在一基材處理腔室內得一基材表面上形成一元件特徵，將一基材置於一支持腔室內並測量該基材表面上一區域的特性，比較所測得之特性和儲存在一系統控制器內的數值，以及基於所測得之特性和儲存在該系統控制器內的數值之比較於元件形成製程期間調整一製程參數。

本發明實施例更提供一種在一群集設備內形成半導體元件之方法，該方法包含利用一元件形成製程在一基材處理腔室內的一基材表面上形成一元件特徵，利用配置在該群集設備一傳輸區域內的機械手臂將一基材置於該傳輸區域內，測量位在該傳輸區域內的基材表面之特性，比較所測得之特性和儲存在一系統控制器內的數值，以及基於所

測得之特性和儲存在該系統控制器內的數值之比較而於元件形成製程期間調整一製程參數。

【實施方式】

本發明大體來說提供一種使用多腔室製程系統(例如,群集設備)來處理基材的設備及方法,其適於處理基材並分析在基材上執行製程的結果。在本發明一態樣中,使用一或多個分析步驟及/或預清潔步驟來降低等候時間對元件良率的影響。在本發明一態樣中,使用一系統控制器及一或多個分析腔室來監視及控制處理腔室配方及/或製程程序,以減少因為所形成元件上的缺陷造成基材報廢以及元件效能變化問題。本發明之多個實施例大體上也提供數種可重複且可靠形成用於各種應用中之半導體元件的方法和系統。以下係參考可從美國加州聖克拉拉市之美商應用材料 FEP 分部所獲得的 Centura 設備來示範說明本發明。

本發明實施例可有利地使用在能夠於多個單基材處理腔室及/或多個批次型處理腔室內處理基材的群集設備配置中。群集設備是一種模組化系統(modular system),其包含可執行用以形成電子元件之各種製程步驟的多個腔室。如第 1 圖所示,該群集設備 100 包含複數個處理位置 114A-114F,在該等處理位置中,可將多個處理腔室(未示出)可設置連接至一中央傳輸腔室 110,該中央傳輸腔室 110 容納一適於在該等處理腔室之間往來傳送基材的機械手臂 113。該傳輸腔室 110 的內部區域(例如,第 8 圖的傳輸區域 110C)通常保持在真空狀態並提供一中間區域,在

該中間區域中將基材從一腔室往來傳送至另一腔室及/或至設置在該群集設備前端的負載鎖定室。該真空狀態通常係利用一或多個真空幫浦(未示出)來達，例如習知粗抽幫浦、鼓風機(Roots Blower)、習知渦輪幫浦、習知冷凍幫浦(cryo-pump)或其組合。或者，該傳輸腔室 110 的內部區域可以是一惰性環境，其係藉由連續輸送惰性氣體至該內部區域而維持在大氣壓或接近大氣壓。第 1 圖係可用於電子元件製程的典型群集設備 100 之平面圖，其可使用本發明而受益。三種此類平台係 Centura、Endura 和 Producer 系統，全部皆可從加州聖克拉拉之應用材料公司取得。此類分段式真空基材製程系統之細節揭示於 1993 年 2 月 16 號核准給 Tepman 等人且標題為「分段式真空基材製程系統和方法」之美國專利第 5,186,718 號中，並將此文獻以引用方式納入本文中供參考。腔室之實際配置和組合方式可根據所欲執行之生產製程的特定步驟而改變。

第 2 圖示出群集設備的一實施例，在其中基材處理腔室 201、202、203 和 204 分別裝設在該傳輸腔室 110 的位置 114A、114B、114C、和 114D 中。根據本發明之態樣，該群集設備 100 通常包含複數個腔室及機械手臂，並且較佳設置有系統控制器 102，系統控制器 102 係經程式化以在該群集設備 100 內控制並執行各種製程方法和程序。可在傳輸腔室 110 上添加複數個狹縫閥(未示出)，以選擇性隔離每一個安裝在位置 114A-F 上的處理腔室，因此每一個腔室可以獨立地排空以在製程程序期間執行真空製程。

在本發明之某些實施例中，並非所有的位置 114A—F 皆設置處理腔室，以降低該系統的成本或複雜度。

在本發明之一態樣中，一或多個基材處理腔室 201-204 可以是習知磊晶(EPI)沉積腔室，可用來在基材處理程序的一或多個步驟期間於基材上形成含有一或多種材料的磊晶層，例如矽(Si)、鍺化矽(SiGe)、碳化矽(SiC)。可使用從加州聖克拉拉之應用材料公司取得的 Applied Centure EPI 腔室來執行 EPI 製程。在本發明一態樣中，一或多個基材處理腔室 201-204 可以是 RTP 腔室，用來在該基材處理程序的一或多個步驟期間退火該基材。RTP 製程可使用從加州聖塔克拉拉市應用材料公司購得之 RTP 腔室(例如，Vantage RadOx RTP、Vantage RadiancePlus RTP)和相關製程硬體來執行之。

在本發明另一態樣中，一或多個基材處理腔室 201-204 可以是習知化學氣相沉積(CVD)腔室，其適於沉積金屬(例如，鈦、銅、鉭)、半導體(例如，矽、鍺化矽、碳化矽、鍺)或介電層(例如，Blok™、二氧化矽、氮化矽、氧化鈺(HfO_x)、氮碳化矽)。此類 CVD 處理腔室之範例包含可從加州聖克拉拉市應用材料公司購得的 DXZ™腔室、Ultima HDP-CVD™腔室和 PRECISION 5000®腔室。在本發明另一態樣中，一或多個基材處理腔室 201—204 可以是習知物理氣相沉積(PVD)腔室。此類 PVD 處理腔室之範例包含可從加州聖克拉拉市應用材料公司購得的 Endura™ PVD 處理腔室。在本發明另一態樣中，一或多個基材處理腔室

201-204 可以是分耦式電漿氮化(DPN)腔室。此類 DPN 處理腔室之範例包含可從加州聖克拉拉市應用材料公司購得之 Centura™ DPN 腔室。可用來執行分耦式電漿氮化製程之處理腔室範例係描述於共同讓渡之 2004 年 4 月 6 號提出申請，並且公開號為 US 20040242021 號之美國專利申請案第 10/819,392 號中，在此藉由引用方式將該文獻全文併入本文中以供參考。在本發明另一態樣中，一或多個基材處理腔室 201-204 可以是金屬蝕刻或介電蝕刻腔室。此類金屬和介電蝕刻腔室的範例包含可從加州聖克拉拉市應用材料公司購得之 Centura™ AdvantEdge 金屬蝕刻腔室和 Centura™ eMAX 腔室。

參見第 2 圖並且如上所述，安裝在位置 114A-D 其中一者上的處理腔室 201-204 可執行各種製程，例如 PVD、CVD(例如，介電 CVD、MCVD、MOCVD、EPI)、ALD、分耦式電漿氮化(DPN)、快速熱退火(RTP)或乾蝕刻製程，以在該基材表面上形成各種元件特徵。各種元件特徵可包括，但不限於，層間介電層、閘極介電層、多晶矽閘極、形成介層洞和溝槽、平坦化步驟以及沉積接觸墊或介層洞內連線。在一實施例中，位置 114E-114F 含有公設腔室(service chamber)116A-B，適合執行除氣、定位、冷卻等動作。在一實施例中，該處理製程適於形成高介電常數電容結構，其中處理腔室 201-204 可以是 DPN 腔室、能沉積多晶矽之 CVD 腔室及/或能夠沉積鈦、鎢、鉭、鉍或鈦之 MCVD 腔室。在另一實施例中，該處理製程適於形成閘極

堆疊，其中處理腔室 201-204 可以是 DPN 腔室、能夠沉積介電材料之 CVD 腔室、能夠沉積多晶矽之 CVD 腔室、RTP 腔室及/或 MCVD 腔室。

參見第 2 圖，一選用性的前端環境 104(在此也稱為工廠介面或 FI)設置成選擇性連通一對負載鎖定室 106。配置在該前端環境 104 之傳輸區域 104B 內的工廠介面機械手臂 108A-B 能夠線性、旋轉以及垂直移動，以在該等負載鎖定室 106 和裝設在該前端環境 104 上的複數個晶圓盒 105 間傳輸基材。該前端環境 104 一般用來將基材從位於複數個晶圓盒 105 中之晶圓匣(未示出)通過一常壓清潔環境/封圍(enclosure)傳輸至某些預期位置，例如處理腔室。通常利用諸如使空氣通過高效率微粒空氣(HEPA)過濾器等空氣過濾製程來提供該前端環境 104 之傳輸區域 104B 中的清潔環境。前端環境，或稱前端工廠介面，可由加州聖克拉拉市的應用材料公司購得。

機械手臂 113 配置在該傳輸腔室 110 中央，以將基材從負載鎖定室 106A 或 106B 傳輸至設在位置 114A-F 上的各個處理腔室其中一者內。該機械手臂 113 通常含有一葉片組件 113A 與手臂組件 113B，其係與該機械手臂驅動組件 113C 連接。該機械手臂 113 適於根據該系統控制器 102 傳來之指令將基材「W」傳輸至各個處理腔室。可應用本發明而從中受益的機械手臂組件係描述於共同讓渡之 1994 年 8 月 30 號提出申請且標題為「雙軸磁性耦合機械手臂」之美國專利第 5,469,035 號；1994 年 4 月 11 號提出

申請且標題為「機械手臂組件」之美國專利第 5,447,409 號；以及 2000 年 4 月 14 號提出申請且標題為「製程半導體基材之機械手臂」之美國專利第 6,379,095 號中，並藉由引用方式將該等文獻全文併入本文中以供參考。

該等負載鎖定室 106(例如，負載鎖定室 106A 和 106B) 提供該前端環境 104 和傳輸腔室 110 之間的第一真空介面。在一實施例中，提供兩個負載鎖定室 106A 和 106B，藉由交替連通該傳輸腔室 110 和該前端環境 104 的方式來增加產率。因此，當一個負載鎖定室 106 與該傳輸腔室 110 連通時，第二負載鎖定室 106 則與該前端環境 104 連通。在一實施例中，該負載鎖定室 106 是批次型負載鎖定室，其可從該工廠介面接收兩個或多個基材，並在該腔室密封時留置該等基材，然後排空至足夠低之真空水準時將該等基材傳輸至該傳輸腔室 110。較佳地，該批次負載鎖定室可同時留置 25 至 50 個基材。

該系統控制器 102 通常設計成用以促進整個系統的控制及自動化，並且通常包含中央製程單元(CPU)(未示出)、記憶體(未示出)以及支援電路(或 I/O)(未示出)。該 CPU 可以是在工業設定中用來控制各種系統功能、腔室製程和支援硬體(例如偵測器、機械手臂、馬達、氣體來源硬體等)，並且監控該系統及腔室製程(例如腔室溫度、製程程序產率、腔室製程時間、I/O 訊號等)的任何類型電腦製程器。該記憶體與該 CPU 連接，並且可以是一或多種可輕易取得之記憶體，例如隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體

(ROM)、軟碟、硬碟或任何其他類型的遠端或原位數位儲存裝置。軟體指令和資料可以編碼並儲存在記憶體中以指揮該 CPU。該等支援電路也與該 CPU 連接，以運用習知方式支持該處理器。該等支援電路可包含快取(cache)、電源供應器、時脈電路、輸入/輸出電路、子系統及諸如此類者。可由該系統控制器 102 讀取之程式(或電腦指令)決定欲在一基材上執行何種操作。較佳地，該程式為該系統控制器 102 可讀取的軟體，其包含程式碼以執行數種與監視、控制和執行該等處理製程和各種腔室製程配方步驟相關之操作。

支持腔室的配置

在一實施例中，該群集設備 100 包含系統控制器 102、複數個基材處理腔室 201-204 以及一或多個支持腔室 211。一般而言，支持腔室可以是測量腔室、預處理腔室、或是後處理腔室。可為了諸多原因，包括但不限於，例如為了改善元件良率、改善製程在每個基材上的再現性、分析製程結果、以及減少基材之間等待時間差異的效應等諸多原因，而在該群集設備 100 上添加支持腔室。

在如第 2 圖所示出的態樣中，兩個支持腔室 211 被安裝在該傳輸腔室 110 內的位置 214A 或 214B 上。以一或多個支持腔室 211 來填補該傳輸腔室 110 內未被使用空間，可藉由減少因添加至該等支持腔室零組件所需的額外硬體數量、減少在該等群集設備處理腔室和該支持腔室 211 之

間傳輸基材所需的額外時間以及減少該群集設備佔地面積 (footprint)，而有助於降低系統成本和 CoO。

第 3 圖示出該群集設備 100 的另一種配置方式，其中該等支持腔室 211 係設置在該群集設備 100 的其他區域內，例如安裝在位置 114E 及/或與前端環境 104 連結的位置 214C 或 214D 上。應注意到，可預期將該支持腔室 211 安裝在一或多個位置 114A-114F、位置 214A-D，或一或多個群集設備自動控制元件可存取的任何其他習知位置上。

第 4 和 5 圖示出在包含支持腔室 211 之代表性群集設備配置內執行的製程程序範例。第 4 圖示出基材「W」隨著第 5 圖所述的製程步驟通過該群集設備 100 的移動情形。第 4 圖中標示 A1 至 A8 的每一個箭號示出基材在該群集設備 100 內的移動動向或傳輸路徑。在此配置中，從設置在位置 105A 上的晶圓盒移出基材，並且沿著傳輸路徑 A1 傳輸至負載鎖定室 106A。系統控制器 102 隨後指示該負載鎖定室 106A 關閉並排空至一預期低壓，因此基材可以傳輸進入至已處於真空排空狀態下的傳輸腔室 110 內。接下來沿著路徑 A2 傳送基材，在此於基材上執行準備/分析步驟 302。該準備/分析步驟 302 可包含一或多種準備步驟，包含但不限於，基材檢視/分析及/或微粒移除。在完成準備/分析步驟 302 之後，接著如第 4 圖所示，沿著傳輸路徑 A3 將基材傳輸至位置 114A 上的處理腔室，在此處理室中於基材上執行基材製程步驟 304。在執行該基材製程步驟 304 後，沿著傳輸路徑 A4-A5 相繼將基材傳送至基材

處理腔室 202 和 203，在此執行其各自的基材製程步驟 306 至 308，如第 4 和 5 圖所示般。在另一實施例中，基材製程步驟 304 係預清潔製程步驟(將討論於下)。在一實施例中，基材製程步驟 306 和 308 可選自由下列製程所組成之族群中：氧化物蝕刻、金屬蝕刻、EPI、RTP、DPN、PVD、CVD(例如，CVD 多晶矽、TEOS 等)或其他適合的基材處理步驟。然後沿著路徑 A6 傳輸基材，在此於基材上執行相關的後處理/分析步驟 310。該後處理/分析步驟 310 可包含一或多種準備步驟，包含但不限於，基材檢視/分析及/或微粒移除步驟。在完成後處理/分析步驟 310 以後，接下來沿著傳輸路徑 A7 將基材傳輸至負載鎖定室 106A。接著將該負載鎖定室破真空，然後沿著傳輸路徑 A8 將基材從負載鎖定室移出並置於晶圓盒位置 105A 內。

製程程序的其他實施例也可包含將支持腔室 211 置於製程程序的至少一個其他製程步驟之間之方案。在另一實施例中，在該準備/分析步驟 302 或該後處理/分析步驟 310 之後，僅有一個製程步驟在基材上完成。

微粒/污染移除支持腔室

在一實施例中，該支持腔室 211 配置成用以在準備/分析步驟 302 及/或後處理/分析步驟 310 期間減少基材表面上的微粒數量或污染量，因此可改善使用所欲處理製程形成之元件的元件良率和基材報廢率。通常，該微粒/污染減少腔室，此下簡稱微粒減少腔室，使一或多個基材表面

暴露在紫外線(UV)輻射下，以提供足夠的能量給基材表面上的微粒和其他污染物，而使其藉由例如布朗運動、改變污染物對於暴露出的表面的鍵結特性、或使污染物蒸發等作用而離開基材表面。操作時，從該微粒/污染減少腔室內的輻射來源，以介於約 5 至約 25 毫瓦/平方公分(mWatts/cm^2)間的能量密度以及介於約 120 至約 430 奈米(nm)之間的波長將 UV 輻射或 UV 光傳遞至基材表面。來自該輻射來源的輻射可由含有例如氬、氫、氦、氮、氯化氬、氯化氫、氟化氫等元素的燈來供應。使用發射紫外光的輻射來源對於除去或減少基材表面上之有機污染所造成的有害影響特別有用。適於放射 UV 波長的典型輻射來源可以是習知 UV 燈(例如，汞蒸氣燈)或其他類似裝置。也可使用由放射不同波長 UV 光之數種 UV 輻射來源所構成的組合。

第 6 圖示出一種支持腔室 211 的剖面側視圖，其係微粒減少腔室 700，用以將一或多個基材表面暴露在紫外線(UV)輻射下。該微粒減少腔室 700 可安裝在群集設備內任何可用位置上，例如位置 114A-114F(第 2 圖)或位置 214A-214E(第 3 圖)。一般來說，微粒減少腔室 700 包含封圍 701、輻射來源 711 和基材支撐件 704。該封圍 701 通常含有腔室主體 702、腔室蓋 703 以及透明區 705。在一態樣中，該封圍 701 含有一或多個密封件 706，用以密封該處理區 710，因此封圍 701 可在處理製程期間利用真空幫浦 736 抽至真空狀態。在一態樣中，該處理區 710 係利用真

