



(21)申請案號：108132419

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 09 月 09 日

(51)Int. Cl. : C23C16/02 (2006.01)

C23C16/455 (2006.01)

C23C16/56 (2006.01)

H01L21/67 (2006.01)

H01L21/3065(2006.01)

H01L21/02 (2006.01)

H01J37/32 (2006.01)

(30)優先權：2018/09/10 美國

62/729,124

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

美國

(72)發明人：包 新宇 BAO, XINYU (US) ; 方 豪寬 FANG, HAOQUAN (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

TW 201442071A

CN 103748658A

JP 2017-157660A

審查人員：林峯州

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：6 共 25 頁

(54)名稱

使用介穩活化自由基物種的原子層處理製程

(57)摘要

一種基板之暴露表面的處理方法包含使用沖洗氣體沖洗基板處理系統的第一腔室及第二腔室。氣體分布裝置係設置在第一腔室與第二腔室之間。該方法包含使處理氣體流至第二腔室但不流至第一腔室，以在設置於第二腔室中之基板支撐件上的基板之表面上產生吸附層。該方法包含停止對第二腔室的處理氣體之流動。該方法包含使沖洗氣體流動以沖洗第一腔室及第二腔室。該方法包含在使沖洗氣體流至第一腔室時，在第一腔室中激發電漿以產生介穩活化自由基物種，並經由氣體分布裝置將該介穩活化自由基物種輸送至第二腔室以表面活化吸附層。

A method for treating an exposed surface of a substrate includes purging first and second chambers of a substrate processing system using a purge gas. A gas distribution device is arranged between the first chamber and the second chamber. The method includes flowing a treatment gas to the second chamber but not the first chamber to create an adsorption layer on a surface of a substrate arranged on a substrate support in the second chamber. The method includes stopping flow of the treatment gas to the second chamber. The method includes flowing the purge gas to purge the first chamber and the second chamber. The method includes, while flowing the purge gas to the first chamber, striking plasma in the first chamber to create metastable active radical species and delivering the metastable active radical species through the gas distribution device to the second chamber to surface activate the adsorption layer.

指定代表圖：

符號簡單說明：

600:方法

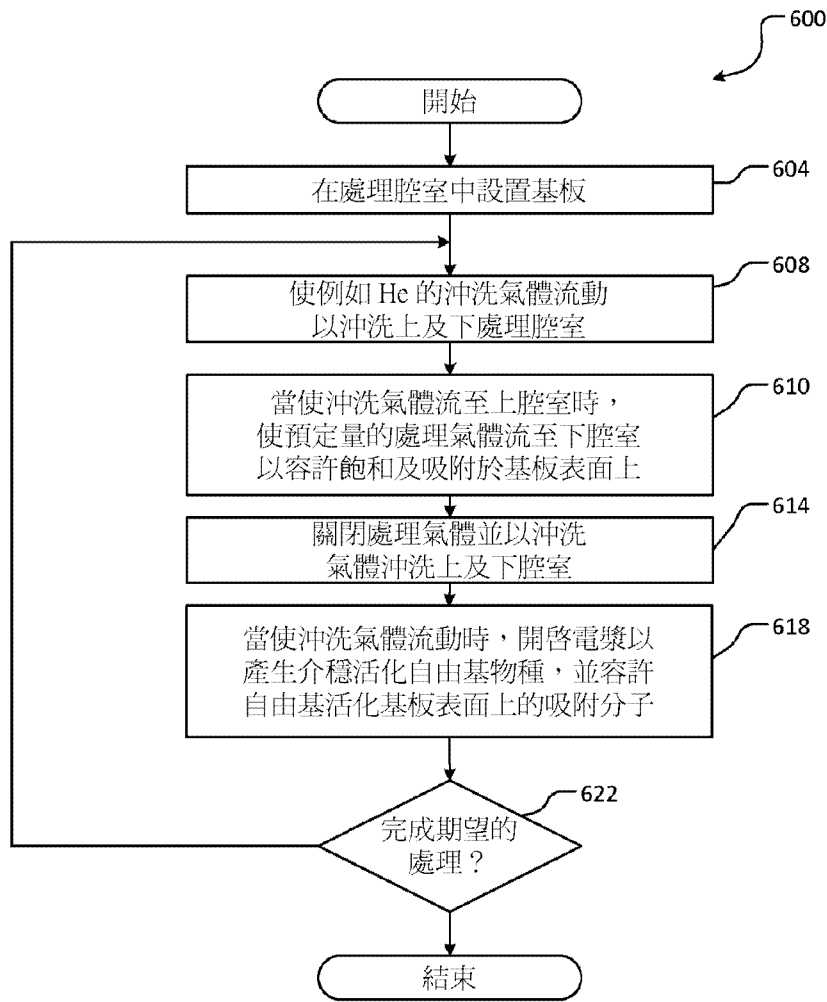


圖 6



I850254

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】使用介穩活化自由基物種的原子層處理製程

【英文發明名稱】 ATOMIC LAYER TREATMENT PROCESS USING  
METASTABLE ACTIVATED RADICAL SPECIES

【中文】一種基板之暴露表面的處理方法包含使用沖洗氣體沖洗基板處理系統的第一腔室及第二腔室。氣體分布裝置係設置在第一腔室與第二腔室之間。該方法包含使處理氣體流至第二腔室但不流至第一腔室，以在設置於第二腔室中之基板支撐件上的基板之表面上產生吸附層。該方法包含停止對第二腔室的處理氣體之流動。該方法包含使沖洗氣體流動以沖洗第一腔室及第二腔室。該方法包含在使沖洗氣體流至第一腔室時，在第一腔室中激發電漿以產生介穩活化自由基物種，並經由氣體分布裝置將該介穩活化自由基物種輸送至第二腔室以表面活化吸附層。

【英文】 A method for treating an exposed surface of a substrate includes purging first and second chambers of a substrate processing system using a purge gas. A gas distribution device is arranged between the first chamber and the second chamber. The method includes flowing a treatment gas to the second chamber but not the first chamber to create an adsorption layer on a surface of a substrate arranged on a substrate support in the second chamber. The method includes stopping flow of the treatment gas to the second chamber. The method includes flowing the purge gas to purge the first chamber and the second chamber. The method includes, while flowing the purge gas to the first chamber, striking plasma in the first chamber to create metastable active radical species and delivering the metastable active radical species

through the gas distribution device to the second chamber to surface activate the adsorption layer.

