



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201323649 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：101136696 (22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 04 日
(51)Int. Cl. : C23C16/455 (2006.01) C23C16/34 (2006.01)
(30)優先權：2011/10/04 美國 61/543,159
2012/06/20 美國 13/527,877
(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國
(72)發明人：梁靜美 LIANG, JINGMEI (CN)；紀莉莉 JI, LILI (CN)；英格爾尼汀 K INGLE, NITIN
K. (US)
(74)代理人：蔡坤財；李世章
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 42 頁

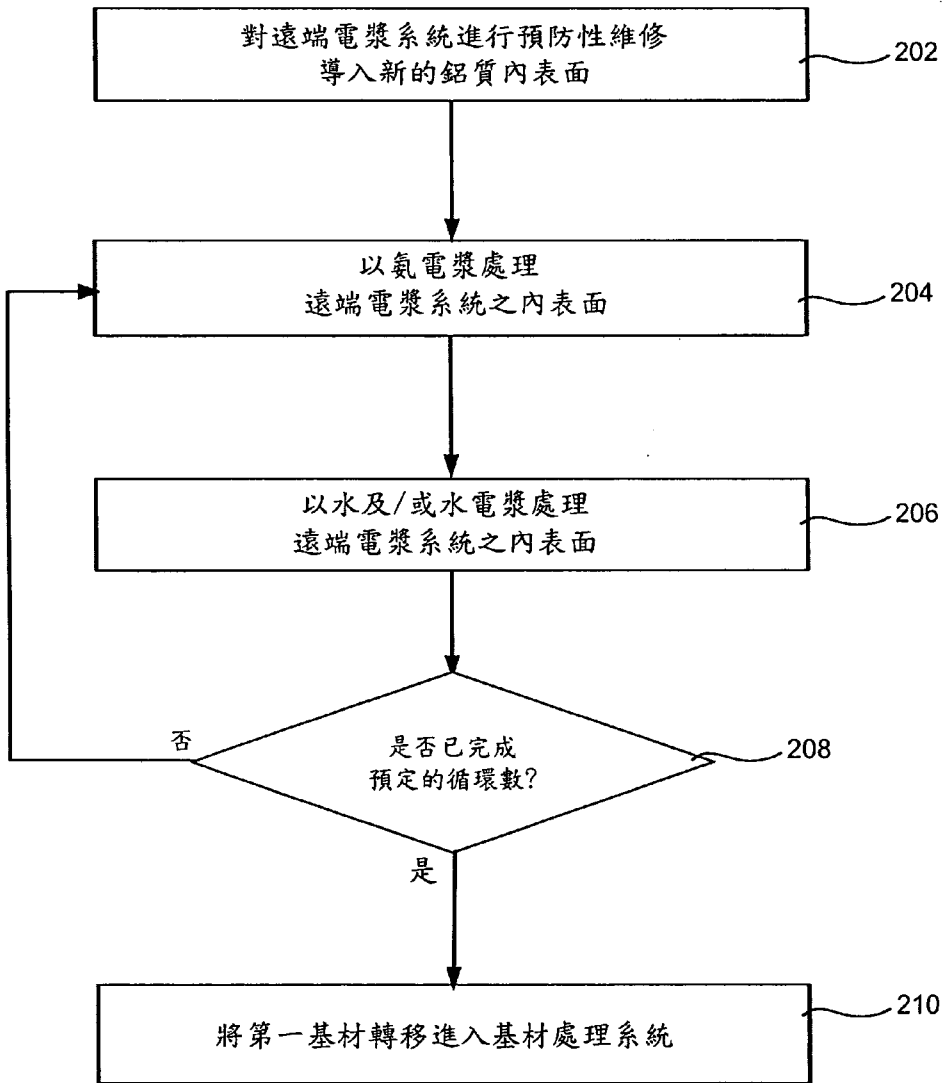
(54)名稱

遠端電漿燒入處理

REMOTE PLASMA BURN-IN

(57)摘要

茲描述處理電漿區的內部之方法。該方法包括預防性維修程序，或包括具有遠端電漿系統之新的基材處理腔室的啟用。新的內表面暴露於遠端電漿系統內。(新的)內表面接著藉由以下連續步驟進行處理：(1)於遠端電漿系統內，自含氫前驅物形成遠端電漿，並接著(2)將內表面暴露於水蒸氣。可重複步驟(1)至(2)至少十次，以完成燒入製程。接著內表面的處理之後，可將基材轉移進入基材處理腔室。可接著藉由使一種前驅物流經遠端電漿源，並結合電漿流出物與直接流向基材處理區的第二前驅物，而於基材上形成介電膜。





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201323649 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：101136696 (22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 04 日
(51)Int. Cl. : C23C16/455 (2006.01) C23C16/34 (2006.01)
(30)優先權：2011/10/04 美國 61/543,159
2012/06/20 美國 13/527,877
(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國
(72)發明人：梁靜美 LIANG, JINGMEI (CN)；紀莉莉 JI, LILI (CN)；英格爾尼汀 K INGLE, NITIN
K. (US)
(74)代理人：蔡坤財；李世章
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 42 頁

(54)名稱

遠端電漿燒入處理

REMOTE PLASMA BURN-IN

(57)摘要

茲描述處理電漿區的內部之方法。該方法包括預防性維修程序，或包括具有遠端電漿系統之新的基材處理腔室的啟用。新的內表面暴露於遠端電漿系統內。(新的)內表面接著藉由以下連續步驟進行處理：(1)於遠端電漿系統內，自含氫前驅物形成遠端電漿，並接著(2)將內表面暴露於水蒸氣。可重複步驟(1)至(2)至少十次，以完成燒入製程。接著內表面的處理之後，可將基材轉移進入基材處理腔室。可接著藉由使一種前驅物流經遠端電漿源，並結合電漿流出物與直接流向基材處理區的第二前驅物，而於基材上形成介電膜。

發明摘要

※ 申請案號：101136696

※ 申請日：2012 年 10 月 04 日

※IPC 分類：

【發明名稱】（中文/英文）

遠端電漿燒入處理

REMOTE PLASMA BURN-IN

C23C16/455

(2006.01)

C23C16/34

(2006.01)

【中文】

茲描述處理電漿區的內部之方法。該方法包括預防性維修程序，或包括具有遠端電漿系統之新的基材處理腔室的啟用。新的內表面暴露於遠端電漿系統內。(新的)內表面接著藉由以下連續步驟進行處理：(1) 於遠端電漿系統內，自含氫前驅物形成遠端電漿，並接著(2) 將內表面暴露於水蒸氣。可重複步驟(1)至(2)至少十次，以完成燒入製程。接著內表面的處理之後，可將基材轉移進入基材處理腔室。可接著藉由使一種前驅物流經遠端電漿源，並結合電漿流出物與直接流向基材處理區的第二前驅物，而於基材上形成介電膜。

【英文】

Methods of treating the interior of a plasma region are described. The methods include a preventative maintenance procedure or the start-up of a new substrate processing chamber having a remote plasma system. A new interior surface is exposed within the remote plasma

system. The (new) interior surfaces are then treated by sequential steps of (1) forming a remote plasma from hydrogen-containing precursor within the remote plasma system and then (2) exposing the interior surfaces to water vapor. Steps (1)-(2) are repeated at least ten times to complete the burn-in process. Following the treatment of the interior surfaces, a substrate may be transferred into a substrate processing chamber. A dielectric film may then be formed on the substrate by flowing one precursor through the remote plasma source and combining the plasma effluents with a second precursor flowing directly to the substrate processing region.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 2 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

202~210：處理步驟

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

system. The (new) interior surfaces are then treated by sequential steps of (1) forming a remote plasma from hydrogen-containing precursor within the remote plasma system and then (2) exposing the interior surfaces to water vapor. Steps (1)-(2) are repeated at least ten times to complete the burn-in process. Following the treatment of the interior surfaces, a substrate may be transferred into a substrate processing chamber. A dielectric film may then be formed on the substrate by flowing one precursor through the remote plasma source and combining the plasma effluents with a second precursor flowing directly to the substrate processing region.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 2 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

202~210：處理步驟

【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)

遠端電漿燒入處理

REMOTE PLASMA BURN-IN

【0001】 本申請案主張 2011 年 10 月 4 日提出申請的名稱為「REMOTE PLASMA BURN-IN」的美國臨時專利申請案第 61/543,159 號之權益，此案件為了所有目的在此以參照的方式被併入到本文。

【技術領域】

【0002】 本發明係有關於半導體處理技術。

【先前技術】

【0003】 自從數十年前引進了半導體裝置，半導體裝置幾何形態之尺寸已經顯著地減小。現代半導體製造設備常規地製造具有 32 nm、28 nm 及 22 nm 的特徵尺寸之元件，且正在發展並實現新設備以製造具有甚至更小幾何形態之元件。減小的特徵尺寸致使元件上之結構特徵具有減小的空間尺寸。元件上之間隙與溝槽的寬度限縮到一程度，其中間隙深度對其寬度之縱橫比變得高到足夠使以介電材料來填充間隙更富有挑戰性。沉積之介電材料傾向在間隙完全填滿之前堵塞間隙的頂部，而在間隙中間產生孔或縫隙。

【0004】 數年來，已經發展許多技術來避免使介電材料堵塞

間隙的頂部，或「密封(heal)」已經形成的孔或縫隙。一種方式以高度可流動前驅物材料來開始，可將液相的高度可流動前驅物材料施加至自旋的基材表面(例如，SOG 沉積技術)。這些可流動前驅物可流入並填充非常小的基材間隙，而不會形成孔或弱縫隙(weak seam)。然而，一旦這些高度可流動材料被沉積之後，它們必須要被硬化成固體介電材料。藉由使用無碳的含氮可流動膜(例如，SOD 沉積技術)可減少收縮。在後-沉積處理期間，可以氧取代氮而形成間隙填充氧化矽。

