

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96128741

※申請日期：2007年8月3日

※IPC分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 21/336, 21/31 (2006.01)

以含貴重氣體之雙電漿氮化法增進 CMOS 氮氧化矽閘極介電層效能之方法

IMPROVING CMOS SiON GATE DIELECTRIC PERFORMANCE

WITH DOUBLE PLASMA NITRIDATION CONTAINING NOBLE GAS

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·應用材料股份有限公司

APPLIED MATERIALS, INC.

代表人：(中文/英文)

鄭錦安

KWONG, RAYMOND K.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號

3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共1人)

姓名：(中文/英文)

奧森克里斯多夫/OLSEN, CHRISTOPHER

國籍：(中文/英文)

美國/USA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006 年 8 月 4 日；60/821,472
2. 美國；2007 年 6 月 17 日；11/764,219

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明實施例大體上有關於一種形成閘極介電層的方法。更明確而言，本發明實施例是有關於一種形成氮氧化矽(SiON)閘極介電層的方法。

【先前技術】

積體電路是由例如許多裝置所構成，例如由數百萬個電晶體、電容與電阻所構成。諸如場效電晶體等電晶體典型包含源極、汲極與閘極堆疊(gate stack)。閘極堆疊通常包含基材(如矽基材)、位在基材上的閘極介電層(如二氧化矽)以及位在閘極介電層上的閘極(如多晶矽)。

當積體電路的尺寸以及位於其上之電晶體尺寸逐漸縮小時，為了提升電晶體速度所需要的閘極驅動電流也會跟著提高。由於驅動電流會隨著閘極電容(capacitance)的增加而增加，而電容又與閘極介電層的厚度成反比，因此減小介電層厚度是提高驅動電流的其中一種方法。

該領域的研究人員曾經嘗試將氧化矽(SiO₂)閘極介電層的厚度降至小於 20 埃(Å)。然而，卻發現到使用厚度低於 20 埃的薄二氧化矽介電層經常對閘極性能與耐久度造成不良影響。例如，來自硼摻雜閘極中的硼原子可能穿透薄二氧化矽閘極介電層而進入下方的矽基材中。再者，介電層內的閘極漏電情形，即穿隧作用(tunneling)，也會提高，而提高閘極的消耗功率量。

曾經用來解決薄二氧化矽閘極介電層所帶來之問題的方法是將氮納入二氧化矽層中，以形成氮氧化矽閘極介電層(SiON 或 SiO_xN_y)。將氮納入二氧化矽層中能阻擋硼穿透至下方的矽基材中，並且提高閘極介電層的介電常數，而允許使用較薄的介電層。

曾經利用電漿氮化反應(Plasma nitridation)以單一步驟製程將氮納入二氧化矽層中來形成氮氧化矽層，並可選擇是否執行一後續的退火處理。然而，使用單一步驟的氮化製程，難以控制在該氮氧化矽層整個膜層厚度中濃度分佈情形，例如氮原子百分比。因此目前仍然需要一種沉積氮氧化矽層的方法。

【發明內容】

本發明大體上提供一種在基材上形成一含矽氮層。該含矽氮層亦可能包含氧，且因而提供一種可做為閘極介電層的氮氧化矽層。

在一實施例中，在基材上形成一含矽氮層的方法包括將一含矽基材導入一反應室中，隨後在該反應室內使該基材暴露於由氮氣與一貴重氣體(noble gas)所形成的電漿中以將氮納入該基材的上表面內，以及在該基材上形成一含矽氮層；其中該貴重氣體選自於由氫、氖、氬與氙所構成之群組中。接著退火該含矽氮層。退火該層的步驟可包括在介於 800°C 至 1100°C 之間的溫度下使該層暴露至一含氧氣的氣體中，或者在介於 800°C 至 1100°C 之間的溫度

下使該層暴露至一鈍氣(inert gas)中。該層隨後暴露至一氮電漿中，以將更多的氮併入該含矽氮層中。接著再一次退火該層。

在另一實施例中，在基材上形成一含矽氮層的方法包括引入一含矽基材至一反應室中，隨後於該反應室中使該基材暴露於一由氮與氫所形成的電漿以將氮納入該基材的上表面內，並且在該基材上形成一含矽氮層。該含矽氮層經過退火，並且在退火過程中將氧導入該層中。隨後使該層暴露至一氮電漿(plasma of nitrogen)中，以將更多的氮納入該含矽氮層中。接著再一次退火該層。