【指定代表圖】 圖6

【代表圖之符號簡單說明】

600:方法

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 使用介穩活化自由基物種的原子層處理製程

【英文發明名稱】 ATOMIC LAYER TREATMENT PROCESS USING  
METASTABLE ACTIVATED RADICAL SPECIES

### 【技術領域】

【0001】 本揭示內容關於基板處理系統，且尤其有關用於利用介穩活化自由基物種來執行處理製程的基板處理系統。

### [相關申請案的交互參照]

【0002】 本申請案主張2018年9月10日提出申請之美國臨時專利申請案第62/729,124號的權利。上述申請案係併入於此做為參考。

### 【先前技術】

【0003】 在此提供的先前技術係針對大致呈現揭示內容之脈絡的目的。就在此先前技術章節中所敘述的範圍而言，目前列名之發明人的成果、以及不得以其他方式認定為申請時先前技術之敘述內容的態樣皆不明示或暗示地受認定為相對本揭示內容的先前技術。

【0004】 基板處理系統可用以處理例如半導體晶圓的基板。基板處理系統典型地包括處理腔室、基板支撐件(例如靜電卡盤)及氣體輸送系統。基板處理的範例包括蝕刻、沉積、光阻移除、清潔等。在處理期間，將基板設置在基板支撐件上，且可將一或更多製程氣體藉由氣體輸送系統引入處理腔室中。可供給射頻(RF)電力以激發使化學反應開始的電漿。可將RF偏壓供給至基板支撐件以控制離子能量。

【0005】 特徵部係利用沉積、蝕刻及其他處理定義於基板上。當科技持續進步時，特徵部尺寸持續減小。為了可靠地製造具有小特徵部的基板，具有非常精準製程控制是重要的。目前，特徵部尺寸小於10nm，且正推進至5nm以下。

【0006】 在一些氧化製程期間沒有蝕刻停止。習知的氧化執行方法仰賴氧化製程期間氧化物形成於基板上作為擴散阻障層，以減少或停止基板的進一步氧化。取決於所使用之材料的性質及表面條件，這些方法遭遇到氧化厚度上的巨大變異。舉例而言，即使使用相同材料，平滑表面仍將比粗糙表面具有更少氧化作用。類似地，與較不具多孔性的材料相比，多孔表面將遭遇較快的氧化作用，且在阻擋擴散時具有較小的有效性。

#### 【發明內容】

【0007】 基板之暴露表面的處理方法包含：a) 使用沖洗氣體沖洗基板處理系統的第一腔室及第二腔室，其中氣體分布裝置係設置在第一腔室與第二腔室之間；b) 在a)之後，使處理氣體流至第二腔室但不流至第一腔室，以在設置於第二腔室中之基板支撐件上的基板之表面上產生吸附層；c) 停止對第二腔室的處理氣體之流動；d) 使沖洗氣體流動，以沖洗第一腔室及第二腔室；及e) 在使沖洗氣體流至第一腔室時，在第一腔室中激發電漿以產生介穩活化自由基物種，並經由氣體分布裝置將該介穩活化自由基物種輸送至第二腔室以表面活化吸附層。

【0008】 在其他特徵中，基板係利用單層控制加以氧化或蝕刻。該方法包含在b)期間將沖洗氣體供給該第一腔室。沖洗氣體包含氦(He)，且處理氣體包含分子氧(O<sub>2</sub>)。

【0009】 在其他特徵中，沖洗氣體係選自由氦(He)及分子氮(N<sub>2</sub>)組成的群組，且處理氣體係選自由分子氧(O<sub>2</sub>)、氫氯酸(HCl)、分子氯(Cl<sub>2</sub>)、三氟化氮(NF<sub>3</sub>)、及分子氫(H<sub>2</sub>)組成的群組。

【0010】 該方法包含藉由以下步驟蝕刻基板：從由分子氯(Cl<sub>2</sub>)、三氟化氮(NF<sub>3</sub>)、及分子氫(H<sub>2</sub>)組成的群組選定處理氣體；及在處理期間將基板的溫度控制在一預定溫度，該預定溫度係低於選定之處理氣體的蝕刻反應溫度。

【0011】 在其他特徵中，介穩活化自由基物種表面活化該吸附層。

【0012】 在其他特徵中，使a)至e)重複一或更多次。第一腔室及第二腔室在e)期間不具有處理氣體。在b)期間供給預定體積的該處理氣體。

【0013】 用於選擇性蝕刻基板的基板處理系統包含：第一腔室及包括基板支撐件的第二腔室。氣體輸送系統將沖洗氣體及處理氣體其中至少一者選擇性地供給至第一腔室及第二腔室。電漿產生系統在第一腔室中選擇性地產生電漿。氣體分布裝置定義充氣室且包括第一複數通孔及第二複數通孔，第一複數通孔係從氣體分布裝置的上表面至氣體分布裝置的下表面，第二複數通孔係從充氣室至該下表面。控制器係配置成：a) 使沖洗氣體流動以沖洗第一腔室及第二腔室；b) 在a)之後，使處理氣體流至充氣室，以在基板之表面上產生吸附層；c) 停止處理氣體之流動；d) 使沖洗氣體流動，以沖洗第一腔室及第二腔室；及e) 在使沖洗氣體流至第一腔室時，在第一腔室中激發電漿以產生介穩活化自由基物種，並經由氣體分布裝置將該介穩活化自由基物種輸送至第二腔室。

【0014】 在其他特徵中，控制器係配置成供給作為沖洗氣體的氦(He)及作為處理氣體的分子氧(O<sub>2</sub>)。控制器係配置成從由氦(He)及分子氮(N<sub>2</sub>)組成的群組選定沖洗氣體，且從由分子氧(O<sub>2</sub>)、氫氯酸(HCl)、分子氯(Cl<sub>2</sub>)、三氟化氮(NF<sub>3</sub>)、及分子氫(H<sub>2</sub>)組成的群組選定處理氣體。

【0015】 在其他特徵中，控制器係配置成藉由以下步驟蝕刻基板：從由分子氯( $\text{Cl}_2$ )、三氟化氮( $\text{NF}_3$ )、及分子氫( $\text{H}_2$ )組成的群組選定處理氣體；及在處理期間將該基板的溫度控制在一預定溫度，該預定溫度係低於選定之處理氣體的蝕刻反應溫度。

【0016】 在其他特徵中，介穩活化自由基物種表面活化吸附層。控制器係配置成使a)至e)重複一或更多次。第一腔室及第二腔室在e)期間不具有處理氣體。控制器係配置成在b)期間供給預定體積的處理氣體。控制器係配置成在b)期間將沖洗氣體供給至第一腔室。

【0017】 本揭示內容的進一步可應用性領域將從實施方式、申請專利範圍及圖式變得顯而易見。實施方式及具體實例係欲僅供說明之目的，且不欲限制揭示內容的範圍。

#### 【圖式簡單說明】

【0018】 從詳細說明及隨附圖式，本揭示內容將變得更加完整受到理解，其中：

【0019】 圖1A至1D顯示依據本揭示內容之使用介穩活化自由基物種的原子層處理製程，其用以表面活化吸附在基板表面上的處理物種；

【0020】 圖2為依據本揭示內容之基板處理系統的實例功能方塊圖；

【0021】 圖3為顯示依據本揭示內容包括雙氣體充氣室之氣體分布裝置的實例之平面圖；

【0022】 圖4為依據本揭示內容、圖3之包括雙氣體充氣室的氣體分布裝置之第一剖視圖；

【0023】 圖5為依據本揭示內容、圖3之包括雙氣體充氣室的氣體分布裝置之第二剖視圖；及

【0024】 圖6為依據本揭示內容之使用介穩活化自由基物種的原子層處理製程之方法實例流程圖，其用以表面活化吸附在基板表面上的處理物種。

【0025】 在圖式中，可重複使用參考編號以識別類似及/或相同元件。

### 【實施方式】

【0026】 依據本揭示內容的系統及方法關於包括利用單層層級下之控制之氧化或蝕刻的基板處理。氧電漿或氧下游電漿可用於基板表面的氧化處理。直接氧電漿具有可能損傷基板表面的高能氧離子。基板的多孔材料遭遇增加的損傷。其他製程使用遠端或下游電漿且意圖濾除氧離子。然而，一些離子仍然通過過濾器並對基板造成損傷。

