



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：97115409

※申請日期：97年04月25日

※IPC分類：

C23C 16/52, 16/44, 16/08, H01L 21/285 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 鈦膜之成膜方法
(英)

二、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) 1. SATO, KIYOSHI

地址：(中) 日本國東京都港區赤坂五丁目三番一號
(英) 3-1 Akasaka 5-chome, Minato-ku, Tokyo 107-6325, Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓名：(中) 成嶋健索
(英) NARUSHIMA, KENSAKU
國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2. 姓名：(中) 若林哲
(英) WAKABAYASHI, SATOSHI
國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

3. 姓名：(中) 善光哲
(英) ZENKO, TETSU
國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、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 ; 2007/04/27 ; 2007-118301 有主張優先權

五、中文發明摘要

發明之名稱：鈦膜之成膜方法

Ti 膜之成膜方法包含：在上述載置台配置具有 Si 部份之被處理基板；加熱被處理基板；將腔室內設為特定壓力；將含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體導入至腔室內；藉由高頻電場形成手段形成高頻電場，依此使處理氣體電漿化；和在被處理基板之表面產生藉由上述 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體所引起之反應，藉由其反應於被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜之時，以抑制在被處理基板之 Si 部份的 $TiSi$ 之生成反應之方式，控制腔室內壓力及所施加之高頻電力之功率。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

七、指定代表圖

(一)、本案指定代表圖為：第 (6) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於在腔室內供給含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體，在被載置於腔室內之載置台上，含有 Si 之部份的被處理基板之 Si 部份，形成 Ti 膜。

【先前技術】

在半導體裝置之製造中，對應於最近之高密度化及高積體化之要求，傾向將電路構成多層線構造，因此下層之半導體裝置和上層之配線層之連接部的接觸孔，或上下配線層彼此之連接部的通孔等之層間電性連接用之埋入技術則為重要。

如此接觸孔或通孔之埋入，一般使用 Al(鋁)或 W(鎢)或是以該些為主體之合金，但是為了形成如此之金屬或合金和下層之 Si 基板或 poly-Si 層之接觸，於該些埋入之前，藉由形成 Ti 膜，與基底之 Si 反應而在接觸孔之底之 Si 擴散層上選擇生長 $TiSi_2$ ，取得良好之歐姆電阻(例如日本特開平 5-67585 號公報)。

於形成 CVD-Ti 膜之時，一般使用 $TiCl_4$ 氣體作為原料氣體，使用 H_2 氣體作為還原氣體，但是因該 $TiCl_4$ 氣體之結合能量相當高，於單獨熱能量時若無 $1200^\circ C$ 左右之高溫則無法分解，故藉由併用電漿能量之電漿 CVD，通常以製程溫度 $650^\circ C$ 左右執行成膜。再者，由促進反應之觀點來看，採用比較高之壓力及高頻電力功率而形成電漿。

但是，近年來使用 Ti 膜以當作與閘極電極之聚矽上之金屬接觸之接觸層，由於以往成膜溫度在 650°C 附近，溫度過高，故研究 Ti 膜之成膜在 550°C 附近之低溫。

但是，於在 550°C 附近執行成膜之時，即使使屬於被處理基板之半導體晶圓之溫度均勻，在晶圓面內的矽化物化產生偏差程度，造成面內之膜質均勻性惡化。再者，由於電漿，對晶圓產生充電損傷或對腔室造成異常放電等之電漿損傷。

另外，在現行之 Ti 膜成膜中，由電漿化之容易性之觀點來看，先將 Ar 氣體及還原氣體之 H₂ 氣體導入至腔室內而予以電漿化後再導入 TiCl₄ 氣體，但是由於之後導入 TiCl₄ 氣體，使得放電狀態暫時性變化，在腔室內產生異常放電，或產生對晶圓之電漿損傷。

【發明內容】

〔發明所欲解決之課題〕

本發明之目的是提供可以在被處理基板之面內均勻進行矽化物化之 Ti 膜之成膜方法。

再者，本發明之其他目的是提供難以對被處理基板或對腔室產生電漿損傷之 Ti 膜之成膜方法。

若藉由本發明之第 1 觀點，則提供一種鈦膜之成膜方法，藉由成膜裝置，在具有 Si 部份之被處理基板之含有 Si 部份形成 Ti 膜，該成膜裝置具有：收容被處理基板之腔室；在腔室內載置被處理基板之載置台；加熱載置台上

之基板的加熱手段；供給含有 TiCl_4 氣體及還原氣體之處理氣體至腔室內之處理氣體供給手段；於上述載置台上之被處理基板上方之空間形成高頻電場之高頻電場形成手段；和將上述腔室內予以排氣之排氣手段，包含：在上述載置台配置具有 Si 部份之被處理基板之步驟；加熱被處理基板之步驟；將腔室內設為特定壓力之步驟；將含有 TiCl_4 氣體及還原氣體之處理氣體導入至腔室內之步驟；藉由上述高頻電場形成手段形成高頻電場，依此使上述處理氣體電漿化之步驟；和在被處理基板之表面產生藉由上述 TiCl_4 氣體及還原氣體所引起之反應之步驟，藉由上述反應，於被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜之時，以抑制在被處理基板之 Si 部份的 TiSi 之生成反應之方式，控制腔室內壓力及所施加之高頻電力之功率。

此時，被處理基板之溫度在 550°C 附近，以產生當作前驅物之 TiCl_3 成為主體之成膜反應的方式，控制腔室內壓力及所施加之高頻電力之功率為佳。

若藉由本發明之第 2 觀點，則提供一種鈦膜之成膜方法，藉由成膜裝置，在具有 Si 部份之被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，該成膜裝置具有：收容被處理基板之腔室；在腔室內載置被處理基板之載置台；加熱載置台上之基板的加熱手段；供給含有 TiCl_4 氣體及還原氣體之處理氣體至腔室內之處理氣體供給手段；於上述載置台上之被處理基板上方之空間形成高頻電場之高頻電場形成手段；和將上述腔室內予以排氣之排氣手段，包含：在上述載置台

配置具有 Si 部份之被處理基板之步驟；加熱被處理基板之步驟；將腔室內壓力予以抽真空之步驟；將含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體導入至腔室內之步驟；藉由上述高頻電場形成手段形成高頻電場，依此使上述處理氣體電漿化之步驟；和在被處理基板之表面產生藉由上述 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體所引起之反應之步驟，在腔室內壓力為 $266 \sim 1333 Pa$ 之範圍，高頻電力功率為 $200 \sim 1000 W$ 之範圍內，將腔室內壓力設為 $x(Pa)$ ，將高頻電力功率設為 $y(W)$ 之時，則滿足 $(y-333) < 160400/(x-266)$ 。

若藉由本發明之第 3 觀點時，則提供一種鈦膜之成膜方法，藉由成膜裝置，在具有 Si 部份之被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，該成膜裝置具有：收容被處理基板之腔室；在腔室內載置被處理基板之載置台；加熱載置台上之基板的加熱手段；供給含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體至腔室內之處理氣體供給手段；於上述載置台上之被處理基板上方之空間形成高頻電場之高頻電場形成手段；和將上述腔室內予以排氣之排氣手段，包含：在上述載置台配置具有 Si 部份之被處理基板之步驟；加熱被處理基板之步驟；將腔室內壓力設成 $300 \sim 800 Pa$ 之範圍之步驟；將含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體導入至腔室內之步驟；將上述高頻電場形成手段之高頻電力功率設為 $300 \sim 600 W$ 而形成高頻電場，依此使上述處理氣體電漿化之步驟；和在被處理基板之表面產生藉由上述 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體所引起之反應之步驟。

在上述第 1 至第 3 觀點中，可以將基板溫度設為 300 ~ 670°C 之範圍。尤其以基板溫度為 500°C ±20°C 之時為佳。

若藉由本發明之第 4 觀點時，則提供一種鈦膜之成膜方法，藉由成膜裝置，在具有 Si 部份之被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，該成膜裝置具有：收容被處理基板之腔室；在腔室內載置被處理基板之載置台；加熱載置台上之基板的加熱手段；供給含有 TiCl₄ 氣體及還原氣體之處理氣體至腔室內之處理氣體供給手段；於上述載置台上之被處理基板上方之空間形成高頻電場之高頻電場形成手段；和將上述腔室內予以排氣之排氣手段，其特徵為：包含：在上述載置台配置具有含有 Si 部份之被處理基板之步驟；加熱被處理基板之步驟；將腔室內設為特定壓力之步驟；將含有 TiCl₄ 氣體及還原氣體及惰性氣體之處理氣體導入至腔室內之步驟；藉由上述高頻電場形成手段形成高頻電場，依此使上述處理氣體電漿化之步驟；和在被處理基板之表面產生藉由上述 TiCl₄ 氣體及還原氣體所引起之反應之步驟，將 TiCl₄ 氣體及還原氣體及惰性氣體導入至上述腔室內之後，形成高頻電場而生成電漿之步驟。

在上述本發明之第 4 觀點中，藉由在被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，使其界面矽化物化為佳。

若藉由本發明之第 5 觀點時，則提供一種記憶媒體，記憶有在電腦上動作，並控制成膜裝置之程式，上述控制程式於實行時，以執行 Ti 膜之成膜方法的方式，使電腦

控制上述成膜裝置，該 Ti 膜之成膜方法是藉由成膜裝置，在具有 Si 部份之被處理基板之含有 Si 部份形成 Ti 膜，該成膜裝置具有：收容被處理基板之腔室；在腔室內載置被處理基板之載置台；加熱載置台上之基板的加熱手段；供給含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體至腔室內之處理氣體供給手段；於上述載置台上之被處理基板上方之空間形成高頻電場之高頻電場形成手段；和將上述腔室內予以排氣之排氣手段，包含下述步驟：在上述載置台配置具有 Si 部份之被處理基板；加熱被處理基板；將腔室內設為特定壓力；將含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體導入至腔室內；藉由上述高頻電場形成手段形成高頻電場，依此使上述處理氣體電漿化；和在被處理基板之表面產生藉由上述 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體所引起之反應，藉由上述反應，於被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜之時，以抑制在被處理基板之 Si 部份的 $TiSi$ 之生成反應之方式，控制腔室內壓力及所施加之高頻電力之功率。

在現行之 Ti 膜成膜中，自促進反應之觀點來看，雖然將腔室內壓力設定成 667Pa 左右，將高頻電力設定成比較高之 800W 左右而執行成膜處理，但是於以如此之條件執行成膜之時，被處理基板之溫度在 550°C 附近，矽化物產生偏差。本發明者調查其原因之結果，發現在該溫度附近，於 Si 上藉由反應所生成之相從 Ti 轉移至 $TiSi$ ，並矽化物化容易產生偏差。然後， $TiSi$ 之電阻高於在高溫下所生成之 $TiSi_2$ 或低溫下之 Si，成膜特性也不同，故從 Ti

轉移至 TiSi 之轉移點附近，膜厚或膜質產生偏差。

在此，本發明者研究即使在 550°C 附近也難以產生如此之偏差之條件的結果，發現藉由控制腔室內壓力及所施加之高頻電場之功率，可以難以生成 TiSi，實質刪減 Ti 和 TiSi 之轉移點，因此可以迴避上述般在 550°C 附近產生偏差。典型上，藉由降低腔室壓力及所施加之高頻電力之功率，可以迴避在 550°C 附近之膜厚或膜質之偏差，並且可以隨著功率降低降低電漿損傷。

