



(21)申請案號：098108260

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 03 月 13 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/316 (2006.01)**

(30)優先權：2008/03/14 美國 61/036,595

2009/03/11 美國 12/401,895

(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：曼尼拉傑許 MANI, RAJESH (IN) ; 譚諾曼 TAM, NORMAN (US) ; 韋德曼堤摩西

W WEIDMAN, TIMOTHY W. (US) ; 橫田義孝 YOKOTA, YOSHITAKA (JP)

(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：6 共 46 頁

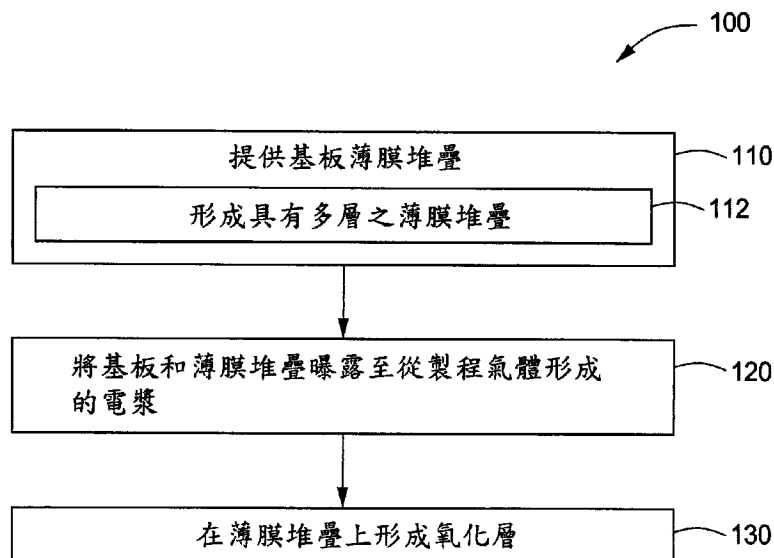
(54)名稱

用於半導體裝置之氧化的方法

METHODS FOR OXIDATION OF A SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)摘要

這裡提供在一半導體基板上製造氧化層之方法。氧化層可形成在一基板上之一完整結構上，或選擇性地形成在一含非金屬層上，而極少量或未氧化一曝露的含金屬層。本文披露的方法可在不同的製程腔室中執行，包括但不限於解耦電漿氧化腔室、快速和/或遠端電漿氧化腔室、和/或電漿浸沒離子佈植腔室。在一些實施例中，一方法可提供一基板，該基板包含一含金屬層和一含非金屬層；和藉由將該基板曝露至一電漿，在該含非金屬層的一曝露表面上形成一氧化層，該電漿是由包括下列氣體的一製程氣體所形成：一含氫氣體、一含氧氣體、及下列至少一者：一補充含氧氣體或一含氮氣體。





(21)申請案號：098108260

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 03 月 13 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/316 (2006.01)**

(30)優先權：2008/03/14 美國 61/036,595
2009/03/11 美國 12/401,895

(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：曼尼拉傑許 MANI, RAJESH (IN) ; 譚諾曼 TAM, NORMAN (US) ; 韋德曼堤摩西
W WEIDMAN, TIMOTHY W. (US) ; 橫田義孝 YOKOTA, YOSHITAKA (JP)

(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：6 共 46 頁

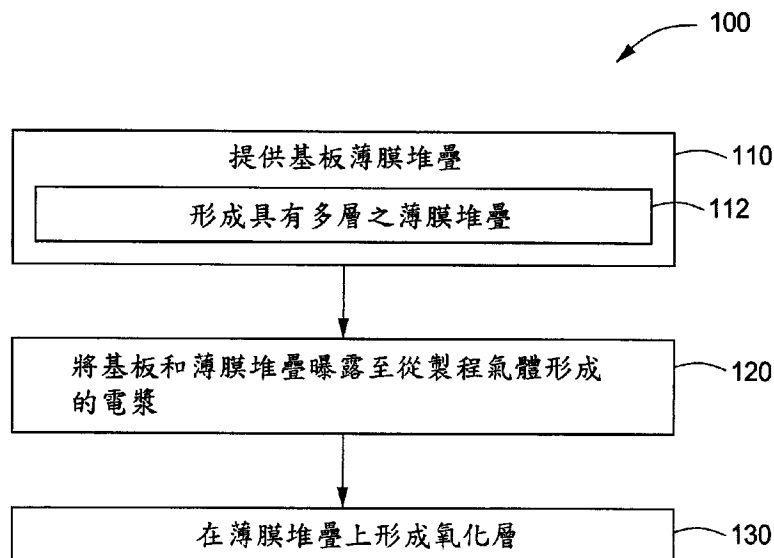
(54)名稱

用於半導體裝置之氧化的方法

METHODS FOR OXIDATION OF A SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)摘要

這裡提供在一半導體基板上製造氧化層之方法。氧化層可形成在一基板上之一完整結構上，或選擇性地形成在一含非金屬層上，而極少量或未氧化一曝露的含金屬層。本文披露的方法可在不同的製程腔室中執行，包括但不限於解耦電漿氧化腔室、快速和/或遠端電漿氧化腔室、和/或電漿浸沒離子佈植腔室。在一些實施例中，一方法可提供一基板，該基板包含一含金屬層和一含非金屬層；和藉由將該基板曝露至一電漿，在該含非金屬層的一曝露表面上形成一氧化層，該電漿是由包括下列氣體的一製程氣體所形成：一含氫氣體、一含氧氣體、及下列至少一者：一補充含氧氣體或一含氮氣體。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之實施例一般相關於半導體製造，尤相關於半導體裝置之氧化製程或其組件。

【先前技術】

半導體裝置通常需要在製造的各個階段形成薄氧化層。例如，在電晶體中，可能會形成一薄柵氧化層以作為一柵堆疊結構的部分。此外，在一些應用中，例如，在一快閃記憶體薄膜堆疊的製造中，可環繞整個柵極堆疊形成一薄氧化層（以下稱純氧化），例如，藉由將堆疊曝露至一氧化製程。傳統上以熱方式或使用電漿來執行這種氧化製程。在其他應用中，氧化層可選擇性地只形成在薄膜堆疊之特定層上（以下稱選擇性氧化）。

傳統上用以形成氧化層之的熱製程，例如，一柵氧化層或一柵堆疊氧化層，在過去使用的較大特徵尺寸的半導體裝置的製造上有相對良好的效果。不幸的是，當特徵尺寸變得更小，並在下一代的先進技術上使用不同的氧化物，在熱氧化製程中所需要的較高晶圓溫度對高度接合精度造成了問題，現在需要的高度接合精度在較高溫度（例如，約攝氏 700 度以上）下會產生擴散。這種扭曲的接合精度和其他特徵可能會導致設備性能不佳或失敗。

用於形成氧化層的電漿製程，也有類似的問題。例如，在較高的腔室壓力（例如，100 mTorr）下，在形成期間，污染物往往會積聚在柵氧化層，從而在柵氧化層結構上導致致命的缺陷，例如，懸鍵或移動電荷，而且在低腔室壓力（例如，數十 mTorr）下，增加的電漿離子的能量會導致離子轟擊損傷和其他擴散問題。

例如，傳統的氧化製程往往造成稱為鳥嘴的缺陷。鳥嘴是指氧化層從鄰近層間的界面側擴散到薄膜堆疊結構層，而鈍化鄰近層的邊角。由此產生的缺陷有類似於鳥類的嘴的一形狀。侵入記憶體單元的主動區域（例如，在快閃記憶體應用）的氧化層降低了記憶體單元的主動寬度，從而不良地降低了單元的有效寬度和使相關於快閃記憶體裝置的表現變差。

此外，在包括含金屬與含非金屬層之一些薄膜堆疊結構中，例如，DRAM 記憶體裝置，在某些應用上可能需要含非金屬層的側壁氧化，因為含金屬層的氧化可能限制導電性和降低裝置功能。例如，傳統上的，可使用氫氣（ H_2 ）和氧氣（ O_2 ）之混合氣體，或使用水蒸汽（ H_2O ）和氫氣（ H_2 ）的混合物，來達成存在有鎢（W）金屬的選擇性側壁氧化，該混合氣體在高壓下原位反應，以產生氧化物。然而，要達成存在有某些金屬合金（如，氮化鈦（TiN））的選

擇性側壁氧化的條件，這些傳統方法是不夠的，因為該製程將不良地使錫氧化。

因此，有必要改進用以氧化材料堆疊的方法。

【發明內容】

這裡提供在一半導體基板上製造氧化層之方法。氧化層可形成在一基板上之一完整結構上，或選擇性地形成在一含非金屬層上，而極少量或未氧化一曝露的含金屬層。本文揭示之方法可執行於溫度低於攝氏 700 度的情況下。本文披露的方法可在不同的製程腔室中執行，包括但不限於解耦電漿氧化腔室、快速和/或遠端電漿氧化腔室、和/或電漿浸沒離子佈植腔室。

在一些實施例中，一種在一半導體基板上形成一氧化層的方法包含：在一製程腔室中的一基板支架上提供欲氧化的一基板；以及在該製程腔室中從一製程氣體形成一電漿，以在該基板上形成一氧化層，該製程氣體包含一含氫氣體、一含氧氣體、及下列至少一者：一氮化氣體(例，一含氮氣體)或一補充氧化氣體(例，一補充含氧氣體)。

該含氫氣體可包含下列至少一者：氫 (H_2) 或水 (H_2O)，該氧化氣體可包含下列至少一者：氧 (O_2) 或水 (H_2O)。該氮化氣體可包含下列至少一者：氨 (NH_3)、一氧化氮 (NO)、或一氧化二氮 (N_2O)，以及該補充

氮化氣體可包含下列至少一者：臭氧（ O_3 ）或過氧化氫（ H_2O_2 ）。

在一些實施例中，一種在一半導體基板上形成一氧化層的方法包含：在一製程腔室中的一基板支架上提供欲氧化的一基板；以及在該製程腔室中從一製程氣體形成一電漿，以在該基板上形成一氧化層，該製程氣體包含氨（ NH_3 ）及一含氧氣體。該含氧氣體可包含下列至少一者：氧（ O_2 ）、臭氧（ O_3 ）、一氧化氮（ NO ）、或一氧化二氮（ N_2O ）。亦可提供包含氫氣（ H_2 ）的一補充含氫氣體。

