

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：96148507

※ 申請日期：2007 年 12 月 18 日

※IPC 分類：

H01L 21/265 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

低能量、高劑量砷、磷與硼植入晶圓的安全處理

SAFE HANDLING OF LOW ENERGY, HIGH DOSE ARSENIC,

PHOSPHORUS, AND BORON IMPLANTED WAFERS

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)

鄺錦安

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 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 芙德馬基 A/FOAD, MAJEED A.

2. 維拉卡爾馬諾傑/VELLAIKAL, MANOJ

3. 山塔那卡堤/SANTHANAM, KARTIK

國 籍：(中文/英文)

- 1.英國/UNITED KINGDOM
- 2.美國/USA
- 3.印度/INDIA

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：

美國；2006 年 12 月 18 日；60/870,575

☐ 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。

國 籍：(中文/英文)

- 1.英國/UNITED KINGDOM
- 2.美國/USA
- 3.印度/INDIA

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：

美國；2006 年 12 月 18 日；60/870,575

☐ 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：

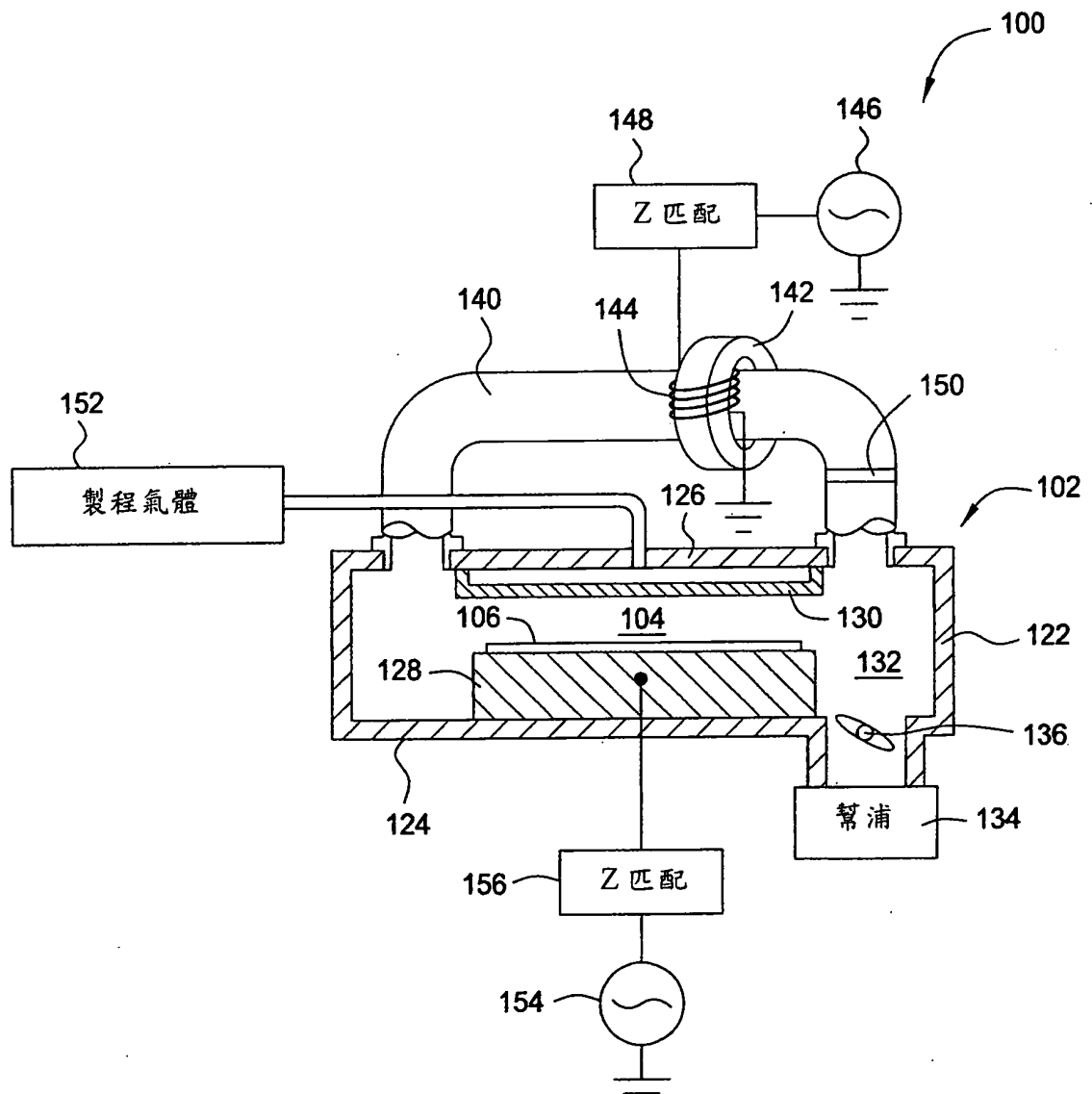
☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