【0027】 氧電漿提供極具活性的氧自由基，其快速使基板氧化。控制基板範圍的均勻性並將基板維持在基板可再現性是極為困難的。氧化物種通常由氧電漿過度供給，其導致不受控制的氧化並損傷敏感性的基板。若基板表面具有若干種類的暴露材料，如果該等材料因受限於物種輸送速度之局部消耗變異而具有不同氧化行為，則負載效應將為顯著的。

【0028】 依據本揭示內容的系統及方法關於以精準控制在單層層級氧化或蝕刻基板表面的製程。氧化或蝕刻係由每次一單層之速率下的吸附氧所限制。舉例而言，擴散係藉由使用下游He自由基僅在基板的頂部表面使氧活化而最小化。優點包括單層層級的氧化、最小化的擴散、無離子損傷、及精準氧化控制。在一些實例中，製程包括使用分子氧(O<sub>2</sub>)及氦(He)的原子層處理，但在此亦敘述其他處理。

【0029】 在其他實例中，此處所述系統及方法可用以在單層層級蝕刻基板的暴露表面。舉例而言，處理氣體可包含HCl，且介穩活化自由基物種係用以表面活化氯來蝕刻單層。在其他實例中，Cl<sub>2</sub>、NF<sub>3</sub>或H<sub>2</sub>在低於蝕刻反應溫度之溫度

(例如對於 $\text{Cl}_2$ 或 $\text{NF}_3$ 而言低於約 $300^\circ\text{C}$ ，對於 $\text{H}_2$ 而言低於約 $400^\circ\text{C}$ )下吸附於基板表面上。介穩活化自由基物種係用以表面活化表面吸附氯、氟或氫物種，以提供單層蝕刻。

**【0030】** 圖1A至1D顯示一實例。在圖1A中，基板12係設置在處理腔室中的基板支撐件上。在一些實例中，基板包括暴露的低k介電層及暴露的原子層沉積(ALD)氮化矽( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )層。透過氣體分布裝置10供給He流以沖洗處理腔室。於圖1B中，在執行沖洗之後，藉由氣體分布裝置10供給預定量的例如 $\text{O}_2$ 之處理氣體。僅舉例而言，供給100至10000標準立方公分(sccm)的 $\text{O}_2$ (例如1000sccm)維持1至100秒(例如10秒)，以容許 $\text{O}_2$ 飽和及 $\text{O}_2$ 吸附在基板表面上。

**【0031】** 在圖1C中，於供給充足的 $\text{O}_2$ 之後，將處理氣體( $\text{O}_2$ )關閉並以高流量He沖洗處理腔室，以移除腔室中殘留的 $\text{O}_2$ 。在一些實例中，供給2500至20000 sccm(例如5000 sccm)的He維持5秒至60秒(例如10秒)。在此時間點，電漿尚未激發。在圖1D中，於He沖洗後打開電漿。He\*介穩活化自由基物種係用以表面活化吸附的 $\text{O}_2$ 並使表面上的單層氧化。製程可依需要重複一或更多次。如可察知，低k介電膜在ALD SiN膜的氧化之後具有可忽略的損失，但其他方法可能遭遇約100埃的低k介電膜損失。

**【0032】** 前述者的優點包括受控制且最小化的每循環氧化(約一單層)。氧離子損傷被消除，因為電漿不包含氧(例如使用He電漿)。因單層氧在所有基板表面飽和而產生良好的均勻性。製程藉由改變循環數而實現精準氧化量控制。

**【0033】** 若干因素使前述製程有所區別。氧係以固定劑量在氣體分布裝置下方供給，而沖洗氣體流至第一腔室(且可選地流至第二腔室)。此方法防止過多氧擴散回可能產生氧離子且導致離子損傷的ICP電漿區域。氧以單層層級吸附於基板表面上，且處理腔室中的其餘氧被排淨。此方法提供基板表面上的處理氣體(例如氧)之均勻覆蓋。氧的表面劑量基於脫附速率而為自限制性。

【0034】 僅有He之電漿係於氣體分布裝置上方產生。因此僅有中性He\*自由基朝下游行進並到達基板表面。吸附的氧在基板的表面上被He\*自由基加以局部表面活化，且氧使下方的基板表面氧化。氧劑量取決於吸附作用。此製程對於因同時暴露之不同材料的密度變異所致之負載效應較不敏感。

【0035】 如可察知，雖然前述範例關於使用He\*自由基的氧化處理，但其他處理可使用其他處理氣體來執行。在一些實例中，沖洗氣體可包括分子氮(N<sub>2</sub>)或例如氬(Ar)、氖(Ne)、氪(Kr)、氙(Xe)的另一惰性氣體、及其混合物。如將於以下進一步敘述，其他用於蝕刻單層的處理氣體包括氫氯酸(HCl)、分子氯(Cl<sub>2</sub>)、三氟化氮(NF<sub>3</sub>)、及分子氫(H<sub>2</sub>)。

【0036】 現參照圖2，顯示用於選擇性處理基板表面的例示基板處理系統50。基板處理系統50包括電漿源51及例如靜電卡盤、台座或其他類型基板支撐件的基板支撐件52。在一些實例中，電漿源51包括ICP源。如可察知，電漿源51可包括其他合適的電漿源，例如CCP、ECR或微波電漿源。

【0037】 在處理期間，基板54係設置於基板支撐件52上。在一些實例中，基板支撐件52係利用例如電阻加熱器56、冷卻劑通道58、或其他類型熱控制裝置的一或更多溫度控制元件(TCE)55加以溫度控制(加熱或冷卻)。基板支撐件52可包括單一溫度控制區域或個別受控制的複數溫度控制區域。

【0038】 在一些實例中，基板處理系統50包括上腔室60。在一些實例中，上腔室60具有圓頂形狀，但可使用其他形狀。當使用ICP電漿時，將線圈64設置於上腔室60之外表面周圍。氣體注入器68將電漿氣體注入上腔室60。

【0039】 氣體分布裝置84包括從氣體分布裝置84之頂部表面通至氣體分布裝置84之底部表面的第一複數通孔86。氣體分布裝置84亦包括充氣室85及從充氣室85通至氣體分布裝置84之底部表面的第二複數通孔83。第一複數通孔86不與充氣室85流體連通。

【0040】 若使用ICP電漿，RF產生系統87產生並輸出RF功率至線圈64。僅舉例而言，RF產生系統87可包括產生RF功率的RF產生器88，該RF功率由匹配網路89饋送至線圈64。

【0041】 氣體輸送系統90-1包括一或更多氣體源92-1、92-2...、及92-N(統稱為氣體源92)，其中N為大於零的整數。氣體源92係由閥94-1、94-2...、及94-N(統稱為閥94)及質流控制器96-1、96-2...、及96-N(統稱為質流控制器96)連接至歧管98。另一氣體輸送系統90-2可用以輸送處理氣體至氣體分布裝置84的充氣室85。

【0042】 溫度控制器106可連接至例如電阻加熱器56的TCE 55。溫度控制器106可與感測基板支撐件或基板之溫度及冷卻劑控制器108之溫度的一或更多溫度感測器(未顯示)連通，以控制流經冷卻劑通道58的冷卻劑。舉例而言，冷卻劑控制器108可包括冷卻劑泵、儲槽及/或一或更多溫度感測器(未顯示)。閥130及泵132可用以控制處理腔室中的壓力、及從處理腔室排出反應物。系統控制器140可用以控制圖2所示之基板處理系統10的部件。

【0043】 依據本揭示內容的系統及方法利用惰性氣體產生電漿，以產生高密度的介穩自由基活化物種。介穩自由基活化物種攜帶足夠高的化學能以激發在基板54之表面上沉積為單層的其他活性自由基物種。

