

發明專利說明書

200522203

(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：

93119036

※申請日期：

93.6.29

※IPC 分類：

H01L 21/31

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體裝置之製造方法

METHOD FOR FABRICATING SEMICONDUCTOR DEVICE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

海力士半導體股份有限公司

HYNIX SEMICONDUCTOR INC.

代表人：(中文/英文)

鄭東洙/CHUNG, DONG SOO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

大韓民國京畿道 467-860 利川市夫鉢邑牙美里山 136-1

San 136-1, Ami-ri, Bubal-eub, Ichon-shi, Kyoungki-do, 467-860, Republic of Korea

國籍：(中文/英文)

韓國/Korea

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 李敏碩/LEE, MIN-SUK

2. 李聖權/LEE, SUNG-KWON

國 籍：(中文/英文)

1.~2.大韓民國/Republic of Korea

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.韓國 2003.12.22 10-2003-0094511

2.韓國 2004.06.07 10-2004-0041516

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.~2.大韓民國/Republic of Korea

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.韓國 2003.12.22 10-2003-0094511

2.韓國 2004.06.07 10-2004-0041516

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：

(一)發明所屬之技術領域

本發明係關於一種半導體元件之製造方法，尤其是一種能夠防止導電結構的硬式遮罩，在接觸形成期間有所損失之半導體元件的製造方法。

(二)先前技術

大型積體化的趨勢導致需要在侷限的單胞區中，很密集地形成半導體元件。因此，半導體元件的單位元件，如電晶體和電容器，的尺寸逐漸減少。尤其，在動態隨機存取記憶體 (DRAM) 元件中，設計規則朝向微小化移動時，形成在單胞區中之單位元件的尺寸會減小。例如，目前形成的 DRAM 元件具有約小於 $0.1\mu\text{m}$ 的最小線寬，而且經常要求具有約小於 80nm 的線寬。因此，應用傳統的製造方法有許多困難。

在將使用具有波長為 193nm 之 ArF 光源的微影製程，應用到具有線寬約小於 80nm 之半導體元件的案例中，需要發展一種額外的製程配方，以防止光阻在為了精確形成圖案和垂直的蝕刻縱剖面所採用的蝕刻製程期間產生變形。

另一方面，半導體元件積體程度的進步，致使元件組件要以堆疊方式形成。堆疊結構的其中之一範例為接觸栓或接觸墊。

對於接觸栓而言，最常形成平台栓接觸 (LPC)，因為 LPC 具有以最小面積製作很寬的接觸之頂部，和比底部寬之頂部，以增加接觸邊限。

自行對準接觸 (SAC) 蝕刻製程被採用，以在具有高外觀比的結構之間形成 LPC。SAC 蝕刻製程係一種藉由對具有特定蝕刻選擇比之底部結構執行蝕刻製程，形成接觸之方法。一般而言，SAC 蝕刻製程使用氮化物和氧化物之間不同的蝕刻選擇比。

一般而言，SAC 蝕刻製程使用選擇自 CF 和 CHF 族之蝕刻氣體。此外，還需要形成用以形成蝕刻停止層之氮化物層及間隔層，以防止底部導電結構受到傷害。

例如，在閘極電極之案例中，氮化物系間隔層係被形成在閘極電極的頂部和側壁上。因為外觀比增加，所以間隔層係形成氮化物堆疊層。在這些氮化物層之間，形成氧化物緩衝層，以抑制因氮化物層之間或氮化物層和基板之間所引發的應力，而導致破裂的產生。此種間隔層的典型範例為氮化物層、氧化物層和氮化物層的三層堆疊結構。此三層堆疊結構稱為 NON 結構。

此外，在 NON 結構上，形成由氮化物製成之蝕刻停止層，以防止導電結構在單胞接觸形成製程期間受到傷害。

下面，將說明使用具有 NON 結構和蝕刻停止層之上述閘極電極結構，形成單胞接觸之傳統方法。

第 1A 圖到第 1D 圖為用以形成單胞接觸之傳統方法的橫截面圖。

參照第 1A 圖，在基板 100 上，形成許多閘極電極結構 G1 和 G2。每一個閘極電極結構都包含有閘極硬式遮罩 103、閘極導電層 102 和閘極絕緣層 101。

閘極絕緣層 101 係由典型的氧化物系材料製成，如氧化矽，而閘極導電層 102 係由選擇自多晶矽、鎢(W)、氮化鎢(WN)、和矽化鎢(WSi_x)之組群的一個或組合之材料製成。

閘極硬式遮罩 103 係在藉由蝕刻將在後續形成的層間絕緣層，形成接觸孔洞期間，閘極導電層 102 的保護層。因此，閘極硬式遮罩 103 係由具有蝕刻選擇比大大不同於層間絕緣層之材料製成。例如，若層間絕緣層係由氧化物系材料製成，則閘極硬式遮罩 103 係由氮化物系材料製成，如氮化矽(SiN)或氮氧化矽(SiON)。若層間絕緣層係由聚合物系低介電質材料製成，則閘極硬式遮罩 103 係由氧化物系材料製成。

此外，在位於閘極電極結構 G1 和 G2 之間之基板 100 的預定部分，形成雜質擴散區 104，就像源極/汲極界面。

在形成許多閘極電極結構 G1 和 G2 之後，在閘極電極圖案 G1 和 G2 上，依序形成氮化物密封層 105、氧化物緩衝層 106、及氮化物間隔層 107。在此，參考符號 NON 表示包含氮化物密封層 105、氧化物緩衝層 106、及氮化物間隔層 107 之 NON 結構。

其次，在氮化物間隔層 107 上，形成蝕刻停止層 108，以停止蝕刻，因而可以防止在下面的半導體結構，如閘極電極結構 G1 和 G2，在 SAC 蝕刻製程期間受到損傷。此時，蝕刻停止層 108 最好是沿著氮化物間隔層 107 的縱剖面形成，而且係由氮化物系材料製成。

參照第 1B 圖，在蝕刻停止層 108 上，形成由氧化物系材料製成之層間絕緣層 109。氧化物系材料之範例有：硼矽酸鹽玻璃 (BSG)、硼磷矽酸鹽玻璃 (BPSG)、磷矽酸鹽玻璃 (PSG)、四乙基氧矽酸鹽 (TEOS)、高密度電漿 (HDP) 氧化物、旋佈玻璃 (SOG)、先進平坦化層 (APL)、及類似的材料。除了氧化物系材料之外，層間絕緣層 109 也可以由有機或無機的低介電質材料製成。

在層間絕緣層 109 上，形成用以形成單胞接觸之光阻圖案 110。雖然沒有圖示，但是可以在光阻圖案 110 和層間絕緣層 109 之間形成抗反射塗層。

參照第 1C 圖，藉由使用光阻圖案 110 當作蝕刻遮罩，執行 SAC 蝕刻製程，蝕刻層間絕緣層 109。此時，在使用層間絕緣層 109 和閘極硬式遮罩 103 之間之不同的蝕刻選擇比下，進行 SAC 蝕刻製程。此外，此 SAC 蝕刻製程停止在蝕刻停止層 108。根據此 SAC 蝕刻製程，會形成接觸孔洞 111。之後，透過灰化製程，移除光阻圖案 110。若抗反射塗層係由有機材料製成，則抗反射塗層也可以在此灰化製程期間同時移除。

參照第 1D 圖，執行接觸打開製程，藉由移除蝕刻停止層 108，NON 結構和閘極絕緣層 101，曝露位在接觸孔洞 111 底部下方之雜質擴散區 104。然後，執行用以移除蝕刻殘留物和擴大接觸孔洞 111 的開口之清洗製程。

對於 SAC 蝕刻製程和接觸開口製程，使用 C_xF_y 和 $C_aH_bF_c$ 之混合氣體，其中 x 和 y 表示範圍從 1 到 10 之原子

比，而 a, b, c 也是表示範圍從 1 到 10 之原子比。

雖然沒有圖示，但是在清洗製程之後，將用以形成栓之導電材料填入接觸孔洞 111 之中。然後，在曝露閘極硬式遮罩 103 的表面之目標下，執行化學機械研磨 (CMP) 製程，使得形成穿過接觸孔洞 111 電性連接雜質擴散區 104 之栓。

