【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於處理基板的方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR PROCESSING SUBSTRATE

【技術領域】

【0001】發明領域

於本文中所揭示出的發明係關於一種用於處理基板的方法；更特別關於一種在退火步驟中藉由電漿來處理基板的方法，以便最小化於基板表面上之外源物質對接下來的磊晶製程之影響。

【先前技術】

【0002】發明背景

若將基板表面曝露至氧時，會在基板表面上形成一天然氧化物層。當在大氣狀態下於製程艙間移動該基板時或當於真空艙中存在有氧時，該基板可曝露至氧。天然氧化物層會造成基板受污染。在處理基板時不想要有天然氧化物層，因此，應該在接下來的磊晶製程開始前移除天然氧化物層。

【發明內容】

【0003】發明概要

本發明提供一種用於處理基板的方法，可藉由此方法移除在基板表面上之天然氧化物層。

【0004】本發明亦提供一種用於處理基板的方法，

其可在藉由本方法移除天然氧化物層期間減少存在於基板表面上的外源物質。

【0005】再者，將伴隨著參照下列詳細說明及伴隨的圖形明瞭本發明之另一個目標。

【0006】根據本發明的一個具體實例，該方法包含一配置步驟，其將一包含矽的基板配置在一艙中；一反應步驟，其將該基板表面曝露至氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)；及一退火步驟，其將該基板曝露至電漿及退火該基板。

【0007】可將該基板加熱至80℃或更高的溫度。

【0008】該電漿可產生自選自於由下列所組成之群的一或多種：H_2、NH_3、H_2O、O_2、NO、NF_3、H_xO_y(x、y係整數)。

【0009】該電漿可係氫電漿。

【0010】該反應步驟可包括一產生步驟，其藉由一包括氨(NH_3)及三氟化氮(NF_3)的氣體混合物產生氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)。

【0011】該反應步驟可包括一產生步驟，其藉由一包括H_2O及三氟化氮(NF_3)的氣體混合物產生氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)。

【0012】根據本發明的具體實例，可移除在基板表面上之天然氧化物層。特別是，存在於基板表面上的外源物質可在移除該天然氧化物層期間減少，因此，可在接下來的磊晶製程中均勻地形成一磊晶層。

【圖式簡單說明】

【0013】圖1係根據本發明的具體實例之用來製造半導體的設備之圖式圖；

【0014】圖2係一流程圖，其闡明根據本發明的具體實例之用於處理基板的方法；

【0015】圖3闡明根據本發明的具體實例之基板的製程。

【0016】圖4-6闡明在習知的退火步驟後之磊晶製程。

【0017】圖7-9闡明在圖3之退火步驟後的磊晶製程。

【實施方式】

【0018】較佳實施例之詳細說明

於此之後，將參照圖1至9詳細地描述本發明的範例性具體實例。但是，本發明可以不同形式具體化且應該不建構為對本文提出的具體實例之限制。而是，提供這些具體實例以便本揭示將完整及完全，並將本發明之範圍完全表達給熟習該項技術者。為了清楚地闡明，在圖形中將放大構件的形狀。

【0019】同時期間，本發明係以磊晶製程作為實施例進行解釋，但是，本發明可應用至包括磊晶製程的半導體製造方法。

【0020】圖1係根據本發明的具體實例之用來製造半導體的設備1之圖式圖。該用來製造半導體的設備1包括

一製程設備2、一設備前端模組(EFEM)3及一界面壁4。EFEM 3係安裝在該製程設備2的前側，以便在接收基板S之容器(無顯示)與製程設備2間傳送晶圓W。

【0021】EFEM 3包括複數個裝載埠(loadports)60及一框架50。該框架50係配置在該裝載埠60與製程設備2間。該接收基板S的容器係藉由傳送單元(無顯示)諸如高架式傳送機、高架式輸送機或無人搬運車放置在每個裝載埠60上。

【0022】可使用氣密容器諸如前開式晶圓傳送盒(FOUP)作為該容器。於該框架50內配置一用以在放置於每個裝載埠60上的容器與製程設備2間傳送基板S之框架機器手臂70。可在該框架50內配置一用以自動打開或關閉該容器的門之開門器(無顯示)。同樣地，可在該框架50內提供一用以將乾淨空氣供應進該框架50中的風扇過濾機組(FFU)(無顯示)，以便該乾淨空氣在該框架50內從上邊向下流動。

