

I312172

(此處由本局於收
文時貼貼條碼)

750515

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93106061

※申請日期：93年03月08日

※IPC分類：21/585 (2006.01)

壹、發明名稱：

(中) 鎢膜之形成方法

(外) タングステン膜の形成方法

貳、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 東京威力科創股份有限公司

(英) TOKYO ELECTRON LIMITED

代表人：(中) 1. 佐藤潔

(英)

地 址：(中) 日本國東京都港區赤坂五丁目三番六號

(英)

國籍：(中英) 日本 JAPAN

參、發明人：(共 6 人)

1. 姓 名：(中) 石塚穗高

(英) ISHIZUKA, HOTAKA

地 址：(中) 日本國靜岡縣浜松市中島三一二四一一二〇一

(英)

2. 姓 名：(中) 佐藤耕一

(英) SATOH, KOHICHI

地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穗坂町三澤六五〇番地 東京威力科創AT (股) 內

(英) 日本国山梨県韮崎市穗坂町三ツ沢650番地東京エレクトロンAT (株) 內

3. 姓 名：(中) 方成

(英) FANG, CHENG

地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穗坂町三澤六五〇番地 東京威力科創AT (股) 內

(英) 日本国山梨県韮崎市穗坂町三ツ沢650番地東京エレクトロンAT (株) 內

4. 姓 名：(中) 吉岡正雄
(英) YOSHIOKA, MASAO
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穂坂町三澤六五〇番地 東京威力科創A T (股) 內
(英) 日本国山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地東京エレクトロンA T (株) 內
5. 姓 名：(中) 鈴木健二
(英) SUZUKI, KENJI
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穂坂町三澤六五〇番地 東京威力科創A T (股) 內
(英) 日本国山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地東京エレクトロンA T (株) 內
6. 姓 名：(中) 溝口泰隆
(英) MIZOGUCHI, YASUTAKA
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穂坂町三澤六五〇番地 東京威力科創A T (股) 內
(英) 日本国山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地東京エレクトロンA T (株) 內

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2003/03/07 ; 2003-062443 ☒ 有主張優先權

4. 姓 名：(中) 吉岡正雄
(英) YOSHIOKA, MASAO
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穂坂町三澤六五〇番地 東京威力科創A T (股) 內
(英) 日本国山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地東京エレクトロンA T (株) 內
5. 姓 名：(中) 鈴木健二
(英) SUZUKI, KENJI
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穂坂町三澤六五〇番地 東京威力科創A T (股) 內
(英) 日本国山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地東京エレクトロンA T (株) 內
6. 姓 名：(中) 溝口泰隆
(英) MIZOGUCHI, YASUTAKA
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穂坂町三澤六五〇番地 東京威力科創A T (股) 內
(英) 日本国山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地東京エレクトロンA T (株) 內

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2003/03/07 ; 2003-062443 ☒ 有主張優先權

(1)

玖、發明說明

【發明所屬之技術範圍】

本發明係關於，在半導體晶圓等的被處理體的表面形成鎢膜的方法，特別是關於本申請人先前的申請案(日本特願 2002-234273 號)的改良發明，亦即，改良鈍化鎢膜的 formed 製程的鎢膜的 formed 方法。

【先前技術】

一般來講，在半導體積體電路的製造過程，爲了要在被處理體的半導體晶圓表面形成配線圖案，或爲了填埋配線間等凹部或接觸用的凹部，常是採用堆積 W(鎢)、WSi(矽化鎢)、Ti(鈦)、TiN(氮化鈦)、TiSi(矽化鈦)、Cu(銅)、Ta₂O₅(氧化鉭)等的金屬或金屬化合物以形成薄膜的方法。而，因爲電阻小、形成膜的溫度較低等的理由，上述各種薄膜以鎢最常被使用。要形成這種鎢膜時，原料氣體是使用 WF₆(六氟化鎢)，而以氫、矽烷、二氯矽烷等加以還元，以堆積鎢膜。

形成上述鎢膜時，因爲要提高密接性、抑制與下層的矽層的反應等的理由，在晶圓表面形成有薄層且均一的 Ti 膜、TiN 膜、或兩者的層積膜，作爲底層膜的阻檔層，而在此阻檔層上堆積上述鎢膜。

要填埋凹部等時，爲了使填埋性良好，主要是使用還元性較矽烷弱的氫氣，但在這個時候，上述阻檔層會受到未反應的 WF₆ 氣體的侵犯，阻檔層與氟起反應使體積膨

(2)

脹，有時會發生向上方突出的火山狀突起(volcano)，或在填埋孔發生空隙(void)。

參照第 17 圖說明如下。第 17 圖是表示發生火山狀突起或空隙的填埋孔的截面圖。在半導體晶圓的表面有接觸孔等的填埋孔 2，在包含此填埋孔 2 的表面，預先形成有例如由 Ti/TiN 膜構成的阻檔層 4。而以此狀態，同時供應 WF_6 氣體及 H_2 氣體，堆積鎢膜 6 進行填埋時， WF_6 中的氟便擴散至阻檔層中，尤其是表面部分的阻檔層 4 的 Ti 與氟產生反應，以填埋孔 2 附近為起點使鎢膜 6 堆積成突起狀，其突起部的前端部因鎢膜 6 的應力產生火山狀突起 8，或在填埋孔 2 內形成空洞狀的空隙 10。

而，為了防止產生上述火山狀突起 8 等，也有先使用還元力較氫氣強的矽烷取代氫氣形成很薄，例如 $300\sim500\text{\AA}$ 左右的鎢膜的核心附著層，然後，以此核心附著層為起點，藉由 WF_6 氣體及 H_2 氣體堆積主鎢膜，但在這個時候，底層的阻檔層 4 的表面，有時因為是形成有有機金屬膜的表面或氧化的表面等，致無法形成均勻的核心附著層。

因此也有，在形成上述核心附著層之前僅單獨供應矽烷一定時間，以這一部分會分解的低溫，例如 400°C 左右的溫度使矽烷的反應中間體(SiH_x ： $x < 4$)吸著在晶圓表面，而以此為起點使上述核心附著層成長。第 18 圖表示使用這種方法以鎢將填埋孔加以填埋時的過程。

首先如第 18 圖(A)所示，對包含填埋孔 2 內的內面的

(3)

晶圓整個表面形成有阻檔層 4 的晶圓 W，單獨供應矽烷 (SiH_4)，進行使上述 SiH_x 的反應中間體附著在在晶圓 W 表面的初期化處理(第 18 圖(A)及第 18 圖(B))。接著，如先前所說明，如第 18 圖(C)同時供應 WF_6 氣體及 H_2 氣體規定時間，以上述反應中間體 12 為起點堆積鎢膜，藉此形成核心附著層 14(第 18 圖(D))。

接著如第 18 圖(E)所示，由於同時供應 WF_6 氣體及 H_2 氣體，可如第 18 圖(F)所示，堆積主要的鎢膜 16，將填埋孔 2 加以填埋。

【發明內容】

而形成在上述晶圓表面的阻檔層 4 有時會使用例如 Ti 的有機化合物原料形成。這時，原料氣體所含的碳的成分被取進阻檔層 4，而由於這個原因，經過上述初期化處理後，含有碳的成分的阻檔層所露出的表面，使 SiH_x 的反應中間體附著不均一，形成不均一的核心附著層 14，核心附著層 14 本身的台階覆蓋不佳，結果是，主鎢膜的填埋性不好，形成火山狀突起、空隙。

同時，在包含以鎢膜 16 為主的整體鎢膜的厚度中，核心附著層 14 的厚度所佔的比率不太大時，不會有問題，但因為細微化，鎢膜的厚度中，核心附著層 14 的厚度所佔的比率不能勿視時，便會發生起因於核心附著層 14 本身的台階覆蓋不佳，而產生無法勿視的大小的空隙。

(4)

以上的問題在半導體製造的細微化及薄膜化進一步推展，填埋孔的內徑到達例如 $0.2\mu\text{m}$ 以下時，便會成為深刻的問題，而顯現出來。

本發明係著眼於以上所述的問題點，而為了有效解決這種問題所完成者。本發明的目的在提供，可以增加生產量，而且可以提高填埋性，在例如填埋孔的口徑很小時，仍能抑制其發生足以影響特性的空隙或火山狀突起，填埋特性良好的鎢膜的形成方法。

申請專利範圍所規定的發明是，在可以抽真空的處理容器內，於被處理體的表面形成鎢膜時，具有：介於供應還元用氣體的還元氣體供應製程，與供應含鎢氣體的鎢氣供應製程之兩製程間，設供應惰性氣體同時抽真空的沖洗製程，而交互重複進行該兩製程、以形成初期鎢膜的初期鎢膜形成製程；令還元用氣體及上述含鎢氣體流進處理容器內，以形成鈍化鎢膜的鈍化鎢膜形成製程；繼續令還元用氣體及含鎢氣體流進處理容器內，以形成主鎢膜的主鎢膜形成製程，為其特徵的鎢膜形成方法。

藉此，形成膜厚度均一性高的核心附著層的初期鎢膜，再以高效率形成鈍化鎢膜，然後堆積主要的鎢膜，因此可以特別改善填埋特性，在例如填埋孔的口徑很小時，仍能抑制其發生足以影響特性的空隙或火山狀突起。同時，上述一連串的 3 個製程是在同一處理容器內連續進行，因此，不會有例如更換處理容器而發生的保溫期間，可以提高生產量。

(5)

這時，例如申請專利範圍第 2 項所規定，上述鈍化鎢膜形成製程中，是令上述被處理體的溫度逐漸上昇。

又，例如申請專利範圍第 3 項所規定，上述初期鎢膜形成製程、上述鈍化鎢膜形成製程、與上述主鎢膜形成製程之間，是將上述被處理體的溫度實質上維持在同一溫度。

由於如此將各製程間的處理溫度大致上維持一定，沒有必要在中途昇降處理溫度，因此可以進一步提高生產量。

又，例如申請專利範圍第 4 項所規定，上述處理容器內的壓力在上述初期鎢膜形成製程，及上述鈍化鎢膜形成製程是 2666Pa(20Torr)以下，在上述主鎢膜形成製程是 2666Pa(20Torr)以上。