【0005】 藉由在遠端電漿區中遠端激發一種前驅物，並使電漿流出物與未激發之矽前驅物在接近沉積基材處結合，可進一步達成縫隙填充氧化矽的改良。在運作一定數目的晶圓後，縫隙填充氧化矽的沉積速率達到穩定態。期望能有更具成本效益的方法使縫隙填充氧化矽的沉積速率達到穩定態值。

【0006】 因此，對於可降低消耗品成本及/或可加速達成自由基-成分膜的穩定態沉積速率之系統處理存在需求。

【發明內容】

【0007】 茲描述處理電漿區的內部之方法。該方法包括預防性維修程序，或包括具有遠端電漿系統之新的基材處理腔室的啟用。新的內表面暴露於遠端電漿系統內。(新的)內表面接著藉由以下連續步驟進行處理：(1) 於遠端電漿系統內，自含氮前驅物形成遠端電漿，並接著(2) 將內表面暴露於水蒸氣。可重複步驟(1)至(2)至少十次，以完成燒入製程。接著內表面

的處理之後，可將基材轉移進入基材處理腔室。可接著藉由使一種前驅物流經遠端電漿源，並結合電漿流出物與直接流向基材處理區的第二前驅物，而於基材上形成介電膜。

【0008】 本發明的實施例包括處理遠端電漿系統的方法，該遠端電漿系統流通地耦接至基材處理腔室的基材處理區。該方法包含下列連續步驟：(1) 使含氫前驅物流入遠端電漿系統，同時在該遠端電漿系統中形成第一電漿，(2) 使含氧前驅物流入該遠端電漿系統。該方法進一步包含重複步驟(1)及(2)，直到循環總數為大約 10 或以上。遠端電漿系統包括位於基材處理腔室內的遠端電漿區，且該遠端電漿區藉由噴淋頭流通地耦接至基材處理區。

【0009】 額外之實施例與特徵係部分地揭示在以下說明中，且其部分地對於熟習此技藝之人士在參閱說明書時變得明顯，或可藉由實施本發明而瞭解。可藉由說明書中所描述之工具、組合和方法來瞭解並獲得本發明之特徵與優點。

【圖式簡單說明】

【0010】 可藉由參照本案說明書的其它部分及圖式來實現對所揭示之實施例之特性及優點的進一步瞭解，其中在多個圖式之間使用相似的元件符號來指出類似的組件。在某些例子中，子標號與元件符號有關且伴隨著連字號，以表示多個類似組件中之一。當提及一元件符號而未載明現存的子標號時，其意指所有此等多個類似組件。

【0011】 第 1 圖顯示根據本發明的實施例之基材處理系統。

【0012】 第 2 圖為流程圖，其繪示根據本發明的實施例之用以處理遠端電漿系統的內部之經選擇步驟。

【0013】 第 3 圖顯示根據本發明的實施例之基材處理系統。

【0014】 第 4A 圖顯示根據本發明的實施例之基材處理腔室。

【0015】 第 4B 圖顯示根據本發明的實施例之氣體分配噴淋頭。

【實施方式】

【0016】 茲描述處理電漿區的內部之方法。該方法包括預防性維修程序，或包括具有遠端電漿系統之新的基材處理腔室的啟用。新的內表面暴露於遠端電漿系統內。(新的)內表面接著藉由以下連續步驟進行處理：(1) 於遠端電漿系統內，自含氫前驅物形成遠端電漿，並接著(2) 將內表面暴露於水蒸氣。可重複步驟(1)至(2)至少十次，以完成燒入製程。接著內表面的處理之後，可將基材轉移進入基材處理腔室。可接著藉由使一種前驅物流經遠端電漿源，並結合電漿流出物與直接流向基材處理區的第二前驅物，而於基材上形成介電膜。

【0017】 示範性基材處理腔室布局的簡述將證明有助於準備對加速的腔室燒入方法之描述。接著方法的描述之後，將呈現示範性基材處理腔室的更詳細描述。第 1 圖為示範性多區基材處理腔室的概要圖，該多區基材處理腔室適於與本文所描述之加速的燒入方法一起使用。所描繪的基材處理腔室 100 包括基材處理區 170，基材處理區 170 藉由噴淋頭 153 與腔室電漿區 120 分隔。在自由基-成分介電沉積期間，使第一製程

氣體通過腔室電漿區 120，以產生電漿流出物，電漿流出物通過噴淋頭 153 並與第二前驅物結合，第二前驅物尚未在電漿中被激發。第一製程氣體甚至可在進入腔室電漿區 120 之前於外部遠端電漿系統(RPS 110)中被激發。激發一種前驅物但不激發其它的前驅物能形成獨特的化學前驅物，已發現所述化學前驅物可產生多種期望的特徵(如，基材表面上之初生的可流動性(nascent flowability))。

【0018】 縮寫「RPS」及詞彙「遠端電漿系統(remote plasma system)」將用於本文中描述位在基材處理區 170 外的任何電漿。因此，RPS 可包括腔室電漿區(如 120)及/或外部形式的 RPS(如 110)。無論在何處生成電漿流出物，電漿流出物行進通過噴淋頭 153 經由通孔 156 進入基材處理區 170。同時，可將第二前驅物注入噴淋頭 153 內的凹陷容積(從未通過任何遠端電漿，如 110、120)，並通過小孔 155 直接進入基材處理區 170。

【0019】 新的內表面可暴露於遠端電漿系統內，如，在初始安裝後或在預防性維修程序(preventative maintenance procedure; PM)後。就前幾個晶圓而言，PM 後的沉積速率可低於燒入階段後的沉積速率。流入電漿的化學物質(前驅物)形成電漿流出物，電漿流出物可與遠端電漿系統的壁反應並修飾遠端電漿系統的壁。在運作品圓一段時間後，內壁達到穩定態化學-物理環境，而導致其後穩定的沉積速率。本案發明人已發現運作虛擬晶圓並就此任務使用生產品質消耗品的替代方案。可藉由以下連續步驟處理新的內表面：在電漿功

率開啟的情況下，使氨(NH_3)流入遠端電漿系統，並接著使內表面暴露於水蒸氣。這些步驟被重複至少 10 次，以完成較低成本燒入製程。在基材處理腔室內，基材上的沉積速率可約為在運作多重虛擬沉積後所達到的穩定態沉積速率。

【0020】 許多電漿區，如 RPS 110 及腔室電漿區 120，可在鋁質內壁上有陽極化以保護內壁避免劣化。其它氧化物可存在於替代性材料上，且仍可藉由本文所呈現之方法進行調整。不欲使本案申請專利範圍的範疇與可能正確也可能不正確的理論連結，氨電漿理論上能移除陽極化，以暴露裸露的鋁。接下來暴露於水蒸氣(伴隨著或不伴隨著電漿激發)可藉由消耗小部分的經暴露鋁而再度產生某些陽極化。此程序的重複可整平存在於新的內表面上之粗糙度，並容許沉積速率快速地達到穩定態。經平滑處理後的內表面可降低遠端電漿系統中產生之自由基物種去激發(de-excite)或猝熄進入非所欲的較低反應性狀態的能力。本文所述的處理可使電漿流出物能維持反應性達較長的時間、提升電漿流出物進入基材處理區的功效。

【0021】 為了更好瞭解並理解本發明，現在請參照第 2 圖之流程圖，該流程圖繪示根據本發明的實施例之用以處理遠端電漿系統的內部之經選擇步驟。參照第 1 圖的示範性基材處理腔室 100 來討論此示範性方法。第 2 圖所示之製程開始於預防性維修程序(PM)，預防性維修程序導入新的組件暴露於遠端電漿系統內部(操作 202)。新的組件可由鋁或另一金屬製成，且由所述金屬的氧化物(如氧化鋁(Al_2O_3))所覆蓋。新的組

件可能也提供因加工或因形成該組件所引起的粗糙新表面。

【0022】 可執行一系列的步驟來加速燒入製程。可將氮流提供至遠端電漿區(操作 204)。遠端電漿區可類似於第 1 圖中所描繪的遠端電漿系統 110 及/或腔室電漿區 120。電漿形成於遠端電漿區中，以處理該區的內壁。氮在電漿中激發以形成電漿流出物，電漿流出物與遠端電漿區的內表面反應。停止氮流並啟動水蒸氣流進入遠端電漿區(操作 206)。電漿功率為持續或再啟動，以激發水蒸氣形成電漿流出物，此電漿流出物再次氧化剛才由氮電漿流出物處理過的表面。或者，於本文所揭露的實施例中，不使用電漿功率激發水蒸氣。一旦完成預定的循環數(判斷 208)，則停止遠端電漿區的處理。否則，依序重複操作 204 及 206。在本文中，該對操作(204 及 206)的各組合可稱為「循環(cycle)」，且於本發明的實施例中，可能有超過或約 10 個循環、超過或約 20 個循環、超過或約 30 個循環，或超過或約 50 個循環。在完成所有燒入循環之後，將第一產品基材轉移進入基材處理區，以進行沉積製程(操作 210)。

【0023】 在氮電漿(操作 204)期間，將處在射頻(radio frequencies; RF)的電漿功率施加至遠端電漿區。惰性物種(Ar、He 等)可伴隨著氮同時流入遠端電漿區，以協助維持電漿密度及均勻度。可以多種方式施加電漿功率，包括電容式及感應式。於本文所揭露的實施例中，可使用單一頻率來激發由惰性氣體形成的電漿，且該單一頻率可大於 5 兆赫或小於 5 兆赫。在其它實施例中，可使用兩種或更多種電漿功率

頻率來激發電漿，其中一種頻率可在 5 兆赫以上，且一種頻率可在 5 兆赫以下。舉例而言，13.56 MHz 的高頻率可與 350 kHz 的低頻率組合，且這樣的組合可用來激發基材處理區中的電漿。電漿功率本身可介於約 100 瓦特與約 3000 瓦特之間、介於約 250 瓦特與約 2000 瓦特之間，或介於約 350 瓦特與約 1500 瓦特之間。電漿功率包括施加至遠端電漿區的各頻率之功率的總和。

