

(1)

玖、發明說明

本申請案主張2003年11月4日提申的日本專利申請案第2003-374824號之優先權。

【發明所屬之技術領域】

本發明一般關於一種處理設備及方法，尤關於控制加工氣體產生的用於電漿處理的活性種與要處理的物體之間的過度反應。本發明適用於例如可控制地形成相當薄的數個分子層膜之電漿處理。

【先前技術】

CVD 設備、蝕刻機、去光阻機(asher)、表面修改(surface modification)設備等等為使用微波做為電漿產生激發源的已知微波電漿處理設備，在處理一物體時，此微波電漿處理設備一般係將處理氣體導入處理室，並由一外部微波供應源經由一介電性窗口提供微波以在處理室內產生用於氣體激發、離解(dissociation)、及反應的電漿，以及對處理室中的物體之表面處理。舉例言之，日本專利公開申請案第3-1531號已建議以微波處理設備進行薄膜形成法。

然而，當微波電漿處理設備經由形成薄膜或表面處理形成厚度約例如2 nm 或更小的相當薄的薄膜以在例如一矽基板上形成一閘氧化膜時，與穩定可控制時間（例如5秒）相比，處理時間為很短的1秒或更短，膜厚可控制性

惡化。

【發明內容】

因此，本發明的範例目的係要提供一種能消除習用技術缺點並提升在形成相當薄的薄膜時的薄膜可控制性之漿處理設備及方法。

依據本發明一觀點的提供一物體電漿處理的處理設備包括容納要被處理物體並產生電漿的一處理室，以及將氣體導入處理室的一氣體導入部。設備更包括一機構將物體安排在氣體流中比電漿產生區上游之處，比物體更靠近電漿產生區的一排放機構，或是將活性種濃度維持在 10^9 - 10^{11} cm^{-3} 的一機構。

處理設備可更包括在該物體與電漿產生區之間的一電導調整器，以將圍繞該物體的處理空間中的活性種濃度維持在既定範圍。在此情況下，電導調整器做為上述維持機構，電導調整器可為設有數孔的一板。

處理設備可將排放機構設在被電導調整器隔開的電漿產生區一側，而且氣體導入部係在被電導調整器隔開的處理室中的物體一側。氣體導入部可包括將對物體電漿處理的處理氣體導入該處理室的一第一氣體入口，以及將惰氣導入該處理室的一第二氣體入口，其中排放機構和第一氣體入口係在被電導調整器隔開的處理室的電漿產生區一側，而且第二氣體入口係在被電導調整器隔開的處理室中的物體側之一側。

(3)

電漿處理可為使物體一表面氧化或氮化。

依據本發明另一觀點的一種處理方法將一物體容納在一處理容室內且將含氧氣體導入處理室以提供電漿處理給物體，以形成厚度為 8 nm 或更小的氧化物膜，該處理方法包括以下步驟：將物體上的活性種濃度維持在 10^9 - 10^{11} cm^{-3} ；以及進行時間長於 5 秒鐘的電漿處理。

從以下較佳實施例詳述並參閱所附圖式將可明瞭本發明之其他目的及其他特徵。

【實施方式】

接著將參照所附圖式說明本發明一實施例之微波電漿處理設備（以下簡稱“處理設備”）100，在此，圖1為處理設備100的概示剖面圖，如圖所示，處理設備100係連接至一微波振盪器或源，且包括一電漿處理室101、要處理的基板102、一受器（或一支撐板）103、一溫度控制部104、一氣體導入部105、一排放溝道106、一介電性窗口107、以及一微波供應單元108，並且為基板102提供電漿處理。

微波振盪器為例如一磁電管並產生例如 2.45 GHz 微波，但是本發明可選擇頻率在 0.8 GHz-20 GHz 之間的任何適當微波。接著微波在經由波導管傳播之前被波型轉換器轉換成 TM、TE、或 TEM 波型等等。微波波導管溝道設有一振盪器、阻抗匹配單元等等。振盪器防止反射的微波回到微波振盪器，並且將反射波吸收。由 4E 調諧器、一 EH

(4)

調諧器、穩定調諧器等等製成的阻抗匹配單元包括偵測由微波振盪器供給負載的一前進波以及被負載反射回到微波振盪器的反射波的強度和相位的一功率計，並且在微波振盪器與一負載側之間進行匹配。

電漿處理室101為容納基板102並在減壓或真空環境下為基板102提供電漿處理的一真空容器，圖1中省略容納從負載鎖定室（未示出）來的基板102且將基板102進給到負載鎖定室的一閘閥等等。

基板102可為一半導體、一導體或一絕緣體，導電基板可由金屬製成，諸如 Fe、Ni、Cr、Al、Mo、Au、Nb、Ta、V、Ti、Pt 和 Pb，或其合金，諸如黃銅和不銹鋼。絕緣基板可為二氧化矽系統，諸如石英和各種玻璃、無機材料，諸如 Si_3N_4 、NaCl、KCl、LiF、 CaF_2 、 BaF_2 、 Al_2O_3 、AlN 和 MgO，有機膜和窗口，諸如聚乙烯、聚酯、聚碳酸酯、醋酸纖維素、聚丙烯、聚氯乙烯、聚偏氯乙烯、聚苯乙烯、聚醯胺和聚亞醯胺。

基板102係放置在受體103上，若有必要，受體103高度可調整，受體103係容納在電漿處理室101中且支撐基板102。

溫度控制部104包括一加熱器等等以將溫度控制在適合處理者，例如在 200°C - 400°C 之間。溫度控制部103包括偵測受體103溫度的例如一溫度計以及控制從電源（未示出）到加熱線的通電（electrification）的一控制器。

氣體導入部105係設在電漿處理室101的底部，並提供

(5)