再者，藉由先將 TiCl₄ 氣體導入至腔室內後再形成高頻電場，可以抑制異常放電之發生，並可以降低電漿損傷。因此，除降低壓力及高頻電力功率之外，又於生成電漿之前，導入 TiCl₄ 氣體，依此從低溫至高溫，不會產生電漿損傷，可以實施安定性及均勻性高之 Ti 膜成膜。

【實施方式】

以下，參照附件圖面，針對本發明之實施形態具體予以說明。

第 1 圖表示本發明之一實施形態所涉及之 Ti 膜之成膜方法之實施所使用之 Ti 膜成膜裝置之一例的概略剖面圖。該 Ti 膜成膜裝置 100 是作為藉由在平行平板電極形成高電場，邊形成電漿，邊執行 CVD 成膜之電漿 CVD 成膜裝置而構成。

該 Ti 膜成膜裝置 100 具有略圓筒狀之腔室 1。在腔室 1 內部，用以水平支撐屬於被處理基板之晶圓 W 的由 AlN

所構成之承載器 2，是在藉由被設置在其中央下部之圓筒狀之支撐構件 3 支撐之狀態下被配置。在承載器 2 之外緣部設置有用以導引晶圓 W 之引導環 4。再者，於承載器埋入有以鉬等之高熔點金屬所構成之加熱器 5，該加熱器 5 藉由自加熱器電源 6 供電，將屬於被處理基板之晶圓 W 加熱至特定溫度。在承載器 2 表面附近，埋設有當作平行平板電極之下部電極而發揮功能之電極 8，該電極 8 被接地。

在腔室 1 之天壁 1a 隔著絕緣構件 9 設置有也當作平行平板電極之上部電極發揮功能之噴淋頭 10。該噴淋頭 10 是由上段塊體 10a、中段塊體 10b、下段塊體 10c 所構成，構成略圓盤狀。上段塊體 10a 具有與中段塊體 10b 及下段塊體 10c 同時構成噴淋頭本體部之水平部 10d 和連續於該水平部 10d 之外周上方之環狀支撐部 10e，形成凹狀。然後，藉由該環狀支撐部 10e 支撐噴淋頭 10 全體。然後，在下段塊體 10c 交互形成吐出氣體之吐出孔 17 和 18。在上段塊體 10a 之上面形成有第 1 氣體導入口 11 和第 2 氣體導入口 12。在上段塊體 10a 之中，多數氣體通路 13 自第 1 氣體導入口 11 分歧。於中段塊體 10b 形成有氣體通路 15，上述氣體通路 13 經水平延伸之連通路 13a 而與該些氣體通路 15 連通。並且，該氣體通路 15 與下段區塊 10c 之吐出孔 17 連通。再者，在上段塊體 10a 中，多數氣體通路 14 自第 2 氣體導入口 12 分歧。於中段塊體 10b 形成有氣體通路 16，上述氣體通路 14 與氣體通路連通。並

且，該氣體通路 16 在中段塊體 10b 連接於水平延伸之連通路 16a，該連通路 16a 連通於下段塊體 10c 之多數吐出孔 18。然後，上述第 1 及第 2 氣體導入口 11、12 連接於氣體供給機構 20 之氣體管。

氣體供給機構 20 具有供給屬於潔淨氣體之 ClF_3 氣體之 ClF_3 氣體供給源 21、供給屬於 Ti 化合物之 TiCl_4 氣體之 TiCl_4 氣體供給源 22、供給 Ar 氣體之 Ar 氣體供給源 23、供給屬於還原氣體之 H_2 氣體之 H_2 氣體供給源 24、供給屬於氮化氣體之 NH_3 氣體之 NH_3 氣體供給源 25、供給 N_2 氣體之 N_2 氣體供給源 26。然後，於 ClF_3 氣體供給源 21 連接有 ClF_3 氣體供給管 27 及 30b，於 TiCl_4 氣體供給源 22 連接有 TiCl_4 氣體供給管 28，於 Ar 氣體供給源 23 連接有 Ar 氣體供給管 29，於 H_2 氣體供給源 24 連接有 H_2 氣體供給管 30，於 NH_3 氣體供給源 25 連接有 NH_3 氣體供給管 30a，於 N_2 氣體供給源 26 連接有 N_2 氣體供給管 30c。然後，於各氣體管設置有質量流量控制器 32 及夾著質量流量控制器之兩個閥 31。

於上述第 1 氣體導入口 11 連接有自 TiCl_4 氣體供給源 22 延伸之 TiCl_4 氣體供給線 28，於該 TiCl_4 氣體供給管 28 連接有自 ClF_3 氣體供給源 21 延伸之 ClF_3 氣體供給線 27 及自 Ar 氣體供給源 23 延伸之 Ar 氣體供給管 29。再者，於上述第 2 氣體導入口 12 連接有自 H_2 氣體供給源 24 延伸之 H_2 氣體供給管 30，於該 H_2 氣體供給管 30 連接有自 NH_3 氣體供給源 25 延伸之 NH_3 氣體供給管 30a、自 N_2 氣

體供給源 26 延伸之 N_2 氣體供給管 30c 及自 ClF_3 氣體供給源 21 延伸之 ClF_3 氣體供給管 30b。因此，於製程時，來自 $TiCl_4$ 氣體供給源 22 之 $TiCl_4$ 氣體與來自 Ar 氣體供給源 23 之 Ar 氣體同時經 $TiCl_4$ 氣體供給管 28，自噴淋頭 10 之第 1 氣體導入口 11 到達至噴淋頭 10 內，經氣體通路 13、14 而自吐出孔 17 吐出至腔室 1 內，另外來自 H_2 氣體供給源 24 之 H_2 氣體經 H_2 氣體供給管 30 而自噴淋頭 10 之第 2 氣體導入口 12 到達至噴淋頭 10 內，經氣體通路 14、16 而自吐出孔 18 吐出至腔室 1 內。即是，噴淋頭 10 為 $TiCl_4$ 氣體和 H_2 氣體完全獨立而被供給至腔室 1 內之事後混合型，該些於吐出後混合產生反應。並且，在並不限於此，即使在 $TiCl_4$ 和 H_2 混合之狀態下，將該些供給至腔室 1 內之事先混合型亦可。

於噴淋頭 10 經整合器 33 連接有高頻電源 34，成為自該高頻電源 34 供給高頻電力至噴淋頭 10。藉由自高頻電源 34 供給高頻電力，使經噴淋頭 10 被供給至腔室 1 內之氣體予以電漿化而執行成膜處理。

再者，於噴淋頭 10 之上段塊體 10a 之水平部 10d，設置有用以加熱噴淋頭 10 之加熱器 45。於該加熱器 45 連接有加熱器電源 46，藉由自加熱器電源供電至加熱器 45，使噴淋頭 10 加熱至所欲之溫度。於上述塊體 10a 之凹部設置有用以提升利用加熱器 45 所產生之加熱效率之隔熱構件 47。

在腔室 1 之底壁 1b 之中央部形成有圓形之孔 35，在

底壁 1b 以覆蓋該孔 35 之方式設置有朝下方突出之排氣室 36。在排氣室 36 之側面連接有排氣管 37，該排氣管 37 連接有排氣裝置 38。然後，藉由使排氣裝置 38 動作，可將腔室 1 內減壓至特定真空度。

於承載器 2，以可對承載器 2 之表面突出沉沒之方式，設置用以支撐晶圓 W 並使予以升降之 3 根(僅圖式兩根)之晶圓支撐銷 39，該些晶圓支撐銷 39 被固定於支撐板 40。然後，晶圓支撐銷 39 藉由汽缸等之驅動機構 41 經支撐板 40 而升降。

在腔室 1 之側壁設置有在與腔室 1 鄰接設置之無圖式之晶圓搬運室之間執行晶圓 W 之搬入搬出之搬入搬出口 42，和開關該搬入搬出口 42 之閘閥 43。

屬於 Ti 膜成膜裝置 100 之構成部的加熱器電源 6 及 46、閥 31、質量流量控制器 32、整合器 33、高頻電源 34 等為連接於由電腦所構成之控制部 50 而被控制之構成。再者，控制部 50 連接有由工程管理者為了管理 Ti 膜成膜裝置 100 而執行指令輸入操作等之鍵盤，或將 Ti 膜成膜裝置 100 之運轉狀況予以可視化而顯示之顯示器等所構成之使用者介面 51。並且，於控制部 50 連接有記憶部 52，該記憶部 52 儲存有用以利用控制部 50 之控制實現在 Ti 膜成膜裝置 100 所實行之各種處理之控制程式，或用以因應處理條件使 Ti 膜成膜裝置 100 之各構成部實行處理之程式即是處理程式。處理程式被記憶於記憶部 52 中之記憶媒體。記憶媒體即使為硬碟或半導體記憶體亦可，即使

爲 CDROM、DVD 等之可搬運性亦可。再者，即使由其他裝置經例如專用迴路適當傳送處理程式亦可。然後，因應所需藉由利用來自使用者介面 51 之指示等自記憶部 52 叫出任意處理程式而使控制部 50 實行，依此在控制部 50 之控制下，執行 Ti 膜成膜裝置 100 之所欲處理。

接著，針對上述搬之 Ti 膜成膜裝置 100 中之本實施形態所涉及之 Ti 膜成膜處理方法予以說明。

在本實施形態中當作對象之晶圓 W 爲露出 Si 部份者，Si 部份即使爲 Si 基板亦可，即使爲形成在其上方之聚矽膜亦可，在其上方形成 Ti 膜。通常包含 SiO₂ 膜(或是 Low-k 膜)等之 SiO₂ 以當作層間絕緣膜，在 Si 部份和 SiO₂ 部份之雙方形成 Ti 膜。

並且，在以下之說明中，氣體之流量之單位雖然使用 mL/min，但是氣體由於溫度及氣壓使得體積極大變化，故在本發明中，使用換算成標準狀態之值。並且，換算成標準狀態之流量因通常以 sccm(Standard Cubic Centimeter per Minutes)被標記，故同時記載 sccm。在此之標準狀態爲溫度 0°C (273.15K)，氣壓爲 1atm(101325Pa)之狀態。

首先，在晶圓被搬入至腔室 1 內之狀態下，執行預塗佈。在預塗佈中，藉由排氣裝置 38 使腔室 1 內成爲抽風狀態，邊將 Ar 氣體和 N₂ 氣體導入至腔室 1 內，邊藉由加熱器 5 使承載器 2 升溫，在承載器 2 之溫度安定於特定溫度之時點，以特定流量導入 TiCl₄ 氣體，並且自高頻電源 34 施加高頻電力，使被導入至腔室 1 內之 Ar 氣體、H₂ 氣

體、 TiCl_4 氣體予以電漿化，依此於腔室 1 內壁、排氣室 36 內壁、噴淋頭 10 及承載器 2 形成 Ti 膜，接著僅停止 TiCl_4 ，流動當作氮化氣體之 NH_3 氣體，並且對噴淋頭 10 施加高頻電力，使該些氣體予以電漿化而使 Ti 膜氮化。藉由多數次重複該些，形成預塗佈膜。

