



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I857541 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：112112002

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 03 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/3065(2006.01)**

(30)優先權：2017/08/04 美國

15/669,362

(71)申請人：美商應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：柯羅立克 米克海爾 KOROLIK, MIKHAIL (US)；茵可 尼汀 INGLE, NITIN (US)；凱爾西斯 迪米崔 KIOUSSIS, DIMITRI (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 201515092A1

TW 201719712A

US 2005/0087517A1

US 2015/0126040A1

US 2016/0314961A1

審查人員：王安邦

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 31 頁

(54)名稱

改良的鍍蝕刻系統及方法

(57)摘要

用於蝕刻含鍍材料的示例性方法可以包括在半導體處理腔室的遠端電漿區域中形成含氟前驅物的電漿。方法可以包括：使含氟前驅物的流出物流過腔室部件中限定的孔。孔可以被塗覆有催化材料。方法可以包括用催化材料來降低電漿流出物中的氟自由基的濃度。方法還可包括將電漿流出物遞送到半導體處理腔室的處理區域。具有含鍍材料的暴露區域的基板可以被容置在處理區域內。方法還可包括蝕刻含鍍材料。

Exemplary methods for etching a germanium-containing material may include forming a plasma of a fluorine-containing precursor in a remote plasma region of a semiconductor processing chamber. The methods may include flowing effluents of the fluorine-containing precursor through apertures defined in a chamber component. The apertures may be coated with a catalytic material. The methods may include reducing a concentration of fluorine radicals in the plasma effluents with the catalytic material. The methods may also include delivering the plasma effluents to a processing region of the semiconductor processing chamber. A substrate having an exposed region of a germanium-containing material may be housed within the processing region. The methods may further include etching the germanium-containing material.

指定代表圖：

符號簡單說明：
400:方法
405~425:操作

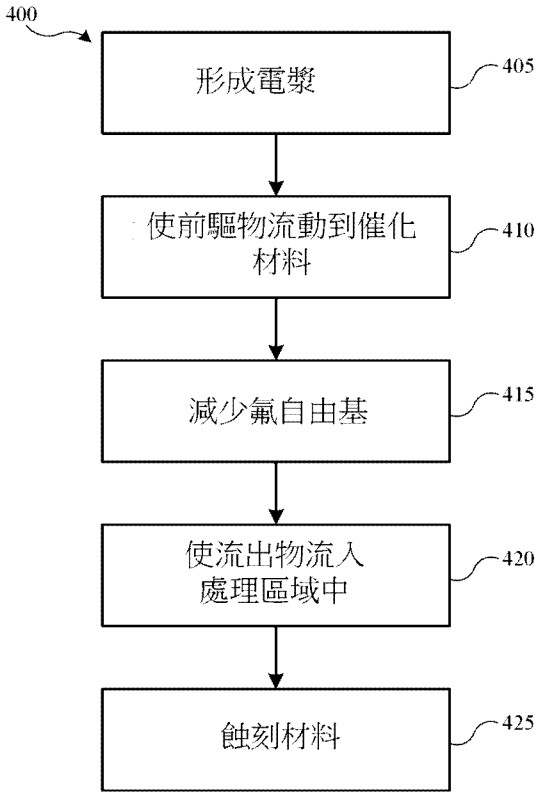


圖4



I857541

【發明摘要】

【中文發明名稱】改良的鍺蝕刻系統及方法

【英文發明名稱】IMPROVED GERMANIUM ETCHING SYSTEMS AND METHODS

【中文】

用於蝕刻含鍺材料的示例性方法可以包括在半導體處理腔室的遠端電漿區域中形成含氟前驅物的電漿。方法可以包括：使含氟前驅物的流出物流過腔室部件中限定的孔。孔可以被塗覆有催化材料。方法可以包括用催化材料來降低電漿流出物中的氟自由基的濃度。方法還可包括將電漿流出物遞送到半導體處理腔室的處理區域。具有含鍺材料的暴露區域的基板可以被容置在處理區域內。方法還可包括蝕刻含鍺材料。

【英文】

Exemplary methods for etching a germanium-containing material may include forming a plasma of a fluorine-containing precursor in a remote plasma region of a semiconductor processing chamber. The methods may include flowing effluents of the fluorine-containing precursor through apertures defined in a chamber component. The apertures may be coated with a catalytic material. The methods may include reducing a concentration of fluorine radicals in the plasma effluents with the catalytic material. The methods may also include delivering the plasma effluents to a processing region of

the semiconductor processing chamber. A substrate having an exposed region of a germanium-containing material may be housed within the processing region. The methods may further include etching the germanium-containing material.

【指定代表圖】第（ 4 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

4 0 0 : 方 法

4 0 5 ~ 4 2 5 : 操 作

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】改良的鍺蝕刻系統及方法

【英文發明名稱】IMPROVED GERMANIUM ETCHING SYSTEMS AND METHODS

【技術領域】

【0001】 本技術涉及半導體製程和設備。更特定地，本技術涉及在使用催化轉化的半導體處理期間蝕刻 SiGe。

【先前技術】

【0002】 經由在基板表面上產生圖案複雜的材料層的製程，積體電路成為可能。在基板上產生圖案化的材料要求用於將暴露材料移除的受控方法。化學蝕刻用於多種用途，包括將光阻劑中的圖案轉移到下方層中、使層薄化，或使已存在於表面上的特徵的側向尺寸薄化。通常，期望的是，具有一種比蝕刻另一材料更快地蝕刻一種材料以促進例如圖案轉移製程的蝕刻製程。此種蝕刻製程被稱為是對第一材料有選擇性的。由於材料、電路和製程的多樣性，蝕刻製程已發展成具有面向於多種材料的選擇性。

【0003】 蝕刻製程可以基於製程中使用的材料而被稱為濕式蝕刻或乾式蝕刻。濕式 HF 蝕刻優選地移除在其他介電質和材料上面的氧化矽。然而，濕式製程可能難以穿透一些受限溝槽並且有時還可能使其餘材料發生變形。在形成於基板處理區域內的本端電漿中產生的乾式蝕刻可以穿透更