在一些實施例中，一種在一半導體基板上形成一氧化層的方法包含：在一製程腔室中的一基板支架上提供欲氧化的一基板；以及在該製程腔室中從一第一製程氣體形成一電漿，以在該基板上形成一氧化層，該第一製程氣體包含一氮化氣體；以及在該製程腔室中從一第二製程氣體形成一電漿，以在該基板上形成一氧化層，該第二製程氣體包含一含氫氣體及一含氧氣體。該氮化氣體可包含下列至少一者：氨（ NH_3 ）、一氧化氮（ NO ）、或一氧化二氮（ N_2O ）。該含氫氣體可包含下列至少一者：氫氣（ H_2 ）或水蒸汽（ H_2O ）。該含氧氣體可包含下列至少一者：氧氣（ O_2 ）或水蒸汽（ H_2O ）。

在一些實施例中，在執行一純氧化製程時，所提供的含氫氣體、或氨可高達所提供的全部製程氣體的約百分之

六十或達到約百分之七十五。在一些實施例中，在執行一選擇性氧化製程時，所提供的含氫氣體、或氫至少達到所提供的全部製程氣體的約百分之七十五。

【實施方式】

本發明之實施例提供用以氧化半導體結構之方法。本發明製程有利地提供一半導體結構之完整氧化（純氧化）或選擇性地在一半導體結構之選定層上形成氧化層，而在非目標層上即使有也不會有太多的氧化（選擇性氧化）。可在各種製程腔室中執行本發明之實施例，例如，解耦電漿氧化腔室、快速和/或遠端電漿氧化腔室、電漿浸沒離子佈植腔室、等等。

圖 1 依據本發明之一些實施例，描述在半導體結構上形成氧化層之說明性製程 100。這個製程包括提供一半導體結構，包括一基板，其中配置有一薄膜堆疊。半導體結構可能是部分製造的半導體裝置，如邏輯、DRAM、快閃記憶體裝置、等等。這裡所敘述之製程 100 係針對圖 2A-B 和圖 3A-B 之半導體結構，且可在任何合適的電漿製程腔室，例如，圖 4-6 所繪示之製程腔室，介紹如下。

在一些實施例中，製程 100 可用以提供純氧化（如，一基板上整個結構或裝置之氧化）。例如，圖 2A-B 描繪一部分形成的半導體結構 200，包括其上形成有一薄膜堆疊

240 之一基板 202。基板 202 可能有各種尺寸，如 200 或 300 毫米晶圓，以及一矩形或方形面板，或其他形狀和大小。基板 202 可包括一材料，包括例如單晶矽（例如，矽<100>或矽<111>）、氧化矽、應變矽、矽鍺、摻雜或未摻雜多晶矽、摻雜或未摻雜矽晶圓、圖案或無圖案矽晶圓、矽絕緣體（SOI）、碳摻雜氧化矽、氮化矽、摻雜矽、鍺、砷化鎵、玻璃、寶石、等等。

薄膜堆疊 240 可以是純氧化所欲之處的任何材料的堆疊。例如，在一些實施例中，例如，在快閃記憶體的应用和如圖 2A 所繪示者，薄膜堆疊 240 可能是快閃記憶體單元的一柵極堆疊，包含一隧道氧化層 204、一浮柵層 206、一單一或多層介電層，其包含交互聚合介電質（IPD）210（IPD 之一非限制的例子是一多層 ONO 層，包含一氧化層 212、一氮化層 214、以及一氧化層 216，如圖 2A-B 所示）和一個控制閘層 220。氧化層 204、212、216 通常包含矽和氧，如氧化矽（ SiO_2 ）、氮氧化矽（ SiON ）、等等。氮化層 214 通常包含矽和氮，如氮化矽（ SiN ）等等。在一些實施例中，包括 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 之層也可作為 IPD 層 210。浮柵層 206 和控制閘層 220 通常包括一導電物質，如，多晶矽、金屬、等等。

如圖 2B 所示，在一純氧化製程中可對約整個薄膜堆疊 240 形成一氧化層 230，詳如下述。應明白，依據本文之教

示，亦可對其他應用之薄膜堆疊進行有利的氧化，如動態隨機存取記憶體（DRAM）金屬電極/多晶矽柵堆疊、非揮發性記憶體（NVM）的電荷擷取快閃記憶體（CTF）、等等。DRAM 金屬電極通常是鎢（W）所構成，在鎢和多晶矽層間具有氮化鈦（TiN）或氮化鎢（WN）之中間層。非揮發性記憶體（NVM）之電荷擷取快閃記憶體（CTF）使用 $\text{SiO}_2 / \text{SiN} / \text{Al}_2\text{O}_3$ 柵堆疊與在柵腐蝕之後亦受益於側壁氧化之氮化鈮（Ta₂N₅）或氮化鈦（TiN）之一金屬電極。

除了純氧化，在一些實施例中，可提供製程 100 以用於選擇性氧化（如，基板上之一結構或一裝置之部分的氧化）。選擇性氧化的要求可能出現在當有曝露的金屬或金屬合金而需要進行氧化製程時。在這種情況下，進行之氧化製程不能有曝露金屬/金屬合金的異常氧化。需要對邏輯、快閃記憶體裝置、等等進行選擇性氧化的情況通常出現在存在有金屬柵電極時柵堆疊蝕刻之後的側壁重新氧化製程，例如，側壁電極包含鈦（Ti）、氮化鈦（TiN）、鎢（W）、鎢矽氮化物（WSi₂N）、氮化鎢（WN）、碳化鈮（TaC）、氮化鈮（Ta₂N₅）、等等。

例如，圖 3A-B 描繪一部分形成的半導體結構 300，包括其上形成有一薄膜堆疊 340 之一基板 202。在一些實施例中，堆疊 340 包括：一隧道氧化層 304、一浮柵層 306、一或多導電屏障層 312、314、至少一金屬層 316 和一覆蓋層

320。導電屏障層 312、314 和金屬層 316 形成一金屬電極 310。該一或多個導電屏障層可包括氮化鈦 (TiN)、鎢矽氮化物 (WSixN)、氮化鎢 (WN)、碳化鈮 (TaC)、和氮化鈮 (TaN)。該至少一金屬層可包括鈦 (Ti) 與鎢 (W)。在一些實施例中，導電屏障層 312, 314 分別是 TiN 和 WN。在一些實施例中，金屬層是鎢 (W)。該浮柵層 206 包括導一電物質，如多晶矽 (Si)。覆蓋層 320 可包括一絕緣材料，如氮化矽 (SiN)。

如圖 3B 所示，在一選擇性氧化製程中，一氧化層 330 可選擇性地針對含非金屬層 (例如，隧道氧化層 304 和浮柵層 306) 來形成，而不是正在針對含金屬層 (例如，包括金屬電極 310 之層 312, 314, 316)，詳如下述。應明白，依據本文提供的教示，包括含金屬層和含非金屬層之其他應用之薄膜堆疊亦可有利地選擇性氧化。

回到圖 1，製程 100 始於 110，其中所提供的一基板 202 具有欲在其上進行氧化之一薄膜堆疊 (例如，圖 2A 之薄膜堆疊 240，或圖 3A 之薄膜堆疊 340)。在一些實施例中，薄膜堆疊 (例如，240, 340) 可形成在基板 202 之 112，然後提供給一合適的電漿製程腔室，以進行氧化製程。例如，薄膜堆疊可製作於耦接至一叢集工具的一或多製程腔室，該叢集工具也耦接有一合適的氧化製程腔室。例如，一合

適的叢集工具是一 Gate Stack CENTURA，其可從應用材料公司(加利福尼亞州聖克拉拉市)獲得。

接著，在 120，一製程氣體可提供給一電漿製程腔室。製程氣體可被用於如本文所述的實施例之一純或選擇性氧化，並可加以利用，以在薄膜堆疊（例如，240，340）上形成氧化層（例如，230，330），如上所述。在以下的每一項實施例中，製程氣體、流量、比例、和其他製程參數可任意組合使用，除非特別註明。

在一些實施例中，且適用於純或選擇性氧化製程，製程氣體可包括一含氫氣體、一氧化氣體、及下列至少一者：一氮化氣體（如含氮氣體）或一補充氧化氣體（如補充含氧氣體）。已經發現增加氮化氣體或補充氧化氣體可以促進對含金屬層的選擇性，從而促進本文所述之選擇性氧化製程。該含氫氣體可包含氫氣(H_2)或水蒸汽(H_2O)。該含氧氣體可包含氧氣(O_2)或水蒸汽(H_2O)。氮化氣體可包括氨(NH_3)、一氧化氮(NO)、一氧化二氮(N_2O)、以及它們的組合。補充氧化氣體可包括臭氧(O_3)和過氧化氫(H_2O_2)、以及它們的組合。在本文所述之實施例中，水蒸汽(H_2O)可作為含氫氣體或含氧化氣體，但不能同時作為兩者。

在一些實施例中，該製程氣體可包括含氫氣體、氧化氣體和氮化氣體。例如，在一些實施例中，該製程氣體可包括氫(H_2)、水蒸汽(H_2O)、及下列至少一者：氨(NH_3)、

一氧化氮 (NO)、或一氧化二氮 (N₂O)。在一些實施例中，該製程氣體可包括氫 (H₂)、氧 (O₂)、及下列至少一者：氨 (NH₃)、一氧化氮 (NO)、或一氧化二氮 (N₂O)。已發現，增加一氮化氣體可在存在有一含金屬層的情況下，促進一含非金屬層的選擇性氧化，而不氧化該含金屬層。例如，選擇性氧化可在存在有一含金屬層的情況下執行，該含金屬層包括氮化鈦 (TiN)、鎢矽氮化物 (WSixN)、氮化鉭 (TaN)、碳化鉭 (TaC)、等等，而不氧化該含金屬層。

