

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： 95107826

※ 申請日期： 95.3.8

※IPC 分類：H01L

21/205

一、發明名稱：(中文/英文)

用於半導體處理之薄膜形成方法及裝置

FILM FORMATION METHOD AND APPARATUS FOR
SEMICONDUCTOR PROCESS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商東京威力科創股份有限公司

TOKYO ELECTRON LIMITED

代表人：(中文/英文)

佐藤 潔

SATO, KIYOSHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都港區赤坂五丁目 3 番 6 號

3-6, AKASAKA 5-CHOME, MINATO-KU, TOKYO 107-8481, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 周保華

CHOU, PAO-HWA

2. 長谷部 一秀

HASEBE, KAZUhide

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國 ROC (TAIWAN)

2. 日本 JAPAN

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. 日本；2005 年 03 月 09 日；特願 2005-066340

2. 日本；2006 年 01 月 11 日；特願 2006-004191

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 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：

相關申請交互參考

本專利申請案根據並提出先前於2005年3月9申請之日本專利申請案第2005-066340號及於2006年1月11申請之日本專利申請案第2006-004191號的利益，這兩份專利申請案的整份內容以引用方式併入本文中。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用於半導體處理之薄膜形成方法及裝置，用於在一目標基板(諸如一半導體晶圓)上形成一絕緣膜。本文中使用的用詞"半導體處理"包含各種製程，實行彼等製程用以在一目標基板(諸如一半導體晶圓或用於LCD(液晶顯示器；Liquid Crystal Display)或FPD(平面顯示器；Flat Panel Display)的玻璃基板)上，製造一種半導體裝置或一種具有佈線層、電極及擬連接至一半導體裝置之類似物的結構，其方式為在該目標基板上以預先決定圖案來形成半導體層、絕緣層及導電層。

【先前技術】

在製造用於建構半導體積體電路之半導體裝置的過程中，一目標基板(諸如一半導體晶圓)歷經各種處理，諸如薄膜形成、蝕刻、氧化、擴散、改質、退火及天然產氧化物膜(natural oxide film)去除。日本專利申請案KOKAI公開案第6-34974號揭示一種在直立式熱處理裝置(所謂批量型(batch type))中執行的一種半導體處理方法。根據此方法，先將半導體晶圓從一晶圓匣(wafer cassette)轉移至一直立

式晶圓載舟(vertical wafer boat)，並且在垂直方向有間隔地支撐於該晶圓載舟上。該晶圓匣可收存(例如)25個晶圓，而該晶圓載舟可支撐30至150個晶圓。接著，將該晶圓載舟從下方裝載至一處理容器中，並且該處理容器被氣密封閉。接著，實行一預先決定熱處理，同時控制各項處理條件，諸如處理氣體流率、處理壓力及處理溫度。

為了改良半導體積體電路之效能，重要事項係改良半導體裝置中使用之絕緣膜之屬性。半導體裝置包括由諸如下列材料所製成之絕緣膜： SiO_2 、PSG (Phospho Silicate Glass；摻磷二氧化矽玻璃)、P-SiO (藉由電漿CVD所形成)、P-SiN (藉由電漿CVD所形成)及SOG (Spin On Glass；旋塗式玻璃)、 Si_3N_4 (氮化矽)。尤其，因為與氧化矽膜相比較，氮化矽膜具有更佳的絕緣屬性，並且可充分地當做蝕刻停止層膜或層間絕緣膜，所以氮化矽膜受到廣泛使用。另外，由於相同的原因，有時候使用經摻雜硼之氮化碳膜。

已知有數種用於藉由熱CVD (Chemical Vapor Deposition；化學氣體沉積法)以在一半導體晶圓之表面上形成氮化矽膜之方法。在此種熱CVD中，使用一種矽烷族氣體來用作矽來源氣體，諸如單矽烷(monosilane； SiH_4)、二氯矽烷(dichlorosilane (DCS)； SiH_2Cl_2)、六氯二矽烷(hexachloro-disilane (HCD)； Si_2Cl_6)或雙第三丁基胺基矽烷(bistertialbutylaminosilane(BTBAS)； $\text{SiH}_2(\text{NH}(\text{C}_4\text{H}_9)_2)$)。舉例而言，使用 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2 + \text{NH}_3$ 之氣體組合(請參閱日本專利申請案KOKAI公開案第6-34974號)或 $\text{Si}_2\text{Cl}_6 + \text{NH}_3$ ，藉由熱CVD