如此完成預塗佈之後，對晶圓 W 執行 Ti 膜之堆積。在該 Ti 膜之堆積中，藉由加熱器 5 使承載器 2 上昇至特定溫度之後，將腔室 1 內調整成與經閘閥 43 而連接之外部氛圍相同，之後，打開閘閥 43，自真空狀態之無圖式之晶圓搬運室經搬入搬出口 42，將晶圓 W 搬入至腔室 1 內。接著，在預塗佈工程中，與在噴淋頭 10 等形成 Ti 膜之程序相同，使導入至腔室 1 內之 Ar 氣體、 H_2 氣體、 TiCl_4 氣體予以電漿化，而使該些反應，在晶圓 W 上堆積特定厚度之 Ti 膜。

於堆積 Ti 膜之後，施予 Ti 膜之氮化處理。該氮化處理是於上述 Ti 膜之成膜後，停止 TiCl_4 氣體，設為流動著 H_2 氣體及 Ar 氣體之狀態，將腔室 1 內(腔室壁或噴淋頭表面等)加熱至適當溫度，並且流通當作氮化氣體之 NH_3 氣體，自高頻電源 34 對噴淋頭 10 施加高頻電力，而使處理氣體電漿化，藉由電漿化之處理氣體將成膜於晶圓 W 之 Ti 薄膜表面予以氮化，完成 Ti 膜成膜處理。

在此，在上述 Ti 膜之堆積中，以往雖然使用 650°C 左右比較高之成膜溫度，但是於當作與閘極電極之聚矽上之金屬接觸之接觸層使用之時，要求更低溫的用途則是在

550°C 左右取得成膜。

另外，以往由更促進矽化物化之觀點來看，採用將腔室 1 內之壓力設為 667Pa 左右，將高頻電力設為 800W 左右，比較高之壓力、高功率的條件。於在該條件下，在晶圓 W 之含 Si 部份例如聚矽膜上形成 Ti 膜之時，可知矽化物化在 550°C 附近產生偏差，膜質及膜厚也產生偏差。

針對其點詳細予以說明。

第 2 圖是將橫軸設為晶圓溫度，將縱軸設為電阻值 R_s 之平均值 (Ω / \square) 及其偏差程度 (1σ 、%)，表示在 Si 上和 SiO_2 上堆積 Ti 膜之時之各膜上之電阻值及其偏差之溫度變化的圖式。再者，以各溫度表示在矽上生成之相。

再者，第 3 圖是將橫軸設為晶圓溫度，將縱軸設為膜厚 (nm) 及該其偏差程度 (1σ 、%)，表示在 Si 上和 SiO_2 上堆積 Ti 膜之時之各膜上之膜厚及其偏差之溫度變化的圖式。

並且，第 2 圖、第 3 圖之成膜條件是將腔室內之壓力設為 667Pa，Ti 膜堆積是將氣體流量設為 $\text{TiCl}_4/\text{Ar}/\text{H}_2$: 12/1600/4000 ($\text{mL}/\text{min}(\text{sccm})$)，將高頻電力功率設為 800W，將時間設為 300sec，氮化處理是將氣體流量設為 $\text{NH}_3/\text{Ar}/\text{H}_2$: 1500/1600/2000 ($\text{mL}/\text{min}(\text{sccm})$)，將高頻電力功率設為 800W，將時間設為 30sec。

如第 2 圖所示般，矽氧化膜上之膜隨著晶圓溫度上昇，雖然膜之電阻值有單調減少之傾向，但是聚矽上之膜在 550°C 附近可見電阻值急遽上昇。再者，在 590°C 附近可見

電阻值之曲折點。該是由於在矽上形成 Ti 膜之時藉由溫度所生成之相不同，在低溫生成 Ti，在中溫生成矽化鈦 (TiSi)，在高溫生成二矽化鈦 (TiSi₂)，於 550°C 具有 Ti/TiSi 轉移點，在 590°C 附近具有 TiSi/TiSi₂ 轉移點之故。可知電阻值之標靶對應於該些轉移點也變大。尤其，在成爲 Ti 成膜溫度之標靶的 550°C，如圖示般，可見較大之電阻值偏差。

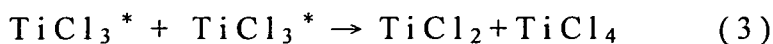
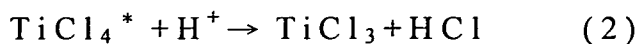
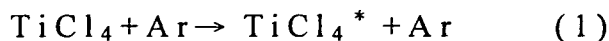
再者，如第 3 圖所示般，矽氧化膜上之成膜速度隨著溫度上昇，單調增加，對此聚矽膜上之成膜速度在移轉至 TiSi 之 550°C 附近下降，並在屬於 TiSi 生成溫度之 550~590°C 附近，成膜速度低於矽氧化膜上之膜厚的成膜速度。即是，在該溫度範圍，在聚矽上之成膜速度對於在矽氧化膜上之成膜速度所表示之選擇比小於 1。在 Ti 生成區域中由於選擇比大約爲 1，故在轉移點之 550°C 附近選擇比偏差。

即是，在以往之條件中，當晶圓溫度爲 550°C 在 Si 及 SiO₂ 上執行 Ti 成膜時，矽化物化產生偏差，膜質及膜厚也產生偏差。

如此產生偏差應是在 550°C 中之矽化物化之結構成爲下述般之故。

首先，屬於成膜原料之 TiCl₄ 在電漿中隨著(1)式之反應而活性化。接著，被活性化之 TiCl₄* 隨著(2)式之反應而被還原，形成 TiCl₃，成爲有助於反應之類型。再者，Ti Cl₃* 彼此隨著(3)式反應而形成 TiCl₂，該也成爲有注於

反應之前驅物。



即是，有助於反應之前驅物存在 TiCl_3 和 TiCl_2 兩種類。該些 TiCl_3 和 TiCl_2 是矽化物化之機構不同。

將前驅物為 TiCl_3 之時之推定機構表示於第 4 圖 A 至第 4 圖 C。於成膜初期如第 4 圖 A 所示般，在 Si 基板上吸附 TiCl_3 ，並且藉由 H_2 被還原，在 Si 基板上形成 Ti 膜，藉由熱被矽化物化。再者，於成膜後期，如第 4 圖 B 所示般，在矽化物上吸附 TiCl_3 ，藉由 H_2 還原而在矽化物上形成 Ti 膜，藉由熱被矽化物化。即是，無論於成膜初期或成膜後期，機構基本上不變化，如第 4 圖 C 所示般，膜厚對於時間直線性變化。即是，成膜速度為一定。並且，如此之機構相當於上述 Ti 生成區域。

接著，於第 5 圖 A 至第 5 圖 C 表示前驅物為 TiCl_2 之時之推定機構。首先，於成膜初期如第 5 圖 A 所示般，在 Si 基板上吸附 TiCl_2 ，在 Si 基板上直接與 Si 反應而成為矽化物 (Si 還原)，Si 被蝕刻 (成為 SiCl_2 而揮發)。然後，矽化物中之 Ti 擴散至 Si 基板中。再者，於成膜後期，如第 5 圖 B 所示般，在矽化物上吸附 SiCl_2 ，矽化物中之 Ti 擴散至矽化物之 Si 基板中，並且 SiCl_2 直接與基板中之 Si

反應而成爲矽化物(Si 還原)，Si 被蝕刻(成爲 SiCl_2 而揮發)。 TiCl_2 不被 H_2 還原是 Ti-Si-Cl 結合大於 HCl 結合之故。如此一來於 Ti 擴散有助於矽化物之時，成膜後期因 Ti 之擴散速度下降，故如第 5 圖 C 所示般，於成膜後期有成膜速度下降之傾向。並且，如此之機構相當於上述 TiSi 生成區域。

於在 550°C 成膜之時，如此一來雖然藉由兩種類之前驅物之反應成膜，但是 TiCl_4 因通過電漿中之分解一面前進一面排氣，故 TiCl_4 在晶圓之邊緣部持續分解，生成更多之 TiCl_2 。因此，在晶圓邊緣部，以 TiCl_2 爲前驅物之上述第 5 圖 A~第 5 圖 C 之機構之成膜過程成爲支配性。另外，在晶圓中心部， TiCl_4 之分解無法充分進行，前驅物成爲 TiCl_3 停止，上述第 4 圖 A 至第 4 圖 C 之機構之成膜過程成爲支配性。

如此一來，於將溫度以外之條件如以往般在 550°C 執行成膜之時，在晶圓面內產生矽化物偏差，膜質或膜厚偏差。爲了解除如此之偏差，至少執行降低高頻電力功率，及降低腔室 1 內之壓力則爲有效。

即是，藉由降低高頻電力之功率，減弱 TiCl_4 之分解，在晶圓中心部和邊緣部任一者皆執行第 4 圖 A 至第 4 圖 C 之機構所產生之成膜，可以抑制矽化物之偏差，抑制膜質及膜厚之偏差。再者，藉由降低壓力，腔室內之排氣流速變快，爲了於分解進行之前，使 TiCl_4 從電漿逃脫，抑制分解，成爲邊緣部之前驅物以 TiCl_3 爲主體者，同樣在

晶圓中心部和邊緣部任一者皆執行第 4 圖至第 4 圖 C 之機構所產生之成膜，可以抑制矽化物化之偏差，抑制膜質及膜厚之偏差。

當圖式該偏差改善之機構之圖像時，則如第 6 圖所示般。第 6 圖是在以橫軸為腔室內壓力，以縱軸為高頻電力功率之座標中，表示將 500°C 中以 $TiCl_3$ 當作前驅物之反應為主體之區域，和以 $TiCl_2$ 當作前驅物之反應為主體之區域的境界。在晶圓之邊緣部，如上述般，因容易產生 $TiCl_2$ ，故境界線移動。以往之條件是被畫在中心部之境界線和邊緣部之境界線之間。由該圖可知，藉由降低高頻電力功率及壓力之至少一方，中心部及邊緣部中之任一者皆可以 $TiCl_3$ 當作前驅物之反應為主體。

即使為 300mm 晶圓般之大型晶圓，為了實現邊緣也安定而以 $TiCl_3$ 當作前驅物之反應為主體之成膜處理，將腔室內壓力設為 $x(Pa)$ ，將高頻電力設為 $y(W)$ 之時，則以滿足以下之 (4) 式為佳。

$$(y-333) < 160400/(x-266) \cdots (4)$$

但是，將其他條件設為 $TiCl_4$: 3~20mL/min(sccm)，Ar 流量 : 100~2000mL/min(sccm)， H_2 流量 : 1000~5000mL/min(sccm)，晶圓溫度 : 500~600°C 之範圍內。

接著，以根據如此之點降低高頻電力功率及腔室內壓力之條件，針對形成 Ti 膜之結果予以說明。

第 7 圖為表示較以往降低高頻電力功率及腔室內壓力之時，在 Si 上和 SiO₂ 上堆積 Ti 膜之際的各膜上之電阻值及其偏差之溫度變化之圖式。並且，在第 7 圖一併表示各溫度中在矽上昇成之相。