在一些實施例中，該製程氣體包括含氫氣體、氧化氣體和補充氧化氣體。例如，在一些實施例中，該製程氣體可包括水蒸汽 (H₂O)、氧氣 (O₂)、及下列至少一者：過氧化氫 (H₂O₂) 或臭氧 (O₃)。在一些實施例中，該製程氣體可包括氫氣 (H₂)、氧氣 (O₂)、及下列至少一者：過氧化氫 (H₂O₂) 或臭氧 (O₃)。已發現，當存在有一含金屬層，增加一補充氧化氣體有利於含非金屬層的選擇性氧化，而不氧化該含金屬層。例如，選擇性氧化可在存在有一含金屬層的情況下執行，該含金屬層包括氮化鈦 (TiN)、鎢矽氮化物 (WSixN)、氮化鉭 (TaN)、碳化鉭 (TaC)、等等，而不氧化該含金屬層。

在一些實施例中，一氮化預處理可在引入一製程氣體之前的第一步驟進行，該製程氣體包含第二步驟的一含氫

氣體和一含氧氣體。氮化預處理包括引入一氮化氣體，質包括上述氮化氣體之至少一者。含氫氣體和含氧氣體其每一可包括任何一種或一種以上的上述氣體。例如，在一些實施例中，該氮化氣體可包括下列至少一者：氨（ NH_3 ）、一氧化氮（ NO ）、或一氧化二氮（ N_2O ），以及該製程氣體可包括氫（ H_2 ）、氧（ O_2 ）。在一些實施例中，該氮化氣體可包括下列至少一者：氨（ NH_3 ）、一氧化氮（ NO ）、或一氧化二氮（ N_2O ），以及該製程氣體可包括氫（ H_2 ）、水蒸汽（ H_2O ）。

在一些實施例中，所提供之一製程氣體包括一含氫氣體，其包括至少氨（ NH_3 ）和一含氧氣體，其包括下列至少一者：氧氣（ O_2 ）、臭氧（ O_3 ）、一氧化氮（ NO ）或一氧化二氮（ N_2O ）。該含氫氣體可額外包括氫氣（ H_2 ）。

在一些實施例中，可控制在 120 提供的製程氣體之混合，以利於提供一純或選擇性氧化製程。例如，在一些實施例中，一純氧化製程之進行可利用提供任何上述製程氣體組合之該含氫氣體達到所提供製程氣體之總量的約百分之七十五，或在一些實施例中，達到約百分之六十。在一些實施例中，一選擇性氧化製程之進行可利用提供任何上述製程氣體組合之該含氫氣體達到所提供製程氣體之總量的約百分之五十，或在一些實施例中，達到約百分之七十五。

在一些實施例中，可用約 100 - 2000 sccm，或約 400 sccm 的總流量，來提供該製程氣體（或氣體混合物）。例如，在氧氣（ O_2 ）和氮（ NH_3 ）都有提供之實施例中，可在上述之比例範圍內以總流量介於約 100 - 2000 sccm 或約 400 sccm，來提供氧氣（ O_2 ）和氮（ NH_3 ）。因此，在提供氧氣（ O_2 ）、氮（ NH_3 ）和氫氣（ H_2 ）的實施例中，可在上述比例範圍內用上文所述之相同的總流量，來提供該製程氣體。

在一些實施例中，也可提供一或多惰性載氣。如有必要，可用介於約 100 - 2000 sccm 之總流量來提供惰性氣體，並提供具有高達約百分之五十左右的含氮氣體之一製程氣體混合物。惰性氣體的增加也可用於防止離子氧和/或氮重新結合。激發態雙原子分子通常傾向於在一電漿中與自己重組，所以增加惰性氣體（如氫、氮、氬、氖、等等）可有利於較高的氧化率。

製程氣體實施例	比例(純或選擇性 氧化製程)	全部氣體流量
氮化第一步驟+第 二步驟(使用含氮氣 體+含氧氣體)	純：達到 60%或達 到 75%含氮氣體 選擇性：75%或更 高的含氮氣體	約 100 - 2000 sccm

含氫氣體+含氧氣體+氮化氣體	純：達到 60%或達到 75%含氫氣體 選擇性：75%或更高的含氫氣體	約 100 - 2000 sccm
含氫氣體+含氧氣體+補充氧化氣體	純：達到 60%或達到 75%含氫氣體 選擇性：75%或更高的含氫氣體	約 100 - 2000 sccm
氮+含氧氣體	純：達到 60%或達到 75%氮氣 選擇性：75%或更高的氮氣	約 100 - 2000 sccm

表一

表一，如上述，總結製程氣體組合和製程氣體混合物或比例之各種實施例，用以進行依據本發明之實施例之純或選擇性氧化。

可形成厚度約 5-100 埃之氧化層（例如，230，330）。製程 100 可提供每分鐘介於約 7-50 埃，或至少約 25 埃的氧化層增長率。與傳統的氧化製程相比，本發明之製程有利於以較低的熱預算形成如上述之氧化，從而藉由減少基板曝露至製程的時間，以限制擴散的影響。在一些實施例中，該製程可持續時間約 5-300 秒之間。

當形成氧化層（例如，230，330）在薄膜堆疊（例如，240，340）上達到一理想厚度時，製程 100 結束。如有需要，其後可進一步處理基板 202，以完成在其上製備之結構。

本發明之實施例可進行於適當裝配的電漿反應器，如解耦電漿氧化（DPO）反應器，其可以獲取自應用材料公司（加利福尼亞州的聖克拉拉，或其他地方），參考圖 4 說明如下。也可使用其他合適的電漿反應器，包括遠端電漿氧化（RPO）反應器，或環形源電漿浸沒離子佈植反應器，如 P3I，其可獲取自應用材料公司，其將參考圖 5-6 分別說明如下。例如，圖 4 描繪一說明性電漿反應器 400，其適合依據本發明之實施例進行氧化形成製程。藉由以一脈衝或連續波（CW）射頻功率產生器驅動之電感耦合電漿源電源器，反應器 400 可提供一低能量電漿。反應器包括一腔室 410，其具有一圓柱形側壁 412 和一頂板 414，其可以是圓頂形狀（如圖所示）、平坦狀、或其他形狀。電漿源電源器包括一線圈天線 416，其置於頂板 414 之上，並藉由一阻抗匹配網路 418 耦接至一射頻功率源，其包含在產生器 420 的輸出處之一射頻功率產生器 420 和一閘 422，該產生器 420 係由一脈衝信號控制，該脈衝信號具有一選擇性的工作週期。射頻功率產生器 420 係配置為提供約 50 瓦特至 2500 瓦特間之電力。應理解，可以利用其他低離子能源產生電漿源電源器，如遠端射頻或微波電漿源。

反應器 400 還包括一基板支撐座 424，如一靜電夾頭或其他合適的基板的支架，用以固定一半導體基板 426，例如一 200 或 300 毫米半導體晶片等等。基板支撐座 424 一般包括一加熱裝置，例如，位於基板支持座 424 頂部表面之下的一加熱器 434。加熱器 434 可以是一單個或多個區域加熱器，例如，一雙徑區域加熱器，其在徑向上具有內部和外部加熱元件 434a，434b，如圖 4 所示。

反應器 400 還包括一氣體噴射系統 428 和一真空泵 430，其耦合至腔室內部。氣體噴射系統 428 被提供給一或多製程氣源，例如，一氧容器 432、一氫容器 462、一水蒸汽容器 468、或一特定應用所需之其他製程氣源。分別耦接至氣源（例如，氧容器 432、氫容器 462、水蒸汽容器 468 等）之流量控制閥 466，464，470 可用於在處理製程中選擇性地提供製程氣體或製程氣體混合物至腔室內部。亦可提供用以提供額外的氣體，例如，惰性氣體（氮、氬、等等）、氣體混合物、等等之其他氣源（未顯示）。腔室壓力可藉由真空泵 430 之一節流閥 438 來控制。

可藉由控制一脈衝產生器 436 的工作週期，來控制在閘 422 之脈衝射頻功率輸出的工作週期，其中該脈衝產生器 436 係耦接至閘 422。電漿係產生在一離子產生區域 440，其對應於被線圈天線 416 所包圍之頂板 414 底下的一體積。當電漿與基板 426 相距一距離，而形成於腔室 410

之上游區域，該電漿被稱為一準遠端電漿（例如，該電漿有遠端電漿形成之優點，但形成在與基板 426 相同的製程腔室 410。）或者，當離子產生區域 440 被置於腔室 410 之外，可以利用一遠端電漿。

在操作中，可使用電漿反應器 400，以依據本發明之實施例來進行氧化製程，以使沉積的氧化層具有降低缺陷之高品質，例如，一極低的缺陷密度、一減少的鳥嘴、等等。藉由減少脈衝射頻電漿的工作週期，可減少缺陷。可在一降低的溫度中進一步執行製程，該降低的溫度中可限制擴散，這是一個能使鳥嘴最少化之顯著優點。

例如，在 130，可從電漿製程腔室 400 之製程氣體產生一電漿，以（完全或選擇性地）在薄膜堆疊（例如，240，340）上形成一氧化層。藉由電感耦合來自置於頂板 414 之線圈天線 416 之射頻能量，可在腔室 410 之離子產生區域 440 產生電漿，從而有利地提供一低離子能量（例如，低於脈衝電漿之約 5eV，和低於 CW 電漿的 15eV）。電漿的低離子能量限制離子轟擊的損傷，並促進堆疊的側壁之氧化，同時限制在其各層間氧的擴散，從而減少鳥嘴。

在一些實施例中，可用一合適頻率提供約 25 至 5000 瓦的功率給線圈天線 116，以形成一電漿（例如，在 MHz 或 GHz 的範圍內，或約 13.56 兆赫或更高）。可以連續波或脈衝模式，及約 2 至 70% 之工作週期提供電源。