另一方面，因為大型積體化，所以閘極電極結構 G1 和 G2 的高度會變高。因此，蝕刻目標的厚度會增加，此一定會造成蝕刻氣體的過度使用，和延長蝕刻時間。結果，閘極硬式遮罩 103 會有所損失，此損失在第 1D 圖中以參考數字 112 表示。

閘極硬式遮罩 103 的損失會嚴重影響元件的操作。例如，若流進後續製程之閘極硬式遮罩 103 剩下很少的量，則會因自行對準接觸失效，而在元件之間發生短路。因此，單胞接觸形成製程其中一個很重要的目的係要使閘極硬式遮罩 103 剩下的量儘可能的多。

尤其，在各種造成閘極硬式遮罩 103 的損失之製程當中，蝕刻停止層 108、NON 結構和閘極絕緣層 101 的移除，係最難以使閘極硬式遮罩 103 的損失最小之製程。因為在過蝕刻蝕刻停止層 108、NON 結構和閘極絕緣層 101，以確保有足夠的接觸孔洞開口之目標下，應用全體回蝕刻製程，所以很難最小化閘極硬式遮罩 103 的損失。

例如，在具有小於 80nm 的線寬之元件中，剩餘的蝕刻停止層 108 具有 250Å 之厚度。在考慮過蝕刻的情形下，期

望損失的閘極硬式遮罩 103 厚度為 400Å。但是，使用由未摻雜矽酸鹽玻璃 (USG) 製成的帽層，可以補償閘極硬式遮罩 103 的損失到達 200Å。

但是，因為會有打開接觸失敗的問題，所以幾乎不可能將此帽層應用到具有 60nm 線寬的元件中。

(三)發明內容

因此，本發明的目的係要提供一種能夠防止導電結構的硬式遮罩，在接觸形成製程期間有所損失之半導體元件的製造方法。

根據本發明之方向，本發明提供一種半導體元件之製造方法，包含下列步驟：在基板上形成包含導電層和硬式遮罩層之許多導電結構；在許多導電結構上，依序形成第一氮化物層、氧化物層、第二氮化物層、和蝕刻停止層；在蝕刻停止層上，形成層間絕緣層；及執行選擇性蝕刻層間絕緣層、蝕刻停止層、第二氮化物層和氧化物層之自行對準接觸 (SAC) 蝕刻製程，直到 SAC 蝕刻製程停止在第一氮化物層，因此形成曝露第一氮化物層之接觸孔洞。

(四)實施方式

下面將參照附圖，詳細說明根據本發明優選實施例之半導體元件的製造方法。

第 2 圖為具有氮化物層、氧化物層和氮化物層的 NON 結構之閘極電極結構的掃描式電子顯微鏡照片。

如圖所示，在閘極電極結構 G1 和 G2 上，依序形成第一氮化物層 B、氧化物層 C、第二氮化物層 D 和蝕刻停止

層 E。此外，在閘極電極結構 G1 和 G2 及基板 SUB 之間的每一個介面上，形成閘極氧化物層 A。

此時，閘極氧化物層 A、第一氮化物層 B、氧化物層 C、第二氮化物層 D、和蝕刻停止層 E 分別具有約 60Å、約 70Å、約 80Å、約 90Å、和約 100Å 之厚度。因此，要藉由用以打開接觸孔洞之全體回蝕刻製程移除的總厚度約為 400Å。

在傳統方法中，用以形成接觸之自行對準接觸 (SAC) 蝕刻製程，係停止在蝕刻停止層 E 和第二氮化物層 D。在一種係用以蝕刻氧化物層之 SAC 蝕刻裝置的雙極環型磁鐵 (DRM) 裝置中，因為第二氮化物層 D 損失部分的厚度約為 200Å，所以第二氮化物層 D 的厚度約大於 200Å。但是，在最近所發展的元件中，因為蝕刻裝置的進步和輔助型蝕刻氣體的發展，所以在蝕刻氧化物層 C 期間，第二氮化物層 D 損失部分的厚度約 80Å。因此，可以控制基板結構的均勻性。

第 3A 圖到第 3E 圖為根據本發明優選實施例，用以形成接觸之方法的橫截面圖。

參照第 3A 圖，在基板 300 上，形成許多閘極電極結構 G31 和 G32。在此，每一個閘極電極結構 G31 和 G32 都包含有閘極硬式遮罩 303、閘極導電層 302 和閘極絕緣層 301。

閘極絕緣層 301 係由典型的氧化物系材料製成，如氧化矽，而閘極導電層 302 係由選擇自由多晶矽、鎢 (W)、氮

化鎢 (WN)、和矽化鎢 (WSi_x)組成之組群的一個或組合之材料製成。

閘極硬式遮罩 303 係扮演在藉由蝕刻將在後續形成的層間絕緣層，形成接觸孔洞期間，保護閘極導電層 302 之角色。因此，閘極硬式遮罩 303 係由具有蝕刻選擇比不同於層間絕緣層之材料製成。例如，若層間絕緣層係由氧化物系材料製成，則閘極硬式遮罩 303 係由氮化物系材料製成，如氮化矽或氮氧化矽 (SiON)。若層間絕緣層係由聚合物系低介電質材料製成，則閘極硬式遮罩 303 係由氧化物系材料製成。

在位於閘極電極結構 G31 和 G32 之間之基板 300 的預定部分，有雜質擴散區 304，如源極/汲極界面。

在形成閘極電極結構 G31 和 G32 之後，在閘極電極結構 G31 和 G32 上，依序形成第一氮化物層 305、氧化物層 306、及第二氮化物層 307。在此，第一氮化物層 305、氧化物層 306、及第二氮化物層 307 形成氮化物、氧化物及氮化物 (NON)之結構。此 NON 結構以參考符號 NON 表示。

然後，在第二氮化物層 307 上，形成用以停止 SAC 蝕刻之蝕刻停止層 308，以防止閘極電極結構 G31 和 G32 在後續的 SAC 蝕刻製程期間受到損傷。此時，蝕刻停止層 308 最好是沿著第二氮化物層 307 的縱剖面形成，而且係由氮化物系材料製成。

在此，形成之第二氮化物層 307 具有約 70\AA 之厚度，使其易於藉由 SAC 蝕刻製程貫穿。此時，藉由控制氧化物

層 306 和第一氮化物層 305 的離子佈植配方和厚度，可以使電晶體因減薄第二氮化物層 307 所造成之特性的變化最小化。尤其，第一氮化物層 305 具有約 80\AA 之厚度。

換言之，第二氮化物層 307 具有範圍約從 70\AA 到 150\AA 之厚度，而第一氮化物層 305 具有範圍約從 80\AA 到 120\AA 之厚度。

參照第 3B 圖，在蝕刻停止層 308 上，形成氧化物系材料製成之上述層間絕緣層 309。氧化物系材料製成之範例有：硼矽酸鹽玻璃 (BSG)、硼磷矽酸鹽玻璃 (BPSG)、磷矽酸鹽玻璃 (PSG)、四乙基氧矽酸鹽 (TEOS)、高密度電漿 (HDP) 氧化物、旋佈玻璃 (SOG)、及先進平坦化層 (APL)。除了可以使用氧化物系材料之外，層間絕緣層 309 也可以由有機或無機的低介電質材料製成。

其次，在層間絕緣層 309 上，形成用以形成接觸之光阻圖案 310。在光阻圖案 310 和層間絕緣層 309 之間，也可以形成抗反射塗層。

參照第 3C 圖，使用光阻圖案 310 當作蝕刻遮罩，執行 SAC 蝕刻製程，以蝕刻層間絕緣層 309，使得形成曝露位在閘極電極結構 G31 和 G32 之間之第一氮化物層 305 的接觸孔洞 311。

此時，執行 SAC 蝕刻製程，直到貫穿第二氮化物層 307。因為此貫穿的第二氮化物層 307，所以氧化物層 306 幾乎被 SAC 蝕刻製程移除。SAC 蝕刻製程停止在第一氮化物層 305。