【0023】在該製程設備2內進行與該基板S相關的預定製程。該製程設備2包括傳送艙102、鎖定負載艙106、清潔艙108a及108b、緩衝艙110及磊晶艙112a,112b及112c。當從上邊觀看時，該傳送艙102可具有一實質上多邊形形狀。該鎖定負載艙106、清潔艙108a及108b、緩衝艙110及磊晶艙112a,112b及112c係各別配置在該傳送艙102的側表面上。

【0024】該鎖定負載艙106係配置在該傳送艙102的

側表面當中之與EFEM 3毗連的側表面上。在該基板S於鎖定負載艙106中暫時停留後，將該基板S負載至製程設備2以便進行該製程。在完成該等製程後，從該製程設備2卸載基板S，然後暫時停留在鎖定負載艙106內。該傳送艙102、清潔艙108a及108b、緩衝艙110及磊晶艙112a,112b及112c係維持在真空狀態下。將該鎖定負載艙106從真空狀態轉換至大氣狀態。該鎖定負載艙106防止外部污染物引進該傳送艙102、清潔艙108a及108b、緩衝艙110及磊晶艙112a,112b及112c中。同樣地，因為該基板S在基板S之傳送期間不會曝露至環境，此可防止在基板S上生長出氧化物。

【0025】各別在該鎖定負載艙106與傳送艙102間及在該鎖定負載艙106與EFEM 3間配置一閘式閥(無顯示)。當該基板S係在該EFEM 3與鎖定負載艙106間傳送時，關閉配置在該鎖定負載艙106與傳送艙102間之閘式閥。當該基板S係在該鎖定負載艙106與傳送艙102間傳送時，關閉配置在該鎖定負載艙106與EFEM 3間之閘式閥。

【0026】在該傳送艙102中提供一基板處置器104。該基板處置器104在該鎖定負載艙106、清潔艙108a及108b、緩衝艙110及磊晶艙112a,112b及112c間傳送基板S。密封該傳送艙102，以便當傳送基板S時，將該傳送艙102維持在真空狀態下。維持該真空狀態以防止基板S曝露至污染物(例如，O_2、粒子材料及其類似物)。

【0027】提供磊晶艙112a,112b及112c以在基板S上形成磊晶層。在本具體實例中，提供三個磊晶艙112a,112b及112c。因為當與清潔製程比較時，進行磊晶製程將花費相當長的時間，可提供複數個磊晶艙來改良製造產率。不像本具體實例，可提供四或更多個磊晶艙或二或較少個磊晶艙。

【0028】組裝該清潔艙108a及108b，以便在磊晶艙112a,112b及112c中於該基板S上進行磊晶製程前清潔該基板S。為了相繼地進行該磊晶製程，應該最小化殘餘在該結晶基板上的氧化物量。若在基板S的表面上之氧含量太高時，氧原子會岔斷欲沈積在種子基板上的材料之結晶學部署。因此，其可在磊晶製程上具有壞的影響。例如，當進行矽磊晶沈積時，在結晶基板上過量的氧可藉由氧原子團簇將矽原子以原子單位計位移出其磊晶位置。當生長更厚的一層時，局部原子位移可在接下來的原子排列中造成誤差。此現象可稱為疊差或丘陵狀缺陷。例如，當傳送基板時，當該基板係曝露至環境時，可在基板S的表面上發生氧合。因此，可在清潔艙108a及108b內進行清潔製程以移除在該基板S上形成之天然氧化物(或表面氧化物)。

【0029】該清潔製程可係乾蝕刻製程，其使用具有自由基狀態的氫(H*)及NF_3氣體。例如，當蝕刻在基板表面上形成的氧化矽時，將該基板配置在艙中，然後於該艙中形成真空環境以於該艙中產生與該氧化矽反應之中間產