電漿處理器用氣體到電漿處理室101內，氣體導入部105為包括一氣體源、一閥、一質量流量控制器、以及將之連結的氣體管之氣體供應裝置的一部分，並且提供要被微波為既定電漿激發的處理氣體和排放氣體。其可加入惰氣諸如氬、氫和氮，以至少在點火時間有立即電漿點火（plasma ignition）。如稍後所述者，氣體導入部105係例如隔成將處理氣體導入的一入口以及導入惰氣的另一入口，而且將這些入口固定在不同位置。舉例言之，處理氣體入口係設在頂部，而惰氣入口設在底部，以形成由下而上的惰氣流使得惰氣阻礙加工氣體產生的活性種到達基板102。

如圖1所示，氣體導入部105從底部導向頂部，如此，基板102位於比介電性窗口107一表面上游的部分，介電性窗口107係位於處理室101一側，在其周圍產生電漿，或稱電漿產生區P。如此，氣體經由在介電性窗口107附近發生的電漿產生區P供應到基板102表面，而且在基板上的氣體產生的活性種濃度明顯地降低到 10^{19} - 10^{11} cm⁻³，比起將氣體導入部安排在圖1中元件106附近的構造相比小很多。

CVD法可使用已知氣體在基板上形成一薄膜。

用來形成矽系統半導體薄膜（諸如a-Si、聚矽和SiC）的材料必須是氣體或容易在室溫及常壓下轉變成氣體，且包括無機矽烷組群（例如SiH₄和Si₂H₆）、有機矽烷組群（諸如四乙基矽烷(TES)、四甲基矽烷(TMS)、二甲基矽烷(DMS)、二甲基二氟矽烷(DMDFS)、二甲基二氯矽烷

(6)

(DMDCS))、以及矽烷鹵化物組群(諸如 SiF_4 , Si_2F_6 , Si_3F_8 , SiHF_3 , SiH_2F_2 , SiCl_4 , Si_2Cl_6 , SiHCl_3 , SiH_2Cl_2 , SiH_3Cl , 和 SiCl_2F_2)。可混合且導入 Si 材料氣體包括額外氣體或載體氣體包括 H_2 , He , Ne , Ar , Kr , Xe , Rn 。

用於形成矽化合物薄膜(諸如 Si_3N_4 和 SiO_2)的材料必須是氣體或容易在室溫及常壓下轉變成氣體,且包括無機矽烷組群(例如 SiH_4 和 Si_2H_6)、有機矽烷組群(諸如四乙氧基矽烷、四甲氧基矽烷、八甲基環四矽烷(TMOS)、二甲基二氟矽烷(DMDFS)、二甲基二氯矽烷(DMDCS))、以及矽烷鹵化物組群(諸如 SiF_4 , Si_2F_6 , Si_3F_8 , SiHF_3 , SiH_2F_2 , SiCl_4 , Si_2Cl_6 , SiHCl_3 , SiH_2Cl_2 , SiH_3Cl , 和 SiCl_2F_2)。類似地導入的氮氣材料氣體或氧氣材料氣體包括 N_2 , NH_3 , N_2H_4 , 六甲基二矽烷(HMDS), O_2 , O_3 , H_2O , NO , N_2O , NO_2 等等。

用來形成金屬半導體薄膜(諸如 Al , W , Mo , Ti , 和 Ta)的材料包括有機金屬(諸如三甲基鋁(TMAI), 三乙基鋁(TEAI), 三異丁基鋁(TIBAI), 二甲基鋁氫化物(DNAIH), 鎢羰基化合物($\text{W}(\text{CO})_6$), 鉬羰基化合物($\text{Mo}(\text{CO})_6$), 和三甲基鎵(TMGa), 三乙基鎵(TEGa))、以及金屬鹵化物(諸如 AlCl_3 , WF_6 , TiCl_3 , 和 TaCl_5 等等)。類似地導入的額外氣體或載體氣體包括 H_2 , He , Ne , Ar , Kr , Xe , Rn 。

用來形成金屬化合物薄膜(諸如 Al_2O_3 , AlN , Ta_2O_5 , TiO_2 , TiN 和 WO_3)的材料包括有機金屬(諸如三甲基鋁

(7)

(TMAI), 三乙基鋁 (TEAI), 三異丁基鋁 (TIBAI), 二甲基鋁氫化物 (DNAIH), 鎢羰基化合物 ($W(CO)_6$), 鉬羰基化合物 ($Mo(CO)_6$), 和三甲基鎵 (TMGa), 三乙基鎵 (TEGa))、以及金屬鹵化物 (諸如 $AlCl_3$, WF_6 , $TiCl_3$, 和 $TaCl_5$ 等等)。類似地導入的氮氣材料氣體或氧氣材料氣體包括 O_2 , O_3 , H_2O , NO , N_2O , NO_2 , N_2 , NH_3 , N_2H_4 , 六甲基二矽烷 (HMDS) 等等。

蝕刻基板 102 表面的蝕刻氣體包括 F_2 , CF_4 , CH_2F_2 , C_2F_6 , C_3F_8 , C_4F_8 , CF_2Cl_2 , SF_6 , NF_3 , Cl_2 , CCl_4 , CH_2Cl_2 , C_2Cl_6 等等。去掉基板 102 上的有機材料 (諸如光阻劑) 的氣體包括 O_2 , O_3 , H_2O , NO , N_2O , NO_2 , H_2 等等。

基板 102 表面修改可使用適當氣體以例如使基板或由 Si, Al, Ti, Zn 和 Ta 製成的表層氧化或氮化, 或摻雜 B, As, 和 P, 本發明薄膜形成可應用於清洗法以用於例如清洗氧化物、有機材料、以及重金屬。

