

公告本

A4
C4

| | |
|------|----------|
| 申請日期 | 82.7.18 |
| 案 號 | 88108840 |
| 類 別 | C371/2 |

514679

(以上各欄由本局填註)

| 發 明 專 利 說 明 書 | | |
|---------------|---------------|---|
| 一、發明 名稱 | 中 文 | 提高氮化鈦相對於鋁金 屬之蝕刻選擇性的方法 |
| | 英 文 | METHOD OF PROMOTING AN ETCHING SELECTIVITY OF TITANIUM NITRIDE TO ALUMINUM |
| 二、發明 創作人 | 姓 名 | 一、蔡惠瑛 二、陳志邦 三、林俊成 |
| | 國 籍 | 一、中華民國 二、中華民國 三、中華民國 |
| | 住、居所 | 一、新竹科學園區研發二路 32 號 二、新竹科學園區研發二路 32 號 三、新竹科學園區研發二路 32 號 |
| 三、申請人 | 姓 名 (名稱) | 美商應用材料股份有限公司 |
| | 國 籍 | 美國 |
| | 住、居所 (事務所) | 美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號 |
| | 代 表 人 姓 名 | 瓊西 J. 史維尼 |

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝 訂 線

五、發明說明()

發明領域：

本發明與一種半導體製程有關，特別是一種有關提高氮化鈦(TiN)相對於鋁金屬(Al)之蝕刻選擇性(etching selectivity)的方法。

發明背景：

隨著積體電路之製程進入超大型積體電路(ULSI)，為了在積體電路的設計上符合高積極度之需求，半導體底材上各種主動元件的尺寸往往縮小至次微米以下。而伴隨著元件尺寸的縮小，傳統技術中所提供用來形成各式元件之製程方法也遭遇極大的困難與挑戰。特別是傳統製程中所產生的缺陷(如污染微粒等等)對所製造尺寸較小之元件，往往產生極大的影響，並造成半導體製程的良率大幅的降低。

請參照第一圖，該圖所顯示為傳統製程中，蝕刻介電層以形成接觸孔之步驟。其中一半導體底材2上具有一鋁金屬層4以作為金屬內連線之用，且一厚氧化層8則位於該鋁金屬層4之上方。值得注意的是為了避免鋁金屬材料在與其它材質之接觸面上發生尖峰現象(spike)，且有效的提昇鋁金屬之附著能力，常常在鋁金屬層4與氧化層8之間形成一氮化鈦層(Titanium Nitride, TiN)6以作為阻障層

五、發明說明 ()

(barrier layer)。在使用傳統微影技術定義出接觸孔圖案於光阻層10上之後，可使用該光阻層10作為蝕刻罩幕對氧化層8進行主要蝕刻程序(main etching, ME)，以形成接觸孔於該氧化層8上。然後，為了有效的降低元件之電阻值，在蝕刻該氧化層8以形成接觸孔後，往往會再對氮化鈦層6進行蝕刻程序，以便曝露出鋁金屬層4之上表面。為此，當上述主要蝕刻製程抵達氮化鈦層6之後，所使用之蝕刻機台設備會調整進行蝕刻程序之配方及參數以進行所謂過度蝕刻程序(over etching, OE)。藉著進行過度蝕刻製程以對氮化鈦層6進行蝕刻，以曝露出鋁金屬層4之上表面，如第一圖所示。

然而在實際進行蝕刻程序時，往往會遭遇諸多之困難與問題。例如在蝕刻氮化鈦層6時，由於氮化鈦層6相對於其下鋁金屬層4之蝕刻選擇性並不高，是以在進行過度蝕刻以移除氮化鈦層6時，往往也會對鋁金屬層4造成傷害，並導致部份鋁金屬層4亦在蝕刻程序中被移除。例如以目前業界所使用之TEL 8500機台或TEL DRM機台，且使用 C_4F_8 、CO與Ar作為蝕刻配方之情形下，僅能獲得約1~2的氮化鈦/鋁金屬選擇性比率。另外使用e-MxP+機台，且所用蝕刻配方為 CHF_3 、 CF_4 、Ar以及 N_2 時，則可獲得約1~2.5的氮化鈦/鋁金屬選擇性比率。至於其它如IPS等等機台，亦祇能提供大約1~2之氮化鈦/鋁金屬選擇性比率。是以在氮化鈦與鋁金屬其蝕刻選擇性比率偏低的情形下，往往在

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

進行蝕刻氮化鈦層4程序時，亦導致鋁金屬層6遭受相當程度的侵蝕。

請參照第二A圖，該圖所顯示為位於氮化鈦層6下之鋁金屬層4在受到侵蝕後，產生了具有傾斜面之凹槽A；至於第二B圖則顯示在對氮化鈦層6進行過度蝕刻程序後，在鋁金屬層4上所產生具有底切部份之凹槽B。值得注意的是上述之凹槽A、B往往會導致後續在填充金屬材料至接觸孔中以形成金屬插塞時，產生如空洞、縫隙等等缺陷。並由此導致所形成金屬插塞其良率大幅下降。