來形成氮化矽膜。另外，還提議一種用一雜質(諸如硼(B))來摻雜氮化矽膜之方法，藉以減小介電常數(請參閱日本專利申請案KOKAI公開案第2-93071號)。

近年來，由於半導體積體電路之集成及微型化需求增加，所以需要在製造步驟中減輕半導體之熱歷程，藉以改良裝置特性。對於直立式處理裝置，還需要按照上文所述之需要來改良半導體處理方法方法。舉例而言，有一種用於薄膜形成處理之CVD (化學氣體沉積法)方法，其實行薄膜形成，同時間歇地供應一來源氣體等等，以逐一層或逐多層方式重複形成多層，每層各具有一原子或分子級厚度(舉例而言，日本專利申請案KOKAI公開案第6-45256號及第11-87341號)。一般而言，此薄膜形成方法稱為ALD (Atomic layer Deposition; 原子層沉積)，其允許實行一預先決定處理，而不需要使晶圓曝露在非常高之溫度下。

舉例而言，如果供應二氯矽烷(dichlorosilane; DCS)及 NH_3 以分別作為矽烷族氣體及氮化氣體來形成氮化矽膜，則按如下方式來實行處理。具體而言，將DCS及 NH_3 氣體交替且間歇地(其間插入淨化(purge)時期)供應至一處理容器中。當供應 NH_3 氣體時，將施加一RF(射頻)，以在該處理容器內產生電漿，藉以促進氮化反應。更具體而言，當將DCS供應至該處理容器中時，一分子或以上之厚度的DCS被吸附在晶圓表面上。在氣滌時期期間去除多餘的DCS。接著，供應 NH_3 且產生電漿，藉此實行低溫氮化以形成氮化矽膜。重複彼等連續步驟，以完成一具有一預先決定厚度之膜。

如果形成如上文所述之彼等絕緣膜中之一種絕緣膜，並且接著在該絕緣膜上形成另一薄膜，則諸如有機物質及顆粒等污染物可能已黏在該絕緣膜上。於是，按需要，實行一清潔處理以去除該等污染物。在此清潔處理中，該半導體晶圓被浸入一清潔溶液(諸如經稀釋的氫氟酸)中，以在該絕緣層膜上實行蝕刻。結果，係非常少量地蝕刻該絕緣層膜，藉以去除該等污染物。

如果在(例如)約 760°C 之較高處理溫度下藉由CVD來形成一絕緣膜，則在該清潔處理期間，該絕緣膜之蝕刻率非常小。於是，該絕緣膜不會因清潔而被過度蝕刻，並且因此可在高度膜厚度控制能力情況下實行該清潔處理。但是，如果有作為底層之低抗熱性薄膜存在，則一種高溫之熱CVD處理不適用。

另一方面，如果在(例如)約 400°C 之較低處理溫度下藉由ALD薄膜形成法來形成一絕緣膜，則在該清潔處理期間，該絕緣膜之蝕刻率非常大。於是，該絕緣膜會因清潔而被過度蝕刻，並且因此該清潔處理負有較低之膜厚度控制能力。

另外，可使用氮化矽膜來當做一蝕刻停止層或層間絕緣膜。在此情況中，該氮化矽膜之蝕刻率必須非常低。但是，習知之薄膜形成方法無法滿足此需求。

【發明內容】

本發明的目的係提供一種用於形成絕緣膜之方法及裝置，其在薄膜形成方面可採用一相對低之處理溫度，並且

氧化氣體之第二處理氣體及一含有含硼氣體之第三處理氣體，該方法以交替方式包括：

一 第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一 第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一 第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；
以及

一 第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。

根據本發明第三態樣，本發明提供一種用於半導體處理之薄膜形成裝置，包括：

一 處理容器，其具有一處理場，其經組態用以容納一目標基板；

一 支撐構件，其經組態用以支撐該處理場內的該目標基板；

一 加熱器，其經組態用以加熱該處理場內的該目標基板；

一 排放系統，其經組態用以排放該處理場內的氣體；

一 第一處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有一種矽烷族氣體之第一處理氣體至該處理場；

一 第二處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有一種氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體至該處理場；