【0024】 於本文揭露的實施例中，在暴露於水蒸氣(操作 206)期間，可以或可不將電漿功率施加至遠端電漿區。用於水蒸氣電漿的電漿功率及頻率可個別與關於操作 204 所揭露的實施例相同。如先前所提及，氦或氬可用來攜帶水蒸氣至腔室及/或被加入遠端電漿區。無論氦或氬如何被加入遠端電漿區，氦或氬的作用可為使電漿易於起始，或穩定遍及遠端電漿區的高密度電漿。於本文所揭露的實施例中，在氦電漿(操作 204)期間或在暴露於水蒸氣(操作 206，施加電漿功率，或不施加電漿功率)期間，惰性氣體進入遠端電漿區的流速可為大於或等於約 1000 sccm、大於或等於約 2000 sccm、大於或等於約 3000 sccm 或大於或等於約 4000 sccm。於本發明的實施例中，在暴露於水蒸氣(操作 206)期間，可就暴露操作的第一部分施加電漿功率，並接著就暴露操作的第二部分移除電漿功率。

【0025】 於本發明的實施例中，在燒入製程期間，沒有電漿功率或基本上沒有電漿功率被施加至基材處理區。「基本上沒有電漿功率」並不必然意味著基材處理區無電漿。腔室電

漿區中之電漿的邊界難以界定，且可能經由噴淋頭中的開孔侵入基材處理區上方。特別是在感應耦合式電漿的例子中，例如，可能在基材處理區內開始少量的離子化。於加速的燒入製程期間，具有較遠端電漿區低得多的離子密度之電漿的所有成因，皆不偏離本文所用的「基本上沒有電漿功率」之範疇。

【0026】 於本文所揭露的實施例中，在氮暴露(操作 204)或水蒸氣暴露(操作 206)期間，(多個)遠端電漿區中的壓力可低於或等於約 100 托、低於或等於約 50 托、低於或等於約 20 托、低於或等於約 10 托或低於或等於約 5 托。於本文所揭露的實施例中，(多個)遠端電漿區中的壓力可高於或等於約 0.5 托、高於或等於約 1 托、高於或等於約 2 托、高於或等於約 5 托。根據本發明的實施例，壓力的各下限值可與任一上限值結合，以形成遠端電漿區壓力的額外範圍。

【0027】 一般而言，氮電漿暴露(操作 204)可為使用還原劑或含氮前驅物所形成之電漿暴露。因此，氮電漿暴露通常可稱為含氮電漿暴露。於本發明的實施例中，含氮前驅物可為氮(H_2)及/或氮(NH_3)。也可使用其它含氮前驅物來取代氮或氮，只要該等其它含氮前驅物在遠端電漿區的內表面上造成少量沉積或無沉積即可。因此，於本發明的實施例中，含氮前驅物基本上可缺乏矽或碳。於本文所揭露的實施例中，在還原電漿(操作 204)期間，含氮前驅物進入遠端電漿區的流速可為大於或等於約 50 sccm、大於或等於約 100 sccm、大於或等於約 200 sccm、大於或等於約 300 sccm 或大於或等於約 400

sccm。

【0028】 通常，水蒸氣暴露(操作 206)可為對任何氧化氣體或任何含氧前驅物之暴露。因此，水蒸氣暴露通常可稱為含氧暴露。根據先前描述於本文所揭露的實施例中之製程參數，含氧暴露可缺少電漿激發或可具有電漿激發。於本發明的實施例中，含氧前驅物可為水蒸氣(H_2O)、氧(O_2)、二氧化氮(NO_2)、氧化亞氮(N_2O)及/或臭氧(O_3)。除了形成暴露之金屬的氧化物之外，合適的含氧前驅物可於遠端電漿區的內表面上造成少量沉積或無沉積。因此，於本發明的實施例中，含氧前驅物基本上可缺乏矽或碳。於本文所揭露的實施例中，在氧化電漿(操作 206)期間，含氧前驅物進入遠端電漿區之流速可為大於或等於約 50 sccm、大於或等於約 100 sccm、大於或等於約 200 sccm、大於或等於約 300 sccm 或大於或等於約 400 sccm。在這些流速中僅包括含氧前驅物的流速。載氣及其它惰性氣體的流速可如先前所述。

【0029】 於本文所揭露的實施例中，含氫電漿暴露的進行期間可為大於或等於約 30 秒、大於或等於約 1 分鐘、大於或等於約 90 秒或大於或等於約 2 分鐘。於本文所揭露的實施例中，含氫電漿暴露的進行期間可為小於或等於約 1 小時、小於或等於約 30 分鐘、小於或等於約 15 分鐘或小於或等於約 5 分鐘。可藉由結合任一上限值與任一下限值來形成額外的實施例。

【0030】 於本文所揭露的實施例中，含氧暴露的進行期間可為大於或等於約 1 秒、大於或等於約 2 秒、大於或等於約 5

秒或大於或等於約 10 秒。於本文所揭露的實施例中，含氧電漿暴露的進行期間可為小於或等於約 2 分鐘、小於或等於約 90 秒、小於或等於約 1 分鐘或小於或等於約 30 秒。可藉由結合任一上限值與任一下限值來形成額外的實施例。含氧暴露的進行期間可分隔為初始電漿激發的暴露，接著是沒有電漿激發的含氧暴露。於此例中，這兩個進行期間在時間上可彼此相鄰，且伴隨著電漿激發的進行期間(或不伴隨著電漿激發的進行期間)可在含氧暴露的整體進行期間的 25%與 75%內。

【0031】 在完成燒入製程之後，可將經圖案化的基材轉移進入基材處理區，以進行自由基-成分沉積製程(操作 210)。現在就示範性自由基-成分沉積製程提供詳細描述。

【0032】 示範性介電沉積方法

【0033】 自由基-成分沉積製程可包括：藉由化學氣相沉積在基材上及窄間隙中形成含矽-氮-及-氫層。含矽-氮-及-氫層可經沉積而流入並填充窄間隙，且可接著被轉化為氧化矽。在沉積後續膜之前，藉由化學氣相沉積所沉積之含矽-氮-及-氫層也可被共形沉積(如，成為襯裡)。各該些狀態(共形及可流動的狀態)，以及其它介於中間的狀態皆包括在本文所參照的含矽-氮-及-氫層中。

【0034】 沉積含矽-氮-及-氫層的示範性操作涉及化學氣相沉積製程，化學氣相沉積製程開始於提供無碳的矽前驅物至基材處理區。無碳的含矽前驅物可為，例如，無碳的含矽及氮前驅物、矽-及-氮前驅物或含矽-氮-及-氫前驅物，還有其它類型的矽前驅物。除了無碳之外，矽前驅物還可為無氧的。缺

少氧導致由該等前驅物所形成的含矽-及-氮層中之較低的矽醇(Si-OH)基濃度。在沉積的膜中之過量矽醇部分可造成後沉積步驟期間的孔隙度及收縮率上升，所述後沉積步驟用以自沉積的膜移除羥基(-OH)部分。

【0035】 無碳的矽前驅物的特定實例可包括矽烷基胺(silyl-amine)，如 $\text{H}_2\text{N}(\text{SiH}_3)$ 、 $\text{HN}(\text{SiH}_3)_2$ 及 $\text{N}(\text{SiH}_3)_3$ ，還有其它矽烷基胺。在不同的實施例中，矽烷基胺的流速可為大於或等於約 200 sccm、大於或等於約 300 sccm 或大於或等於約 500 sccm。在本文中所給定的所有流速係關聯於處理 300 毫米直徑的圓形基材之雙重腔室基材處理系統。單晶圓系統可能僅需一半之該些流速，且其它晶圓尺寸可能需要依照被處理面積按比例調整流速。這些矽烷基胺可與可作為載氣、反應性氣體或兩者皆可的額外氣體混合。示範性額外氣體可包括 H_2 、 N_2 、 NH_3 、He 以及 Ar，還有其它氣體。無碳的矽前驅物的實例也可包括單獨存在或與其它含矽氣體(如 $\text{N}(\text{SiH}_3)_3$)、含氮氣體(如 H_2)及/或含氮氣體(如 N_2 、 NH_3)混合之矽烷(SiH_4)。無碳的矽前驅物也可包括二矽烷、三矽烷、高階矽烷以及氯化矽烷，無碳的矽前驅物可單獨存在或與另一個或前述無碳的矽前驅物結合。

【0036】 也可提供自由基前驅物(如自由基-氮前驅物)至基材處理區。自由基-氮前驅物為含氮-自由基前驅物，可於基材處理區之外由更穩定的氮前驅物產生該含氮-自由基前驅物。例如，可在處理腔室之外的腔室電漿區或遠端電漿系統(RPS)中活化含有 NH_3 、聯氨(N_2H_4)及/或 N_2 之穩定的氮前驅物化合

物，以形成自由基-氮前驅物，自由基-氮前驅物接著被輸送進入基材處理區。在不同的實施例中，穩定的氮前驅物也可為混合物，該混合物包含 NH_3 和 N_2 、 NH_3 和 H_2 、 NH_3 和 N_2 和 H_2 以及 N_2 和 H_2 。在與 N_2 及 H_2 的混合物中，也可用聯氨取代 NH_3 ，或與 NH_3 結合。在不同的實施例中，穩定的氮前驅物之流速可為大於或等於約 300 sccm、大於或等於約 500 sccm 或大於或等於約 700 sccm。在腔室電漿區中產生的自由基-氮前驅物可為 $\cdot\text{N}$ 、 $\cdot\text{NH}$ 、 $\cdot\text{NH}_2$ 等中的一或多者，且也可伴隨著在電漿中形成的離子化物種。也可在遠端電漿中將氧源與所述更穩定的氮前驅物結合，該遠端電漿將可作用來將氧預載入膜，同時降低可流動性。氧源可包括 O_2 、 H_2O 、 O_3 、 H_2O_2 、 N_2O 、 NO 或 NO_2 中之一或多者。一般而言，可使用不含氮的自由基前驅物，因而由來自無碳的含矽前驅物之氮提供用於含矽-氮-及-氫層之氮。