【0044】 在一些實例中，製程使用ICP腔室以從500W至5kW之範圍內的ICP功率操作。在一些實例中，施加至感應線圈的RF功率係於13.56MHz，但亦可使用其他頻率。在一些實例中，製程係於10 mTorr至10 Torr的腔室壓力範圍下執行。

【0045】 現參照圖3，氣體分布裝置200包括雙氣體充氣室202以供輸送處理氣體物種及包括依據本揭示內容之介穩活化自由基物種的經激發氣體物種。雙氣體充氣室202將處理氣體與介穩活化自由基物種的混合物輸送至下腔室而不在上腔室中混合。

【0046】 在一些實例中，製程溫度在從75°C至400°C的範圍內，但亦可使用其他製程溫度。在其他實例中，製程溫度在從100°C至200°C的範圍內，但亦可使用其他製程溫度。

【0047】 氣體分布裝置200包括上凸緣204、側壁206及底部表面208(形成雙氣體充氣室202的上表面)。雙氣體充氣室202包括氣體入口210以供接收處理氣體。

【0048】 雙氣體充氣室202定義環形220及連接通道224。連接通道224延伸於環形通道220的相對側之間而橫跨底部表面208的內部分。環形通道220可形成於側壁206與底部表面208之間的位置。環形通道220及連接通道224係與氣體入口210流體連通。處理氣體混合物流經環形通道220並進入連接通道224。圖5所示朝下指向的通孔將處理氣體混合物從連接通道224導引進入下腔室並朝向基板。

【0049】 位於連接通道224之間的區域228包括通過底部表面208的複數通孔230。如可察知，僅有複數通孔230的一些者為了呈現及釋明的目的而顯示。在一些實例中，複數通孔230具有圓形截面及均一的間隔，但亦可使用其他截面及/或不均一的間隔。在一些實例中，複數通孔230具有從3mm至10mm之範圍內的直徑，但亦可使用其他直徑。

【0050】 現參照圖4-5，顯示雙氣體充氣室202之底部表面208的剖面圖。在圖4中，顯示沿著連接通道224取得的第一剖面圖。處理氣體係供給至環形通道220，而環形通道220供給處理氣體至連接通道224。複數通孔232將連接通道224流體連接至下腔室。在一些實例中，複數通孔232具有從0.1mm至1mm之範圍內的直徑，但亦可使用其他直徑。複數通孔232可沿著連接通道224以均一或非均一間隔而定位。

【0051】 在圖5中，顯示穿過區域228而取得的第二剖面圖。複數通孔230從上腔室通過底部表面208至下腔室。如所可見，經激發氣體物種及處理氣體物種的流動路徑為分離的，直到其到達下腔室。

【0052】 氣體分布裝置的額外實例可見於共同受讓的美國公開專利申請案第US 20180174870-A1號，其題為「SYSTEMS AND METHODS FOR METASTABLE ACTIVATED RADICAL SELECTIVE STRIP AND ETCH USING DUAL PLENUM SHOWERHEAD」、於2017年12月18日提出申請、且整體併入於此做為參考。如其中所述，若對於特定應用有需要，第一複數通孔可提供間接路徑以避免從上腔室至下腔室的直視線，且/或可在電漿與氣體分布裝置之間使用光阻擋結構。在一些實例中，沖洗氣體係於供給處理氣體時供給，以產生正壓力並防止處理氣體流入上腔室中。

【0053】 現參照圖6，顯示用於處理基板的方法600。在604，將基板設置在處理腔室中。在608，供給例如He的沖洗氣體以維持一預定時間段沖洗處理腔室。在610，於沖洗之後，供給預定量的處理氣體以容許飽和及吸附於基板之表面上。在一些實例中，處理氣體係選自分子氧(O<sub>2</sub>)、氫氯酸(HCl)、分子氯(Cl<sub>2</sub>)、三氟化氮(NF<sub>3</sub>)、及分子氫(H<sub>2</sub>)。僅舉例而言，供給1000 sccm之O<sub>2</sub>維持10秒以容許O<sub>2</sub>飽和及O<sub>2</sub>吸附在基板之表面上。可供給沖洗氣體以防止氧擴散回上腔室。

【0054】 在供給充足的O<sub>2</sub>後，在614將處理氣體(O<sub>2</sub>)關閉，且以高流量He沖洗處理腔室，以移除處理腔室中的殘留O<sub>2</sub>。在一些實例中，供給5000 sccm之He維持10秒。在618，於沖洗之後將電漿開啟。將介穩活化自由基物種用以活化基板表面上所吸附的O<sub>2</sub>，並使該表面氧化。在622，可使製程重複一或更多次，以利用單層控制來調整氧化層的厚度。

【0055】 在其他實例中，此處所述系統及方法可用以在單層層級下蝕刻基板的暴露表面。舉例而言，處理氣體可包含HCl，且介穩活化自由基物種用以表

面活化氯來蝕刻單層。在其他實例中， $\text{Cl}_2$ 、 $\text{NF}_3$ 或 $\text{H}_2$ 在低於蝕刻反應溫度的溫度(例如對於 $\text{Cl}_2$ 或 $\text{NF}_3$ 低於約 $300^\circ\text{C}$ ，且對於 $\text{H}_2$ 低於約 $400^\circ\text{C}$ )下吸附於基板的表面上，且然後將介穩活化自由基物種用以表面活化氯、氟或氫，來提供單層的受控制蝕刻。

**【0056】** 以上敘述在本質上僅為說明性，且完全不欲限制本揭示內容、其應用、或用途。本揭示內容的廣泛教示可以諸多形式加以實施。因此，雖然本揭示內容包括特定實例，但本揭示內容的真實範疇不應如此受限，因為在研讀圖式、說明書、及以下申請專利範圍時，其他修飾將變得顯而易見。應理解方法內的一或更多步驟可以不同順序(或同時)執行而不改變本揭示內容的原理。再者，雖然實施例之各者係於以上敘述為具有特定特徵，但參照本揭示內容之任何實施例而敘述之該等特徵的一或更多者可在其他實施例之任何者中實施、及/或與其他實施例之任何者的特徵結合，即使該結合並未明示敘述亦然。換言之，所述實施例並非相互排除，且一或更多實施例彼此的置換仍在本揭示內容的範疇內。

**【0057】** 元件之間(例如分子、電路元件、半導體層等之間)的空間性及功能性關係係利用諸多用語加以敘述，包括「連接」、「接合」、「耦接」、「鄰近」、「毗鄰」、「在上方」、「上方」、「下方」、及「設置」。除非明確敘述為「直接」，否則當在以上揭示內容中敘述第一與第二元間之間的關係時，該關係可為其中第一與第二元件之間不存在其他中介元件的直接關係，但亦可為其中第一與第二元件之間(空間性或功能性)存在一或更多中介元件的間接關係。當在此使用時，詞語「A、B、及C其中至少一者」應解讀為意指使用非排除性之邏輯OR的邏輯(A OR B OR C)，且不應解讀為意指「A之至少一者、B之至少一者、及C之至少一者」。