【實施方式】

本發明實施例提供一種形成含矽氮層的方法。該含矽氮層可能是氮氧化矽層(SiON)，其可做為閘極介電層。包根據本發明實施例所做出具有含氮氧化矽層的閘極堆疊能在N型場效電晶體(NMOS)與P型場效電晶體(PMOS)裝置中具有期望的驅動電流。

將參照第1圖之流程圖來描述本發明一實施例，並且將參照第2A-2E圖對本發明實施例做更進一步的描述。

如第1圖所示般，於步驟102中，引導一含矽基材進入一反應室內。如步驟104所示，使該基材暴露至一含氮氣與一貴重氣體所形成的電漿中，例如一含氮與貴重氣體電漿中，以在該基材上形成一含矽氮層。隨後於步驟106，退火該含矽氮層。接著在步驟108中，使該含矽氮層暴露

於一氮電漿。在步驟 110，該含矽氮層再次進行退火。步驟 104 與 108 可稱為電漿氮化步驟，因為在該等步驟會使電漿中的氮納入該層內。藉著使用多次的電漿氮化與退火步驟，可獲得具有所欲濃度分佈情形的含矽氮層，例如氮氧化矽層。

第 2A 圖顯示出如上述第 1 圖之步驟 102 中所述之含矽基材 200 的一範例。該基材 200 可為 200 或 300 毫米的基材，或其它適合用於製造半導體或平面顯示器的基材。

該基材可以是矽基材，例如裸矽晶圓或裸矽基材。或者，該基材也可以是具有一氫終端化(hydrogen-terminated)上表面的基材或是在上表面上包含一薄化學氧化層的基材。可藉著在將基材引導至該反應室內的步驟 102 之前，先在該矽基材上執行一清洗製程來創造出該基材的氫終端化上表面或該上表面上的薄化學氧化層。在進一步處理基材之前，先執行該清洗製程可移除該基材上的原生氧化層或其他污染物。該清洗製程可在單基才系統或批式系統中執行。亦可在一超音波強化清洗浴中執行清洗製程。

在一實施例中，清洗製程包括使該基材暴露於一濕式清洗製程中。該濕式清洗製程可能包括將該基材暴露於一含有水(H_2O)、氫氧化銨(NH_4OH)與過氧化氫(H_2O_2)的溶液中，例如 SC-1 溶液，以在該基材的上表面上形成一薄化學氧化層。或者，該濕式清洗製程可包含氟化氫(HF)後清洗步驟，也就是在該清洗製程的最後一個步驟將該基材暴露至一氟化氫(或稱氫氟酸)稀釋溶液中，而在基材上產生

一氫終端化的上表面。該溶液中可含有濃度介於約 0.1 至約 10.0 重量百分比的氟化氫(HF)，並在介於約 20°C 至約 30°C 的溫度下使用此溶液。在一示範實施例中，該溶液含有約 0.5 重量百分比的 HF，且溫度約 25°C。使該基材短暫地暴露在該溶液中，接著在去離子水中進行漂洗步驟(rinse step)。

回到步驟 102，欲將基材引入其內部的反應室是一種能讓基材暴露於電漿下的反應室。電漿可利用射頻功率(RF power)、微波功率或其組合來產生之。亦可使用準遠端電漿源(quasi-remote plasma)、感應電漿源(inductive plasma source)、輻射狀狹縫天線(RLSA)電漿源或其他電漿源來產生該電漿。該電漿可為連續或脈衝的。

可用的反應室範例為去耦電漿氮化(DPN)反應室。在讓與應用材料公司並於 2004 年 12 月 2 日公開之公開號 2004/0242021 且標題為「Method and Apparatus for Plasma Nitridation of Gate Dielectrics Using Amplitude Modulated Radio Frequency Energy」的美國專利申請案中對 DPN 反應室有更進一步的描述，並將該文獻全文以引用方式納入本文中供參考。

其中一種適用的去耦電漿氮化(DPN)反應室是可購自美國加州聖克拉拉市應用材料公司的 DPN CENTURA[®]反應室。可用來執行本發明且包含該 DPN CENTURA[®]反應室的整合處理系統範例則有同樣可購自美國加州聖克拉拉市應用材料公司的 GATE STACK CENTURA[®]系統。