使基板 102 表面氧化的氧化氣體包括 O_2 , O_3 , H_2O , NO , N_2O , NO_2 等等, 而, 使基板 102 表面氮化的氮化氣體包括 N_2 , NH_3 , N_2H_4 , 六甲基二矽烷 (HMDS) 等等。

從處理氣體入口 105 導入的清洗或去掉基板 102 上的有機材料的清洗/去光阻氣體包括 O_2 , O_3 , H_2O , NO , N_2O , NO_2 , H_2 等等, 從處理氣體入口 105 導入的清洗基板 102 上的無機材料的清洗氣體包括 F_2 , CF_4 , CH_2F_2 , C_2F_6 , C_4F_8 , CF_2Cl_2 , SF_6 , NF_3 等等。

特別之處在於排放溝道或管 106 設在電漿處理室 101 頂

(8)

部周圍，而且連接到真空幫浦（未示出），換言之，排放溝道106設在電漿產生區和基板102之間，因而將產生的活性種排放以及降低基板102上的活性種濃度。排放溝道106形成一壓力調節機構，其包括一壓力調節閥、一壓力感測器、一真空幫、以及一控制器。控制器（未示出）驅動真空幫浦並藉由控制壓力調節閥來調節電漿處理室101中的壓力，例如 VAT Vakuumventile A.G. (“VAT”) 製造的具壓力調節功能的閘閥以及 MKS Instrument, Inc. (“MKS”) 製造的排氣槽閥，使得偵測處理室101壓力的壓力感測器偵測一既定值，如此，排放溝道106調節電漿處理室101中適合處理的內部壓力，壓力較佳在13 mPa 和 1330 Pa 之間，更佳在665 mPa 和 665 Pa 之間。真空幫浦包括例如一渦輪分子幫浦(TMP)，而且經由壓力調節閥（諸如電導閥，未示出）連接到電漿處理室101。

介電性窗口將微波振盪器供應的微波傳到電漿處理室101，而且做為電漿處理室101的薄膜。

槽/平面微波供應單元108為例如一槽/非端子圓形波導器，其包括一冷卻溝道和一槽天線，槽天線藉由在其真空側的介電性窗口107表面上的表面波干涉而形成表面駐波。槽天線為具有例如徑向槽、圓周槽、多個同心或螺旋T形槽、以及四對V形槽的一金屬碟。基板102整個表面的均勻處理需要無應具良好平面均勻性的活性種。槽壓線安排至少一槽，產生大面積電漿，而且有助於電漿強度和均勻性的控制。

(9)

接著說明處理設備100的操作，首先，一真空幫（未示出），將電漿處理室101排氣，接著氣體導入部105開啓一閥（未示出）且在既定流率下將處理氣體經由質量流量控制器導入電漿處理室101。之後調整一壓力調節閥以維持電漿處理室101壓力在一既定壓力，微波振盪器將微波經由微波供應單元108和介電性窗口107供至電漿處理室101，並且在電漿處理室101產生電漿。導入微波供應單元的微波在管內波長大於自由空間波長之下傳播，而且經由介電性窗口107經過槽導入電漿處理室101，而且在介電性窗口107表面以表面波形成傳輸，此表面波在相鄰槽之間干涉並且形成駐波，此表面駐波的電場產生高密度電漿，電漿產生區P有高電子密度而且允許處理氣體有效地被激發、隔離和反應。電場局限在介電性窗口107附近，而且電子溫度隨著到電漿產生部之距離增加而急遽降低，降低裝置的損壞。電漿中的活性種係經由擴散等方式傳到基板102上及其附近，而且到達基板102表面。由於排放溝道106比基板102更靠近電漿產生區P，而且基板102安排在氣體導入部105導入的氣體流中比電漿產生部P上游的部分，如此，基板102的活性種濃度（例如氧基）可維持在 10^9 和 10^{11} cm^{-3} 之間。因此可在穩定可控制時間（例如5秒以上）之下利用電漿處理在基板102上形成厚度為例如2 nm或更小的相當薄的薄膜（例如閘氧化物）

膜之形成正確地選擇使用氣體並有效地形成和種澱積膜，諸如絕緣膜，例如 Si_3O_4 , SiO_2 , SiOF , Ta_2O_5 , TiO_2 ,

(10)

TiN, Al_2O_3 , AlN, 和 MgF_2 , 半導體膜, 例如 a-Si, 聚矽, SiC, 和 GaAs, 金屬膜, 例如 Al, W, Mo, Ti, 和 Ta。

習用技術並未將基板 102 上的活性種濃度控制在既定量下以供輸出維持, 因此, 在企圖在基板 102 上形成厚度在 0.6 nm 和 2 nm 之間的相當薄的薄膜時, 處理時間為很短的一秒鐘或對穩定膜形成和表面修改而言很短的時間。另一方面, 本實施例降低活性種濃度, 取得可控制處理時間, 並改善電漿處理品質。

處理設備可使用磁性產生裝置以在較低壓力下處理, 用於本發明電漿處理設備及方法之電場可在線圈之外採用一永久磁鐵。使用線圈時, 可使用冷卻裝置, 諸如水冷和氣冷。

接著說明微波電漿處理設備 100 的特定應用, 但本發明不限於這些實施例。

第一實施例

此實施例使用圖 2 中所示微波電漿處理設備 100A 做為處理設備 100 一例, 以形成用於半導體裝置的相當薄的氮氧化物膜。108A 為將微波經由介電性窗口 107 導入電漿處理室 101A 的槽/非端子圓形波導器, 而 109 為石英電導控制板。圖 2 中與圖 1 中相同元件以相同標號標示, 而與圖 1 中有差異或特定例子者以相同標號加一大寫。