空幫浦 736 和氣體輸送來源 735 抽真空並維持在約 10^{-6} 托耳至約 700 托耳之間的壓力下。在一實施例中，藉由從該氣體輸送來源 735 連續輸送惰性氣體至該處理區 710，使該處理區 710 保持在大氣壓或接近大氣壓。該透明區 705，可由陶瓷、玻璃或從該輻射來源 711 放射出的輻射線可穿透的其他材料製成，因此基材「W」可接收到從該輻射來源 711 放射出的大部分能量。在一態樣中，該微粒減少腔室 700 可含有舉升組件 720，用於相對於基材支撐件 704 將基材「W」升高及降低，因此機械手臂(未示出)可拾起和放下該舉升組件 720 上的基材。

在一實施例中，該基材支撐件 704 適於在微粒移除步驟期間加熱基材，以進一步提高藉由在微粒減少製程期間提供能量給該等污染物使其從基材表面離移或蒸發來除去基材表面上之微粒的效率。在此配置中，可利用嵌入該基材支撐件 704 內的加熱元件 722 和外部電源供應/控制器(未示出)來加熱該基材支撐件 704，因而將基材支撐表面 707 加熱至預期溫度。在一實施例中，該基材支撐件 704 係利用習知紅外線燈加熱至預期溫度。在一態樣中，該基材支撐件 704 係加熱至介於約 250°C 至約 850°C 之間的溫度，並且更佳介於約 350°C 至約 650°C 之間。在一態樣中，較佳者，可在基材因處理製程的先前製程步驟期間施加至基材的熱量而使基材仍然處於約 250°C 至約 550°C 之間的溫度時，將基材傳送至微粒減少腔室 700 和基材支撐件 704。

測量腔室的配置

在一實施例中，該支持腔室 211 係一測量腔室，其適於在執行製程程序內的一製程步驟之前或之後執行該準備/分析步驟 302 及/或該後處理/分析步驟 310，以分析基材特性。一般來說，可在測量腔室內測量的基材特性包含，但不限於，測量沉積在基材表面上一或多個層內本身固有的應力或來自外在的應力、一或多個沉積層的薄膜成份、基材表面上的微粒數量以及基材表面上一或多個膜層的厚度。隨後，該系統控制器 102 可使用從該測量腔室收集到的數據，以調整一或多個製程步驟中的一或多個製程變量，而在經過後續處理的基材上產生所欲結果。適合用來測量並分析基材表面微粒的測量腔室硬體和控制演算法之範例揭示於共同讓渡之美國專利申請案第 6,630,995 號、第 6,654,698 號、第 6,952,491 號以及第 6,693,708 號中，在此藉由引用方式將該等文獻全文併入本文中以供參考。

薄膜分析腔室

在一實施例中，該支持腔室 211 係一測量腔室，其係適於利用習知光學測量技術來測量沉積於基材表面上的薄膜成分及厚度。典型的成分及厚度測量技術包含習知橢圓測量(ellipsometry)、反射測量(reflectometry)或 X 射線光電子光譜(XPS)技術。在基材表面上的預期區域使用這些技術所測得之成分和厚度結果反饋至該系統控制器 102，可對製程程序內的一或多個上游或下游處理步驟做出調整。

系統控制器 102 儲存並分析基材成分和厚度結果，從而改變一或多個製程變量，以改善後續處理之基材上達到的製程結果及/或藉由調整在該支持腔室 211 下游製程的製程參數來修正已處理基材的缺陷。在一範例中，在 EPI 層已沉積在基材表面上之後，執行成分或厚度分析，以調整諸如 RF 功率、製程壓力、氣體流速、薄膜厚度、沉積速率等製程變量來修正製程，以避免在下一次的 EPI 沉積製程發生非所欲的製程結果。

橢圓測量是一種非侵略性的光學技術，用來測量薄膜厚度、介面粗糙度以及薄表層和多層結構的成分。該方法測量從樣品表面反射回來之光線極性狀態的改變以判定習知橢圓測量參數，例如振幅改變 (Ψ)、相位移 (Δ)。然後可將這些光學參數與該系統控制器 102 內的電腦模式或儲存數據相比，以判定基材表面上該區域的樣品結構和成分。

反射測量 (Reflectometry) 是一種利用光學輻射的總外反射效應來研究薄膜層的分析技術。在反射分析技術中，係在不同角度下測量來自樣品的光學輻射反射，因此可判定厚度和密度、表面粗糙度。然後可將這些反射測量結果與該系統控制器 102 內的電腦模式或儲存數據進行比對，以判定基材表面上該區域的樣品結構和成分。

X 射線光電子光譜 (XPS) 設備可用來測量一材料內各元素的元素成分、化學狀態和電子狀態。藉由以 X 光束照射材料，同時運用習知測量技術來測量從待分析材料中所脫離出之電子的動能和數量來取得 XPS 光譜。然後可將這

些 XPS 結果與該系統控制器 102 內的電腦模式或儲存數據相比較，以判定基材表面上該區域之樣品結構和成分。

在一實施例中，一圖案辨識系統與在支持腔室 211 內執行的一或多個分析步驟並用，以提供關於基材表面上所選區域之狀態的分析及反饋。一般來說，該圖案辨識系統使用一光學檢測技術來掃描基材表面，並比較從該掃描接收到的數據與儲存在控制器內的數據，因此該控制器可決定要在基材表面上何處進行測量。在一實施例中，該圖案辨識系統包含一控制器(例如，控制器 102(第 2 圖))、習知 CCD 相機和一台座，該台座適於相對於該 CCD 相機來移動設置在該台座上的基材。在製程期間，儲存在控制器記憶體內的數據與 CCD 相機通過基材表面時接收到的數據比較，因此可找到基材表面上欲進行測試的區域，然後利用測量腔室內的零組件來分析該區域。

基材彎曲應力測量分析腔室

在另一實施例中，該支持腔室 211 適於利用習知基材彎曲測量技術來測量基材表面上所沉積薄膜內的應力(stress)或張力(strain)。應注意到，通常可藉由測量一種參數(例如，應力或張力)、測量或得知測量區內所含材料類型及/或一或多種材料特性來計算出基材一區域內含的應力和張力。可配置一用以在製程程序期間測量基材彎曲度或彎曲度改變的習知應力或張力測量設備，以在執行製程程序內的一或多個製程步驟之後測量基材內的應力或張

力，然後將結果反饋至系統控制器 102，使得系統控制器 102 可決定需在製程程序內的一或多個製程步驟中採取何種行動。適於測量基材應力之習知應力測量設備可從 KLA-Tencor 公司、Nanometrics 公司或 Therma-Wave 公司取得。

在一範例中，較佳可測量先前沉積製程步驟中所形成之 EPI 層的應力或張力，並將該數據反饋至系統控制器 102，系統控制器 102 隨後決定如何改善在後續處理基材上達到的製程結果，或甚至對下游製程做調整以解決從基材應力或張力測量上注意到的問題。該系統控制器 102 使用該基材彎曲結果 (bow results) 來調整一或多種製程變量，例如 RF 功率、製程壓力、薄膜厚度、沉積速率，以改善後續基材表面上的製程結果。

XRD 測量腔室

在一實施例中，整合在該群集設備 100 內的測量腔室應用 X 光繞射 (XRD) 技術來測量薄膜厚度、薄膜成分和薄膜應力或張力。典型的 XRD 技術使用布拉格定律 (Bragg's Law) 來輔助分析及解釋將一或多個基材表面區域暴露在 X 光輻射下時所產生的繞射圖案。一般來說，該 XRD 腔室含有一 X 光來源、一或多個輻射偵測器、一基材支撐件以及一促動器，該促動器可相對於基材來連接 X 光來源，或相對於 X 光源而接合基材支撐件，因而可產生並分析繞射圖案。在執行一或多個製程程序製程步驟之前或之後，可使

用從 XRD 型測量腔室得到的結果來測量基材表面上之薄膜的各種特性。藉由使用系統控制器 102，可使用從 XRD 腔室接收到的結果來調整各種製程步驟的製程變量，以改善該製程程序的結果。在一範例中，較佳可測量在先前沉積製程步驟中所形成之 EPI 層的應力。因此，可利用系統控制器 102 使用 XRD 結果來調整一或多種 EPI 製程變量，例如 RF 功率、製程壓力、薄膜厚度、沉積速率，以改善製程結果。相對於使用獨立分離測量腔室來執行該等分析的配置而言，使用能夠在製程程序不同階段顯示諸如應力、薄膜成分、厚度等數種不同薄膜特性的測量腔室(例如 XRD 腔室)，有助於降低系統成本、減少系統機體佔地面積、改善群集設備的可靠度，並且減少在腔室之間傳輸基材所需的額外時間。

第 7 圖示出一種支持腔室 211 或測量腔室 750 的剖面側視圖，其可用來在執行製程程序(例如，如下述的製程程序 300 和製程程序 301A-301B)內之一處理步驟之前或之後分析基材特性。該測量腔室 750 可安裝在群集設備內任何可用位置上，例如位置 114A-114F(第 2 圖)或位置 214A-214E(第 3 圖)。一般來說，測量腔室 750 包含一封圍 761、一測量組件 811 和一基材支撐件 754。該基材支撐件 754 擁有一基材支撐表面 757。該封圍 761 通常含有一腔室主體 752、一腔室蓋 753 以及一透明區 755。在一態樣中，該封圍 751 含有一或多個密封件 756 用以密封該處理區 770，因此其可在製程期間利用真空幫浦(未示出)抽至真空

狀態。在一態樣中，該處理區 770 係抽真空至約 10^{-6} 托耳至約 700 托耳之間的壓力。該透明區 755 可由陶瓷、玻璃或從該測量組件 811 內含來源 813 放射出之輻射線能穿透的其他材料所製成。在一實施例中，從該來源 813 放射出的輻射通過該透明區 755 撞擊基材表面，在此該輻射被反射並回傳通過該透明區 755，而被該測量組件 811 內含的感應器 812 收集。在一態樣中，該測量腔室 750 含有一舉升組件 720，其適於相對於基材支撐件 754 將基材「W」升高及降低，因此機械手臂(未示出)可在該群集設備內的測量腔室 750 和其他處理腔室之間傳送基材。

整合的支持腔室

第 8 圖顯示含有支持腔室組件 800 之傳輸腔室 110 的剖面側視圖，該支持腔室組件 800 包含在可適於執行測量製程、預處理製程步驟或後處理製程步驟的支持腔室 211 內。在一實施例中，如第 8 圖所示，該支持腔室組件 800 係配置用以在準備/分析步驟 302 及/或後處理/分析步驟 310 期間減少基材表面的微粒數量。除了封圍 701 零組件之外，該支持腔室組件 800 通常含有如上所述之微粒減少腔室 700 中提供的所有零組件，例如腔室主體 702 和腔室蓋 703 係分別以傳輸腔室基座 110B 和傳輸腔室蓋 110A 取代之。

在一實施例中，該基材支撐件 704 和舉升組件 720 設置在該傳輸區域 110C 內，並安裝在傳輸腔室 110 的傳輸

腔室基座 110B 上，因此毗鄰一或多個處理腔室(例如，第 8 圖示出處理腔室 201)。在此配置中，該輻射來源 711 連結至安裝在傳輸腔室蓋 110A 上的支撐件 808，因此從該輻射來源 711 放射出的輻射通過該透明區 705 並撞擊到置於基材支撐件 704 之基材支撐表面 707 上的基材 W。可使用該系統控制器 102 和位在該舉升組件 720 內的促動器(未示出)在該機械手臂葉片組件 113A 和該基材支撐件 704 之間傳輸基材「W」。該支持腔室組件 800 通常經過配置，以避免在該機械手臂 113 完成正常傳輸操作期間，機械手臂 113 和支持腔室組件 800 內的任何零組件之間發生碰撞。

第 9 圖係支持腔室組件 800 一實施例的剖面側視圖，其係設置在一部分的傳輸腔室 110 上，因此可在基材 W 置於該機械手臂 113 之機械手臂葉片組件 113A 上時執行上述的微粒減少步驟。在一實施例中，輻射來源 711 安裝在該傳輸腔室蓋 110A 上，並且該基材 W 係置於輻射來源 711 下方，因此在傳輸基材通過該群集設備 100 的步驟期間，當基材通過支持腔室組件 800 下方時，從該輻射來源 711 放射出的輻射可撞擊至基材表面。在另一實施例中，在傳輸步驟期間，該系統控制器 102 和機械手臂 113 適用於將該機械手臂葉片組件 113A 和基材 W 定位並保持在該輻射來源 711 下方一段預期時間，因此可在基材上執行微粒移除製程。

第 10 圖係含有支持組件 801 之傳輸腔室 110 的剖面側視圖，該支持組件 801 係容納在支持腔室 211 內，用以在

執行製程程序中的一製程步驟之前或之後，執行準備/分析步驟 302 及/或後處理/分析步驟 310 以分析基材特性。在一實施例中，該支持腔室組件 801 係 XRD、XPS、應力量設備、反射儀(reflectometer)或橢圓測量儀類型的設備，其設置用以藉由將基材 W 暴露在從來源 813 放射出的輻射下然後以感應器 812 接收一部分的訊號來測量基材特性。隨後將支持腔室組件 801 接收到的結果傳送至系統控制器 102，使系統控制器 102 可調整製程程序內一或多個製程變量，以改善在系統內達到的製程結果。

該支持腔室組件 801 通常含有設置在傳輸區域 110C 內並安裝在傳輸腔室 110 之傳輸腔室基座 110B 上的基材支撐件 804 和舉升組件 820。在一實施例中，該支持腔室組件 801 設置在毗鄰一或多個處理腔室處(例如，第 10 圖示出處理腔室 201)。在此配置中，該測量組件 811 與傳輸腔室蓋 110A 連結，並且可透過與該腔室蓋 110A 密封連結的透明區 705 來觀察置於基材支撐件 804 之基材支撐表面 807 上的基材 W 之製程表面 W1。可用該系統控制器 102 和該舉升組件 820 內含的促動器(未示出)在該機械手臂葉片組件 113A 和該基材支撐件 804 之間傳輸基材「W」。該支持腔室組件 801 通常設計並配置成可使機械手臂 113 和支持腔室組件 801 內的任何零組件在由該機械手臂 113 完成正常傳輸操作期間不會彼此碰撞。

第 11 圖係設置在傳輸腔室 110 上的支持腔室組件 801 一實施例的剖面側視圖，因此可在基材 W 置於機械手臂

113 的機械手臂葉片組件 113A 上時，執行上述準備/分析步驟 302 及/或後處理/分析步驟 310。在一實施例中，該基材 W 係經設置，使得在傳輸基材通過群集設備 100 的製程期間，當基材通過支持腔室組件 801 下方時，感應器 812 可接收從來源 813 放射出的輻射。在另一實施例中，該系統控制器 102 和機械手臂 113 適用於訂位並保持該機械手臂葉片組件 113A 和基材 W，因此支持腔室組件 801 可在基材的一或多個區域上進行分析。

在一未示出的實施例中，支持腔室組件 800 和支持腔室組件 801 整合在一個完整組件內，該完整組件安裝在群集設備內的任何可用位置上，例如位置 114A-114F(第 2 圖)或位置 214A-214E(第 3 圖)。在一實施例中，支持腔室組件 800 及/或支持腔室組件 801 整合至該等負載鎖定室 106A-106B 至少其中一者內(第 2 或 3 圖)。

等待時間問題和群集設備配置

在一實施例中，該群集設備 100 包含一準備腔室，其係適於執行一或多個預清潔步驟，以準備基材表面好進行後續元件製程步驟。對於該些製程步驟之間的時間長度或等待時間是關鍵因素或者暴露在大氣中或其他污染源下的時間會影響所生產之元件良率、再現性和整體元件效能的半導體元件生產階段來說，預清潔步驟通常是重要的。在一範例中，該等待時間問題是由基材表面上的污染物量所造成，污染物的量通常與暴露在來自該晶圓匣、FOUP 或

其他基材處理零組件中逸出之有機污染物中的時間有著依賴性的關係(time-dependent)。在另一範例中，該等待時間問題係由在形成一或多個接觸級特徵之前會原生氧化層所造成，因此影響一批次中不同基材上所形成元件的效能。為了降低在所形成半導體元件上成長原氧化物所造成的有害影響，需在執行下一個製程步驟的前一刻除去該原生氧化層，例如在執行金屬氧化半導體(MOS)元件閘極氧化物形成步驟之前，除去原生氧化層。因此執行該等準備步驟可確保在該群集設備中進行處理的每一個基材起始條件均相同，而使製程結果更具再現性。因此該準備步驟能有效消除一批次中第一個基材和最後一個基材之間暴露於大氣污染中的時間差以及一批次基材和另一批次基材間之差異所帶來的影響。

在一實施例中，該系統控制器 102 適用於監視及控制在該群集設備 100 內進行處理之基材的等待時間。使基材在第一處理腔室進行處理之後和在下一個處理腔室內進行處理之前的等待時間減至最小，有助於控制並最小化暴露在污染源下對元件效能所產生的影響。此實施例與配合第 2 至 11 圖所描述的該等檢視/分析和微粒/污染移除步驟及其他實施例並用時特別有利，因為使用分析及/或微粒/污染移除步驟，可進一步令使用預清潔步驟和一或多個基材處理步驟(例如 PVD、CVD、EPI、乾蝕刻)之製程內的一或多個基材處理步驟達到最佳化。在一態樣中，該等分析及/或微粒/污染移除步驟可用來進一步最佳化該預清潔製程