例如，在一些實施例中，可在連續“on”時間產生電漿，和電漿的離子能量允許在“off”間隔降低。“off”間隔分開連續的“on”間隔，及“on”和“off”間隔界定一可控制的工作週期。工作週期限制基板表面處的動態離子能量，使其低於一預定的閾值能量。在一些實施例中，該預定的閾值能量是約 5 eV 或其之下。

例如，在脈衝射頻功率的“on”時間期間，電漿能量增加，並在“off”的時間減少。在短的“on”時間期間，產生在離子產生區域 440 的電漿係鬆散對應於線圈天線 416 所包圍之體積。在基板 426 上升高離子產生區域 140 一顯著距離 L_D 。在“on”時間產生在頂板 414 附近之離子產生區域 440 之電漿，在“off”時間期間以平均速度 V_D 漂移向基板 426。在每一個“off”時間，最快的電子擴散至腔室壁，使電漿冷卻。最有能量的電子以比電漿離子漂移速度 V_D 更快的速度擴散至腔室牆。因此，在“off”時期間，在離子達到基板 426 之前，電漿離子能量顯著下降。在接下來的“on”時間，在離子產生區域 440 產生更多的電漿，並重複整個週期。結果，到達基板 426 的電漿離子的能量大大減少。在較低的腔室壓力範圍中，即約 10 mT 及其以下，脈衝射頻者的電漿能量相較於連續射頻者減少許多。

脈衝波形的“off”時間和離子產生區域 440 和基板 426 之間的距離 L_D 必須足夠，以使在離子產生區域 440 產生的

電漿失去其足夠的能量，以在到達基板 426 時產生較少或不產生離子轟擊損壞或缺陷。具體來說，“off”的時間係由介於約 2 和 30 千赫，或在約 10 千赫之一脈衝頻率來界定，以及“on”工作週期係由介於約 5 % 和 20 % 的脈衝頻率來界定。因此，在一些實施例中，“on”間隔可持續約 5 - 50 微秒，或約 20 微秒，以及“off”間隔可持續約 50 - 95 微秒，或大約 80 微秒。

在一些實施例中，離子產生區域到基板的距離 L_D 大於約 2 厘米之間，或在約 2 - 20 厘米之間。在脈衝射頻功率波形的一單一“off”時間期間，離子產生區域到基板距離 L_D 可以大致相同於（或大於）距離 V_D 乘以電漿離子行進的“off”時間。

在連續波和脈衝模式下，產生在 330 的電漿有利地平衡了在腔室中的氧和氫離子的共生，和足夠接近基板，以及控制離子能量以限制離子反應的損失，以防止離子轟擊導致損害或擴散損害（例如，鳥嘴）。

在 130 產生的電漿（如上文參照圖 1 所述）可形成於一低壓製程，從而減少污染引致缺陷的可能性。例如，在一些實施例中，腔室 410 可將壓力維持在約 1 - 500 mTorr 之間。此外，在這麼低的腔室壓力水平下所預計的離子轟擊引起的缺陷會受到限制，或如上所述般，藉由使用準遠端電漿源，以及選擇性地藉由脈衝電漿源電力來防止。

基板可保持在室溫(約 22 攝氏度),或在約攝氏 20 - 750 度之間的溫度,或低於約攝氏 700 度,或低於攝氏 600 度。製程的低溫減少了電漿成分的離子能量,從而進一步限制各層堆疊 200 之間的氧擴散,從而進一步減少鳥嘴。在一些實施例中,亦可利用較高的溫度,例如,在遠端電漿氧化製程中低於大約攝氏 800 度。

如上文所述,本發明之實施例可執行於與上文所述之解耦電漿氧化腔室不同的腔室。兩個額外的示例性電漿反應器適合執行本發明之製程,包括快速和/或遠端電漿氧化(RPO)反應器,如圖 5 所示,以及一環形源電漿浸沒離子佈植反應器,例如,P3I,如圖 6 所示。這些反應器皆可獲取自應用材料公司(加利福尼亞州聖克拉拉市)。

圖 5 繪示一設備或系統之一實施例,其用於從製程氣體形成一電漿,並用來在一半導體結構沉積一氧化層,例如,圖 2A-B 和 3A-B 分別繪示之 200 和 300。該設備或系統包括一個快速熱處理(RTP)設備 500,例如但不僅限於,具有一 HONEYCOMB SOURCETM之應用材料公司的 RTP CENTURA。這樣一個合適的 RTP 設備和其操作方法載於讓予本發明之受讓人之美國專利第 5,155,336 號,陳明於此以供參考。其他類的熱反應器可取代 RTP 設備,例如,應用材料公司所製造之 Epi 或 Poly Centura 單晶圓“Cold Wall”反應器,以用於形成高溫薄膜,例如,磊晶矽、多晶

矽、氧化物、和氮化物。應用材料所製造的腔室 DxZ 也適合。

耦接至 RTP 裝置 500 的是一電漿噴頭 502，在操作中提供電漿的自由基至 RTP 設備 500。耦合至電漿噴頭 502 的是一能量源 504，用以產生一激態能量以產生一電漿。

在圖 5 所示之實施例中，RTP 設備 500 包括一製程腔室 506，其由一側壁 508 和一底板 510 所圍繞。腔室 506 之側壁 508 的上部藉由 O 形環密封至一個窗口組件 512。一輻射能量燈管組件或照明器 514 係置於窗口組件 512 之上並與其耦接。燈管組件 514 包括多個鹵鎢燈 516(例如，Sylvania EYT 燈)，例如其每一個被安裝到燈管 518，其可以由不銹鋼、黃銅、鋁或其他金屬製成。

通常為碳化矽所製成之一支撐環 522 在一腔室 506 內的一邊緣上支撐一晶圓或基板 520。支撐環 522 安裝在一旋轉石英缸 524。該旋轉石英缸 524 在製程期間使支撐環 522 和晶圓或基板 520 旋轉。一額外的碳化矽配接環可用於處理不同直徑的晶圓或基板(例如，150 毫米，200 毫米或 300 毫米晶圓)。

RTP 設備 520 的底板 510 包括，例如，一金塗層頂部表面或反射器 526，用以反射能量到晶圓或基板 520 的背面。此外，RTP 設備 500 包括多個穿過 RTP 設備 500 的底

板 510 配置之光纖探針 528，以在底部表面上的多個位置檢測晶圓或基板 520 的溫度。

RTP 設備 520 包括穿過側壁 508 形成的一進氣口（未繪示），用以注入一製程氣體至 506，以在腔室 506 進行各種處理步驟。在側壁 508 上，位在進氣口對面的是一出氣口（未繪示）。出氣口是一排氣系統的一部分，且耦接至一真空源，如泵（未繪示），用以從腔室 506 排出製程氣體和減少腔室 506 的壓力。當製程氣體（包括電漿自由基）在製程期間不斷注入腔室 506，排氣系統維持所需的壓力。

另一進氣口 530 係穿過側壁 508 形成，藉以將製程氣體的電漿注入到製程腔室。噴頭 502 耦接至進氣口 530，用以注入電漿的自由基至製程腔室。

燈管組件 514 可包括燈 516，其呈一六角形陣列或呈一「蜂窩」狀配置。燈 516 係經配置以充分涵蓋晶圓或基板 520 及支撐環 522 的整個表面區域。燈 516 被區分為區域，以獨立控制來對晶圓或基板 520 提供極均勻的加熱。藉由在各燈管流過一冷卻劑（如水），可冷卻燈管 518。

窗口組件 512 包括多個短燈管 241。可注入一冷卻劑（例如，水）至燈管 532 之間以冷卻燈管 532。燈管 532 與照明器之燈管 518 共同作用。藉由從連接至燈管 532 之一者的一管 540，其中該燈管依續連接至其他燈管，可在多個燈管 532 中產生一真空。

RTP 設備 500 是一單晶圓反應室，其能夠以攝氏 25-100 度/秒之速度，提高晶圓或基板 520 的溫度。RTP 設備 500 被稱為是一“冷壁”反應室，因為晶圓或基板 520 的溫度在例如一氧化製程的期間至少有攝氏 400 度以上，高於腔室側壁 508 的溫度。可以藉由在側壁 508 和/或底板 510 循環加熱/冷卻液，以將牆壁保持在一個理想的溫度。

如上所述，電漿噴頭 502 被耦接到 RTP 設備 500，以提供一電漿的自由基來源給 RTP 設備 500。在一實施例中，藉由一入口元件 542，將電漿連接到 RTP 設備 500。電漿噴頭 502 還包括一進氣口 544。一氣源耦接至進氣口 544，例如，一儲液槽或貯存器 546。藉由波導 548a 和 548b，將電漿噴頭 502 耦接到能量源 504。

圖 5 繪示一實施例，因為在 RTP 設備 500 的腔室 506 外產生電漿，電漿噴頭 502 遠離 RTP 設備 500。藉由將電漿噴頭 502 設置在 RTP 設備 500 的腔室 506 之遠端，可選擇性產生一電漿源以限制曝露至晶圓或基板 520 之電漿成份主要為自由基。因此，離子、自由基和電子的電漿係產生於電漿噴頭 502。然而，由於電漿噴頭 502 的尺寸（例如，長度和體積）或電漿噴頭 502 和入口元件 542 的合併尺寸，藉由激發製程氣體所產生以形成一電漿的全部或大部分離子已超過它們的離子壽命，並成為電中性。因此，提供給 RTP 設備 500 之進氣口的電漿成份主要是自由基。

電漿噴頭 502 包括例如鋁或不銹鋼之一主體 503。主體 503 包圍一管 505。該管 505 之一示例為由石英或藍寶石製成。該管 505 最好沒有任何電偏壓出現，電偏壓可能吸引帶電粒子，例如離子。主體 503 的一端包括進氣口 544。

氣源 546 耦合至進氣口 544。氣源 546 藉由一三通閥 550 的一第一入口耦接至進氣口 544。三通閥 550 的一第二入口耦合到另一個製程的氣源，例如，儲液槽或貯存器 552。在一第一位置，提供閥 550 以控制氣源 546 和進氣口 544 之間的氣體流量，同時防止任何氣體從氣源 552 流至製程腔室 506。在一第二位置，閥 550 用於控制氣源 552 和製程腔室 506 間的氣體流量，同時防止氣體從氣源 546 流至噴頭的進氣口 544。