【0037】 在應用腔室電漿區的實施例中，自由基-氮前驅物生成於基材處理區的一區段中，該區段與沉積區分隔，其中前驅物在沉積區中混合並反應以於沉積基材(如，半導體晶圓)上沉積含矽-及-氮層。自由基-氮前驅物也可伴隨有載氣如氫(H_2)、氮(N_2)、氬，等等。在含矽-氮-及-氫層生長及低溫臭氧硬化期間，本文的基材處理區可被描述為「無電漿(plasma-free)」。「無電漿」並不必然意味著該區沒有電漿。腔室電漿區中之電漿的邊界難以界定，且可能經由噴淋頭中的開孔侵入基材處理區上方。在感應耦合式電漿的例子中，例如，可能直接在基材處理區內開始少量的離子化。進一步，

可在基材處理區中產生低密度電漿而不致於消除形成膜的可流動本質。於自由基氮前驅物生成期間，具有較腔室電漿區低得多的離子密度之電漿的所有成因，皆不偏離本文所用的「無電漿」之範疇。

【0038】 在基材處理區中，無碳的矽前驅物與自由基-氮前驅物混合並反應，以於沉積基材上沉積含矽-氮-及-氫膜。在實施例中，經沉積的含矽-氮-及-氫膜可與某些配方組合物共形沉積。在其它實施例中，經沉積的含矽-氮-及-氫膜具有可流動的特徵，相異於習用的氮化矽(Si_3N_4)膜沉積技術。形成之可流動本質使膜可以流入基材的沉積表面上之窄間隙、溝槽及其它結構。

【0039】 儘管這些沉積製程對多種表面形貌而言是有用的，示範性方法可包括將包含窄間隙的基材轉移進入基材處理區。基材可具有複數個間隙，供形成於基材上之元件組件(如電晶體)的間隔與結構所用。間隙可具有高度及寬度來定義高度對寬度(即， H/W)的縱橫比(aspect ratio, AR)，縱橫比顯著大於 1:1 (例如，5:1 或更大、6:1 或更大、7:1 或更大、8:1 或更大、9:1 或更大、10:1 或更大、11:1 或更大、12:1 或更大，等等)。於許多例子中，高 AR 是因小的間隙寬度之故，該間隙寬度之範圍介於約 90 nm 至約 22 nm 或更小(如，小於 90 nm、65 nm、50 nm、45 nm、32 nm、22 nm、16 nm 等等)。

【0040】 流動性(flowability)可能成因於將自由基-氮前驅物與無碳的矽前驅物混合所造成的多種性質。這些性質可包括

在沉積的膜中有顯著的氮成分及/或短鏈聚矽氮烷 (polysilazane) 聚合物的存在。在膜形成期間及之後，這些短鏈成長並網路化以形成更密集的介電材料。舉例而言，沉積的膜可具有矽氮烷類，Si-NH-Si 骨幹(即，無碳的 Si-N-H 膜)。當矽前驅物及自由基-氮前驅物兩者為無碳時，所沉積的含矽-氮-及-氫膜本質上也為無碳。當然，「無碳」不必然表示膜內沒有痕量的碳。碳污染物可存在於前驅物材料中而找到它們進入含矽及氮前驅物之方式。然而，這些碳雜質的量遠小於可能在具有碳部分的矽前驅物(如 TEOS、TMDSO 等等)中發現的量。

【0041】 如上所述，可藉由組合自由基-氮前驅物與多種無碳的含矽前驅物，來產生沉積的含矽-氮-及-氫層。於實施例中，無碳的含矽前驅物可為基本上無氮。在某些實施例中，無碳的含矽前驅物及自由基-氮前驅物二者皆含有氮。另一方面，於多個實施例中，自由基前驅物可為基本上無氮，且用於含矽-氮-及-氫層的氮可由無碳的含矽前驅物所供應。因此最一般而言，於本文中，自由基前驅物將稱作「自由基-氮-及/或-氫前驅物(radical-nitrogen-and/or-hydrogen precursor)」，表示該前驅物含有氮及/或氫。類似地，流入電漿區以形成自由基-氮-及/或-氫前驅物的前驅物將稱作含氮-及/或-含氫前驅物。這些規律可應用至本文所揭露的各個實施例。於多個實施例中，含氮-及/或-含氫前驅物包含氮(H_2)，而自由基-氮-及/或-氫前驅物包含·H 等等。

【0042】 接續含矽-氮-及-氫層的沉積之後，沉積基材可在含

臭氧氣氛 106 中經臭氧硬化。硬化操作可降低膜中(包括溝槽中)之氣的濃度，同時提升氧的濃度。可將沉積基材保持在基材處理區中以進行硬化，或者可將基材轉移至不同的腔室，其中含臭氧氣氛被導入該不同的腔室。在不同的實施例中，基材的臭氧硬化溫度可為小於或等於約 400°C、小於或等於約 300°C、小於或等於約 250°C、小於或等於約 200°C 或小於或等於約 150°C。於本文所揭露的實施例中，基材的溫度可為大於或等於約室溫(25°C)、大於或等於約 50°C、大於或等於約 100°C、大於或等於約 150°C 或大於或等於約 200°C。根據額外揭露的實施例，基材溫度的任一上限值可與任一下限值結合，以形成基材溫度的額外範圍。於多個實施例中，沒有電漿存在基材處理區中，以避免產生原子氧，原子氧可關閉附近的表面網路並阻礙次表面氧化。於實施例中，臭氧硬化的進行期間可大於約 5 秒或大於約 10 秒。於實施例中，臭氧硬化的進行期間可小於約 60 秒或小於或等於約 45 秒。再次，根據額外揭露的實施例，臭氧硬化之進行期間的若干上限值可與若干下限值結合，以形成臭氧硬化之進行期間的額外範圍。

【0043】 於本文所揭露的實施例中，在硬化步驟期間，進入基材處理區之臭氧的流速(僅由臭氧所貢獻)可為大於或等於約 500 sccm、大於或等於約 1 slm、大於或等於約 2 slm 或大於或等於約 2 slm。於本文所揭露的實施例中，在硬化步驟期間，臭氧的分壓可為大於或等於約 20 托、大於或等於約 30 托、大於或等於約 50 托或大於或等於約 100 托。在某些例子

中，暴露於上升的溫度(自低於或等於約 250°C 至 400°C 以上的溫度(如 550°C))可促進含矽-氮-及-氫膜轉化為氧化矽膜。當在增加的溫度(400°C 以上)下提供濕氣(蒸汽/H₂O)加入含臭氧氣氛也可增進轉化為氧化矽膜。

【0044】 接續含矽-及-氮層的臭氧硬化之後，可進一步處理沉積基材以完成自含矽-及-氮層至含矽-及-氧層的轉變。在某些例子中，含矽-及-氮層被轉化為氧化矽。

【0045】 硬化操作的含氧氣氛可提供氧，以將含矽-氮-及-氫膜轉化為含矽-及-氧膜或氧化矽膜。於本發明的實施例中，含矽-氮-及-氫膜中可存在有碳或可不存在有碳。若碳不存在，則在含矽-氮-及-氫膜缺少碳可導致最終氧化矽膜中形成顯著較少的孔洞。這也導致在轉化為氧化矽期間，膜的較少體積縮小(即，收縮率)。舉例而言，當轉化為氧化矽時，自含碳之矽前驅物形成的矽-氮-碳層可能有 40 體積%或更高的收縮率，而實質上無碳的含矽-及-氮膜的收縮率可能約 15 體積%或更低。由於含矽-氮-及-氫膜的可流動性及缺乏收縮率之故，根據該方法所生產的含矽-及-氧膜可填充狹窄的溝槽，使溝槽變得無孔。

【0046】 示範性介電質沉積系統

【0047】 可執行本發明的實施例之沉積腔室可包括高密度電漿化學氣相沉積(HDP-CVD)腔室、電漿增進化學氣相沉積(PECVD)腔室、次大氣壓化學氣相沉積(SACVD)腔室以及熱化學氣相沉積腔室，還有其它類型的腔室。可執行本發明的實施例之 CVD 系統的特定實例包括可購自加州聖大克勞拉市

(Santa Clara)的 Applied Material, Inc.的 CENTURA ULTIMA® HDP-CVD 腔室/系統，以及 PRODUCER® PECVD 腔室/系統。

【0048】 可與本發明的示範性方法一起使用之基材處理腔室的實例可包含那些在 Lubomirsky 等人於 2006 年 5 月 30 日提申且名稱為「PROCESS CHAMBER FOR DIELECTRIC GAPFILL」的共同讓渡美國臨時專利申請案第 60/803,499 號中所顯示及描述者，其整體內容以為一切目的參照之方式併入本文中。額外的示範性系統可包括那些在美國專利第 6,387,207 及 6,830,624 號中所顯示及描述者，其也以為一切目的參照之方式併入本文中。

【0049】 沉積系統的實施例可併入較大製造系統內，以生產積體電路晶片。第 3 圖顯示根據本案所揭露之實施例的一個此類沉積系統 300、烘烤及硬化腔室。於此圖中，一對前開式晶圓盒(front opening unified pod, FOUP) 302 供應基材(例如，300 mm 直徑之晶圓)，基材由機器人手臂 304 承接，並在置入晶圓處理腔室 308a 至 308f 中之一者以前先置入低壓保持區 306 內。可用第二機器人手臂 310 以自保持區 306 向處理腔室 308a 至 308f 來回傳送基材晶圓。

【0050】 處理腔室 308a 至 308f 可包括一或多個系統組件，用以在基材晶圓上沉積、退火、硬化及/或蝕刻可流動的介電膜。於一種配置中，兩對處理腔室(例如，308c 至 308d 及 308e 至 308f)可用以在基材上沉積可流動的介電材料，且第三對處理腔室(例如，308a 至 308b)可用來退火經沉積的介電質。於另一種配置中，相同的兩對處理腔室(例如，308c 至 308d 及