又，例如申請專利範圍第 5 項所規定，上述含鎢氣體是 WF_6 氣體與有機鎢氣體中的任一種。

又，例如申請專利範圍第 6 項所規定，上述還元用氣體是，氫氣(H_2)、矽烷(SiH_4)、乙矽烷(Si_2H_6)、二氯矽烷(SiH_2Cl_2)、乙硼烷(B_2H_6)、磷化氫(PH_3)中的任一種。

又，例如申請專利範圍第 7 項所規定，上述含鎢氣體是 WF_6 氣體，上述還元用氣體在初期鎢膜形成製程是矽烷(SiH_4)氣體，在上述鈍化鎢膜形成製程及主鎢膜形成製程是氫氣(H_2)。

【實施方式】

(6)

茲參照附圖詳述本發明的鎢膜形成方法的一實施例如下。

第 1 圖係表示實施鎢膜的 formed 方法的熱處理裝置的截面架構圖，第 2 圖係表示各氣體的供應形態的圖，第 3 圖係表示整個成膜製程的各氣體流量的一個例子與處理條件的關係的流程圖，第 4 圖係表示堆積在半導體晶圓表面的鎢膜的一個例子的放大截面圖。

首先說明，實施本發明方法的熱處理裝置，熱處理裝置 20 具有，例如截面略呈圓筒形狀的鋁製的處理容器 22。在此處理容器 22 內的天板部，經由 O 環等的密封構件 26 設有，用以選擇性導入經過流量控制的處理氣體的例如各種成膜用氣體或載體氣體等的蓮蓬頭 24，而從設在其下面的多數氣體噴射口 28 向處理空間 S 噴射成膜氣體。再者，也可以採用，在此蓮蓬頭 24 內配設具有複數個擴散孔 25 的 1 片，或複數片擴散板 27，以促進導入此的氣體的擴散的構造。

在此處理容器 22 內，在從處理容器底部豎起的圓筒狀的反射器 30 上，經由例如 L 字狀的 3 根保持構件 32(第 1 圖僅表示兩根)，設有載置被處理體的半導體晶圓 W 用的載置台 34。

在此載置台 34 下方，向上方豎立設有複數根，例如 3 根 L 字狀的提昇梢 36(圖示例子僅表示兩根)，此提昇梢 36 的基部是插在形成於上述反射器 30 的縱向較長的插通孔(未圖示)，共同連接在環形構件 38。而藉由貫通設在處

(7)

理容器底部的推動桿 40 使環形構件 38 上下動作，將上述上述提昇梢 36 插通於貫通設在的載置台 34 的提昇梢孔 42，藉此提上晶圓 W。

在上述推動桿 40 的容器底部的貫穿部介入設有保持處理容器 22 內部的氣密狀態的可伸縮的伸縮囊 44，此推動桿 40 的下端連接在引動器 46。

同時，在處理容器 22 底部的周邊部設有排氣口 48，在此排氣口 48 連接有連到未圖示的真空幫浦的排氣通路 50，可以將處理容器 22 內抽真空到規定的真空度。同時，在處理容器 22 的側壁設有運進運出晶圓時開閉的閘閥 52。

雖未圖示，但在處理容器 22 內設有測量壓力用的真空計 (Capamanometer)，排氣通路 50 內則設有用以調整處理容器 22 內的壓力的壓力調節閥 (AutoPressureControlValve)。

而，在載置台 34 直下方的處理容器底部，經由 O 環等的密封構件 26 設有，由石英等的熱線穿透材料構成的穿透窗 54，其下方成圍繞穿透窗 54 狀設有箱狀的加熱室 58。此加熱室 58 內設有加熱手段的例如複數個加熱燈 60，裝設在兼用作反射鏡的旋轉台 62，此旋轉台 62 是經由轉軸由設在加熱室 58 底部的轉動馬達 64 驅動而轉動。因此，從此加熱燈 60 放射的熱線將透過穿透窗 54 照射薄片的載置台 34 的下面，將其加熱，而得以間接方式將載置台 34 上的晶圓 W 加熱。如此使用加熱燈 60，可以使晶

(8)

圖 W 快速昇溫。

其次說明，使用如以上構成的裝置進行的本發明的方法。

首先打開設在處理容器 22 側壁的閘閥 52，藉由未圖示的運送臂將晶圓 W 運進處理容器 22 內，令提昇梢 36 向上動作，將晶圓 W 交給提昇梢 36 側。而令推動桿 40 向下動，使提昇梢 36 下降，將晶圓 W 載置於載置台 34 上。此晶圓 W 的表面包括填埋孔 2 的內面，在上一製程已經形成有底層的諸如 Ti/TiN 膜的阻檔層 4(參照第 18 圖(A))。

接著，從未圖示的處理氣體源，以後述的氣體供應模態向蓮蓬頭 24 每次供應規定量的處理用氣體的成膜氣體或載體氣體，再從下面的氣體噴射孔 28 以大致上等量方式供給處理容器 22 內。與此之同時，從排氣口 48 吸引排出內部氣體，將處理容器 22 內真空排氣成規定的壓力，且使位於載置台 34 下方的加熱手段的各加熱燈 60 點著轉動，放射熱能。

放射的熱線透過穿透窗 54 後，照設載置台 34 的背面將其加熱。此載置台 34 是如上述，其厚度很薄，在例如 1mm 前後，可以迅速加熱，因此可以將載置其上的晶圓 W 迅速加熱到規定溫度。上述供應的成膜氣體則產生規定的化學反應，在晶圓表面整面堆積形成鎢的薄膜。

在本發明，整個成膜處理是如第 2 圖所示，由初期鎢膜形成製程 79、鈍化鎢膜形成製程 84、及主鎢膜形成製

(9)

程 80 所形成。在此，參照第 2 圖具體說明在整個成膜處理過程中的各氣體的供應模態。

第 2 圖表示 3 種氣體供應模態，在各模態，載體氣體是以一定流量，或視需要改變流量連續供應例如 Ar 氣體、N₂ 氣體。而，同樣地，處理容器 22 內也是在一連串的製程間繼續在抽真空。

在此，含鎢的氣體使用 WF₆ 氣體，還元用氣體使用 H₂ 氣體，或還元力較 H₂ 氣體強的 SiH₄ 氣體。而以下所說明的初期鎢膜形成製程、鈍化鎢膜形成製程及主鎢膜形成製程等各製程是在此處理容器 22 內連續進行。

首先，第 2 圖(A)所示的初期鎢膜形成製程的氣體供應模式是如第 3 圖所示，介於供應還元氣體的 SiH₄ 氣體的製程 70，與供應含鎢氣體的 WF₆ 氣體的製程 72 的兩製程間，設供應惰性氣體的載體氣體同時抽真空的沖洗製程 74，而交互重複進行該等等製程、以形成初期鎢膜 76(參照第 4 圖)。亦即，交互重複進行 SiH₄ 氣體的供應及 WF₆ 氣體的供應，在該等的重複製程之間夾入沖洗製程 74，以進行初期鎢膜形成製程。而此初期鎢膜形成製程的最後是以還元氣體供應製程 70 而結束。而由於在處理容器 22 內，藉由 SiH₄ 氣體在基板(晶圓)表面附著 SiH_x，在下一階段的鈍化鎢膜形成製程 84，主鎢膜形成製程 80 便可以有效形成膜。這一點在第 2 圖(B)~第 2 圖(C)也相同。

如此形成初期鎢膜 76 後，使用 H₂ 氣體取代 SiH₄ 氣體作為還元氣體，連續進行本發明特徵的形成鈍化鎢膜

(10)

82(參照第 4 圖)的鈍化鎢膜形成製程 84。再者，在此也是繼續流通惰性氣體，例如 Ar 氣體、N₂ 氣體等。在此鈍化鎢膜形成製程 84 是使用與主鎢膜形成製程 80 相同的氣體種類，亦即，使用 WF₆ 氣體與 H₂ 氣體，但是在流通 WF₆ 氣體之前先流通 H₂ 氣體，將其流量維持一定，同時接著流通含鎢氣體，將其量慢慢增加，同時使處理容器 22 內的壓力(處理壓力)及基板溫度逐漸上昇(參照第 3 圖)。此鈍化鎢膜形成製程 84 的期間 T5 是例如 3~90 秒，最好是 10~60 秒。這時，處理容器 22 內的壓力及基板溫度可以維持一定值。

具體上是如第 3 圖所示，進行上述初期鎢膜形成製程 79 的短時間的沖洗製程 74 後，不使上述 WF₆ 氣體進入處理容器 22 而流至排氣線，等候例如 1~30 秒，最好是 3~5 秒，使質量流量計穩定，使 WF₆ 氣體的流量穩定。在此 WF₆ 氣體的流量穩定的 Δt 秒後，使 WF₆ 氣體流進處理容器 22 內，再使 WF₆ 氣體的流量慢慢增加。

而，H₂ 氣體的供應是在 WF₆ 氣體的流量穩定下來的 Δt 秒前供給處理容器 22 內。藉由此鈍化鎢膜形成製程在初期鎢膜上形成鈍化鎢膜。

如上述令 WF₆ 氣體的流量少量慢慢增加的理由是，擬儘量形成薄的鈍化鎢膜，藉此在主鎢膜形成製程抑制受到 WF₆ 氣體的破壞，以補強保護膜的上述初期鎢膜為其目的。藉此，可以縮短初期鎢膜形成製程 79 的成膜時間，而得縮短全成膜時間，提高生產量。

(11)

亦即，鈍化鎢膜的形成是以規定之量供給 H_2 氣體，再如上述以規定的時間慢慢增加 WF_6 氣體的供應量直到主鎢膜形成製程 80 的供應量，要將 WF_6 氣體(氟)對底層的破壞減到最小程度、 WF_6 氣體的供應量必須減少。但是要獲得填埋效果， WF_6 氣體的供應量應較多。爲了要能夠兩立，因此先供應 H_2 氣體，過了一會在開始供應 WF_6 氣體，並逐漸加大其供應量。

在第 3 圖，此初期鎢膜形成製程 79 的處理壓力是在 13330Pa 以下的壓力範圍，最好是在 1000Pa(7.5Torr)至 10610Pa(80Torr)的範圍內直線增加，而處理溫度是在 $300^{\circ}C \sim 450^{\circ}C$ 的溫度範圍，最好是在 350 至 $410^{\circ}C$ 的範圍內直線增加。處理時間是 10~60 秒較好，依昇溫、昇壓的條件，20 秒~40 秒更佳。而以一定的溫度下處理時，因爲沒有基板的溫度變化，處理時間以 10~20 秒即可。