受限的溝槽，並且使精細的其餘結構更少地變形。然而，本端電漿可能在其放電時因產生電弧而損壞基板。

【0004】 因此，需要可用於產生高品質裝置和結構的改進的系統和方法。該等和其他需要經由本技術來解決。

【發明內容】

【0005】 用於蝕刻含鍺材料的示例性方法可以包括在半導體處理腔室的遠端電漿區域中形成含氟前驅物的電漿。方法可以包括：使含氟前驅物的電漿流出物流過腔室部件中限定的孔。孔可以被塗覆有催化材料。方法可以包括用催化材料來降低電漿流出物中的氟自由基的濃度。方法還可包括將電漿流出物遞送到半導體處理腔室的處理區域。具有含鍺材料的暴露區域的基板可以被容置在處理區域內。方法還可包括蝕刻含鍺材料。

【0006】 在一些實施例中，催化材料可以是或包括一或多種材料，該一或多種材料包括選自由以下項組成的群組中的元素：鎳、鈷、釩、鈮、鉭、鉻、錳、銻、鐵、鈮、鐵、鈮、鉑、銻和銻。這可包括提到的材料中的任一者的氧化物。腔室部件可以維持在高於約70℃的溫度下。基板可以維持在低於約30℃的溫度下。含鍺材料可以是或包括SiGe。含鍺材料可以是第一含鍺材料，並且第一含鍺材料可以相對於矽或第二含鍺材料被蝕刻。第二含鍺材料可以由比第一含鍺材料低的鍺濃度來表徵。蝕刻可以具有相對於矽或該第二含鍺材料大於或為約300:1的面向於第一含

鍍材料的選擇性。處理腔室內的壓力可以被維持為高於約 2 Torr。腔室部件可以是噴頭或離子抑制器。

【0007】 本技術還涵蓋蝕刻含鍍材料的另一種方法。方法可以包括在半導體處理腔室的遠端電漿區域中形成含氟前驅物的電漿。方法可以包括使含氟前驅物的電漿流出物流過包含催化材料的腔室部件。方法可以包括經由催化材料催化轉化電漿流出物中的氟自由基的至少一部分。方法可以包括將電漿流出物遞送到半導體處理腔室的處理區域。具有含鍍材料的暴露區域的基板可以經容置在處理區域中。方法還可包括蝕刻含鍍材料。

【0008】 在一些實施例中，轉化氟自由基可以包括在催化材料上形成包括來自氟自由基的至少兩個氟原子的材料。腔室部件可以包括遠端電漿單元遞送管、阻隔板、面板、離子抑制器或噴頭中的一或多個。催化材料可以是或包括一或多種材料，該一或多種材料包括選自由以下項組成的群組中的元素：鎳、鈷、釩、鈮、鉭、鉻、錳、銻、鐵、鈦、鋇、鉑、銻和銱，以及該等材料中的任一者的氧化物。腔室部件可以維持在高於約 70 °C 的溫度下。基板可以維持在低於約 30 °C 的溫度下。處理腔室內的壓力可以被維持為在約 1 Torr 與約 30 Torr 之間。

【0009】 本技術還可以包括蝕刻含鍍材料的其他方法。方法可以包括在半導體處理腔室的遠端電漿區域中形成含氟前驅物的電漿。方法可以包括：使含氟前驅物的電漿流出物流過腔室部件中限定的孔。孔可以被塗覆有催化材料，

並且腔室部件可以維持為在約 70 °C 與約 150 °C 之間的溫度下。方法可以包括用催化材料來降低電漿流出物中的氟自由基的濃度。方法可以包括將電漿流出物遞送至半導體處理腔室的處理區域。具有含鍺材料的暴露區域的基板可以經容置在處理區域中。基板可以維持在低於約 30 °C 的溫度下。方法還可包括蝕刻含鍺材料。

【0010】 在一些實施例中，催化材料可以包括一或多種材料，該一或多種材料包括選自由以下項組成的群組中的元素：鎳、鈷、釩、鈮、鉭、鉻、錳、銻、鐵、鈦、鋨、鈹、鉑、銨和銱，以及該等材料的氧化物。處理腔室內的壓力可以被維持為在約 1 Torr 與約 30 Torr 之間。腔室部件可以是或包括噴頭或離子抑制器。

【0011】 此種技術可相較常規的系統和技術而提供許多益處。例如，該等製程可允許含鍺材料相對於基板上的其他暴露材料的高蝕刻選擇性。另外，電漿操作可以提供比基於熱的蝕刻操作更多調諧能力。該等和其他實施例及其許多優點和特徵結合以下描述和隨附附圖來更詳細地進行描述。

【圖式簡單說明】

【0012】 可以參考本說明書的其餘部分和附圖來實現對所揭示的技術的本質和優點的進一步理解。

【0013】 圖 1 圖示根據本技術的實施例的示例性處理系統的一實施例的俯視平面圖。

【0014】 圖 2 A 圖示根據本技術的實施例的示例性處理腔室的橫截面示意圖。

【0015】 圖 2 B 圖示根據本技術的實施例的圖 2 A 中所示的處理腔室的一部分的詳細視圖。

【0016】 圖 3 圖示根據本技術的實施例的示例性噴頭的仰視平面圖。

【0017】 圖 4 圖示根據本技術的實施例的方法中的示例性操作。

【0018】 包括數個附圖作為示意圖。將理解，附圖出於說明目的，並且除非明確表明為按比例繪製，否則就不考慮為按比例繪製。另外，作為示意圖提供的附圖用來幫助進行理解並且與實際表示相比可能並不包括所有的態樣或資訊，並且出於說明目的，可能包括誇大的材料。

【0019】 在附圖中，類似部件和 / 或特徵可以具有相同元件符號。另外，相同類型的各種部件可以通過在元件符號之後加上用於區分類似部件的字母來進行區分。若本說明書中僅使用第一元件符號，則該描述適用於具有相同第一元件符號的類似部件中的任一者，而不管字母如何。

【實施方式】

【0020】 由於許多新的半導體結構利用替代材料，因此含鍺材料（諸如鍺和矽鍺或 SiGe）可能用得越來越多。在一些技術中可以使用含氟前驅物來蝕刻含鍺材料，然而，基板上的許多其他暴露材料可能易於受到蝕刻。例如，取決於製程條件和製程中利用的其他前驅物，氟材料（諸如電

漿流出物中的氟自由基)可蝕刻矽、氮化矽或氧化矽。常規方法可能已接受了此缺陷並調整了某些製程條件、結構特徵和蝕刻劑化學物質以適應此限制。本技術可藉由產生專門地調諧用於降低與矽、氮化物和其他半導體材料的反應性的原位蝕刻劑來克服該等問題。相較常規技術來說，這可顯著提高蝕刻速率。