308e 至 308f)可經配置以在基材上沉積並退火可流動的介電膜，而第三對腔室(例如，308a 至 308b)可用來進行經沉積的膜之 UV 或 E-光束硬化。於再一種配置中，全部三對腔室(例如，308a 至 308f)可經配置而在基材上沉積並硬化可流動的介電膜。於又一種配置中，兩對處理腔室(例如，308c 至 308d 及 308e 至 308f)可用來進行可流動的介電質之沉積及 UV 或 E-光束硬化兩者，而第三對處理腔室(例如，308a 至 308b)可用以退火介電膜。所述製程中的任一或多者可在與不同實施例所顯示的製造系統分離之(複數個)腔室上進行。

【0051】 此外，處理腔室 308a 至 308f 中的一或多者可如濕式處理腔室般進行配置。這些處理腔室包括在含有濕氣的氣氛中加熱可流動的介電膜。因此，系統 300 的實施例可包括濕式處理腔室 308a 至 308b 以及退火處理腔室 308c 至 308d，以在沉積的介電膜上進行濕式及乾式退火二者。

【0052】 第 4A 圖為根據所揭露之實施例的基材處理腔室 400。遠端電漿系統(RPS) 410 可處理氣體，氣體接著透過氣體入口總成 411 行進。氣體入口總成 411 內可見到兩個顯著的不同的氣體供應通道。第一通道 412 承載通過遠端電漿系統(RPS) 410 的氣體，而第二通道 413 則避開 RPS 410。於所揭露的具體實施例中，第一通道 502 可供製程氣體所用，而第二通道 413 可供處理氣體所用。所示的蓋體(或導電頂部區) 421 以及開孔隔板(也稱為噴淋頭 453)之間設有絕緣環 424，絕緣環 424 容許 AC 電位施加至相對於噴淋頭 453 的蓋體 421。製程氣體行進通過第一通道 412 進入腔室電漿區 420，

且可在腔室電漿區 420 中由電漿單獨激發或與 RPS 410 聯合激發。於本文中，腔室電漿區 420 及/或 RPS 410 的組合可稱為遠端電漿系統。開孔隔板(噴淋頭 453)隔離腔室電漿區 420 以及噴淋頭 453 下方的基材處理區 470。噴淋頭 453 容許電漿存在於腔室電漿區 420 中，以避免直接於基材處理區 470 中激發氣體，而仍可容許被激發的物種自腔室電漿區 420 行進至基材處理區 470。

【0053】 噴淋頭 453 位於腔室電漿區 420 與基材處理區 470 之間，並容許腔室電漿區 420 內所生成的電漿流出物(前驅物或其它氣體的激發衍生物)通過貫穿板厚度的複數個穿孔 456。噴淋頭 453 也具有一或多個凹陷容積 451，可以蒸氣或氣體形式的前驅物(如含矽前驅物)填充凹陷容積 451，且凹陷容積 451 通過小孔 455 進入基材處理區 470，而非直接進入腔室電漿區 420。於此揭露的實施例中，噴淋頭 453 的厚度大於穿孔 456 的最小直徑 450 之長度。為了維持顯著濃度的激發物種自腔室電漿區 420 滲透至基材處理區 470，可藉由形成部分通過噴淋頭 453 之穿孔 456 的較大直徑部份來限縮穿孔的最小直徑 450 之長度 426。於所揭露的具體實施例中，穿孔 456 的最小直徑 450 之長度的數量級，可相等於或小於穿孔 456 之最小直徑的數量級。

【0054】 於所示的實施例中，噴淋頭 453 可分配(經由穿孔 456)含有氧、氫及/或氮的製程氣體，及/或由腔室電漿區 420 中的電漿所激發之此類製程氣體的電漿流出物。於多個實施例中，透過第一通道 412 導入 RPS 410 及/或腔室電漿區 420

的製程氣體可含有氧(O₂)、臭氧(O₃)、N₂O、NO、NO₂、NH₃、N_xH_y (包括 N₂H₄)、矽烷、二矽烷、TSA 以及 DSA 中的一或多者。製程氣體也可包含載氣，如氫、氫、氮(N₂)等等。第二通道 413 也可遞送製程氣體及/或載氣，及/或用以自生長的膜或沉積的膜移除非所欲成分之膜-硬化氣體。電漿流出物可包括製程氣體的離子化或中性衍生物，且在本文中也可代表有關於導入之製程氣體的原子構成要素之自由基-氧前驅物及/或自由基-氮前驅物。

【0055】 於多個實施例中，穿孔 456 的數量可介於約 60 至約 2000 之間。穿孔 456 可具有多種形狀，但最容易製作成圓形。於所揭露的實施例中，穿孔 456 的最小直徑 450 可介於約 0.5 mm 與約 20 mm 之間，或介於約 1 mm 與約 6 mm 之間。還可自由選擇穿孔的截面形狀，該截面形狀可被製作成圓錐狀、圓柱狀或兩種形狀的組合。在不同的實施例中，用以將氣體導入基材處理區 470 之小孔 455 的數量可介於約 100 與約 5000 之間，或介於約 500 與約 2000 之間。小孔 455 的直徑可介於約 0.1 mm 與約 2 mm 之間。

【0056】 第 4B 圖為根據所揭露之實施例的與處理腔室一起使用之噴淋頭 453 的底部視圖。噴淋頭 453 相當於第 4A 圖所示之噴淋頭。所描繪的穿孔 456 於噴淋頭 453 的底部具有較大的內徑(inner-diameter, ID)，而於噴淋頭 453 的頂部具有較小 ID。小孔 455 基本上平均分佈於噴淋頭表面上，甚至在穿孔 456 周圍，相較於本文所描述的其它實施例而言，這樣可協助提供更均勻的混合。

【0057】 當透過噴淋頭 453 中的穿孔 456 抵達之電漿流出物，與源自凹陷容積 451 並透過小孔 455 抵達之含矽前驅物結合時，示範性膜生成於基材處理區 470 內之基座(未繪示)所支撐的基材上。雖然基材處理區 470 也可經配備以維持供諸如硬化等其它製程所用之電漿，但在示範性膜生長期間，沒有電漿存在。

【0058】 可在噴淋頭 453 上方的腔室電漿區 420 中或在噴淋頭 453 下方的基材處理區 470 中點燃電漿。電漿存在於腔室電漿區 420 中，以自含氮-及-氫氣體流入物產生自由基氮前驅物。將典型在射頻(radio frequency, RF)範圍內的 AC 電壓施加於處理腔室的導電頂蓋體 421 以及噴淋頭 453 之間，以於沉積期間在腔室電漿區 420 中點燃電漿。RF 功率供應器產生 13.56 MHz 的高 RF 頻率，但也可單獨或結合 13.56 MHz 頻率而產生其它頻率。

【0059】 當開啟基材處理區 470 中的底部電漿，以硬化膜或清潔基材處理區 470 邊界的內表面時，可讓頂部電漿處於低功率或無功率狀態。可藉由在噴淋頭 453 與基座之間或在噴淋頭 453 與腔室底部之間施加 AC 電壓，來點燃基材處理區 470 中的電漿。當電漿存在時，可將清潔氣體導入基材處理區 470。於本發明的實施例中，在胺硬化(amine curing)期間不使用電漿。

【0060】 基座可具有供熱交換流體流動的熱交換通道，以控制基材的溫度。此配置容許冷卻或加熱基材之溫度，以維持相對低的溫度(自室溫到約 120°C)。熱交換流體可包含乙二醇

及水。為了達到相對高溫(自約 120°C 到約 1100°C)，可使用埋入式單一迴圈埋入的加熱器元件來電阻加熱基座的晶圓支撐盤(較佳為鋁、陶瓷或鋁與陶瓷之組合)，該埋入式單一迴圈埋入的加熱器元件經配置以形成平行同心圓形式的兩個完整匝數。加熱器元件的外側部份可鄰近支撐盤的邊緣，而加熱器元件的內側部份可圍繞具有較小半徑的同心圓之路線。連接加熱器元件的線路通過基座的座腳。

【0061】 基材處理系統由系統控制器所控制。於一示範性實施例中，系統控制器包括硬碟機、軟碟機以及處理機。處理機含有單板電腦(single-board computer, SBC)、類比及數位輸入/輸出板、介面板以及步進馬達控制器板。CVD 系統的各種部件符合 Versa Modular European(VME)標準，該標準定義板、卡片機架以及連接器尺寸及類型。VME 標準亦定義具有 16 位元資料匯流排及 24 位元位址匯流排之匯流排結構。

【0062】 系統控制器控制 CVD 機器的全部活動。系統控制器執行系統控制軟體，系統控制軟體為儲存在電腦可讀取媒體中的電腦程式。較佳地，該媒體為硬碟機，但該媒體也可為其它類型的記憶體。電腦程式包含多組指令，該等指令支配特定製程的時點、氣體之混合、腔室壓力、腔室溫度、RF 功率等級、晶座位置以及其它參數。也可使用儲存於其它記憶體元件(包含如軟碟或另一適當的磁碟機)的其它電腦程式來命令系統控制器。

【0063】 可使用由系統控制器所執行的電腦程式產品來實施用以處理遠端電漿區內部或用以於基材上沉積介電膜的製

程。電腦程式碼可以任何慣用的電腦可讀取程式語言來撰寫：例如，68000 組合語言、C、C++、Pascal、Fortran 或其它程式語言。可以慣用的文字編輯器將合適的程式碼輸入單一檔案或多個檔案中，並儲存或實施於電腦可使用媒體中，如電腦的記憶體系統。若輸入的程式碼文字係以高階語言撰寫，則編譯該程式碼，並接著將所產生的編譯器碼連結預先編譯的 Microsoft Windows® 常式庫(library routine) 之目標碼(object code)。為了執行連結的、編譯的目標碼，系統使用者援引目標碼，致使電腦系統載入記憶體中的程式碼。CPU 接著讀取並執行程式碼以進行程式中所指示的任務。