其次，在上述鈍化鎢膜形成製程 84 結束時，維持同樣的 WF_6 氣體的流量，減少 H_2 氣體的流量，分別流通兩種氣體而繼續進行主鎢膜形成製程 80。再者，在此也是繼續流通惰性氣體，例如 Ar 氣體、 N_2 氣體等。如此進行規定時間的鈍化鎢膜形成製程 84，而例如以主鎢膜 78 完全填埋填埋孔 2。這時的處理溫度從完成鈍化鎢膜形成製程時起實質上沒有變動，分別保持一定。

在此，於初期鎢膜形成製程，從某一還元氣體供應製程 70 至下一還元氣體供應製程 70 的時間爲一個循環時，第 2 圖(A)時是有 3 個循環，但此循環數並不限定如此。

(12)

而，還元氣體供應過程 70 的期間 T1，及各鎢氣供應過程 72 的期間 T2 是分別為 0.5~30 秒，最好是 1.5~10 秒，同時，沖洗製程 74 的期間 T3 是 0~30 秒，最好是 0~10 秒。同時，上述沖洗製程也可以僅作抽真空。最好是從還元氣體供應過程 70 至鎢氣供應過程 72 至沖洗製程 74，整個控制還元氣體與含鎢氣體及惰性氣體的總壓 (Total pressure) 令其維持一定。因為，使氣體的總壓一定便可以將晶圓 (被處理體) 的溫度或被覆的氣體吸著量保持一定值。上述氣體的總壓的控制，是藉由裝設在處理容器 22 的真空計測量處理容器 22 內的壓力，而調整裝設在排氣通路 50 的壓力調節閥使其壓力一定。

因為對沖洗製程 74 的時間進行評價，在此說明其結果。第 5 圖係表示處理容器內的矽烷 (SiH_4) 的分壓的分布狀態的圖。第 5 圖 (A) 表示在蓮蓬頭 24 內設有擴散板 27 時，第 5 圖 (B) 表示在蓮蓬頭 24 內未設擴散板時。圖中，橫軸表示從晶圓中心至半徑方向的距離。在此是測量停止供應 SiH_4 後進行數秒 (0~3 秒) 的沖洗時的晶圓上的殘留 SiH_4 的分壓。

從第 5 圖可以很清楚，在蓮蓬頭內設擴散板時 (第 5 圖 (A)) 較快成為低分壓，第 5 圖 (A) 所示時，進行約 1.5 秒前後的沖洗製程，便可以使 SiH_4 的分壓降低到 $1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ 前後，而第 5 圖 (B) 所示時，則進行約 1.5 秒前後的沖洗製程，便可以使 SiH_4 的分壓降低到 $1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ 前後。再者，使蓮蓬頭部的氣體噴射口 28 較細，也可以收到同樣

(13)

的效果(與擴散板同樣的效果)。

因此，跟蓮蓬頭部的構造無關，進行至少 3 秒鐘沖洗製程，便可以使殘留矽烷的分壓成為零，使其可以不計氣相反應的影響。

再回到第 2 圖，在此使 SiH_4 氣體或 WF_6 氣體的流量較為少量，使分壓較

低。並且，處理溫度也設定較低值，例如 $200\sim 500^\circ\text{C}$ ，最好是 $250\sim 450^\circ\text{C}$ 。同時，初期鎢膜的 1 循環的膜厚度為 $1\sim 50\text{\AA}$ ，最好是 $3\sim 20\text{\AA}$ 。

而，主鎢膜形成製程 80 的時間是依存於應形成的膜厚度。在此是，使 WF_6 氣體與 SiH_4 氣體的流量較大，且處理壓力、處理溫度均稍為提高，設定較大的成膜率。

藉此，在晶圓 W 表面比較均勻且良好附著初期鎢膜 76。此初期鎢膜 76 具有第 18 圖(C)中的核心附著層 14 的功能，因此，能夠在此上面以填埋性良好的狀態堆積主鎢膜 78。

而在本發明特徵的鈍化鎢膜形成製程 84，則使 WF_6 氣體少量慢慢增加，且處理壓力也一樣少量慢慢增加，以形成鈍化鎢膜 82(參照第 4 圖)，因此具有補強初期鎢膜 76 的阻擋性的作用，可以儘量使初期鎢膜 76 較薄。進一步也可以期待有高電阻值的初期鎢膜 76 的效果。

以這種理由，此鈍化鎢膜具有所謂對 WF_6 的鈍化膜，或阻擋膜的功能，藉此抑制形成主鎢膜時因 WF_6 氣體的 F 的擴散對 Ti 膜造成的破壞，可以進一步改善填埋

(14)

特性。

亦即，可以提高此鈍化鎢膜 82 的膜質特性(阻擋性)，例如，可以大幅度抑制氟原子擴散至下層。

除此之外，由於可以將初期鎢膜形成製程 79、鈍化鎢膜形成製程 84、主鎢

膜形成製程 80 等 3 製程全部在同一處理容器 22 內連續進行，因此可以免除半導體晶圓的運送時間，且可以免除主鎢膜形成製程 80 初期的保溫時間，因此，更可以改善填埋特性。

同時，第 2 圖(B)所示的氣體供應形態是，在第 2 圖(A)所示還元氣體供應形態中，重複進行的還元氣體供應製程中的最初的還元氣體供應製程 70A，將還元氣體的分壓(Torr)與供應時間(sec)的積所成的參數，設定成較其他還元氣體供應製程 70 的上述參數(Torr·sec)大。在此是不改變此 SiH_4 氣體的流量，但將最初的還元氣體供應製程 70A 的期間 T4 延長為例如 1~120 秒，最好是 15~90 秒，藉以加大參數(Torr·sec)值。

如此，由於僅將最初的 SiH_4 氣體供應製程例如加以延長，而如先前參照第 14 圖(B)所說明，對晶圓 W 表面進行初期處理，在此表面附著 SiH_x 的反應中間體。因此，堆積其上的上述初期鎢膜 76 較易成長，異常成長受到抑制，能夠以良好的膜厚度均一性成長。在此說明，第 2 圖(B)的氣體供應形態的各處理條件。再者，第 2 圖(A)、第 2 圖(C)所示者，其對應部分也是相同的處理條

(15)

件。

在最初的還元氣體供應製程 70A 的氣體比是， SiH_4 ／載體氣體 = $100 \sim 1000 \text{ sccm} / 1000 \sim 10000 \text{ sccm}$ ，處理壓力是 $20 \sim 100 \text{ Torr} (2666 \sim 13330 \text{ Pa})$ ，處理時間 T4 是 $5 \sim 90$ 秒。關於這時的處理溫度，因為考慮要迴避發生火山狀突起，或提高台階覆蓋性，其上限值是設定在 $200 \sim 500^\circ\text{C}$ ，最好是 $250 \sim 450^\circ\text{C}$ 。

而，關於這時的 SiH_4 氣體的分壓與供應時間的積的參數 ($\text{Torr} \cdot \text{sec}$)，因為考慮要迴避發生火山狀突起，設定在 $10 \sim 300 (\text{Torr} \cdot \text{sec})$ ，最好是 $30 \sim 200 (\text{Torr} \cdot \text{sec})$ 。

在初期鎢膜形成製程，第 2 次以後的還元氣體供應製程 70 的氣體比是， SiH_4 ／載體氣體 = $50 \sim 500 \text{ sccm} / 2000 \sim 12000 \text{ sccm}$ 期間 T1 是 $1 \sim 15$ 秒，處理壓力是 $1 \sim 20 \text{ Torr} (133.3 \sim 2666 \text{ Pa})$ ，處理溫度是 $200 \sim 500^\circ\text{C}$ ，最好是 $250 \sim 450^\circ\text{C}$ 。以此處理條件使 SiH_x 附著。

而，鎢氣供應製程 72 的氣體比是， WF_6 ／載體氣體 = $5 \sim 300 \text{ sccm} / 200 \sim 12000 \text{ sccm}$ 期間 T2 是 $1 \sim 15$ 秒，處理壓力是 $1 \sim 20 \text{ Torr} (133.3 \sim 2666 \text{ Pa})$ ，處理溫度是 $200 \sim 500^\circ\text{C}$ ，最好是 $250 \sim 450^\circ\text{C}$ 。以此處理條件形成第 2 鎢膜。如此，交互反覆實施還元氣體供應製程及鎢氣供應製程而形成鎢膜。

在此詳細說明還元氣體供應製程 70 及鎢氣供應製程 72，第 6 圖是表示約 280°C 時的矽烷的參數 ($\text{Torr} \cdot \text{sec}$)，與每 1 個循環形成的膜厚度的關係的曲線圖，參數在 0.2

(16)

以上時，膜厚度是略呈飽和，但若較 0.2 小，膜厚度則依存於參數的大小，但要形成整體上具有規定厚度的初期鎢膜 76，若是能夠在 1 個循環形成的膜厚度穩定的範圍，便可以藉由將參數設定為 0.1~10，最好是設定為 0.2~5，如此便可以在各種處理條件的範圍內使膜厚度飽和而穩定化。

第 7 圖是在約 280°C 時的 WF_6 的參數 (Torr · sec)，與每 1 個循環形成的膜厚度的關係的曲線圖，參數在 0.04 以上時，膜厚度是略呈飽和，但若較 0.04 小，膜厚度則依存於參數的大小，但如上述，要使 1 個循環形成的膜厚度穩定化，將參數設定在 0.01~10，最好是 0.04~5。

而，第 8 圖是表示供應氣體時每 1 循環形成的膜厚度的溫度依存性的曲線圖。在此是表示，交互供應 SiH_4 與 WF_6 90 次 (90 循環) 時每 1 循環的膜厚度。而橫軸是實際的晶圓的溫度。

從此曲線圖可以清楚看出，晶圓溫度在 100°C 以下時，不會堆積 W 膜，200~300°C 間 W 膜的成膜速度是與溫度的上昇一起緩和增大，此後，在 300°C 以上時，隨著溫度的上昇成膜速度急激增大。因此可以瞭解，從膜厚度的觀點，晶圓溫度 (較處理溫度稍低) 是設定在 100°C 較佳。

而第 9 圖是表示 WF_6 氣體的參數 (Torr · sec)，與每 1 單元的火山狀突起的發生數之關係。在此，1 個單元是含有約 5 萬個接觸孔的集合體。依據此曲線圖時，參數在