此外，SAC 蝕刻製程使用選擇自氟氣系電漿 C_xF_y 之組群的主要蝕刻氣體，如 C_2F_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_6 、 C_5F_8 和 C_5F_{10} 。在此，表示原子比之下標 x 和 y 的數值範圍係約從 1 到 10。在 SAC 蝕刻製程期間，將用以產生聚合物之氣體，如 CH_2F_2 、 C_3HF_5 或 CHF_3 ，與選擇自由 He、Ne、Ar 和 Xe 組成之惰性氣體組群的承載氣體一起加入到主要蝕刻氣體中。

移除形成在接觸孔洞 311 中之每一個閘極電極圖案 G31 和 G32 的側壁上，蝕刻停止層 308、第二氮化物層 307 及氧化物層 306 剩餘的部分，然後藉由採用去光阻製程，移除光阻圖案 310。

參照第 3D 圖，執行全體回蝕刻製程，藉由移除第一氮化物層 305 和閘極絕緣層 301，打開雜質擴散區 304 的頂部。在全體回蝕刻製程之後，曝露出雜質擴散區 304。此步驟稱為接觸孔洞開口製程。此外，位在接觸孔洞 311 橫向側面上之第一氮化物層 305，會變成每一個閘極電極圖案 G31 和 G32 的間隔層。

另一方面，相較於在接觸孔洞開口製程期間，移除蝕刻停止層 308、NON 結構和閘極絕緣層 301 之傳統方法，因為只需要移除第一氮化物層 305 和閘極絕緣層 301，所以根據本發明之優選實施例，蝕刻目標的厚度可以減少。減少此蝕刻目標的結果，可以最小化閘極硬式遮罩 303 的損失。

在接觸孔洞開口製程之後，使用清洗溶液執行濕式清

洗製程，以確保接觸孔洞 311 底部之臨界尺寸(CD)，及移除 SAC 蝕刻製程和全體回蝕刻製程之後的蝕刻殘留物。尤其，用於濕式清洗製程之清洗溶液的範例為氧化物緩衝蝕刻液(BOE)和氫氟酸(HF)。在 HF 酸的案例中，最好使用以約 50 到 500 份的水比 1 份的 HF 之比例，混合 HF 和水所得到之 HF 稀釋液。

參照第 3E 圖，將用以形成栓之導電材料填入接觸孔洞 311。在此，導電材料典型為多晶矽，也可以使用藉由堆疊多晶矽和障壁金屬，如鈦(Ti)和氮化鈦(TiN)，所得到之導電材料。除了多晶矽之外，也可以使用鎢當作導電材料。

在形成導電材料之後，執行化學機械研磨(CMP)製程或全體回蝕刻製程，以形成透過接觸孔洞 311 電性接觸基板 300 之栓 312。此時，進行 CMP 製程或全體回蝕刻製程，直到曝露出閘極硬式遮罩 303 的表面。但是，也可以在剩餘部分層間絕緣層 309 的目標下，進行 CMP 製程或全體回蝕刻製程。

第 4A 圖到第 4F 圖為根據本發明之優選實施例，用以形成接觸之方法的橫截面圖。在此，相同的構成組件使用和第 3A 圖到第 3E 圖相同的參考數字。

參照第 4A 圖，在基板 300 上，形成許多閘極電極結構 G31 和 G32。在此，每一個閘極電極結構 G31 和 G32 都包含有閘極硬式遮罩 303、閘極導電層 302 和閘極絕緣層 301。

閘極絕緣層 301 係由典型的氧化物系材料製成，如氧

化矽，而閘極導電層 302 係由選擇自由多晶矽、鎢 (W)、氮化鎢 (WN)、和矽化鎢 (WSi_x) 組成之組群的一個或組合之材料製成。

閘極硬式遮罩 303 係扮演在藉由蝕刻將在後續形成的層間絕緣層，形成接觸孔洞期間，保護閘極導電層 302 之角色。因此，閘極硬式遮罩 303 係由具有蝕刻選擇比不同於層間絕緣層之材料製成。例如，若層間絕緣層係由氧化物系材料製成，則閘極硬式遮罩 303 係由氮化物系材料製成，如氮化矽或氮氧化矽 ($SiON$)。若層間絕緣層係由聚合物系低介電質材料製成，則閘極硬式遮罩 303 係由氧化物系材料製成。

在位於閘極電極結構 G31 和 G32 之間之基板 300 的預定部分，有雜質擴散區 304，如源極/汲極接面。

在形成閘極電極結構 G31 和 G32 之後，在閘極電極結構 G31 和 G32 上，依序形成第一氮化物層 305、氧化物層 306、及第二氮化物層 307。在此，第一氮化物層 305、氧化物層 306、及第二氮化物層 307 形成氮化物、氧化物及氮化物 (NON) 之結構。此 NON 結構以參考符號 NON 表示。

然後，在第二氮化物層 307 上，形成用以停止 SAC 蝕刻製程之蝕刻停止層 308，以防止閘極電極結構 G31 和 G32 在後續的 SAC 蝕刻製程期間受到損傷。此時，蝕刻停止層 308 最好是沿著第二氮化物層 307 的縱剖面形成，而且係由氮化物系材料製成。

在此，形成之第二氮化物層 307 具有約 70\AA 之厚度，

使其易於藉由 SAC 蝕刻製程貫穿。此時，藉由控制氧化物層 306 和第一氮化物層 305 的離子佈植配方和厚度，可以使電晶體因減薄第二氮化物層 307 所造成之特性的變化最小化。尤其，第一氮化物層 305 具有約 80Å 之厚度。

換言之，第二氮化物層 307 具有範圍約從 70Å 到 150Å 之厚度，而第一氮化物層 305 具有範圍約從 80Å 到 120Å 之厚度。

參照第 4B 圖，在蝕刻停止層 308 上，形成由氧化物系材料製成之上述層間絕緣層 309。氧化物系材料之範圍有：硼矽酸鹽玻璃 (BSG)、硼磷矽酸鹽玻璃 (BPSG)、磷矽酸鹽玻璃 (PSG)、四乙基氧矽酸鹽 (TEOS)、高密度電漿 (HDP) 氧化物、旋佈玻璃 (SOG)、及先進平坦化層 (APL)。除了可以使用氧化物系材料之外，層間絕緣層 309 也可以由有機或無機的低介電質材料製成。

其次，在層間絕緣層 309 上，形成用以形成接觸之光阻圖案 310。在光阻圖案 310 和層間絕緣層 309 之間，也可以形成抗反射塗層。而且，除了使用光阻圖案 310 當作遮罩之外，也可以使用硬式遮罩，或是單獨使用硬式遮罩。換言之，可以使用由像鎢、多晶矽、或氮化物之材料製成的犧牲硬式遮罩，以確保光阻圖案對蝕刻製程的容許度，及防止圖案變形現象。除此之外，用以形成後續接觸孔洞之蝕刻遮罩，即在本優選實施例中之光阻圖案 310，可以形成 T 型、孔洞型和條型。

參照第 4C 圖，使用光阻圖案 310 當作蝕刻遮罩，執行

SAC 蝕刻製程，以蝕刻層間絕緣層 309，使得形成曝露位在閘極電極結構 G31 和 G32 之間之第一氮化物層 305 的接觸孔洞 311。

此時，執行 SAC 蝕刻製程，直到貫穿第二氮化物層 307。因為此貫穿的第二氮化物層 307，所以氧化物層 306 幾乎被 SAC 蝕刻製程移除，而且第一氮化物層 305 部分被蝕刻。SAC 蝕刻製程停止在第一氮化物層 305。

此外，SAC 蝕刻製程使用選擇自氟氣系電漿 C_xF_y 之組群的主要蝕刻氣體，如 C_2F_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_6 、 C_5F_8 和 C_5F_{10} 。在此，表示原子比之下標 x 和 y 的數值範圍係約從 1 到 10。在 SAC 蝕刻製程期間，將用以產生聚合物之氣體，如 CH_2F_2 、 C_3HF_5 或 CHF_3 ，與選擇自由 He、Ne、Ar 和 Xe 組成之惰性氣體組群的承載氣體一起加入到主要蝕刻氣體中。