【0021】 雖然其餘的揭示內容將常規地識別利用所揭示的技術的特定的蝕刻製程，但將易於理解，系統和方法同樣地適用於可能在所述的腔室中發生的沉積和清潔製程。因此，該技術不應被認為是如此限制為僅用於蝕刻製程或腔室。此外，雖然示例性腔室被描述為提供本技術的基礎，但將理解，本技術可應用於可允許所述的單腔室操作的實際上任何的半導體處理腔室。

【0022】 圖1圖示根據實施例的具有沉積腔室、蝕刻腔室、烘烤腔室和固化腔室的處理系統100的一實施例的俯視平面圖。在該圖中，一對前開式聯合晶圓盒(FOUP)102供應多種大小的基板，該等基板是由機器人臂104接收並在放入到基板處理腔室108a-f中的一個中之前放入到低壓保持區域106中，基板處理腔室108a-f定位在串聯部段109a-c中。第二機器人臂110可以用於將基板晶圓從保持區域106傳輸到基板處理腔室108a-f以及從基板處理腔室108a-f傳輸回到保持區域106。每個基板處理腔室108a-f可以被裝配來執行許多基板處理操作，該等基板處理操作除了循環層沉積(CLD)、原子層沉積(ALD)、

化學氣相沉積（CVD）、物理氣相沉積（PVD）、蝕刻、預清潔、脫氣、取向和其他基板製程之外還包括了本文中描述的乾式蝕刻製程。

【0023】 基板處理腔室 108 a - f 可以包括用於使介電質或金屬膜在基板晶圓上沉積、退火、固化和 / 或蝕刻的一或多個系統部件。在一配置中，兩對處理腔室（例如，108 c - d 和 108 e - f）可用於將材料沉積在基板上，並且第三對處理腔室（例如，108 a - b）可以用於蝕刻所沉積的材料。在另一配置中，所有三對腔室（例如，108 a - f）可以經配置用於蝕刻基板上的介電質或金屬膜。所述的製程中的任一或多種可以在與不同的實施例中示出的製造系統分開的腔室中進行。將瞭解，系統 100 還設想了用於介電質膜的沉積腔室、蝕刻腔室、退火腔室和固化腔室的另外配置。

【0024】 圖 2 A 圖示具有位於處理腔室內的分隔開的電漿產生區域的示例性處理腔室系統 200 的橫截面圖。在膜蝕刻期間，例如氮化鈦、氮化鉭、鎢、銅、鈷、矽、多晶矽、氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、碳氧化矽等，製程氣體可以通過氣體入口元件 205 流入第一電漿區域 215 中。遠端電漿系統（RPS）201 可任選地包括在系統中，並且可以處理第一氣體，第一氣體接著行進通過氣體入口元件 205。入口元件 205 可以包括兩個或更多個不同氣體供應通道，其中第二通道（未示出）可以繞過 RPS 201（若包括的話）。

【0025】 示出阻隔板 203、面板 217、離子抑制器 223、噴頭 225 和具有基板 255 設置在其上的基板支撐底座 265，並

且其各自可根據實施例而包括。底座265可以具有換熱通道，換熱流體流過換熱通道以控制基板溫度，底座可以在處理操作期間被操作以加熱和/或冷卻基板或晶圓。可包括鋁、陶瓷或其組合的底座265的晶圓支撐盤也可使用嵌入式電阻加熱器元件電阻加熱，以便達到相對較高的溫度，諸如從高達或為約100℃至高於或為約600℃。

【0026】 面板217可以是角錐形、圓錐形或另一類似的結構的，其中窄的頂部擴展到寬的底部。如圖所示，面板217可另外地是平坦的，並且包括用於分配製程氣體的複數個通道。取決於RPS 201的使用，電漿產生氣體和/或電漿激發物種可穿過面板217中的複數個孔，如圖2B所示，以便更均勻地遞送到第一電漿區域215中。

【0027】 示例性配置可以包括使氣體入口元件205通向經由面板217與第一電漿區域215分隔開的氣體供應區域258，使得氣體/物種通過在面板217中的孔流入第一電漿區域215。結構特徵和操作特徵可以經選擇為防止電漿從第一電漿區域215大量地回流到供應區域258、氣體入口元件205和流體供應系統210中。面板217（或腔室的導電頂部）和噴頭225被示出為具有定位在特徵之間的絕緣環220，這允許AC電位相對於噴頭225和/或離子抑制器223施加至面板217。可以將絕緣環220定位在面板217與噴頭225和/或離子抑制器223之間，從而使得電容耦接電漿（CCP）能夠形成在第一電漿區域中。擋板（未示出）可附加地位於第一電漿區域215中，或以其他方式與氣體入

□ 元件 205 耦接，以影響流體通過氣體入口元件 205 而進入該區域的流動。

【0028】 離子抑制器 223 可以包括板材或其他幾何結構，板材或其他幾何結構在整個結構上限定了複數個孔，該等孔經配置用於抑制離子帶電物種遷移出第一電漿區域 215，同時允許不帶電的中性或自由基物種穿過離子抑制器 223 進入抑制器與噴頭之間的活化氣體遞送區域。在實施例中，離子抑制器 223 可以包括具有多種孔配置的多孔板。該等不帶電的物種可能包括高反應性的物種，該等物種通過孔與反應性較低的載氣一起傳輸。如上所述，離子物種通過孔的遷移可被減少，並且在某些情況下被完全地抑制。控制穿過離子抑制器 223 的離子物種的量可有利地提供對與在下面的晶圓基板接觸的氣體混合物的增加的控制，這進而可增加對氣體混合物的沉積和 / 或蝕刻特性的控制。例如，氣體混合物的離子濃度的調整可以顯著改變其蝕刻選擇性，例如， $\text{SiN}_x:\text{SiO}_x$ 蝕刻比率、 $\text{Si}:\text{SiO}_x$ 蝕刻比率等。在執行沉積的替代實施例中，這也可使介電材料的共形到可流動型沉積的平衡偏移。

【0029】 在離子抑制器 223 中的複數個孔可經配置用於控制活化氣體（即，離子物種、自由基物種和 / 或中性物種）通過離子抑制器 223。例如，孔深寬比、或孔直徑與長度之比和 / 或孔的幾何形狀可被控制為使得通過離子抑制器 223 的活化氣體中的離子帶電物種的流動減少。在離子抑制器 223 中的孔可以包括面對電漿激發區域 215 的錐形部

分和面對噴頭 225 的柱形部分。柱形部分的形狀和尺寸可經設定以控制離子物種通向噴頭 225 的流動。還可將可調整電偏置施加到離子抑制器 223 作為控制通過抑制器的離子物種的流動的另外手段。