(17)

0.5 以下時火山狀突起的發生是零，較 0.5 大時，發生的火山狀突起的數目大体上成比例增加，但在各種處理條件的範圍內， WF_6 氣體的參數是以 0.01~0.6 為佳，0.04~0.5 最佳。這時，可抑制火山狀突起發生的初期鎢膜 76 的厚度因填埋孔 2 的內徑而異，但是例如 10~200Å 前後，最好是 20~150Å 前後。

其次，在鈍化鎢膜形成製程 84 的氣體比是， WF_6 / H_2 / 載體氣體 = 10~500sccm / 500~6000sccm / 2000~12000sccm，處理壓力是如上述在 1Torr(133.3Pa)~100Torr(13330Pa)間變化，處理溫度是 200~500°C，最好是 250~450°C，第 2 圖是 350~390°C 間略成直線變化，期間 T5 是 1~90 秒，最好是 3~60 秒。爲了迴避火山狀突起的發生，鈍化膜具有對 WF_6 的鈍化膜，或阻檔膜的功能，藉此抑制形成主鎢膜時因 WF_6 的 F 擴散對 TiN 膜造成的破壞，可以進一步改善填埋特性。

而，鈍化鎢膜 82 的厚度雖因填埋孔 2 的內徑而異，但是爲了抑制初期鎢膜形成製程時對底層膜的破壞及爲了提高填埋性，同時獲得某種程度以上的台階覆蓋，設定在 10~500Å 前後較佳，最好是設定在 200~400Å 的範圍。

此鈍化鎢膜形成製程 84 較之前製程的初期鎢膜形成製程，處理壓力與處理溫度中，至少其中的任一項可以設定成實質上相同。藉此可以圓滑且在短時間內進行兩製程的轉移。

在主鎢膜形成製程 80，爲了提高填埋性，同時獲得

(18)

某種程度以上的台階覆蓋及成膜率，氣體比是 $\text{WF}_6/\text{H}_2/\text{載體氣體} = 50 \sim 500 \text{ sccm} / 500 \sim 6000 \text{ sccm} / 2000 \sim 8000 \text{ sccm}$ ，處理壓力是如上述為 $10 \sim 100 \text{ Torr}$ ($133.3 \sim 13330 \text{ Pa}$)，處理溫度是 $300 \sim 500^\circ\text{C}$ ，最好是 $350 \sim 450^\circ\text{C}$ ，以此處理條件形成主鎢膜。

上述實施例的還元氣體是使用氫氣與矽烷，但也可以使用乙矽烷 (Si_2H_6)、二氯矽烷 (SiH_2Cl_2)、乙硼烷 (B_2H_6)、磷化氫 (PH_3) 等，適加以組合。這時，在初期鎢膜形成製程使用還元力較主鎢膜形成製程 80 大的氣體較佳。

而且，在上述初期鎢膜形成製程、鈍化鎢膜形成製程、主鎢膜形成製程、也可以使用同一還元氣體。

在此，初期鎢膜形成製程是使用 SiH_4 ，但也可以使用，利用電漿，或利用紫外線產生的 H_2 基 (活性種)，取代 SiH_4 。

同時，含鎢氣體並不限定為 WF_6 氣體，也可以用有機系列的鎢原料氣體。

而關於 WF_6 氣體的分壓，為了能夠提高台階覆蓋到某種程度以上，其下限值是 0.4 Torr (53 Pa) 前後，上限值是為了避免產生火山狀突起，處理壓力是 40 Torr 以下時是 2.0 Torr (266 Pa) 前後。而且，關於 WF_6/H_2 的氣體比，為提高台階覆蓋到某種程度以上，且避免產生火山狀突起，而設定為 $0.01 \sim 1$ ，最好是 $0.1 \sim 0.5$ 。而在主鎢膜形成製程 80，改變 WF_6 氣體的流量進行不同處理壓力時的處理結果，氣體量愈多，生產量愈增加，但在 $70 \sim 80 \text{ Torr}$ 附

(19)

近生產量不再增加。因此，處理壓力設定 70Torr 以上較理想。

第 10 圖是鎢膜的電阻值的溫度依存性的曲線圖。圖中，a 表示藉由傳統的 CVD(處理溫度 $\approx 400^{\circ}\text{C}$)形成時的鎢膜；b 表示處理溫度 280°C 的藉由本發明方法形成時的鎢膜；c 表示處理溫度 380°C 的藉由本發明方法形成時的鎢膜。

從此曲線圖可以清楚，依本發明方法形成的膜 b、c 較之藉由傳統的 CVD 法形成的膜 a，具有約 2~4 倍高的電阻值。這是因為藉由本發明方法形成的膜 b、c 的結晶子的大小被認為較傳統方法時小 2~4 倍的緣故。同時，藉由本發明方法形成的膜 b、c，愈是以更高的溫度形成具有愈大的電阻值。這是因為愈是以更高溫度形成的膜被認為含有愈高濃度的 Si 之故。

而在最後，評估在晶圓表面擴散的 F 濃度，以下說明其評估結果。

第 11 圖是還元氣體使用 SiH_4 、 Si_2H_6 、 B_2H_6 時的晶圓表面的 F 濃度(擴散量)的曲線圖。這時是使用從 W 膜向下方順序形成有 TiN 膜、Ti 膜、 SiO_2 膜的晶圓。

從此曲線圖可以清楚看出，本發明方法的 W 膜中的 F 濃度是 $1 \times 10^{17} \text{atms/cc}$ ，傳統之以 CVD 法形成的 W 膜中的 F 濃度是 $3 \times 10^{17} \text{atms/cc}$ ，本發明方法的 W 膜中的 F 擴散量被抑制到約 $1/3$ 前後，藉此可以確認有更高的阻檔性。

(20)

(從鈍化鎢膜形成製程(也稱作 PA 製程)移行至主鎢膜形成製程(也稱作 MA 製程)的形態)

在先前說明本發明方法，對鈍化鎢膜形成製程檢討"溫度有變化"時與"溫度無變化"(溫度保持一定)時的情形。這時的處理條件如下。

[溫度有變化]

- ・處理溫度：從 PA 製程的當初 350°C 昇溫至 MA 製程的 390°C(參照第 3 圖)。
- ・處理壓力：從 7.5Torr 昇壓到 80Torr。
- ・昇溫時間(昇壓時間)：30 秒(因為到溫度穩定下來需要一點時間)
- ・WF₆ 氣體的流量：從 60seccm 增加到 350seccm。

[溫度無變化]

- ・處理溫度：從 PA 製程-MA 製程維持一定的 410°C
- ・昇壓時間：15 秒

處理壓力，WF₆ 氣體的流量與"溫度有變化"時相同。

再者，初期鎢膜形成製程及其他處理條件是設定成相同。

上述評價的結果，在 PA 製程使處理溫度較高，維持 410°C 的"溫度無變化"

時，生產量高，結果良好。

對此，在 PA 製程使處理溫度從 350°C 至 390°C 逐漸

(21)

變化的 "溫度有變化"

時，則與上述相反，填埋特性良好。

其次說明，在初期鎢膜形成製程，還元氣體使用 SiH_4 、 Si_2H_6 、 B_2H_6 時的情形。

如第 2 圖 (A) 所示，使用本發明方法實際使用 SiH_4 、 Si_2H_6 、 B_2H_6 進行填埋，將填埋孔中的空隙的發生狀況，及填埋特性的評價結果記述如下。這時的填埋孔的內徑是 $0.09\mu\text{m}$ 。

在初期鎢膜形成製程的各氣體的供應形態或處理條件是使用第 2 圖 (B) 所示的流程圖。再者，矽烷，乙矽烷，乙硼烷各氣體的流量是設定成相同流量。

第 12 圖表示每 1 循環的成膜率的溫度依存性。可以確認各氣體的成膜率均隨著溫度的上昇而增加。同時可瞭解，是以乙矽烷、乙硼烷、矽烷之順序從較低溫開始成膜，每 1 循環的成膜率是以乙矽烷、乙硼烷、矽烷之順序變大。

其次，第 13 圖是說明，檢討在處理溫度 320°C 時的比電阻及表面粗糙度的膜厚度依存性的結果。第 13 圖 (A) 表示比電阻的膜厚度依存性，第 13 圖 (B) 表示表面粗糙度的膜厚度依存性。

比電阻是以乙矽烷、矽烷，乙硼烷之順序變成較高值。並可確認，分別是膜厚度愈厚比電阻愈小。尤其是乙矽烷的比電阻是較其他兩種氣體急遽變小。

而表面粗糙度是以乙硼烷、矽烷，乙矽烷的順序變

(22)

大，均是膜厚度愈厚表面粗糙度愈大。但是，乙矽烷有特異的變化，其表面粗糙度在膜厚度 $80\text{\AA}$ 附近有一度急遽增加後再急遽減少的突起狀特性。

其次，第 14 圖是表示檢討膜中的 F、Si、B 的濃度的結果。第 14 圖(A)表示 F 的濃度，第 14 圖(B)表示 Si、B 的濃度。第 14 圖中，W 表示鎢膜，TiN 表示底層的一氮化鈦膜。再者，兩膜的境界因實際上兩材料相融合而不明確，但圖示例子是爲了方便上區劃表示之。

關於第 14 圖(A)所示的 F 濃度，擴散至底層的 TiN 膜中的 F 量是乙硼烷最小，可以瞭解具有很高的阻擋性。

如第 14 圖(B)所示，W 膜中的 Si、B 濃度是以乙硼烷、矽烷、乙矽烷的順序變大，計算上分別含有約 10%、1%、1%以下的 B 或 Si。尤其是乙硼烷，膜中所含的 B 量有很高的濃度。

其次，第 15 圖是表示檢討膜中的鎢的結晶性的結果。此項檢討使用 X 線折射裝置。乙矽烷時，僅觀測 α -W、 β -W 的方形鎢，確認結晶性很高。

對此，矽烷、乙硼烷時，折射線變寬，結晶性低，尤其是乙硼烷時，確認非結晶性程度很高。

其次，第 16 圖是表示對孔徑是 $0.09\mu\text{m}$ 、 $A/R=12$ 的接觸孔進行填埋的結果。第 16 圖是表示填埋孔的填埋狀態的圖面代用照片。