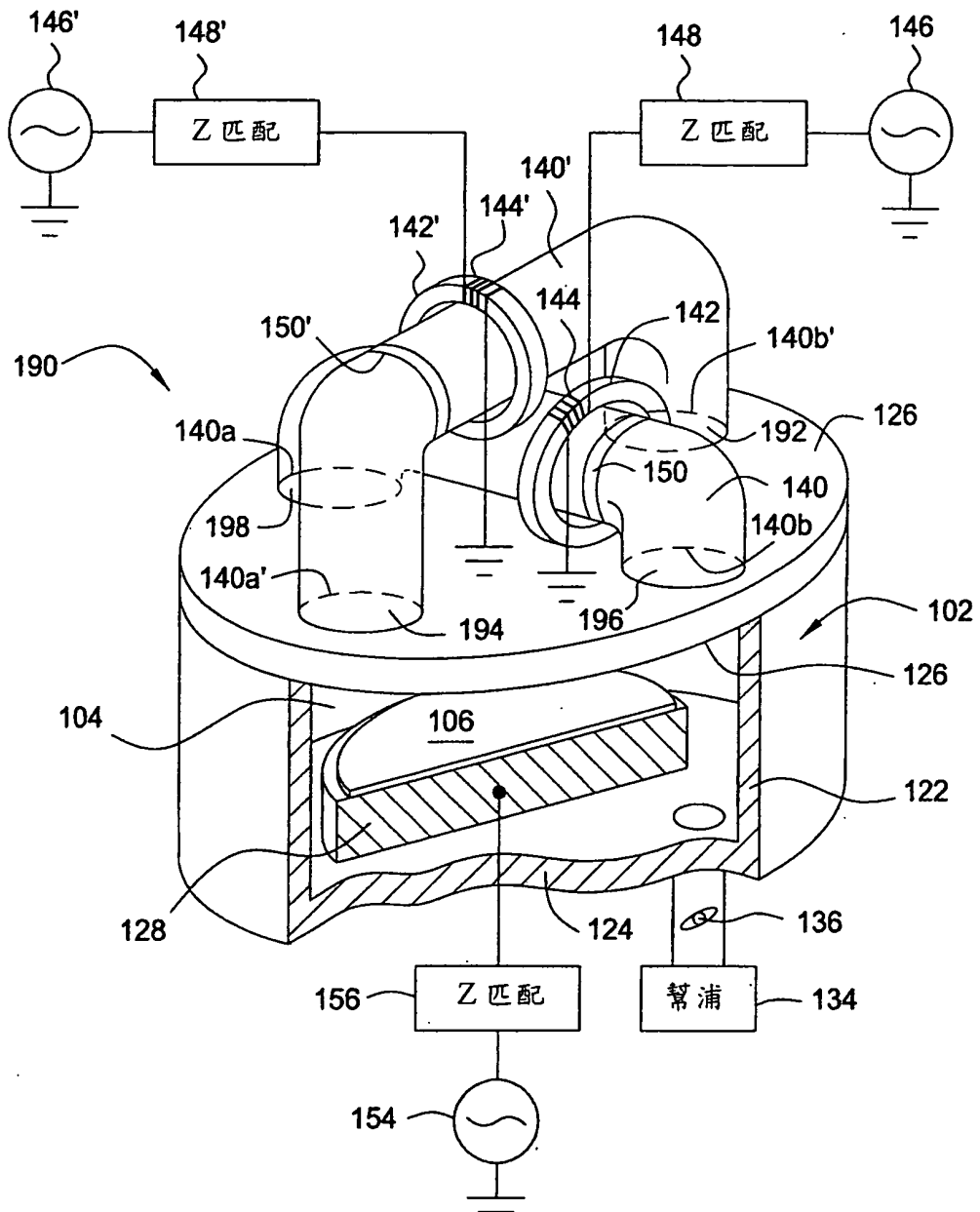
國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

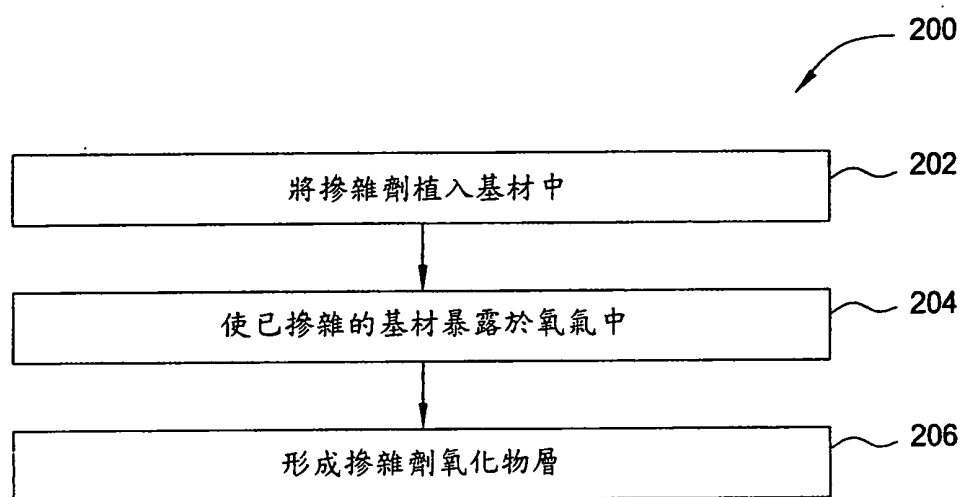
所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。