流量控制器 554 係連接至閥 550，以在不同位置之間切換閥，這取決於製程的進行。流量控制器可以作為質量流量控制器並耦合至氣源 546 和進氣口 544 之間，以調節流至電漿噴頭 502 的氣體。流量控制器 554 的功能類似控制閥 550 和 551，可從氣源 315 提供一適當的製程氣體流量至製程腔室。

一自由基出口 562 被置於進氣口 544 之對面側。在一實施例中，自由基出口 562 耦合至進氣口元件 542 以供應電漿 564 的自由基至 RTP 設備 500 的腔室 506。自由基出口 562 通常有一直徑大於進氣口 544，使能以所需的流量充

份排出激態自由基，並盡量減少自由基和管 505 之間的接觸。電漿噴頭 502 排出和產生的自由基之流速主要取決於來源氣體入口流量、管 505 和自由基出口 562、及電漿噴頭中的壓力 502。

製程腔室中的壓力應小於噴頭中的壓力。製程腔室中的壓力可介於約 0.50 和 4.0 Torr 之間，而噴頭中壓力可介於約 1.0 和 8.0 Torr 之間。例如，如果噴頭中壓力約 2.00 Torr，則製程腔室中壓力應該約為 1.00 Torr。

能量源入口 566 位在主體 503 的進氣口 544 和自由基出口 562 間的一位置。能量源入口 566 允許從能量源 504 引入激態能量(例如，具有一微波頻率的能量)至管 505。在一微波頻率的情況下，激態能量經由管 505 進入電漿噴頭 502 的主體 503，激發以垂直於能量源入口 564 的方向行進到電漿之氣源。

可用於本發明之系統和方法的一噴頭可獲取自業凱公司(加州森尼維耳市)。

在一實施例中，能量源 504 包括一磁控 568、一隔離器和一假負載 570，這是規定的阻抗匹配。磁控 568 產生激態能量，例如，電磁或電感耦合頻率。該磁控管可以產生 1.5 和 6.0 千瓦的 2.54 GHz 的微波能量。一適當的磁控組件可獲取自 Applied Sciences and Technology 馬薩諸塞州(沃伯恩市)或 Daihen America(加利福尼亞州聖克拉拉市)。

來自磁控 568 的激態能量穿過隔離器和假負載 570，和波導 548a 和 548b 到達管 505。從某種意義上來說，假負載 570 的作動就像是一單向閥，使能量流的流向噴頭 502 而不會流向磁控 568。

自動調節器 572 位在電漿噴頭 502 和波導 548b 之間。自動調節器使反射自噴頭 502 的輻射返回電漿噴頭，以增加供應至電漿噴頭 502 的能量。自動調節器 572 亦使微波能量距焦至管 505 的中心，使能量由饋送至噴頭的氣體優先吸收。雖然自動調節器較佳，但手動調諧器亦可使用。

提供給系統控制器 556 一控制信號產生邏輯 555，其具有例如軟體指令邏輯之形式，該軟體指令邏輯是儲存在電腦可讀媒體(例如，系統控制器 556 的邏輯 557)的電腦程式。其中電腦程式包括指令集，其決定一特定製程的時間、氣體流速、腔室壓力、腔室溫度、射頻功率水平、能量源管理和其他參數。電腦程式係由處理器 559 中的系統控制器 556 處理。

圖 6 之實施例說明環形源電漿離子浸沒佈植反應器，例如但不限於，應用材料公司的 P3I 反應器。這樣一個合適的反應器及其運作方式已載於已讓予與本發明相同受讓人之美國第 7,166,524 號專利，併陳於此以供參考。

請參考圖 6，一個環形源電漿浸沒離子佈植 (P3I) 反應器 600 可包括一圓筒狀真空腔室 602，其由一圓柱形側壁

604 和一碟形頂板所界定。位於腔室地板之晶圓支撐座 608 支撐欲處理之半導體晶圓 610。天花板 606 上的一氣體分佈板或蓮蓬頭 612 在它的氣體歧管 614 從一氣體分配板 616 接收製程氣體，該氣體分配板 616 的氣體輸出可以是來自一或多個別氣體供應器 618 的任何一種氣體或氣體混合物。一真空泵 620 耦接到一泵環 622，其界定在晶圓支撐座 608 和側壁 604 之間。一製程區域 624 被界定在晶圓 610 和氣體分佈板 612 之間。

一對外部返回導管 626，628 建立了電漿電流經由製程區域的返回環形路徑，該環形路徑與製程區域 624 相交。管道 626，628 的每個有一對端點 630，其耦接至腔室相對側。每個導管 626，628 是一空心導電管。每個導管 626，628 具有一直流絕緣環 632，以防止在導管兩端點之間形成一封閉迴路導電路徑。

每個導管 626，628 的環形部分係被一環形磁芯 634 所圍繞。圍繞磁芯 634 之一激發線圈 636 藉由一阻抗匹配裝置 640 耦接到一射頻功率源 638。耦接至磁芯 636 之個別者的二射頻電源 638 可以具有兩略異之頻率。耦接自射頻功率產生器 638 的射頻功率經由個別導管 626，628 和經由製程區域 624 在一封閉環形路徑產生電漿離子電流。這些離子電流以個別的射頻功率源 626，628 的頻率振盪。藉由偏

壓產生器 642，經由阻抗匹配電路 644，施加偏壓功率於晶圓支撐座 608。

可以藉由引進製程氣體至腔室 624，經由氣體分佈板 612 和從產生器 638 施加足夠的電源功率至返回導管 626，628，以在導管和製程區域 624 中建立環形電漿電流，來執行電漿的形成和隨後的氧化層形成。由射頻偏壓產生器 642 施加的晶圓偏壓決定接近晶圓表面的電漿通量。電漿率或通量（每平方厘米晶圓表面每秒所取樣之離子數）是由電漿密度所決定，電漿密度係由射頻源功率產生器 638 所施加的射頻功率的水平所控制。在晶圓 610 上累積的離子劑量（離子/平方厘米）係取決於通量和維持通量的總時間。

如果晶圓支撐座 608 是一靜電夾頭，然後在晶圓支撐座之一絕緣板 648 內提供一埋電極 646，及該埋電極 646 藉由阻抗匹配電路 644 耦接至偏壓功率產生器 642。

在操作上，藉由把晶圓 610 放置在晶圓支撐座 608 上，引進一或多製程氣體至腔室 602，及從製程氣體激發電漿，在半導體晶圓上形成一氧化層。可調整由射頻偏壓功率產生器 642 所傳送之晶圓偏壓，以控制流至晶圓表面的離子通量。

因此，本文已提供用以在一基板上、或在其上之薄膜堆疊上形成氧化層之製程實施例。本發明之製程有利地提

供一薄膜堆疊的全部氧化，或在一薄膜堆疊的含金屬層上之氧化層的選擇性形成。

雖然上文以一些實施例描述本發明，但在不偏離本發明基本範圍的情況下亦可思及本發明之進一步實施例。

【圖式簡單說明】

所以，上述簡介之本發明的特徵可參考實施例進一步理解和敘述，部分實施例係繪示於附圖中。然而要指出的是，附圖僅說明本發明之典型實施例，因此不應被視為其範圍之限制，本發明亦適用於其他具有同等功效的實施例。

圖 1 之流程圖繪示依據本發明之一些實施例之一氧化製程。

圖 2A-B 說明依據本發明一些實施例，一半導體結構之製造階段。

圖 3A-B 說明依據本發明一些實施例，一半導體結構之製造階段。

圖 4 繪示一解耦電漿氧化反應器，其適合執行本發明之實施例。

圖 5 繪示一快速電漿氧化反應器，其適合執行本發明之實施例。

圖 6 繪示一電漿浸沒離子佈植反應器，其適合執行本發明之實施例。

為了便於理解，已經在可能的情況下，使用相同的元件符號指示各圖式中相同的元件。這些圖式未依照尺寸繪示亦可能被簡化以求清楚。應明白一實施例之元件和特徵可被有益地納入其他實施例中，而無需進一步載明。

【主要元件符號說明】

100	製程	300	半導體結構
110	步驟	304	隧道氧化層
112	步驟	306	浮柵層
120	步驟	310	金屬電極
130	步驟	312	導電屏障層
200	半導體結構	314	導電屏障層
202	基板	316	金屬層
204	隧道氧化層	320	覆蓋層
206	浮柵層	330	氧化層
210	介電層	340	薄膜堆疊
212	氧化層	400	反應器
214	氮化層	410	腔室
216	氧化層	412	圓柱形側壁
220	控制閘層	414	頂板
230	氧化層	416	線圈天線
240	薄膜堆疊	418	阻抗匹配網路

420	射頻功率產生器	505	管
422	閘	506	製程腔室
424	基板支撐座	508	側壁
426	半導體基板	510	底板
428	氣體噴射系統	512	窗口組件
430	真空泵	514	燈管組件
432	氧容器	516	鹵鎢燈
434	加熱器	518	燈管
434a	加熱元件	520	水
434b	加熱元件	522	支撐環
436	脈衝產生器	524	旋轉石英缸
438	節流閥	526	反射器
440	離子產生區域	528	光纖探針
462	氫容器	530	進氣口
464	流量控制閥	532	燈管
466	流量控制閥	540	管
468	水蒸汽容器	542	入口元件
470	流量控制閥	544	進氣口
500	快速熱處理設備	546	貯存器
502	電漿噴頭	548a	波導
503	主體	548b	波導
504	能量源	550	三通閥