配方。在本發明一態樣中，該系統控制器 102 控制何時開始或結束一製程配方步驟的時間點，以增加系統產率並減少任何等待時間問題。

本文中所述之預清潔步驟可使用濕式化學製程及/或電漿修飾製程(plasma modification processes)來準備基材表面。可用來執行一或多個準備步驟的例示製程和硬體之兩個範例係描述如下。

電漿預清潔腔室配置

在一實施例中，製程程序 301A 內的準備/分析步驟 302B 在第 13 圖示出，其使用電漿輔助型預清潔處理步驟來除去在此步驟前形成在基材表面上的原生氧化層和其他污染物。因為基材表面上存在原生氧化層和其他污染物將會顯著影響元件良率和製程再現性結果，故可在該基材上執行一或多個預清潔步驟。

第 13 圖示出可在群集設備 100(第 4 圖)內執行預清潔製程步驟的例示製程程序 301A。除了加入準備/分析步驟 302B 之外，第 13 圖與第 5 圖所示之製程程序 300 類似，因此可在基材表面上執行電漿輔助預清潔製程。在一實施例中，該製程程序 301A 含有準備/分析步驟 302A，其係用來檢視和分析基材表面特性或執行微粒移除步驟，其後接著進行下面討論的預清潔型準備/分析步驟 302B。在製程程序 301A 之一態樣中，基材製程步驟 304 和基材製程步驟 306 可選自由下製程所組成之族群中，包含氧化物蝕

刻、金屬蝕刻、EPI、RTP、DPN、PVD、CVD(例如，CVD多晶矽、TEOS等)或其他適合的半導體基材處理步驟。

在一實施例中，該準備/分析步驟 302B(之後簡稱預處理步驟)係在預清潔腔室 1100(第 12 圖)內執行，預清潔腔室 1100 適於執行蝕刻步驟和原位退火步驟。適於除去基材表面上之原生氧化層和其他污染物的預清潔腔室和製程更詳細描述在共同讓渡之 2005 年 2 月 22 號提出申請且標題為「用於前段製程之原位乾式清潔腔室」的美國專利申請案第 60/547,839 號中，在此將其整體以不與所主張之本發明衝突的程度下併入本文中。

在一實施例中，該預清潔腔室 1100 可執行電漿輔助化學蝕刻製程，該製程在單一個製程環境下使用基材加熱和冷卻兩者來執行該製程步驟。第 12 圖示出預清潔腔室 1100 的部分剖面圖。該預清潔腔室 1100 係一真空腔室，其含有蓋組件 1101、溫度受到控制的基材支撐構件 1102、溫度受到控制的腔室主體 1110 以及處理區 1120。該處理區 1120 是位於該蓋組件 1101 和該基材支撐構件 1102 之間的區域。該基材支撐構件 1102 通常適於在製程期間支撐及控制基材溫度。該蓋組件 1101 包含製程氣體供應盤(未示出)以及第一和第二電極(元件 1130 和 1131)，該等電極定義出電漿腔以在該處理區 1120 外部產生電漿。該製程氣體供應盤(未示出)與氣體來源 1160 連接，其提供一或多種反應氣體至該電漿腔，透過該第二電極 1131 並進入該處理區 1120。該第二電極 1131 係設置在該基材上方，並適於在電

漿輔助乾蝕刻製程完成後加熱該基材。

第 12 圖示出例示預清潔腔室 1100 的部分剖面圖。在一實施例中，該預清潔腔室 1100 包含腔室主體 1110、蓋組件 1101 以及支撐組件 1140。該蓋組件 1101 設置在該腔室主體 1110 上端，而該支撐組件 1140 至少部分設置在該腔室主體 1110 內。該腔室主體 1110 包含形成在其側壁上的狹縫閥開口 1111，以進出該預清潔腔室 1100 內部。該狹縫閥開口 1111 係選擇性開啟及關閉，以容許基材抓取機械手臂(例如，第 2 圖的機械手臂 113)進出該腔室主體 1110 內部。

在一或多個實施例中，該腔室主體 1110 包含形成在其內的流體通道 1112，以在流體通道 1112 中流通熱傳輸流體。該熱傳輸流體可以是加熱流體或冷卻劑，並可用來在製程和基材傳輸期間控制腔室主體 1110 的溫度。該腔室主體 1110 的溫度是重要的，以避免不必要的氣體或副產物凝結在該等腔室壁上。例示熱傳輸流體包含水、乙二醇或其混合物。一例示熱傳輸流體也可包含氮氣。

該蓋組件 1101 通常包含第一電極 1130，以在該蓋組件 1101 內產生含有一或多種反應性物種的電漿，以執行一或多種預處理步驟。在一實施例中，該第一電極 1130 係支撐在頂板 1131 上並與其電氣隔離。在一實施例中，該第一電極 1130 與一電源 1132 連結，而該第二電極 1131 接地。據此，當製程氣體從氣體來源 1160 透過形成在該頂板內的孔洞 1133 輸送至該處理區 1120 內時，可在該第一電極

1130 和該第二電極 1131 之間的體積內產生含有一或多種製程氣體的電漿。

可使用能夠活化該等氣體成為反應性物種並維持反應性物種電漿的電源 1132。例如，該電源 1132 可傳送射頻 (RF)、直流 (DC) 或微波 (MW) 功率型態的能量至該處理區 1120。或者，可使用遠端活化來源，例如遠端電漿產生器，來產生反應性物種電漿，其然後將該電漿傳送進入預清潔腔室 1100。在一實施例中，可取決於製程氣體和將在該預清潔腔室 1100 內執行的操作來加熱該第二電極 1131。在一實施例中，一加熱元件 1135，例如電阻加熱器，可與該第二電極 1131 或該分配板連結。可利用與該第二電極 1131 或該分配板連結的熱偶來輔助溫度的調節。

該氣體來源 1160 通常係用來提供一或多種氣體至該預清潔腔室 1100。所使用的特定氣體取決於將在該預清潔腔室 1100 內執行的製程。例示氣體可包含，但不限於，一或多種前驅物、還原劑、催化劑、載氣、淨化氣體、清潔氣體或其任何混合或組合。通常，通入該預清潔腔室 1100 的一或多種氣體流入該蓋組件 1101，然後透過該第二電極 1131 進入該腔室主體 1110。取決於製程，可傳送任何數量的氣體至該預清潔腔室 1100，並且可在該預清潔腔室 1100 內或在氣體被傳送至該預清潔腔室 1100 之前混合。然後利用真空組件 1150 透過形成在該內襯 1113 內的縫隙 1114 和泵吸通道 1115 排出存在該腔室主體 1100 內的製程氣體。

該支撐組件 1140 可至少部分設置在該腔室主體 1110

內。該支撐組件 1140 可包含基材支撐構件 1102 以支撐基材(未在此視圖中示出)，以利於在該腔室主體 1110 內處理基材。該基材支撐構件 1102 可與延伸通過該腔室主體 1110 底表面的舉升機構(未示出)連接。該舉升機構(未示出)可利用摺箱(bellows，未示出)彈性地密封至該腔室主體 1110，以避免真空從該舉升機構周圍洩漏。該舉升機構使該基材支撐構件 1102 可在該腔室主體 1110 內的製程位置和較低的傳輸位置之間垂直移動。該傳輸位置稍微低於形成在該腔室主體 1110 側壁上的狹縫閥開口 1111。

在一或多個實施例中，該基材支撐構件 1102 擁有一平坦的圓形表面或實質上平坦的圓形表面，以支撐位於其上的待處理基材。該基材支撐構件 1102 較佳由鋁構成。該基材支撐構件 1102 可在該腔室主體 1110 內垂直移動，因此可控制基材支撐構件 1102 和蓋組件 1101 之間的距離。基材支撐構件 1102 可包含貫穿其間而形成的一或多個孔(未示出)以容納舉升梢(未示出)。每一個舉升梢通常由陶瓷或含陶瓷材料構成，並且用來控制和傳輸基材。在一或多個實施例中，可利用靜電或真空夾盤將基材(未示出)固定在基材支撐構件 1102 上。在一或多個實施例中，可利用機械式夾鉗(未示出)將基材保持在該基材支撐構件 1102 上的適當位置，例如習知晶圓固定環(clamp ring)。較佳地，利用靜電夾盤來固定該基材。

該支撐組件 1140 的溫度係由循環通過嵌在該基材支撐構件 1102 主體內的一或多個流體通道 1141 中之流體所

控制。較佳地，該流體通道 1141 設置在該基材支撐構件 1102 四周圍，以提供均勻的熱傳輸至該基材支撐構件 1102 的基材容納表面。該流體通道 1141 可流動熱傳輸流體以加熱或冷卻該基材支撐構件 1102。可使用任何適合的熱傳輸流體，例如水、氮氣、乙二醇或其混合物。該支撐組件 1140 可進一步包含一嵌入式熱偶計(thermocouple，未示出)，以監控該基材支撐構件 1102 之支撐表面的溫度。

操作時，可將該基材支撐構件 1102 升高至鄰近該蓋組件 1101，以控制被處理的基材之溫度。如此，可利用因加熱元件 1135 加熱該蓋組件 1101 或該分配板，而從該蓋組件 1101 或該分配板放射出的輻射來加熱該基材。或者，可利用該等舉升梢將該基材舉離該基材支撐構件 1102 而靠近該已加熱的蓋組件 1101。

現在將描述在預清潔腔室內執行利用氮氣(NH_3)和三氟化氮(NF_3)氣體混合物來除去基材表面上之原生氧化物的例示性乾蝕刻製程。該乾蝕刻製程始於將基材，例如半導體基材，安置在預清潔腔室內。較佳地，在製程期間利用真空或靜電夾盤將基材保持在該基材支撐構件 1102 的支撐組件 1140 上。較佳將該腔室主體 1110 保持在 50°C 至 80°C 之間的溫度，更佳約 65°C 。藉由使熱傳輸媒介通過位於該腔室主體內的流體通道 1112 來維持此腔室主體 1110 之溫度。在製程期間，藉由使熱傳輸媒介或冷卻劑通過形成在該基材支撐件內的流體通道 1112 而將基材冷卻至低於 65°C ，例如介於 15°C 和 50°C 之間。在另一實施例中，

將基材保持在 22℃ 至 40℃ 之間的溫度。通常，該基材支撐件保持在低於約 22℃，以達到上述指明的預期基材溫度。

然後將氮氣和三氟化氮氣體通入該預清潔腔室以形成清潔氣體混合物。可改變通入該腔室中之每一種氣體的量，並且可配合例如欲移除的氧化層之厚度、欲清潔之基材的幾何形狀以及電漿的體積容量和該腔室主體 1110 的體積容量等因素來調整氣體混合物。在一態樣中，添加氣體以提供氮氣對三氟化氮莫耳比至少 1:1 的氣體混合物。在另一態樣中，氣體混合物的莫耳比至少約 3 比 1(氮氣對三氟化氮)。較佳地，該等氣體係以介於 5:1(氮氣對三氟化氮)至 30:1 的莫耳比通入該乾蝕刻腔室。更佳地，氣體混合物的莫耳比是從約 5 比 1(氮氣對三氟化氮)至約 10 比 1。氣體混合物的莫耳比也可落在約 10:1(氮氣對三氟化氮)和約 20:1 之間。

也可添加清潔氣體或載氣至該氣體混合物中。可使用任何適合的清潔氣體/載氣，例如氫氣、氮氣、氬氣、氦氣或其混合物。通常，總氣體混合物擁有約 0.05% 至約 20% 體積百分比的氮氣和三氟化氮。剩下的是載氣。在一實施例中，該清潔氣體或載氣在該等反應性氣體之前先行通入該腔室主體 1110，以穩定該腔室主體內的壓力。該腔室主體內的操作壓力可以改變。通常，壓力維持在約 500 毫托 (mTorr) 至約 30 托 (Torr) 之間。較佳地，壓力維持在約 1 Torr 至約 10 Torr 之間。更佳地，該腔室主體內的操作壓力係維持在約 3 Torr 至約 6 Torr 之間。

施加介於約 5 至約 600 瓦特之間的 RF 功率至該第一電極，以點燃該電漿腔內的氣體混合物電漿。較佳地，該 RF 功率低於 100 瓦特。更佳地，供應該功率的頻率是非常低的，例如低於 100 kHz。較佳地，頻率範圍從約 50 kHz 至約 90 kHz。

電漿能量將氮氣和三氟化氮氣體分解為反應性物種，其結合而形成具高度反應性的氣相氟化銨(NH_4F)化合物及/或氟化氫銨($\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$)。這些分子然後流過該第二電極 1131 而與欲清潔的基材表面反應。在一實施例中，先將載氣通入該預清潔腔室，產生載氣電漿，然後添加反應性氣體、氮氣和三氟化氮至該電漿。

不希望受限於理論，咸信該蝕刻氣體， NH_4F 或 $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$ 會與原生氧化物表面反應而形成六氟矽酸銨($(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$)、氮和水等產物。氮和水在製程條件下是蒸氣，並利用與該腔室連結的真空幫浦從該腔室除去。在該基材表面上留下 $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ 薄膜。

在執行電漿處理步驟之後，該基材表面上形成 $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ 薄膜，將該基材支撐件升高至鄰近該已加熱第二電極處的退火位置。從該第二電極 1131 散發出的熱應足以將該 $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ 薄膜分解或昇華為揮發性四氟化矽、氮和氟化氫等產物。然後利用真空組件 1150 從該腔室除去這些揮發性產物。通常，使用 75°C 或更高的溫度從該基材上有效昇華並除去該薄膜。較佳地，使用 100°C 或更高的溫度，例如介於約 115°C 和約 200°C 之間的溫度。

將 $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ 薄膜分解為揮發性成分的熱能係利用該第二電極對流或輻射出。一加熱元件 1135 直接與該第二電極 1131 連結，並啟動以將該第二電極和與其熱接觸的零組件加熱至介於約 75°C 至約 250°C 之間的溫度。在一態樣中，將該第二電極加熱至約 100°C 至約 150°C 之間的溫度，例如約 120°C 。

一旦已從基材上除去該薄膜，即清潔並排空該腔室。然後藉由降低該基材至該傳輸位置、鬆脫(de-chucking)該基材並將該基材傳送通過該狹縫閥開口 1111 來將乾淨的基材從該腔室移出。

如第 13 圖所示，在執行該準備/分析步驟 302B 之後，接下來可利用選自於由下述製程所組成之族群中之一製程的一或多個基材處理步驟來處理該基材，包括氧化物蝕刻、金屬蝕刻、EPI、RTP、DPN、PVD、CVD(例如，CVD 多晶矽、TEOS 等)或其他適合的半導體基材製程步驟。

濕式清潔型預清潔腔室配置

在另一實施例中，在執行一製程程序中的一或多個基材元件生產製程步驟之前，先利用濕式清潔型預清潔製程(之後簡稱濕式清潔製程)來除去在暴露基材表面上的原生氧化層和其他污染物。第 14 圖示出一製程程序 301B，其可藉由執行一或多個濕式清潔型預清潔製程步驟來改善元件良率和製程再現性。

可在基材表面上執行濕式清潔製程處理，例如結合第

13 和 14 圖所述者，以除去原生氧化層、微粒和其他污染物。第 14 圖示出可在第 15 圖之群集設備 100 內執行的例示性製程程序 301B。第 14 圖與第 13 圖所示之製程程序 301A 相似，除了在執行該準備/分析步驟 302A 之前，先執行了準備/分析步驟 302C。在一實施例中，該準備/分析步驟 302A 包含基材準備/分析步驟(例如，第 5 圖之準備/分析步驟 302)或上述微粒移除步驟。在一實施例中，該準備/分析步驟 302C 係如下述之濕式清潔型基材準備步驟。在該製程程序 301B 的一實施例中，在執行該準備/分析步驟 302C 之後，該等基材繼續進行至基材處理步驟 304 和基材處理步驟 306，其可選自如列下半導體元件形成步驟所組成之族群中，包括氧化物蝕刻、金屬蝕刻、EPI、RTP、DPN、PVD、CVD(例如，BLOk、CVD 多晶矽、TEOS 等)或其他適合的半導體基材處理步驟。

第 15 圖係群集設備 101 一實施例的平面圖，其含有處理區 120、連結模組 350 和前端環境 104。該處理區 120 通常含有如參考第 2 圖所述之零組件，其一般包含一或多個處理腔室 201-204、一或多個支持腔室 211(示出兩個)、傳輸腔室 110 和負載鎖定室 106A-B。該等負載鎖定室 106A-B 係與該傳輸腔室 110 及連結模組 350 連通。應注意到該支持腔室 211 可設置在該群集設備的其他區域內，例如位置 114A-F、位置 214A-D 和該連結模組 350 內的位置 354A-B。