此外，在進行過度蝕刻程序中所形成之金屬聚合物(metallic polymer)往往難以移除。特別是由於鋁金屬層4受到侵蝕所產生之金屬聚合物，經常附著在以鋁金屬材質為主之蝕刻反應室內壁上，導致蝕刻反應室元件之壽命週期大幅縮短，並需經常進行維修保養。更者，所產生難以清除之金屬聚合物亦會附著於所曝露鋁金屬層4之上表面，且在進行同步溶液移除(in-situ solvent strip)程序中，該金屬聚合物亦很難被加以移除，從而造成鋁金屬層4表面電阻值大增，並影響後續所形成金屬插塞之導電性。特別是如同上述，隨著半導體尺寸持續縮小，對所形成介層接觸孔之維度要求亦更加嚴苛。在此情形下，上述諸問題往往造成填於接觸孔中之金屬插塞其電阻值無法符合製程要求。

五、發明說明 ()

在傳統製程中，爲了有效的提昇氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率，往往大幅提高進行蝕刻程序之偏壓功率(bias power)至約1200~1600瓦。然而過高的偏壓功率經常導致所定義之接觸孔圖案其側壁邊線產生缺陷。如第三圖所示，其中在增加偏壓功率來進行蝕刻程序後，由於氮化鈦層6相對於光阻層10之蝕刻選擇性亦不明顯，是以往往往會對光阻層10及氧化層8造成相當程度之侵蝕效果，並造成接觸孔側壁上產生如圖中所示之缺角12。此外，過高之偏壓功率亦會導致所進行之蝕刻程序產生更多金屬聚合物，而導致後續進行維修保養蝕刻反應室之難度增加。

發明目的及概述：

本發明之目的在提供一種在蝕刻介電層以形成接觸孔之主要蝕刻程序(ME)完成後，對氮化鈦層進行選擇性過度蝕刻程序(OE)之方法。

本發明之再一目的在提供一種選擇性蝕刻氮化鈦層之蝕刻配方，藉著運用該蝕刻配方，可大幅提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇性，且提高氮化鈦層之蝕刻速率。

本發明提供了一種可提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇且提高氮化鈦蝕刻速率之配方，用以對位於半導體底材

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

上之氮化鈦層進行選擇性蝕刻程序，其中該半導體底材上並具有一鋁金屬層。至於用來蝕刻氮化鈦層之蝕刻配方包括流量 $\geq 30\text{sccm}$ 之 CF_4 、流量 $\geq 30\text{sccm}$ 之 CHF_3 、流量 $\geq 10\text{sccm}$ 之 SF_6 、流量 $\geq 10\text{sccm}$ 之 N_2 ，且進行該選擇性蝕刻程序之壓力為100至200毫托耳，所加磁場(B-field)為10至30高斯單位，偏壓功率(bias power)為800至1100瓦。

圖式簡單說明：

藉由以下詳細之描述結合所附圖示，將可輕易的瞭解上述內容及此項發明之諸多優點，其中：

第一圖為半導體晶片之截面圖，顯示根據傳統技術對氧化層進行主要蝕刻程序，且對氮化鈦層進行過度蝕刻程序之步驟；

第二A圖為半導體晶片之截面圖，顯示根據傳統技術對氮化鈦層進行過度蝕刻程序時，造成其下鋁金屬發生侵蝕之現象；

第二B圖為半導體晶片之截面圖，顯示根據傳統技術對氮化鈦層進行過度蝕刻程序時，造成其下鋁金屬發生侵蝕之現象；

第三圖為半導體晶片之截面圖，顯示根據傳統技術對氮化鈦層進行過度蝕刻程序時，造成氧化層與光阻層發生侵蝕之現象；

第四圖為半導體晶片之截面圖，顯示根據本發明對

五、發明說明 ()

氧化層進行主要蝕刻程序，且對氮化鈦層進行過度蝕刻程序之步驟；

第五圖所顯示為對本發明所提供蝕刻配方進行調整所造成之影響；及

第六圖所顯示為對本發明所提供蝕刻配方進行調整所造成之影響。

發明詳細說明：

本發明提供一個新的蝕刻配方，用以在蝕刻介電層以形成接觸孔之主要蝕刻程序(main etching, ME)完成後，對氮化鈦層進行選擇性過度蝕刻程序(over etching, OE)。其中藉著加入大量的氟原子與氮原子，可有效的提昇氮化鈦層之蝕刻速率，且可大幅提昇氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇性(TiN/Al selectivity)。如此一來，除了可縮短進行過度蝕刻程序之時間外，更可避免鋁金屬在過度蝕刻氮化鈦程序中受到侵蝕。有關本發明之詳細說明如下所述。

在一較佳之具體實施例中，如第四圖所示，提供一具<100>晶向之單晶矽底材102，且在底材102上形成一鋁金屬層104。一般而言，其它種類之半導體材料，諸如砷化鎵(gallium arsenide)、鍺(germanium)或是位於絕緣層上之矽底材(silicon on insulator, SOI)皆可作為半導體底材

五、發明說明 ()

使用。另外，由於半導體底材表面的特性對本發明而言，並不會造成特別的影響，是以其晶向亦可選擇<110>或<111>。至於該鋁金屬層104則可使用傳統技術來加以形成。例如在約溫度約350至650°C且壓力約1~10毫托耳的環境中，進行物理氣相沉積法(PVD)來加以形成。值得注意的是在上述鋁金屬層104與半導體底材102之間，往往包括了各式各樣的半導體元件與形成該些元件所需之各種功能層。由於其並非本發明之特徵所在，是以在此不加以詳述。