【0030】 離子抑制器 223 可以用來減少或減弱從電漿產生區域行進到基板的帶電物種的量。不帶電的中性和自由基物種仍可穿過在離子抑制器中的開口來與基板反應。應注意到，在實施例中可不執行對在基板周圍的反應區域中的帶電物種的完全減弱。在某些情況下，帶電物種意圖到達基板以執行蝕刻製程和/或沉積製程。在該等情況下，離子抑制器可有助於將反應區域中的帶電物種的濃度控制在有助於製程的水準。

【0031】 與離子抑制器 223 結合的噴頭 225 可以允許第一電漿區域 215 中存在的電漿避免直接地激發基板處理區域 233 中的氣體，同時仍會允許激發物種從腔室電漿區域 215 行進到基板處理區域 233 中。以此方式，腔室可以經配置用於防止電漿接觸正在被蝕刻的基板 255。這樣可有利地保護圖案化在基板上的各種複雜的結構和膜，該等結構和膜若直接地與所產生的電漿接觸，則可能被損壞、錯位或翹曲。另外，當允許電漿接觸基板或接近基板水平面時，氧化物物種的蝕刻速率可能提高。因此，若所暴露的材料區域是氧化物，則可藉由維持電漿遠離基板來進一步保護此材料。

【0032】 處理系統可進一步包括與處理腔室電耦接的電源240以向面板217、離子抑制器223、噴頭225和/或底座265提供電力來在第一電漿區域215或處理區域233中產生電漿。電源可以經配置用於根據所執行的製程而向腔室遞送可調量的電力。此種配置可以允許可調諧的電漿用於正在執行的製程中。與通常具有開或關功能的遠端電漿單元不同，可調諧的電漿可以經配置用於將特定量的電力遞送到電漿區域215。這進而可允許形成特定電漿特性，使得前驅物可以特定方式解離來增強由該等前驅物產生的蝕刻輪廓。

【0033】 電漿可以在噴頭225上方的腔室電漿區域215或噴頭225下方的基板處理區域233中點燃。電漿可以存在於腔室電漿區域215中以從例如含氟前驅物或其他前驅物的流入物產生自由基前驅物。典型地在射頻（RF）範圍內的AC電壓可以施加在處理腔室的導電頂部（諸如面板217）與噴頭225和/或離子抑制器223之間，以在沉積期間點燃腔室電漿區域215中的電漿。RF電源可以產生13.56 MHz的高RF頻率，但是也可單獨地或與13.56 MHz頻率組合地產生其他頻率。

【0034】 圖2B圖示影響穿過面板217的處理氣體分配的特徵的詳細視圖253。如圖2A和2B所示，面板217、隔板203和氣體入口元件205相交以限定氣體供應區域258，製程氣體可以從氣體入口元件205遞送到氣體供應區域258中。氣體可以填充氣體供應區域258並且通過面板

217 中的孔 259 流動到第一電漿區域 215 中。孔 259 可以經配置用於以基本上單向的方式引導流動，使得製程氣體可以流入處理區域 233 中，但是可部分地或完全地防止在越過面板 217 之後回流到氣體供應區域 258 中。

【0035】 用於處理腔室系統 200 中的氣體分配元件（諸如噴頭 225）可被稱為雙通道噴頭（DCSH），並另外地詳示於圖 3 中所述的實施例中。雙通道噴頭可以用於蝕刻製程，從而允許蝕刻劑在被遞送到處理區域中前在處理區域 233 外分離以提供與腔室部件和與彼此的受限的相互作用。

【0036】 噴頭 225 可以包括上板材 214 和下板材 216。可將板材彼此耦接以在板材之間限定容積 218。板材的耦接可如此來提供穿過上板材和下板材的第一流體通道 219、以及穿過下板材 216 的第二流體通道 221。所形成的通道可以經配置用於僅經由第二流體通道 221 來提供從容積 218 穿過下板材 216 的流體進出，並且第一流體通道 219 可與在板材與第二流體通道 221 之間的容積 218 流體隔離。容積 218 可以是可流體地穿過氣體分配元件或噴頭 225 的一側來進出的。

【0037】 圖 3 是根據實施例的與處理腔室一起使用的噴頭 325 的仰視圖。噴頭 325 可對應於圖 2A 中所示的噴頭 225。示出第一流體通道 219 的視圖的通孔 365 可以具有複數個形狀和配置，以便控制和影響穿過噴頭 225 的前驅物的流動。示出第二流體通道 221 的視圖的小孔 375 可基本上

均勻地分佈在噴頭的表面上，甚至是在通孔 365 之間，並且可有助於在前驅物離開噴頭時提供相較於其他配置更均勻的前驅物混合。

【0038】 先前討論的腔室可以用於執行包括蝕刻方法的示例性方法。轉到圖 4，圖 4 圖示根據本技術的實施例的方法 400 中的示例性操作。在所述方法的第一操作之前，可以在將基板放置在可執行方法 400 的腔室的處理區域內之前以一或多種方式處理基板。例如，可以產生特徵，並且可以在基板上形成含鍍材料。在一些實施例中，可以形成第一含鍍材料，其由第一鍍濃度來表徵，並且可以形成第二含鍍材料，其由第二鍍濃度來表徵。可以在基板上形成和/或暴露的附加材料可以包括矽、氮化物或氧化物材料。

【0039】 方法 400 可以包括在操作 405 處在半導體處理腔室的遠端電漿區域中形成含氟前驅物的電漿。遠端電漿區域可以是與可容置基板的處理區域相鄰的區域，諸如前面討論的區域 215。遠端電漿區域也可以是與處理腔室流體耦接的分離的遠端電漿單元，諸如先前描述的 RPS 201。電漿可以是遠端電漿，因為其可以不在晶圓或基板級形成，並且在一些實施例中，將基板容置在其中的處理區域可在蝕刻方法 400 的操作期間維持無電漿。「無電漿」意指在操作期間可不形成晶圓級電漿，但是來自遠端電漿區域的一些遷移元素可以延伸到處理區域中。