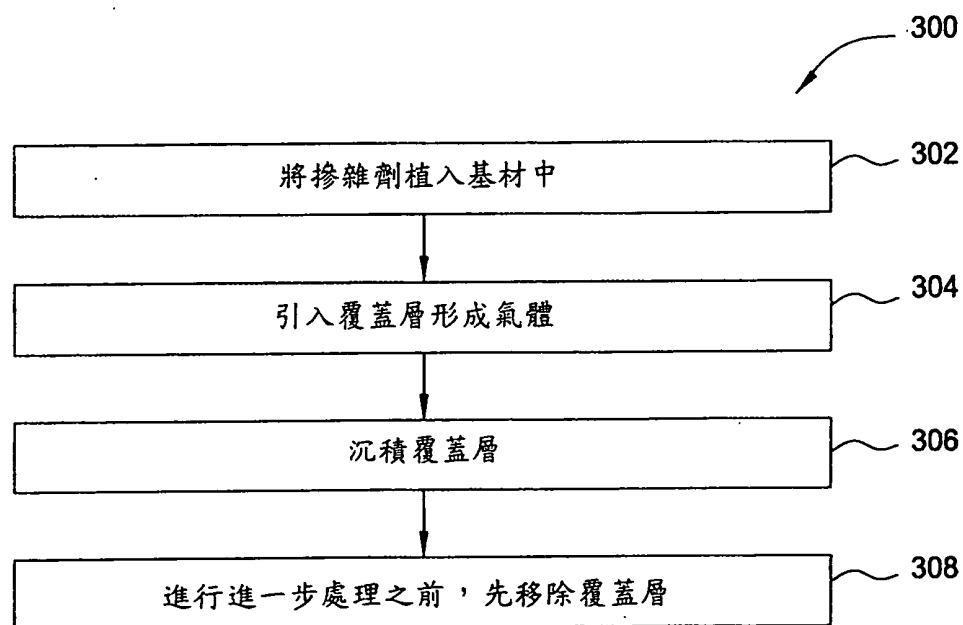
第1A圖



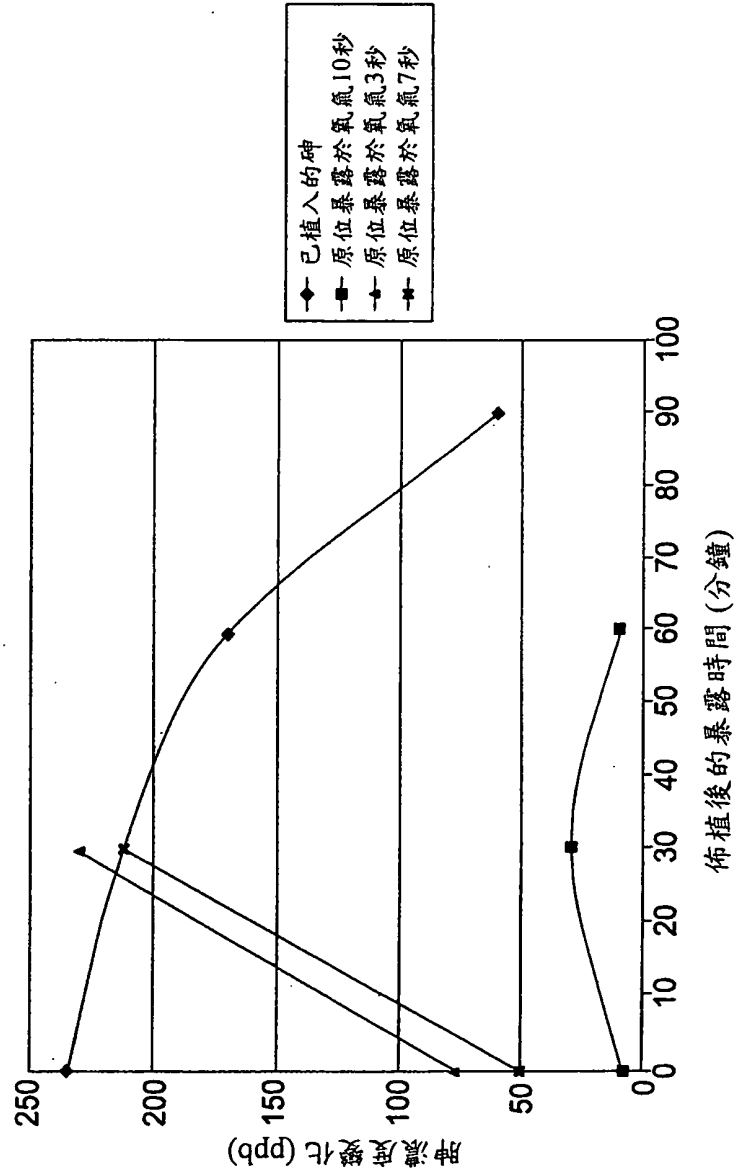
第1B圖



第2圖



第3圖



第4圖

10年4月10日修正替換頁

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半導體製程領域，更明確而言，是關於更安全地製造摻雜砷、磷或硼之基材的方法。

【先前技術】

積體電路可能包含超過一百萬個形成在基材(例如半導體晶圓)上的微電子場效應電晶體，例如互補金氧半導體場效電晶體(CMOS)，並且該些電晶體在電路中合作地執行各種功能。CMOS電晶體在其基材中的源極與汲極之間設置有一閘極結構。閘極結構通常包括一閘極電極與一閘極介電層。閘極電極設置在閘極介電層上，以控制介於源極與汲極之間且位於閘極介電層下方之通道區域中的電荷載子流動。

離子佈植製程典型用來將離子植入與摻雜至基材中，以形成具有所欲離子分佈模式與濃度的閘極和源汲極結構。在離子佈植製程中，可使用不同的製程氣體或氣體混合物來提供離子來源物種，例如砷(arsenic)、磷(phosphorus)或硼(boron)。特別是當砷暴露在濕氣中時，會發生如下反應式的反應而產生氧化砷與胂氣(或稱，砷化氫，Arsine gas)：



胂氣是毒性極高且可燃的氣體。當施加高摻雜劑劑量($1 \times 10^{16} \text{ l/cm}^2$ 或更高)與低佈植能量(即約 2 仟伏特)時，摻雜劑無法植入薄膜堆疊層的深處。因此，有較多的摻雜劑

10年4月10日修正替換頁

位在鄰近薄膜堆疊層的表面處，並且當基材移出處理室時可能會接觸到濕氣。位於基材表面附近的砷可能會發生不想要反應而形成砷氣。

因此，需要一種在植入摻雜劑後，避免形成有毒化合物的方法。

【發明內容】

本發明大體上包括在一種在佈植製程之後，避免形成有毒氣體的方法。某些摻雜劑植入基材上的膜層中以後，當其接觸濕氣時，可能會形成有毒氣體及/或可燃性氣體。在一實施例中，先將摻雜劑佈植到基材上的膜層中，隨後使該已經過佈植的膜層暴露於含氧氣體中，以形成一保護性氧化層。可在執行膜層佈植製程的同一處理室中形成該氧化層。

在另一實施例中，基材處理方法包括在一處理室中將一摻雜劑植入一膜層內，並且使該已佈植的膜層暴露於一含氧電漿中，以在該已佈植膜層上形成氧化層，而在該已佈植膜層暴露在大氣中的氧氣下之前，讓摻雜劑留在該膜層中。

在另一實施例中，先將一摻雜劑植入基材上的一膜層中，隨後在該已佈植的膜層上沉積一覆蓋層。可在佈植膜層的同一個處理室中沉積該覆蓋層。

在另一實施例中，基材處理方法包括在一處理室中將一摻雜劑植入基材上的一膜層內，並且在該已佈植膜層暴露在大氣中的氧氣下之前，先在該已佈植摻雜劑的膜層上

10年4月10日修正替換頁

沉積一覆蓋層；其中該覆蓋層係選自於由碳層、矽層、氧化矽層、氮化矽層、碳化矽層、有機層及上述膜層之組合所構成的群組中。

在另一實施例中，基材處理方法包括在一處理室中將一摻雜劑植入基材上的一膜層內，並且在該已佈植膜層暴露於大氣中的氧氣下之前，先使用由三氟化氮所形成的電漿來蝕刻該已佈植的膜層，以移除過量的摻雜劑。

【實施方式】

本發明揭示一種避免在佈植製程之後形成有毒氣體的方法。第 1A 圖繪示一電漿反應器 100，其可根據本發明實施例來執行離子佈植、形成氧化層以及形成覆蓋層。適合用來執行本發明的反應器可為 P3i™ 反應器，其可購自於美國加州聖克拉拉市的應用材料公司 (Applied Materials, Inc., of Santa Clara, California)。另一種可用來執行本發明的反應器則描述於 2006 年 12 月 8 日申請的美國專利申請案 11/608,357 號中，並將其全文納入本文中以供參考。並且本文中所描述的多種方法可能其他適當的電漿反應器中執行，包括購自其他製造商的電漿反應器。