再者，第 8 圖為表示較以往降低高頻電力功率及腔室內壓力之時，在 Si 上和 SiO₂ 上堆積 Ti 膜之際的各膜上之膜厚及其偏差之溫度變化之圖式。

並且，第 7 圖、第 8 圖時之成膜條件是將腔室內之壓力設為 500Pa，Ti 膜堆積是將氣體流量設為 TiCl₄/Ar/H₂：12/1600/4000(m L/min(sccm))，將高頻電力功率設為 500W，將時間設為 29sec，氮化處理是將氣體流量設為 NH₃/Ar/H₂：1500/1600/2000(m L/min(sccm))，高頻電力功率：800W，時間：29sec。

如第 7 圖所示般，於降以往降低高頻電力功率及腔室內壓力之時，生成 TiSi 之區域消失，在 550℃ 附近不見電阻值急遽上昇。再者，如第 8 圖所示般，於較以往降低高頻電力功率及腔室內壓力之時，在 500~590℃ 附近不見選擇比之逆轉，表示安定之膜厚。由以上之結果，確認出(降)低高頻電力功率，及降低腔室內之壓力則為有效。

接著，針對將晶圓溫度設為 550℃，使腔室內壓力及高頻電力功率變化而予以成膜之時之特性變化進行調查之結果予以說明。並且，在此作為其他條件，Ti 膜堆積是將氣體流量設為 TiCl₄/Ar/H₂：12/1600/4000(m L/min(sccm))，將時間設為 30sec，氮化處理是將氣體流量設為

$\text{NH}_3/\text{Ar}/\text{H}_2$: 1500/1600/2000(m L/min(sccm))，高頻電力功率：800W，時間 30sec。

第 9 圖至第 12 圖是表示將橫軸設為腔室內壓力，將縱軸設為高頻電力功率之晶圓溫度 550°C 的座標，第 9 圖為表示膜厚之選擇比(Si 上之膜厚/ SiO_2 上之膜厚)之等高線之圖式，第 10 圖為表示平均膜厚之等高線之圖式，第 11 圖為表示偏差之等高線之圖式，第 12 圖為表示電阻值之平均值之等高線之圖式。

從該些圖式，確認出藉由使腔式內壓力及/或高頻電力功率較以往(667Pa、800W)降低，則可以確保膜厚之選擇比為 1 以上，膜厚本身也變厚，並且電阻值 R_s 較以往滴且電阻值之偏差也較小。

由該些圖可知滿足上述(4)式，並且以腔室內壓力在 266~1333W 之範圍，高頻電力功率在 200~1000W 之範圍為佳。尤其，若再以難產生電將對晶圓 W 或腔室 1 造成損傷之觀點，來看可知腔室內壓力以 300~800Pa 之範圍，高頻電力功率為 300~600W 之範圍為佳。

針對晶圓溫度，上述條件在 550°C ，更具體而言為 $550\pm 20^\circ\text{C}$ 之時尤其有效，相對於 $300\sim 670^\circ\text{C}$ 可適用，藉由採用上述條件，可以在晶圓溫度為 $300\sim 670^\circ\text{C}$ 之寬廣範圍執行安定之矽化物化。

接著，針對堆積 Ti 膜之時之電漿形成時序予以說明。

以往，由電漿化之容易性之觀點來看，先將 Ar 氣體

及屬於還原氣體之 H_2 氣體導入至腔室內而予以電漿化之後，導入 $TiCl_4$ 氣體(預電漿)，由於之後導入 $TiCl_4$ 氣體，放電狀態暫時性變化，溫度高達 $640^\circ C$ ，並且高頻電力功率也成為較高之 $800W$ ，故與該事態相輔而產生如在腔室內產生異常放電，或電漿對晶圓造成損傷之不當情形。

為了防止該事態，如第 13 圖 A 所示般，以於電漿之生成前先導入 $TiCl_4$ (預 $TiCl_4$)為佳。具體而言，如第 13 圖 B 所示般，於導入 Ar 氣體 + H_2 氣體之後，導入 $TiCl_4$ ，之後使電漿點燃為佳。

該是因於形成電漿之後供給 $TiCl_4$ 氣體而所產生之電漿散亂大於導入 $TiCl_4$ 氣體之後點燃電漿之時的散亂之故。再者，如此藉由於電漿點燃之前先供給 $TiCl_4$ 氣體，可以使膜之電阻更縮小。 $TiCl_4$ 氣體是於電漿點燃前 2 秒以上供給為佳。

採用如此比電漿先導入 $TiCl_4$ 氣體之順序，並且以上述般之高頻電力功率及 / 或腔室內壓力為低之條件執行 Ti 成膜，依此可以使電漿所產生之放電更佳安定化，並可以更有效果抑制異常放電或對晶圓所造成之損傷。即使針對比電漿先導入該 $TiCl_4$ 氣體之順序，亦可在晶圓溫度為 $300 \sim 670^\circ C$ 之寬廣範圍適用。

再者，於採用比電漿先導入 $TiCl_4$ 氣體之順序之時，則在成膜溫度為 $620 \sim 650^\circ C$ 附近，因溫度而產生之膜厚選擇比的變化，比採用使電漿點燃之順序之時較大之傾向，但是於採用比電漿先導入 $TiCl_4$ 氣體之順序，並且在高頻

電力功率及/或腔室內壓力低之條件下，執行 Ti 成膜，依此可以縮小選擇比之變化。將此表示於第 14 圖。該圖為表示將橫軸設為晶圓溫度，將縱軸設為膜厚之選擇比，以以往之 800W、667Pa 之條件執行預電漿之時，以相同條件執行預 TiCl₄ 之時，藉由在 500W、500Pa 之條件下執行預 TiCl₄ 時之溫度，選擇比產生變化之圖式。如該圖所示般，確認出於以以往之 800W、667Pa 之條件執行預 TiCl₄ 之時，雖然在成膜溫度為 620~650℃ 附近選擇比之變化大，但是於在 500W、500Pa 之條件執行 TiCl₄ 之時，則與預電漿相同，選擇比幾乎不變化。

並且，堆積 Ti 膜之時之其他條件之最佳範圍則如同下述。

i) 來自高頻電源 34 之高頻電力之頻率：300kHz ~ 27MHz

ii) TiCl₄ 氣體流量：3 ~ 20 mL/min (sccm)

iii) Ar 氣體流量：1000 ~ 2000 mL/min (sccm)

iv) H₂ 氣體流量：1000 ~ 5000 mL/min (sccm)

再者，氮化處理之時之最佳條件則如同下述。

i) 來自高頻電源 34 之高頻電力

頻率：300kHz ~ 27MHz

功率：500 ~ 1500W

ii) 藉由加熱器 5 所產生之承載器 2 之溫度：300 ~ 670

℃

iii) Ar 氣體流量：800 ~ 2000 mL/min (sccm)

iv)H₂ 氣體流量：1500~4500mL/min(sccm)

v)NH₃ 氣體流量：500~2000mL/min(sccm)

iv)腔室內壓力：133~1333Pa(1~10Torr)

並且，氮化處理並非必要，但以防止 Ti 膜之氧化等之觀點來看以實施為佳。

對特定片之晶圓執行如此 Ti 膜之堆積處理及氮化處理之後，實施腔室 1 內之洗淨。洗淨處理在腔室 1 內不存在晶圓之狀態下，將 ClF₃ 氣體導入至腔室 1 內，執行乾洗。乾洗是藉由加熱器 5 一面加熱承載器 2，一面執行，但是此時之溫度以設為 170~250℃ 為佳。

並且，本發明並不限定於上述實施形態，可作各種變形。例如，在上述實施形態中，藉由對噴淋頭施加高頻電力，形成高頻電場，但是並不限定於此，若藉由高頻電場可形成本發明即可。再者，作為被處理基板，並不限定於半導體晶圓，例如即使為液晶顯示裝置(LCD)用基板等之其他基板亦可。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為表示使用於本發明之一實施形態所涉及之 Ti 膜之成膜方法之實施的 Ti 膜成膜裝置之一例的概略剖面圖。

第 2 圖為表示在高頻電力功率 800W，腔室內壓力 667Pa，在 Si 上和 SiO₂ 上堆積 Ti 膜之時，在各膜上之電

阻值及其偏差之溫度變化及以各溫度在矽上生成之相的圖式。

第 3 圖為表示再高頻電力功率 800W，腔室內壓力 667Pa，在 Si 上和 SiO₂ 上堆積 Ti 膜之時，在各膜上之膜厚及其偏差之溫度變化的圖式。

第 4 圖 A 為模式性表示前驅物為 TiCl₃ 之時之成膜初期之矽化物化之推定機構之圖式。

第 4 圖 B 為模式性表示前驅物為 TiCl₃ 之時之成膜後期之矽化物化之推定機構之圖式。

第 4 圖 C 為模式性表示前驅物為 TiCl₃ 之時之成膜時間和膜厚之關係圖。

第 5 圖 A 為模式性表示前驅物為 TiCl₂ 之時之成膜初期之矽化物化之推定機構之圖式。

第 5 圖 B 為模式性表示前驅物為 TiCl₂ 之時之成膜後期之矽化物化之推定機構之圖式。

第 5 圖 C 為模式性表示前驅物為 TiCl₂ 之時之成膜時間和膜厚之關係圖。

第 6 圖為表示以橫軸設為腔室內壓力，以縱軸設為高頻電力功率之座標中，在 550℃ 中將以 TiCl₃ 設為前驅體之反應作為主體之區域和將以 TiCl₂ 設為前驅體之反應作為主體之區域之境界的圖式。

第 7 圖為表示在高頻電力功率 500W，腔室內壓力 500Pa，在 Si 上和 SiO₂ 上堆積 Ti 膜之時，在各膜上之電阻值及其偏差之溫度變化及以各溫度在矽上生成之相的圖

式。

第 8 圖為表示在高頻電力功率 500W，腔室內壓力 500Pa，在 Si 上和 SiO₂ 上堆積 Ti 膜之時，在各膜上之膜厚及其偏差之溫度變化的圖式。

第 9 圖為表示以橫軸設為腔室內壓力，以縱軸設為高頻電力功率之晶圓溫度 550°C 之座標中，膜厚之選擇比 (Si 上之膜厚 / SiO₂ 上之膜厚) 之等高線之圖式。

第 10 圖為表示以橫軸設為腔室內壓力，以縱軸設為高頻電力功率之晶圓溫度 550°C 之座標中，平均膜厚之等高線之圖式。

第 11 圖為表示以橫軸設為腔室內壓力，以縱軸設為高頻電力功率之晶圓溫度 550°C 之座標中，電阻值偏差程度之等高線之圖式。

第 12 圖為表示以橫軸設為腔室內壓力，以縱軸設為高頻電力功率之晶圓溫度 550°C 之座標中，電阻值之平均值之等高線之圖式。

第 13 圖 A 為表示堆積 Ti 膜之時之電漿形成時序之最佳例之圖式。

第 13 圖 B 為表示堆積 Ti 膜之時之電漿形成時序之最佳例之圖式。

第 14 圖為表示以往之 800W、667Pa 之條件下執行電漿之時，以相同條件執行預 TiCl₄ 之時，以 500W、500Pa 之條件執行預 TiCl₄ 之時，藉由溫度選擇比產生變化之圖式。