- | | | | |
|-----|----------|-----|--------------|
| 551 | 控制閥 | 614 | 氣體歧管 |
| 552 | 貯存器 | 616 | 氣體分配板/質量流控制器 |
| 554 | 流量控制器 | 618 | 氣體供應器 |
| 555 | 控制信號產生邏輯 | 620 | 真空泵 |
| 556 | 系統控制器 | 622 | 泵環 |
| 557 | 記憶體 | 624 | 製程區域 |
| 559 | 處理器 | 626 | 外部返回導管 |
| 562 | 自由基出口 | 628 | 外部返回導管 |
| 564 | 電漿 | 630 | 端點 |
| 566 | 能量源入口 | 632 | 直流絕緣環 |
| 568 | 磁控 | 634 | 環形磁芯 |
| 570 | 假負載 | 636 | 磁芯 |
| 572 | 自動調節器 | 638 | 射頻功率產生器 |
| 600 | 反應器 | 640 | 阻抗匹配裝置 |
| 602 | 圓筒狀真空腔室 | 642 | 偏壓功率產生器 |
| 604 | 圓柱形側壁 | 644 | 阻抗匹配電路 |
| 608 | 基晶支撐座 | 646 | 埋電極 |
| 610 | 半導體晶圓 | 648 | 絕緣板 |
| 612 | 蓮蓬頭 | | |

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※申請案號：98108260

※申請日期：2009年3月13日

※IPC分類：

H01L 21/316 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於半導體裝置之氧化的方法

METHODS FOR OXIDATION OF A SEMICONDUCTOR DEVICE

二、中文發明摘要：

這裡提供在一半導體基板上製造氧化層之方法。氧化層可形成在一基板上之一完整結構上，或選擇性地形成在一含非金屬層上，而極少量或未氧化一曝露的含金屬層。本文披露的方法可在不同的製程腔室中執行，包括但不限於解耦電漿氧化腔室、快速和/或遠端電漿氧化腔室、和/或電漿浸沒離子佈植腔室。在一些實施例中，一方法可提供一基板，該基板包含一含金屬層和一含非金屬層；和藉由將該基板曝露至一電漿，在該含非金屬層的一曝露表面上形成一氧化層，該電漿是由包括下列氣體的一製程氣體所形成：一含氫氣體、一含氧氣體、及下列至少一者：一補充含氧氣體或一含氮氣體。

三、英文發明摘要：

Methods of fabricating an oxide layer on a semiconductor substrate are provided herein. The oxide layer may be formed over an entire structure disposed on the substrate, or selectively formed on a non-metal containing layer with little or no oxidation of an exposed metal-containing layer. The methods disclosed herein may be performed in a variety of process chambers, including but not limited to

decoupled plasma oxidation chambers, rapid and/or remote plasma oxidation chambers, and/or plasma immersion ion implantation chambers. In some embodiments, a method may include providing a substrate comprising a metal-containing layer and non-metal containing layer; and forming an oxide layer on an exposed surface of the non-metal containing layer by exposing the substrate to a plasma formed from a process gas comprising a hydrogen-containing gas, an oxygen-containing gas, and at least one of a supplemental oxygen-containing gas or a nitrogen-containing gas.

七、申請專利範圍：

1. 一種在一基板上形成一氧化層的方法，包括下列步驟：

提供一基板，該基板包含一含金屬層和一含非金屬層；和

藉由將該基板曝露至一電漿，在該含非金屬層的一曝露表面上形成一氧化層，該電漿是由包括下列氣體的一製程氣體所形成：一含氫氣體、一含氧氣體、及下列至少一者：一補充含氧氣體或一含氮氣體。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中形成一氧化層更包括：

選擇性氧化該含非金屬層之該曝露表面。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中形成一氧化層更包括：

氧化該含金屬層之一曝露表面。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含金屬層包含下列至少一者：鎢 (W)、鈦 (Ti)、氮化鈦 (TiN)、鎢矽氮化物 (WSi_xN)、氮化鎢 (WN)、碳化鈹 (TaC) 和氮化鈹 (TaN)。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含非金屬層包括下列至少一者：氧化矽 (SiO_2)，氮氧化矽 (SiON)，或多晶矽 (poly-Si)。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含氫氣體包

- 含下列至少一者：氫 (H_2) 或水 (H_2O)。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含氧氣體包含下列至少一者：氧 (O_2) 或水 (H_2O)。
 8. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含氮氣體包含下列至少一者：氮 (NH_3)、一氧化氮 (NO)、或一氧化二氮 (N_2O)。
 9. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該含氮氣體包含下列至少一者：氫 (H_2) 或水 (H_2O)，該含氧氣體包含下列至少一者：氧氣 (O_2) 或水 (H_2O)，以及其中該含氮氣體和該含氧氣體不能皆為水 (H_2O)。
 10. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該補充含氧氣體包含下列至少一者：臭氧 (O_3) 或過氧化氫 (H_2O_2)。
 11. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中該含氮氣體包含下列至少一者：氫 (H_2) 或水 (H_2O)，該含氧氣體包含下列至少一者：氧氣 (O_2) 或水 (H_2O)，以及其中該含氮氣體和該含氧氣體不能皆為水 (H_2O)。
 12. 一種在一基板上形成一氧化層的方法，包括下列步驟：
 - 提供一基板，該基板包含一含金屬層和一含非金屬層；
 - 將該基板曝露至一第一電漿，該第一電漿形成自包括一含氮氣體的一第一製程氣體；和

隨後將該基板曝露至一第二電漿，以在該含非金屬層之一曝露表面上形成一氧化層，該第二電漿形成自包括一含氮氣體和一含氧氣體之一第二製程氣體。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中形成一氧化層更包括：

藉由曝露於該第二電漿，選擇性氧化該含非金屬層之該曝露表面。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中該第一製程氣體包含下列至少一者：氮 (NH_3)、一氧化氮 (NO)、或一氧化二氮 (N_2O)。

15. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中該含氮氣體包含下列至少一者：氮 (H_2) 或水 (H_2O)，該含氧氣體包含下列至少一者：氧氣 (O_2) 或水 (H_2O)，以及其中該含氮氣體和該含氧氣體不能皆為水 (H_2O)。

16. 一種在一基板上形成一氧化層的方法，包括下列步驟：

提供一基板，該基板包含一含金屬層和一含非金屬層；和

藉由將該基板曝露至一電漿，在該含非金屬層之一曝露表面上形成一氧化層，該電漿形成自包含氮 (NH_3) 和一含氧氣體的一製程氣體。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之方法，其中形成一氧化層更包括：