該連結模組 350 通常擁有一傳輸區域 351，其連接該

前端環境 104 和該處理區 120。該連結模組 350 一般含有一連結機械手臂 330 和一或多個濕式清潔腔室 360。在一實施例中，該連結機械手臂 330 擁有滑動組件 331，其適於使該連結機械手臂 330 可在該等負載鎖定室 106A-B、該等濕式清潔腔室 360 和該前端環境 104 內的支撐台 104A 之間傳送基材。配置在該連結模組 350 之傳輸區域 351 內的連結機械手臂 330 通常能夠線性、旋轉以及垂直移動，以在該等負載鎖定室 106 和裝設在該前端環境 104 內之支撐台 104A 間傳輸基材。該前端環境 104 通常用來將基材從位於複數個晶圓盒 105 中之晶圓匣(未示出)透過一常壓清潔環境/封圍而傳輸至某些預期位置，例如支撐台 104A。

該濕式清潔腔室 360 通常是適於利用一或多種溼式化學處理步驟來除去在暴露基材表面上之原氧化層和其他污染物的腔室。該濕式清潔腔室 360 可以是從應用材料公司取得之 Emersion™腔室或 TEMPEST™濕式清潔腔室。一例示濕式清潔腔室 360 的範例進一步描述於共同讓渡之 2001 年 6 月 25 號提出申請之美國專利申請案第 09/891,846 號以及共同讓渡之 2002 年 4 月 11 號提出申請之美國專利申請案第 10/121,635 號中，兩者皆在此藉由引用其整體的方式併入本文中。

在製程期間，該濕式清潔腔室 360 通常配置用以清潔基材表面。在一態樣中，該濕式清潔腔室適於執行一或多個製程步驟，使暴露在基材表面上的化合物的末端具有一官能基。連結及/或形成在基材表面上的官能基包含羥基

(OH)、烷氧基(OR，其中 R=甲基、乙基、丙基或丁基)、鹵氧基(OX，其中 X=氟、氯、溴或碘)、鹵化物(氟、氯、溴或碘)、氧自由基和氨基(NR 或 NR₂，其中 R=氫、甲基、乙基、丙基或丁基)。該濕式清潔製程可將基材表面暴露在反應劑中，例如氫、二硼烷(B₂H₆)、矽烷(SiH₄)、二矽烷(SiH₆)、水、氟化氫(HF)、氯化氫(HCl)、氧氣、臭氧、過氧化氫、氫氣、氫原子、氮原子、氧原子、酒精、胺(amines)、其電漿、其衍生物或其組合物。該等官能基可為隨後 CVD 或原子層沉積(ALD)步驟中所使用的化學前驅物提供一基底，以連結在基材表面上。在一實施例中，該濕式清潔製程可將基材表面暴露在一反應劑中持續約 1 秒至約 2 分鐘之間。濕式清潔製程也可包含將基材表面暴露在 RCA 溶液(SC1/SC2)、氟化氫最終溶液(HF-last solution)、來自 WVG 或 ISSG 系統的水蒸氣、過氧化物溶液、酸性溶液、鹼性溶液、其電漿、其衍生物或其組合物中。可用的濕式清潔製程描述在共同讓渡之美國專利第 6,858,547 號以及共案審查中之 2002 年 11 月 21 號提出申請且標題為「強化高介電常數材料之成核的表面預處理」並公開為 US 20030232501 號之美國專利申請案第 10/302,752 號中，兩者皆在此介由引用其整體的方式併入本文中。

在濕式清潔製程的一範例中，在將基材暴露至用以形成厚度約 10 埃或更低(例如約 5 埃至約 7 埃)之化學氧化層的第二製程步驟之前，先除去原生氧化層。可用氟化氫最終溶液來除去原生氧化物。該濕式清潔製程可在從應用材

料公司取得的 TEMPEST™ 濕式清潔系統內執行。在另一範例中，將基材暴露在得自 WVG 系統的水蒸氣中約 15 秒。習知氟化氫最終處理步驟使用通常含有低於約 1% 氟化氫的水溶液來做為該製程程序的最後步驟，以在暴露出的矽表面上形成一鈍化層 (passivation layer)。可用該氟化氫最終製程可靠地形成高品質閘極氧化層。

如第 14 圖所示，在執行該準備/分析步驟 302A 之後，接下來可用選自於由下列製程所組成之族群中的一或多個基材製程步驟來處理基材，包含氧化物蝕刻、金屬蝕刻、EPI、RTP、DPN、PVD、CVD (例如，CVD 多晶矽、TEOS 等) 或其他適合的半導體基材處理步驟。

使用 UV 清潔製程來改善製程

隨著半導體元件尺寸縮小，例如 45 奈米節點或更小，原生氧化物的成長及/或暴露在有機污染下所引起的等待時間效應變成更嚴重的問題。為了減少原生氧化物成長或污染對形成的半導體元件造成的有害影響，可在執行沉積步驟之前，先執行一或多個清潔製程，以確保基材表面處於預期潔淨程度下。在該群集設備的一實施例中，一或多個處理腔室 201-204 或支持腔室 211 含有一輻射來源，其適於傳送一或多種波長的 UV 光以清潔基材表面，以減少等待時間效應，從而準備好基材以進行後續沉積製程，例如 CVD、PVD 或 ALD 類型製程。在此配置中，在該群集設備內於基材表面上執行的製程步驟程序包含利用 UV 能

量源來清潔基材表面的步驟(此後稱為 UV 清潔製程)。在沉積步驟之前加入 UV 清潔製程，特別是當在執行磊晶(EPI)層沉積步驟前一刻方執行 UV 清潔製程是特別有用的，因為所沉積的 EPI 層之成核作用和所形成的 EPI 層內應力對於該表面在製程開始時的狀態是很敏感的。在一實施例中，一基材處理程序包含一準備步驟，例如濕式清潔型基材準備步驟(第 14 圖的準備/分析步驟 302C)或預清潔處理步驟(第 13 圖的準備/分析步驟 302B)以及 UV 清潔製程步驟，以改善基材表面的潔淨度，並且在執行例如 EPI、CVD、PVD 或 ALD 沉積製程等基材製造步驟之前能更再現地控制基材表面狀態。該等準備步驟，例如濕式清潔型基材準備步驟或預清潔製程步驟，因此可用來除去基材表面上大部分的污染或原生氧化層，同時該 UV 清潔製程係用來在進行隨後的基材製程步驟之前，為基材表面做最後的準備及/或鈍化作用。

在一實施例中，相對於其他習知清潔技術而言，使用該 UV 清潔製程可降低執行清潔及/或鈍化製程的溫度，以減少熱預算。例如，在使用預期 UV 輻射量時，製程期間之基材溫度可低於 750°C，並且通常低於 700°C。在一態樣中，該 UV 輔助製程係在約 500°C 至約 700°C 之間的溫度下執行。習知含矽基材清潔和鈍化步驟，通常在執行 EPI 沉積步驟的前一刻方使用，並且通常在介於約 750°C 至約 1000°C 之間的溫度執行。在一態樣中，藉由在 UV 輻射的存在下於含有氫氣的周圍環境中處理基材，可能降低執行

該清潔及鈍化製程的溫度或清潔表面所需的時間，或同時減低溫度及所需時間兩者。在一實施例中，執行該 UV 清潔製程以準備乾淨且鈍化的含矽基材表面，以沉積磊晶成長的含矽薄膜。

參見第 6 圖，在一實施例中，該微粒減少腔室 700 更適於用來在基材表面上執行清潔製程。在一態樣中，該微粒減少腔室 700 包含一封圍 701、一輻射來源 711、一基材支撐件 704、一加熱元件 722、一真空幫浦 736 和一氣體輸送來源 735，該氣體輸送來源 735 適於輸送含有例如氫氣等還原氣體之清潔氣體至該處理區 710。操作時，在該基材表面清潔和鈍化製程期間，利用該真空幫浦 736 將該處理區 710 內的壓力控制在約 0.1 至約 80 Torr 之間。該等加熱元件 722 和系統控制器 102 用來在製程期間將基材溫度控制在約 550°C 至約 750°C 之間，並且通常介於約 550°C 至約 700°C 之間。利用該系統控制器 102 和輻射來源 711 將 UV 輻射的功率密度控制在約 1 mW/cm² 至約 25 mW/cm² 範圍內且具有介於約 120 奈米至約 430 奈米之間的一或多種波長。

在一範例中，藉由將該基材暴露在含有氫氣的清潔氣體中，同時暴露在波長約 180 奈米或更短的輻射下來完成該 UV 清潔製程。在 UV 清潔製程期間，將氫氣流速維持在約 25 slm 至約 50 slm 之間，同時基材表面溫度係在 500°C 至 650°C 範圍內持續約 1 分鐘至約 5 分鐘。處理區內的壓力可在約 0.1 Torr 至約 100 Torr 範圍內，通常壓力介在

約 5 Torr 至約 30 Torr 範圍內。輸送至基材表面的 UV 輻射之功率密度可介在約 2 mW/cm^2 至約 25 mW/cm^2 範圍內。

在一實施例中，如第 16 圖所示，係在執行該預清潔製程步驟 302B 之後，並且在執行該製程步驟 304 之前執行 UV 清潔製程 302D。第 16 圖示出的該製程程序 301C 類似於第 13 圖所示的製程程序，除了加入傳輸步驟 A3' 和 UV 清潔製程 302D 以執行 UV 清潔製程 302D 之外。應注意第 16 圖並不意欲限制該 UV 清潔製程在一製程程序內的執行順序，因為該清潔製程可在任何一個製程步驟之前或之後執行，而不會背離本發明之基本範圍。一般來說，傾向於在執行該 UV 清潔製程 302D 之後，將該基材傳送至或保持在真空或惰性環境內，以避免或最小化基材表面與氧氣或其他污染物的交互作用，以防止執行下一個基材處理步驟之前在該已淨化的表面上成長出原生氧化物或發生損害。因此，通常傾向於在擁有低氧氣分壓或其它污染物的群集設備內執行該 UV 清潔製程。

在另一實施例中，UV 輻射來源、基材加熱器和清潔氣體來源係連接或包含在該群集設備內的一或多個處理腔室內（例如，處理腔室 201-204），因此可在該等腔室中執行該 UV 清潔製程。在此配置中，可在執行沉積製程前，先在一處理腔室內執行該 UV 清潔製程，因此不需要一獨立的傳輸步驟 A3'（第 16 圖）。在一實施例中，在第 12 圖所示的預清潔腔室 1100 內添加 UV 輻射來源（未示出），以改善在該基材表面上執行的預清潔製程之製程結果。

在一實施例中，在執行該 UV 清潔製程後，於基材上執行一或多個測量步驟(例如，第 13-14 圖的準備/分析步驟 302A)，以分析基材各區的狀態，使得該系統控制器可做出修正動作以改善該 UV 清潔製程在後續基材上的效力及/或改善一或多個後續製程達到的製程結果。一般來說，該 UV 清潔製程變量可包含 UV 清潔製程時間、輸送至基材表面的 UV 功率強度及/或基材溫度。

在另一實施例中，在執行該 UV 清潔製程後，執行一或多個測量步驟(例如，第 13-14 圖的準備/分析步驟 302A)，而後在該基材表面上執行一或多個後續基材處理步驟(例如，PVD、CVD 或 ALD 沉積步驟)。在此例中，可用該等測量步驟來快速分析該基材表面上一區域的狀態，以容許該系統控制器對該製程程序內一或多個製程步驟中的一或多個製程變量做調整，以改善達到的製程結果。一般來說，該等製程變量可包含任何 UV 清潔製程變量(例如，UV 清潔製程時間、UV 來源功率)或基材處理製程變量(例如，RF 功率、製程壓力、氣體流速、膜厚、沉積速率、基材溫度)。在一範例中，使用一 XRD 裝置來測量並反饋沉積在第一基材表面上的薄膜應力。因此，若所測得的應力超出預期範圍，該系統控制器可以進行例如調整 UV 清潔製程的時間以改善基材表面潔淨度並降低形成在第二基材上之沉積層的應力。當沉積膜特性(例如，應力/張力)對於執行例如磊晶沉積矽層等沉積製程前的基材表面狀態非常敏感時，此製程是非常重要的。

將測量步驟整合在該群集設備內容許在製程程序的一或多個製程步驟後，快速地反饋預期或非預期的製程結果，以輔助減少基材報廢和元件變異性。群集設備內之整合的測量步驟也可藉由免除浪費時間在該群集設備內操作測試晶圓或品管晶圓(dummy wafer)以預評估一或多個製程步驟的需要，而改善該群集設備的生產力。此外，使用位於受控制的群集設備之真空或惰性環境區(例如，傳輸區域 110)內，或與其連通的一或多個測量腔室可避免基材表面與氧氣或其他污染物的交互作用及/或使其減至最小，因而相對於需要在該受控制真空或惰性環境外執行測量步驟的製程程序而言，能提供更快速且真實的測量結果。因此通常傾向於將該群集設備配置成能使該(等)測量腔室與該群集設備連接，使得此往返該等測量腔室的傳輸步驟能在擁有低的氧氣分壓或低污染物的環境中執行。

UV 輔助沉積製程

在一實施例中，一基材處理腔室含有一 UV 輻射來源，其適於在基材處理步驟期間(例如，第 13、14 和 16 圖的基材處理步驟 304-306)降低基材製程溫度。隨著特徵尺寸降低至 45 奈米和更低，使得降低基材製程溫度的需要變得日益重要。需要降低製程溫度，是為了最小化或避免材料在所形成的元件各層間互相擴散所造成的元件良率問題。基材準備步驟和基材製造步驟兩者均需要較低的製程溫度。降低基材製程溫度可改善所形成元件的熱預算，從

而改善所形成元件的元件良率和可使用壽命。因此傾向於使用在元件製造製程中使用具有較低製程溫度的一或多個製程步驟。

為了實現此任務，一基材處理腔室(之後簡稱處理腔室)在執行該元件製造製程的步驟期間將基材的一或多個表面暴露在 UV 輻射下。在使用時，該 UV 輻射來源適於傳送足夠的能量至基材表面，以減少使沉積或蝕刻製程發生在基材表面上所需要的熱能量。一般來說，咸信以介於約 120 至約 430 奈米 (nm) 之間的波長在介於約 5 至約 25 mWatts/cm² 的功率密度下輸送 UV 輻射至基材表面的輻射來源可用來輔助大部分的習知 CVD 或 ALD 製程。應注意到該 UV 輻射波長和所傳送的功率可能需要調整以適用於特定溫度、前驅物和基材組合。可利用含有例如氫、氫、氫、氫、氯化氫、氟化氫、氟化氫等元素的燈供應來自該輻射來源的輻射。典型的輻射來源可以是習知的 UV 燈(例如，汞蒸氣燈)或其他類似裝置。也可使用擁有不同放射波長之 UV 輻射來源的組合。在一實施例中，該製程期間的壓力範圍在約 0.1 至約 80 Torr 間。

第 17 圖示出一例示性處理腔室 1600 的簡要剖面側視圖，其可做為第 2-3 圖所示之群集設備 100 內的一或多個處理腔室 201-204。在一實施例中，如第 17 圖所示，該沉積處理腔室包含不鏽鋼外罩結構 1601，其罩住該處理腔室 1600 的各種功能元件。一石英腔室 1630 包含上石英腔室 1605 以及下石英腔室 1624，其中上石英腔室 1605 含有該

UV 輻射來源 1608，以及下石英腔室 1624 含有一製程空間 1618。提供反應性物種至製程空間 1618，並且從製程空間 1618 除去製程副產物。一基材 1614 擱置在一台座 1617 上，並且該等反應性物種係供應至該基材 1614 表面 1616 上，並且隨後從表面 1616 上除去副產物。使用紅外燈 1610 來加熱基材 1614 和製程空間 1618。來自紅外燈 1610 的輻射行進通過上石英腔室 1605 的上石英窗口 1604，並通過下石英腔室 1624 的下石英部分 1603。用於上石英腔室 1605 的一或多種冷卻氣體從入口 1611 進入並由出口 1628 而離開(1613)。在處理腔室為 CVD 或 ALD 型處理腔室的實施例中，下石英腔室的前驅物以及稀釋劑、清潔劑和排放氣體係透過入口 1620 進入並且透過出口 1638 而離開(1622)。該等出口 1628 和 1638 係與相同的真空幫浦連通，或利用不同幫浦控制在相同壓力下，使得上石英腔室 1605 和下石英腔室 1624 的壓力相等。因此該 UV 輻射係用來能量化該些反應性物種、輔助反應物的吸附作用以及幫助製程副產物從基材 1614 之表面 1616 脫附。例示沉積腔室、UV 清潔製程和利用 UV 輔助沉積製程來沉積 EPI 薄膜的製程係進一步描述於共同讓渡之 2004 年 6 月 10 號提出申請之美國專利申請案第 10/866,471 號中，其在此藉由引用其整體的方式併入本文中。

在一範例中，係於處理腔室 1600 內在較佳地約 400℃ 的溫度下利用二矽烷(Si_2H_6)加上氨(NH_3)的混合物來沉積氮化矽(SiN)薄膜，同時以約 172 奈米的波長以及約 5 至約