標號 102A 使用直徑 8 英吋 P 型單晶石英矽基板, 表面方位小於 10, 電阻為 $10\Omega\text{cm}$, 其表面自然氧化物利用清洗

移除。

槽/非端子圓形波導器108A具有 TE_{10} 模式，內壁截面尺寸為27 mm × 96 mm（波導管波長158.8 mm），波導管中央直徑為151.6 mm（周圍長度為波導管波長三倍）。槽/非端子圓形波導器108A係由鋁合金製成以減低傳播損失。槽/非端子圓形波導器108A在其H表面形成槽，其將微波導入電漿處理室101A。有六個中央直徑為151.6 mm且間隔60度的徑向矩形槽，其長度為40 mm，寬度為4 mm。槽/非端子圓形波導器108A依序連接到一個4E調諧器、一定向耦合器、一絕緣器、以及頻率為2.45 GHz的一微波動力源（未示出）。

處理設備100A提供在基板102A和在介電性窗口107真空側表面附近的電漿產生區P之間的一電導控制板109，其做為典型電導調整裝置以將基板102A所在的處理空間中將活性種濃度保持在既定範圍內。電導控制板109為例如一碟或一板，其係均勻地設有節距為20 mm的直徑6-16之孔且由石英製成。當然電導調整裝置不限於石英，可使用矽系統絕緣材料，諸如石英和氮化矽，以用於有問題的金屬污染，諸如MOS-FET閘極氧化物以及氮化物，以及鋁（稍後再述），以在金屬污染不是問題時將基板屏蔽不受電磁波影響。當金屬污染和電磁輻射有問題，可應用含金屬之矽系統絕緣器。

大多數的電漿激發活性種（諸如中性基）係在不接觸基板之下被排出，而且僅有部分活性種經由電導控制板

(12)

109向後流動且發散以進行處理。氣體流變化以及流率的排放電導和控制造成處理速度高度精確控制以及數分子厚的相當薄的薄膜之形成。

在操作時，基板102A係放置在受器103上，且排放系統（未示出）將電漿處理室101A中的壓力排放並降低到 10^{-5} Pa。之後，溫度控制部104被通電（electrified）以將基板102A加熱到280℃並將基板102A維持在此溫度。氣體導入部105在300 sccm的流率下將氮氣導入處理室101A，接著，排放系統（未示出）調整一電導閥（未示出）以將處理室101A維持在133 Pa。接著2.45 GHz的微波電源（未示出）提供1.0 kW功率給槽/非端子圓形波導器108A，並在處理室101A內產生電漿以用於20秒處理。

此種情況下，經由氣體導入部105導入的氧氣被激發且分解成活性種，諸如 O_2^+ 離子和 O^* 中性基，而且部分的活性種回流通過電導控制板109中的孔而到達基板102A表面並將之氧化。氧氣活性種在基板上的密度在氧化期間為 $8 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ 。

處理後，膜品質被評估，諸如氧化膜厚度、均勻度、承受壓力和漏極電流。氧化膜呈現良好品質，諸如氧化膜厚度為0.6 nm、均勻度為 $\pm 1.8\%$ 、承受壓力9.8 MV/cm，而漏極電流為 $2.1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 。

第二實施例

此實施例使用圖3中所示微波電漿處理設備100B做為

處理設備 100 一例，以形成用於半導體裝置的相當薄的閘氧化物膜。處理設備 100B 的氣體導入部包括將處理氣體導入的一入口 105A 以及將惰氣導入的入口 105B，並將入口 105A 和排放溝道 106B 安排在被電導控制部 109 分割的電漿處理室 101B 的電漿產生區 P 側，而入口 105B 在基板 102 側。圖 3 中與圖 2 中相同元件以相同標號標示，而與圖 1 中有差異或特定例子者以相同標號加一大寫。

經由入口 105A 導入處理室 101B 頂部周圍處理氣體被產生的電漿激發、離子化、反應、和催化，並用於放置在受體 103 上的基板 102A 表面之低速高品質處理。此種情形下，大多數的電漿激發活性種（諸如中性基）係在不接觸基板 102A 之下被排出，而且僅有部分活性種經由電導控制板 109 向後流動且發散以進行處理，不管經入口 105B 導入的惰氣。氣體流變化以及流速的排放電導和控制造成處理速度高度精確控制以及數分子厚的相當薄的薄膜之形成。

基板 102A 係放置在受器 103 上，且排放系統（未示出）將電漿處理室 101A 中的壓力排放並降低到 10^{-5} Pa。之後，溫度控制部 104 被通電（electrified）以將基板 102A 加熱到 450°C 並將基板 102A 維持在此溫度。氧氣在 10 sccm 的流率下經由入口 105A 被導入處理室 101B，氬氣在 190 sccm 的流率下經由入口 105B 被導入處理室 101B。接著，排放系統（未示出）調整一電導閥（未示出）以將處理室 101B 維持在 13.3 Pa。接著 2.45 GHz 的微波電源（

(14)

未示出) 提供 1.0 kW 功率給槽/非端子圓形波導器 108A, 並在處理室 101B 內產生電漿。經由入口 105A 導入的氧氣被激發且分解成活性種, 諸如 O_2^+ 離子和 O^* 中性基, 而且部分的活性種(很少量)回流(亦即朝向基板 102A)通過電導控制板 109 中的孔, 不管氬氣之驅氣。氧氣活性種在基板上的密度在氧化期間為 $6 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ 。

處理後, 膜品質被評估, 諸如均勻度、承受壓力、漏極電流、和平帶偏移(flat band shift)。氧化膜呈現良好品質, 諸如均勻度為 $\pm 1.8\%$ 、承受壓力 9.8 MV/cm, 漏極電流為 $2.1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$, 而 ΔV_{fb} 為 0.1 V。