**【0058】** 在一些實施例中，控制器為系統的一部分，該系統可為上述實例的一部分。如此系統可包括半導體處理設備，包含處理工具或複數處理工具、腔室或複數腔室、處理用平台或複數處理用平台、及/或特定處理部件(晶圓基座、氣體流系統等)。這些系統可與用於在半導體晶圓或基板之處理之前、期間、及之後控制該等系統之操作的電子元件整合。該電子元件可稱為「控制器」，其可控制系統或複數系統的諸多部件或子部件。取決於處理需求及/或系統類型，控制器可加以編程以控制此處所揭示之製程的任何者，包括處理氣體的輸送、溫度設定(例如加熱及/或冷卻)、壓力設定、真空設定、功率設定、射頻(RF)產生器設定、RF匹配電路設定、頻率設定、流率設定、流體輸送設定、定位及操作設定、晶圓遞送進出工具及其他遞送工具及/或與特定系統連接或介接的負載鎖。

**【0059】** 廣泛而言，控制器可定義為具有諸多接收指令、發出指令、控制操作、實行清潔操作、實行終點量測等之積體電路、邏輯、記憶體、及/或軟體的電子元件。積體電路可包括儲存程式指令之韌體形式的晶片、數位訊號處理器(DSP)、定義為特定應用積體電路(ASIC)的晶片、及/或執行程式指令(例如軟體)的一或更多微處理器或微控制器。程式指令可為以諸多個別設定(或程式檔案)形式對控制器聯絡的指令，該等設定定義用於在半導體晶圓上或針對半導體晶圓或對系統執行特定製程的操作參數。在一些實施例中，操作參數可為配方的一部分，該配方由製程工程師定義，以在晶圓之一或更多層、材料、金屬、氧化物、矽、二氧化矽、表面、電路、及/或晶粒的製造期間完成一或更多處理步驟。

**【0060】** 在一些實施例中，控制器可為電腦的一部分或耦接至電腦，該電腦係與系統整合、耦接至系統、以其他方式網路連接至系統、或其組合。舉例而言，控制器可在「雲端」、或為工廠主機電腦的全部或一部分，其容許晶圓

處理的遠端存取。電腦可實現對系統之遠端存取以監控製造操作的當前進度、檢測過去製造操作的歷史、從複數製造操作檢測趨勢或效能計量，以改變當前處理的參數、將處理步驟設定為依循當前處理、或開始新製程。在一些實例中，遠端電腦(例如伺服器)可透過網路將製程配方提供至系統，該網路可包括局部網路或網際網路。遠端電腦可包括實現參數及/或設定的輸入或編程的使用者介面，該參數及/或設定接著從遠端電腦被傳送至系統。在一些實例中，控制器接收資料形式的指令，該指令指明針對一或更多操作期間待執行之處理步驟之每一者的參數。應理解該等參數係專用於待執行製程的類型及控制器所配置成與之介接或控制的工具類型。因此如上所述，控制器可為分散式，例如藉由包含以網路連結在一起且朝共同目的(例如此處所述製程及控制)工作的一或更多分散控制器。針對如此目的之分散式控制器的範例將為腔室上的一或更多積體電路，其與遠端定位的一或更多積體電路(例如在平台層級或為遠端電腦的一部分)連通，而一起控制腔室上的製程。

**【0061】** 在無限制的情況下，例示系統可包括電漿蝕刻腔室或模組、沉積腔室或模組、旋轉潤洗腔室或模組、金屬鍍覆腔室或模組、清潔腔室或模組、斜角邊緣蝕刻腔室或模組、物理氣相沉積(PVD)腔室或模組、化學氣相沉積(CVD)腔室或模組、原子層沉積(ALD)腔室或模組、原子層蝕刻(ALE)腔室或模組、離子佈植腔室或模組、軌道腔室或模組、及任何其他可關聯於或用於半導體晶圓之製造及/或製作的半導體處理系統。

**【0062】** 如以上所述，取決於將由工具執行的製程步驟或複數製程步驟，控制器可與其他工具電路或模組、其他工具部件、叢集工具、其他工具介面、鄰近工具、鄰接工具、位於工廠各處之工具、主電腦、另一控制器、或用於材料運輸在半導體製造工廠中攜帶晶圓容器往來工具位置及/或負載鎖的工具其中一或更多者通訊。

## 【符號說明】

### 【0063】

10:氣體分布裝置

12:基板

50:基板處理系統

51:電漿源

52:基板支撐件

54:基板

55:溫度控制元件/TCE

56:電阻加熱器

58:冷卻劑通道

60:上腔室

64:線圈

68:氣體注入器

83:通孔

84:氣體分布裝置

85:充氣室

86:通孔

87:RF產生系統

88:RF產生器

89:匹配網路

90-1,90-2:氣體輸送系統

92,92-1,92-2~92-N:氣體源

94,94-1,94-2~94-N:閥

96,96-1,96-2~96-N:質流控制器

98:歧管

106:溫度控制器

108:冷卻劑控制器

130:閥

132:泵

140:系統控制器

200:氣體分布裝置

202:雙氣體充氣室

204:上凸緣

206:側壁

208:底部表面

210:氣體入口

220:環形通道

224:連接通道

228:區域

230:通孔

232:通孔

600:方法

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種基板之暴露表面的處理方法，包含：

- a) 使用包含惰性氣體之一沖洗氣體沖洗一基板處理系統的一第一腔室及一第二腔室，其中一氣體分布裝置係設置在該第一腔室與該第二腔室之間；
- b) 在a)之後，使包含反應氣體之一處理氣體流至該第二腔室但不流至該第一腔室，以在設置於該第二腔室中之一基板支撐件上的一基板之表面上產生一吸附層；
- c) 停止對該第二腔室的該處理氣體之流動；
- d) 使該沖洗氣體流動，以沖洗該第一腔室及該第二腔室；
- e) 在使該沖洗氣體流至該第一腔室時，在該第一腔室中激發電漿以產生該沖洗氣體之介穩活化自由基物種，並經由該氣體分布裝置將該介穩活化自由基物種輸送至該第二腔室以表面活化該吸附層；及
- f) 藉由在處理期間將該基板的溫度控制為低於選定之該處理氣體的蝕刻反應溫度，來蝕刻該基板。

【請求項2】 如請求項第1項之基板之暴露表面的處理方法，其中該基板係利用單層控制加以氧化或蝕刻。

【請求項3】 如請求項第1項之基板之暴露表面的處理方法，更包含在b)期間將該沖洗氣體供給至該第一腔室。

【請求項4】 如請求項第1項之基板之暴露表面的處理方法，其中該沖洗氣體包含氦(He)，且該處理氣體包含分子氧(O<sub>2</sub>)。

【請求項5】 如請求項第1項之基板之暴露表面的處理方法，其中該沖洗氣體係選自由氦(He)及分子氮(N<sub>2</sub>)組成的群組，且該處理氣體係選自由分子氧(O<sub>2</sub>)、氫氯酸(HCl)、分子氯(Cl<sub>2</sub>)、三氟化氮(NF<sub>3</sub>)、及分子氫(H<sub>2</sub>)組成的群組。

【請求項6】 如請求項第1項之基板之暴露表面的處理方法，更包含：

第 1 頁，共 3 頁(發明申請專利範圍)