10 mWatts/cm² 之間的功率密度傳送 UV 輻射。通常，習知氮化矽沉積製程需要約 650°C 或更高的溫度。

在該群集設備的一實施例中，在執行一或多個 UV 輔助基材製程步驟(例如，沉積步驟)之後，執行一或多個測量步驟(例如，第 13-14 圖的準備/分析步驟 302A)。在此例中，可使用該等測量步驟來快速分析沉積在該基材表面上的一或多個膜層之狀態，以容許該系統控制器對於該基材製程步驟的製程變量做調整，以改善在該基材表面上形成該層的製程。一般來說，該等製程變量可包含，例如 UV 輻射強度(例如，功率)、沉積時間、製程壓力、製程氣體流速、RF 功率、膜厚或基材溫度。在一範例中，使用 XRD 裝置來測量並反饋沉積在第一基材表面上的薄膜應力，因此該系統控制器可以例如調整後續沉積製程的 UV 功率以改善利用該 UV 輔助沉積製程所形成的沉積層之薄膜特性，例如應力。在沉積膜層的特性(例如，應力/張力)對於沉積製程期間的熱環境非常敏感的情況下，此製程是非常重要的。將測量製程步驟整合在該群集設備內，可容許在一或多個基材生產製程步驟之後快速地反饋所得到的預期或非預期製程結果，因此藉由減少不當處理的基材數量來改善元件良率，並且藉由免除浪費時間在該群集設備內使用多個測試晶圓來預先評估該製程程序中一或多個製程步驟的需要，來改善該群集設備的生產力。

雖然前述係針對本發明多個實施例，但可在不背離本發明基本範圍下設計出數種本發明之其他及進一步實施

例，並且其範圍係由如下申請專利範圍決定。

【圖式簡單說明】

為了詳細瞭解上述本發明之特徵，可以參考某些在附圖中示出的實施例來閱讀精簡整理於上的本發明更明確的描述。但是需要注意的是，附圖僅示出本發明的多個典型實施例，因此不應用來限制本發明範圍，因為本發明可允許其他等效實施例。

第 1 圖係一用於半導體製程典型的習知製程系統平面圖，其可藉由使用本發明而受益；

第 2 圖係含有適於執行半導體製程之處理腔室和測量腔室的製程系統平面圖，其可使用本發明而受益；

第 3 圖係含有適於執行半導體製程之處理腔室和測量腔室的製程系統平面圖，其可使用本發明而受益；

第 4 圖係含有適於執行半導體製程之處理腔室和測量腔室的製程系統平面圖，其中可使用本發明而受益；

第 5 圖示出含有一系列製程配方步驟和基材傳輸步驟的製程程序，其可使用本發明而受益；

第 6 圖係適於執行半導體製程之支持腔室的剖面側視圖，其可使用本發明而受益；

第 7 圖係適於執行半導體製程之支持腔室的剖面側視圖，其可使用本發明而受益；

第 8 圖係適於執行半導體製程之傳輸腔室和支持腔室的剖面圖，其可使用本發明而受益；

第 9 圖係適於執行半導體製程之傳輸腔室和支持腔室

的剖面圖，其可使用本發明而受益；

第 10 圖係適於執行半導體製程之傳輸腔室和支持腔室的剖面圖，其可使用本發明而受益；

第 11 圖係適於執行半導體製程之傳輸腔室和支持腔室的剖面圖，其可使用本發明而受益；

第 12 圖係適於執行半導體製程之預清潔腔室的剖面側視圖，其可使用本發明而受益；

第 13 圖示出含有一系列製程配方步驟和基材傳輸步驟的製程程序，其可使用本發明而受益；

第 14 圖示出含有一系列製程配方步驟和基材傳輸步驟的製程程序，其可使用本發明而受益；

第 15 圖係含有適於執行半導體製程之處理腔室、預處理腔室和測量腔室的製程系統平面圖，其可使用本發明而受益；

第 16 圖示出含有一系列製程配方步驟和基材傳輸步驟的製程程序，其可使用本發明而受益；

第 17 圖係適於執行半導體製程之基材處理腔室的剖面側視圖，其可使用本發明而受益。

【主要元件符號說明】

100、101	群集設備	102	系統控制器
104	前端環境	104A	支撐台
104B	傳輸區域	105	晶圓盒
106A-B	負載鎖定室		
108A-B	工廠介面機械手臂		

110 傳輸腔室	110A 傳輸腔室蓋
110B 傳輸腔室基座	110C、351 傳輸區域
113、330 機械手臂	113A 葉片組件
113B 手臂組件	113C 驅動組件
114A-114F 製程位置	116A-B 公設腔室
120、710、770、1120 處理區	
201-204、1600 處理腔室	211 支持腔室
214A-D、354A-B 位置	300、301A-C 製程程序
302、302A、302B、302C 準備/分析步驟	
302D UV 清潔製程	304、306、308 製程步驟
310 後處理/分析步驟	331 滑動組件
350 連結模組	360 濕式清潔腔室
700 微粒減少腔室	701、761 封圍
702、752、1110 腔室主體	703、753 腔室蓋
704、754、804 基材支撐件	705、755 透明區
706、756 密封件	
707、757、807 基材支撐表面	
711、813、1608 輻射來源	720、820 舉升組件
722 加熱元件	735 氣體輸送來源
736 真空幫浦	750 測量腔室
800、801 支持腔室組件	808 支撐
811 測量組件	812 感應器
1100 預清潔腔室	1101 蓋組件
1102 基材支撐構件	1111 狹縫閥開口

1112	流體通道	1113	內襯
1114	縫隙	1115	泵吸通道
1130、1131	電極	1132	電源
1133	孔洞	1135	加熱元件
1140	支撐組件	1141	流體通道
1150	真空組件	1160	氣體來源
1601	外罩結構	1603	下石英部分
1604	上石英窗口	1605	上石英腔室
1610	紅外燈	1611、1620	入口
1613、1638	出口	1614	基材
1616	基材表面	1617	台座
1618	製程空間	1624	下石英腔室
1630	石英腔室		

五、中文發明摘要：

本發明態樣大體來說提供一種使用多腔室製程系統來處理基材的設備及方法，其適於處理基材並分析在基材上執行的製程結果。在本發明一態樣中，使用一或多個分析步驟及/或預清潔步驟來降低等候時間對元件良率的影響。在本發明一態樣中，使用一系統控制器及一或多個分析腔室來監視及控制一處理腔室配方及/或製程程序，以減少因為已完成元件上的缺陷而造成基材報廢以及元件效能差異性等問題。本發明實施例大體上也提供數種可重複且可靠地形成用於各種應用中之半導體元件的方法和系統。

六、英文發明摘要：

Aspects of the invention generally provide an apparatus and method for processing substrates using a multi-chamber processing system that is adapted to process substrates and analyze the results of the processes performed on the substrate. In one aspect of the invention, one or more analysis steps and/or precleaning steps are utilized to reduce the effect of queue time on device yield. In one aspect of the invention, a system controller and the one or more analysis chambers are utilized to monitor and control a process chamber recipe and/or a process sequence to reduce substrate scrap due to defects in the formed device and device performance variability issues. Embodiments of the present invention also generally provide methods and a system for repeatably and reliably forming semiconductor devices used in a variety of applications.

十、申請專利範圍：

1. 一種基材處理設備，其包含：

一或多個側壁，用以形成一傳輸區域，該傳輸區域內設置有一機械手臂；

一第一支持腔室，配置在該傳輸區域內並且用以測量該基材表面的特性；

一基材處理腔室，其與該傳輸區域連通；以及

一預清潔腔室，其適於在該基材處理腔室內執行製程步驟之前，預準備一基材的表面。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其中該傳輸區域維持在介於約 10^{-6} 托耳至約 700 托耳之間的壓力。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其中該第一支持腔室適於利用 X 光繞射 (XRD)、X 射線光電子光譜 (XPS)、反射儀或橢圓測量儀技術來測量一基材表面的特性。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其中該基材處理腔室為分耦式電漿氮化 (DPN) 腔室、快速熱處理 (RTP) 腔室、化學氣相沉積 (CVD) 腔室、原子層沉積 (ALD) 腔、或物理氣相沉積 (PVD) 腔室。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，更包含一第二支持

腔室，其係適於從一基材表面上除去污染物，其中係藉由從設置在該一或多個側壁上的一來源傳送紫外線(UV)輻射至該基材表面來除去該污染物。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其中在該第一支持腔室內測得的該基材表面特性是一選自於由該區域內所含材料之應力、張力、厚度和成分所組成之族群中的特性。

7. 一種基材處理設備，其包含：

- 一或多個側壁，其形成一傳輸區域，該傳輸區域內設置有一機械手臂；

- 一或多個基材處理腔室，其與該傳輸區域連通；

- 一支持腔室，其與該機械手臂可傳輸連通，其中該支持腔室係適於測量該基材表面的特性；以及

- 一處理腔室，其與該傳輸區域連通，其中該處理腔室包含：

- 一基材支撐件，設置在該處理腔室的一處理區內；以及

- 一第一輻射來源，其適於傳送一或多種 UV 光波長的光線至一位於該基材支撐件上之基材的一表面。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中該傳輸區域維持在介於約 10^{-6} 托耳至約 700 托耳之間的壓力。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中該一或多個基材處理腔室係分耦式電漿氮化(DPN)腔室、快速熱處理(RTP)腔室、化學氣相沉積(CVD)腔室或原子層沉積(ALD)腔室。

10. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中該支持腔室適於利用 X 光繞射(XRD)、X 射線光電子光譜(XPS)、反射儀或橢圓測量儀技術來測量一基材表面的特性。

11. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，更包含一第二支持腔室，其適於從一基材表面上除去污染物，其中係藉由從與該一或多個側壁至少其中一者相連接的一第二輻射來源傳送紫外線(UV)輻射至該基材表面來去除該污染物。

12. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中該第一輻射來源適於以介於約 1 至約 25 毫瓦/平方公分(mWatts/cm^2)之間的功率密度來傳送介於約 120 奈米至約 430 奈米之間的一或多種光波長。

13. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中該處理腔室更包含一氣體來源，其適於輸傳一清潔氣體至該處理區，其中該清潔氣體含有氫氣。

14. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，更包含：

一晶圓盒，其適於容納兩或多個基材；

一負載鎖定室，其與該機械手臂交流，其中該負載鎖定室適於排空至低於大氣壓的壓力；以及

一第二機械手臂，其係適於在該晶圓盒和該負載鎖定室之間傳送置於該晶圓盒內的該兩或多個基材之其中之一者。

15. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中在該支持腔室內測得之該基材表面特性是選自於由該區域內所含材料之應力、張力、厚度和成分所組成之族群中的一特性。

16. 一種基材處理設備，其包含：

一或多個側壁，其形成一傳輸區域，該傳輸區域中設置有一機械手臂；

一支持腔室，其與該機械手臂可傳輸交流，其中該支持腔室適於測量該基材表面的一特性；

一第一處理腔室，其與該傳輸區域連通，其中該第一處理腔室包含：

一基材支撐件，設置在該處理腔室之處理區內；

以及

一第一輻射來源，其係適於傳送一或多種 UV 光

波長至位在該基材支撐件上的一基材表面；以及

一第二處理腔室，其與該傳輸區域連通，其中該第二處理腔室包含：

一基材支撐件，設置在該處理腔室之處理區內；

一第二輻射來源，其適於傳送一或多種 UV 光波長至位在該基材支撐件上的一基材表面；以及

一氣體來源，其適於傳送一清潔氣體至該處理區，其中該清潔氣體含有氫氣。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之設備，其中該傳輸區域維持在介於約 10^{-6} 托耳和約 700 托耳之間的壓力。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述之設備，其中該第一處理腔室係分耦式電漿氮化 (DPN) 腔室、快速熱處理 (RTP) 腔室、化學氣相沉積 (CVD) 腔室或原子層沉積 (ALD) 腔室。

19. 如申請專利範圍第 16 項所述之設備，其中該支持腔室適於利用 X 光繞射 (XRD)、X 射線光電子光譜 (XPS)、反射儀或橢圓測量儀技術來測量一基材表面的特性。

20. 如申請專利範圍第 16 項所述之設備，更包含一第二支持腔室，其適於從一基材表面上除去污染物，其中係藉由從與該一或多個側壁至少其中一者相連接的一第二輻射來

源傳送紫外線(UV)輻射至該基材表面來除去該污染物。

21. 如申請專利範圍第 16 項所述之設備，其中該第一和第二輻射來源適於以介於約 1 至約 25 毫瓦/平方公分(mWatts/cm^2)之間的功率密度傳送介於約 120 奈米至約 430 奈米之間的一或多種光波長。

22. 如申請專利範圍第 16 項所述之設備，其中在該支持腔室內測得之該基材表面的特性是選自該區域內所含材料之應力、張力、厚度和成分所組成之族群中的一特性。

23. 一種在一群集設備內形成半導體元件的方法，其包含：

在一基材處理腔室內修改一基材的表面；

在修改該基材表面後測量該基材之一區域的特性；

比較所測得之特性和已儲存在一系統控制器內的數值；以及

基於所測得之特性和儲存在該系統控制器內的數值之比較，來改變該基材表面處理步驟期間的一製程變量。

24. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中上述測量一區域之特性的步驟包含測量一選自該區域內所含材料之應力、張力、厚度和成分所組成之族群中的特性。

25. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，更包含在修改該基材表面之前，預清潔該基材表面。

26. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，更包含在形成該元件特徵之前，從該基材表面除去污染物，其中除去污染物的步驟包含：

將該基材表面暴露在至少一波長介於約 120 奈米至約 430 奈米之間的輻射下；

提供一含有氫氣的清潔氣體至該基材表面；以及
加熱該基材至一低於約 750°C 的溫度。

27. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中上述修改一基材表面的步驟包含：執行一選自於由分耦式電漿氮化 (DPN) 製程、磊晶層 (EPI) 沉積製程、快速熱處理 (RTP) 製程、化學氣相沉積 (CVD) 製程、原子層沉積 (ALD) 製程和物理氣相沉積 (PVD) 製程所組成的族群中的製程。

28. 如申請專利範圍第 27 項所述之方法，其中上述修改一基材表面的步驟更包：含在修改該表面的步驟期間，將該基材表面暴露在至少一波長介在約 120 奈米至約 430 奈米之間的輻射下。

29. 一種在一群集設備內形成半導體元件的方法，其包含：

在一基材處理腔室內修改一基材的表面；

利用配置在該傳輸區域內的一機械手臂將一基材設置於該群集設備的該傳輸區域內；

測量設置在該傳輸區域內之該基材表面之特性；

比較所測得之特性和儲存在一系統控制器內的數值；

以及

基於所測得之特性和儲存在該系統控制器內的數值之比較，來調整該修改基材表面之製程中的一製程變量。

30. 如申請專利範圍第 29 項所述之方法，更包含在形成一元件特徵之前，預清潔該基材表面。

31. 如申請專利範圍第 29 項所述之方法，其中上述測量一區域的特性的步驟包含：測量一選自於由該區域內所含材料之應力、張力、厚度和成分所組成之族群中的特性。

32. 如申請專利範圍第 29 項所述之方法，更包含在形成該元件特徵之前，將該基材表面暴露在來自一輻射來源的紫外線(UV)輻射下，以除去該基材表面的污染物。

33. 如申請專利範圍第 29 項所述之方法，其中上述修改一基材表面的步驟：包含執行一選自於由分耦式電漿氮化(DPN)製程、磊晶層(EPI)沉積製程、快速熱處理(RTP)製

程、化學氣相沉積(CVD)製程、原子層沉積(ALD)製程和物理氣相沉積(PVD)製程所組成的族群中的製程。

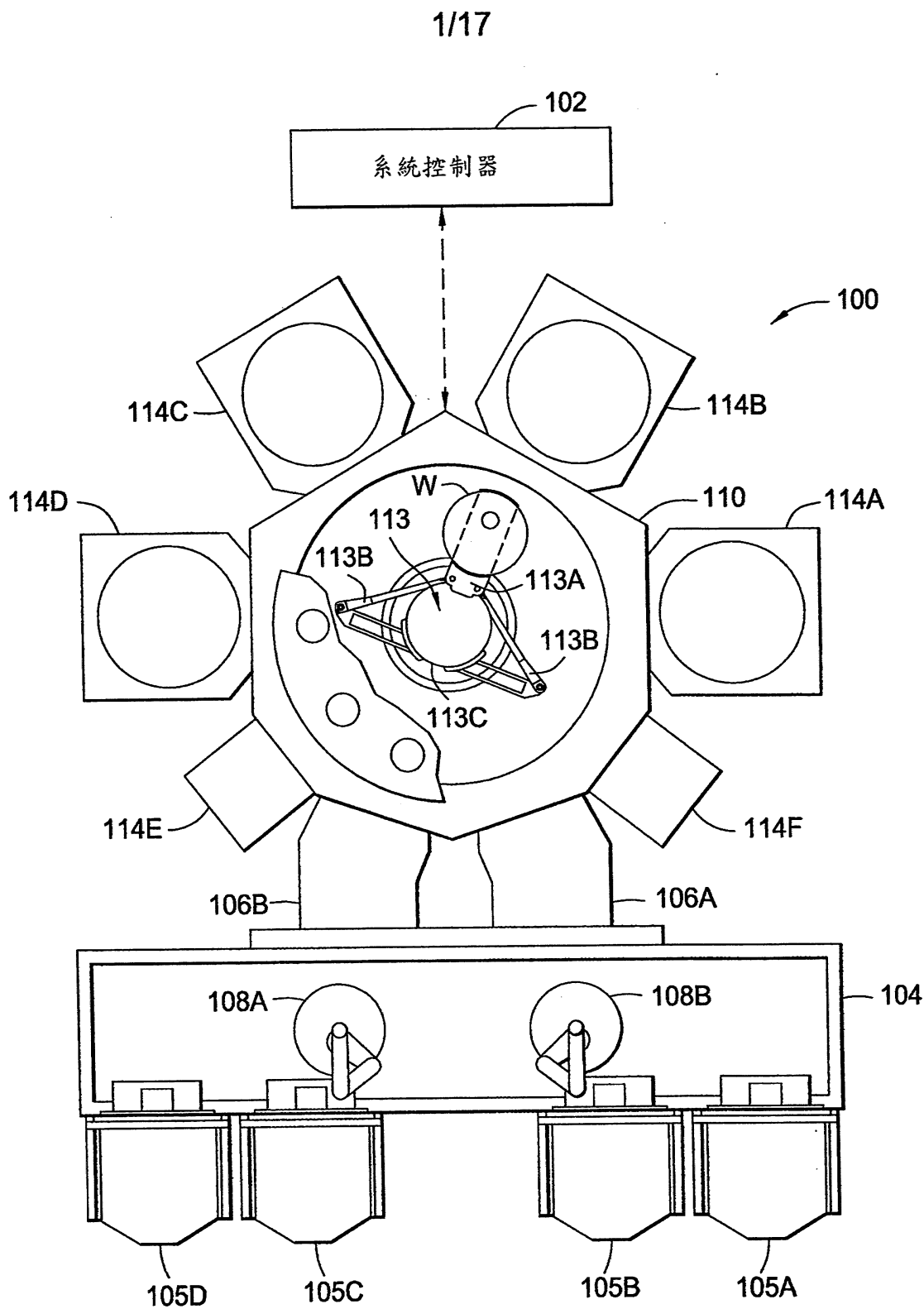
34. 如申請專利範圍第 29 項所述之方法，更包含在形成該元件特徵之前，從該基材表面除去污染物，其中該除去污染物的步驟包含：