第三實施例

此實施例使用圖 4 中所示微波電漿處理設備 100C 做為處理設備 100 一例, 以形成用於半導體裝置的電容絕緣氧化鋁膜。在此 109A 為鋁電導控制板, 而 108B 為同軸多槽天線。圖 4 中與圖 2 中相同元件以相同標號標示, 而與圖 1 中有差異或特定例子者以相同標號加一大寫。

電導控制板 109A 由鋁製成且均勻穿設節距為 20 mm 的直徑 8-16 英吋之孔。同軸導入槽天線 108B 有一中央軸以提供微波能源, 且在天線碟中有許多槽, 同軸導入槽天線 108B 由具一銅中心軸以降低傳遞損失的鋁碟製成, 各槽有一個長度為 12 mm 且寬度為 1 mm 的矩形孔, 在圓切線方向間隔 12 mm 設置的許多同心槽。同軸導入槽天線 108B 依序連接到一個 4E 調諧器、一定向耦合器、一絕緣

(15)

器、以及頻率為 2.45 GHz 的一微波動力源（未示出）。

基板 102A 係放置在受器 103 上，且排放系統（未示出）將電漿處理室 101C 中的壓力排放並降低到 10^{-5} Pa。之後，溫度控制部 104 被通電（electrified）以將基板 102A 加熱到 300 °C 並將基板 102A 維持在此溫度。氧氣在 200 sccm 的流率下經由氣體導入部 105 被導入處理室 101C，TEOT 氣體在 10 sccm 的流率下被導入處理室 101B。接著，排放系統（未示出）調整一電導閥（未示出）以將處理室 101C 維持在 6.65 Pa。接著 2.45 GHz 的微波電源（未示出）提供 2.0 kW 功率給同軸導入多槽天線 108B，並在處理室 101C 內產生電漿。經由氣體導入部 105 導入的氧氣被激發且分解成活性種，朝向基板 102A 被傳送，與 TEOT 氣體反應，並在基板 102A 上形成厚度 5 nm 的氧化鋁膜。氧氣活性種在基板上的密度在氧化期間為 $3 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 。

處理後，膜品質被評估，諸如均勻度、承受壓力、漏極電流、和平帶偏移（flat band shift）。氧化膜呈現良好品質，諸如均勻度為 $\pm 3.1\%$ 、承受壓力 7.3 MV/cm，漏極電流為 $4.6 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ ，而 ΔV_{fb} 為 0.1 V。

第四實施例

此實施例使用圖 2 中所示微波電漿處理設備 100A 做為處理設備 100 一例，以形成用於半導體裝置的相當薄的氮化物膜。基板 102A 係放置在受器 103 上，且排放系統（

(16)

未示出) 將電漿處理室 101A 中的壓力排放並降低到 10^{-5} Pa。之後，溫度控制部 104 被通電 (electrified) 以將基板 102A 加熱到 380°C 並將基板 102A 維持在此溫度。氮氣在 700 sccm 的流率下經由氣體導入部 105 被導入處理室 101A。接著，排放系統 (未示出) 調整一電導閥 (未示出) 以將處理室 101A 維持在 13.3 Pa。接著 2.45 GHz 的微波電源 (未示出) 提供 1.0 kW 功率給槽/非端子圓形波導器 108A，並在處理室 101A 內產生電漿以進行 60 秒處理。

在此情況下，經由氣體導入部 105 導入的氮氣在處理室 101A 中被激發且分解成活性種，諸如 N^+ 、 N_2^+ 離子和 N^* 中性基，而且部分的活性種回流通過電導控制板 109 中的孔，到達基板 102A 表面並氮化。氮氣活性種在基板上的密度在氮化期間為 $8 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ 。

處理後，膜品質被評估，諸如氮化膜厚度、均勻度、承受壓力、和漏極電流。氮化膜呈現良好品質，諸如厚度為 1.2 nm、均勻度為 $\pm 1.7\%$ 、承受壓力 9.5 MV/cm，漏極電流為 $2.1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 。

第五實施例

此實施例使用圖 2 中所示微波電漿處理設備 100A 做為處理設備 100 一例，以將半導體裝置的相當薄的閘氧化物膜氮化。基板 102A 係放置在受器 103 上，且排放系統 (未示出) 將電漿處理室 101A 中的壓力排放並降低到 10^{-5} Pa

(17)

。之後，溫度控制部 104 被通電 (electrified) 以將基板 102A 加熱到 350℃ 並將基板 102A 維持在此溫度。氮氣在 1000 sccm 的流率下經由氣體導入部 105 被導入處理室 101A。接著，排放系統 (未示出) 調整一電導閥 (未示出) 以將處理室 101A 維持在 26.6 Pa。接著 2.45 GHz 的微波電源 (未示出) 提供 1.5 kW 功率給槽 / 非端子圓形波導器 108A，並在處理室 101A 內產生電漿以進行 20 秒處理。

在此情況下，經由氣體導入部 105 導入的氮氣在處理室 101A 中被激發且分解成活性種，諸如 N^+ 、 N_2^+ 離子和 N^* 中性基，而且部分的活性種回流通過電導控制板 109 中的孔，到達基板 102A 表面並氮化。氮氣活性種在基板上的密度在氮化期間為 $3 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 。

處理後，膜品質被評估，諸如氮化膜厚度、均勻度、承受壓力、和漏極電流。氮化膜呈現良好品質，諸如厚度為 1.0 nm、均勻度為 $\pm 2.2\%$ 、承受壓力 10.4 MV/cm，漏極電流為 $1.8 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 。