物。

【0030】例如，當將氫氣的自由基(H*)及反應氣體諸如氟化物氣體(例如，氟化氮(NF_3))供應進該艙中時，該反應氣體如在下列反應式(1)中所表示般還原而產生一中間產物，諸如NHxFy(其中x及y係某些整數)。

$$H^* + NF_3 \Rightarrow NH_xF_y \quad \ldots(1)$$

【0031】因為該中間產物與氧化矽(SiO_2)具有高反應性，當該中間產物到達矽基板表面時，該中間產物選擇性與氧化矽反應而產生一如在下列反應式(2)中所表示的反應產物($(NH_4)_2SiF_6$)。

$$NH_xF_y + SiO_2 \Rightarrow (NH_4)_2SiF_6 + H_2O \quad \ldots(2)$$

【0032】之後，當將該矽基板加熱至約100℃或更高的溫度時，該反應產物會如在下列反應式(3)中所表示般裂解而形成熱解氣體，然後蒸發該熱解氣體。結果，可從基板表面移除氧化矽。如在下列反應式(3)中所顯示，該熱解氣體包括含氟氣體，諸如HF氣體或SiF_4氣體。

$$(NH_4)_2SiF_6 \Rightarrow NH_3 + HF + SiF_4 \quad \ldots(3)$$

【0033】如上所述，該清潔製程可包括一用以產生該反應產物的反應製程及一用以熱解該反應產物之加熱製程。可同時在清潔艙108a及108b中進行該反應製程與加熱製程。任擇地，可在該清潔艙108a及108b之一中進行該反應製程，及可在該清潔艙108a及108b之另一個中進行該加熱製程。

【0034】該緩衝艙110提供一負載已完成該清潔製程

的基板S之空間，及一負載已進行磊晶製程的基板S之空間。當該清潔製程完成時，將該基板S傳送進緩衝艙110中，然後在將該基板傳送進磊晶艙112a,112b及112c中之前負載於該緩衝艙110中。該磊晶艙112a,112b及112c可係批次型式的艙，於此在複數個基板上進行單一製程。當在該磊晶艙112a,112b及112c中完成磊晶製程時，相繼地將該已進行磊晶製程的基板S負載進該緩衝艙110中。同樣地，將已完成清潔製程的基板S相繼地負載在該磊晶艙112a,112b及112c中。於此，該基板S可垂直負載在該緩衝艙110中。

【0035】圖2係一流程圖，其闡明一根據本發明的具體實例之用於處理基板的方法。可在圖2中解釋上述清潔製程。換句話說，將該具有外源物質(例如，氧化矽層等等)的基板配置在該艙(步驟252)中，該艙係上述提及的清潔艙(108a,108b)。

【0036】其次，形成氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)(步驟254)。可從一包含氨(NH_3)及三氟化氮(NF_3)的氣體混合物或一包含H_2O及三氟化氮(NF_3)的氣體混合物形成氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)。該氣體混合物可在該艙中被分解成反應性物種，以便可形成氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)。

【0037】其次，將該具有外源物質的基板曝露至氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)(步驟256)，該氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)係與氧化矽層反應而產

生六氟矽酸銨($(NH_4)_2SiF_6$)、H_2O、NH_3。

【0038】其次，將該矽基板加熱至80℃或更高的溫度，因為$(NH_4)_2SiF_6$係揮發性副產物，藉由昇華移除$(NH_4)_2SiF_6$。$(NH_4)_2SiF_6$係薄膜型式及可被分解成揮發性SiF_4、NH_3及HF副產物，最後，其可昇華(步驟258)。其次，藉由真空泵從該艙移除該揮發性副產物。

【0039】此時，在步驟258中，對該矽基板供應電漿，該電漿可產生自選自於由H_2、NH_3、H_2O、O_2、NO、NF_3、H_xO_y(x、y係整數)組成的來源氣體之一或多種。換句話說，將該來源氣體供應至一遠距電漿艙，可將在該遠距電漿艙中所產生的電漿供應至該艙。供應至該艙的電漿增加存在於該基板上之外源物質(例如，F、N、O、H等等)的反應性，因此，可藉由電漿從該基板表面移除外源物質。

【0040】圖3闡明根據本發明的具體實例之基板的製程。該基板(74)具有外源物質，例如，氧化矽層(72)。該基板可係一含矽基板，例如，結晶矽基板(a)。

【0041】其次，在該天然氧化物層(72)上沈積氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)(76)(b)，及與氧化矽層(72)反應而產生六氟矽酸銨($(NH_4)_2SiF_6$)。

【0042】其次，退火該基板，以便昇華該六氟矽酸銨($(NH_4)_2SiF_6$)膜。及，在該退火製程期間，將該電漿供應至該基板以增加外源物質之反應性，以便移除外源物質而曝露出經淨化的基板表面(74)。可將該基板加熱至80

℃或更高的溫度。

【0043】圖4-6闡明在習知的退火步驟後之磊晶製程。首先，若進行退火時，當如於圖4中所闡明在基板上形成$(NH_4)_2SiF_6$時，外源物質(例如，F、N、O、H等等)會存在於基板上，如在圖5中所闡明般。