將該基材表面暴露在一波長至少介在約 120 奈米至約 430 奈米之間的輻射下；

提供一含有氫氣的清潔氣體至該基材表面；以及
加熱該基材至一低於約 750°C 的溫度。

35. 如申請專利範圍第 29 項所述之方法，其中上述修改一基材表面的步驟更包含：在修改該表面之步驟期間，將該基材表面暴露在至少一波長介在約 120 奈米至約 430 奈米之間的輻射下。

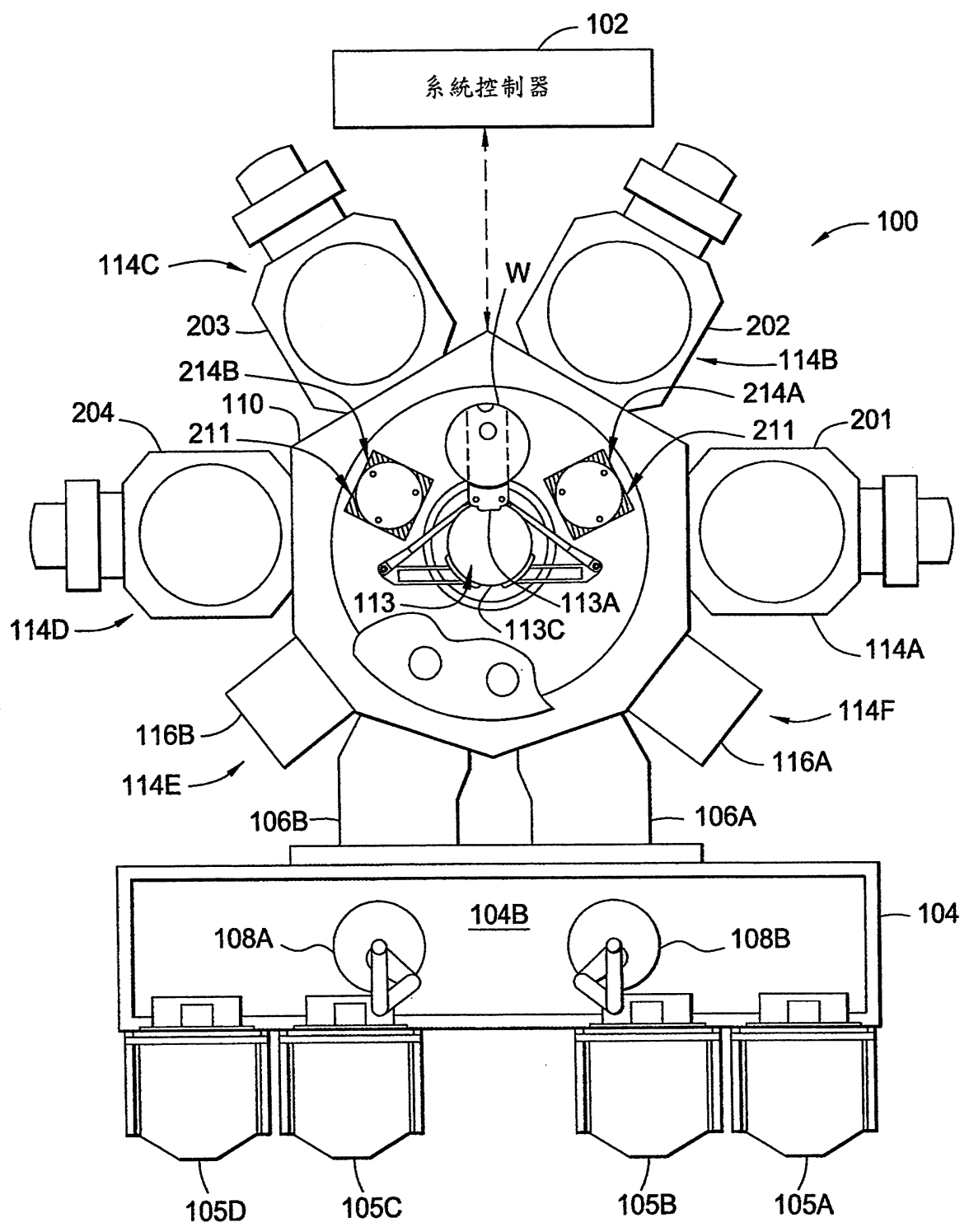
「



第1圖
(先前技藝)