另外，在鋁金屬層104之上表面，則形成一作為阻障層之氮化鈦層(TiN)106。除了可避免鋁金屬層104與其它材料層間介面產生尖峰現象，亦可用以提昇鋁金屬層104之附著能力。一般而言，可藉著利用磁控DC濺鍍程序先沉積鈦薄膜於鋁金屬層104上表面，再將該底材102放置於N₂或NH₃的環境中，進行快速熱處理(rapid thermal process)以形成氮化鈦層106。此外，也可藉著利用反應性濺鍍程序(reactive sputtering process)，使經由離子轟擊而產生之鈦原子與電漿中解離之氮原子進行反應而形成氮化鈦層106。

在形成氮化鈦層106於鋁金屬層104上表面後，接著形成氧化層108於該氮化鈦層106上表面以作為介電層使用。在一較佳實施例中，該氧化層108可以使用化學氣相

五、發明說明 ()

沈積法(CVD)，以四乙基矽酸鹽(TEOS)在溫度約600至800°C，壓力約0.1至10torr間，形成厚度約3000至8000埃之氧化矽層108。接著，形成光阻層110於氧化層108上表面以作為後續定義氧化層108圖案之蝕刻罩幕層。一般而言，藉著利用傳統微影製程之技術可定義接觸孔圖案於光阻層110上。然後，使用該光阻層110作為蝕刻罩幕，對氧化層進行主要蝕刻製程(main etching, ME)，以形成接觸孔於氧化層108上。其中該主要蝕刻程序(ME)是以氮化鈦層作為蝕刻停止層，且在一最佳實施例中，該蝕刻程序是以電漿蝕刻術來完成，而用來去除二氧化矽之蝕刻劑為 CCl_2F_2 、 CHF_3/CF_4 、 CHF_3/O_2 、 CH_3CHF_2 、 CF_4/O_2 。

在完成上述主要蝕刻程序(ME)後，為了有效提昇後續所形成插塞元件之導電性，接著進行過度蝕刻程序(over etching, OE)以移除接觸孔底部之氮化鈦層106，並曝露出鋁金屬層104之上表面。其中如同上述，為了防止鋁金屬層104在進行蝕刻氮化鈦層106程序中遭受侵蝕，是以在進行蝕刻程序時，需有效提昇氮化鈦相對於鋁金屬之蝕刻選擇性。在一較佳實施例中，當所使用之蝕刻機台為e-MxP+型蝕刻介層機台時，進行選擇性蝕刻氮化鈦層所使用之蝕刻劑包括 CF_4 、 CHF_3 、 SF_6 、 N_2 與Ar。其中 CF_4 之流量約為30至60sccm； CHF_3 之流量約為30至90sccm； SF_6 之流量約為10至15sccm； N_2 之流量為10至20sccm；Ar之流量約為100至150sccm，且進行蝕刻程序之壓力約為100~200毫

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

托耳，所施加之偏壓功率(bias power)為800~1100瓦，磁場強度(B-field)為10~30高斯單位，而晶背壓力(氮氣)則大約為8~20托耳。如此，將可有效的提昇氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率(TiN/Al selectivity)至5~6間，且可獲得2000~2500埃/分鐘的氮化鈦蝕刻速率。

其中，值得注意的是在進行過度蝕刻程序(OE)時，所形成之氟化鈦副產物(Ti_xF_y by-product)相對於氟化鋁(Al_xF_y)副產物而言，較容易被移除。是以當在進行蝕刻程序時，加入大量的氟原子至蝕刻反應室中進行蝕刻反應時，將會產生較多的 Ti_xF_y 副產物與 Al_xF_y 副產物。此時如同上述，由於 Ti_xF_y 副產物較容易移除，是以在輕易移除 Ti_xF_y 副產物後，蝕刻反應室中之反應將朝著增加 Ti_xF_y 副產物的趨勢進行。亦即氮化鈦層106之蝕刻速率將會相當程度的提高。相對地，由於 Al_xF_y 副產物較難移除，是以當 Al_xF_y 副產物之濃度到達飽和程度時，在蝕刻反應室中之反應將朝著抑制 Al_xF_y 副產物的趨勢進行。如此將可有效抑制鋁金屬層104在進行蝕刻程序中參與反應。此外更由於所產生之 Al_xF_y 副產物具有遮蔽鋁金屬層104之效果，因此可有效的降低鋁金屬104在蝕刻程序中受到侵蝕之機會。

另外，由於氮原子的加入，可使所形成之金屬聚合物具有較低之鍵結能(bonding energy)，亦即可使所產生的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

金屬聚合物其組織結構變得較為鬆散。是以在提高氮原子之比例後，可使所形成之 TiN_xF_y 副產物相對於 AlN_xF_y 副產物而言，更容易在離子轟擊程序中被移除。如此一來，將可大幅增加氮化鈦相對於鋁金屬之蝕刻選擇性。更者，提高進行蝕刻程序之壓力，可增加氟原子參與蝕刻反應之機會。並且，提高蝕刻時之磁場，亦可有效增加氟分子解離之機會。因此在增加壓力與磁場強度後，將可提高氟原子濃度，並由於大量的氟原子參與反應，從而增加氮化鈦相對於鋁金屬之蝕刻選擇性。此外，也可藉著調整偏壓射頻(bias RF)來降低通入蝕刻反應室之氣體流量與提高反應室壓力，並由此增加氟原子參與反應之時間，進而有效的增加氮化鈦層106之蝕刻速率。