藉由以下步驟蝕刻該基板：

從由分子氯( $\text{Cl}_2$ )、三氟化氮( $\text{NF}_3$ )、及分子氫( $\text{H}_2$ )組成的群組選定該處理氣體。

【請求項7】 如請求項第1項之基板之暴露表面的處理方法，其中該介穩活化自由基物種表面活化該吸附層。

【請求項8】 如請求項第1項之基板之暴露表面的處理方法，其中使a)至e)重複一或更多次。

【請求項9】 如請求項第1項之基板之暴露表面的處理方法，其中該第一腔室及該第二腔室在e)期間不具有該處理氣體。

【請求項10】 一種基板處理系統，其係用於選擇性蝕刻基板，該基板處理系統包含：

一第一腔室；

一第二腔室，其包括一基板支撐件；

一氣體輸送系統，用以將包含惰性氣體之一沖洗氣體及包含反應氣體之一處理氣體其中至少一者選擇性地供給至該第一腔室及該第二腔室；

一電漿產生系統，用以在該第一腔室中選擇性地產生電漿；

一氣體分布裝置，設置在該第一腔室與該第二腔室之間，該氣體分布裝置定義一充氣室且包括第一複數通孔及第二複數通孔，該第一複數通孔係從該氣體分布裝置的上表面至該氣體分布裝置的下表面，該第二複數通孔係從該充氣室至該下表面；及

一控制器，其係配置成：

a) 使一沖洗氣體流動以沖洗該第一腔室及該第二腔室；

b) 在a)之後，使該處理氣體流至該充氣室，以在該基板之表面上產生一吸附層；

c) 停止該處理氣體之流動；

d) 使該沖洗氣體流動，以沖洗該第一腔室及該第二腔室；及

e) 在使該沖洗氣體流至該第一腔室時，在該第一腔室中激發電漿以產生該沖洗氣體之介穩活化自由基物種，並經由該氣體分布裝置將該介穩活化自由基物種輸送至該第二腔室。

【請求項11】 如請求項第10項之基板處理系統，其中該控制器係配置成供給作為該沖洗氣體的氦(He)及作為該處理氣體的分子氧(O<sub>2</sub>)。

【請求項12】 如請求項第10項之基板處理系統，其中該控制器係配置成從由氦(He)及分子氮(N<sub>2</sub>)組成的群組選定該沖洗氣體，且從由分子氧(O<sub>2</sub>)、氫氯酸(HCl)、分子氯(Cl<sub>2</sub>)、三氟化氮(NF<sub>3</sub>)、及分子氫(H<sub>2</sub>)組成的群組選定該處理氣體。