┌

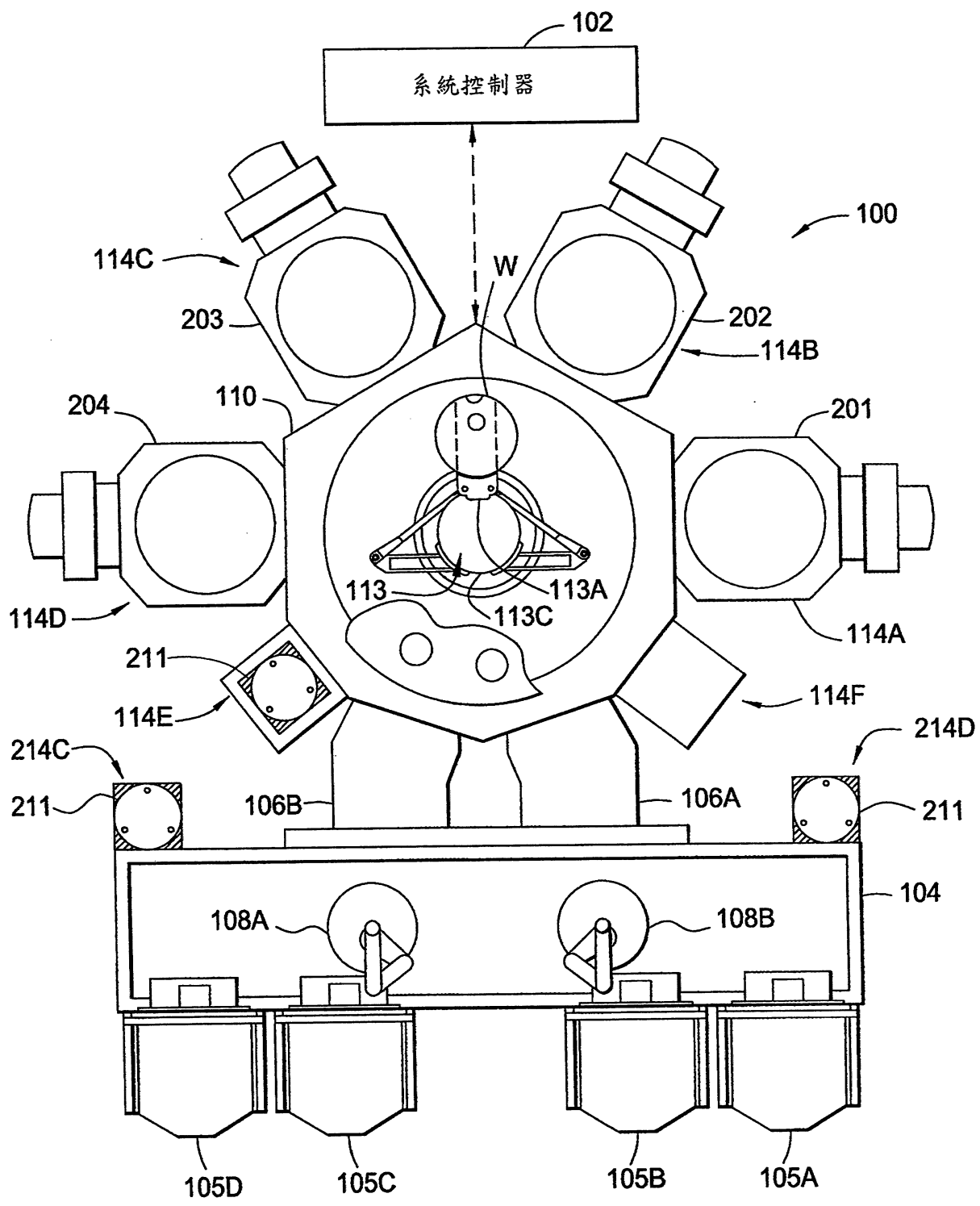
2/17



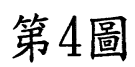
第2圖

「

3/17

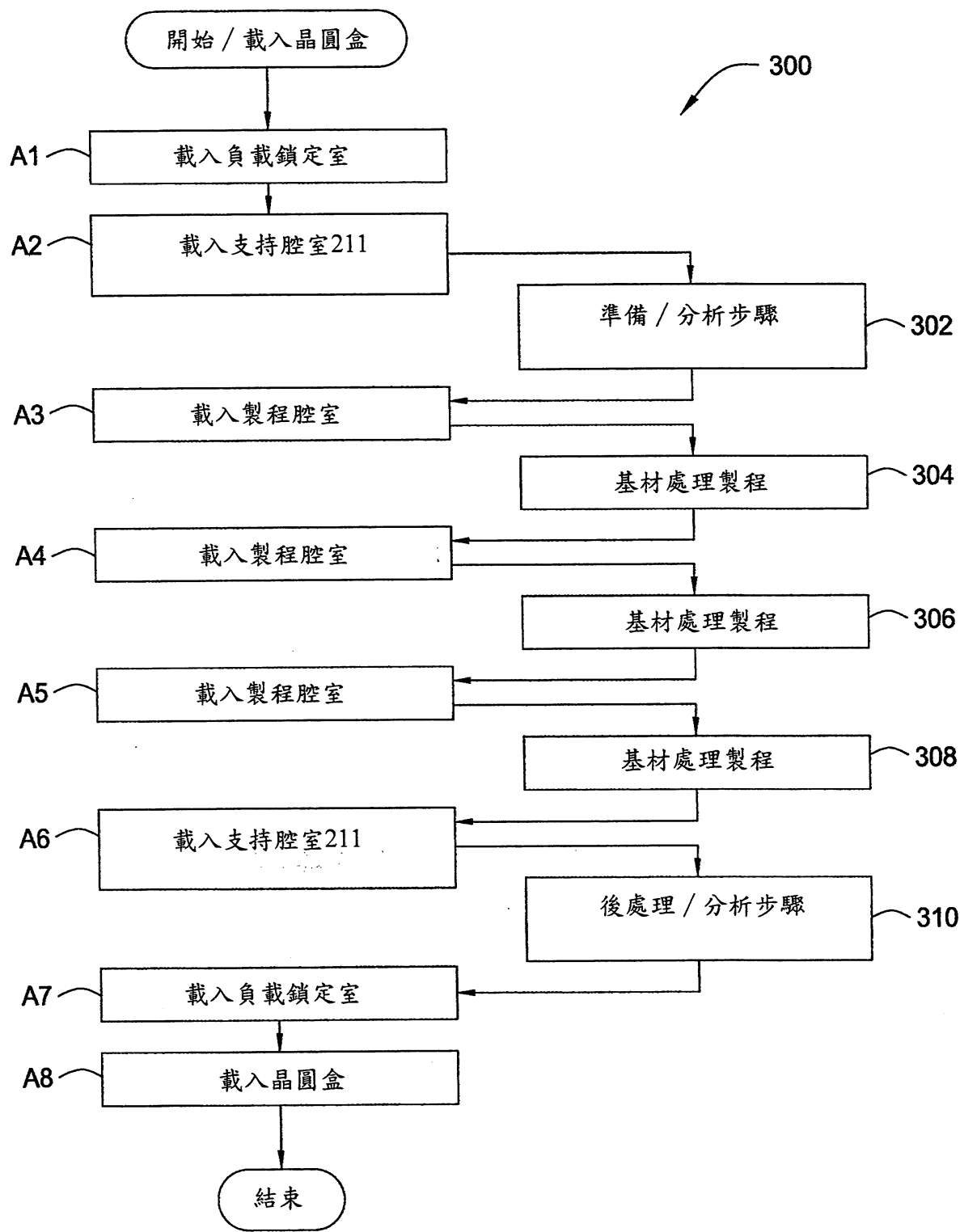


第3圖

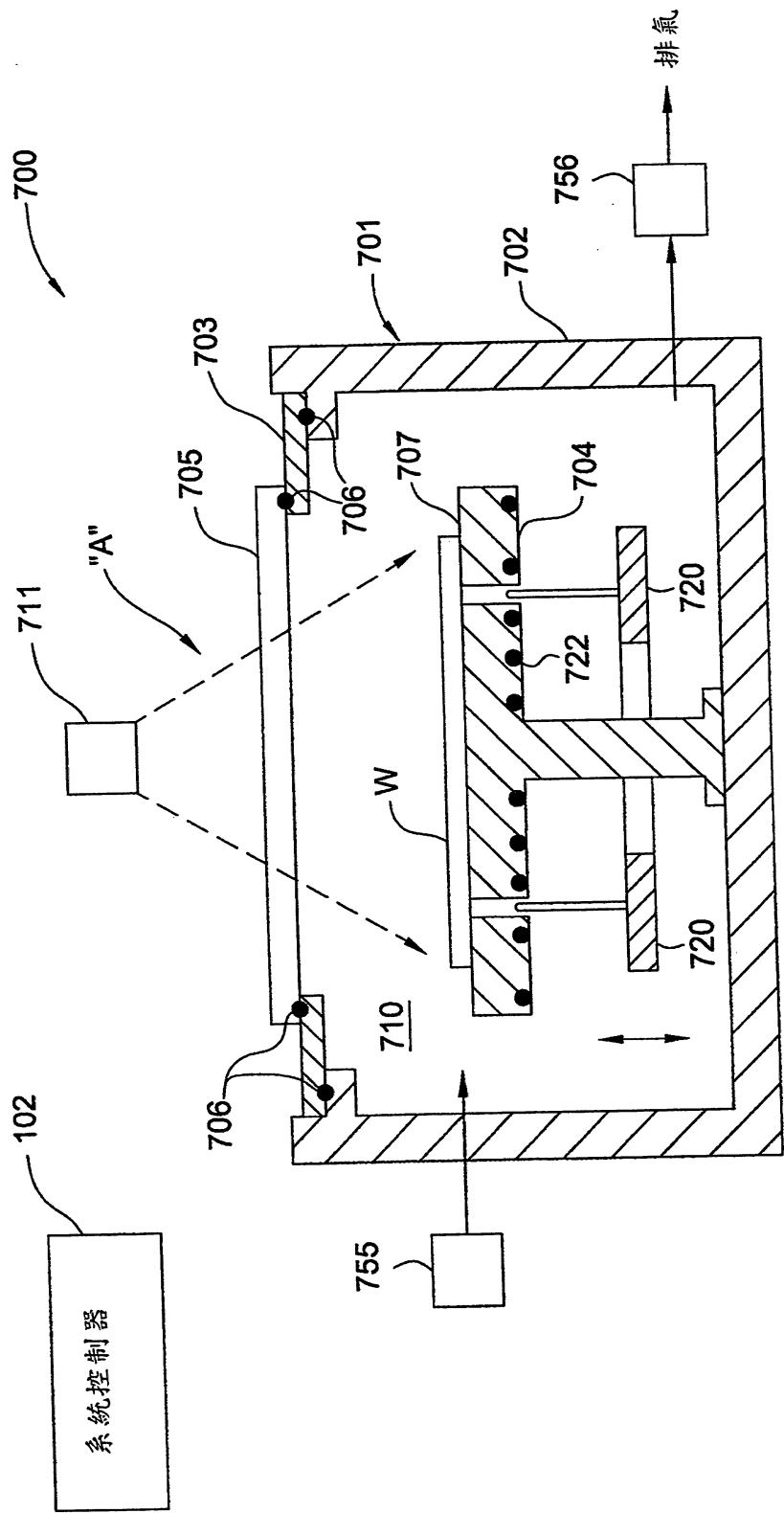


第4圖

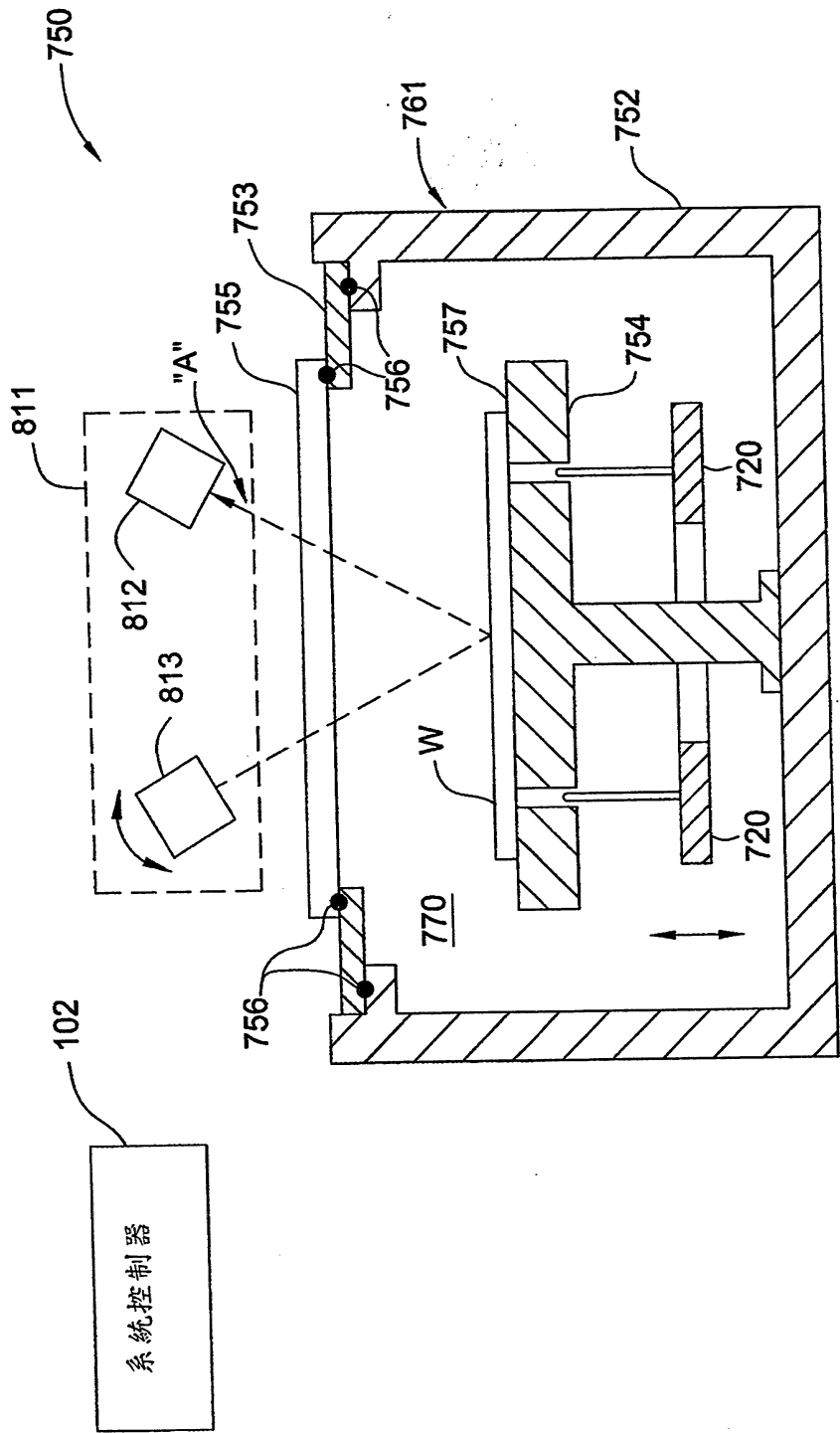
「



第5圖



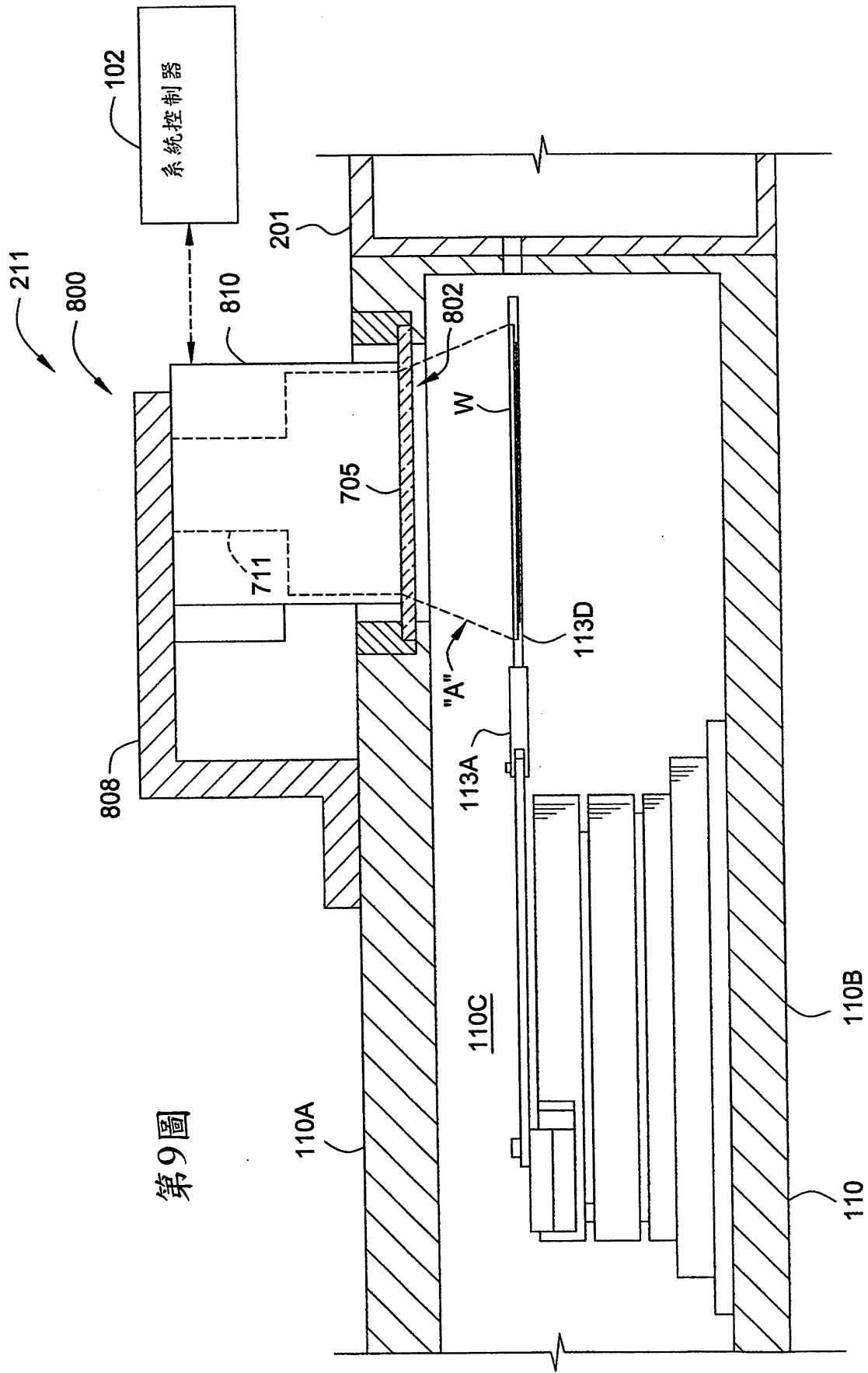
第6圖



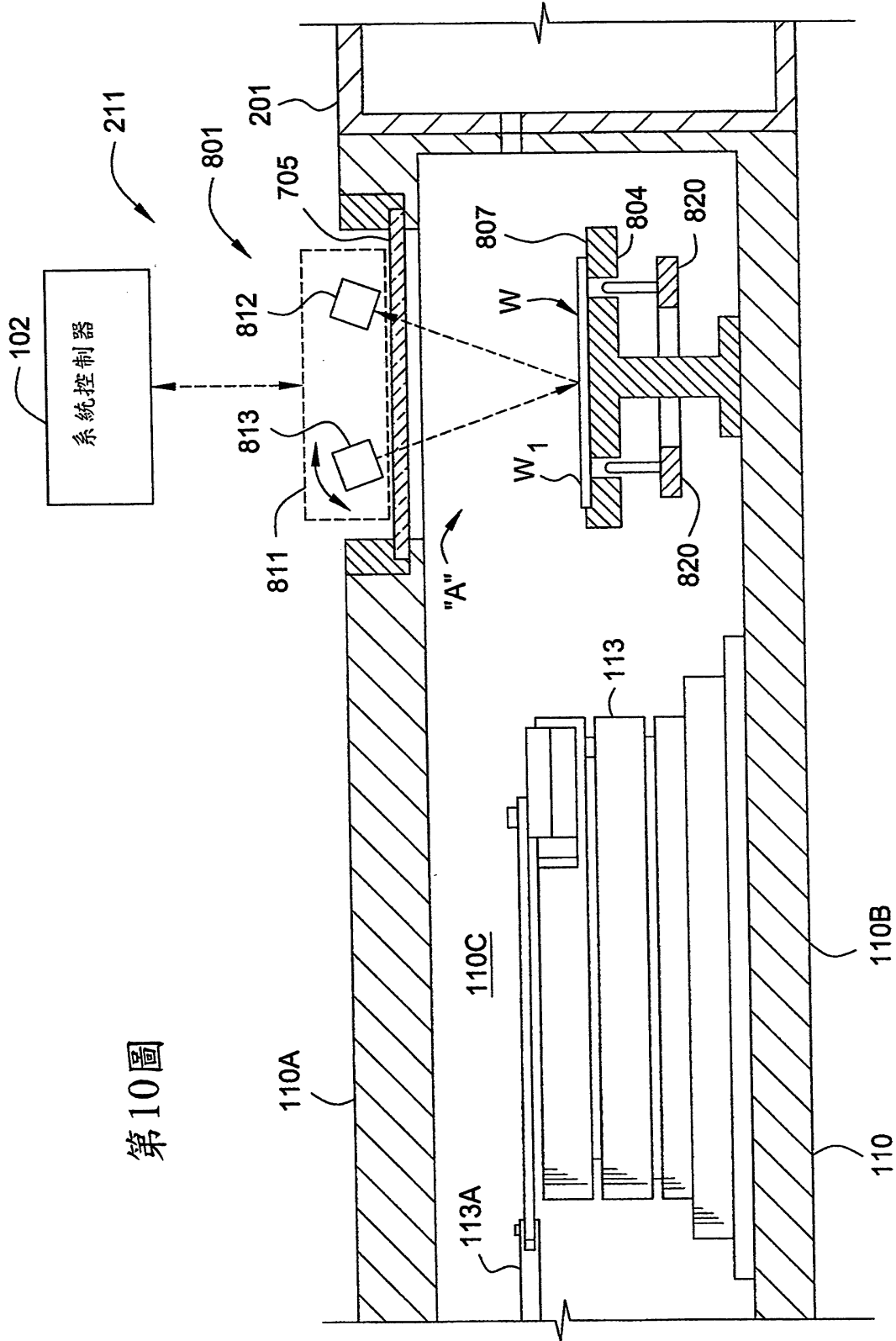
第7圖

┐

9/17



第9圖



第10圖

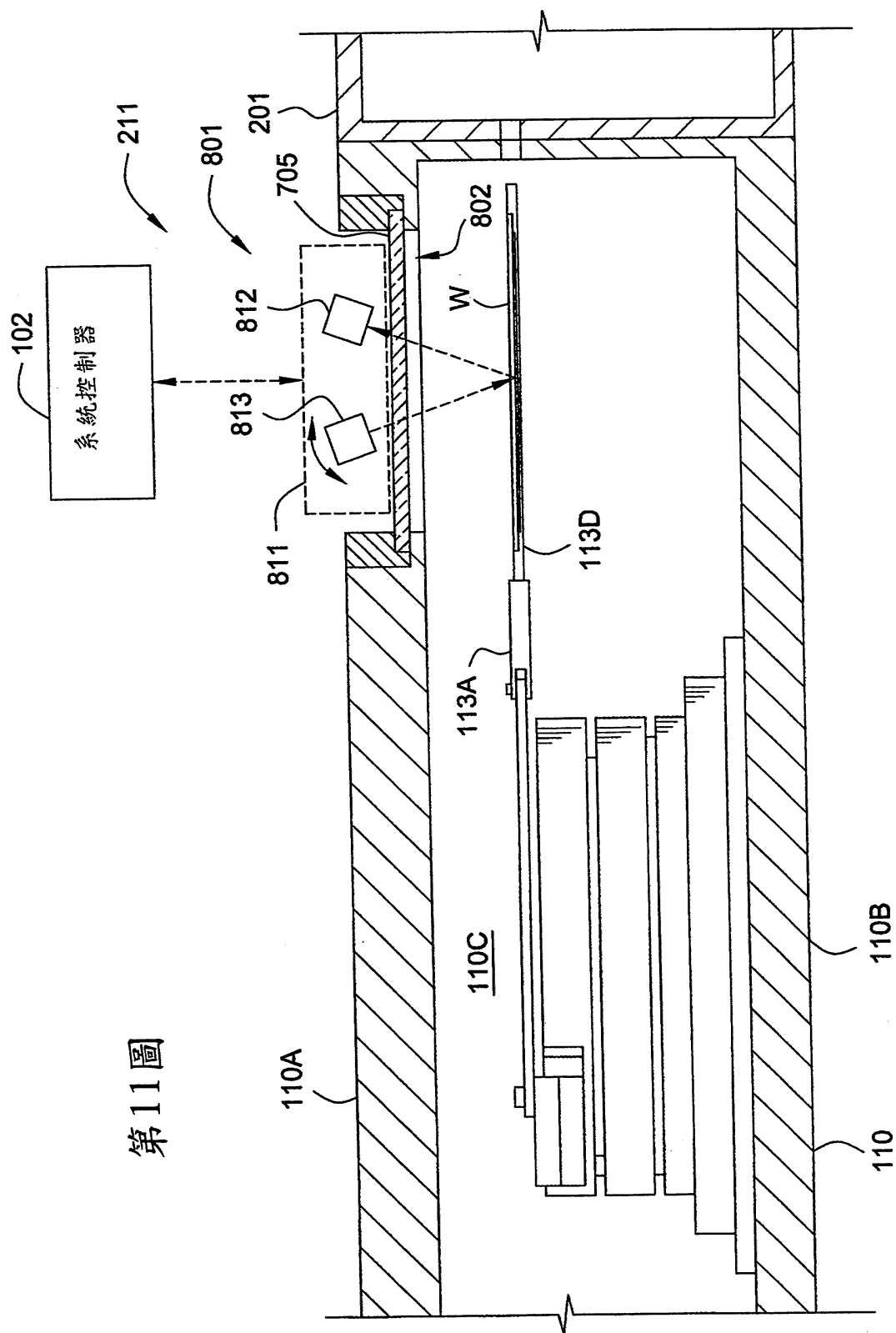
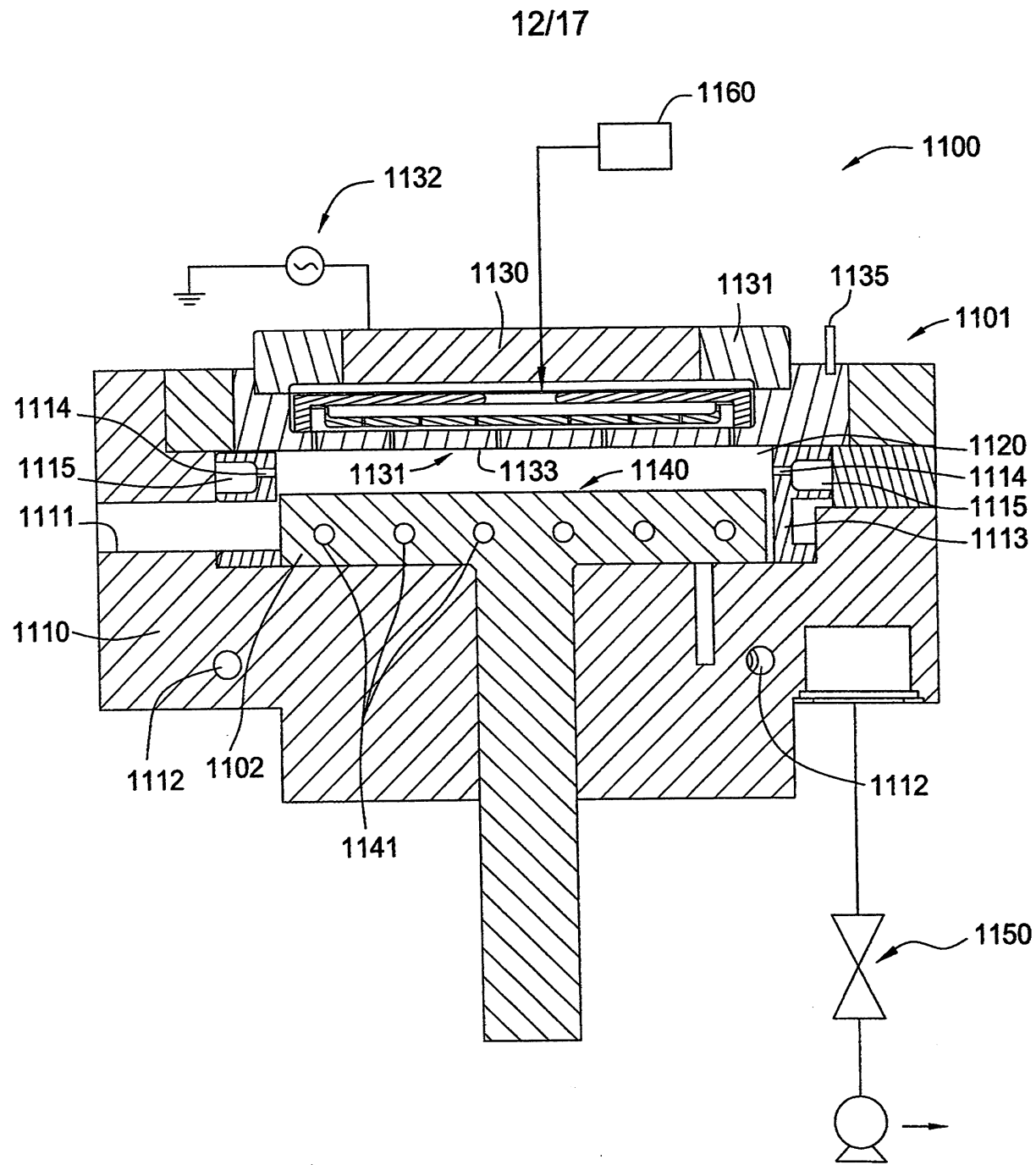
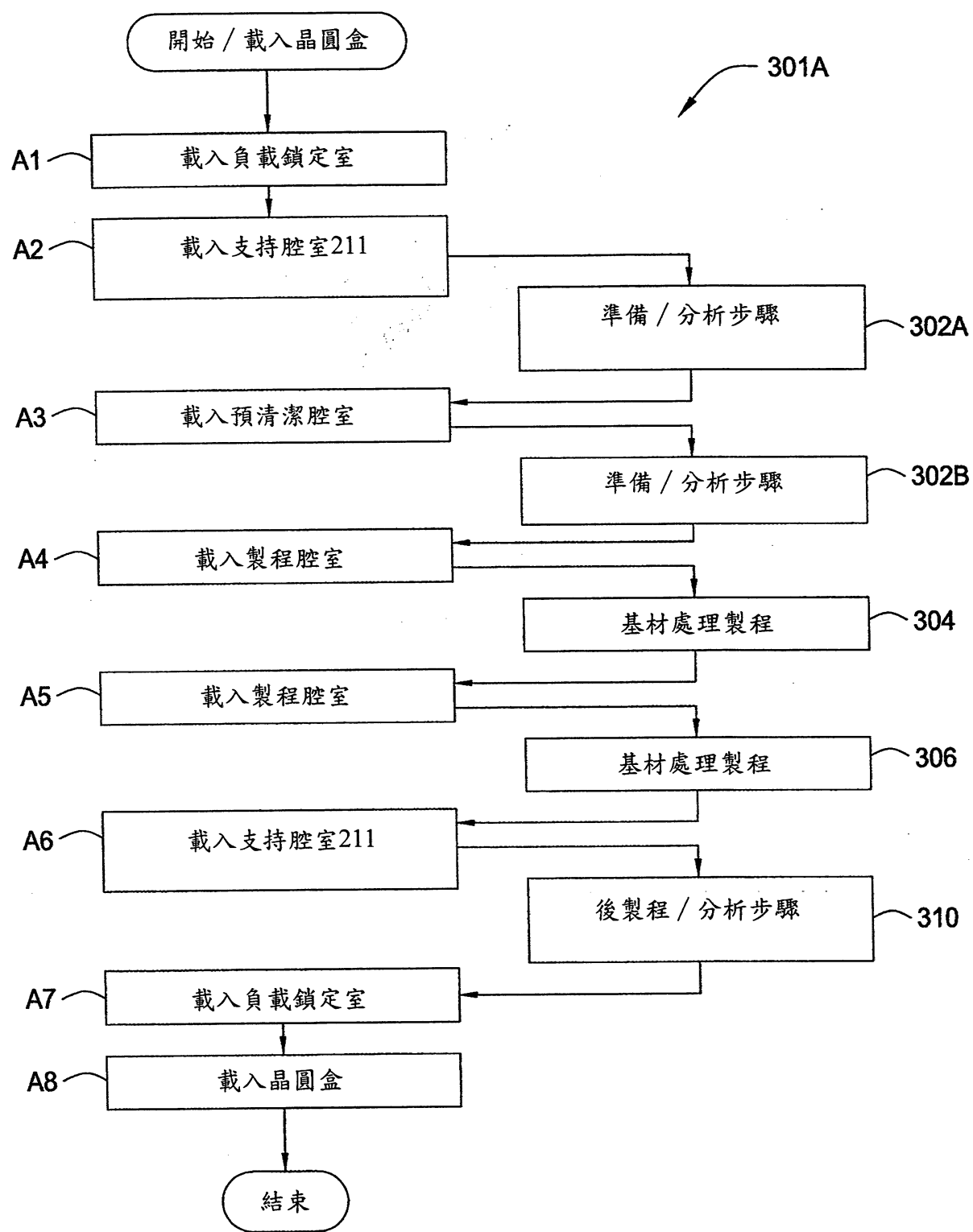