【0064】 透過平面面板觸碰感應螢幕作為使用者與控制器之間的介面。於較佳實施例中使用兩個螢幕，其中一個安裝於清潔室壁供操作員所用，而另一個安裝於壁後供服務技師所用。在一次只接受一個輸入的例子中，這兩個螢幕可同步顯示相同的資訊。為了選擇特定畫面或功能，操作員觸碰觸碰感應螢幕的指定區塊。被碰觸的區塊改變該區域的標記顏色，或者顯示一個新的選單或畫面，以確認操作員與觸碰感應螢幕之間的溝通。其它元件，如鍵盤、滑鼠或其它指示或溝通元件可取代或附加至觸碰感應螢幕，以容許使用者與系統控制器溝通。

【0065】 本文使用之「基材(substrate)」可為在其上有或無層形成之支撐基材。支撐基材可為各種摻雜濃度及分布之絕緣體或半導體，且可為，例如在積體電路製造中所使用之類型的半導體基材。「氧化矽(silicon oxide)」之層可包括低濃度

的其它元素成分，如氮、氫、碳等元素。於本發明的某些實施例中，氧化矽基本上由矽與氧組成。處於「激發態(excited state)」的氣體所描述之氣體中的至少某些氣體分子處於震動激發態、游離態及/或離子化態。氣體(或前驅物)可為兩種或更多種氣體(前驅物)之組合。術語「溝槽(trench)」被使用於本文各處，且並非暗示蝕刻之幾何形貌具有高水平縱橫比。自表面之上方觀看，溝槽可呈現圓形、卵形、多邊形、矩形或各種其他形狀。術語「介層孔(via)」用來表示低縱橫比溝槽，該低縱橫比溝槽可填充有金屬也可不填充金屬，以形成垂直電連接。術語「前驅物(precursor)」用來指示任何製程氣體(或蒸發的液體微滴)，所述製程氣體參與自表面上移除材料或沉積材料至表面上之反應。

【0066】 術語「溝槽(trench)」被使用於本文各處，且並非暗示蝕刻之幾何形貌具有高水平縱橫比。自表面之上方觀看，溝槽可呈現圓形、卵形、多邊形、矩形或各種其他形狀。術語「介層孔(via)」用來表示低縱橫比溝槽，該低縱橫比溝槽可填充有金屬也可不填充金屬，以形成垂直電連接。如本文中所使用，共形層指的是表面上之大體上一致的材料層與該表面具有相同外形，亦即，層的表面以及欲覆蓋之表面大體上為平行的。本發明所屬技術領域中具有通常知識者將可理解，所沉積的材料可能不會 100%共形，且因此術語「大體上(generally)」容許可接受的誤差。

【0067】 在已揭示若干實施例之後，熟習此項技術者將認識到，在不偏離本發明之精神的情況下可使用各種修改、替代

構造及等效物。另外，為了避免不必要地混淆本發明，未描述若干已熟知的製程及元件。因此，上文描述不應視為限制本發明之範疇。

【0068】 在提供一範圍之值之情況下，除非本文另有明確指定，應理解亦特定地揭示彼範圍之上限與下限之間的每一中間值，精確度為至下限單位的十分位。將涵蓋在陳述範圍中之任一陳述值或中間值與在彼陳述範圍中之任一其他陳述值或中間值之間的每一較小範圍。此等較小範圍之上限及下限可獨立地包括於該範圍中或排除於該範圍之外，且在界限中任一者、沒有任一界限或兩界限皆包括於該等較小範圍中之每一範圍亦涵蓋於本發明內，所述每一範圍受所陳述範圍中任何特定排除之界限管轄。在所陳述範圍包括該等限制中一者或兩者之情況下，亦包括排除彼等包括之限制中一者或兩者之範圍。

【0069】 如本文及隨附申請專利範圍中所使用，除非本文另有明確指定，否則單數形式「一(a)」、「一(an)」及「該(the)」包括複數指示物。因此，例如，參照「一製程」包括複數個該等製程，且參照「該前驅物」包括參照一或多個前驅物及熟習此項技術者熟知之該一或多個前驅物之等效物，等等。

【0070】 又，當在本案說明書中及下文申請專利範圍中使用字彙「包含(comprise)」、「包含(comprising)」、「包括(include)」、「包括(including)」及「包括(includes)」時，意欲指定陳述之特徵、整數、組件或步驟之存在，但該等字彙不排除一或多個其他特徵、整數、組件、步驟、動作或群組