電漿反應器 100 包含一室主體 102，該室主體具有一底部 124、一頂部 126 以及多個側壁 122 以圈圍出一製程區域 104。基材支撐組件 128 係由室主體 102 的底部 124 所支撐著，並且基材支撐組件 128 可用來容納一基材 106 以進行處理。氣體分配板 130 連接至室主體 102 的頂部 126，且面對著基材支撐組件 128。抽吸口 (pumping port) 132

101年4月10日修正替換頁

界定在室主體 102 中，且連接至一真空幫浦 134。真空幫浦 134 透過一節流閥 136 連接至抽吸口 132。氣體來源 152 耦接至氣體分配板 130，以為基材 106 上所執行的製程供應氣體前驅化合物。

第 1A 圖中所繪的反應器 100 包含一電漿源 190，如第 1B 圖之立體透視圖中所示者。電漿源 190 包含一對獨立的外部迴流導管(reentrant conduits)140、140'，其安裝在室主體 102 之頂部 126 外側並且橫跨彼此或彼此互相垂直，如第 1B 圖中所繪的示範性實施例般。第一外部導管 140 具有第一端 140a，該第一端 140a 穿過頂部 126 中的開口 198 而連接至室主體 102 內之製程區域 104 的第一側中。第二端 140b 具有一開口 196，其連接至製程區域 104 的第二側內。第二外部迴流導管 140b 具有第一端 140a'，其具有一開口 194 耦接至製程區域 104 的第三側，並且第二外部迴流導管 140b 具有一第二端 140b'，該第二端 140b' 具有一開口 192 耦接至製程區域 104 的第四側。在一實施例中，第一與第二外部迴流導管 140、140' 設計成彼此垂直，而使得各外部迴流導管 140、140' 的兩端 140a、140a'、140b、140b' 以約 90° 的角度間隔設置在室主體 102 之頂部 126 的周長附近。外部迴流導管 140、140' 的垂直配置設計允許電漿源均勻地分佈在整個製程區域 104 上。第一與第二外部迴流導管 140、140' 可設計成能在製程區域 104 中提供均勻電漿分佈的其他配置方式。

10年4月10日修正替換頁

磁穿透式環形核心 142、142'環繞著各自外部迴流導管 140、140'的一部分。導電線圈 144、144'透過各自的阻抗匹配電路或元件 148、148'而耦接至個別的 RF 電漿源功率產生器 146、146'。每個外部迴流導管 140、140'為一中空導電管，且各導電管各自被絕緣輪狀環 150、150'所中斷，絕緣輪狀環 150、150'分別打斷介於各自外部迴流導管 140、140'的兩端 140a、140b(以及 140a'與 140b')之間的連續導電路徑。利用 RF 電漿偏壓功率產生器 154 來控制基材表面的離子能量，且該 RF 電漿偏壓功率產生器 154 透過一阻抗匹配電路或元件 156 連接至基材支撐組件 128。

回到第 1A 圖，含有來自製程氣體來源 152 之氣體化合物的製程氣體透過頂部氣體分配板 130 引導至製程區域 104 中。將來自功率施加器的 RF 源電漿功率 146 耦合至導管 140 中的氣體，而在外部迴流導管 140 與製程區域 104 中的第一封閉環形路徑內產生一循環電漿電流。此外，將來自另一功率施加器的 RF 源電漿功率 146'耦合至第二導管 140'中的氣體，而在橫跨(例如垂直)該第一環形路徑的第二封閉環形路徑內產生一循環電漿電流。第二環形路徑包含第二外部迴流導管 140'與製程區域 104。各自路徑中的電漿電流可以各自 RF 源功率產生器 146、146'的頻率做震盪(oscillate)，例如反向震盪(reverse direction)，且該頻率可彼此相同或稍有偏差。

在一實施例中，製程氣體來源 152 提供數種不同製程

10年11月10日修正替換頁

氣體，以提供植入基材 106 中的離子。適當的製程氣體範例包括乙硼烷(B_2H_6)、三氟化硼(BF_3)、矽烷(SiH_4)、四氟化矽(SiF_4)、磷化氫(PH_3)、五氫化二磷(P_2H_5)、三氧化磷(PO_3)、三氟化磷(PF_3)、五氟化磷(PF_5)與四氟化碳(CF_4)等等。各 RF 電漿源功率產生器 146、146' 的功率受到操作，使得其結合效果能有效解離該些來自製程氣體來源 152 的製程氣體，而在基材 106 的表面處產生期望的離子流。RF 電漿偏壓功率產生器 154 的功率則控制在一選定的功率量，以使製程氣體解離後的離子能量能加速朝向基材表面並且以期望的濃度植入基材 106 之頂面下方的一期望深度處。例如，以低於約 50 電子伏特(eV)的相對較低能 RF 功率可能得到相對較低的電漿離子能量。具有低離子能量的解離離子可能植入距離基材表面約 0 埃(Å)至約 100 埃的淺深度處。或者，由高 RF 功率產生具有高離子能量的解離離子(例如高於約 50eV)可能植入距離基材表面實質超過 100 埃的深度處。

結合受控制的 RF 電漿源功率與 RF 偏壓功率可使氣體混合物中解離出具有足夠動量的離子，並且在處理室 100 中得到期望的離子分佈情形。離子受到偏壓並且被驅使朝向基材表面，而以期望的離子濃度、分佈與距離基材表面的期望深度將離子佈植至基材中。此外，由供應製程氣體所產生的受控制離子能量與不同的離子物種有助於將離子佈植在基材 106 中，而形成所欲的元件結構，例如基材 106 上的閘極結構與源汲極區域。

1994年4月10日修正替換頁

第 2 圖繪示在佈植製程之後，形成一摻雜劑氧化層之方法 200 的流程圖。方法 200 始於步驟 202，在步驟 202 中，將一摻雜劑佈植至形成於基材上的一膜層中。「膜層 (film)」一詞為包括一材料層或堆疊在基材上之多層材料層在內的通稱。在一實施例中，摻雜劑包括砷 (arsenic)。在另一實施例中，摻雜劑包括磷 (phosphorus)。在又一實施例中，摻雜劑包括硼 (boron)。