圖 11 第

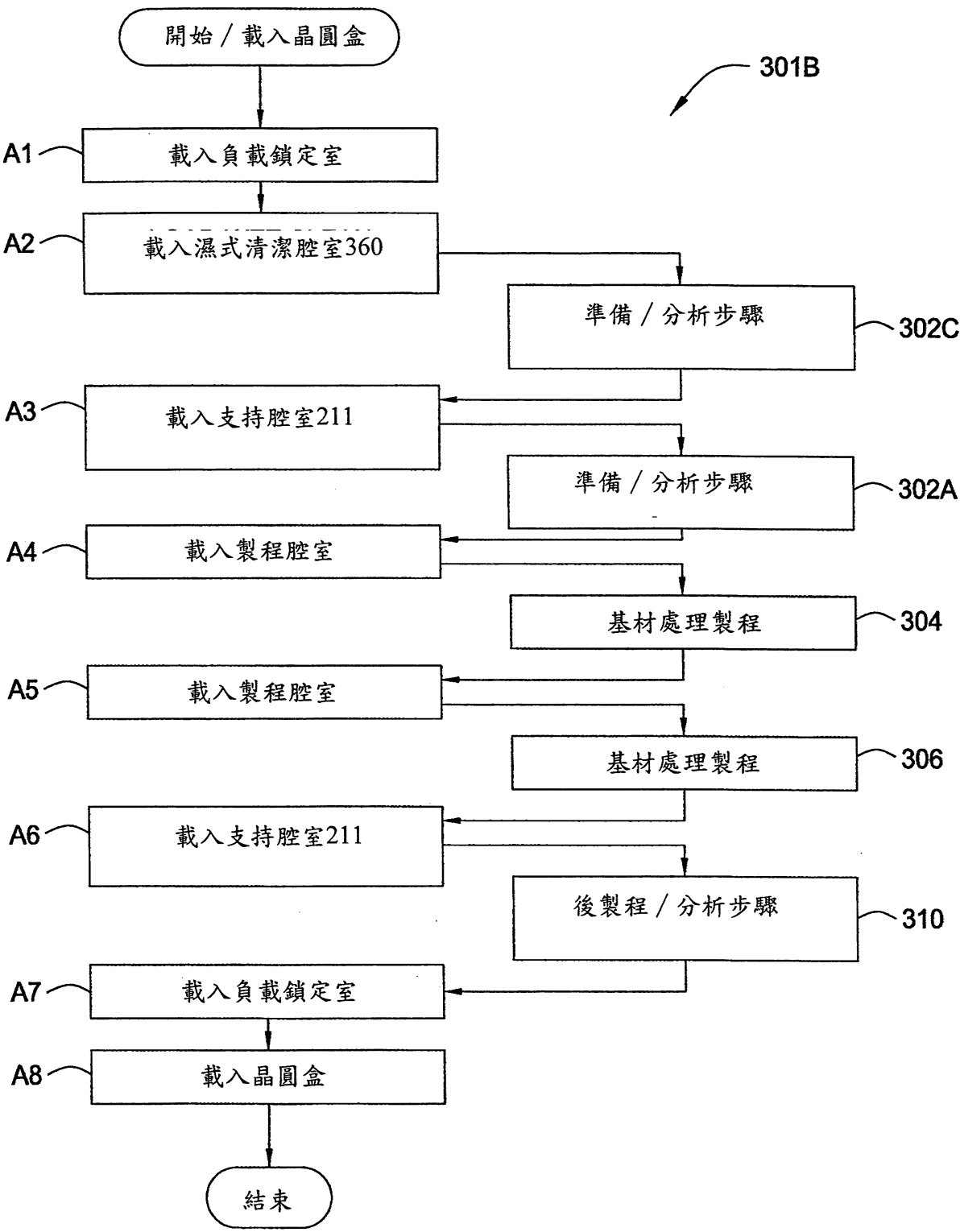
「



第12圖

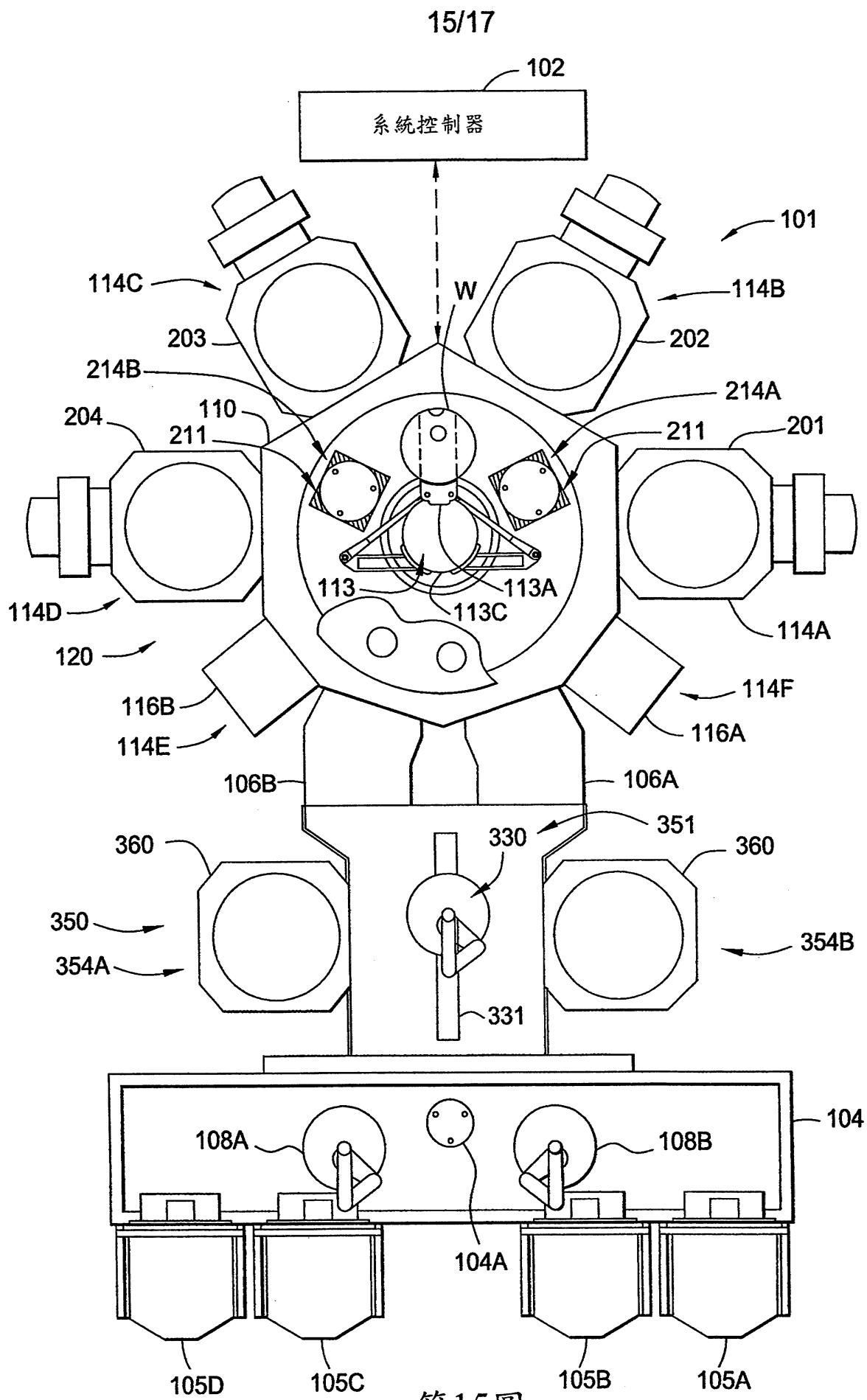


第13圖

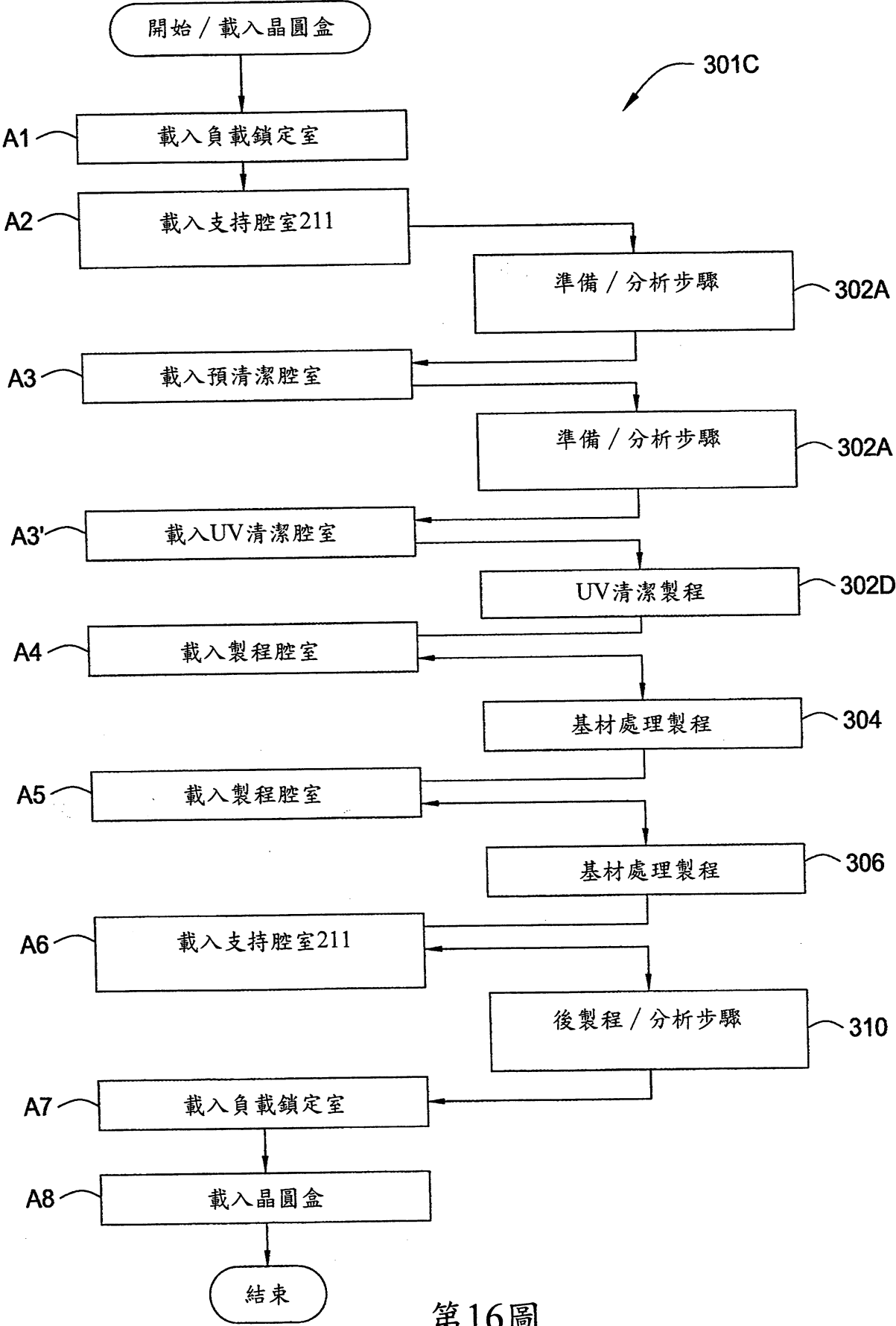


第14圖

┌



第15圖



第16圖



第17圖

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(15)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

101	群集設備	102	系統控制器
104	前端環境	104A	支撐台
105	晶圓盒	106A-B	負載鎖定室
108A-B	工廠介面機械手臂	110	傳輸腔室
113A	葉片組件	113、330	機械手臂
114A-114F	製程位置	113C	驅動組件
120	處理區	116A-B	公設腔室
211	支持腔室	201-204	處理腔室
331	滑動組件	214A-B、354A-B	位置
351	傳輸區域	350	連結模組
		360	濕式清潔腔室

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無