【0040】 在實施例中，含氟前驅物可以是三氟化氮。其他氟源可以用於增加或替換三氟化氮。一般，含氟前驅物可

以流入電漿區域，並且含氟前驅物可以包括一或多種含氟材料，諸如碳氟化合物、原子氟、雙原子氟、鹵間氟化物（諸如三氟化溴或三氟化氯）、三氟化氮、六氟化硫或二氟化氫。在一些實施例中，含氟前驅物可以是三氟化氮，其可以在電漿流出物中產生壽命更長的激發的中性氟物種。一或多種附加的前驅物可以與含氟前驅物一起流動，並且可以用作載氣或可單獨地遞送到處理腔室。附加的前驅物可以包括氫、氮、氬、氦或經配置用於說明解離、蝕刻劑形成或含氟材料的流動特性的一些其他材料。在實施例中，附加的前驅物的流動速率可以比三氟化氮的流動速率大兩倍、三倍、四倍或五倍，這可提高矽鍍的蝕刻選擇性。

【0041】 由電漿形成的電漿流出物可以流入或流過腔室，並且可以在操作 410 處使其接觸或通過催化材料。在實施例中，催化材料可以被包括在一或多個腔室部件上，並且可相對於電漿形成進行定位。例如，催化材料可以與離子抑制器或噴頭（諸如離子抑制器 223 和噴頭 225）相關聯。催化材料可以塗覆在部件上，作為外掛程式結合在內，或部件可至少部分地由催化材料形成。作為非限制性實例，在一些實施例中，催化材料可以塗覆在部件的一或多個表面上。對於噴頭或離子抑制器，催化材料可以塗覆在部件的上游側上，或塗覆在整個部件上。

【0042】 催化材料可特定地通過部件的孔而形成。該等孔可以提供高表面積，並且顆粒可以在行進穿過部件之前多

次與孔的側壁碰撞或相互作用。這可提供發生催化轉化的充分機會。另外，處理腔室的其他部件可塗覆有催化材料或包括催化材料。例如，當在 R P S 單元中形成電漿流出物時，腔室的一或多個部件可以包括有催化材料。例如，入口元件 2 0 5 的遞送管可以襯有催化材料。另外，包括阻隔板 2 0 3、面板 2 1 7、離子抑制器 2 2 3 或噴頭 2 2 5 的孔側壁的任何表面可塗覆有催化材料或與之耦接。

【0043】 在操作 4 1 5 處，可發生催化轉化以降低電漿流出物中的氟自由基的數量或濃度。催化材料可有助於將氟原子轉化為每一分子包括至少兩個氟原子的附加材料。例如，當使用三氟化氮作為示例性含氟前驅物時，電漿流出物可以包括包含 NF^* 、 NF_2^* 和 F^* 的材料的組合。氟自由基可以蝕刻在基板上暴露的矽和氮化矽材料，這可降低鍍或 SiGe 蝕刻的選擇性。隨著不斷縮小的裝置上的臨界尺寸繼續減小，10、50 或甚至 100 的選擇性可能都不足以在鍍蝕刻期間維持其他材料。

【0044】 催化材料可有助於將氟自由基轉化為替代蝕刻劑材料，諸如 F_2 、 N_2F_4 、或具有多個鍵合的氟原子的、或具有減少的或不具有自由基成分的其他組合。該等蝕刻劑（諸如 F_2 ）可相對於矽、氮化物，氧化物和其他矽鍍（諸如具有降低的鍍濃度的）優先地蝕刻鍍或矽鍍。一旦已經發生氟自由基的催化轉化或還原，可以在操作 4 2 0 中將改性的電漿流出物遞送到可容置基板的處理區域。隨後，可以在操作 4 2 5 中蝕刻含鍍材料。藉由實質上降低氟自由基物種

的濃度，本技術可產生相較常規技術來說增加的蝕刻選擇性。例如，本技術可相對於具有較低的鍺濃度的矽、氮化矽或矽鍺蝕刻矽鍺或鍺，其選擇性在實施例中大於或為約 100:1，大於或為約 200:1，大於或為約 300:1，大於或為約 400:1，大於或為約 500:1，大於或為約 600:1，大於或為約 700:1，大於或為約 800:1，大於或為約 900:1，或高達或大於 1000:1。

【0045】 本技術可相對於具有較低的鍺濃度的第二矽鍺蝕刻第一矽鍺。一般地講，對於所有 $X > Y$ （下至 Y 為 0（其中膜包含矽）以及上至 X 為 1（其中膜包含鍺））， $\text{Si}_{(1-X)}\text{Ge}_X$ 可以比 $\text{Si}_{(1-Y)}\text{Ge}_Y$ 更快地被蝕刻。 $\text{Si}_{(1-X)}\text{Ge}_X$ 可以第一蝕刻速率蝕刻，而 $\text{Si}_{(1-Y)}\text{Ge}_Y$ 可以第二蝕刻速率蝕刻。根據實施例，第一蝕刻速率可以大於第二蝕刻速率。在實施例中，第一蝕刻速率可以超過第二蝕刻速率 10 倍、20 倍、50 倍、100 倍、300 倍、500 倍或更多倍，具體取決於兩種材料之間的鍺濃度的差異。

【0046】 催化材料可以是或包括任何數量的已知用於提供催化表面的材料。例如，催化材料可以是或包括各種濃度的鎳、鈷、鈇、鈳、鉭、鉻、錳、鎳、鐵、鈮、鈹、鉑、銨、銨，以及該等材料中的任一者的氧化物，或其他已知的催化物質。

【0047】 溫度和壓力可以影響本技術的催化活性以及選擇性。例如，為了確保足夠的催化活性，在實施例中，其上設置有催化材料的裝置的溫度可以大於或為約 50 °C。低於

約 50 °C 或更多的溫度可能並不足以轉化氟自由基，這會降低或實質上降低蝕刻製程的選擇性。另外，溫度可以大於或為約 60 °C，大於或為約 65 °C，大於或為約 70 °C，大於或為約 75 °C，大於或為約 80 °C，大於或為約 85 °C，大於或為約 90 °C，大於或為約 95 °C，大於或為約 100 °C，大於或為約 105 °C，大於或為約 110 °C，大於或為約 115 °C，大於或為約 120 °C，大於或為約 125 °C，大於或為約 130 °C，大於或為約 135 °C，大於或為約 140 °C，大於或為約 145 °C，大於或為約 150 °C 或更高。

【0048】 通過本發明的電漿技術產生的雙原子氟可有利地蝕刻含鍍材料。然而，雙原子氟可能易於在腔室環境內解離，這會降低製程的選擇性。因此，在一些實施例中，溫度可以被維持為低於或為約 200 °C，低於或為約 190 °C，低於或為約 180 °C，低於或為約 170 °C，低於或為約 160 °C，低於或為約 150 °C，低於或為約 140 °C，低於或為約 130 °C，低於或為約 120 °C 或更低，以限制氟的解離並維持足夠的蝕刻選擇性。