接著，請參照第五圖，該圖顯示在未加入 SF_6 氣體時，對其它蝕刻配方進行調整所得到之氮化鈦/鋁金屬蝕刻選擇率。其中，在調整步驟欄位中所顯示為對蝕刻配方所進行之調整。例如第一次蝕刻程序顯示在 CHF_3 流量為90sccm、 CF_4 流量為30sccm、Ar流量為100sccm、壓力:200毫托耳、功率:800瓦、磁場強度:30高斯單位、且在晶背壓力:20托耳之情形下，所量測之氮化鈦蝕刻速率為296單位;且鋁金屬之蝕刻速率為281單位，因此所得之氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率約為1.06。至於在第二次蝕刻程序中，所作之調整為加入流量為15sccm之 N_2 氣體，在其它條件維持與第一次蝕刻程序相同之情形下，可以得到氮化鈦

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

蝕刻速率為354單位；而鋁金屬之蝕刻速率為254單位，由此可得到氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率為1.39。顯然，在加入N₂後，的確可有效的提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇性。此外，由第四次蝕刻程序可知在提高CF₄之流量為60sccm後，由於參與反應的氟原子數量上昇，是以可增加氮化鈦/鋁金屬蝕刻選擇性至1.17。至於第五次蝕刻程序則顯示在提高所施加之偏壓功率由800瓦至1100瓦，雖可使氮化鈦之蝕刻速率提昇由296單位上升至440單位，但對於鋁金屬層之蝕刻速率亦會由281單位上升至399單位，且對氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇性(約1.17)產生之影響並不大。在第六次蝕刻程序中，則除了調高CF₄之流量為60sccm外，同時加入流量為15sccm之N₂。在此情形下，氮化鈦之蝕刻速率可上升至506單位，相對的鋁金屬之蝕刻速率則尚維持於273單位，由此可獲得氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇性為1.85。特別說明的是第五圖所顯示之結果，是在進行圖案尺寸為0.25 μm之蝕刻程序中所進行之量測。其中薄膜堆積之方式依序為I-line光阻層/厚度約2000埃的氮化鈦或鋁金屬層/阻障氧化層/矽底材。且蝕刻反應室之溫度約為15℃。另外所使用之蝕刻機台為e-MxP+型蝕刻機台。

再請參照第六圖，該圖顯示在加入SF₆氣體時，對氮化鈦/鋁金屬蝕刻選擇率之影響。其中，在調整步驟欄位中所顯示為對蝕刻配方所進行之調整。例如第一次蝕刻程

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

序顯示在 CHF_3 流量為 60sccm、 CF_4 流量為 20sccm、Ar 流量為 100sccm、 N_2 流量為 10sccm、 SF_6 流量為 10sccm、且壓力:150毫托耳、偏壓功率:1100瓦、磁場強度:30高斯單位、並在晶背壓力(氮氣):20托耳之情形下，所量測之氮化鈦蝕刻速率為 1502單位;且鋁金屬之蝕刻速率為 567單位，因此所得之氮化鈦/鋁金屬其蝕刻選擇比率上昇至 2.65。至於在第二次蝕刻程序中，提高 CF_4 至 40sccm，且提高 N_2 至 15sccm，則可得到氮化鈦蝕刻速率為 1677單位;而鋁金屬之蝕刻速率為 568單位，並由此可得到氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇比率為 2.95。顯然，在提高氮原子與氟原子比例後，的確可有效的提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇性。在第三次蝕刻程序中則提高 SF_6 流量至 15sccm 以增加氟原子量的供給，並由此得到 2169單位之氮化鈦蝕刻速率以及 3.88之蝕刻選擇率。另外，在第四次蝕刻程序中(比第二次蝕刻程序提高壓力至 200毫托耳)，則可獲得 2006單位之氮化鈦蝕刻速率以及 4.35之蝕刻選擇率，顯示在提高壓力後確有助於氟分子解離且參與反應。至於第五次蝕刻程序(比第四次蝕刻程序提高 SF_6 流量至 15sccm)，更可得到 5.32的氮化鈦/鋁金屬蝕刻選擇比率與 2507單位之氮化鈦蝕刻速率。明顯地，大量提供 SF_6 氣體來增加參與反應的氟原子數量，將有助於提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇性。另外，在第六次的蝕刻程序中，則可發現在第五次蝕刻程序的條件下，分別增加 CF_4 與 CHF_3 的流量至 60sccm，將可提昇氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率至 5.66，且獲得 2607單位之

(請先閱讀背面之注意事項再
為本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

氮化鈦蝕刻速率。其中如同上述，增加 CF_4 之流量可用來提高氟原子之比例，而增加 CHF_3 之流量則可提高生成聚合物之機會，並且由於含鈦聚合物遠較含鋁聚合物容易移除，是以將會造成氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇比率上昇(約5.66)。此外，參照第七次蝕刻程序，其中在移除第六次蝕刻程序中所施加之磁場強度後，可得到降為5.34之蝕刻選擇比率。由此可以了解，適當的提昇磁場強度將有助於氮化鈦/鋁金屬蝕刻選擇率增加。