【請求項13】 如請求項第10項之基板處理系統，其中該控制器係配置成藉由以下步驟蝕刻該基板：

從由分子氯(Cl<sub>2</sub>)、三氟化氮(NF<sub>3</sub>)、及分子氫(H<sub>2</sub>)組成的群組選定該處理氣體；及

在處理期間將該基板的溫度控制為低於選定之該處理氣體的蝕刻反應溫度。

【請求項14】 如請求項第10項之基板處理系統，其中該介穩活化自由基物種表面活化該吸附層。

【請求項15】 如請求項第10項之基板處理系統，其中該控制器係配置成使a)至e)重複一或更多次。

【請求項16】 如請求項第10項之基板處理系統，其中該第一腔室及該第二腔室在e)期間不具有該處理氣體。

【請求項17】 如請求項第10項之基板處理系統，其中該控制器係配置成在b)期間將該沖洗氣體供給至該第一腔室。

【發明圖式】

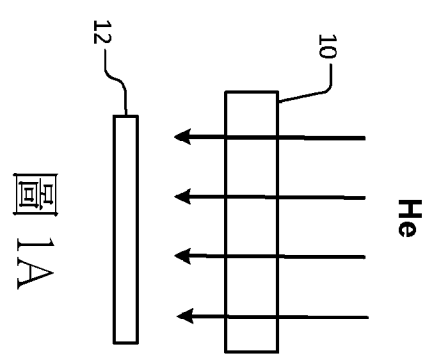