在 SAC 蝕刻製程之後，移除蝕刻停止層 308、第二氮化物層 307、和氧化物層 306 的剩餘部分，然後採用去光阻製程，移除光阻圖案 310。在使用犧牲硬式遮罩的案例中，可以省略移除硬式遮罩之步驟。

參照第 4D 圖，在上述結果的基板結構上，形成攻擊障壁層 100。在此，攻擊障壁層 100 係扮演防止層間絕緣層 309 的絕緣性質劣化的角色，而且最好形成的厚度約為 50Å。此時，攻擊障壁層 100 最好係由具有厚度範圍約從 30Å 到 150Å 之氮化物製成。

參照第 4E 圖，執行全體回蝕刻製程或濕式清洗製程，

藉由移除攻擊障壁層 100、第一氮化物層 305 和閘極絕緣層 301，曝露出雜質擴散區 304。此步驟稱為接觸孔洞開口製程。

另一方面，相較於在接觸孔洞開口製程期間，移除蝕刻停止層 308、NON 結構和閘極絕緣層 301 之傳統方法，因為只需要移除攻擊障壁層 100、第一氮化物層 305 和閘極絕緣層 301，所以根據本發明之優選實施例，蝕刻目標的厚度可以減少。減少此蝕刻目標的結果，可以最小化閘極硬式遮罩 303 的損失。

在接觸孔洞開口製程之後，使用清洗溶液執行濕式清洗製程，以確保接觸孔洞 311 底部之臨界尺寸(CD)，及移除在 SAC 蝕刻製程和全體回蝕刻製程之後的蝕刻殘留物。尤其，用於濕式清洗製程之清洗溶液的範例為氧化物緩衝蝕刻液(BOE)和氫氟酸(HF)。在 HF 酸的案例中，最好使用以約 50 到 500 份的水比 1 份的 HF 之比例，混合 HF 和水所得到之 HF 稀釋液。在濕式清洗製程期間，因為有攻擊障壁層 100，所以層間絕緣層 309 不會受到損傷。

參照第 4F 圖，將用以形成栓之導電材料填入接觸孔洞 311。在此，導電材料典型為多晶矽，也可以使用藉由堆疊多晶矽和障壁金屬，如鈦(Ti)和氮化鈦(TiN)，所得到之導電材料。除了多晶矽之外，也可以使用鎢當作導電材料。

在形成導電材料之後，執行化學機械研磨(CMP)製程或全體回蝕刻製程，以形成透過接觸孔洞 311 電性接觸基板 300 之栓 312。此時，進行 CMP 製程或全體回蝕刻製程，

直到曝露出閘極硬式遮罩 303 的表面。但是，也可以在剩餘部分層間絕緣層 309 的目標下，進行 CMP 製程或全體回蝕刻製程。

根據本發明之優選實施例，用以完成接觸開口之全體回蝕刻製程的蝕刻目標之厚度減少，因此可以防止閘極電極結構的閘極硬式遮罩在 SAC 蝕刻製程期間受到損傷。因此，還可以增加半導體元件的良率。

雖然本發明之優選實施例舉的範例係形成用以製作單胞接觸之栓的案例，但是此種栓可以應用於位元線接觸和儲存節點接觸。因此，在形成用於儲存節點接觸之栓的案例中，雜質擴散區用單胞接觸栓或接觸墊取代，而閘極電極結構則用位元線取代。

此外，也可以將這些優選實施例應用到其他製作曝露的導電結構底部之接觸形成製程。此種接觸形成製程的其中之一範例係用以形成金屬線接觸之製程。

本專利申請書包含分別在 2003 年 12 月 22 日和 2004 年 6 月 7 日，向韓國專利局提出申請之韓國專利公報第 KR 2003-0094511 號和 KR 2004-0041516 號的相關內容，在此全都納入參考。

本發明已對某些優選實施例詳細說明，對於那些熟悉此項技術之人士對本發明所作之各種不同的變化例和修正例，都將不脫離在後面申請專利範圍所界定之本發明的精神和範圍。

(五)圖式簡單說明

根據下面優選實施例參照相關附圖之詳細說明，本發明上述的和其他的目的與特徵將會變得很清楚，其中：

第 1A 圖到第 1D 圖為用以形成單胞接觸之傳統方法的橫截面圖；

第 2 圖為具有氮化物層、氧化物層和氮化物層的 NON 結構之閘極電極結構的掃描式電子顯微鏡照片；

第 3A 圖到第 3E 圖為根據本發明優選實施例，用以形成接觸之方法的橫截面圖；以及

第 4A 圖到第 4F 圖為根據本發明另一優選實施例，用以形成接觸之方法的橫截面圖。

主要元件符號說明

100	基板
101	閘極絕緣層
102	閘極導電層
103	閘極硬式遮罩
104	雜質擴散區
105	氮化物密封層
106	氧化物緩衝層
107	氮化物間隔層
108	蝕刻停止層
109	層間絕緣層
110	光阻圖案
111	接觸孔洞

- 112 閘極硬式遮罩損失
- 300 基板
 - 301 閘極絕緣層
 - 302 閘極導電層
 - 303 閘極硬式遮罩
 - 304 雜質擴散區
 - 305 第一氮化物層
 - 306 氧化物層
 - 307 第二氮化物層
 - 308 蝕刻停止層
 - 309 層間絕緣層
 - 310 光阻圖案
 - 311 接觸孔洞
 - 312 栓
- 100 攻擊障壁層
- G31 閘極電極結構
- G32 閘極電極結構

五、中文發明摘要：

本發明係關於一種能夠防止導電結構的硬式遮罩層，在自行對準接觸蝕刻製程期間受到損傷之半導體元件的製造方法。該方法包含下列步驟：在基板上形成包含導電層和硬式遮罩層之許多導電結構；在許多導電結構上，依序形成第一氮化物層、氧化物層、第二氮化物層、和蝕刻停止層；在蝕刻停止層上，形成層間絕緣層；及執行選擇性蝕刻層間絕緣層、蝕刻停止層、第二氮化物層和氧化物層之自行對準接觸(SAC)蝕刻製程，直到SAC蝕刻製程停止在第一氮化物層，因此形成曝露第一氮化物層之接觸孔洞。

六、英文發明摘要：

The present invention relates to a method for fabricating a semiconductor device capable of preventing a hard mask layer of a conductive structure from being damaged during a self-aligned contact etching process. The method includes the steps of: forming a plurality of conductive structures including a conductive layer and a hard mask layer on a substrate; sequentially forming a first nitride layer, an oxide layer, a second nitride layer, and an etch stop layer on the plurality of conductive structures; forming an inter-layer insulation layer on the etch stop layer; and performing a self-aligned contact (SAC) etching process selectively etching the inter-layer insulation layer, the etch stop layer, the second nitride layer and the oxide layer until the SAC etching process is stopped at the first nitride layer to thereby form a conta

十、申請專利範圍：

1. 一種半導體元件之製造方法，包含下列步驟：

在基板上形成包含導電層和硬式遮罩層之許多導電結構；

在許多導電結構上，依序形成第一氮化物層、氧化物層、第二氮化物層、和蝕刻停止層；

在蝕刻停止層上，形成層間絕緣層；以及

執行選擇性蝕刻層間絕緣層、蝕刻停止層、第二氮化物層和氧化物層之自行對準接觸(SAC)蝕刻製程，直到SAC蝕刻製程停止在第一氮化物層，因此形成曝露第一氮化物層之接觸孔洞。