【主要元件符號說明】

100：Ti 膜成膜裝置

1：腔室

2：承載器

3：支撐構件

4：引導環

5：加熱器

6：加熱器電源

8：電極

1a：天壁

9：絕緣構件

10：噴淋頭

10a：上段塊體

10b：中段區塊體

10c：下段區塊體

10d：水平部

10e：環狀支撐部

11：第 1 氣體導入口

12：第 2 氣體導入口

13：氣體通路

14：氣體通路

15：氣體通路

16：氣體通路

17：吐出孔

- 18 : 吐出孔
- 20 : 氣體供給機構
- 21 : ClF_3 氣體供給源
- 22 : TiCl_4 氣體供給源
- 23 : Ar 氣體供給源
- 24 : H_2 氣體供給源
- 25 : NH_3 氣體供給源
- 26 : N_2 氣體供給源
- 27 : ClF_3 氣體供給管
- 28 : TiCl_4 氣體供給管
- 29 : Ar 氣體供給管
- 30 : H_2 氣體供給管
- 30a : NH_3 氣體供給管
- 30c : N_2 氣體供給管
- 31 : 閥
- 32 : 質量流量控制器
- 33 : 整合器
- 34 : 高頻電源
- 35 : 孔
- 36 : 排氣室
- 37 : 排氣管
- 38 : 排氣裝置
- 39 : 晶圓支撐銷
- 40 : 支撐板

- 41 : 驅動機構
- 42 : 搬入搬出口
- 43 : 閘閥
- 45 : 加熱器
- 46 : 加熱器電源
- 47 : 隔熱構件
- 50 : 控制部
- 51 : 使用者介面
- 52 : 記憶部

十、申請專利範圍

1. 一種鈦膜之成膜方法，藉由成膜裝置，在具有 Si 部份之被處理基板之含有 Si 部份形成 Ti 膜，該成膜裝置具有：收容被處理基板之腔室；在腔室內載置被處理基板之載置台；加熱載置台上之基板的加熱手段；供給含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體至腔室內之處理氣體供給手段；於上述載置台上之被處理基板上方之空間形成高頻電場之高頻電場形成手段；和將上述腔室內予以排氣之排氣手段，其特徵為：包含

在上述載置台配置具有 Si 部份之被處理基板之步驟；

加熱被處理基板之步驟；

將腔室內設為特定壓力之步驟；

將含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體導入至腔室內之步驟；

藉由上述高頻電場形成手段形成高頻電場，依此使上述處理氣體電漿化之步驟；和

在被處理基板之表面產生藉由上述 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體所引起之反應之步驟，

藉由上述反應，於被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜之時，以抑制在被處理基板之 Si 部份的 $TiSi$ 之生成反應之方式，控制腔室內壓力及所施加之高頻電力之功率，

被處理基板除 Si 部份之外還具有 SiO_2 部份，在 Si 部份和 SiO_2 部份之雙方形成 Ti 膜，Si 上之膜厚和 SiO_2 上之膜厚的膜厚選擇比為 1 以上。

2.如申請專利範圍第 1 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，被處理基板之溫度在 550°C 附近，以產生當作前驅物之 TiCl_3 成爲主體之成膜反應的方式，控制腔室內壓力及所施加之高頻電力之功率。

3.如申請專利範圍第 1 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，基板溫度爲 $300\sim 670^{\circ}\text{C}$ 。

4.如申請專利範圍第 3 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，基板溫度爲 $500^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ 。

5.如申請專利範圍第 1 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，藉由在被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，使其界面矽化物化。

6.一種鈦膜之成膜方法，藉由成膜裝置，在具有 Si 部份之被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，該成膜裝置具有：收容被處理基板之腔室；在腔室內載置被處理基板之載置台；加熱載置台上之基板的加熱手段；供給含有 TiCl_4 氣體及還原氣體之處理氣體至腔室內之處理氣體供給手段；於上述載置台上之被處理基板上之空間形成高頻電場之高頻電場形成手段；和將上述腔室內予以排氣之排氣手段，其特徵爲：包含

在上述載置台配置具有 Si 部份之被處理基板之步驟；

加熱被處理基板之步驟；

將腔室內壓力予以抽真空之步驟；

將含有 TiCl_4 氣體及還原氣體之處理氣體導入至腔室內之步驟；

藉由上述高頻電場形成手段形成高頻電場，使上述處理氣體電漿化之步驟；和

在被處理基板之表面產生藉由上述 TiCl_4 氣體及還原氣體所引起之反應之步驟，

在腔室內壓力為 $266 \sim 1333 \text{ Pa}$ 之範圍，高頻電力功率為 $200 \sim 1000 \text{ W}$ 之範圍內，將腔室內壓力設為 $x(\text{Pa})$ ，將高頻電力功率設為 $y(\text{W})$ 之時，則滿足

$$(y-333) < 160400/(x-266),$$

被處理基板除 Si 部份之外還具有 SiO_2 部份，在 Si 部份和 SiO_2 部份之雙方形成 Ti 膜，Si 上之膜厚和 SiO_2 上之膜厚的膜厚選擇比為 1 以上。

7.如申請專利範圍第 6 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，基板溫度為 $300 \sim 670^\circ\text{C}$ 。

8.如申請專利範圍第 7 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，基板溫度為 $500^\circ\text{C} \pm 20^\circ\text{C}$ 。

9.如申請專利範圍第 6 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，藉由在被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，使其界面矽化物化。

10.一種鈦膜之成膜方法，藉由成膜裝置，在具有 Si 部份之被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，該成膜裝置具有：
：收容被處理基板之腔室；在腔室內載置被處理基板之載置台；加熱載置台上之基板的加熱手段；供給含有 TiCl_4 氣體及還原氣體之處理氣體至腔室內之處理氣體供給手段；於上述載置台上之被處理基板上方之空間形成高頻電場

之高頻電場形成手段；和將上述腔室內予以排氣之排氣手段，其特徵為：包含

在上述載置台配置具有含有 Si 部份之被處理基板之步驟；

加熱被處理基板之步驟；

將腔室內壓力設成 300~800Pa 之範圍之步驟；

將含有 TiCl_4 氣體及還原氣體之處理氣體導入至腔室內之步驟；

將上述高頻電場形成手段之高頻電力功率設為 300~600W 而形成高頻電場，依此使上述處理氣體電漿化之步驟；和

在被處理基板之表面產生藉由上述 TiCl_4 氣體及還原氣體所引起之反應之步驟，

被處理基板除 Si 部份之外還具有 SiO_2 部份，在 Si 部份和 SiO_2 部份之雙方形成 Ti 膜，Si 上之膜厚和 SiO_2 上之膜厚的膜厚選擇比為 1 以上。

11.如申請專利範圍第 10 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，基板溫度為 300~670℃。

12.如申請專利範圍第 11 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，基板溫度為 500℃±20℃。

13.如申請專利範圍第 10 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，藉由在被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，使其界面矽化物化。

14.一種鈦膜之成膜方法，藉由成膜裝置，在具有 Si

部份之被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，該成膜裝置具有：
：收容被處理基板之腔室；在腔室內載置被處理基板之載置台；加熱載置台上之基板的加熱手段；供給含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體至腔室內之處理氣體供給手段；於上述載置台上之被處理基板上之空間形成高頻電場之高頻電場形成手段；和將上述腔室內予以排氣之排氣手段，其特徵為：包含

● 在上述載置台配置具有 Si 部份之被處理基板之步驟；

加熱被處理基板之步驟；

將腔室內設為特定壓力之步驟；

● 將含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體及惰性氣體之處理氣體導入至腔室內之步驟；

藉由上述高頻電場形成手段形成高頻電場，依此使上述處理氣體電漿化之步驟；和

● 在被處理基板之表面產生藉由上述 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體所引起之反應之步驟，

將 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體及惰性氣體導入至上述腔室內之後，形成高頻電場而生成電漿，

被處理基板除 Si 部份之外還具有 SiO_2 部份，在 Si 部份和 SiO_2 部份之雙方形成 Ti 膜，Si 上之膜厚和 SiO_2 上之膜厚的膜厚選擇比為 1 以上。

15.如申請專利範圍第 14 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，在腔室內壓力為 $266 \sim 1333 Pa$ 之範圍，高頻電力功率為 $200 \sim 1000 W$ 之範圍內，將腔室內壓力設為 $x(Pa)$

，將高頻電力功率設為 $y(W)$ 之時，則滿足
 $(y-333) < 160400/(x-266)$ 。

16. 如申請專利範圍第 14 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，腔室內壓力為 $300 \sim 800 Pa$ 之範圍，高頻電力功率為 $300 \sim 600 W$ 之範圍。

17. 如申請專利範圍第 14 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，基板溫度為 $300 \sim 670^\circ C$ 。

18. 如申請專利範圍第 17 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，基板溫度為 $620 \sim 650^\circ C$ 。

19. 如申請專利範圍第 14 項所記載之鈦膜之成膜方法，其中，藉由在被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜，使其界面矽化物化。

20. 一種記憶媒體，記憶有在電腦上動作，並控制成膜裝置之程式，其特徵為：

上述控制程式於實行時，以執行 Ti 膜之成膜方法的方式，使電腦控制上述成膜裝置，該 Ti 膜之成膜方法是藉由成膜裝置在具有 Si 部份之被處理基板之含有 Si 部份形成 Ti 膜，該成膜裝置具有：收容被處理基板之腔室；在腔室內載置被處理基板之載置台；加熱載置台上之基板的加熱手段；供給含有 $TiCl_4$ 氣體及還原氣體之處理氣體至腔室內之處理氣體供給手段；於上述載置台上之被處理基板上方之空間形成高頻電場之高頻電場形成手段；和將上述腔室內予以排氣之排氣手段，包含