待摻雜劑植入該膜層堆疊層中以後，方法進行到步驟 204，在步驟 204 中，使該已佈植 (例如，已摻雜) 膜層暴露至一含氧氣體中。該暴露步驟可在執行該膜層佈植之同一反應室中的原位處進行。在佈植之後，具有已摻雜膜層的基材可留在該反應室中，以確保摻雜劑不會接觸到濕氣，因為濕氣可能與摻雜劑發生反應而形成有毒或可燃的氣體。在一實施例中，可在不使該已佈植 (例如，已摻雜) 膜層暴露於大氣中 (從而暴露於濕氣中) 的情況下，在另一獨立的反應室中使該已佈植 (已摻雜) 膜層暴露於含氧氣體中。

在步驟 206 中，藉著將該已佈植膜層暴露在含氧氣體中，使氧氣與之反應而在已佈植膜層的表面上形成氧化物。該氧化物可能是摻雜劑的氧化物及 / 或該佈植膜層的氧化物。可用的適當含氧氣體包括氧原子 (O)、氧氣 (O₂)、臭氧 ozone (O₃)、氧化亞氮 (N₂O)、一氧化氮 (NO)、二氧化氮 (NO₂)、五氧化二氮 (N₂O₅)、上述氣體之電漿、自由基、衍生物及其組合物，或是其他適合的氧來源。含氧氣體可激

10年4月10日修正替換頁

發成電漿。在一實施例中，可在執行佈植製程的同一處理室中激發該含氧氣體。在另一實施例中，可在遠端處激發電漿，並且將電漿輸送至處理室。可利用電容來源及/或感應來源來產生電漿。

在一實施例中，該已佈植膜層可暴露至一含氫氣體中。可在該已佈植膜層暴露於含氧氣體之前或之後，使該已佈植膜層暴露至一含氫氣體中。在一實施例中，含氫氣體包括氫氣。暴露至含氫氣體與暴露至含氧氣體的步驟可重複執行多次。該含氫氣體可激發成電漿。在一實施例中，可在執行佈植的同一處理室中激發該含氫氣體。在另一實施例中，可在遠端處激發電漿，並且將該電漿輸送到處理室。可使用電容來源及/或感應來源來產生電漿。暴露至含氫氣體以及暴露至含氧氣體的步驟可於同一個處理室內但在不同時間區段中執行。

在一實施例中，可在形成於該已佈植膜層上的氧化層上沉積一覆蓋層。覆蓋層可選自於由碳層、矽層、氧化矽層、氮化矽層、碳化矽層、有機層及其組合物所構成之群組中。可在執行佈植的同一處理室中進行沉積以在該氧化層上沉積一覆蓋層。在一實施例中，可無需使膜層暴露於大氣(從而暴露於濕氣中)的情況下，在不同的處理室中沉積該覆蓋層。可在退火之後，移除該覆蓋層。

在又另一實施例中，可使已佈植膜層暴露於一氣體中以移除過量的摻雜劑。藉著移除過量的摻雜劑，摻雜劑可能不活化，從而減少形成摻雜劑的氫化物。在一實施例中，

16年4月10日修正替換頁

該氣體可包括蝕刻氣體。在另一實施例中，該氣體可能包括三氟化氮(NF_3)。移除過量摻雜劑的步驟可在執行佈植的同一個處理室中進行。在一實施例中，可在不使膜層暴露於大氣中(從而暴露於濕氣中)的情況下，在不同的處理室中執行該移除過量摻雜劑的步驟。

形成氧化層、形成覆蓋層以及移除過量摻雜劑的步驟可以任意組合的方式來應用。在一實施例中，可形成氧化層，但不形成覆蓋層，且不移除過量的摻雜劑。在另一實施例中，形成一覆蓋層，但不形成氧化層，且沒有移除過量的摻雜劑。在另一實施例中，移除過量的摻雜劑，但沒有形成氧化層與覆蓋層。在一實施例中，形成氧化層及覆蓋層，但是沒有移除過量的摻雜劑。在另一實施例中，形成氧化層且移除過量的摻雜劑，但是不形成覆蓋層。在另一實施例中，形成覆蓋層且移除過量的摻雜劑，但不形成氧化層。此外，可與上述形成氧化層、形成覆蓋層以及移除過量摻雜劑之步驟以任意的組合方式來執行該暴露於含氮氣體的步驟。

在形成氧化層的過程中，以約 300 sccm 至約 450 sccm 的流速供應含氧氣體給處理室。在另一實施例中，含氧氣體的流速可大於 450 sccm。在該處理室中，使該已佈植膜層於約 15 毫托(mTorr)至約 300 毫托的處理室壓力下暴露約 3 至 10 秒鐘以形成該氧化層。含氧氣體可隨同一載氣共同流入該處理室中。載氣的流速可約 50 sccm。載氣可能包含一惰性氣體。在一實施例中，載氣包含氮氣。

19年4月10日修正替換頁

第 3 圖繪示在佈植製程後形成覆蓋層之方法 300 的流程圖。方法 300 始於步驟 302，在步驟 302 中，摻雜劑佈植至形成於基材上的一膜層中。摻雜劑為如上所述者。

待摻雜劑植入膜層內之後，方法進行到步驟 304，在步驟 304 中，供應用來在摻雜膜堆疊層 306 上沉積覆蓋層的氣體。可在執行佈植製程的同一個處理室內的原位處進行覆蓋層的沉積。由於摻雜劑會與濕氣反應而形成有毒或可燃氣體，藉著在同一處理室中的原位處進行覆蓋住該已佈植基材的步驟，可確保摻雜劑不會暴露在濕氣中。

可利用化學氣相沉積製程(CVD)來沉積覆蓋層。可用的其中一種特別 CVD 製程包括電漿增強化學氣相沉積製程(PECVD)。覆蓋層可能包含矽、氧、氮、碳及其組合物。可導入處理室中的適當氣體包括含矽氣體、如上所述的含氧氣體、含氮氣體以及含氫氣體。在一實施例中，覆蓋層包括矽層。在另一實施例中，覆蓋層包括氧化矽層。在又一實施例中，覆蓋層包括氮化矽層。又再一實施例中，覆蓋層包括碳化矽層。