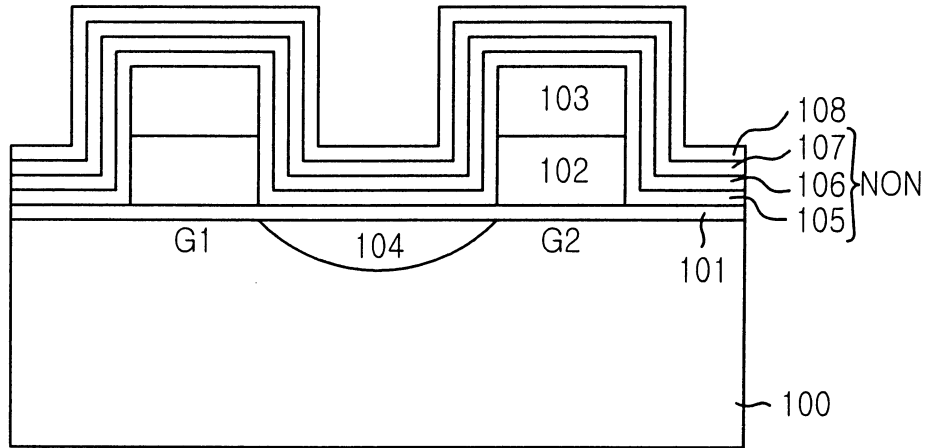
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中第一氮化物層具有範圍從約 80Å 到約 120Å 之厚度。
3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中第二氮化物層具有範圍從約 70Å 到約 150Å 之厚度。
4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在形成接觸孔洞之步驟，自行對準接觸(SAC)蝕刻製程採用 C_xF_y 族當作主要蝕刻氣體，其中 x 和 y 表示範圍約從 1 到 10 之原子比。
5. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中主要氣體加入選擇自由 CH_2F_2 、 C_3HF_5 和 CHF_3 組成之組群，用以產生聚合物之氣體。
6. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中主要氣體加入用以產生聚合物之氣體，係藉由使用選擇自由 He、Ne、Ar

和 Xe 組成之惰性氣體組群的承載氣體進行。

7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中許多導電結構係閘極電極結構。
8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中許多導電結構係位元線。
9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中許多導電結構係金屬導線。
10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，在形成導電層和硬式遮罩層之前，還包含：在基板上，形成閘極絕緣層之步驟。
11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，在執行 SAC 蝕刻製程的步驟之後，還包含：藉由採用全體回蝕刻製程，移除第一氮化物層之步驟，因此曝露出基板。
12. 如申請專利範圍第 1 項之方法，在執行 SAC 蝕刻製程的步驟之後，還包含下列步驟：
 - 在曝露的整個縱剖面上，形成攻擊障壁層；
 - 藉由採用全體回蝕刻製程，移除位在導電結構之間之攻擊障壁層和第一氮化物層；以及
 - 執行清洗製程。
13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中攻擊障壁層係由氮化物製成。
14. 如申請專利範圍第 13 項之方法，其中攻擊障壁層具有範圍從約 30Å 到約 150Å 之厚度。

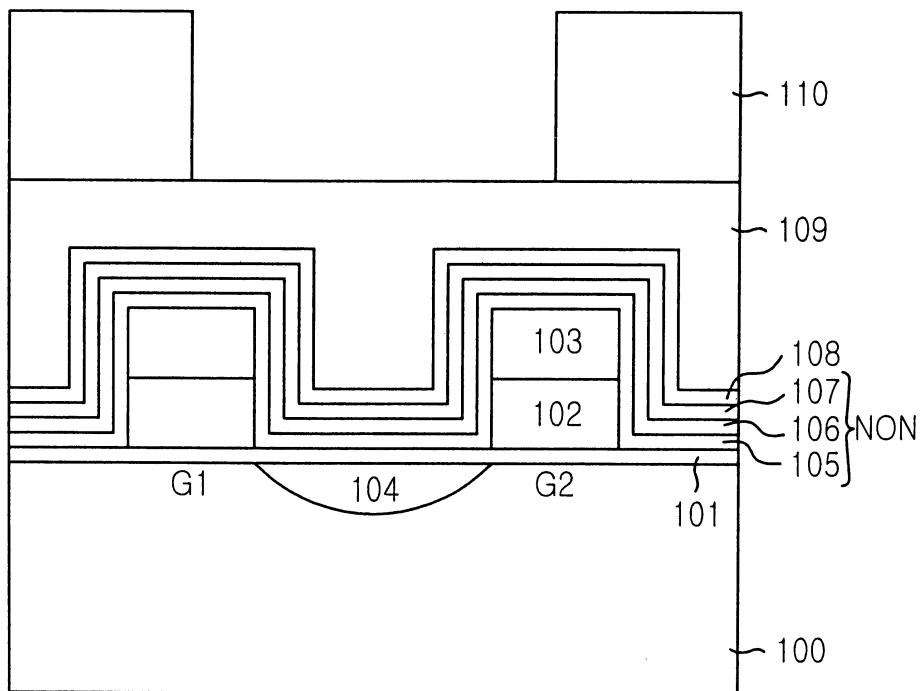
第 1A 圖

(先前技術)



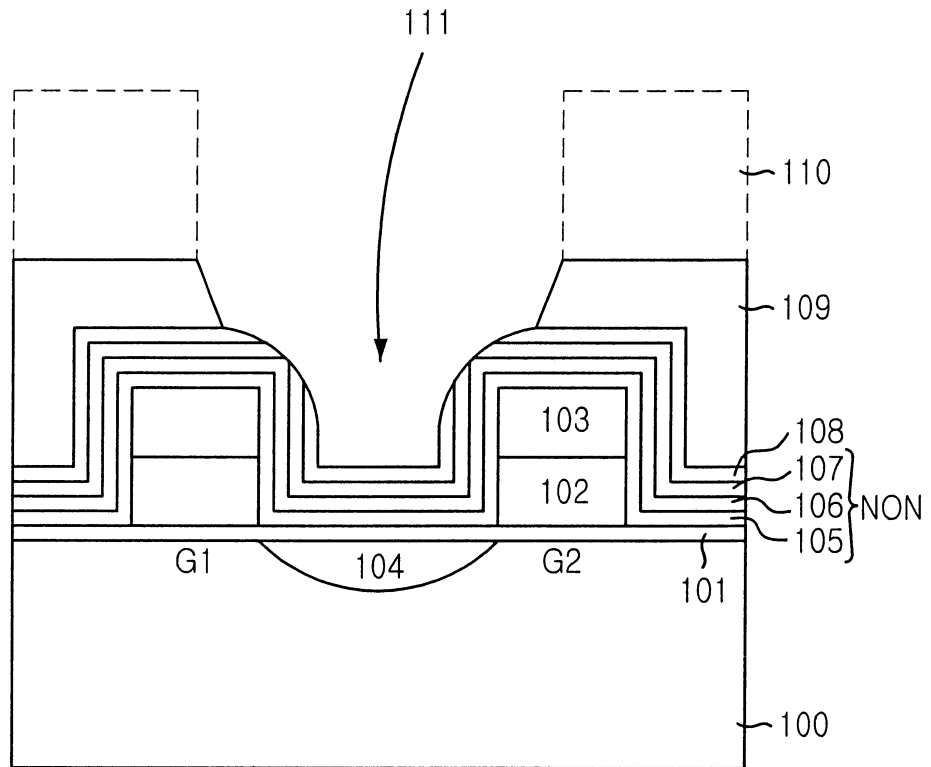
第 1B 圖

(先前技術)