在上述載置台配置具有 Si 部份之被處理基板之步驟；

加熱被處理基板之步驟；

將腔室設為特定壓力之步驟；

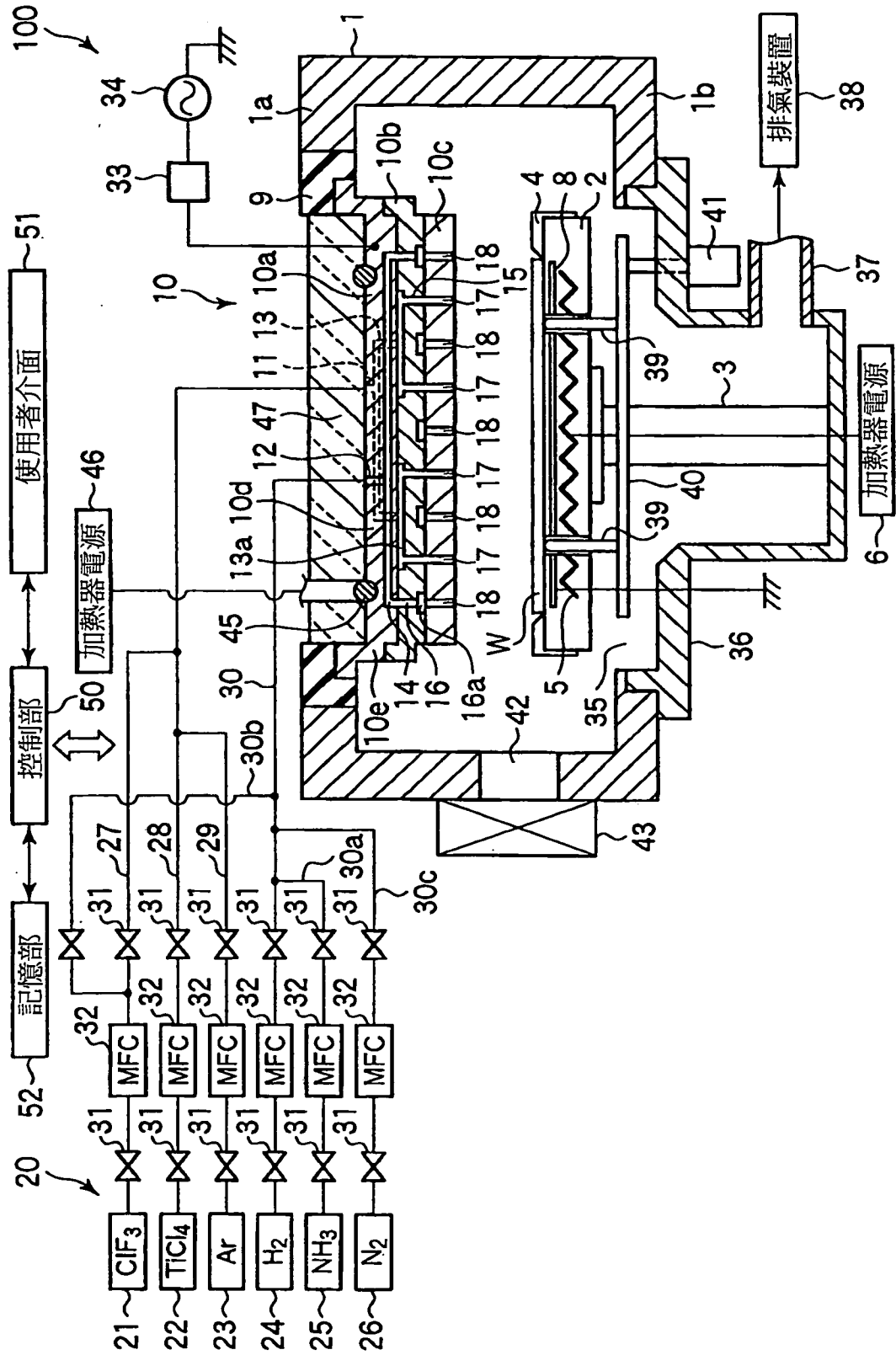
將含有 TiCl_4 氣體及還原氣體之處理氣體導入至腔室內之步驟；

藉由上述高頻電場形成手段形成高頻電場，依此使上述處理氣體電漿化之步驟；和

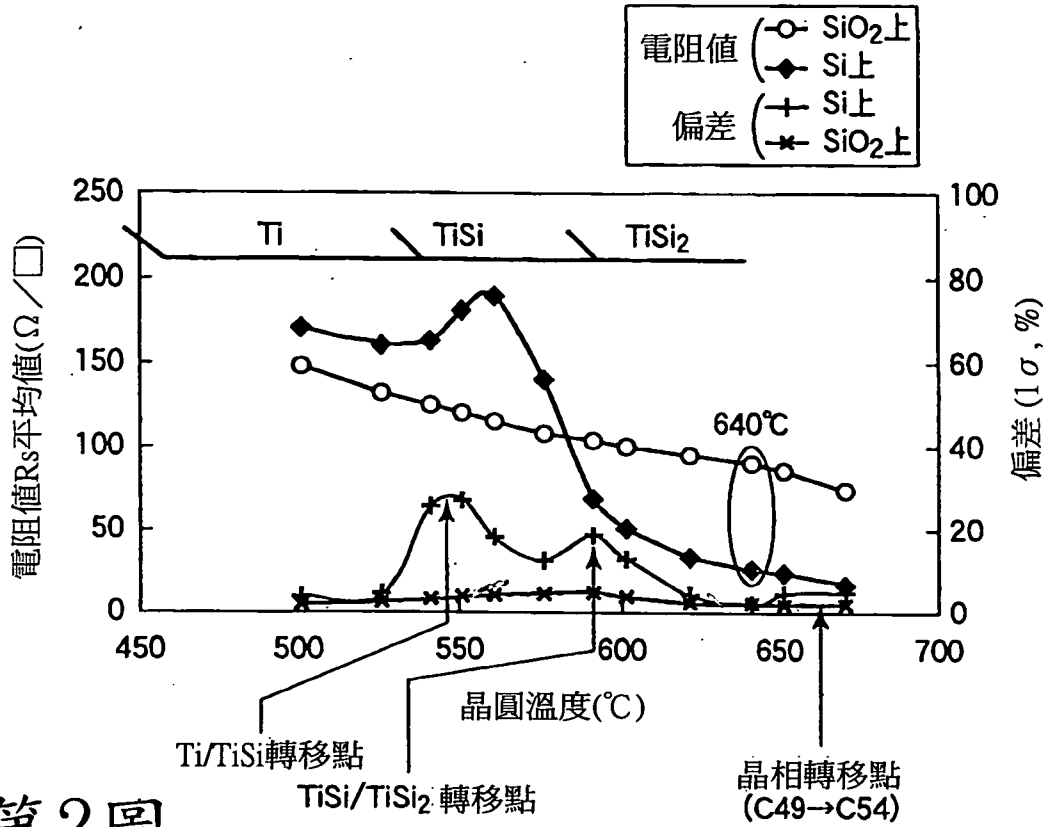
在被處理基板之表面產生藉由上述 TiCl_4 氣體及還原氣體所引起之反應之步驟，

藉由上述反應，於被處理基板之 Si 部份形成 Ti 膜之時，以抑制在被處理基板之 Si 部份的 TiSi 之生成反應之方式，控制腔室內壓力及所施加之高頻電力之功率，

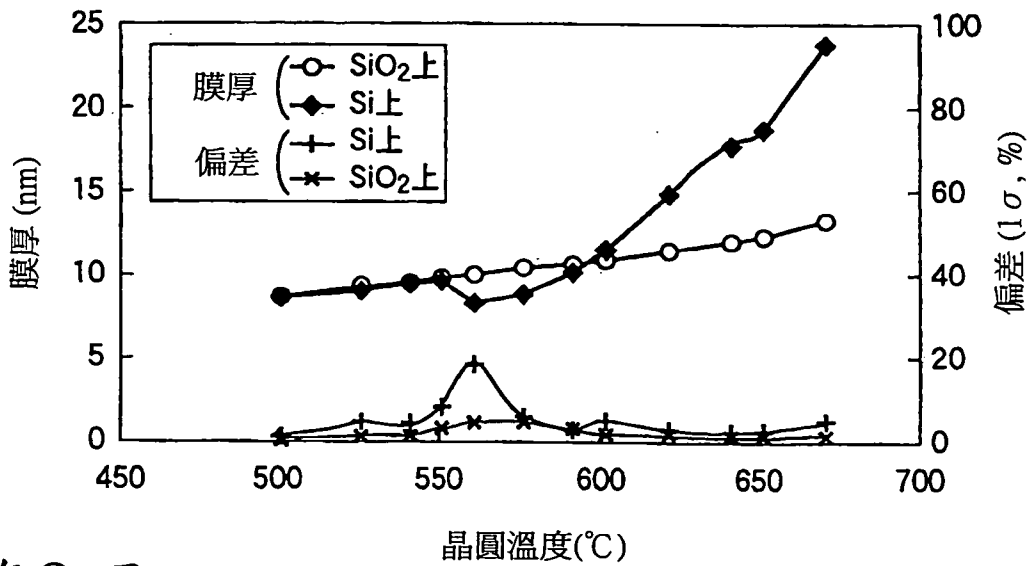
被處理基板除 Si 部份之外還具有 SiO_2 部份，在 Si 部份和 SiO_2 部份之雙方形成 Ti 膜，Si 上之膜厚和 SiO_2 上之膜厚的膜厚選擇比為 1 以上。