從第 16 圖可以確認乙硼烷、矽烷有良好的填埋性，但矽烷時發生空隙，確認填埋性不充分。

(23)

上述結果， Si_2H_6 時的成膜速度很快，結晶子尺寸大等各項特性，與傳統手法的還元氣體與 WF_6 氣體同時噴出的 CVD 成島狀形成核的成長模式相同。第 13 圖所示的比電阻的減少，表面粗糙度一度增大後再減少的現象是島狀形成的核成長，在成為連續的膜而引起。因為此形成的核優先成長，因此膜便呈不均一，成為填埋性惡化的原因。

另一方面， B_2H_6 時，電阻值高，填埋特性連接縫都沒有，十分良好。這可以由，含有 10% 程度的高濃度的 B，及其結果結晶子尺寸變小，或混進非晶質來加以說明。因為結晶子尺寸小，可以成為緻密的膜。因此，底層 TiN 的 F 擴散量最少，具有很高的阻檔性。

而 SiH_4 時，其特性是在 Si_2H_6 與 B_2H_6 的中間，但膜的成長是與 B_2H_6 相同結晶子尺寸小，可以成為緻密的膜。在孔徑是 $0.09\mu\text{m}$ 、 $A/R=12$ 的細微化的接觸孔，仍可以確認有充分的填埋性，被抑制在較 B_2H_6 為低電阻，膜的密接性也可以確保。因此從填埋孔中的空隙的發生狀況及填埋特性整體判斷，以 Si_2H_6 、 B_2H_6 、 SiH_4 的順序獲得良好的結果。以這一次的接觸孔的孔徑 $0.09\mu\text{m}$ 獲得良好的填埋特性，對下一代的 $0.13\mu\text{m}$ 以下的細微孔徑非常有效。

再者，本實施例是以半導體晶圓作為被處理體的例子進行說明，但不限定如此，當然也適用在 LCD 基板、玻璃基板等。

(24)

如以上所說明，依據本發明的鎢膜的形成方法時，可以發揮如下列的優異的作用效果。

依據申請專利範圍第 1、2、4~7 項所述之發明時，因為先形成膜厚度均一性很高的核心附著層的初期鎢膜，再以高效率形成鈍化鎢膜，然後堆積主鎢膜，因此，特別是改善填埋特性，縱使填埋孔的口徑很小，仍可以抑制發生足以影響特性的大小的空隙或火山狀突起。同時，上述一連串製程是在同一容器內連續進行，因此可以消除，例如變更容器而發生的保溫時間，相對的可以提高生產量。

依據申請專利範圍第 3 項所述之發明時，因為各製程間可以維持略為一定的處理溫度，沒有必要在途中昇降處理溫度，因此可以相對的進一步提高生產量。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係表示實施鎢膜的形成方法的熱處理裝置的截面架構圖。

第 2 圖係表示各氣體的供應模態的圖。

第 3 圖係表示在整個成膜製程的各氣體流量的一個例子與處理條件的關係的流程圖。

第 4 圖係表示堆積在半導體晶圓表面的鎢膜的一個例子的放大截面圖。

第 5 圖係表示處理容器內的矽烷(SiH_4)的分壓的分布狀態的圖。

(25)

第 6 圖係表示矽烷的參數 ($\text{Torr} \cdot \text{sec}$) 與每一循環所形成的膜厚度的關係的曲線圖。

第 7 圖係表示 WF_6 的參數 ($\text{Torr} \cdot \text{sec}$) 與每一循環所形成的膜厚度的關係的曲線圖。

第 8 圖係供應氣體的每一循環所形成的膜厚度的溫度依存性的曲線圖。

第 9 圖係表示 WF_6 氣體的參數 ($\text{Torr} \cdot \text{sec}$) 與每一單元發生的火山狀突起 (volcano) 的數目的關係的曲線圖。

第 10 圖係表示鎢膜的電阻值的溫度依存性的曲線圖。

第 11 圖係表示晶圓表面的 F 濃度 (擴散量) 的曲線圖。

第 12 圖係表示一個循環的成膜率的溫度依存性的圖。

第 13 圖係表示處理溫度 350°C 時的比電阻及表面粗糙度的膜厚度依存性的圖。

第 14 圖係表示膜中的 F、Si、B 的濃度的圖。

第 15 圖係表示檢討膜中的鎢的結晶性時的 X 線折射結果的圖。

第 16 圖係表示接觸孔的填埋狀態的圖面代用照片。

第 17 圖係表面發生火山狀突起及空隙的填埋孔的截面圖。

第 18 圖係表示以鎢填埋填埋孔時的製程的一個例子的圖。

(26)

[圖號說明]

2：填埋孔

4：阻檔層

20：熱處理裝置

22：處理容器

24：蓮蓬頭

60：加熱燈

70：還元氣體供應製程

72：鎢氣供應製程

74：沖洗製程

76：初期鎢膜

78：主鎢膜

79：初期鎢膜形成製程

80：主鎢膜形成製程

82：鈍化鎢膜

84：鈍化鎢膜形成製程

W：半導體晶圓(被處理體)

伍、中文發明摘要

發明之名稱：鎢膜之形成方法

本發明可以提供，能夠提昇生產量，而且可以提高填埋性，例如：填埋孔的口徑小時，填埋特性仍然良好的鎢膜的形成方法。

在處理容器 22 內，於被處理體 W 形成鎢膜時，包含有：交互重複進行供應還元用氣體的還元氣體供應製程、與供應含鎢氣體的鎢氣供應製程，以形成初期鎢膜的初期鎢膜形成製程 79；令還元用氣體流進處理容器內，同時增加含鎢氣體的流量，使處理容器內的壓力逐漸上昇，同時形成鈍化鎢膜的鈍化鎢膜形成製程 84；繼續令還元用氣體與含鎢氣體流通，同時形成主鎢膜的主鎢膜形成製程 80。

陸、英文發明摘要

發明之名稱：

(1)

拾、申請專利範圍

1.一種鎢膜形成方法，其特徵為，在可以抽真空的處理容器內，於被處理體的表面形成鎢膜時，具有：

介於供應還元用氣體的還元氣體供應製程，與供應含鎢氣體的鎢氣供應製程之兩製程間，設供應惰性氣體同時抽真空的沖洗(purge)製程，而交互重複進行該兩製程、以形成初期鎢膜的初期鎢膜形成製程；

令還元用氣體及上述含鎢氣體流進處理容器內，以形成鈍化鎢膜的鈍化鎢膜形成製程；以及

繼續令還元用氣體及含鎢氣體流進處理容器內，以形成主鎢膜的主鎢膜形成製程。

2.如申請專利範圍第1項所述之鎢膜形成方法，其中在上述鈍化鎢膜形成製程中，令上述被處理體的溫度逐漸上昇。

3.如申請專利範圍第1項所述之鎢膜形成方法，其中在上述初期鎢膜形成製程、上述鈍化鎢膜形成製程、與上述主鎢膜形成製程之間，上述被處理體的溫度實質上維持在同一溫度。

4.如申請專利範圍第1項所述之鎢膜形成方法，其中上述處理容器內的壓力在上述初期鎢膜形成製程，及上述鈍化鎢膜形成製程是 2666Pa(20Torr)以下，在上述主鎢膜形成製程是 2666Pa(20Torr)以上。

5.如申請專利範圍第1項所述之鎢膜形成方法，其中上述含鎢氣體是 WF_6 氣體與有機鎢氣體中的任一

(2)

種。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之鎢膜形成方法，其中上述還元用氣體是，氫氣(H_2)、矽烷(SiH_4)、乙矽烷(Si_2H_6)、二氯矽烷(SiH_2Cl_2)、乙硼烷(B_2H_6)、磷化氫(PH_3)中的任一種。

7.如申請專利範圍第 1 項所述之鎢膜形成方法，其中上述含鎢氣體是 WF_6 氣體，上述還元用氣體在初期鎢膜形成製程是矽烷(SiH_4)氣體，在上述鈍化鎢膜形成製程及主鎢膜形成製程是氫氣(H_2)。

8.如申請專利範圍第 1 項所述之鎢膜形成方法，其中在鈍化鎢膜形成製程是慢慢增加供應含鎢的氣體。

9.如申請專利範圍第 8 項所述之鎢膜形成方法，其中在鈍化鎢膜形成製程是慢慢增加上述處理容器內的壓力。

10.一種鎢膜形成方法，其特徵為，在可以抽真空的處理容器內，於被處理體的表面形成鎢膜時，具有：

介於供應矽烷 SiH_4 氣體的製程，與供應 WF_6 氣體的製程之兩製程間，設供應惰性氣體同時抽真空的製程，而交互重複進行該兩製程、以形成初期鎢膜的初期鎢膜形成製程；

向上述處理容器內供應氫氣 H_2 及上述 WF_6 氣體，在初期鎢膜上形成鈍化鎢膜的製程；以及

繼續令上述氫 H_2 氣及上述 WF_6 氣體流進處理容器內，以形成主鎢膜的主鎢膜形成製程。

(3)

11.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

在上述形成上述鈍化鎢膜的製程，慢慢增加供應 WF_6 氣體的量。

12.如申請專利範圍第 11 項所述之鎢膜形成方法，其中
在上述形成鈍化鎢膜的製程，慢慢增加上述處理容器內的壓力。

13.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

上述形成鈍化鎢膜的製程，是在 WF_6 氣體之前先供應氫 H_2 氣。

14.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

在上述形成鈍化鎢膜的製程，上述處理容器內的壓力是在 13330Pa 以下之範圍。

15.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

在形成鈍化鎢膜的製程形成的鈍化鎢膜的厚度是 10~500Å。

16.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

在上述供應矽烷 SiH_4 氣體的製程，是以矽烷 SiH_4 氣體的分壓與供應時間的積的值為 0.1~10Torr·sec 的條件供應矽烷 SiH_4 氣體。

(4)

17.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

在上述供應 WF_6 氣體的製程，是以矽烷 WF_6 氣體的分壓與供應時間的積的值為 $0.01 \sim 10 \text{ Torr} \cdot \text{sec}$ 的條件供應 WF_6 氣體。

18.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

在形成初期鎢膜的製程，是最先供應矽烷 SiH_4 氣體。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之鎢膜形成方法，其中