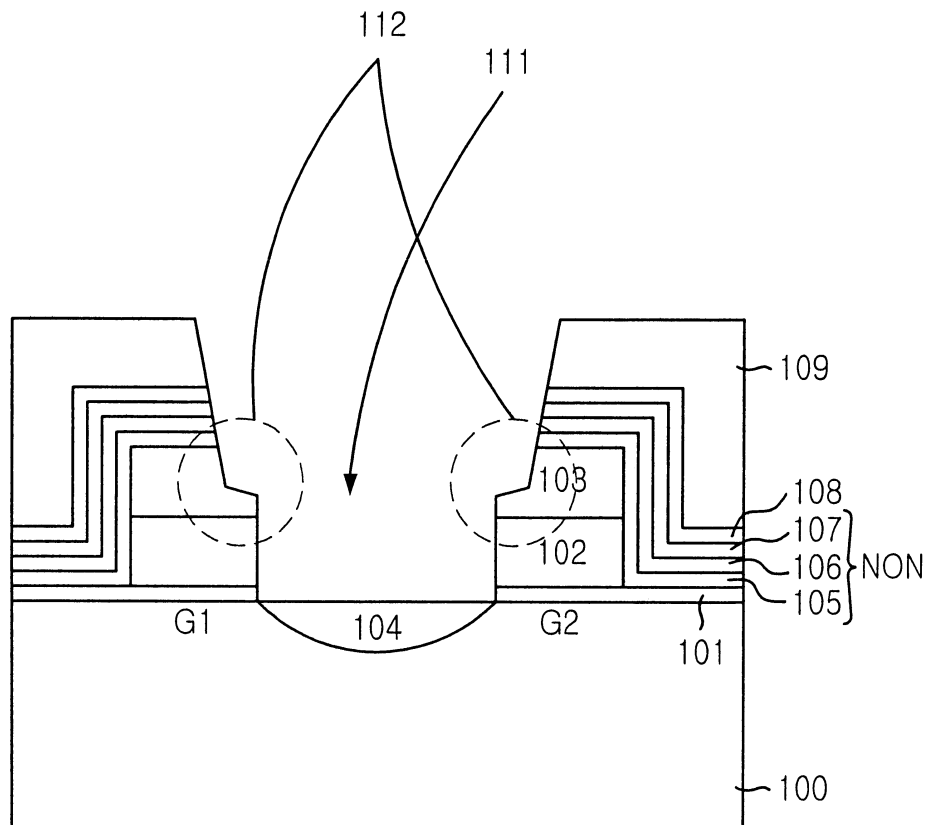
第 1C 圖

(先前技術)

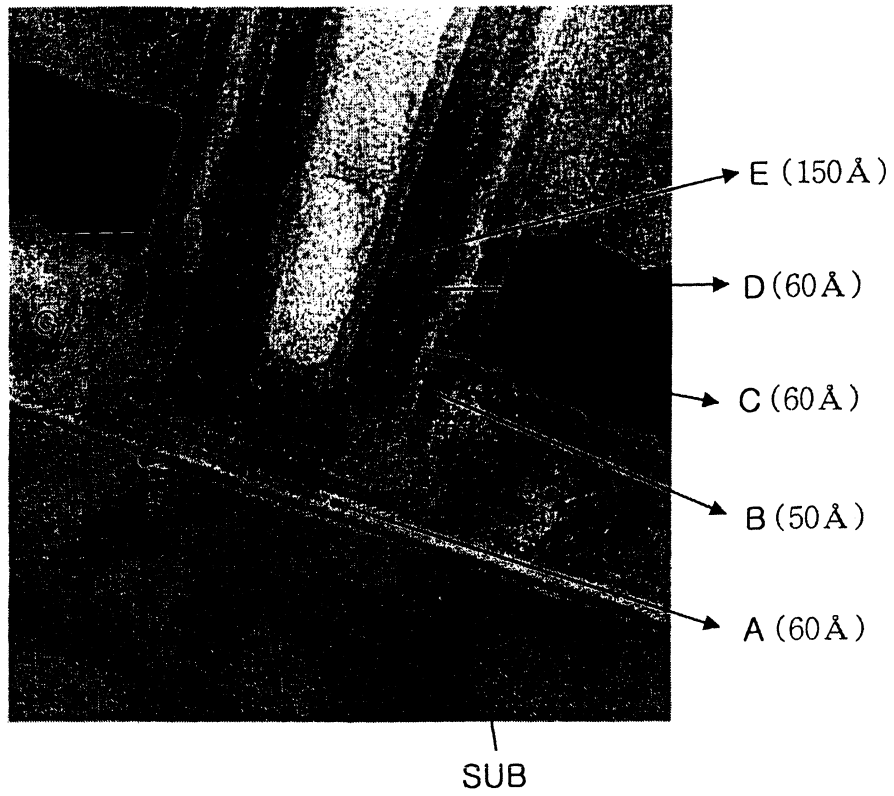


第 1D 圖

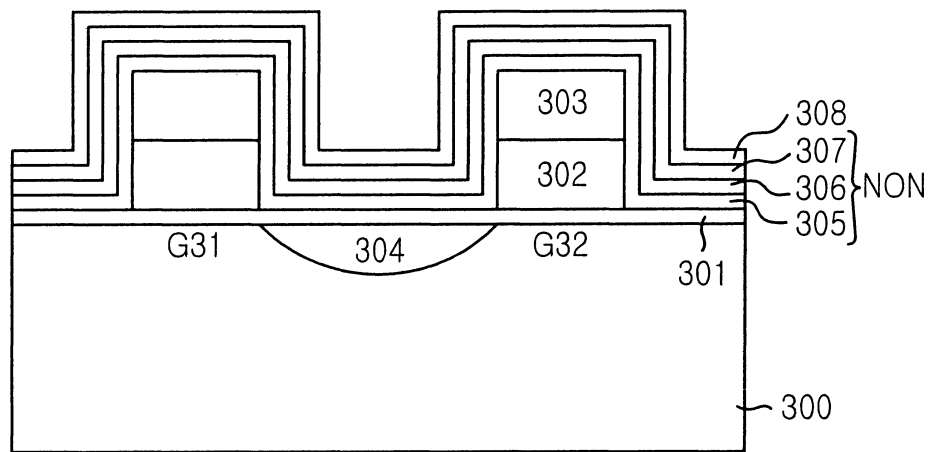
(先前技術)