第1圖

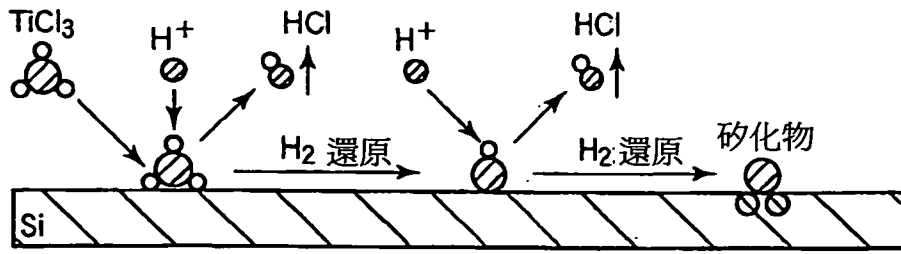


第2圖



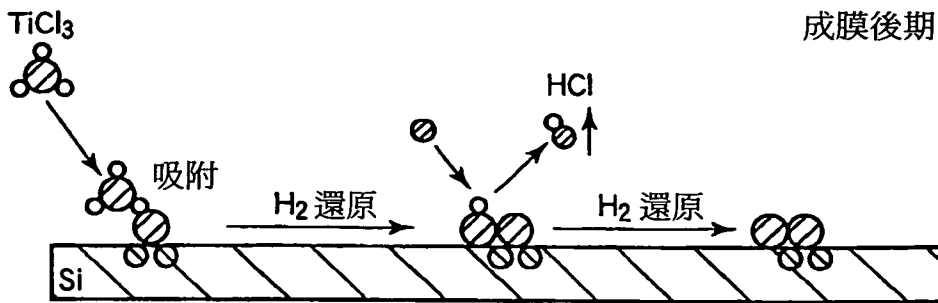
第3圖

成膜初期

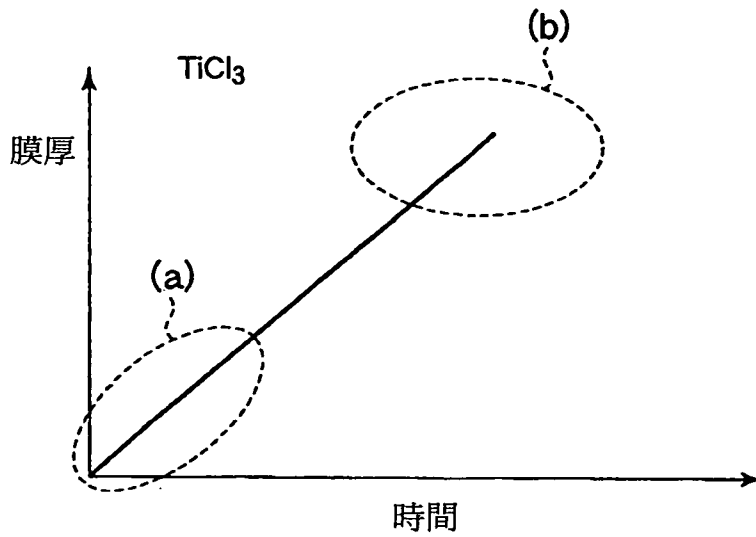


第4A圖

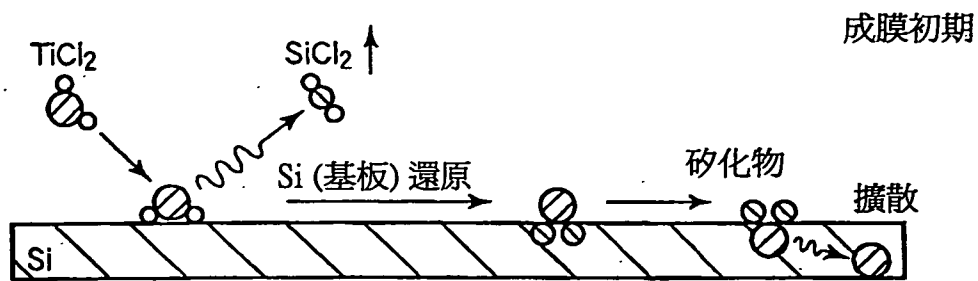
成膜後期



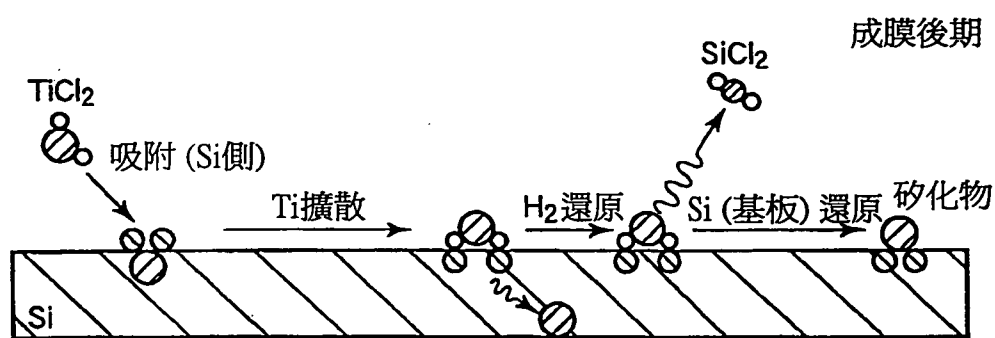
第4B圖



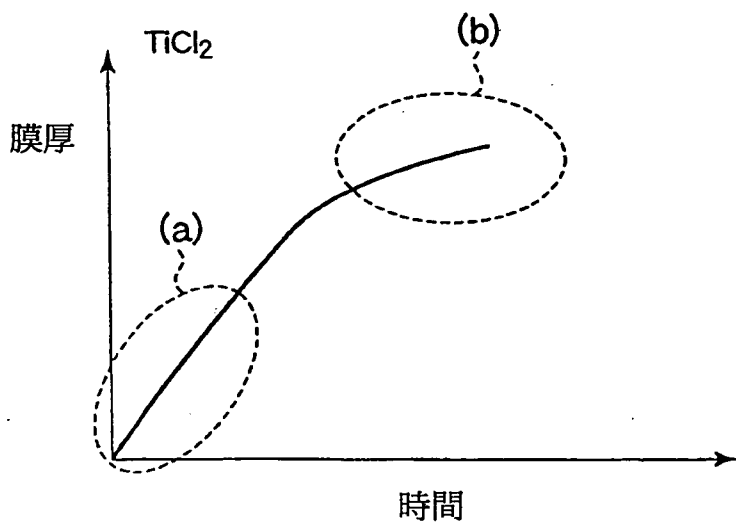
第4C圖



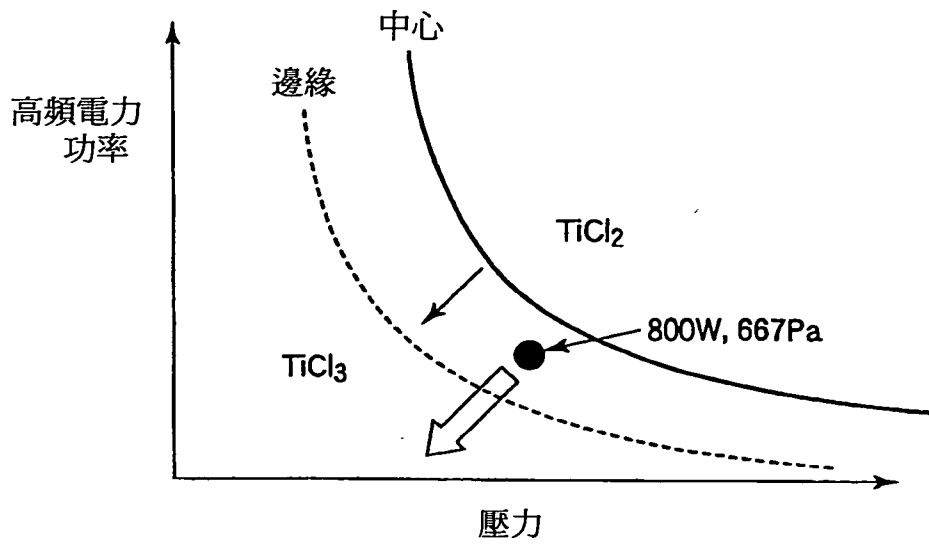
第5A圖



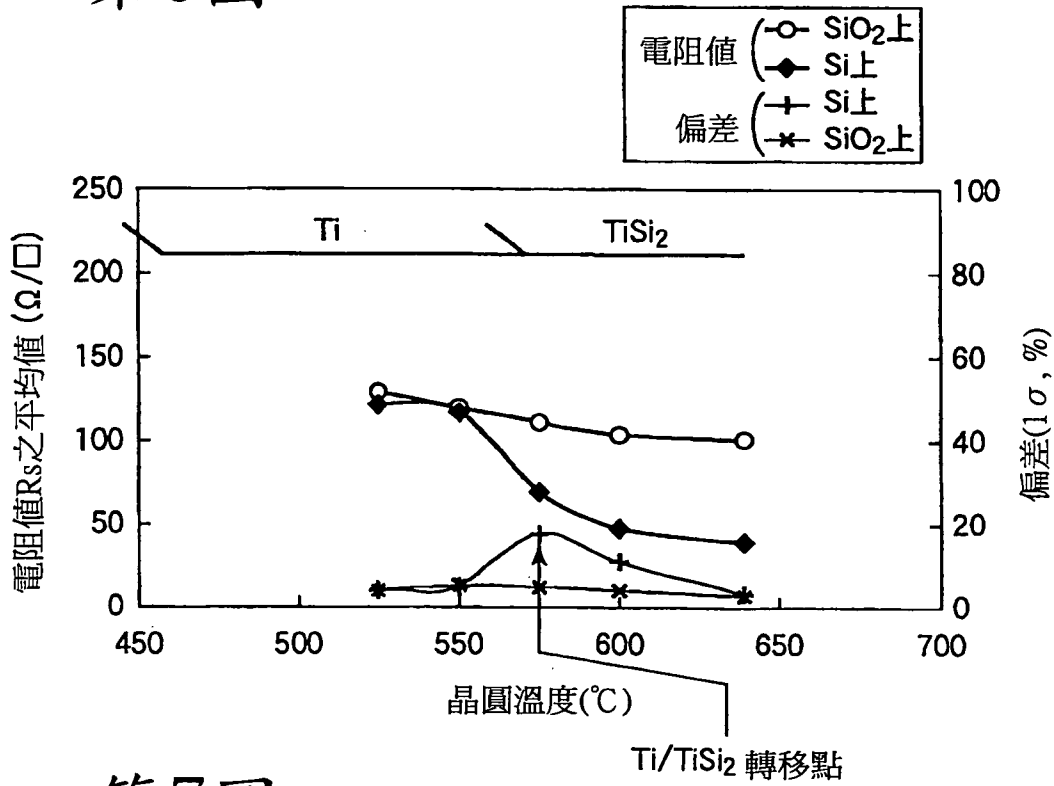
第5B圖