上述最先的矽烷 SiH_4 氣體的供應，是供應時間較其他供應矽烷 SiH_4 氣體的時間為長的初期化處理。

20.如申請專利範圍第 18 項所述之鎢膜形成方法，其中

上述最先的矽烷 SiH_4 氣體的供應，是將其矽烷 SiH_4 氣體的分壓與供應時間的積的值設定成，較其他供應矽烷 SiH_4 氣體的分壓與供應時間的積的值為大。

21.如申請專利範圍第 18 項所述之鎢膜形成方法，其中

上述最先的矽烷 SiH_4 氣體的供應，其矽烷 SiH_4 氣體的分壓與供應時間的積的值是 $10 \sim 300 \text{ Torr} \cdot \text{sec}$ 。

22.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

(5)

在上述形成初期鎢膜的製程形成的鎢膜的厚度是 $10\sim 200\text{\AA}$ 。

23.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

上述形成鈍化膜的製程，是將上述形成初期鎢膜的製程的處理壓力與溫度中，至少將其中的任一方設定成實質上相同。

24.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

上述形成主鎢膜的製程所供應的氫 H_2 氣的量，較上述形成鈍化鎢膜的製程所供應的氫 H_2 氣的量少。

25.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

上述形成初期鎢膜的製程、上述形成鈍化鎢膜的製程、及上述形成主鎢膜的製程是在同一容器內進行。

26.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

在上述供應惰性氣體同時抽真空的製程，使矽烷 SiH_4 氣體的分壓降低到 1×10^{-1} 左右。

27.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

在上述形成初期鎢膜的製程、於一個循環形成的初期鎢膜的厚度是 $1\sim 50\text{\AA}$ 。

28.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其

(6)

中

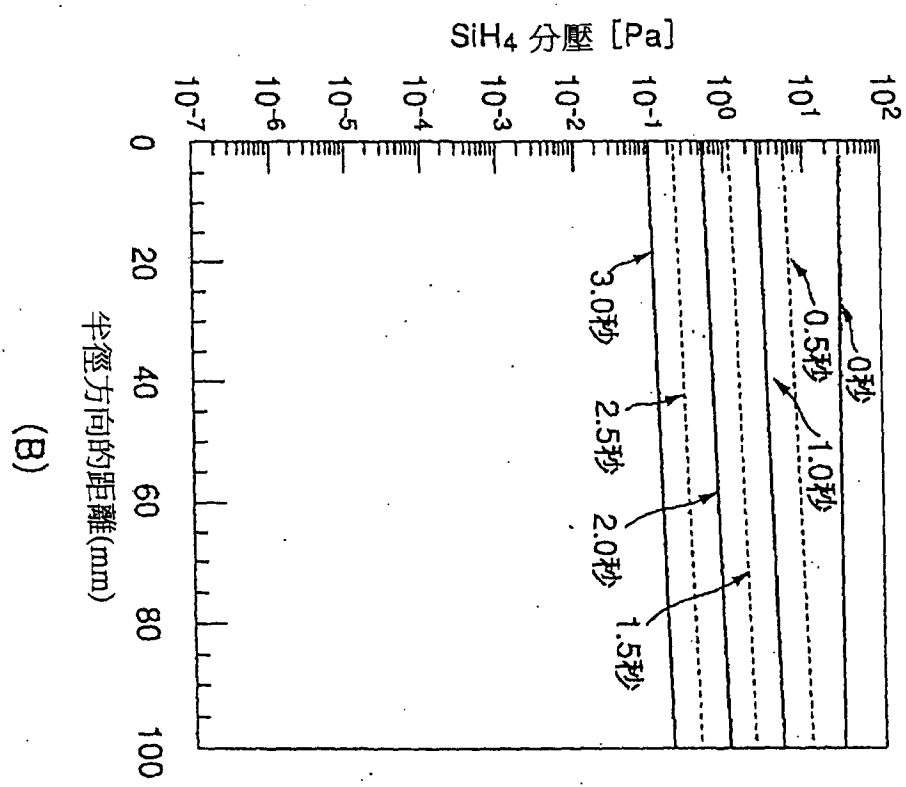
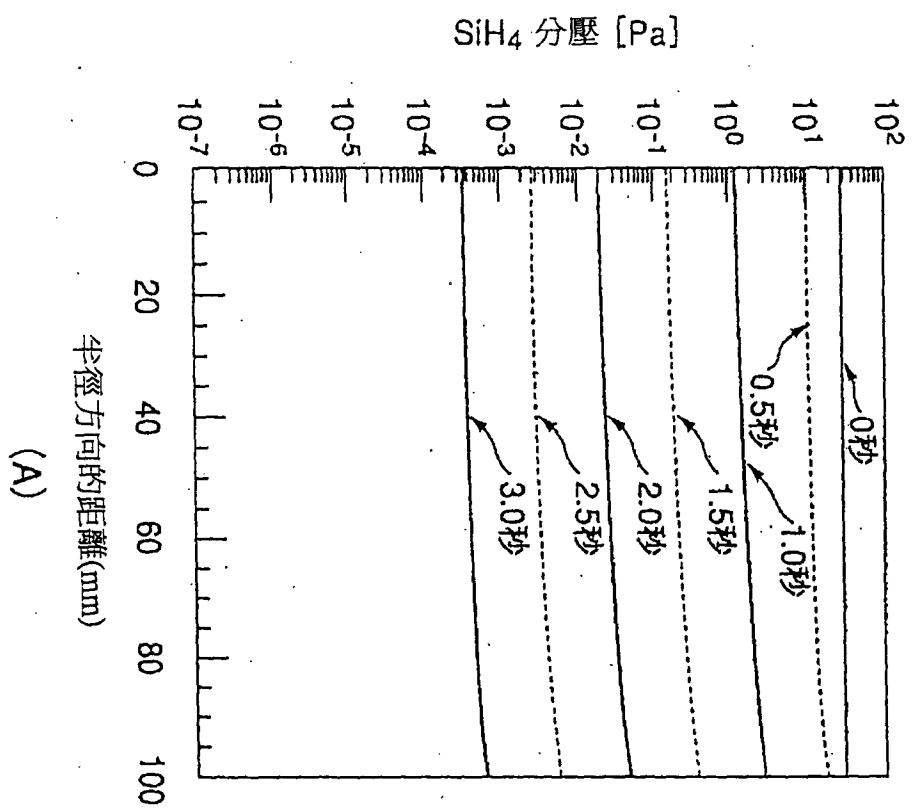
上述處理容器內的壓力在上述初期鎢膜形成製程，及上述鈍化鎢膜形成製程是 $2666\text{Pa}(20\text{Torr})$ 以下，在上述主鎢膜形成製程是 $2666\text{Pa}(20\text{Torr})$ 以上。