值得注意的是由於上述第一實施例中之 CF_4 之主要功能在提供氟原子，是以其它任何 C_xF_y 之氣體，均可用來取代 CF_4 ，例如 C_2F_6 或 C_4F_8 等等。另外，在第一實施例中所使用之 CHF_3 ，則可使用 $C_xH_yF_z$ 來加以取代，例如可使用 CH_3F_2 等等。至於用來讓金屬聚合物其組織結構變得鬆散之 N_2 氣體，則可使用 NH_3 來加以取代。由此，在本發明之第二實施例中，進行選擇性蝕刻氮化鈦層所使用之蝕刻劑可為 CF_4 、 SF_6 、 NH_3 與Ar。其中 CF_4 之流量約為30至90sccm; SF_6 約為10至15sccm; NH_3 為30至60sccm;Ar約為100至150sccm，且進行蝕刻程序之壓力約為100~200毫托耳，所施加之偏壓功率為800~1100瓦，磁場強度(B-field)為10~30高斯單位，而晶背壓力(氮氣)則大約為8~20托耳。如此亦可大幅提昇氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率。值得注意的是在本發明實施例中所使用之機台為e-MxP+型蝕刻機台，因此可藉著增加磁場強度以促使氟分子解離成氟原

五、發明說明 ()

子並進而參與反應。然而對於其它機台而言，例如傳統技術中常應用之HDP型蝕刻機台、或是目前業界常見的IPS型蝕刻機台，則可對照調整其源頭功率(source power)，而驅使氟分子解離成氟原子並參與反應。

本發明提供了許多超越先前技術之優點。首先，根據本發明所提供用來進行氮化鈦層選擇性蝕刻程序之蝕刻配方，可在所施加偏壓功率於800~1100瓦的情形下，獲得與傳統製程(施加偏壓功率約為1200~1600瓦)相同之氮化鈦蝕刻速率。由此將可有效的降低由於進行離子濺擊所形成之金屬聚合物數量，並進而延長所使用蝕刻機台其組件之使用壽命，降低傳統製程中需要經常對蝕刻機台進行維修保養之困擾。並且由於所產生金屬聚合物數量的減少，亦有助提昇進行同步溶液移除(in-situ solvent strip)程序之效率。因此將可使蝕刻機台之保養與維修變得更為便利與輕鬆。

其次由於氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率的大幅提昇，促使在進行蝕刻程序中遭受侵蝕之鋁金屬減少，並使在進行蝕刻程序後所曝露之鋁金屬表面具有較低之電阻值，有利於控制與提昇後續製程之良率。接著，如同前述，於使用本發明所提供之蝕刻配方後，可提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率，且不需額外增加偏壓功率，因此可避免光阻層或氧化層在進行過度蝕刻(OE)程序中遭受侵蝕，並

五、發明說明 ()

導致所製造之接觸孔其側壁邊緣 (sidewall striation) 受到嚴重損害。

此外，如同在前述實施例中所敘述，在增加進行過度蝕刻程序中所施加的壓力後，亦可提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率。是以在提高壓力的情形下，即可相當程度的降低所施加之直流偏壓功率，如此則所產生之金屬聚合物將可大幅度的減少。同樣地，在提高所施加之磁場強度 (B-field) 之後，亦可在降低直流偏壓功率的情形下，提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率，而達到有效抑制金屬聚合物生成之機會。更者，由於本發明所提供之蝕刻配方，可大幅提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率，是以在延長過度蝕刻程序之時間以獲得較乾淨的蝕刻效果時，亦不致於對鋁金屬層產生侵蝕。

另外，在使用本發明所提供之蝕刻配方 ($\text{CHF}_3/\text{CF}_4/\text{Ar}/\text{N}_2/\text{SF}_6$) 於 e-MxP+ 型蝕刻機台，於偏壓功率為 800~1100 瓦的條件下，除了可提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率至約 5~6 外，更可提昇氮化鈦層之蝕刻速率至 2000~2500 埃/分鐘。相對的，在使用傳統之蝕刻配方 ($\text{CHF}_3/\text{CF}_4/\text{Ar}/\text{N}_2$) 於 e-MxP+ 型蝕刻機台，於偏壓功率為 800~1100 瓦的條件下，僅可獲得氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率約 1~2.5，且氮化鈦層之蝕刻速率亦僅有 500~1500 埃/分鐘。其中除了氮化鈦/鋁金屬蝕刻選擇率過低外，氮化

五、發明說明()

鈦層之蝕刻速率亦相形偏低，而造成進行過度蝕刻程序之時間需延長，並進而容易對光阻層與氧化層造成侵蝕，且容易形成具有底切部份之凹槽於鋁金屬層表面。另外，在使用傳統之蝕刻配方(C4F8/CO/Ar)於TEL 8500或TEL DRM型蝕刻機台中，於偏壓功率為1200~1600瓦的條件下，可獲得氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率約1~2，而氮化鈦層之蝕刻速率為1500~3000埃/分鐘。然而，值得注意的是由於其偏壓功率較高，是以將產生數量極多之金屬聚合物，並且由於其氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇率祇有1~2，是以往往往造成所曝露之鋁金屬表面產生極嚴重之侵蝕現象，並造成具有傾斜凹槽之鋁金屬層。且大量附著於反應室內壁且難以清除的金屬聚合物亦造成後續維修清理之困難與麻煩。