另外，本發明不限於這些實施例，在不偏離本發明的精神和範圍之下可有不同修改和變化。

因此本發明提供在形成相當薄的薄膜時之提升厚度可控制性之電漿處理設備和方法。

【圖式簡單說明】

圖 1 為本發明一實施例之微波電漿處理設備的概示剖

(18)

面圖。

圖2為本發明第一、第四和第五實施例之微波電漿處理設備的概示剖面圖。

圖3為本發明第二實施例之微波電漿處理設備的概示剖面圖。

圖4為本發明第三實施例之微波電漿處理設備的概示剖面圖。

[圖號說明]

100	處理設備
100A	處理設備
100B	處理設備
100C	處理設備
101	電漿處理室
101A	電漿處理室
101B	電漿處理室
101C	電漿處理室
102	基板
102A	基板
103	受器
104	溫度控制部
105	氣體導入部
105A	入口
105B	入口
106	排放溝道

(19)

106B	排放溝道
107	介電性窗口
108	微波供應單元
108A	槽/非端子圓形波導器
108B	同軸多槽天線
109	電導控制板
109A	鋁電導控制板

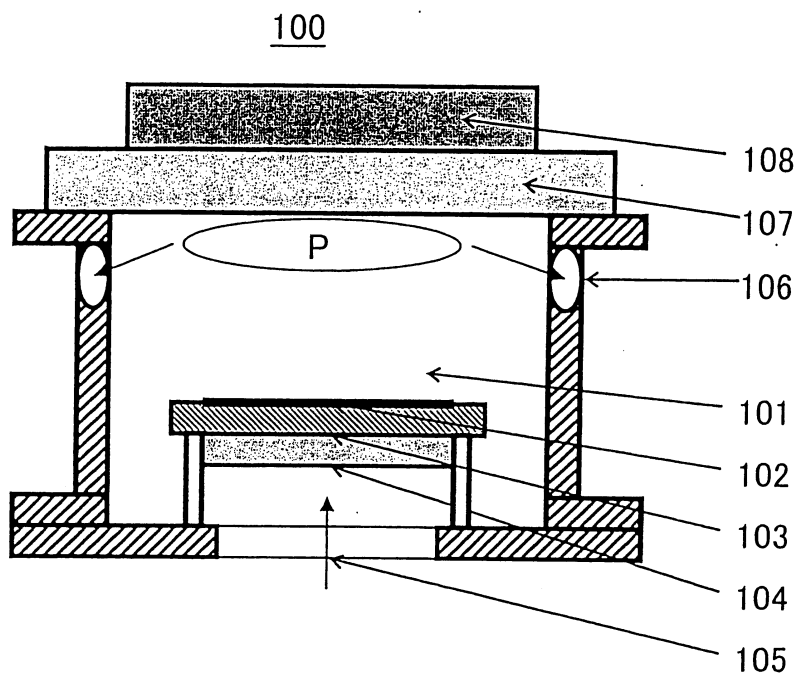


圖 1

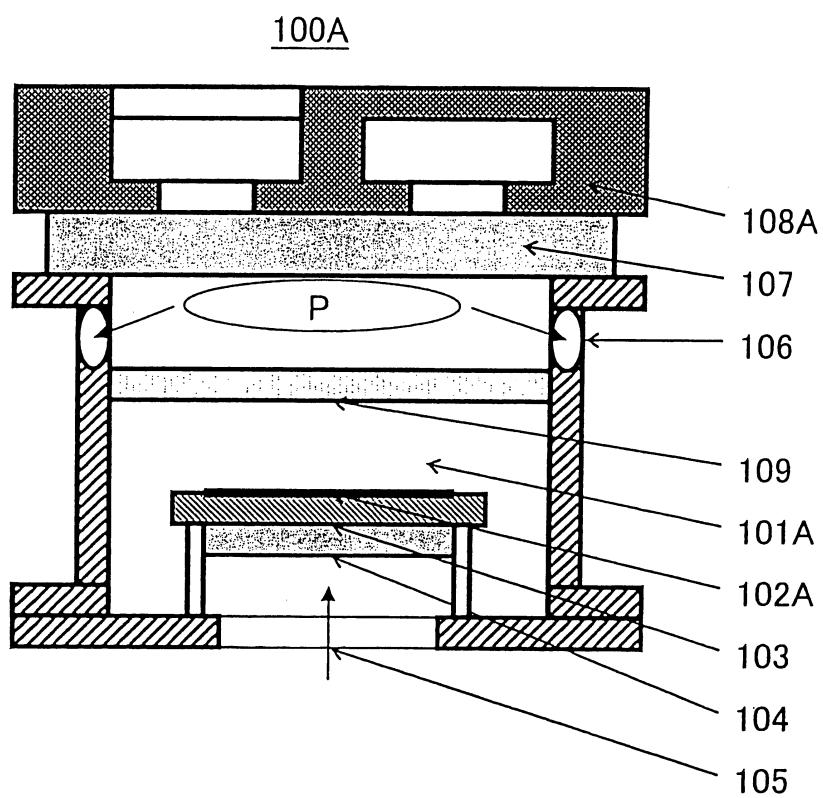


圖 2

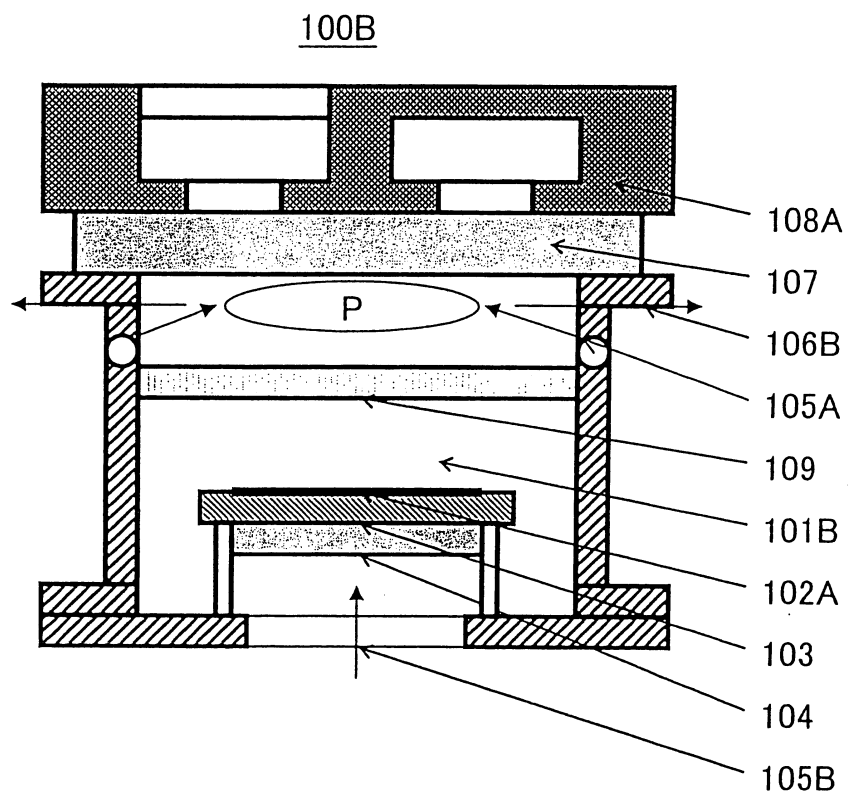


圖 3

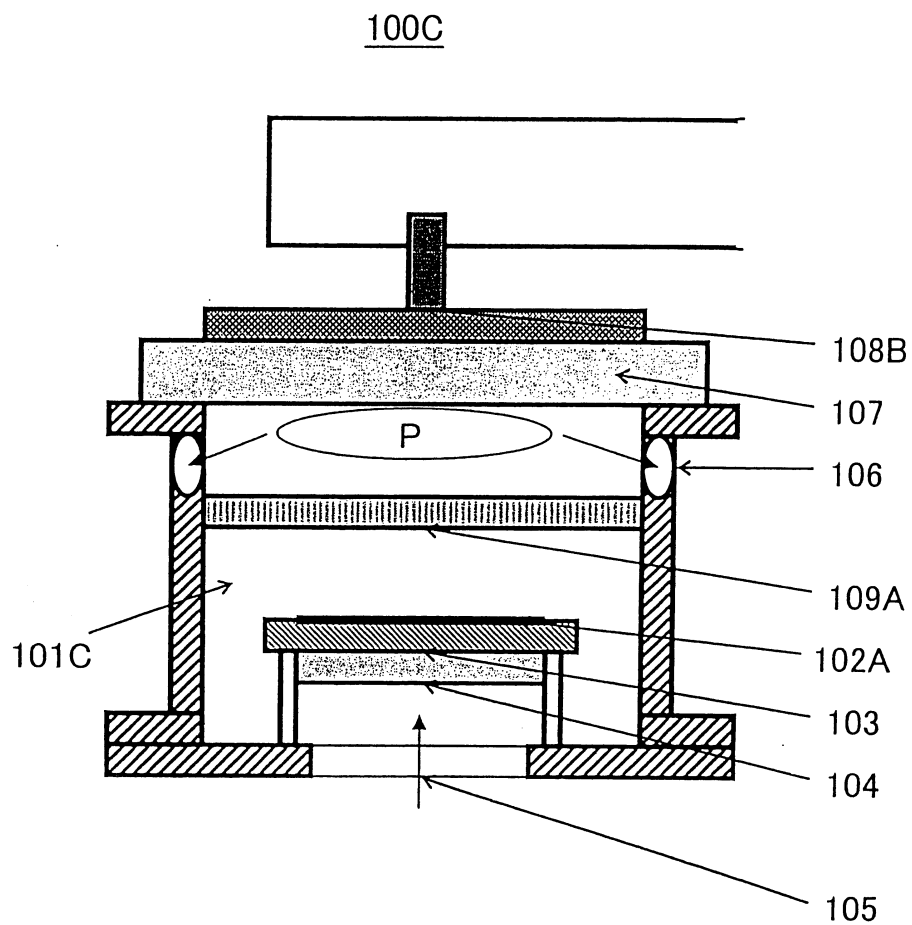


圖4

柒、（一）、本案指定代表圖為：第 1 圖

（二）、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

100	處理設備
101	電漿處理室
102	基板
103	受器
104	溫度控制部
105	氣體導入部
106	排放溝道
107	介電性窗口
108	微波供應單元

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

751596

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93102038

※申請日期：93 年 01 月 29 日

※IPC 分類：C23C 16/51 (2006.01)

壹、發明名稱：

(中) 處理設備及處理方法

(英) Processing apparatus and processing method

貳、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 御手洗富士夫

(英) 1. MITARAI, FUJIO

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英) 3-30-2, Shimomaruko, Ohta-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

參、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 鈴木伸昌

(英) SUZUKI, NOBUMASA

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號佳能股份有限公司
內

(英)

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2003/11/04 ; 2003-374824 ☒ 有主張優先權

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

751596

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93102038

※申請日期：93 年 01 月 29 日

※IPC 分類：C23C 16/51 (2006.01)

壹、發明名稱：

(中) 處理設備及處理方法

(英) Processing apparatus and processing method

貳、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 御手洗富士夫

(英) 1. MITARAI, FUJIO

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英) 3-30-2, Shimomaruko, Ohta-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中英) 日本