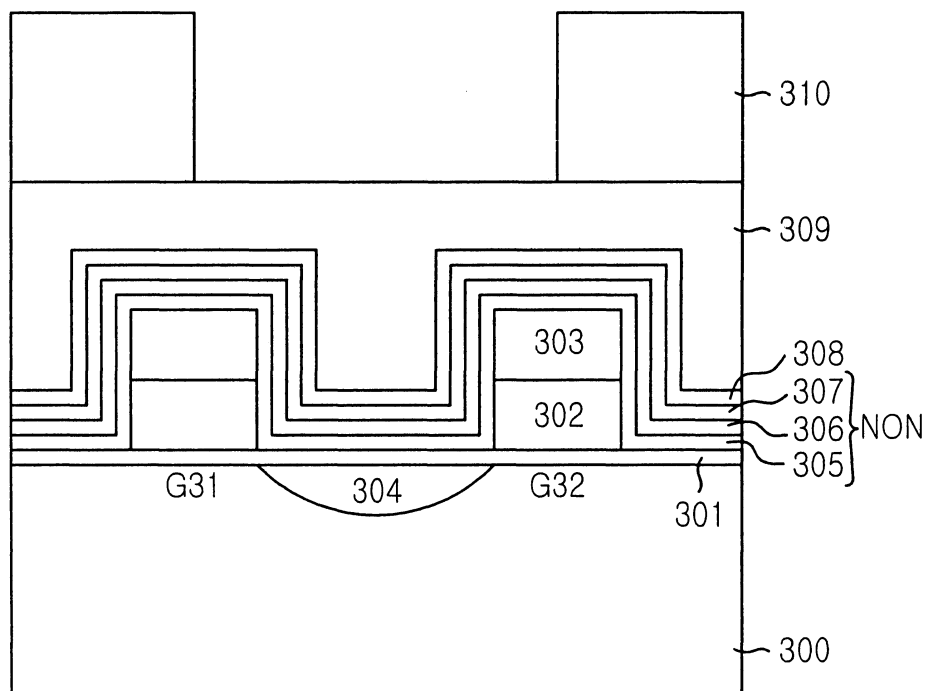
第 2 圖



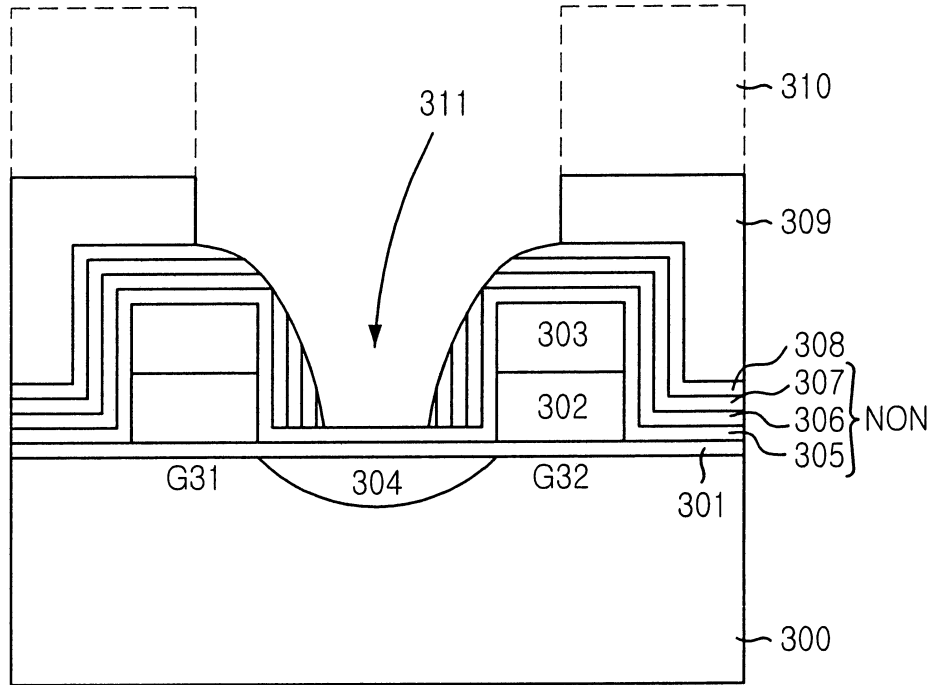
第 3A 圖



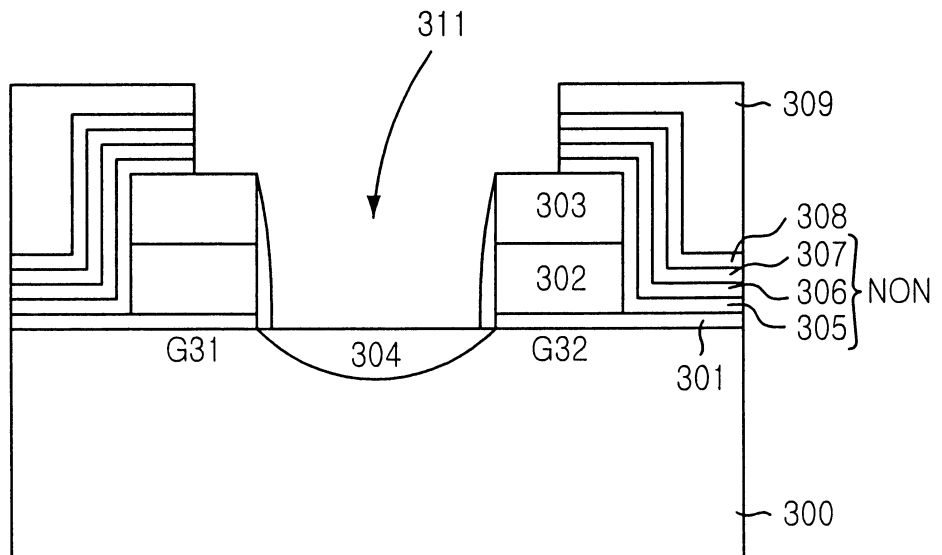
第 3B 圖



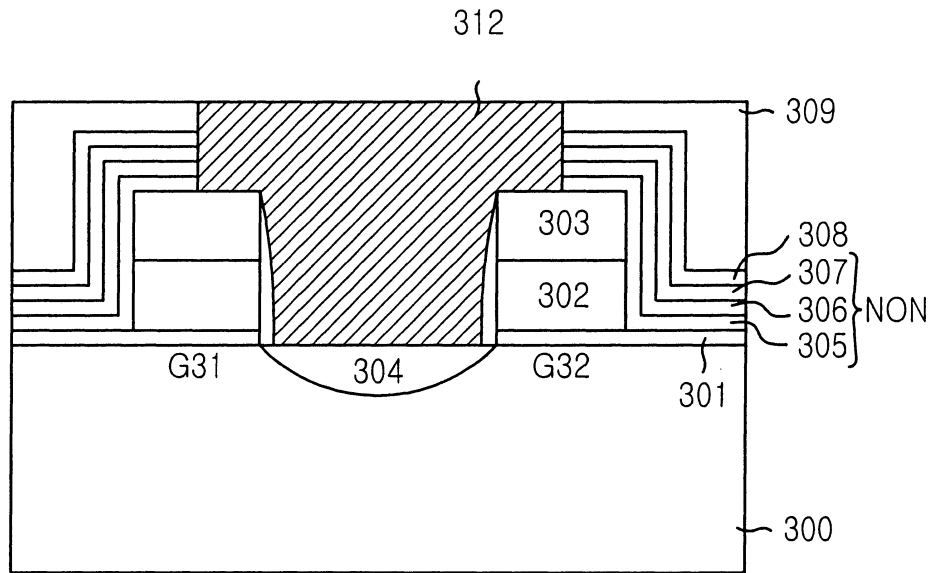
第 3C 圖



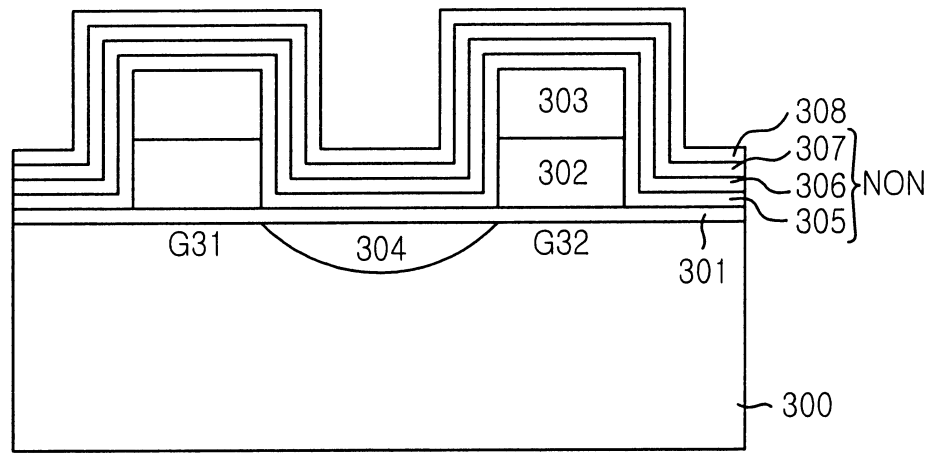
第 3D 圖



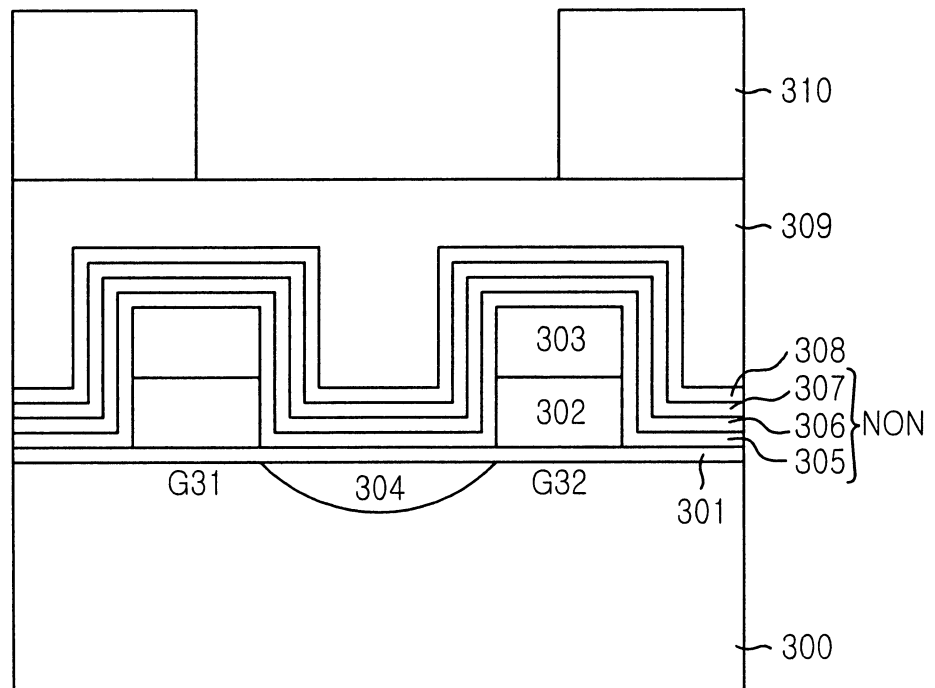
第 3E 圖



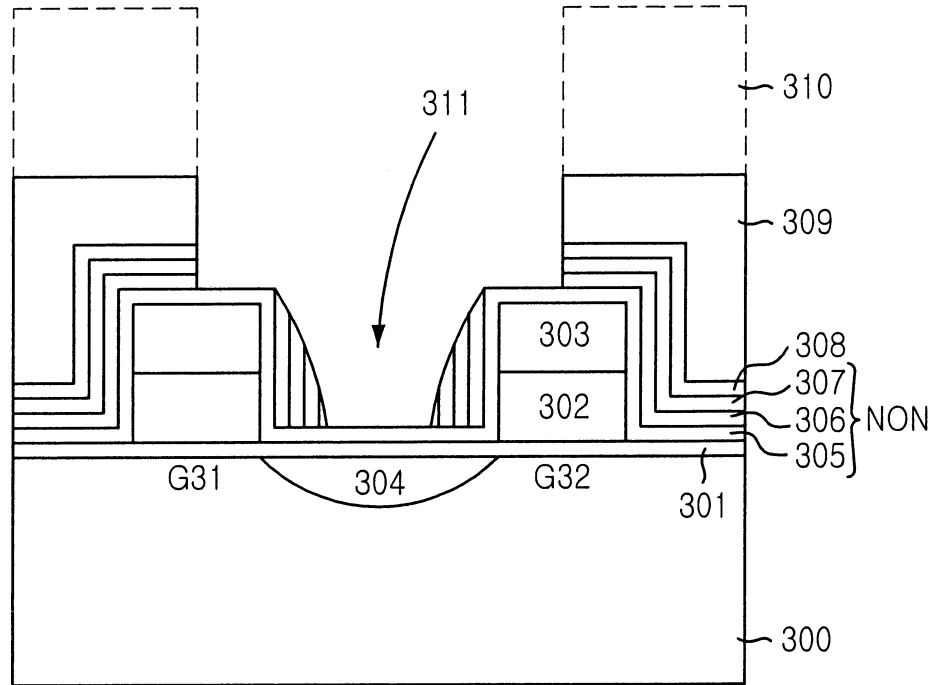
第 4A 圖



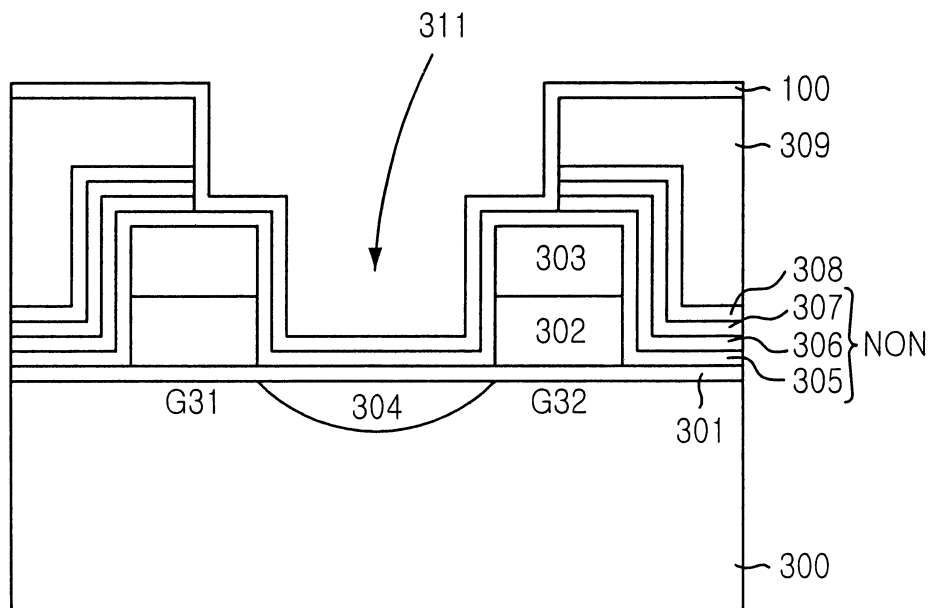
第 4B 圖