之存在或添加。

【符號說明】

【0071】

100：基材處理腔室

110：遠端電漿系統

120：腔室電漿區

153：噴淋頭

155：小孔

156：通孔

170：基材處理區

202~210：處理步驟

300：處理系統

302：前開式晶圓盒

304：機器人手臂

306：低壓保持區

308a~308f：處理腔室

310：第二機器人手臂

400：基材處理腔室

410：遠端電漿系統

411：氣體入口總成

412：第一通道

413：第二通道

420：腔室電漿區

421：蓋體

424：絕緣環

426：穿孔的長度

450：穿孔的最小直徑

451：凹陷容積

453：開孔隔板/噴淋頭

455：小孔

456：穿孔

470：基材處理區

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

申請專利範圍

1. 一種處理一遠端電漿系統的方法，該遠端電漿系統流通地耦接至一基材處理腔室之一基材處理區，該方法包含下列連續步驟：

(1) 使一含氫前驅物流入該遠端電漿系統，同時於一含氫電漿暴露期間，在該遠端電漿系統中形成一第一電漿，

(2) 於一含氧暴露期間，使一含氧前驅物流入該遠端電漿系統，以及

重複步驟(1)及(2)，直到循環總數為大約 10 或以上；

其中該遠端電漿系統包含位於該基材處理腔室內之一遠端電漿區，且該遠端電漿區藉由一噴淋頭流通地耦接至該基材處理區。

2. 如請求項 1 所述之方法，其中該含氫前驅物包含氫(NH_3)。

3. 如請求項 1 所述之方法，其中該含氫前驅物包含氫(H_2)。

4. 如請求項 1 所述之方法，其中該含氧前驅物包含水蒸氣(H_2O)。

5. 如請求項 1 所述之方法，其中該含氧前驅物包含水蒸

氣(H₂O)、氧(O₂)、二氧化氮(NO₂)、氧化亞氮(N₂O)及/或臭氧(O₃)中之至少一者。

6. 如請求項 1 所述之方法，其中該遠端電漿系統包含一外部遠端電漿系統，該外部遠端電漿系統位在該基材處理腔室之外，並流通地耦接至該遠端電漿區。

7. 如請求項 1 所述之方法，其中使該含氮前驅物流入之該步驟包含：使該含氮前驅物以大於或等於約 50 sccm 之一流速流入。

8. 如請求項 1 所述之方法，其中使該含氧前驅物流入之該步驟包含：使該含氧前驅物以大於或等於約 50 sccm 之一流速流入。

9. 如請求項 1 所述之方法，其中，於該循環總數完成後，該方法進一步包含藉由下列步驟形成一含矽-氮-及-氫層：

使一含氮-及/或-含氫前驅物流入一電漿區，以產生一自由基-氮-及/或-氫前驅物；

於一無電漿基材處理區中結合一含矽前驅物與該自由基-氮-及/或-氫前驅物；以及

於該基材上沉積該含矽-氮-及-氫層。

10. 如請求項 9 所述之方法，其中該含矽前驅物係一無碳

的含矽及氮前驅物。

11. 如請求項 9 所述之方法，其中該含氮-及/或-含氮前驅物包含 N_2H_2 、 NH_3 、 N_2 及 H_2 中之至少一者。

12. 如請求項 9 所述之方法，其中該含矽前驅物包含一含矽及氮前驅物。

13. 如請求項 9 所述之方法，其中該含矽前驅物包含 $H_2N(SiH_3)$ 、 $HN(SiH_3)_2$ 及 $N(SiH_3)_3$ 。

14. 如請求項 1 所述之方法，其中步驟(1)的進行期間係大於或等於約 30 秒且小於或等於約 1 小時。

15. 如請求項 1 所述之方法，其中步驟(2)的進行期間係大於或等於約 2 秒且小於或等於約 2 分鐘。

16. 如請求項 1 所述之方法，其中形成該第一電漿之該操作包含一電漿功率，該電漿功率介於約 100 瓦特與約 3000 瓦特之間。

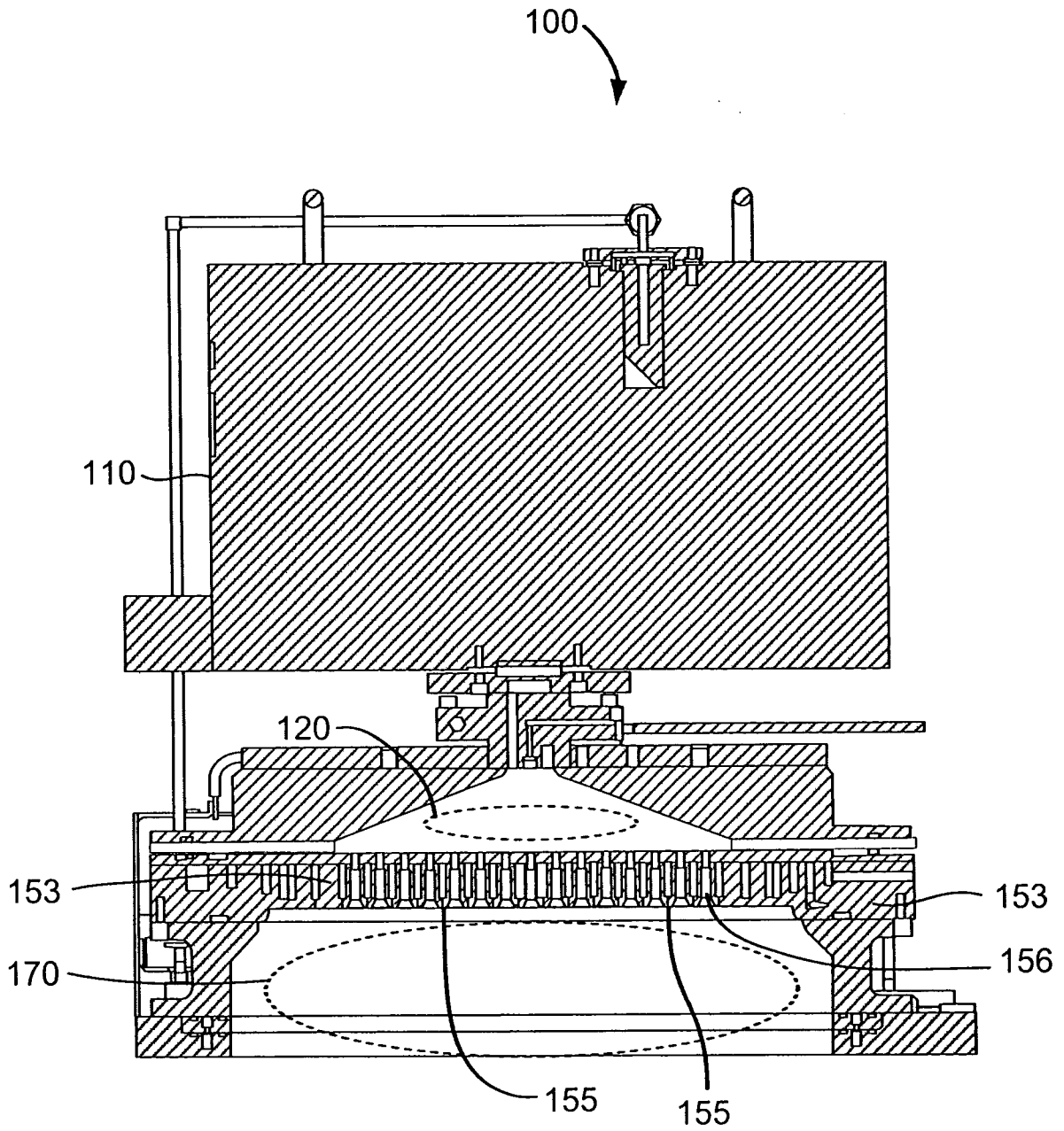
17. 如請求項 1 所述之方法，其中使該含氧前驅物流入之該步驟進一步包含：於該遠端電漿系統中形成一第二電漿。

18. 如請求項 17 所述之方法，其中該第二電漿發生在使該含氧前驅物流入之該步驟的一第一部分期間，且在使該含氧前驅物流入之該步驟的一後續部分期間，實質上沒有電漿功率被施加至該遠端電漿系統。

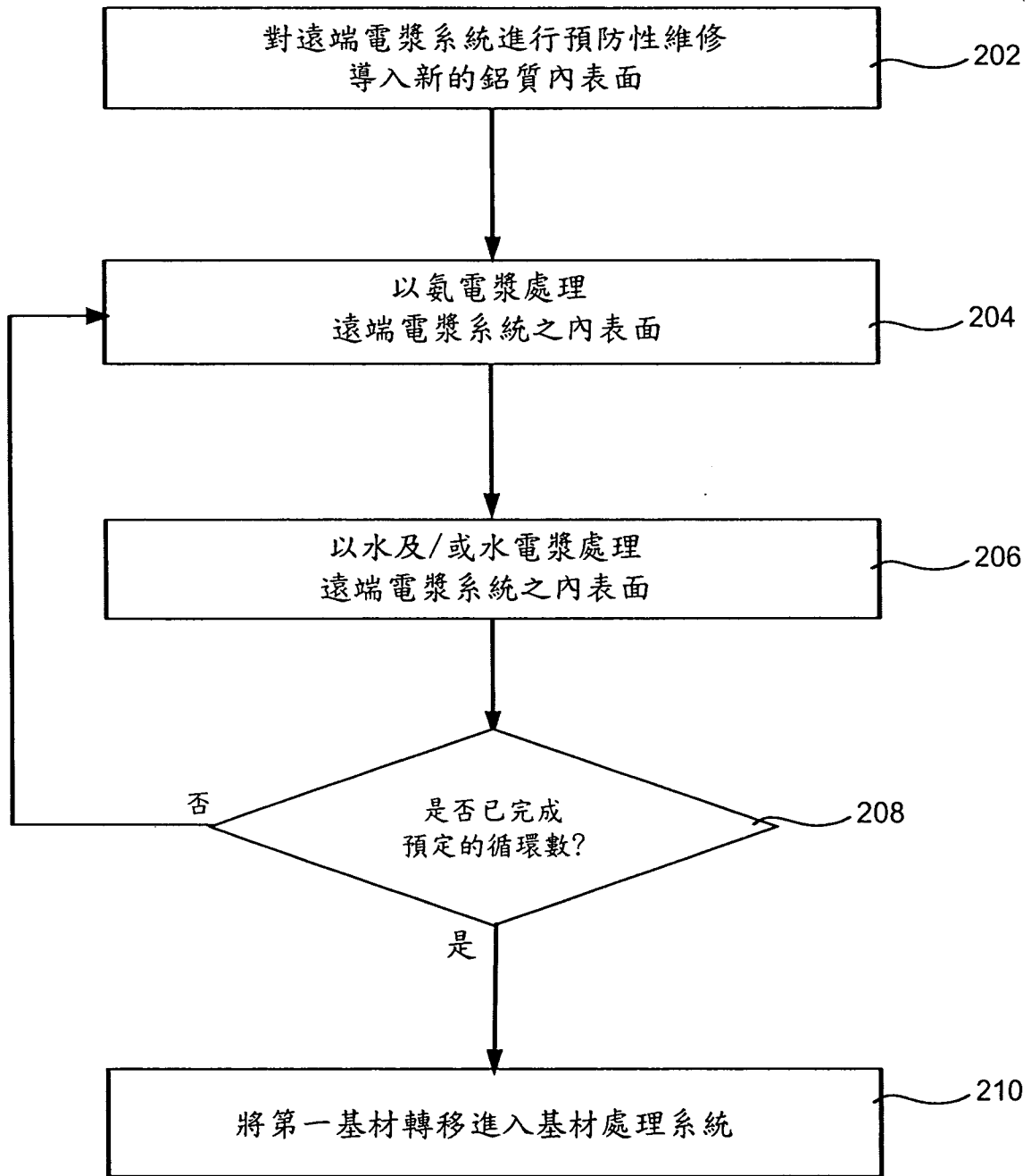
19. 如請求項 17 所述之方法，其中形成該第二電漿之該操作包含一電漿功率，該電漿功率介於約 100 瓦特與約 3000 瓦特之間。