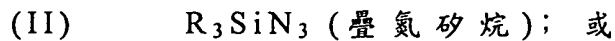
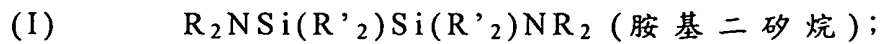
形成覆蓋層的適當含矽氣體範例包括胺基矽烷(aminosilanes)、胺基二矽烷(aminodisilanes)、疊氮矽烷(silylazides)、矽烷基肼(silylhydrazines)及其衍生物。含矽氣體的某些特定範例包括二(第三丁基胺基)矽烷(bis(tertbutylamino)silane, BTBAS 或 ${}^t\text{Bu}(\text{H})\text{N})_2\text{SiH}_2$)、六氯二矽烷(hexachlorodisilane, HCD 或 Si_2Cl_6)、四氯矽烷(tetrachlorosilane, SiCl_4)、二氯矽烷(dichlorosilane,

10年4月10日修正替換頁

H_2SiCl_2)、1,2-二乙基-四(二乙胺基)-二矽烷
 (1,2-diethyl-tetrakis(diethylamino) disilane ,
 $(\text{CH}_2\text{CH}_3((\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{N})_2\text{Si})_2$)、1,2-二氯-四(二乙胺基)二矽
 烷 (1,2-dichloro-tetrakis(diethylamino) disilane ,
 $(\text{Cl}((\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{N})_2\text{Si})_2$)、六(N-吡咯烷基)二矽烷
 (hexakis(N-pyrrolidinio) disilane , $((\text{C}_4\text{H}_9\text{N})_3\text{Si})_2$)、
 1,1,2,2-四氯-雙(二(三甲基矽基)胺基)二矽烷
 (1,1,2,2-tetrachloro-bis(di(trimethylsilyl)amino)
 disilane , $(\text{Cl}_2((\text{CH}_3)_3\text{Si})_2\text{N})\text{Si})_2$)、1,1,2,2-四氯-雙(二異丙
 胺基)二矽烷 (1,1,2,2-tetrachloro-bis(diisopropylamino)
 disilane , $(\text{Cl}_2((\text{C}_3\text{H}_7)_2\text{N})\text{Si})_2$)、1,2-二甲基四(二乙胺基)
 二矽烷 (1,2-dimethyltetrakis(diethylamino) disilane ,
 $(\text{CH}_3(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{N})_2\text{Si})_2$)、疊氮三(二甲胺基)矽烷
 (tris(dimethylamino)silane azide , $((\text{CH}_3)_2\text{N})_3\text{SiN}_3$)、疊氮
 (三(甲胺基)矽烷 (tris(methylamino)silane azide ,
 $((\text{CH}_3)(\text{H})\text{N})_3\text{SiN}_3$)、2,2-二甲基胍基-二甲基矽烷
 (2,2-dimethylhydrazine-dimethylsilane ,
 $(\text{CH}_3)_2(\text{H})\text{Si}(\text{H})\text{NN}(\text{CH}_3)_2$)、三矽基胺 (trisilylamine ,
 $(\text{SiH}_3)_3\text{N}$ 或 TSA) 、六(乙胺基)二矽烷
 (hexakis(ethylamino)disilane , $((\text{EtHN})_3\text{Si})_2$)及其自由基、
 電漿、衍生物或組合物。可使用的其他適當含矽氣體包括
 具有一或多個 Si-N 鍵或 Si-Cl 鍵的化合物，例如二(第三
 丁基胺基)矽烷 (BTBAS 或 $(^t\text{Bu}(\text{H})\text{N})_2\text{SiH}_2$)或六氯已矽烷
 (HCD 或 Si_2Cl_6)。

101年4月0日修正替換頁

上述具有較佳鍵結結構的含矽氣體具有下列化學式：



在上述化學式中，R與R'可以是一或多個官能基，其選自於鹵素、具有一或多個雙鍵的有機基團、具有一或多個三鍵的有機基團、脂肪族烷基、環烷基、芳香基、有機矽基、烷胺基、含有氮或矽的環狀基或上述化合物的組合。特定的官能基包括氯(-Cl)、甲基(-CH₃)、乙基(-CH₂CH₃)、異丙基(-CH(CH₃)₂)、第三丁基(-C(CH₃)₃)、三甲基矽基(-Si(CH₃)₃)、吡咯啉基(pyrrolidine)或其組合物。

其他適當的含矽氣體包括具有任意R基組合的線性或環狀疊氮矽烷(silylazides, R_3SiN_3)以及矽烷基肼類(silylhydrazine, $R_3SiNRNR_2$)的氣體。R基團可為氮或任何有機官能基，例如甲基、乙基、丙基、丁基(C_xH_y)等等。連接於Si上的R基團可選擇為另一胺基NH₂或NR₂。疊氮矽烷化合物的特定範例包括疊氮三甲基矽烷(trimethylsilylazide, $(CH_3)_3SiN_3$)，其可購自美國賓州布里斯多室的聯合化學科技公司(United Chemical Technologies, located in Bristol, Pennsylvania)以及疊氮三(二甲胺)矽烷(tris(dimethylamine)silylazide, $((CH_3)_2N)_3SiN_3$)。矽烷基肼的特定範例為1,1-二甲基-2-二甲基矽基肼(1,1-dimethyl-2-dimethylsilylhydrazine, $(CH_3)_2HSiNHN(CH_3)_2$)。在另一實施例中，含矽氮氣體可能

101年4月10日修正替換頁

是下列至少一者： $(R_3Si)_3N$ 、 $(R_3Si)_2NN(SiR_3)_2$ 與 $(R_3Si)NN(SiR_3)$ ，其中各個 R 可個別為氫或烷基，例如甲基、乙基、丙基、丁基、苯基或其組合。含矽氮氣體的適當範例包括三矽基胺 (trisilylamine, $(H_3Si)_3N$)、 $(H_3Si)_2NN(SiH_3)_2$ 、 $(H_3Si)NN(SiH_3)$ 或其衍生物。