【0044】換句話說，如上所述，在形成$(NH_4)_2SiF_6$後，若將該基板加熱至80℃或更高的溫度時，理論上可移除$(NH_4)_2SiF_6$，因為$(NH_4)_2SiF_6$係一揮發性副產物。因此，在基板表面上生長一磊晶層。但是，事實上，不包含於$(NH_4)_2SiF_6$之產生中或未藉由昇華移除的外源物質係存在於該基板上而限制該磊晶層之生長，因此，該磊晶層會不均勻地形成而具有異常的形狀(圖6)。

【0045】圖7-9闡明在圖3之退火步驟後的磊晶製程。若以電漿進行退火時，當如於圖7中所闡明般在基板上形成$(NH_4)_2SiF_6$時，將該遠距電漿供應至基板，如於圖8中所闡明般。因此，在外源物質(例如，F、N、O、H等等)與基板矽間之組合斷開後，該電漿係耦合至基板的矽。或該電漿係耦合至矽懸鍵(斷開鍵)。同樣地，該電漿會增加外源物質的反應性或與外源物質反應而形成副產物(例如，HF、OH、H_2O等等)，藉由真空泵從該艙移除副產物。

【0046】該電漿係具有低束縛能的氫電漿。換句話說，藉由以自由基來終端化該基板表面以有效地移除外源物質。因此，在移除外源物質的條件下進行接下來的磊晶

製程，該磊晶層具有好的品質，如在圖9中所闡明般。

【0047】於磊晶艙(112a,112b,112c)中在基板上進行磊晶製程。該磊晶製程可係化學氣相沈積方法，及該磊晶層(76)係在該磊晶的表面(74)上形成。

【0048】雖然本發明係伴隨著參照較佳具體實例來更詳細地描述，本發明不限於此。例如，本發明可應用至多種具體實例。因此，在下列提出之申請專利範圍的工藝構想及範圍不限於該較佳具體實例。

【符號說明】

【0049】1...設備

2...製程設備

3...設備前端模組(EFEM)

4...界面壁

50...框架

60...裝載埠

70...框架機器手臂

72...氧化矽層

74...基板

76...氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)

102...傳送艙

104...基板處置器

106...鎖定負載艙

108a,108b...清潔艙

110...緩衝艙

112a,112b,112c…磊晶艙

252,254,256,258…步驟

S…基板

W…晶圓

201909277
專利案號：107123922

201909277

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於處理基板的方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR PROCESSING SUBSTRATE

【中文】

根據本發明的一個具體實例，該方法包含一配置步驟，其將一包括矽的基板配置在一艙中；一反應步驟，其將該基板表面曝露至氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)；及一退火步驟，其將該基板曝露至電漿及退火該基板。

【英文】

According to one embodiment of the present invention, the method comprises a disposition step disposing a substrate including silicon in a chamber, a reaction step exposing a surface of the substrate to a fluoride ammonium(NH4F) or a hydrogen fluoride ammonium(NH4F(HF)), and an annealing step exposing the substrate to plasma and annealing the substrate.

【指定代表圖】　圖2

【代表圖之符號簡單說明】

250…流程圖

252,254,256,258…步驟

【特徵化學式】

(無)

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種用於處理基板的方法，該方法包含：

一配置步驟，其將一包括矽的基板配置在一艙中；

一反應步驟，其將該基板的一表面曝露至氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)；及

一退火步驟，其將該基板曝露至電漿及退火該基板。

【第2項】 如請求項1之方法，其中將該基板加熱至80℃或更高的溫度。

【第3項】 如請求項1之方法，其中該電漿係產生自選自於由下列所組成之群的一或多種：H_2、NH_3、H_2O、O_2、NO、NF_3、H_xO_y(x、y係整數)。

【第4項】 如請求項1之方法，其中該電漿係氫電漿。

【第5項】 如請求項1之方法，其中該反應步驟包括一產生步驟，其係藉由一包括氨(NH_3)及三氟化氮(NF_3)的氣體混合物產生氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)。

【第6項】 如請求項1之方法，其中該反應步驟包括一產生步驟，其係藉由一包括H_2O及三氟化氮(NF_3)的氣體混合物產生氟化銨(NH_4F)或氫氟化銨($NH_4F(HF)$)。