本發明雖以一較佳實例闡明如上，然其並非用以限定本發明精神與發明實體，僅止於此一實施例爾。對熟悉此領域技藝者，在不脫離本發明之精神與範圍內所作之修改，均應包含在下述之申請專利範圍內。

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

提高氮化鈦相對於鋁金屬之蝕刻選擇性的方法

本發明提供了一種提高氮化鈦/鋁金屬其蝕刻選擇性，且提高氮化鈦層蝕刻速率之蝕刻配方。藉著使用該蝕刻配方可對一具有鋁金屬層與氮化鈦層之半導體底材進行選擇性蝕刻。其中所使用的蝕刻配方包括具有碳原子之第一反應氣體、具有碳原子與氟原子之第二反應氣體、具有氟原子之第三反應氣體、具有氮原子之第四反應氣體與一惰性氣體。其中藉著增加第三反應氣體之流量，以提高氟原子之濃度；且藉著增加第四反應氣體之流量，以使夜應中產生的聚合物組織結構變得鬆散而較容易移除。如此可有效的提昇氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇性，且提高氮化鈦層蝕刻速率。

英文發明摘要(發明之名稱:)

METHOD OF PROMOTING AN ETCHING SELECTIVITY OF TITANIUM NITRIDE TO ALUMINUM

A new etching recipe is provided in the present invention in order to promote the etching selectivity of the titanium nitride to the aluminum and in order to increase the etching rate of the titanium nitride. The selective etching step is performed to etch the substrate on which are formed the titanium nitride layer and the aluminum layer by using the new etching recipe. The etching recipe comprises the first reactive gas containing carbon, the second reactive gas containing carbon and the fluorine,

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱：)

英文發明摘要 (發明之名稱：)

the third reactive gas containing fluorine, the fourth reactive gas containing nitrogen, and the inert gas. The concentration of fluorine is increased by adding the third reactive gas. The polymer proposed in the selective etching step is easy to remove after increasing the fourth gas to make the structure of the polymer more loose. Accordingly, the etching selectivity of the titanium nitride to the aluminum is promoted effectively and the etching rate of the titanium nitride layer is increased.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

修正
年 月 日
91. 3. 12

公告本

六、申請專利範圍

申請專利範圍：

1. 一種選擇性蝕刻氮化鈦層之方法，該方法至少包括下列步驟：

提供一半導體底材，其中該半導體底材上表面具有一鋁層與一氮化鈦層；且

選擇性蝕刻該氮化鈦層，其中所使用之蝕刻配方包括具有碳原子之第一反應氣體、具有碳原子與氟原子之第二反應氣體、具有氟原子之第三反應氣體 SF_6 、具有氮原子之第四反應氣體與一惰性氣體，其中該第一反應氣體為 $C_xH_yF_z$ ，該第二反應氣體為 (C_iF_j) ，且其中該第三反應氣體之流量大於 $10sccm$ ，以提高參與該選擇性蝕刻之氟原子數量，而該第四反應氣體為 N_2 或 NH_3 ，其流量大於 $10sccm$ ，以提高參與該選擇性蝕刻之氮原子數量。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述之惰性氣體為Ar。

3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述第一反應氣體之流量為30至 $90sccm$ 。

4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述第二反應氣體之流量為30至 $60sccm$ 。

煩請委員明示91年3月12日所提之修正本有無變更實質內容是否准予修正。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

六、申請專利範圍

5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述第三反應氣體之流量為10至15sccm。

6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述第四反應氣體之流量為10至20sccm。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述之惰性氣體流量為100至150sccm。

8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述進行選擇性蝕刻程序之壓力為100至200毫托耳。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述進行選擇性蝕刻程序之偏壓功率為800至1100瓦。

10. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述進行選擇性蝕刻程序所加磁場(B-field)為10至30高斯單位。

11. 一種選擇性蝕刻氮化鈦層之方法，該方法至少包括下列步驟：

提供一半導體底材，其中該半導體底材上表面具有一鋁層，且一氮化鈦層形成於該鋁層之上表面；且

選擇性蝕刻該氮化鈦層，其中所使用之蝕刻配方包括第一反應氣體、第二反應氣體、SF₆、含有氮原子之第

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

六、申請專利範圍

三反應氣體與一惰性氣體，其中該第一反應氣體為 $C_xH_yF_z$ ，該第二反應氣體為 C_iF_j ，該第三反應氣體至少包含 N_2 或 NH_3 之一，該 SF_6 之流量 $\geq 10\text{sccm}$ ，且該第三反應氣體的流量 $\geq 10\text{sccm}$ ，而進行該選擇性蝕刻程序之壓力為 100 至 200 毫托耳，所加磁場 (B-field) 為 10 至 30 高斯單位。

12. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中上述之第二反應氣體 (C_iF_j) 係選自 CF_4 、 C_2F_6 、 C_4F_8 、或其任意組合群體中之一種。

13. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中上述之惰性氣體為 Ar。

14. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中上述第一反應氣體之流量為 30 至 90 sccm。

15. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中上述第二反應氣體之流量為 30 至 60 sccm。

16. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中上述 SF_6 氣體之流量為 10 至 15 sccm。

17. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中上述第三反應氣體之流量為 10 至 20 sccm。