如第 2B 圖所示，當基材進入反應室後，基材 200 會暴露至一由氮與一貴重氣體所形成的電漿中，以使氮納入該基材的上表面內，而在該基材上形成一含矽氮層 202。在一態樣中，使該基材暴露至一由氮及貴重氣體所形成電漿中的步驟是一電漿氮化製程。可使用例如氮氣(N_2)做為氮源來提供電漿中的氮。貴重氣體(noble gas)可以是氬(Ar)、氖(Ne)、氪(Kr)與氙(Xe)。在一實施例中，氮源為氮氣，貴重氣體則為氬。該電漿可能包含介於約 1% 至約 80% 的貴重氣體，其餘為氮。可用的電將處理條件範例包括：進入反應室的氮源流速(如氮氣)介於約 10 sccm 至約 2000 sccm 之間、進入反應室中的貴重氣體流速(例如氬)介於約 10 sccm 至約 2000 sccm 之間、反應室之基材支撐件的溫度介於約 20°C 至約 500°C 之間，以及反應室壓力介於約 5 毫托(mTorr)至約 1000 毫托之間。並且可以 13.56 MHz 的頻率、約 3 千瓦(kW)至約 5 千瓦之間的連續波(CW)或脈衝電漿電源來提供 RF 功率。脈衝期間，高峰 RF 功率(peak RF power)、頻率與工作週期(duty cycle)分別典型為介於約 10 瓦至 3000 瓦之間、約 2kHz 至約 100kHz 之間，以及約 2% 至約 50% 之間。該電漿氮化反應可執行約 1 至 180 秒。在一實施例中，於約 25°C 與 20 毫托下，以約 200 sccm 的流速來提供氮氣，並且以約 10 kHz、5% 的工作週期來脈衝 1000 瓦的 RF 功率並將之施加至一感應電漿源，用以在一化學氧化表面上進行約 15 至約 180 秒的處理。在另一實施例中，於約 25°C 與 80 毫托下，以約 200 sccm 的流速來提

供氮氣，並且以約 10 kHz、5%的工作週期來脈衝 1000 瓦的 RF 功率並將之施加至一感應電漿源，用以在一氮終端化的表面上進行約 15 秒的處理。

待形成該含矽氮層 202 之後，退火該層。退火該層 202 的步驟會在該層 202 中形成多個不同的子層，如第 2C 圖中所示般。子層 202a 鄰近基材 200，子層 202c 離基材 200 最遠，而子層 202b 則夾在子層 202a 與 202c 之間。子層 202b 的氮濃度高於子層 202a 和 202c 的氮濃度，並且子層 202a 與 202c 的氮濃度比該層 202 退火前的氮濃度要低。退火該層 202 亦會使該層更加緻密，使得在接下來將該層 202 暴露至含氮電漿的步驟(步驟 108)中，氮不會發生因為太過深入該層 202 中而污染下方基材 200 的情形，若氮滲入下方基材 200 中會損害閘極裝置，該閘極裝置包含了分別做為閘極介電層與下方矽通道的層 202 與基材 200。該退火步驟可在諸如 RADIANCE[®]反應室或 RadiancePlus RTP 反應室等腔室中執行，此兩種反應室均可購自美國加州聖克拉拉市的應用材料公司。

在一實施例中，退火該含矽氮層的步驟包括將該層暴露至一輕度氧化環境 (lightly oxidizing ambient atmosphere) 中，例如暴露於一低壓氧化環境中，如低氧氣壓力或以氮氣來稀釋氧氣的環境中，其中該氧氣分壓介在約 1 毫托至約 100 托之間。該層可在介於約 800°C 至 1100°C 之間的溫度下退火約 5 至 180 秒。可以介於約 2 sccm 至約 5000 sccm 之間的流速，例如約 500 sccm，將氧氣導入該

反應室中。在一實施例中，氧氣保持約 500 sccm，同時將溫度保持在 1000°C、壓力約 0.1 托的條件下持續 15 秒。

在另一實施例中，退火該含矽氮層的步驟包括於介於約 800°C 至 1100°C 之間的溫度下使該層暴露至一鈍氣 (inert gas) 中，例如氮氣、氬氣或其組合。在另一實施例中，可藉著提供一濕氧化環境來執行該退火步驟。此製程也就是習知所稱的原位蒸氣生成製程 (ISSG)，其可購自美國加州聖克拉拉市的應用材料公司。該 ISSG 製程包括在含有 500 sccm 至 5000 sccm 之氧氣、10 sccm 至 1000 sccm 之氬氣以及 0.5 至 18.0 托之壓力的環境下將該基材表面加熱至約 700°C 至 1100°C。較佳者，在該氧氣與氬氣所構成之混合物的總氣體流量中，氬氣含量少於 20%。暴露於氣體混合物中的時間約 5 秒至 180 秒。在一實施例中，以 980 sccm 的流速來提供氧氣，以 20 sccm 的流速來提供氬氣，基材表面溫度為 800°C，反應室壓力為 7.5 托，以及該暴露時間約 15 秒。