含氮氣體的適當範例包括氮氣 (NH_3)、聯胺 (N_2H_4)、有機胺、有機肼類 (organic hydrazines)、有機二嗪類 (organic diazines，例如甲基二嗪 (methyldiazine, $(H_3C)NNH$))、疊氮矽烷 (silylazides)、矽烷基肼 (silylhydrazines)、疊氮化氫 (hydrogen azide, HN_3)、氰化氫 (HCN)、氮原子 (N)、氮氣 (N_2)、苯基肼 (phenylhydrazine)、偶氮第三丁烷 (azotertbutane)、疊氮乙烷 (ethylazide) 及上述化合物之組合物或衍生物。有機胺包括化學式 R_xNH_{3-x} ，其中每個 R 可各自為烷基或芳香基，並且 x 為 1、2 或 3。有機胺的範例包括三甲胺 (trimethylamine, $(CH_3)_3N$)、二甲胺 (dimethylamine, $(CH_3)_2NH$)、甲胺 (methylamine, $(CH_3)NH_2$)、三乙胺 (triethylamine, $(CH_3CH_2)_3N$)、二乙胺 (diethylamine, $(CH_3CH_2)_2NH$)、乙胺 (ethylamine, $(CH_3CH_2)NH_2$)、第三丁胺 (tertbutylamine, $((CH_3)_3C)NH_2$) 及上述化合物之衍生物或組合物。有機肼包括化學式 $R_xN_2H_{4-x}$ ，其中每個 R 可各自為烷基或芳香基，並且 x 為 1、2、3 或 4。有機肼的範例包括甲基肼 (methylhydrazine, $(CH_3)N_2H_3$)、二甲基肼 (dimethylhydrazine, $(CH_3)_2N_2H_2$)、乙基肼 (ethylhydrazine, $(CH_3CH_2)N_2H_3$)、二乙基肼

10年4月0日修正替換頁

(diethylhydrazine, $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{N}_2\text{H}_2$)、第三丁基肼 (tertbutylhydrazine, $((\text{CH}_3)_3\text{C})\text{N}_2\text{H}_3$)、二第三丁基肼 (ditertbutylhydrazine, $((\text{CH}_3)_3\text{C})_2\text{N}_2\text{H}_2$)及上述化合物之自由基、電漿、衍生物或組合物。

碳來源包括乙基、丙基與丁基的有機矽烷、烷類、烯類與炔類。此類碳來源包括甲基矽烷(CH_3SiH_3)、二甲基矽烷($(\text{CH}_3)_2\text{SiH}_2$)、乙基矽烷($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SiH}_3$)、甲烷(CH_4)、乙烯(C_2H_4)、乙炔(C_2H_2)、丙烷(C_3H_8)、丙烯(C_3H_6)、丁炔(C_4H_6)及其它類似物。

可將用來形成覆蓋層的氣體隨同載氣供應至處理室中。在一實施例中，使用氫氣作為載氣，並且可以約 300 sccm 的流速來供應載氣。在化學氣相沉積過程中，可施加約 200 瓦至約 2000 瓦的 RF 功率。

在一實施例中，通入 15 sccm 的矽烷氣體、約 50 sccm 至約 60 sccm 的氧氣、約 300 sccm 的氫氣以及施加約 200 瓦的 RF 偏壓，可在已佈植膜層上沉積二氧化矽層。沉積反應發生約 1 分鐘至約 2 分鐘，並且沉積出厚度約 50 埃至約 60 埃的二氧化矽覆蓋層。選用性地，可在使用方法 200 所形成的氧化層上沉積一覆蓋層。

在步驟 308，在執行進一步處理之前，先移除該覆蓋層。可在後續處理步驟中移除原位沉積的氧化層或覆蓋層，此外該氧化層或覆蓋層的厚度需夠厚而足以減少及/或避免產生有毒及/或可燃氣體。然而，氧化層或覆蓋層也必須夠薄，而能夠在無需增加額外的處理時間或不會損害

16年4月10日修正替換頁

膜堆疊層的情況下，使用諸如剝除製程 (stripping process) 等方法輕易地將之移除。

表一顯示使用劑量為 $1 \times 10^{16} \text{ 1/cm}^2$ 的砷作為摻雜劑且佈植功率為 2 仟伏特對五種不同基材進行砷佈植的數據。對每種基材執行不同的暴露/覆蓋製程。

表一

基材	佈植 功率	摻雜 劑	暴露/覆蓋	摻雜劑氧化物/覆蓋層厚度		
				第 1 天	第 3 天	第 5 天
1	2 kV	砷	無	34.85 Å		42.65 Å
2	2 kV	砷	10 秒氧氣(無電漿)	37.38 Å		36.75 Å
3	2 kV	砷	3 秒氧氣電漿 (無偏壓)	51.19 Å		56.19 Å
4	2 kV	砷	7 秒氧氣電漿 (無偏壓)	47.15 Å	47.57 Å	49.93 Å
5	2 kV	砷	3 秒 SiH_2/O_2 電漿(無偏壓)	56.73 Å		59.52 Å

對於基材 1，在佈植之後，沒有執行原位暴露製程。當砷接觸到濕氣時，形成原生氧化砷，且伴隨著生成肅氣體。第一天形成的氧化砷厚度為 34.85 埃，並且到第五天所形成的氧化砷厚度為 42.65 埃。

對於基材 2，使已佈植膜層暴露在氧氣中 10 秒鐘但不施加電漿。所形成的氧化砷層厚度為 37.38 埃。到了第五天氧化砷的厚度縮減成 36.75 埃。並且沒有偵測到肅氣。

10年4月10日修正替換頁

對於基材 3，使已佈植膜層暴露在氧氣電漿中 3 秒鐘，但不施加偏壓。所形成的氧化砷層厚度為 51.19 埃。到了第五天的氧化砷層厚度增加到 56.19 埃。並且沒有偵測到肼氣。

對於基材 4，使已佈植膜層暴露在氧氣電漿中 7 秒鐘，但不施加偏壓。所形成的氧化砷層厚度為 47.15 埃。到了第三天氧化砷層厚度增加到 47.57 埃，並且到了第五天氧化砷層的厚度增加到 49.93 埃。並且沒有偵測到肼氣。

對於基材 5，藉著導入由 SiH_2 與 O_2 所形成的電漿持續 3 秒鐘，以在已佈植膜層上沉積二氧化矽層。該二氧化矽層的厚度為 56.73 埃。到了第五天，其厚度增加到 59.52 埃。並且沒有偵測到肼氣。

基材 1-4 的肼變化情形(arsine evolution)顯示於第 4 圖中。在第 4 圖中可看到，沒有原位生成氧化層的基材 1 除了形成氧化層之外，起初還會形成大量肼氣。另一方面，基材 2-4 產生的肼氣量要少得多。如上所述，基材 2-4 在執行膜層佈植的同一個處理室中於原位暴露在氧氣下，因此當基材接觸到濕氣時，較少的砷會形成肼氣。由於形成較少的肼氣，在操作基材 2-4 的過程比較安全。