【0049】 基板溫度可另外地促成蝕刻選擇性，並且雖然提高的催化溫度可有益於蝕刻劑生產，但是當蝕刻劑被遞送到基板時，此類溫度可以降低製程的選擇性。因此，在方法 400 期間，基板在實施例中可以被維持為低於或為約 50 °C，並且在實施例中可以被維持為低於或為約 45 °C，低於或為約 40 °C，低於或為約 35 °C，低於或為約 30 °C，低於或為約 25 °C，低於或為約 20 °C，低於或為約 15 °C，低於或為

約 10 °C，低於或為約 5 °C，低於或為約 0 °C，低於或為約 -5 °或更低。

【0050】 處理腔室內的壓力也可促成蝕刻劑的形成和操作的選擇性。在一些實施例中，壓力可以大於或為約 1 Torr，並且可以大於或為約 2 Torr，大於或為約 3 Torr，大於或為約 5 Torr，大於或為約 10 Torr，大於或為約 15 Torr，大於或為約 20 Torr，大於或為約 25 Torr，大於或為約 30 Torr，大於或為約 35 Torr，大於或為約 40 Torr，大於或為約 45 Torr，大於或為約 50 Torr，或更高。較高壓力可有助於電漿流出物物種的碰撞或相互作用，並且因此在實施例中，腔室內的壓力可以被維持為高於或為約 2 Torr 或約 3 Torr。然而，當分壓增大時，壓力也可促成雙原子氟的解離，這可進一步增加損壞所形成的蝕刻劑物種的碰撞。隨著蝕刻劑分子解離，選擇性因氟自由基流出物的再生而降低。因此，壓力可以被維持為低於或為約 50 Torr，低於或為約 40 Torr，低於或為約 30 Torr，或低於或為約 20 Torr，以維持前述的選擇性。

【0051】 藉由在討論的壓力和溫度範圍內執行操作，本技術可產生優先移除含鍍材料的蝕刻劑物種。該等操作可以提供超過常規技術的含鍍材料的移除率和選擇性。

【0052】 在先前描述中，出於解釋目的，已闡述了許多細節，以便提供對本技術的各種實施例的理解。然而，對本領域的技術人員而言明顯的是，某些實施例可以在沒有該等細節中的一些或有附加細節的情況下實踐。

【0053】 在已經揭示數個實施例的情況下，本領域的技術人員將認識到，在不脫離實施例的精神的情況下，可以使用各種修改、替代配置和等效物。另外，許多熟知的製程和元件並未描述，以便避免不必要地模糊本技術。因此，以上描述不應視為限制本技術的範圍。另外，方法或製程可以被描述為順序的或按步驟的，但將理解，操作可以同時執行，或以與所列出的順序不同的循序執行。

【0054】 在提供值的範圍情況下，將理解，也具體地揭示了在該範圍的上限與下限之間的每一個居間值，至下限單位的最小分數，除非在上下文另外清楚指明。涵蓋在表述範圍中的任何表述值或未表述居間值與該表述範圍中的任何其他表述值或居間值之間的任何更窄的範圍。那些更小的範圍的上限和下限可獨立地包括或排除於所述範圍，並且其中在更小的範圍中包括任一限值、不包括限值或包括兩個限值的每個範圍也涵蓋在本技術內，根據表述範圍中的任何特定地排除的限值而定。在表述範圍包括該等限值中的一或兩個情況下，還包括排除彼等所包括的限值中的任一個或兩個的範圍。

【0055】 如本文中和隨附申請專利範圍中所用，除非在上下文另外清楚指出，否則單數形式「一」、「一種」和「該」包括複數指稱。因此，例如，對「前驅物」的提及包括複數個此類前驅物，並且對「層」的提及包括對本領域的技術人員已知的一或多個層和其等效物的指稱，諸如此類。

【0056】 另外，詞語「包括」、「包含」和「含有」在本說明書和隨附申請專利範圍中使用時，意欲指明存在所表述的特徵、整體、部件或操作，但是其不排除一個或多個其他特徵、整體、部件、操作、動作或群組的存在或添加。

【符號說明】

【0057】

100：處理系統

102：前開式聯合晶圓盒（FOUP）

104：機器人臂

106：低壓保持區域

108a～108f：基板處理腔室

109a, 109b, 109c：串聯部段

110：第二機器人臂

200：處理腔室系統

201：遠端電漿系統（RPS）

203：阻隔板

205：氣體入口元件

210：流體供應系統

214：上板材

215：第一電漿區域

216：下板材

217：面板

218：容積

2 1 9 : 第 一 流 體 通 道

2 2 0 : 絕 緣 環

2 2 1 : 第 二 流 體 通 道

2 2 3 : 離 子 抑 制 器

2 2 5 : 噴 頭

2 3 3 : 基 板 處 理 區 域

2 4 0 : 電 源

2 5 3 : 詳 細 視 圖

2 5 5 : 基 板

2 5 8 : 氣 體 供 應 區 域

2 5 9 : 孔

2 6 5 : 底 座

3 2 5 : 噴 頭

3 6 5 : 通 孔

3 7 5 : 小 孔

4 0 0 : 方 法

4 0 5 ~ 4 2 5 : 操 作

【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

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】 一種蝕刻一含銻材料的方法，該方法包含以下步驟：

使電漿流出物流過一腔室部件中限定的多個孔，其中該等孔被塗覆有一催化材料；

用該催化材料來降低該電漿流出物中的自由基的一濃度；

將該電漿流出物遞送到一半導體處理腔室的一處理區域，其中包含一含銻材料的一基板被容置在該處理區域中；以及

蝕刻該含銻材料。

【請求項 2】 如請求項 1 所述之蝕刻一含銻材料的方法，其中該催化材料包含一或多種材料，該一或多種材料包含選自由以下項組成的群組中的一元素：鎳、鈷、釩、鈮、鉭、鉻、錳、銻、鐵、鈮、鈹、鉑、銨和銨。

【請求項 3】 如請求項 1 所述之蝕刻一含銻材料的方法，其中該腔室部件維持在高於約 70 °C 的一溫度下。

【請求項 4】 如請求項 1 所述之蝕刻一含銻材料的方法，其中該基板維持在低於約 30 °C 的一溫度下。

【請求項 5】 如請求項 1 所述之蝕刻一含銻材料的方法，其中該含銻材料包含 SiGe，及其中該電漿流出物由一含氟前驅物所形成。

【請求項 6】 如請求項 1 所述之蝕刻一含銻材料的方法，其中該含銻材料是一第一含銻材料，其中該第一含銻材

料相對於矽或一第二含鍺材料被蝕刻，並且其中該第二含鍺材料由比該第一含鍺材料低的一鍺濃度來表徵。

【請求項 7】 如請求項 6 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該蝕刻之步驟具有相對於該矽或該第二含鍺材料大於或為約 300:1 的面向於該第一含鍺材料的一選擇性。