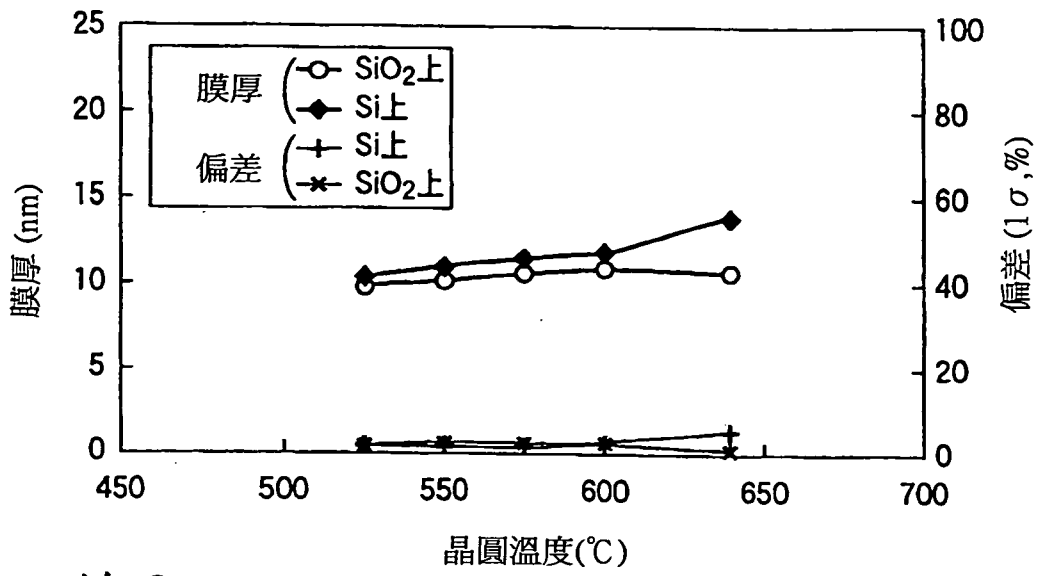
第5C圖



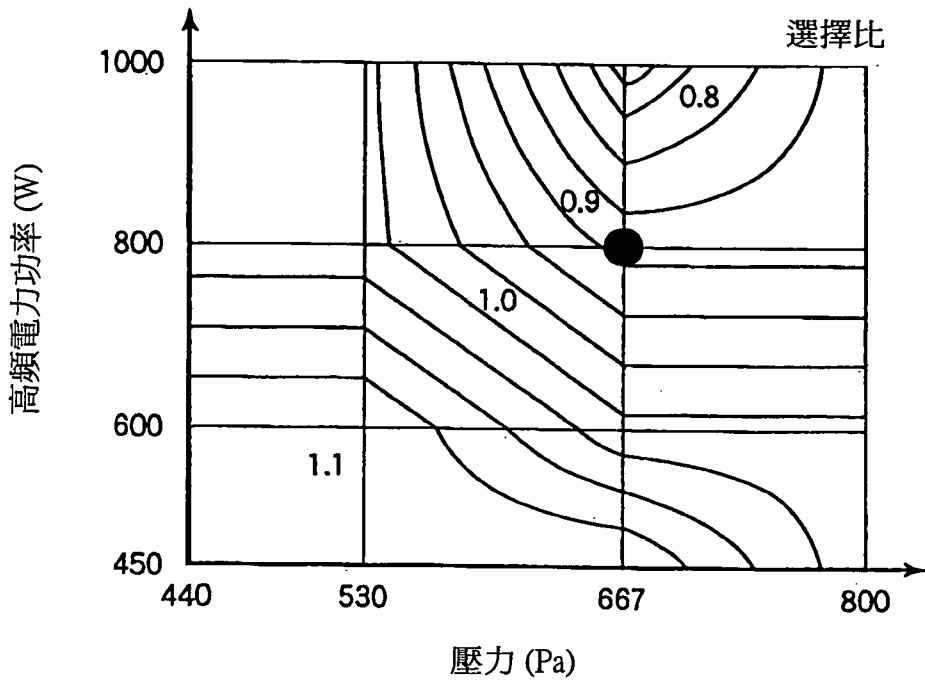
第6圖



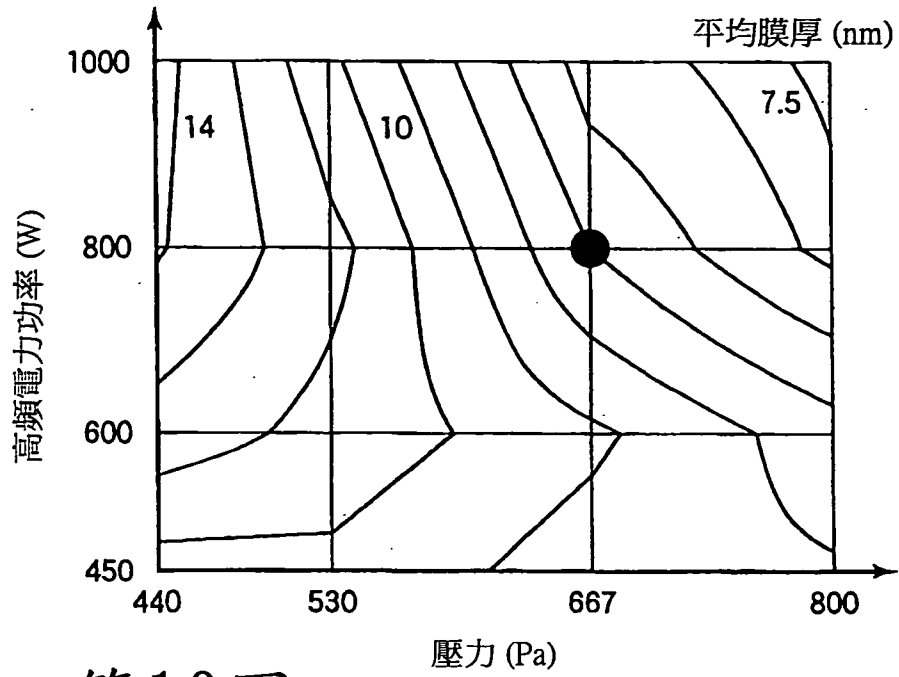
第7圖



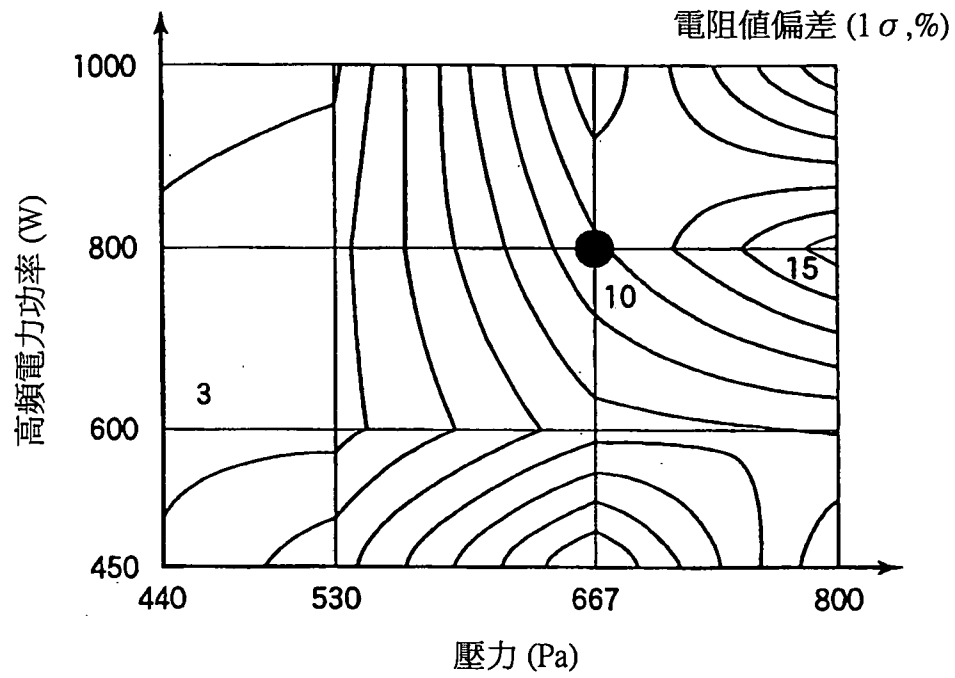
第8圖



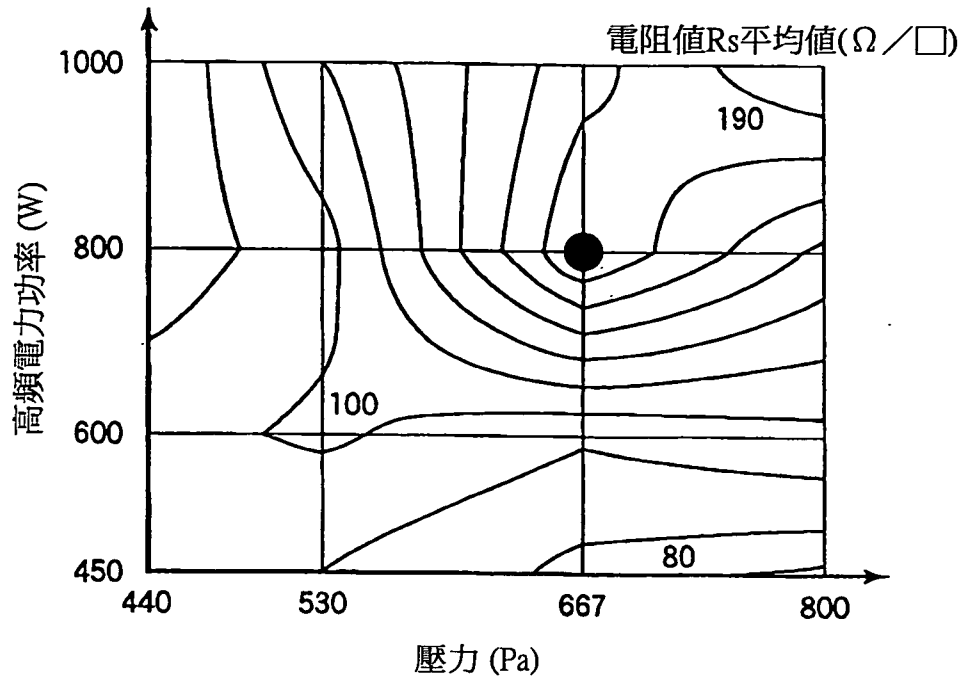
第9圖



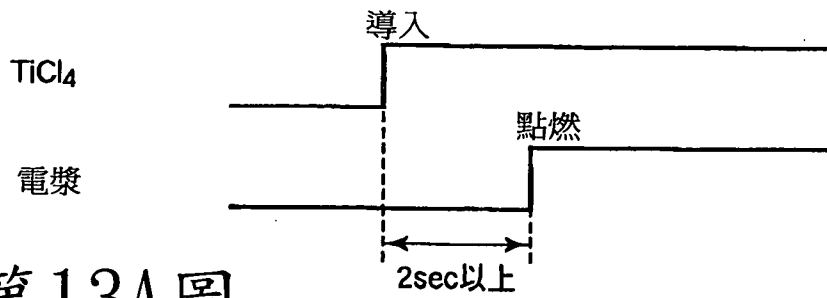
第10圖



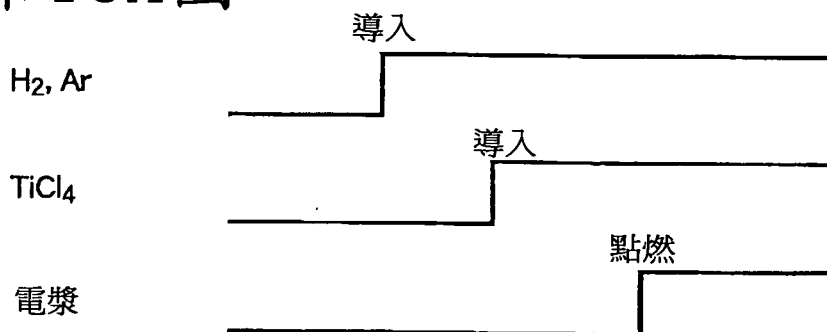
第11圖



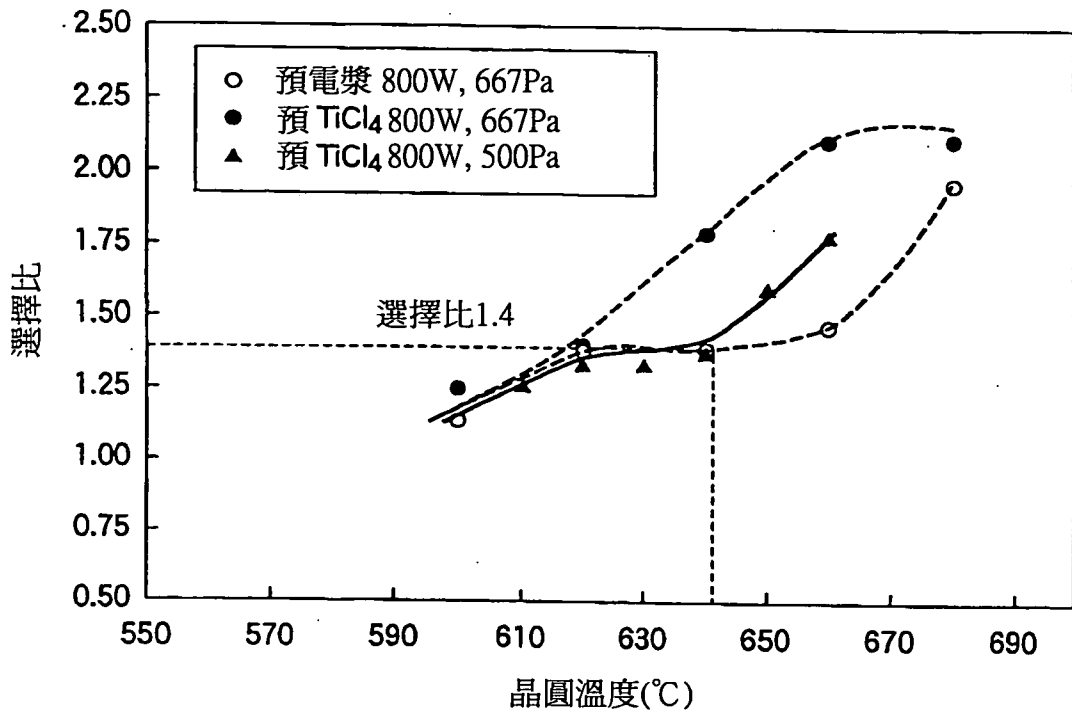
第12圖



第13A圖



第13B圖



第14圖