在該含矽氮層退火之後，如第 1 圖的步驟 108 所示般，使該層暴露於一氮電漿中。將該層暴露於該氮電漿中能將額外量的氮納入該層中，因此能提高該層中的氮原子百分比。如第 2D 圖所示，在該含矽氮層 202 的表面處形成一額外子層 202d，並且該額外子層 202d 的氮濃度高於該等子層 202a-202c 的氮濃度。

可使用氮氣 (N_2)、氧化亞氮 (俗稱笑氣， N_2O) 或一氧化氮 (NO) 做為氮源來提供氮電漿。可選擇地，該氮電漿亦可

包含一貴重氣體，例如氫、氬、氦或氙。可使用 RF 功率、微波功率或其組合來產生該電漿。使用準遠端電漿源、感應電漿源、輻射狀狹縫天線電漿源或其他電漿原來產生該電漿。該電漿可以是連續或脈衝的。可在 DPN 反應室中，例如 DPN CENTURA[®] 反應室，使該層暴露至該電漿。

適用的電漿處理條件的範例包括：進入反應室的氮流速(如氮氣)介於約 10 sccm 至約 2000 sccm 之間、反應室之基材支撐件的溫度介於約 20°C 至約 500°C 之間，以及反應室壓力介於約 5 毫托至約 1000 毫托之間。並且可以 13.56 MHz 的頻率、約 3 千瓦至約 5 千瓦之間的連續波(CW)或脈衝電漿電源來提供 RF 功率。脈衝期間，高峰 RF 功率、頻率與工作週期分別典型為介於約 10 瓦至 3000 瓦之間、約 2kHz 至約 100kHz 之間，以及約 2% 至約 50% 之間。該電漿氮化反應可執行約 1 至 180 秒。在一實施例中，於約 25°C 與 20 毫托下，以約 200 sccm 的流速來提供氮氣，並以約 10 kHz、5% 的工作週期來脈衝 1000 瓦的 RF 功率並將之施加至一感應電漿源，以進行約 15 至約 180 秒的處理。

在該含矽氮層 202 暴露至該氮電漿之後，如步驟 110 所示，再次退火該層。參閱第 2E 圖，該再次退火改變了該層 202 的氮濃度分佈情形，使得該子層 202b 與 202c 的氮濃度高於該子層 202a 與 202d。減少子層 202a 之氮濃度的其中一項優點在於其可降低該層 202 與該矽基材 200 之界面處的氮濃度，而此點對於當該層 202 是閘極介電層且該矽基材含有閘極電晶體的矽通道而言是有利的；降低閘

極介電層與矽通道之界面處的氮濃度，會降低固定電荷與界面態密度。該再次退火步驟可在諸如 RADIANCE®反應室或 RadiancePlus RTP 反應室等反應室中執行，該兩反應室均可購自美國加州聖克拉拉市的應用材料公司。

在一實施例中，退火該含矽氮層的步驟包括使該層暴露於一輕度氧化環境中，例如一低壓氧化環境，如低氧氣壓或以氮氣來稀釋氧氣的環境中；其中該氧氣分壓介在約 1 毫托至約 100 托之間。該層可在介於約 800°C 至 1100°C 之間的溫度下退火約 5 至 180 秒。可以介於約 2 sccm 至約 5000 sccm 之間的流速，例如約 500 sccm，將氧氣導入該反應室中。在一實施例中，氧氣保持約 500 sccm，同時將溫度保持在 1000°C、壓力約 0.1 托的條件下持續 15 秒。

在另一實施例中，退火該含矽氮層的步驟包括於介於約 800°C 至 1100°C 之間的溫度下使該層暴露至一鈍氣 (inert gas) 中，例如氮氣、氬氣或其組合。

第 3 與 4 圖分別顯示出，針對具有根據本發明實施例所形成之氮氧化矽閘極介電層的閘極堆疊，以及具有根據其他方法形成之氮氧化矽閘極介電層之閘極堆疊，其 NMOS 驅動電流對閘極介電層等效氧化物厚度，以及 PMOS 驅動電流對閘極介電層等效氧化物厚度做圖的結果。根據其他方法來形成閘極介電層的製程包含：氧化一矽基材、電漿氮化該矽基材 (去耦電漿氮化 DPN) 以及退火該基材 (氮化反應後續退火製程，PNA)。根據本發明實施例所形成的閘極介電層的製程則包括：在一 16% 氬/氮電漿中對