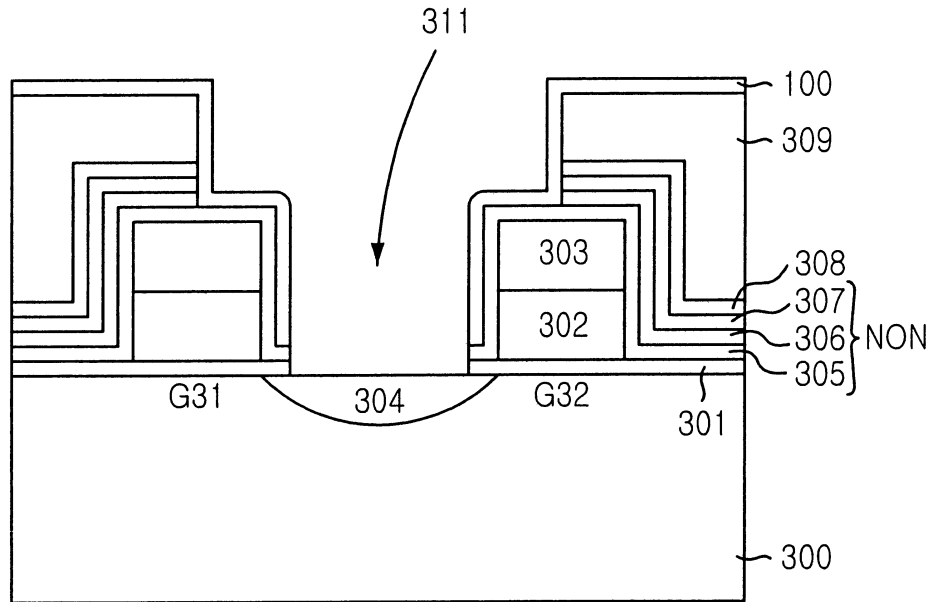
第 4C 圖



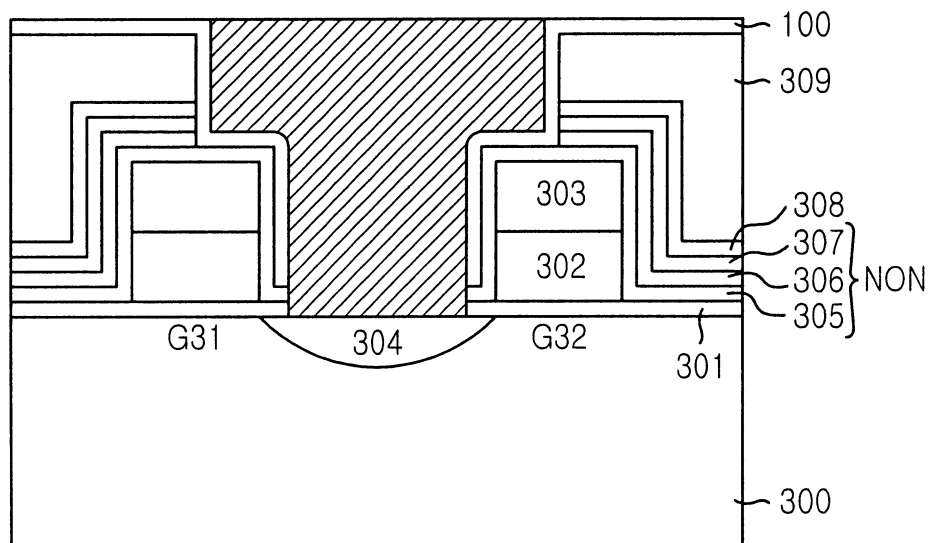
第 4D 圖



第 4E 圖



第 4F 圖



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3E) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 300 基板
- 301 閘極絕緣層
- 302 閘極導電層
- 303 閘極硬式遮罩
- 304 雜質擴散區
- 305 第一氮化物層
- 306 氧化物層
- 307 第二氮化物層
- 308 蝕刻停止層
- 309 層間絕緣層
- 312 栓
- G31 閘極電極結構

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：