20. 如請求項 1 所述之方法，其中在各該含氫電漿暴露及該含氧暴露期間，該遠端電漿區中之一壓力係大於或等於約 0.5 托且小於或等於約 100 托。

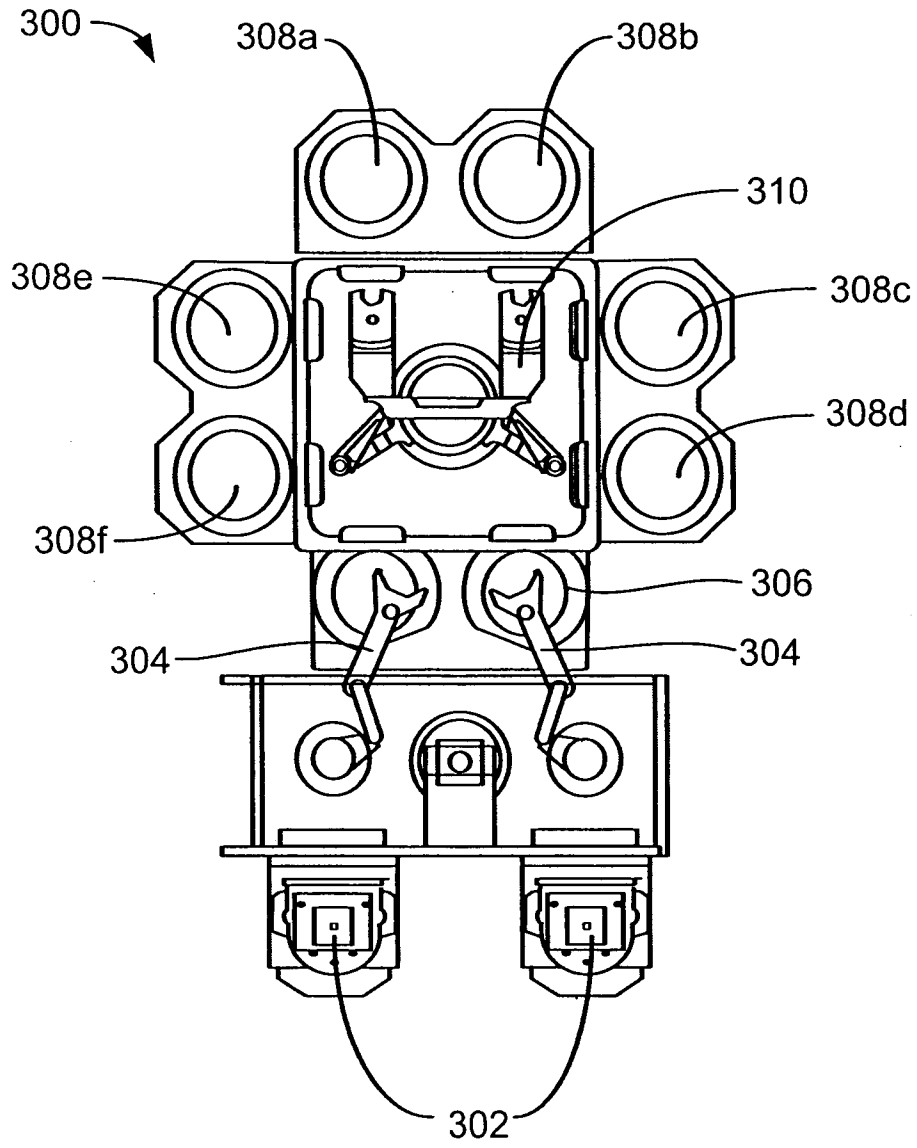
圖式



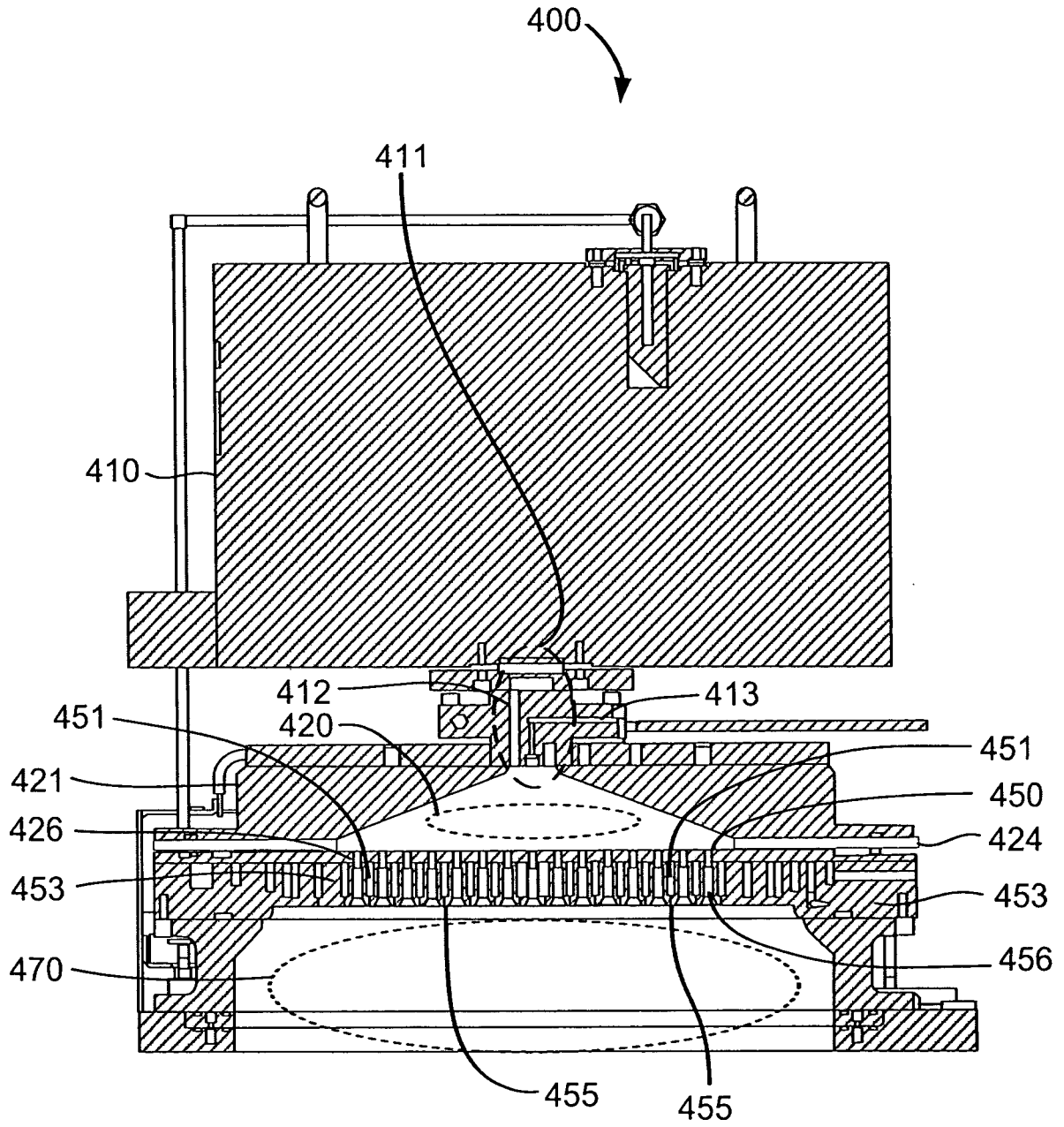
第 1 圖



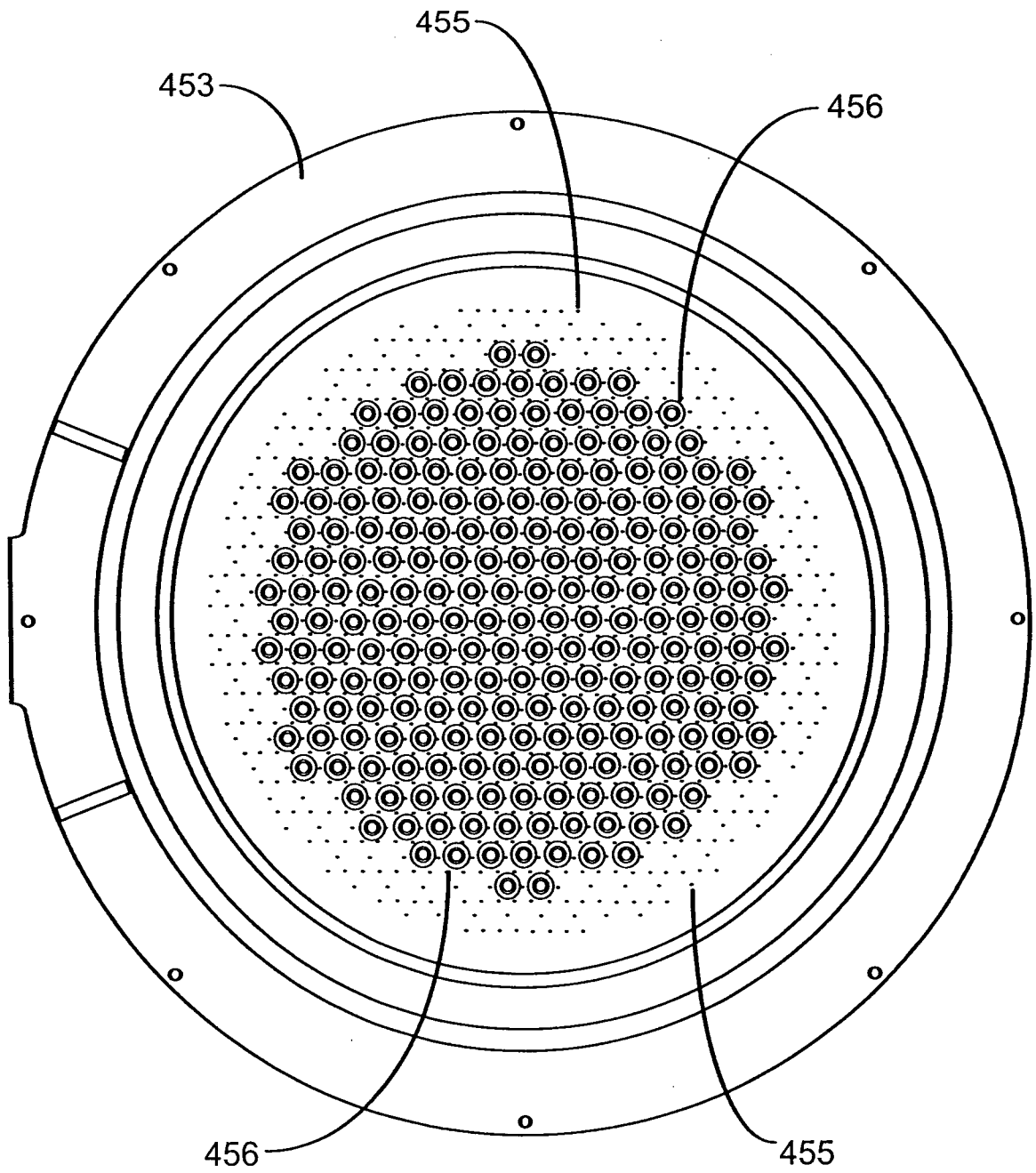
第 2 圖



第 3 圖



第 4A 圖



第 4B 圖

308e 至 308f)可經配置以在基材上沉積並退火可流動的介電膜，而第三對腔室(例如，308a 至 308b)可用來進行經沉積的膜之 UV 或 E-光束硬化。於再一種配置中，全部三對腔室(例如，308a 至 308f)可經配置而在基材上沉積並硬化可流動的介電膜。於又一種配置中，兩對處理腔室(例如，308c 至 308d 及 308e 至 308f)可用來進行可流動的介電質之沉積及 UV 或 E-光束硬化兩者，而第三對處理腔室(例如，308a 至 308b)可用以退火介電膜。所述製程中的任一或多者可在與不同實施例所顯示的製造系統分離之(複數個)腔室上進行。

【0051】 此外，處理腔室 308a 至 308f 中的一或多者可如濕式處理腔室般進行配置。這些處理腔室包括在含有濕氣的氣氛中加熱可流動的介電膜。因此，系統 300 的實施例可包括濕式處理腔室 308a 至 308b 以及退火處理腔室 308c 至 308d，以在沉積的介電膜上進行濕式及乾式退火二者。

【0052】 第 4A 圖為根據所揭露之實施例的基材處理腔室 400。遠端電漿系統(RPS) 410 可處理氣體，氣體接著透過氣體入口總成 411 行進。氣體入口總成 411 內可見到兩個顯著不同的氣體供應通道。第一通道 412 承載通過遠端電漿系統(RPS) 410 的氣體，而第二通道 413 則避開 RPS 410。於所揭露的具體實施例中，第一通道 412 可供製程氣體所用，而第二通道 413 可供處理氣體所用。所示的蓋體(或導電頂部區) 421 以及開孔隔板(也稱為噴淋頭 453)之間設有絕緣環 424，絕緣環 424 容許 AC 電位施加至相對於噴淋頭 453 的蓋體 421。製程氣體行進通過第一通道 412 進入腔室電漿區 420，