圖 1A

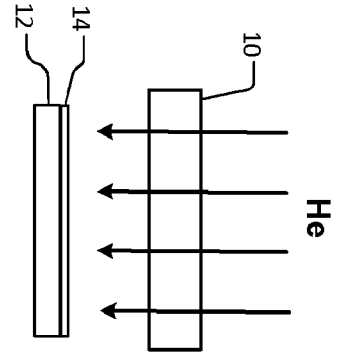


圖 1C

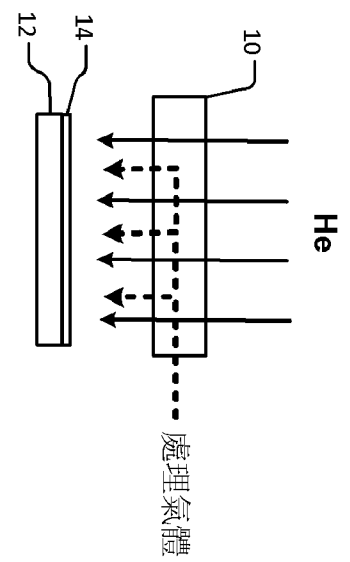


圖 1B

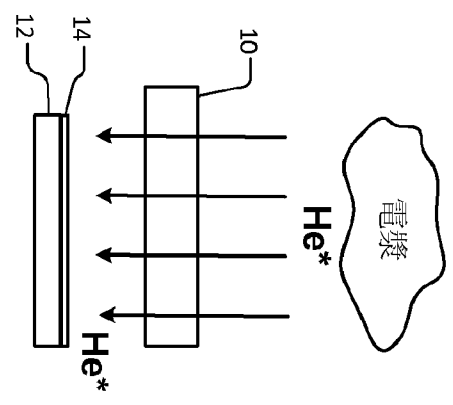


圖 1D

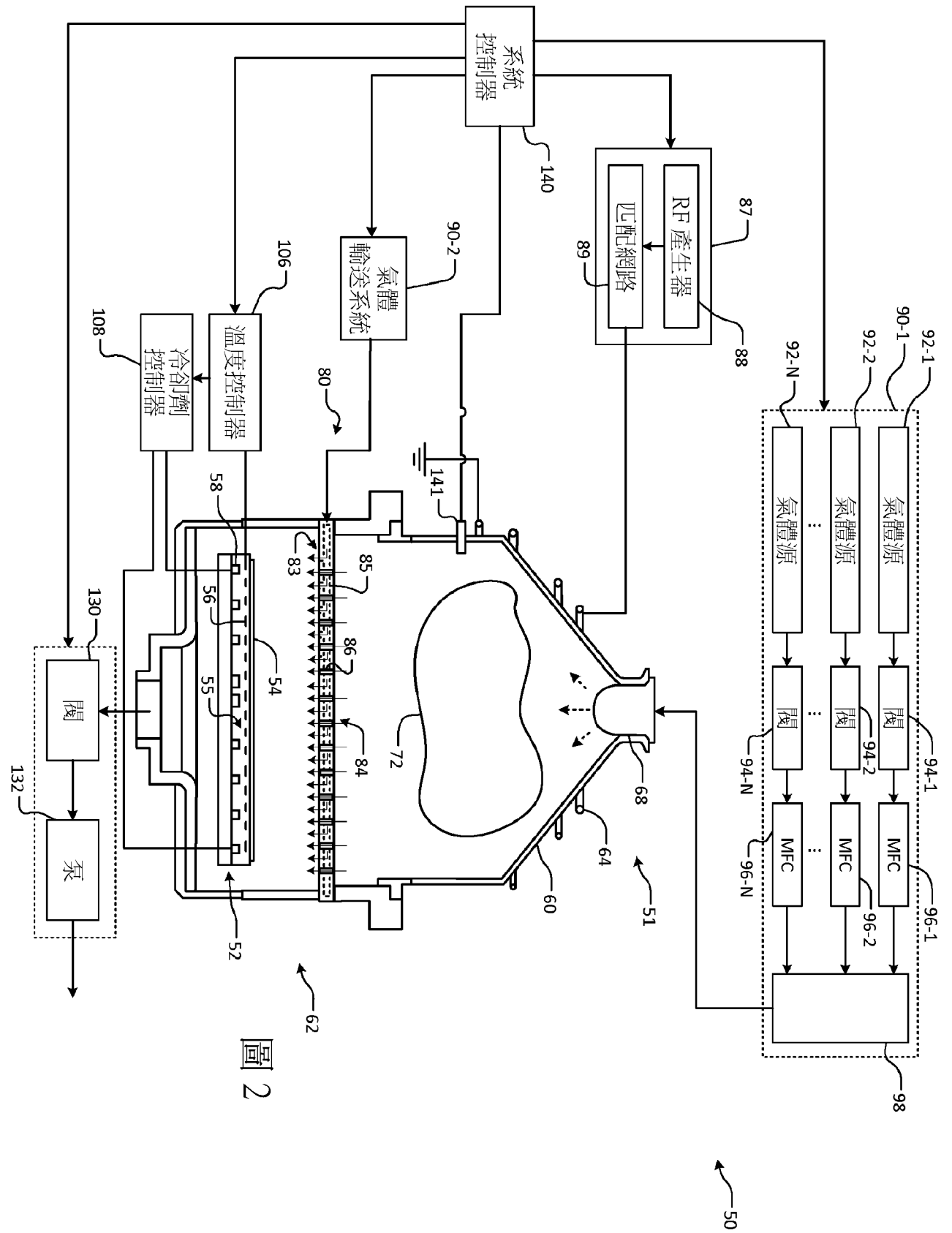


圖 2

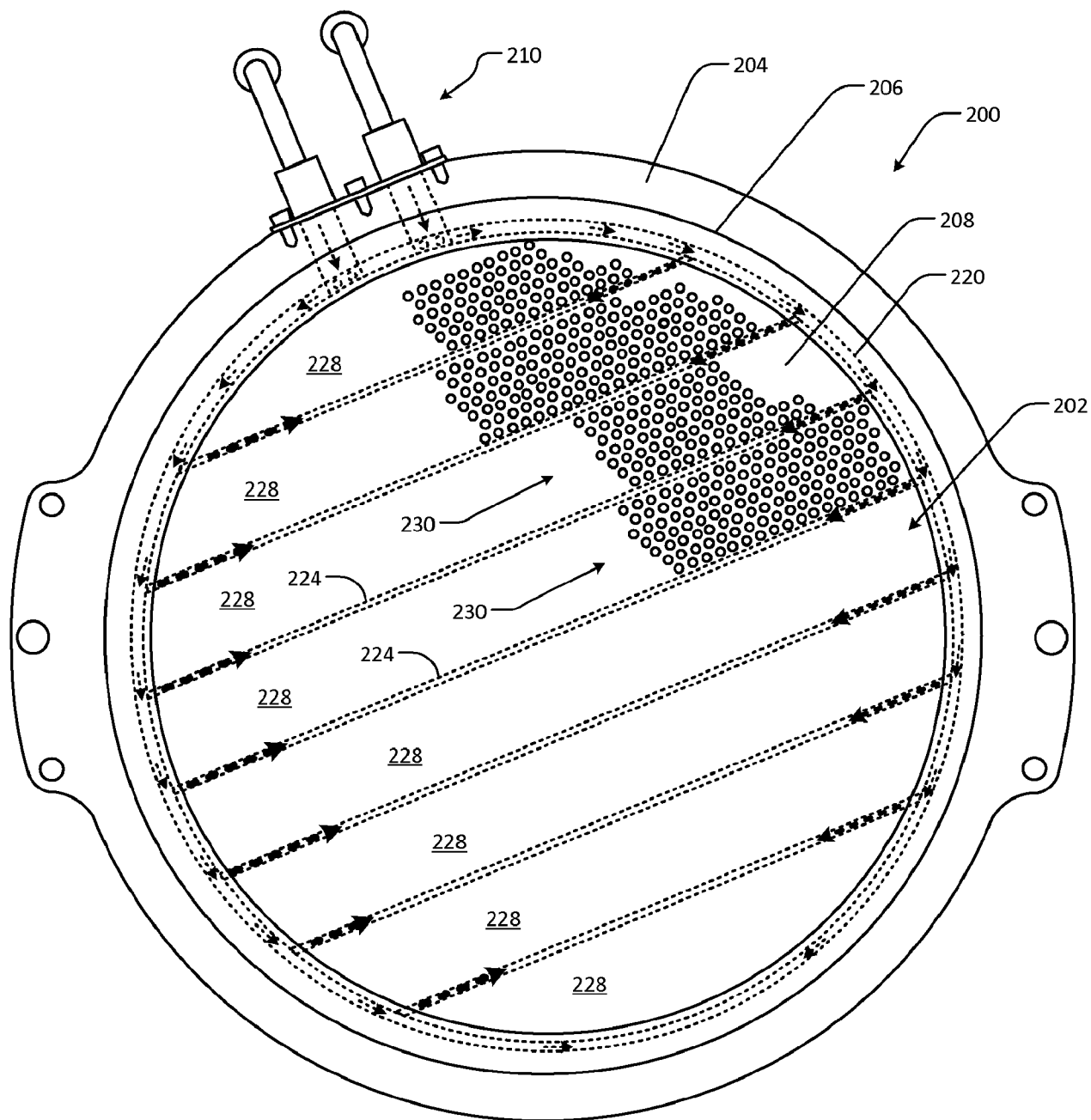


圖 3

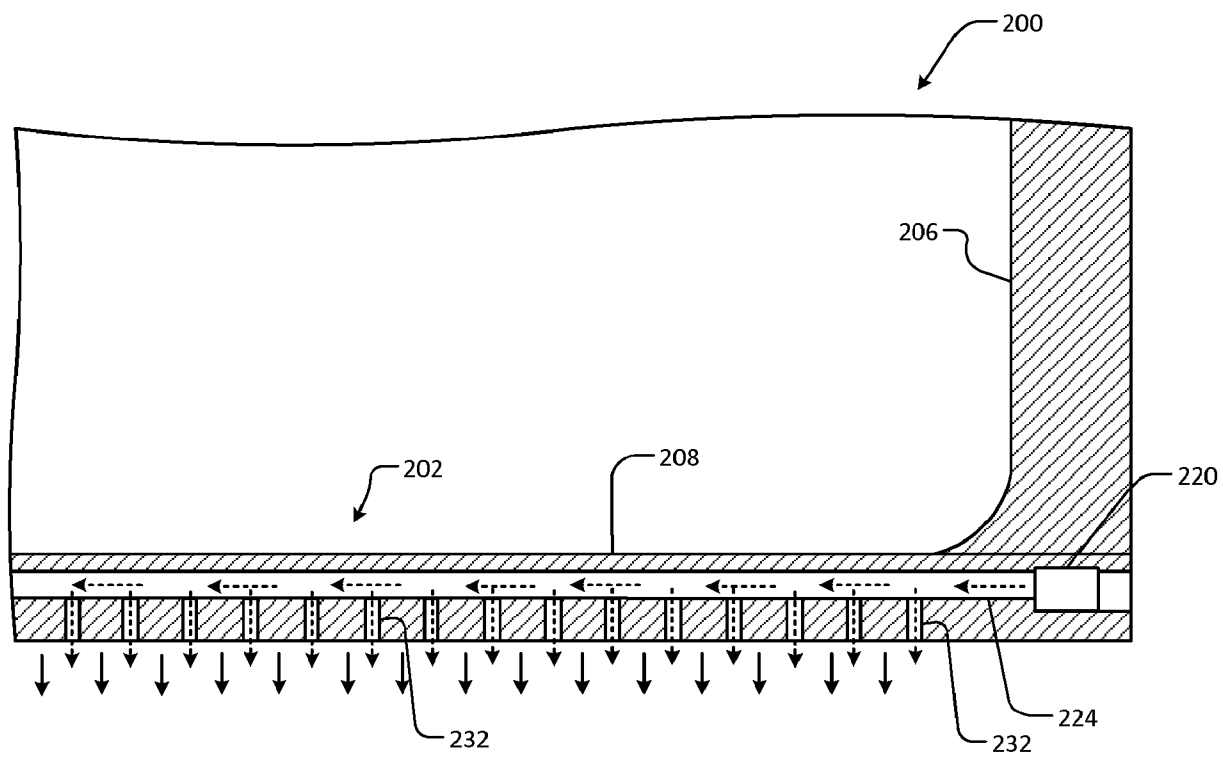


圖 4

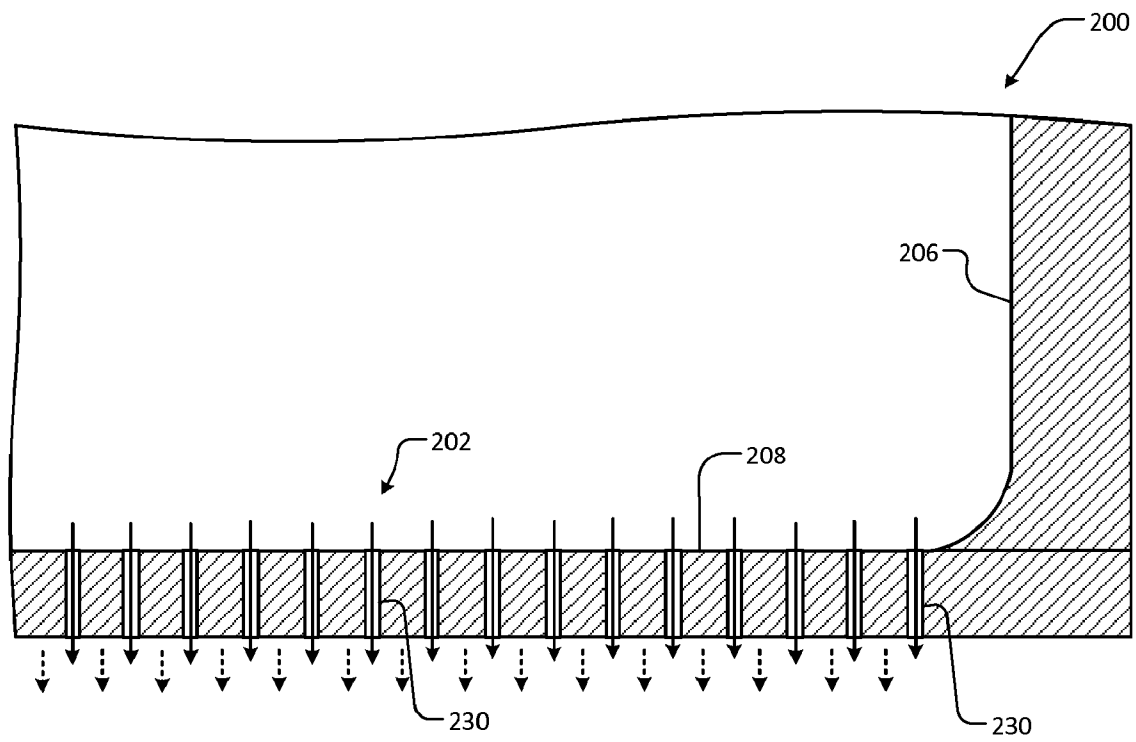


圖 5

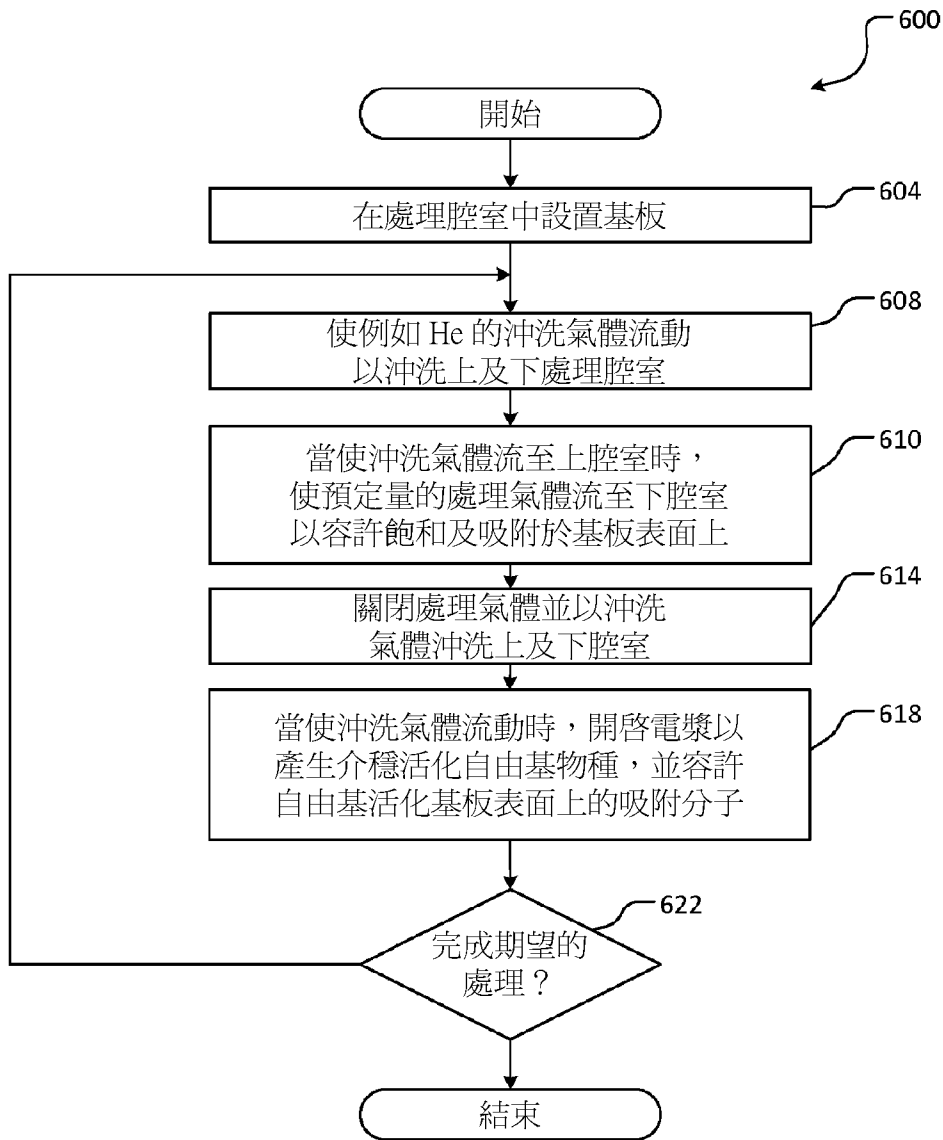


圖 6