JAPAN

參、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 鈴木伸昌

(英) SUZUKI, NOBUMASA

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號佳能股份有限公司
內

(英)

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2003/11/04 ; 2003-374824 ☒ 有主張優先權

伍、中文發明摘要

發明之名稱：處理設備及處理方法

一種處理設備，其為一物體提供電漿處理，該處理設備包括容納要被處理的一物體並產生電漿的一處理室，將氣體導入處理室中的一氣體導入部，以及將該物體安排在氣體流中比一電漿產生區上游之處的一機構。

陸、英文發明摘要

發明之名稱：PROCESSING APPARATUS AND PROCESSING METHOD

A processing apparatus that provides a plasma treatment to an object includes a process chamber that accommodates an object to be processed, and generates plasma, a gas introducing part for introducing gas into the process chamber, and a mechanism that arranges the object at an upper side in a flow of the gas than an plasma generating region.

(1)

94年11月7日修(更)正本

拾、申請專利範圍

第93102038號專利申請案

中文申請專利範圍修正本

民國94年11月7日修正

1.一種處理設備，其為一物體提供電漿處理，該處理設備包括：

一處理室，其容納要被處理的一物體並產生電漿；
一氣體導入部，其將氣體導入處理室中；以及
一機構，其將該物體安排在氣體流中比一電漿產生區更上游之處。

2.依據申請專利範圍第1項之處理設備，更包括在該物體與電漿產生區之間的一電導調整器，以將圍繞該物體的處理空間中的活性種濃度維持在既定範圍。

3.依據申請專利範圍第2項之處理設備，其中該電導調整器係設有數孔的一板。

4.依據申請專利範圍第2項之處理設備，更包括設在被該電導調整器隔開的電漿產生區一側的一排放機構，其中該氣體導入部係在被該電導調整器隔開的該處理室中的物體一側。

5.依據申請專利範圍第2項之處理設備，其中該氣體導入部包括將對物體電漿處理的處理氣體導入該處理室的一第一氣體入口，以及將惰氣導入該處理室的一第二氣體入口，以及

其中該處理設備更包括設在被該電導調整器隔開的該

(2)

處理室的電漿產生區一側的一排放機構，以及

其中第一氣體入口係在被該電導調整器隔開的該處理室的電漿產生區一側，而且第二氣體入口係在被該電導調整器隔開的該處理室中的物體側之一側。

6.依據申請專利範圍第1項之處理設備，其中電漿處理為使物體一表面氧化或氮化。

7.一種處理設備，其為一物體提供電漿處理，該處理設備包括：

一處理室，其容納要被處理的一物體並產生電漿；

一氣體導入部，其被安排在靠近該物體並將氣體導入處理室中；以及

一排放機構，其安排在比物體更靠近一電漿產生區之處。

8.依據申請專利範圍第7項之處理設備，更包括在該物體與電漿產生區之間的一電導調整器，以將圍繞該物體的處理空間中的活性種濃度維持在既定範圍。

9.依據申請專利範圍第8項之處理設備，其中該電導調整器係設有數孔的一板。

10.依據申請專利範圍第8項之處理設備，其中該排放機構設在被該電導調整器隔開的該處理室的電漿產生區一側，其中該氣體導入部係在被該電導調整器隔開的該處理室中的物體側一側。

11.依據申請專利範圍第8項之處理設備，其中該氣體導入部包括將對物體電漿處理的處理氣體導入該處理

(3)

室的一第一氣體入口，以及將惰氣導入該處理室的一第二氣體入口，以及

其中該排放機構和第一氣體入口設在被該電導調整器隔開的該處理室的電漿產生區一側，以及

其中第二氣體入口係在被該電導調整器隔開的該處理室中的物體側之一側。

1 2 .依據申請專利範圍第 7 項之處理設備，其中電漿處理為使物體一表面氧化或氮化。

1 3 .一種處理設備，其為一物體提供電漿處理，該處理設備包括：

一處理室，其容納要被處理的一物體並產生電漿；

一氣體導入部，其將氣體導入處理室中；以及

將活性種濃度維持在 10^9 - 10^{11} cm^{-3} 的一機構。

1 4 .依據申請專利範圍第 1 3 項之處理設備，其中該維持裝置包括在該物體與電漿產生區之間的一電導調整器，以將圍繞該物體的處理空間中的活性種濃度維持在既定範圍。

1 5 .依據申請專利範圍第 1 4 項之處理設備，其中該電導調整器係設有數孔的一板。

1 6 .依據申請專利範圍第 1 4 項之處理設備，更包括設在被該電導調整器隔開的電漿產生區一側的一排放機構，其中該氣體導入部係在被該電導調整器隔開的該處理室中的物體一側。

1 7 .依據申請專利範圍第 1 4 項之處理設備，其中

(4)

該氣體導入部包括將對物體電漿處理的處理氣體導入該處理室的一第一氣體入口，以及將惰氣導入該處理室的一第二氣體入口，以及

其中該處理設備更包括設在被該電導調整器隔開的該處理室的電漿產生區一側的一排放機構，以及

其中第一氣體入口係在被該電導調整器隔開的該處理室的電漿產生區一側，而且第二氣體入口係在被該電導調整器隔開的該處理室中的物體側之一側。

18. 依據申請專利範圍第13項之處理設備，其中電漿處理為使物體一表面氧化或氮化。

19. 一種處理方法，其將一物體容納在一處理容室內且將含氧氣體導入處理室以提供電漿處理給物體，以形成厚度為8 nm 或更小的氧化物膜，該處理方法包括以下步驟：

將物體上的活性種濃度維持在 10^9 - 10^{11} cm⁻³；以及
進行時間長於5秒鐘的電漿處理。