29.如申請專利範圍第 10 項所述之鎢膜形成方法，其中

在上述鈍化鎢膜形成製程，令矽烷 SiH_4 氣體流進上述處理容器內，同時令上述 WF_6 氣體流進的流量變化，增加流進的流量，使處理容器內的壓力逐漸上昇。

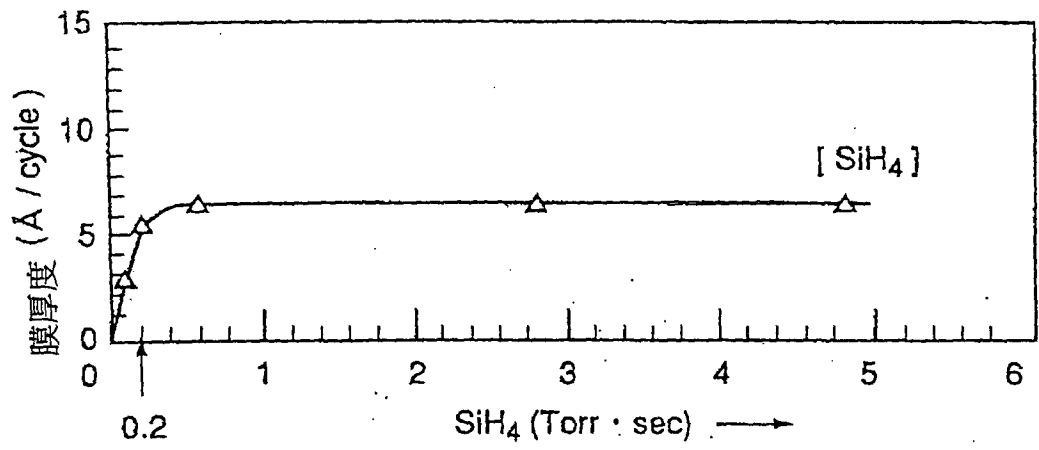
30.如申請專利範圍第 1 項所述之鎢膜形成方法，其中

在上述鈍化鎢膜形成製程，令還元用氣體流進上述處理容器內，同時令上述含鎢氣體流進的流量變化，增加流進的流量，使處理容器內的壓力逐漸上昇。

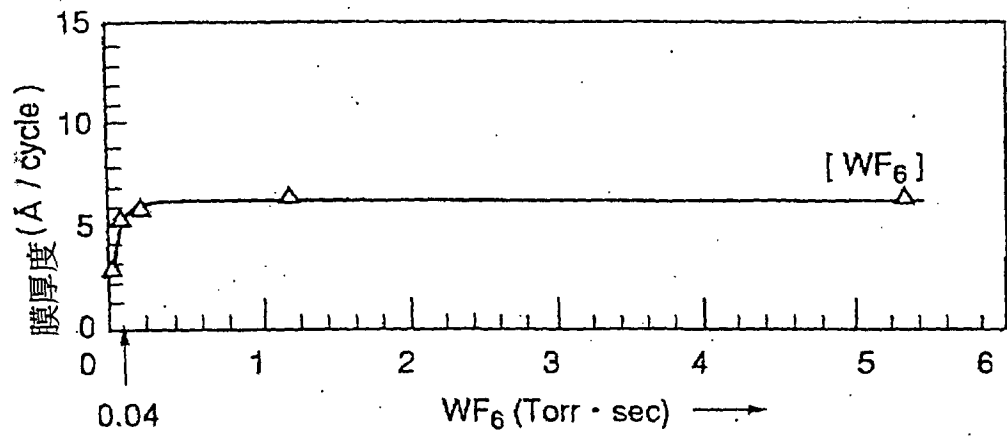


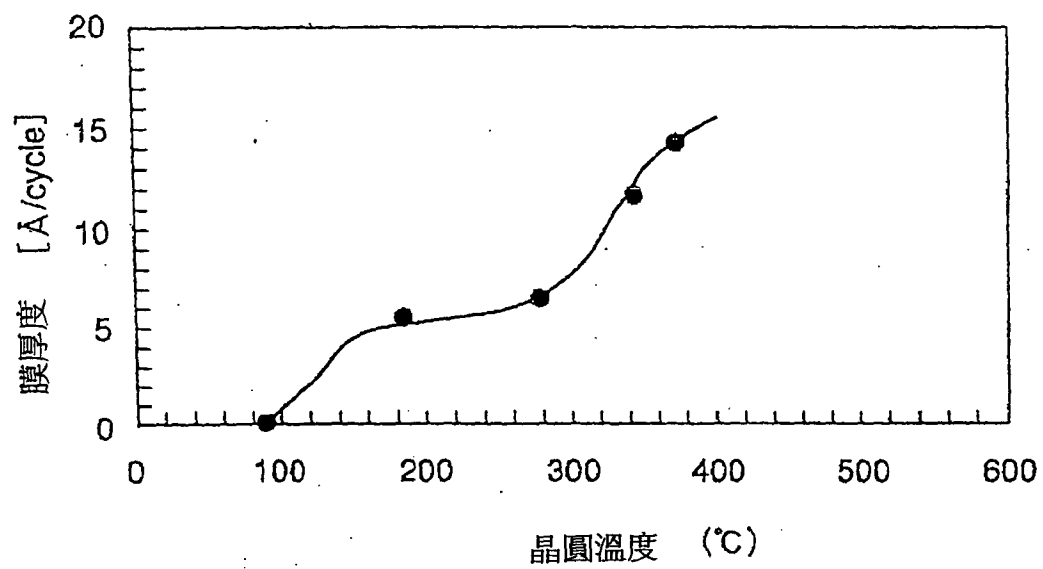
第5圖

第6圖



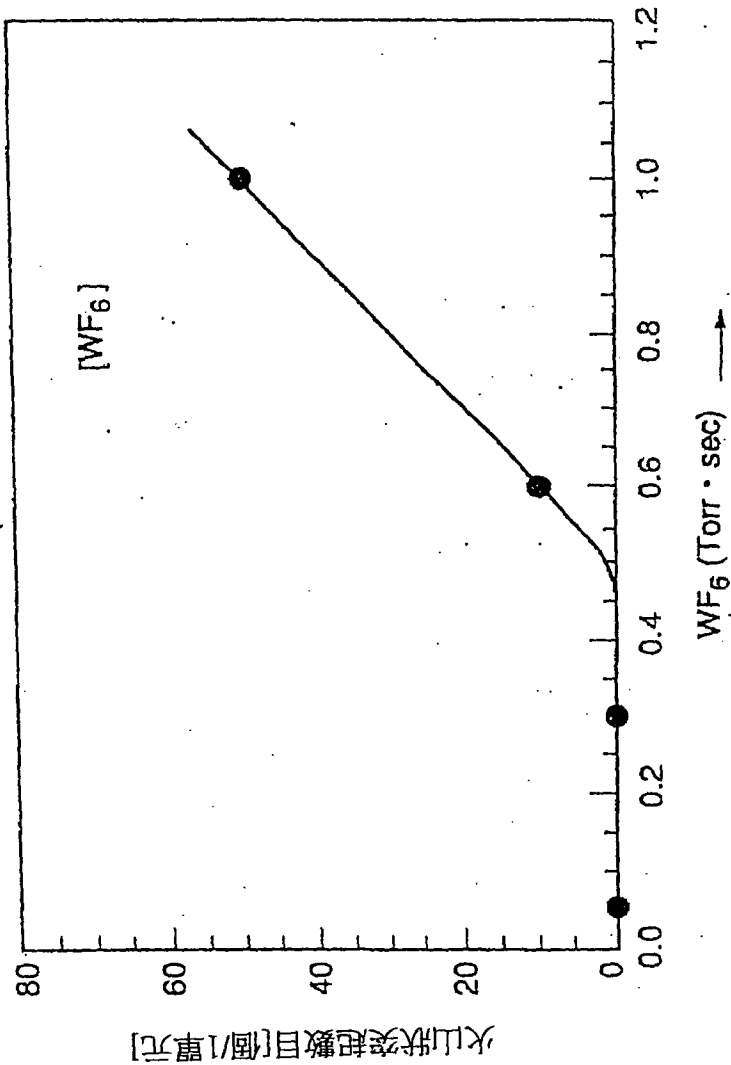
第7圖



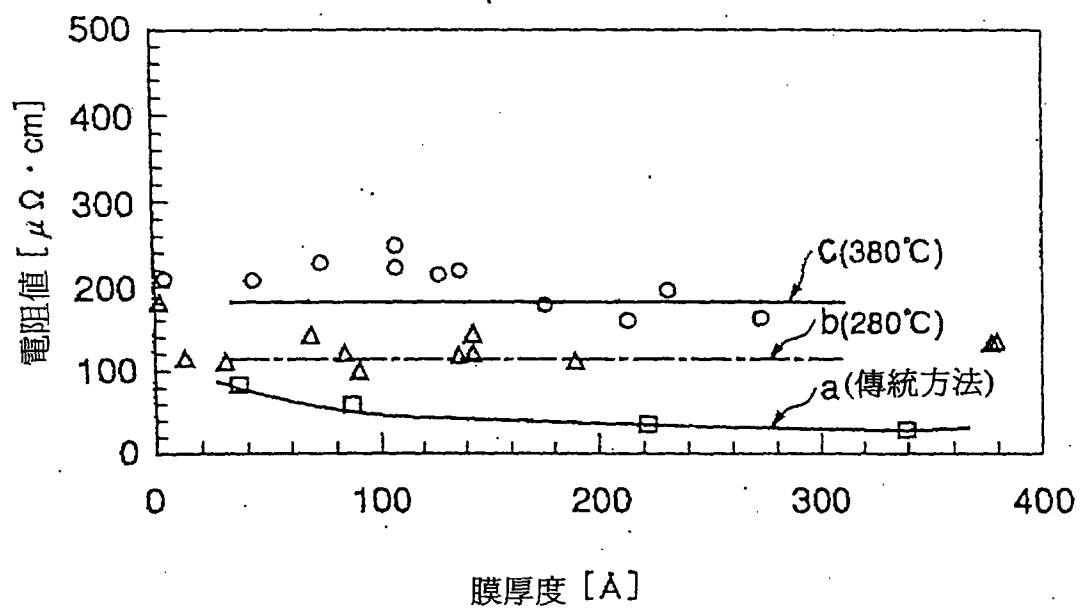


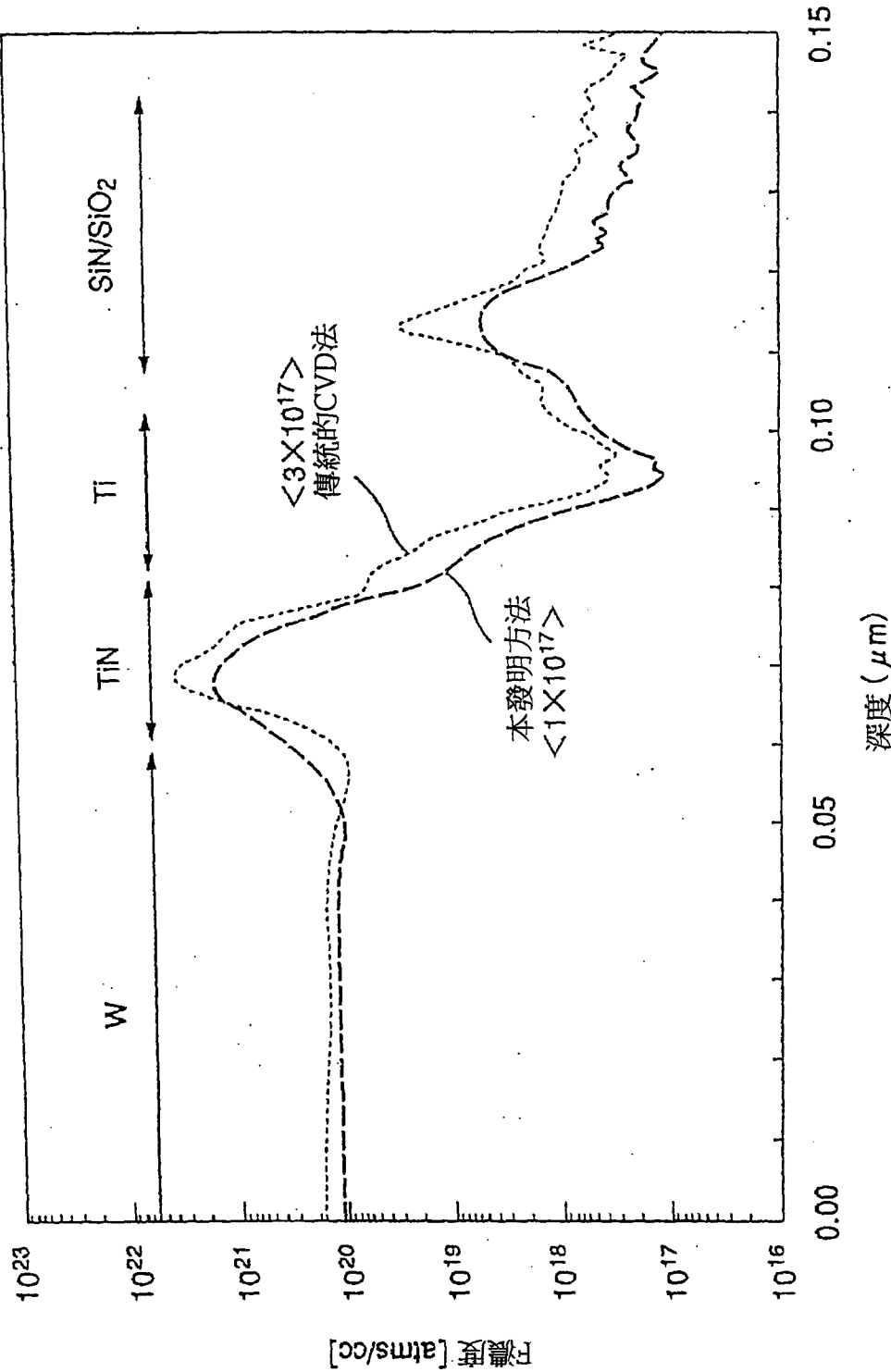
第8圖

第9圖