一矽基材進行電漿氮化處理、在有氧氣存在的環境中於一高溫下退火該基材、於一氮電漿中電漿氮化該基材，以及於一低氧氣壓力環境中在一高溫下退火該基材。第 3 與 4 圖顯示出，相對於利用單一電漿氧化步驟來形成氧化矽層的閘極介電層而言，具有根據本發明實施例所形成之閘極介電層的 NMOS 與 PMOS 裝置中的驅動電流有約 6% 的改善程度。亦發現到，相較於具有利用在不含氫或其他貴重氣體的氮電漿中電漿氮化一矽基材、在有氧氣存在的環境中於高溫下退火該基材、在一氮電漿中電漿氮化該基材以及在一高溫中退火該基材之製程所形成閘極介電層的裝置而言，具有根據本發明實施例所形成閘極介電層之裝置的驅動電流提升了 3%。因此可相信，在第一次電漿氮化基材的過程中，使用除了氮之外還含有氫或其他較重鈍氣(如氬、氙或氡)的電漿能夠藉由改善矽基材與該含矽氮層(如氮氧化矽層)間的界面，而增進驅動電流。

雖然上述內容係針對本發明的多個實施例，然而尚可在不偏離本發明基本範圍的情況下衍生出其他與更進一步的實施例。本發明範圍係由後附申請專利範圍所決定。

【圖式簡單說明】

為了詳細了解本發明的上述特徵，可參閱多個實施例且部分實施例繪於附圖中，來閱讀整理於上本發明的更明確敘述。然而需明白的是，附圖中所顯示的僅為本發明的代表性範例，不應用來限制本發明範圍。本發明可能涵蓋

其他等效實施例。

第 1 圖為本發明一實施例的流程圖。

第 2A-2E 圖繪示根據本發明一製程實施例在不同製程階段時的基材結構剖面圖。

第 3 圖顯示根據本發明實施例所做之介電層相對於該等介電層之等效氧化層厚度(EOT)的 NMOS 驅動電流。

第 4 圖顯示根據本發明實施例所做之介電層相對於該等介電層之等效氧化層厚度(EOT)的 PMOS 驅動電流。

【主要元件符號說明】

102、104、106 步驟

108、110 步驟

200 基材

202 層

202a、202b、202c、202d 子層

五、中文發明摘要：

本發明提供一種在基材上形成一含矽氮層的方法。該層亦可能含氧並且做為氮氧化矽閘極介電層。在一態樣中，形成該層的方法包括使一矽基材暴露於由氮氣與一貴重氣體所形成的電漿中，而將氮納入該基材的上表面內，其中該貴重氣體係氫、氖、氬或氙。退火該層，隨後將該層暴露於一氮電漿中以將更多的氮納入該層中。該接著再次退火該層。

六、英文發明摘要：

A method of forming a layer comprising silicon and nitrogen on a substrate is provided. The layer may also include oxygen and be used as a silicon oxynitride gate dielectric layer. In one aspect, forming the layer includes exposing a silicon substrate to a plasma of nitrogen and a noble gas to incorporate nitrogen into an upper surface of the substrate, wherein the noble gas is argon, neon, krypton, or xenon. The layer is annealed and then exposed to a plasma of nitrogen to incorporate more nitrogen into the layer. The layer is then further annealed.

十、申請專利範圍：

1. 一種在基材上形成一含矽氮層的方法，其包含：

引導一含矽基材進入一反應室中；

於該反應室中使該基材暴露至一由氮氣與一貴重氣體所形成的電漿，以將氮納入該基材的上表面內，且在該基材上形成一含矽氮層，其中該貴重氣體選自於由氫、氖、氬與氙所構成的群組中；

退火該含矽氮層；

暴露該含矽氮層至一氮電漿，以使更多的氮納入該含矽氮層中；以及

再次退火該含矽氮層。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中退火該含矽氮層的步驟包括導入氧至該層中。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中使用氮氣(N_2)做為氮源來提供氮。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該電漿是使用 RF 功率、微波功率或其組合來產生。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該退火與再次退火的步驟各自包含：在介於 $800^{\circ}C$ 至 $1100^{\circ}C$ 之間的溫

度下使該含矽氮層暴露至一含氧氣(O₂)的氣體。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，在該退火及再次退火步驟的其中一者或多者包括：在介於 800°C 至 1100°C 之間的溫度下使該含矽氮層暴露至一鈍氣。

7. 一種在基材上形成一含矽氮層的方法，其包括：

引導一含矽基材進入一反應室中，其中該基材具有一上表面，該上表面經過氮終端化處理或該上表面上含有一薄化學氧化層；

於該反應室內使該基材暴露至一由氮與一貴重氣體所形成的電漿中，以使氮納入該基材的該上表面中，並且在該基材上形成一含矽氮層，其中該貴重氣體選自於由氫、氬、氬與氫所構成之群組中；