六、申請專利範圍

18. 如申請專利範圍第11項之方法，其中上述之惰性氣體流量為100至150sccm。

19. 如申請專利範圍第11項之方法，其中上述進行選擇性蝕刻程序之偏壓功率為800至1100瓦。

20. 一種可提高氮化鈦/鋁金屬之蝕刻選擇且提高氮化鈦蝕刻速率之方法，該方法至少包括下列步驟：

選擇性蝕刻該氮化鈦層，其中所使用之蝕刻配方包括流量 ≥ 30 sccm之含碳原子與氟原子氣體，該含碳原子與氟原子氣體包含 C_xF_y ，流量 ≥ 30 sccm之含碳原子氣體，該含碳原子氣體包含 $C_xH_yF_z$ ，流量 ≥ 10 sccm之 SF_6 ，流量 ≥ 10 sccm之含氮原子氣體，該含氮原子氣體包含 N_2 或 NH_3 之一，以及流量 ≥ 100 sccm之惰性氣體，且進行該選擇性蝕刻程序之壓力為100至200毫托耳，所加磁場(B-field)為10至30高斯單位，偏壓功率(bias power)為800至1100瓦。

21. 如申請專利範圍第20項之方法，其中上述之含碳原子氣體為 CH_2F_2 或 CHF_3 。

22. 如申請專利範圍第21項之方法，其中上述 CHF_3 之流量為30至90sccm。

六、申請專利範圍

23. 如申請專利範圍第20項之方法，其中上述之含碳原子與氟原子氣體係選自 CF_4 、 C_2F_6 、 C_4F_8 、以及其任意組合群體中之一種。

24. 如申請專利範圍第23項之方法，其中上述 CF_4 之流量為30至60sccm。

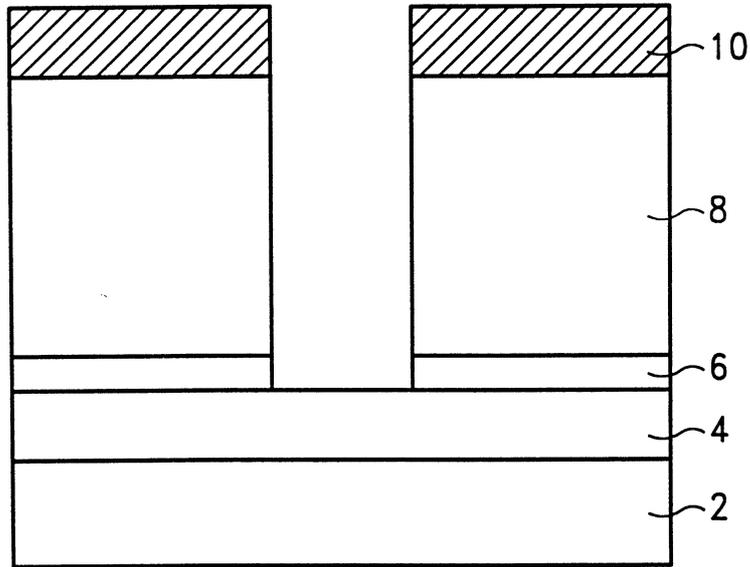
25. 如申請專利範圍第20項之方法，其中上述之 SF_6 之流量為10至15sccm。

26. 如申請專利範圍第20項之方法，其中上述之含氮原子氣體之流量為10至20sccm。

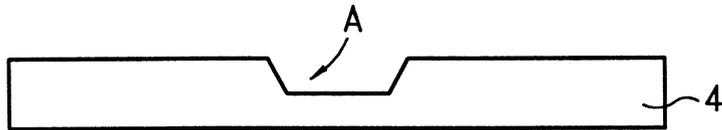
27. 如申請專利範圍第20項之方法，其中上述之惰性氣體流量介於100至150sccm。