選擇性氧化該含非金屬層之該曝露表面。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述之方法，更包括：

在該含金屬層的一曝露表面上形成該氧化層。

19. 如申請專利範圍第 16 項所述之方法，其中該含氧氣體

更包含下列至少一者：氧 (O_2)、臭氧 (O_3)、一氧化氮 (NO)、或一氧化二氮 (N_2O)。

20. 如申請專利範圍第 16 項所述之方法，其中該製程氣體

更包括氫氣 (H_2)。

八、圖式：

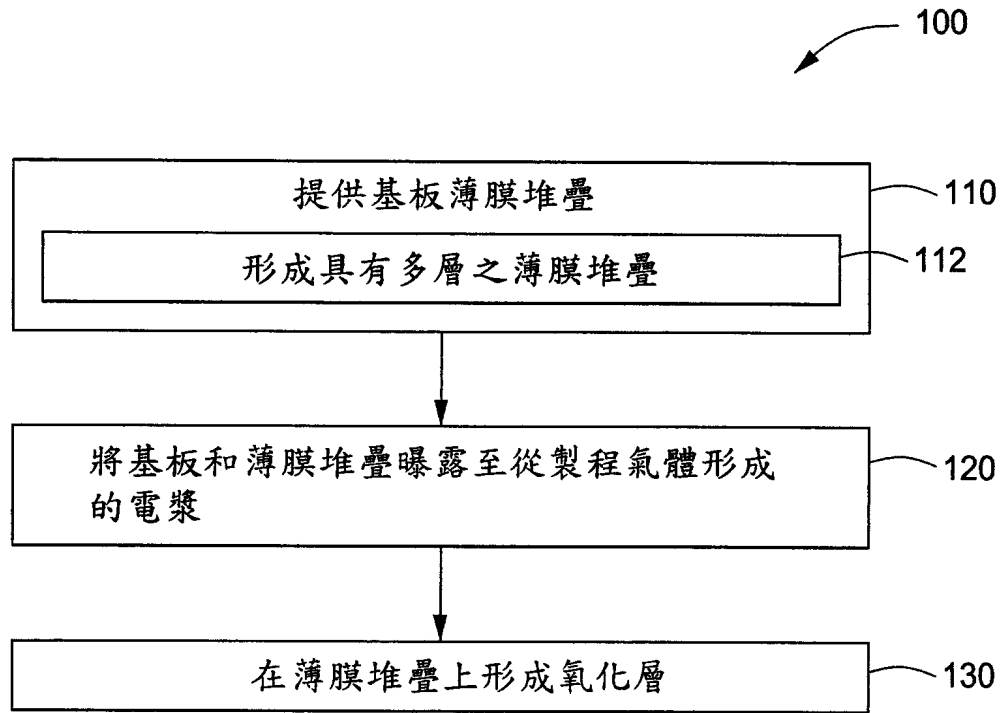


圖1

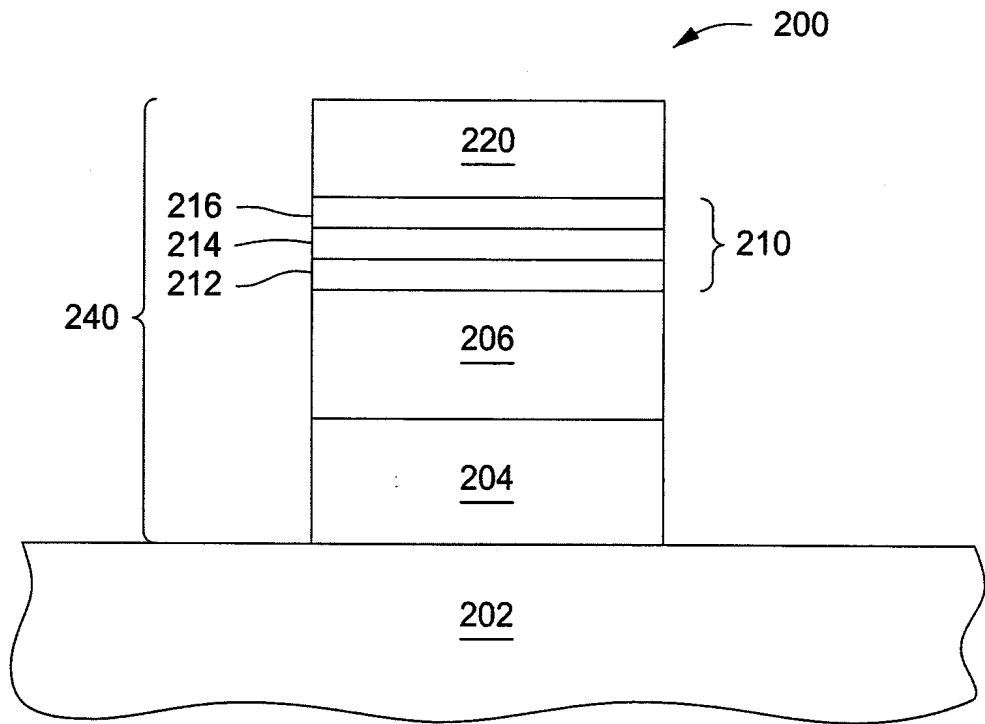


圖2A

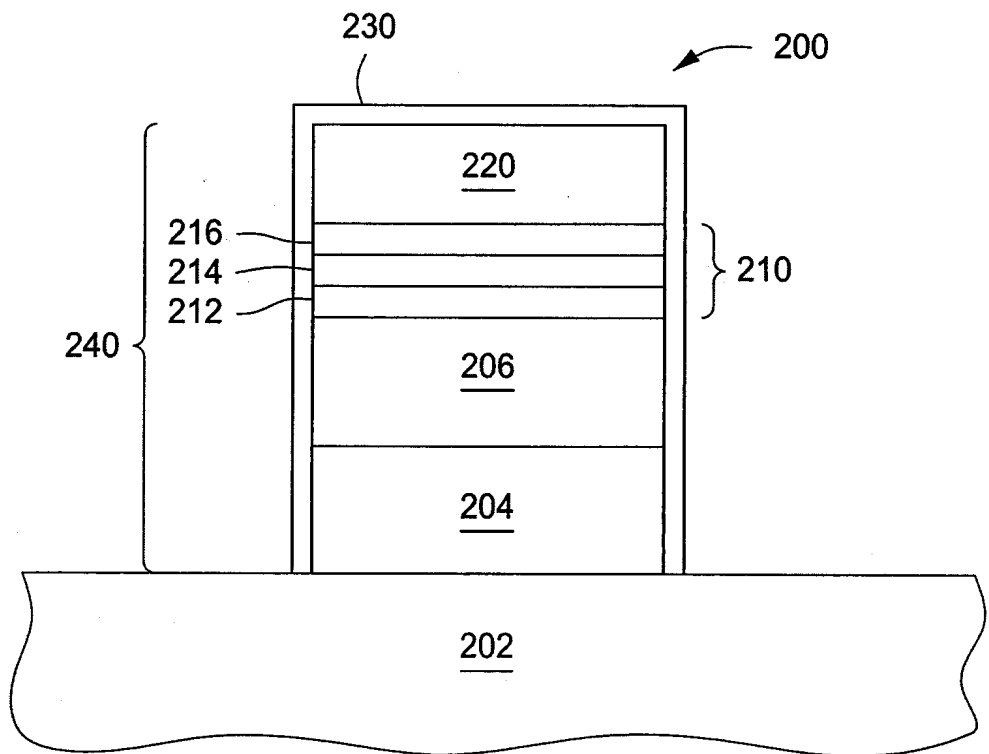