【請求項 8】 如請求項 1 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該處理腔室內的一壓力被維持為高於約 2 Torr。

【請求項 9】 如請求項 1 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該腔室部件包含一噴頭或一離子抑制器。

【請求項 10】 一種蝕刻一含鍺材料的方法，該方法包含以下步驟：

使一前驅物的電漿流出物流過包含一催化材料的一腔室部件；

經由該催化材料催化轉化該電漿流出物中的自由基的至少一部分；

將該電漿流出物遞送到一半導體處理腔室的一處理區域，其中包含一含鍺材料的一基板被容置在該處理區域中；以及

蝕刻該含鍺材料。

【請求項 11】 如請求項 10 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該轉化之步驟包含以下步驟：在該催化材料上形成包括來自自由基的多個分子的材料。

【請求項 12】如請求項 10 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該腔室部件包含一遠端電漿單元遞送管、一阻隔板、一面板、一離子抑制器或一噴頭中的一或多個。

【請求項 13】如請求項 10 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該催化材料包含一或多種材料，該一或多種材料包含選自由以下項組成的群組中的一元素：鎳、鈷、鈳、鈮、鉭、鉻、錳、鎳、鐵、鈦、鈹、鉑、銨和銨。

【請求項 14】如請求項 10 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該腔室部件維持在高於約 70 °C 的一溫度下。

【請求項 15】如請求項 10 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該基板維持在低於約 30 °C 的一溫度下。

【請求項 16】如請求項 10 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該處理腔室內的一壓力被維持為在約 1 Torr 與約 30 Torr 之間。

【請求項 17】一種蝕刻一含鍺材料的方法，該方法包含以下步驟：

使一前驅物的電漿流出物流過一處理系統部件中限定的多個孔，其中該等孔被塗覆有一催化材料，並且其中該處理系統部件被維持為在約 70 °C 與約 150 °C 之間的一溫度下；

用該催化材料來降低該電漿流出物中的自由基的一濃度；

將該電漿流出物遞送到一半導體處理腔室的一處理區

域，其中包含一含鍺材料的一基板被容置在該處理區域中，並且其中該基板維持在低於約 30 °C 的一溫度下；以及

蝕刻該含鍺材料。

【請求項 18】如請求項 17 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該催化材料包含一或多種材料，該一或多種材料包含選自由以下項組成的群組中的一元素：鎳、鈷、鈇、鈳、鈹、鉻、錳、鎳、鐵、鈦、鈷、鉑、銨和銨。

【請求項 19】如請求項 17 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該處理腔室內的一壓力被維持為在約 1 Torr 與約 30 Torr 之間。