28. 如申請專利範圍第27項之方法，其中上述之惰性氣體為Ar。

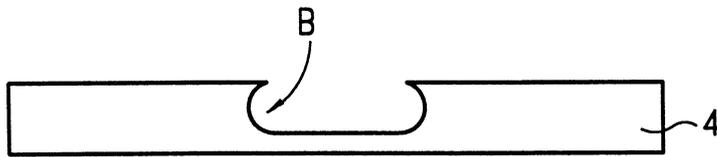
公告本



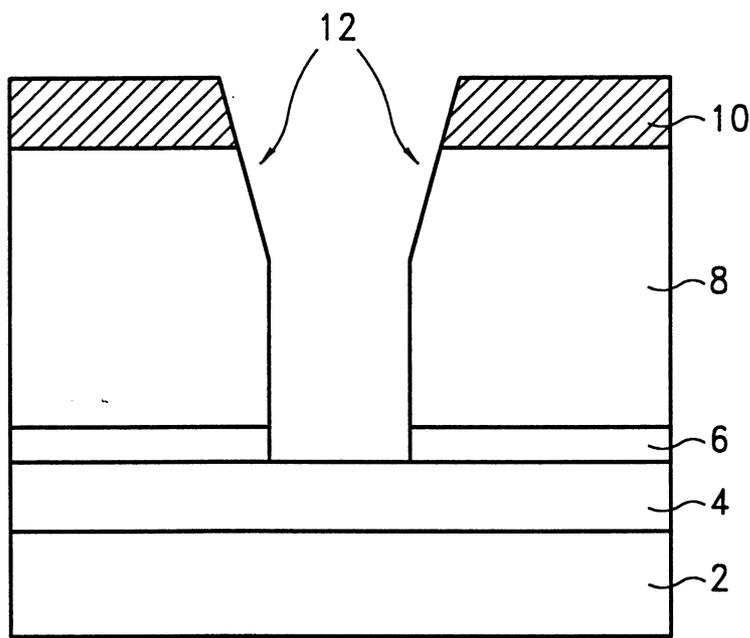
第一圖



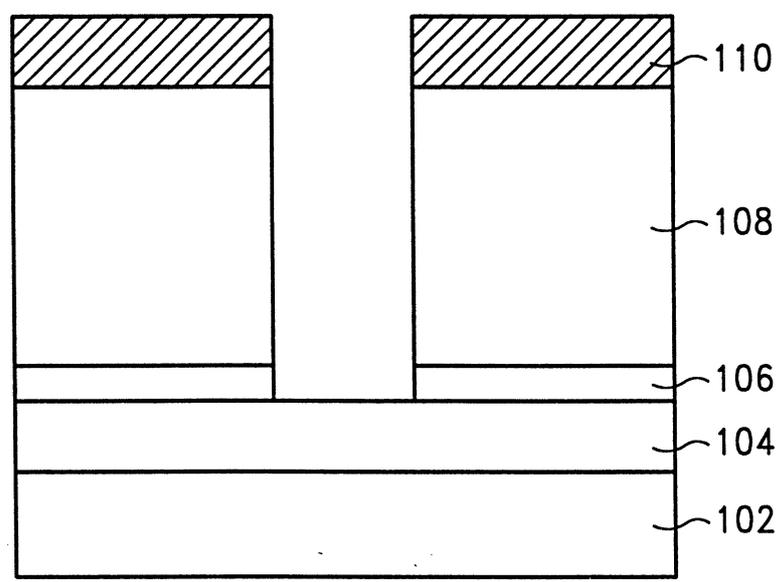
第二A圖



第二B圖



第三圖



第四圖

| 次 | 調整步驟 | CHF ₃ | CF ₄ | Ar | N ₂ | SF ₆ | 壓力(mT) | 功率 | 磁場(G) | 晶背He | TiN蝕刻速率 | Al蝕刻速率 | TiN/Al蝕刻選擇性 |
|---|----------------------|------------------|-----------------|-----|----------------|-----------------|----------|----|-------|------|---------|--------|-------------|
| 1 | 標準配方 | 90 | 30 | 100 | 200 | 800 | 30(0.25) | 20 | 296 | 281 | 1.06 | | |
| 2 | 提高N ₂ 流量 | 90 | 30 | 100 | 15 | 800 | 30(0.25) | 20 | 354 | 254 | 1.39 | | |
| 3 | 降低壓力 | 90 | 30 | 100 | 100 | 800 | 30(0.25) | 20 | 446 | 421 | 1.06 | | |
| 4 | 提高CF ₄ 流量 | 60 | 60 | 100 | 200 | 800 | 30(0.25) | 20 | 405 | 345 | 1.17 | | |
| 5 | 提高功率 | 90 | 30 | 100 | 200 | 1100 | 30(0.25) | 20 | 440 | 399 | 1.10 | | |
| 6 | 結合第二次與第四次蝕刻配方 | 60 | 60 | 100 | 15 | 800 | 30(0.25) | 20 | 506 | 273 | 1.85 | | |

第五圖

| 次 | 調整步驟 | CHF ₃ | CF ₄ | Ar | N ₂ | SF ₆ | 壓力(mT) | 功率 | 磁場(G) | 晶背He | TiN蝕刻速率 | Al蝕刻速率 | TiN/Al蝕刻選擇性 | SiN蝕刻速率 | PSG蝕刻速率 |
|---|---|------------------|-----------------|-----|----------------|-----------------|--------|------|----------|------|---------|--------|-------------|---------|---------|
| 1 | 標準配方 | 60 | 20 | 100 | 10 | 10 | 150 | 1100 | 30(0.25) | 20 | 1502 | 567 | 2.65 | 10168 | 7773 |
| 2 | 提高CF ₄ 、N ₂ 之流量 | 40 | 40 | 100 | 15 | 10 | 150 | 1100 | 30(0.25) | 20 | 1677 | 568 | 2.95 | 10075 | 7656 |
| 3 | 依第二次配方再提高SF ₆ 流量 | 40 | 40 | 100 | 15 | 15 | 150 | 1100 | 30(0.25) | 20 | 2169 | 558 | 3.88 | 10557 | 7986 |
| 4 | 依第三次配方再提高壓力 | 40 | 40 | 100 | 15 | 10 | 200 | 1100 | 30(0.25) | 20 | 2006 | 461 | 4.35 | 10734 | 8211 |
| 5 | 依第四次配方再提高SF ₆ 流量 | 40 | 40 | 100 | 15 | 15 | 200 | 1100 | 30(0.25) | 20 | 2507 | 472 | 5.32 | 11000 | 8500 |
| 6 | 提高CF ₄ 、CHF ₂ 之流量 | 60 | 60 | 100 | 15 | 15 | 200 | 1100 | 30(0.25) | 20 | 2607 | 465 | 5.66 | 11003 | 8400 |
| 7 | 依第六次配方再降低磁場 | 60 | 60 | 100 | 15 | 15 | 200 | 1100 | 0(0.25) | 20 | 2307 | 432 | 5.34 | 10899 | 8432 |

第六圖