原位氧化該已佈植雜劑之膜層的步驟，及/或在原位處於該已佈植摻雜劑之膜層上沉積一覆蓋層的步驟能減少當膜堆疊層接觸到濕氣時所產生的有毒及/或可燃氣體的量。並且該佈植與氧化(或覆蓋)步驟可在不同的處理室中進行，只要該佈植步驟與氧化(或覆蓋)步驟之間能使基材

10年4月10日修正替換頁

保持在真空狀態下即可。

雖然本發明的多個實施例已詳述如上，然而在不偏離本發明基本範圍的情況下，當可做出本發明的其他與進一步實施例。本發明範圍係由後附申請專利範圍所界定。

【圖式簡單說明】

為了更詳細了解本發明上述特徵，本發明係參照數個實施例詳述如上，且部分實施例繪於附圖中。然而需明白的是，該些附圖僅顯示本發明的數個典型實施例，因此不應作為本發明範圍的限制。本發明還容許其他等效實施例。

第 1A-1B 圖繪示適合用來實施本發明的電漿浸沒式離子佈植工具之實施例。

第 2 圖繪示根據本發明之形成摻雜劑氧化物的方法流程圖。

第 3 圖繪示根據本發明一實施例，原位覆蓋製程的方法流程圖。

第 4 圖顯示腫氣形成隨著時間的變化關係。

為了便於了解，盡可能地以相同元件符號來表示各圖所共有的相同元件。並且無需進一步說明就可了解到，一實施例的元件與特徵可有利地併入另一實施例中。

然而須注意的是，附圖僅出示本發明的數個示範性實施例，不應用來限制本發明範圍。本發明尚容許其他等效實施例。

【主要元件符號說明】

100 電漿反應器

102 室主體

10年4月0日修正替換頁

104 製程區域	122 側壁
124 底部	126 頂部
128 基材支撐組件	130 氣體分配板
132 抽吸口	134 真空幫浦
136 節流閥	140、140' 導管
140a、140a' 第一端	140b、140b' 第二端
142、142' 核心	144、144' 線圈
146、146' 功率產生器	148、148' 匹配電路
150、150' 輪狀環	152 氣體源
154 偏壓功率產生器	156 匹配電路
190 電漿源	192、194、196、198 開孔
200、300 方法	
202、204、206、302、304、306、308 步驟	

101年4月10日修正替換頁

五、中文發明摘要：

本發明揭露一種避免在佈植製程之後形成有毒氣體的方法。當將摻雜劑植入基材上的膜層中，某些摻雜劑暴露於濕氣中時會發生反應而形成有毒氣體及/或可燃氣體。藉著使摻雜薄膜於原位暴露至含氧化合物中，可使植入薄膜堆疊層之淺處的摻雜劑反應成摻雜劑氧化物，從而降低形成有毒氣體及/或可燃氣的可能性。或者，可原位地在摻雜薄膜上形成覆蓋層，以降低產生有毒氣體及/或可燃氣體的可能性。

六、英文發明摘要：

A method of preventing toxic gas formation after an implantation process is disclosed. Certain dopants, when implanted into films disposed on a substrate, may react when exposed to moisture to form a toxic gas and/or a flammable gas. By in-situ exposing the doped film to an oxygen containing compound, dopant that is shallowly implanted into the layer stack reacts to form a dopant oxide, thereby reducing potential toxic gas and/or flammable gas formation. Alternatively, a capping layer may be formed in-situ over the implanted film to reduce the potential generation of toxic gas and/or flammable gas.

104 年 5 月 25 日修正本

十、申請專利範圍：

1. 一種基材處理方法，其包含：

藉由將一摻雜劑佈植至一基材上之一膜層內以形成一已佈植膜層，該基板係置於一處理室中；

在該已佈植膜層暴露於大氣中的氧氣下之前，先將該已佈植膜層暴露於一含氧電漿中，以在該已佈植膜層上形成一氧化層而將該摻雜劑留在該已佈植膜層內，其中該摻雜劑選自於由砷、磷、硼及其組合物所構成之群組中；以及

在該佈植步驟之後及該暴露於一含氧電漿的步驟之前蝕刻該膜層，其中該蝕刻步驟包括使該已佈植膜層暴露於由三氟化氮(NF_3)所形成的電漿中。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含氧電漿是由氧氣所形成。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該佈植步驟與暴露步驟在同一處理室中執行。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中該電漿係藉由一電容耦合來源所產生。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之方法，其中該電漿係除了

該電容耦合來源之外，還藉著一感應耦合來源而生成。

6. 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中該電漿係藉著一感應耦合來源所產生。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包括在該含氧電漿以外，使該已佈植膜層獨立地暴露於一含氫電漿中。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中使該已佈植膜層暴露於一含氫電漿中的步驟係發生在該佈植步驟之後及該暴露於一含氧電漿的步驟之前。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該暴露於一含氫電漿的步驟以及該暴露於一含氧電漿的步驟係執行多次。

10. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中使該已佈植膜層暴露於一含氫電漿中的步驟係發生在該佈植步驟之後及該暴露於一含氧電漿的步驟之後。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中該暴露於一含氫電漿的步驟以及該暴露於一含氧電漿的步驟係執行多次。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包括在該氧化層上沉積一覆蓋層，其中該覆蓋層選自於由碳層、矽層、氧化矽層、氮化矽層、碳化矽層、有機層及其組合物所構成之群組中。

13. 一種基材處理方法，包括：

藉由在一處理室中將一摻雜劑佈植至一基材上的一膜層內以形成一已佈植膜層，其中該摻雜劑選自於由砷、磷、硼及其組合物所構成之群組中；

在該已佈植膜層暴露於大氣中的氧氣下之前，先在該已佈植摻雜劑的膜層上沉積一覆蓋層，其中該覆蓋層選自於由碳層、矽層、氧化矽層、氮化矽層、碳化矽層、有機層及其組合物所構成之群組中；以及

在該佈植步驟之後及該沉積步驟之前蝕刻該膜層，其中該蝕刻步驟包括使該已佈植膜層暴露於由三氟化氮(NF_3)所形成的電漿中。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其中該佈植步驟與該沉積步驟係在同一處理室中執行。

10年4月10日修正替換頁

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

300 方法

302、304 步驟

306、308 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