【請求項 20】如請求項 17 所述之蝕刻一含鍺材料的方法，其中該腔室部件包含一噴頭或一離子抑制器。

【發明圖式】

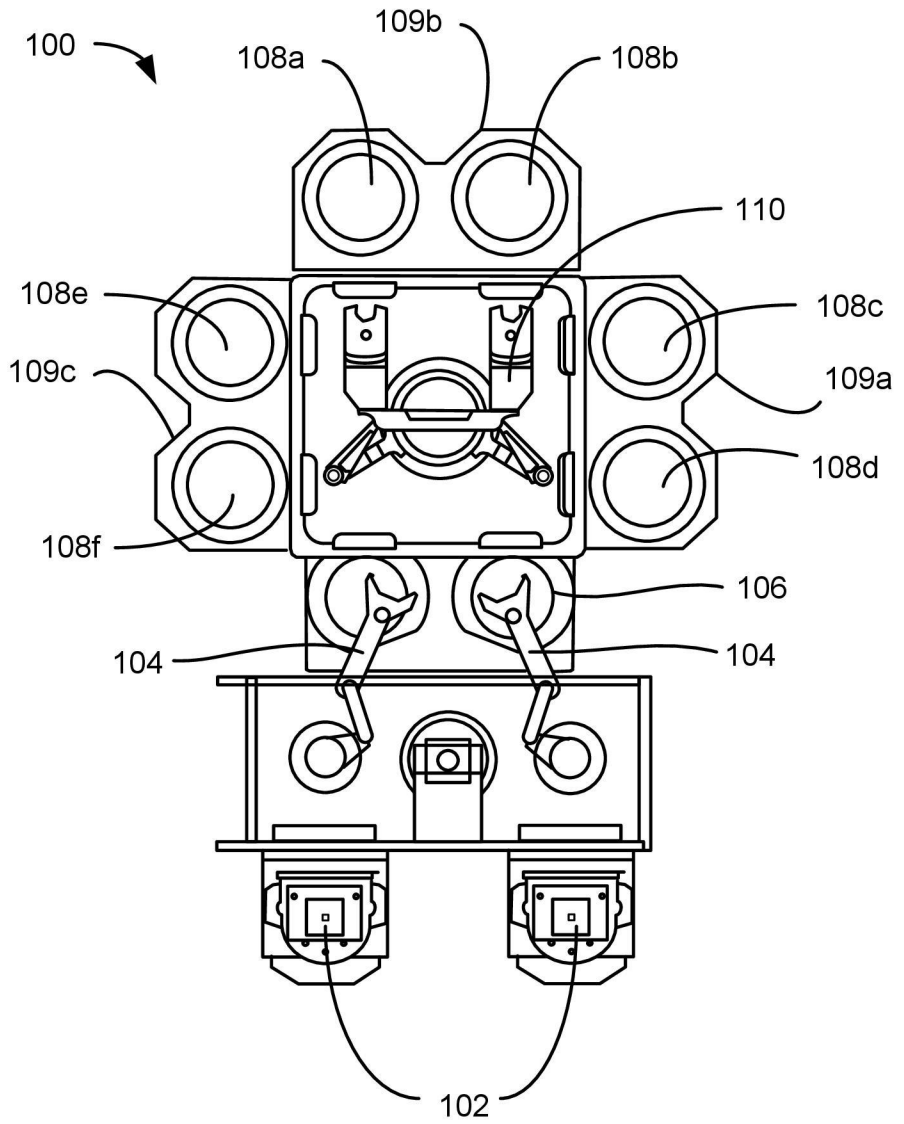


圖 1

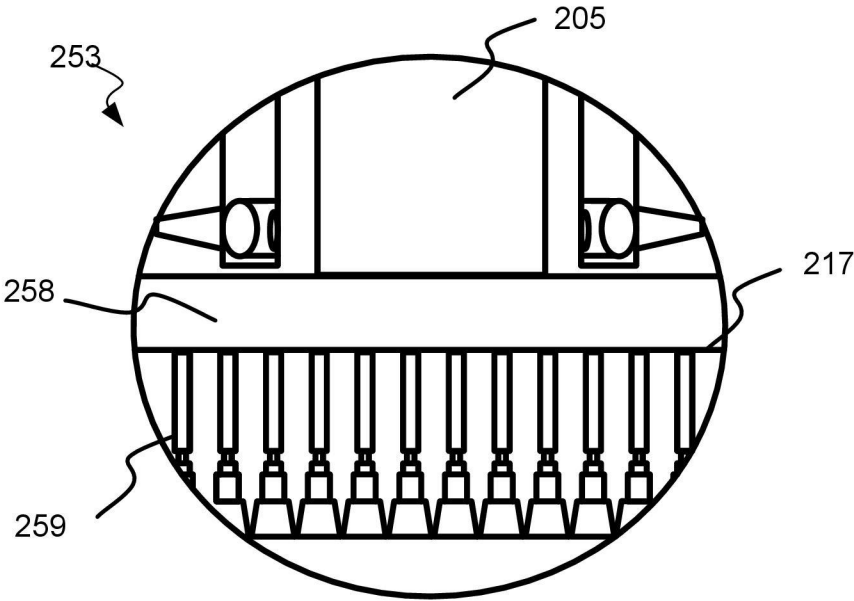


圖2B

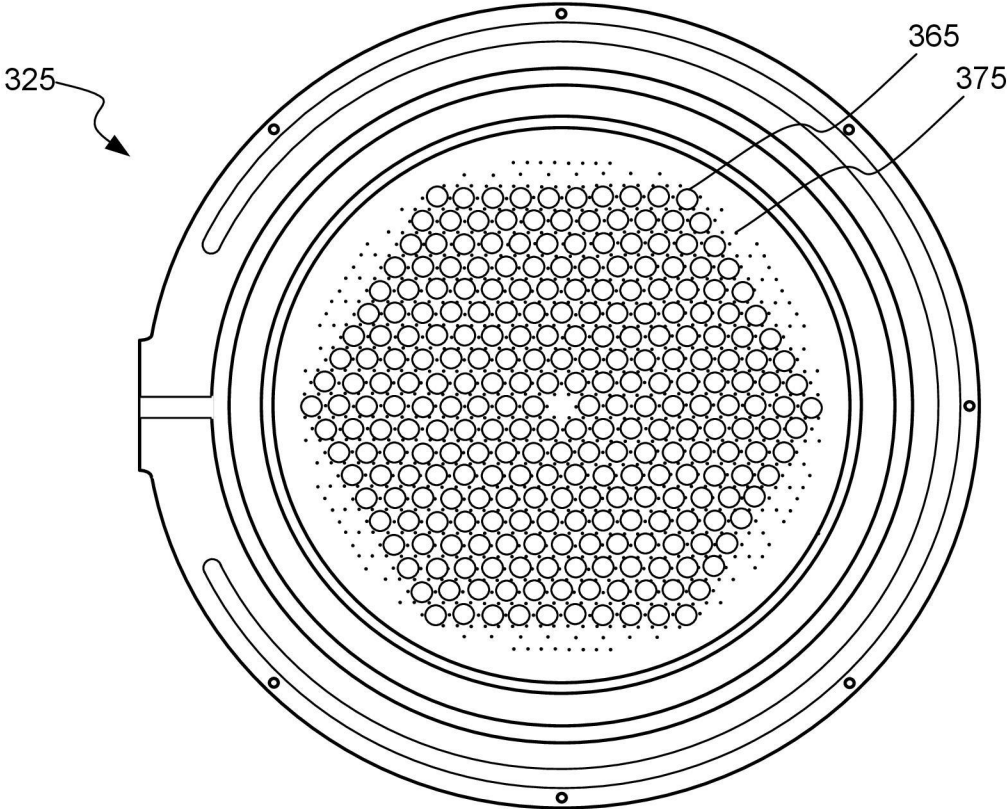


圖3

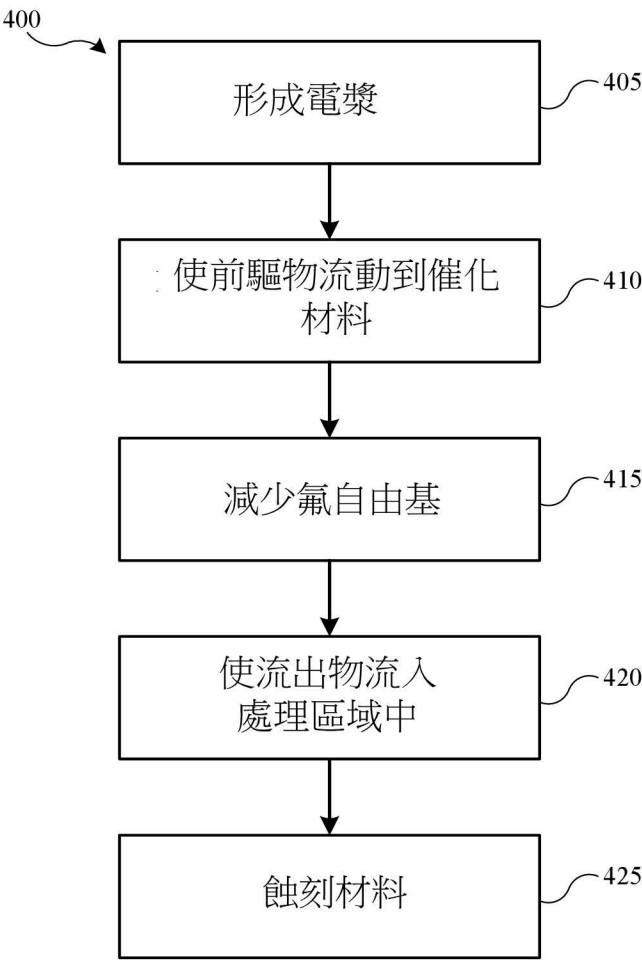


圖4