圖2B

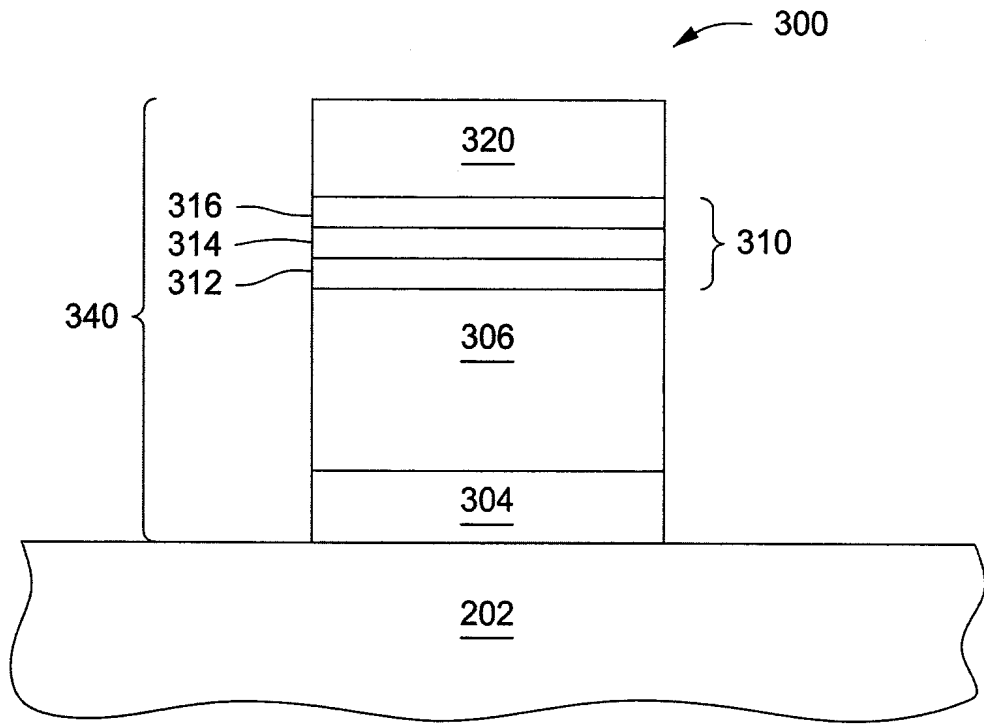


圖3A

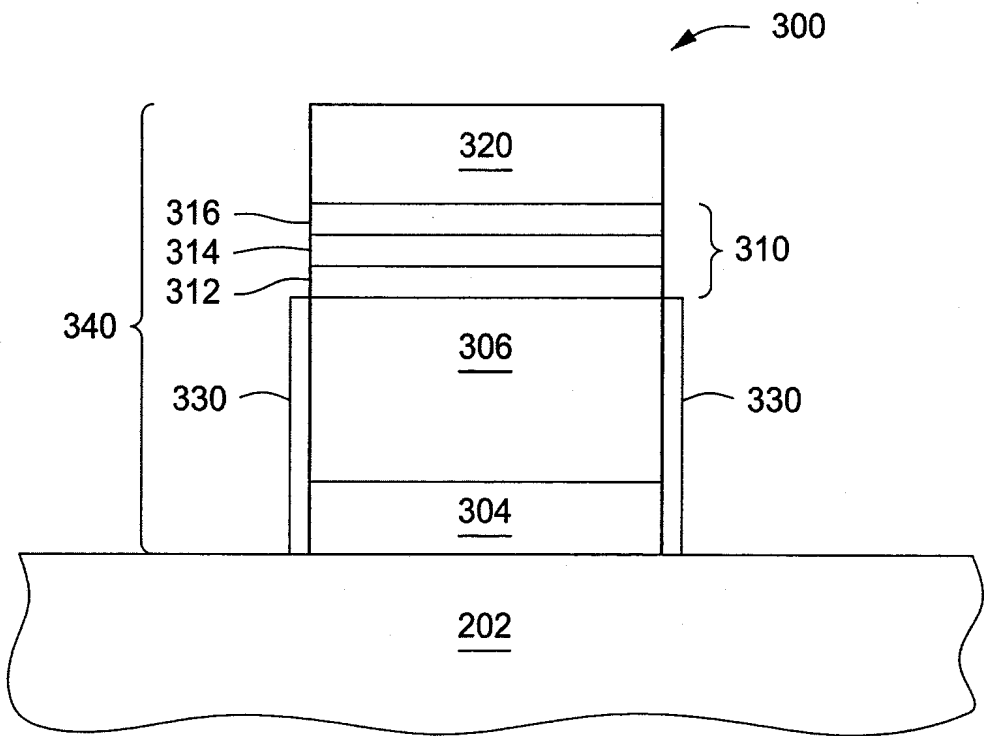


圖3B

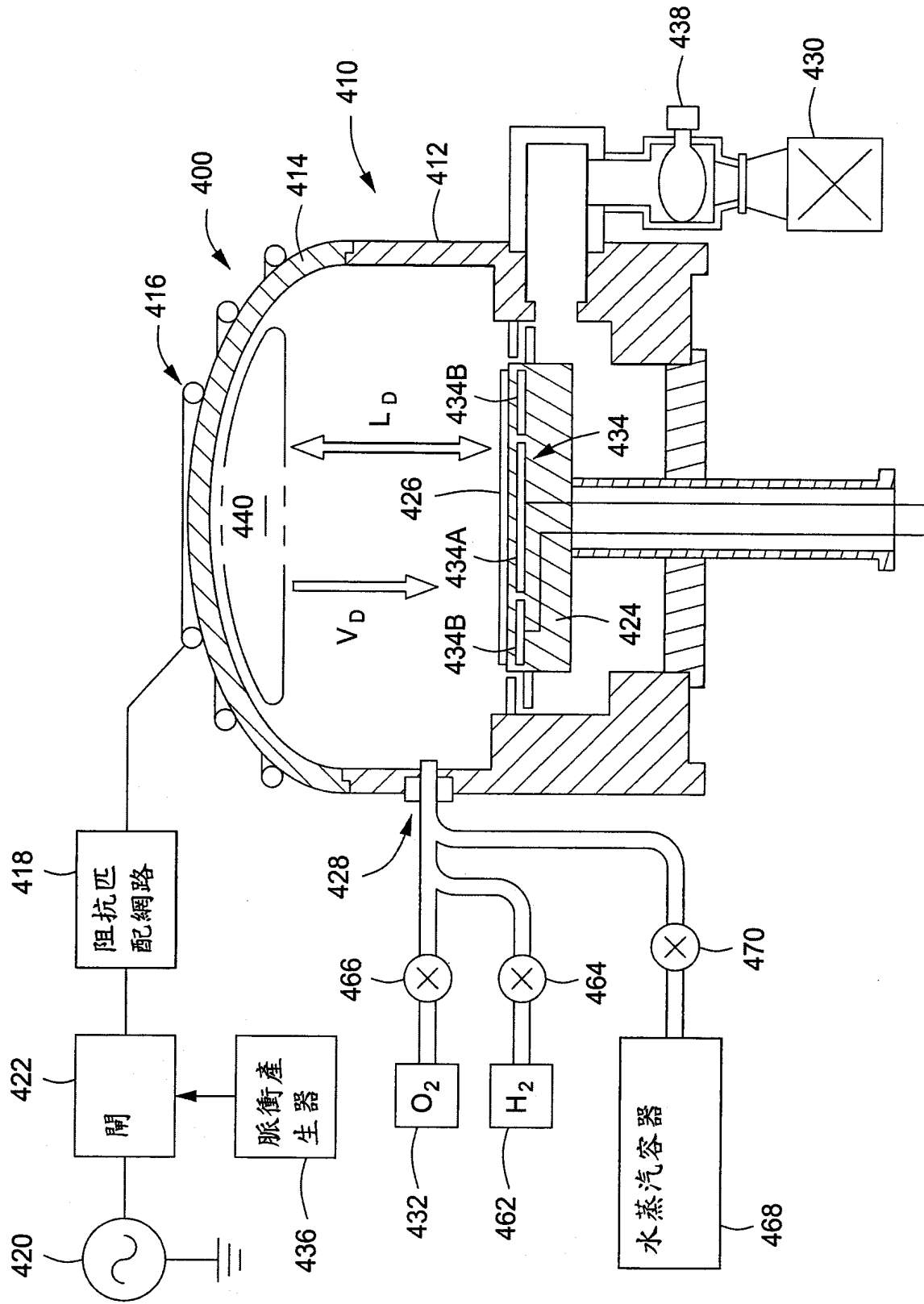


圖4

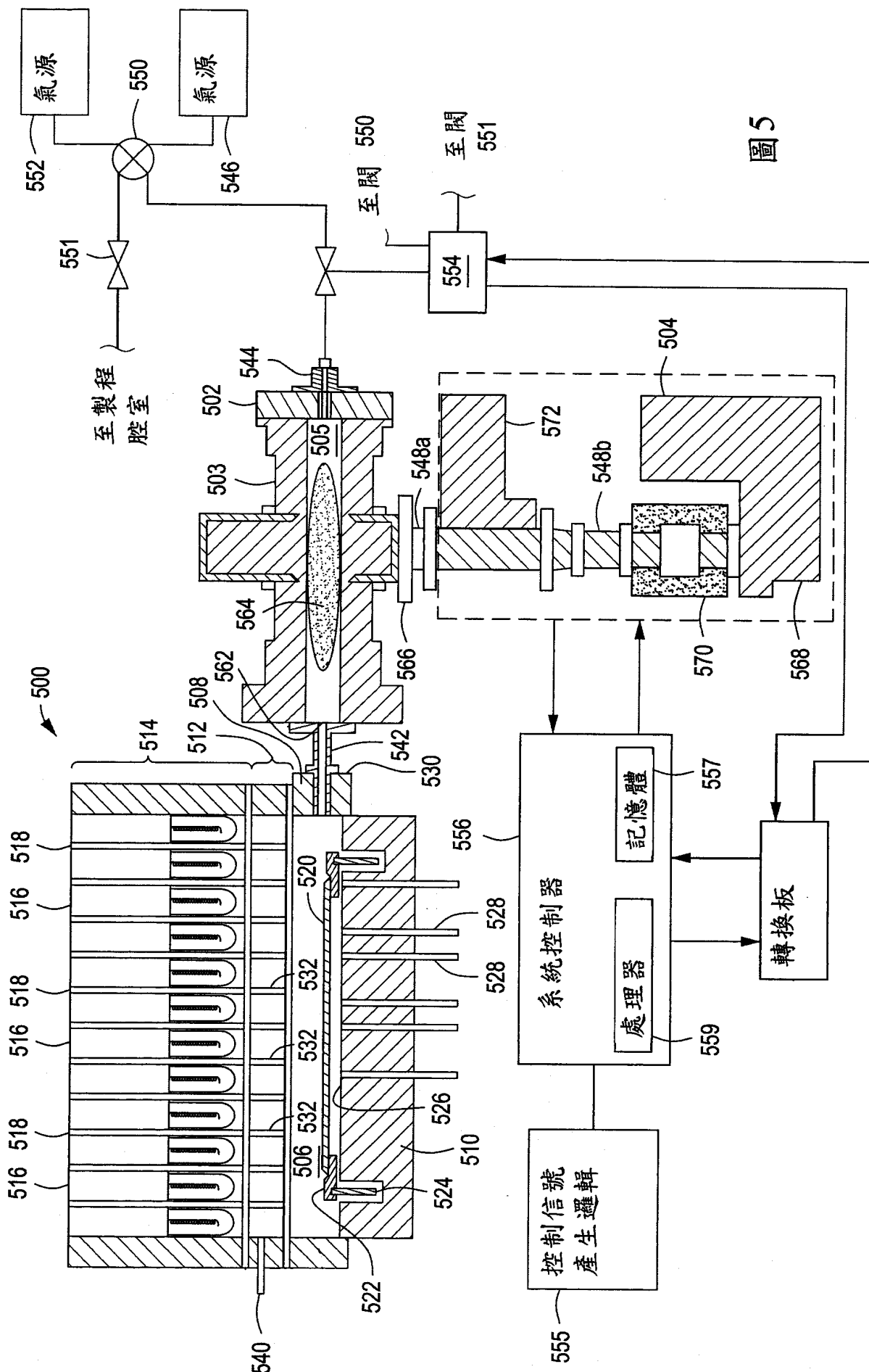


圖5

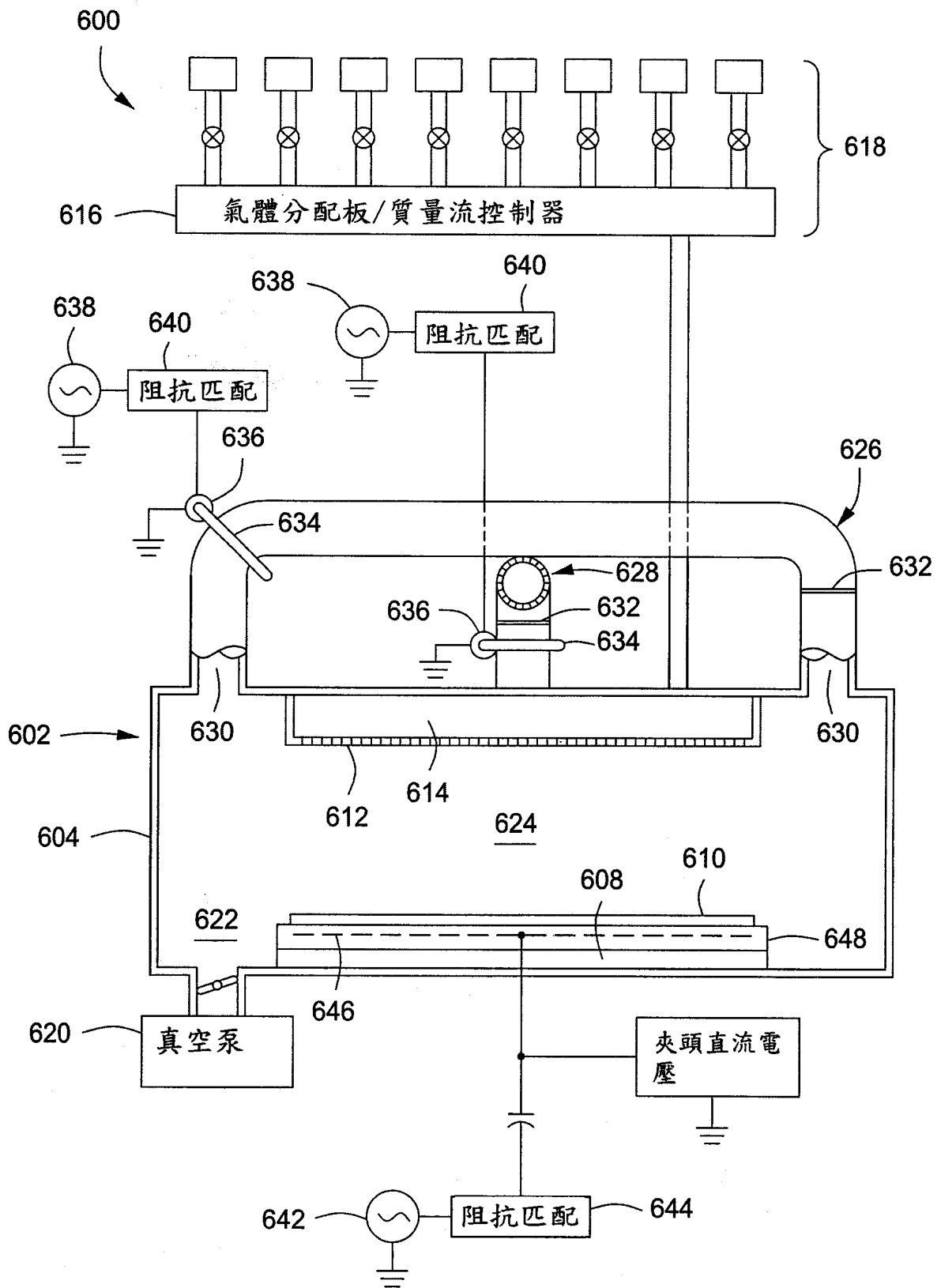


圖6

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無(流程圖)

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無