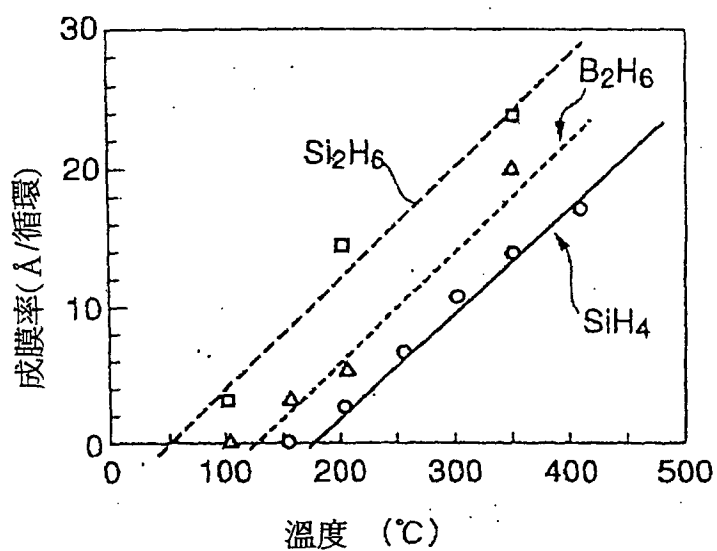


第10圖



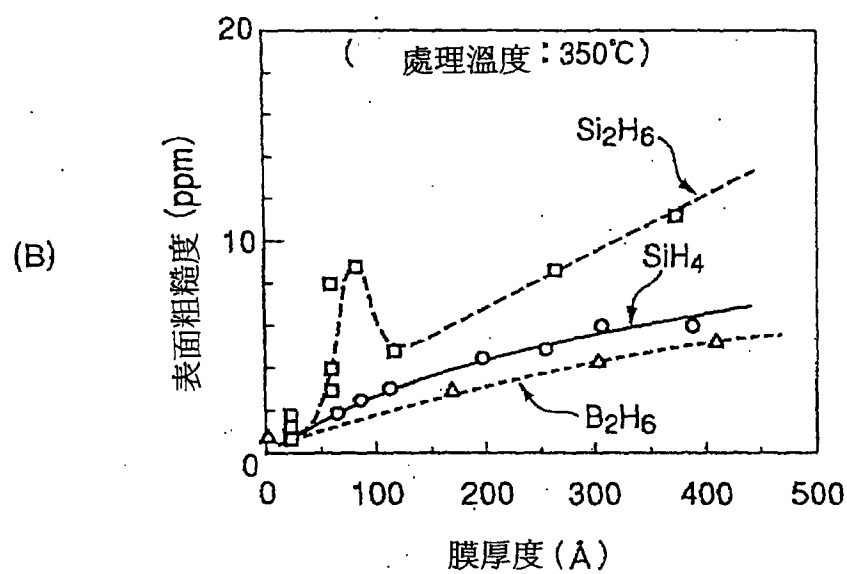
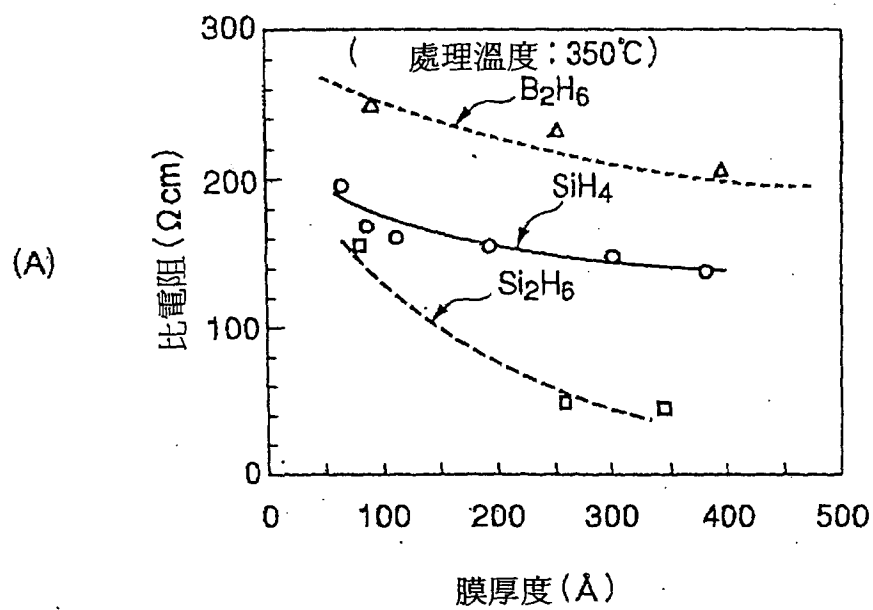


第11圖



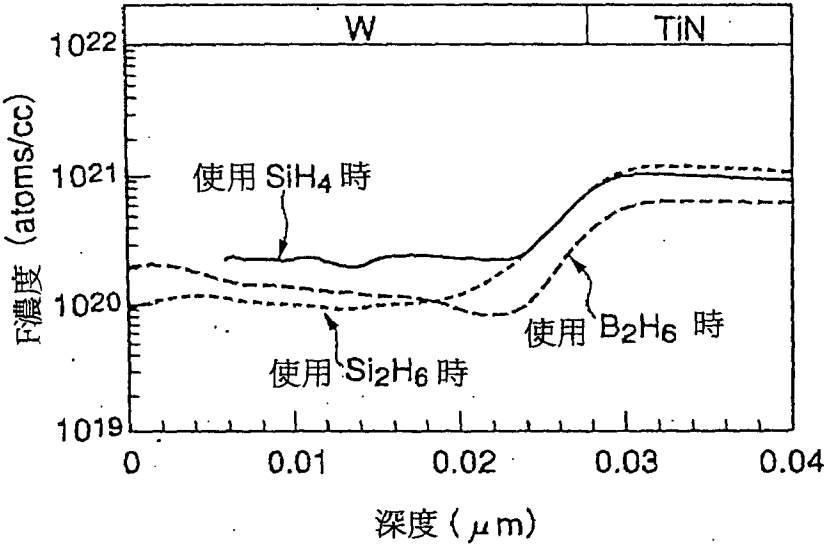
第12圖

第13圖

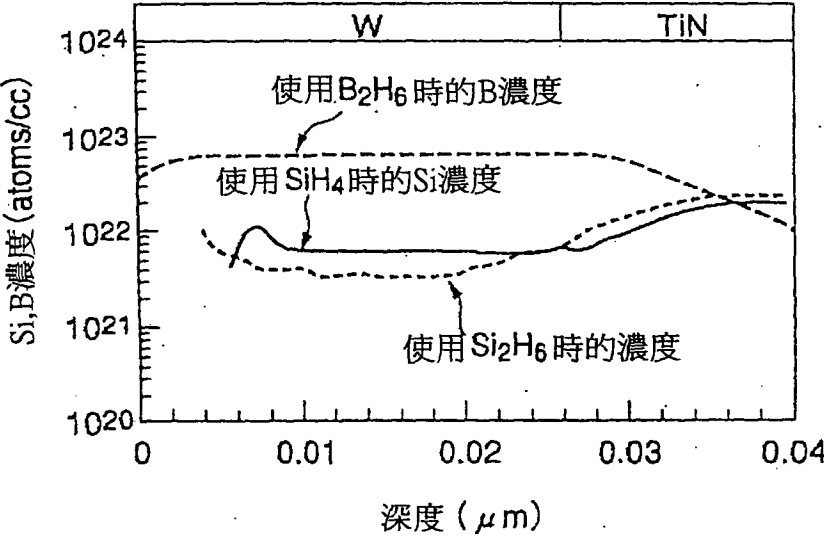


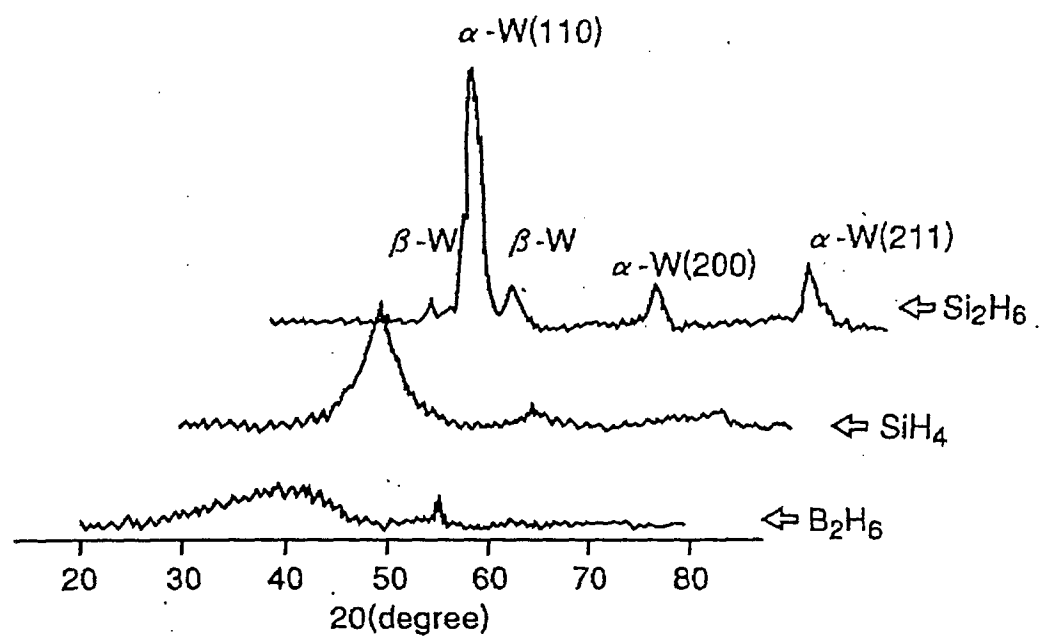
第14圖

(A)



(B)





第15圖

柒、（一）、本案指定代表圖為：第 2 圖

（二）、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

70：還元氣體供應製程

72：鎢氣供應製程

74：清洗製程

79：初期鎢膜形成製程

80：主鎢膜形成製程

84：鈍化鎢膜形成製程

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：