退火該含矽氮層，其中在該退火期間將氧導入該層內；

使該含矽氮層暴露至一氮電漿，以使更多的氮納入該矽氮層中；以及

再次退火該含矽氮層。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中使用氮氣做為氮源來提供氮。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，更包含在引導該基

材進入該反應室之前，先清洗該基材。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之方法，其中清洗該基材的步驟包括濕式清洗製程。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中該濕式清洗製程包含將該基材暴露於一含有水 (H_2O)、氫氧化銨 (NH_4OH) 與過氧化氫 (H_2O_2) 的溶液中。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之方法，其中清洗該基材的步驟包括使該基材暴露至氟化氫 (HF) 中。

13. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該基材具有一上表面，該上表面包含一薄化學氧化層，該化學氧化層的厚度介於約 3 埃至約 5 埃之間。

14. 一種在基材上形成一含矽氮層的方法，其包括：

引導一含矽基材進入一反應室中；

於該反應室內使該基材暴露至一由氮與氫所形成的電漿中，以將氮納入該基材的上表面中，並且在該基材上形成一含矽氮層；

退火該含矽氮層，其中在該退火期間氧會導入該層中；

將該含矽氮層暴露至一氮電漿中，以使更多的氮納入該含矽氮層內；以及

再次退火該含矽氮層。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，更包括在引導該基材進入該反應室之前，先清洗該基材。

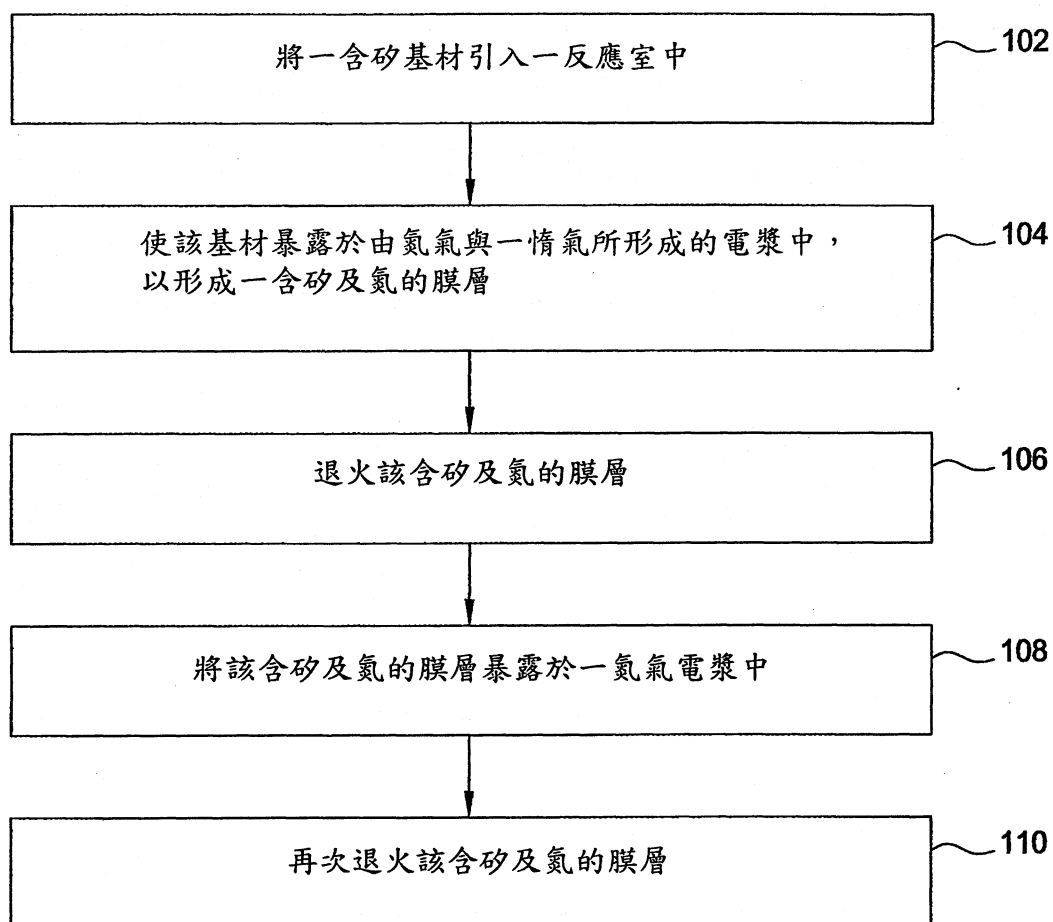
16. 如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中該清洗步驟會形成一氮終端化的該基材上表面，或形成其上包含一化學氧化層的該基材上表面。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之方法，其中該基材具有一上表面，在該上表面上包含一厚度介於約 3 埃至 5 埃之間的薄化學氧化層。

18. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中使用氮氣做為氮源以提供氮。

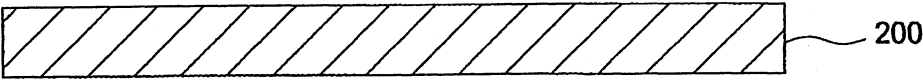
19. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該退火步驟與再次退火步驟各自包括：在介於約 800°C 至約 1100°C 之間的溫度下將該層暴露於一含氧氣的氣體。

20. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該再次退火的步驟包括：在介於約 800°C 至約 1100°C 之間的溫度下將該層暴露於一鈍氣。

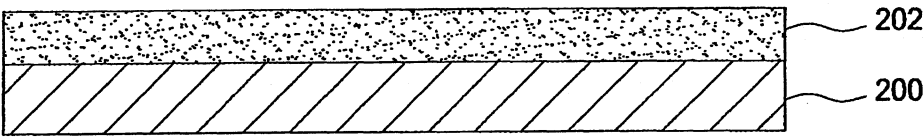


第1圖

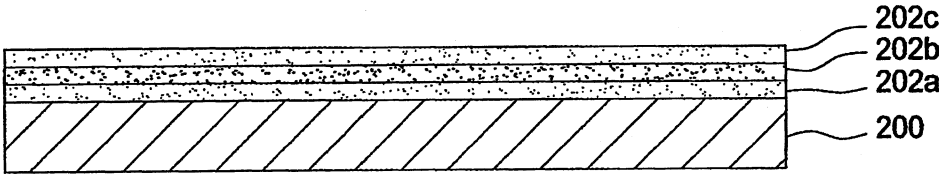
第2A圖



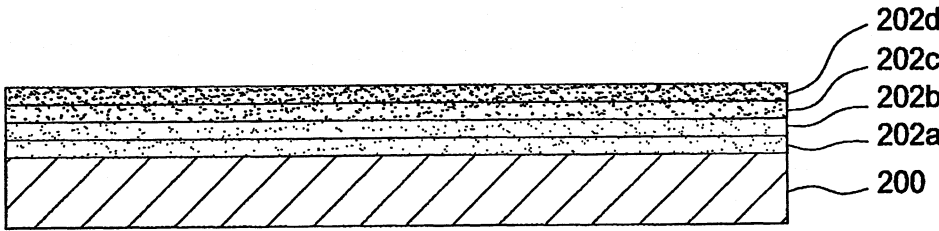
第2B圖



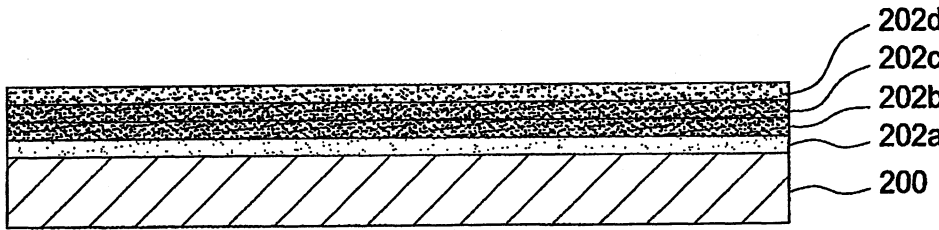
第2C圖

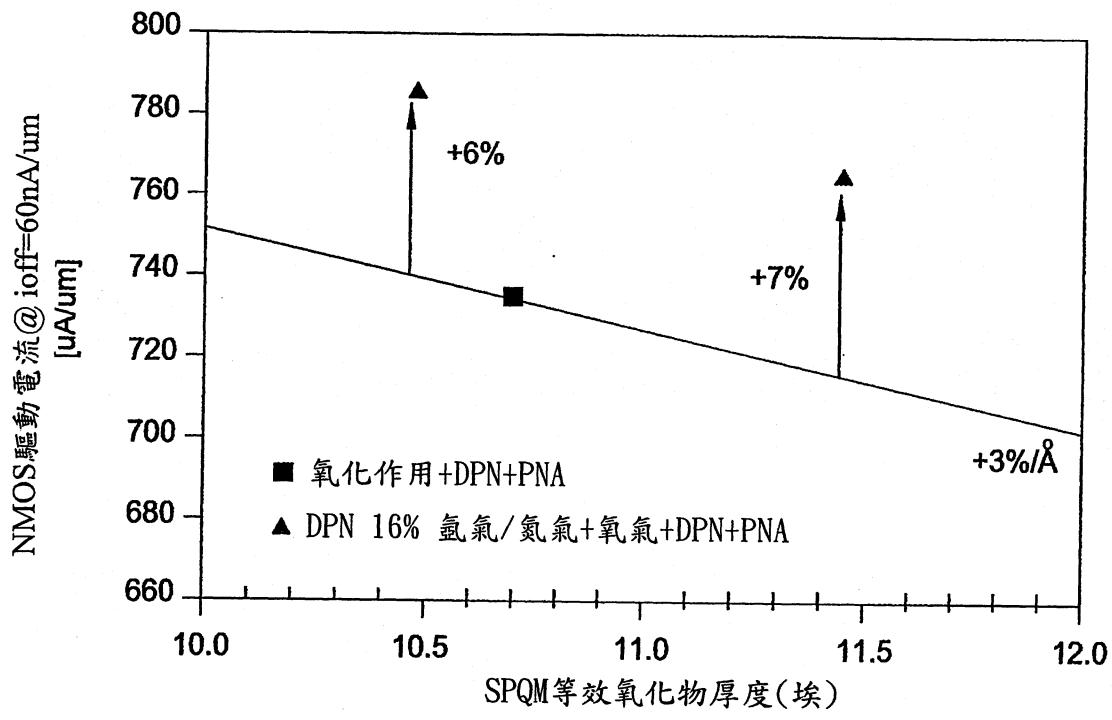


第2D圖

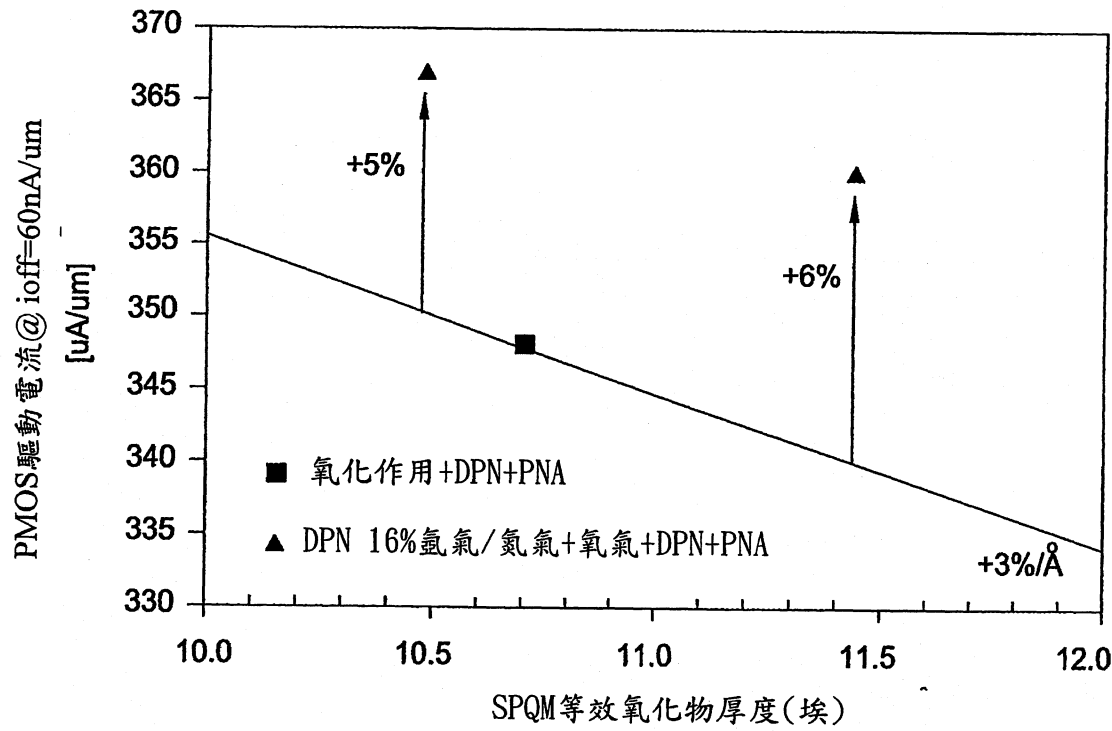


第2E圖





第3圖



第4圖

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

102、104、106 步驟

108、110 步驟

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無