一 第三處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有一

供應電路。

該薄膜形成裝置2包括一處理容器4，該處理容器被塑造為一具有頂篷及一敞開式底部之圓筒狀圓柱，在該處理容器中界定一處理場5，以容納且處理有間隔地堆疊的複數個半導體晶圓(目標基板)。該處理容器4整體係由(例如)石英所製成。該處理容器4之頂部配備一石英頂篷板6。該處理容器4之底部係通過一密封構件10(諸如一O形環)而連接至一圓筒狀歧管8。該處理容器可能全部係以一圓筒狀石英圓柱所形成，而不含一個別形成之歧管8。

該歧管8係由(例如)不銹鋼所製成，並且支撐該歧管8之底部。通過該歧管8之底埠來上下移動一由石英製成之晶圓載舟12，使得將該晶圓載舟12裝載至該處理容器4及自該處理容器4予以卸載。在一晶圓載舟12上堆疊數個目標基板或半導體晶圓W。舉例而言，在此具體實施例中，該晶圓載舟12具有支柱12A，其可按垂直方向之實質上規律間隔來支撐(例如)約50至100個直徑為300 mm之晶圓。

通過一由石英製成之隔熱圓筒14，將該晶圓載舟12置放在一工作台16上。該工作台16被一旋轉軸20所支撐，該旋轉軸20刺穿一由(例如)不銹鋼所製成之蓋子18，並且係用於敞開/封閉該歧管8之底埠。

在該旋轉軸20刺穿該蓋子18之部分處配備一磁流體(magnetic-fluid)密封件22，使得在氣密封閉狀態中以可旋轉方式支撐該旋轉軸20。一密封構件24(諸如一O形環)被插入在該蓋子18之周邊與該歧管8之底部之間，使得該處理容

每個氣體配送嘴都係由石英管所形成，其從外部刺穿該歧管8之側壁且接著向上轉向及延伸。(請參閱圖1)。該等氣體配送嘴38、40、42和44分別具有數個噴氣孔38A、40A、42A和44A，每組噴氣孔係在涵蓋該晶圓載舟12上所有晶圓W之縱向方向(垂直方向)按預先決定間隔予以形成。該等噴氣孔38A、40A、42A和44A各往水平方向幾乎均勻地傳遞相對應之處理氣體，藉以形成平行於該晶圓載舟12上之該等晶圓W的氣流。該淨化氣體供應電路36包括一短噴氣嘴46，該短噴氣嘴46從外部刺穿該歧管8之側壁。

分別透過氣體供應線(氣體通路)48、50、52、54和56，分別將氣體配送嘴38、40、42、44和46連接至 NH_3 氣體、DCS氣體、 BCl_3 氣體、 C_2H_4 氣體和 N_2 氣體的氣體來源28S、30S、32S、34S和36S。該等氣體供應線48、50、52、54和56分別配備切換閥48A、50A、52A、54A和56A及流率控制器48B、50B、52B、54B和56B(諸如質流(mass flow)控制器)。運用此配置，得以依受控制之流率來供應 NH_3 氣體、DCS氣體、 BCl_3 氣體、 C_2H_4 氣體及 N_2 氣體。

一氣體激勵區段66係在垂直方向形成於該處理容器4之側壁處。在與該氣體激勵區段66相反之該處理容器4之側上，藉由往(例如)垂直方向切割該處理容器4之側壁，而形成一用於真空排放內部空氣的長薄形排氣口68。

具體而言，該氣體激勵區段66具有一藉由往垂直方向切割該處理容器4之側壁所形成之一垂直式長薄形開口70。用一藉由焊接以氣密方式連接至該處理容器4之外表面的石

英蓋子72來覆蓋該開口70。該蓋子72具有一含凹形橫斷面的垂直長薄形狀，使其從該處理容器4向外突出。

運用此項配置，該氣體激勵區段66被形成而促使其從該處理容器4之側壁向外突出，並且在向該處理容器4之內部的另一側上為敞開。換言之，該氣體激勵區段66之內部空間係連通於該處理容器4之該處理場5。該開口70具有一在垂直方向足以涵蓋該晶圓載舟12上所有晶圓W之垂直長度。

一對長薄形電極74被佈置在該蓋子72的對立之外表面上，並且在縱向方向(垂直方向)互相面對面。透過饋電線78，將該等電極74連接至一用於產生電漿之RF(射頻)電源供應器76。一(例如)13.56 MHz之RF電壓被施加至該等電極74以形成一RF電場，用於激勵介於該等電極74之間的電漿。該RF電壓之頻率非限定於13.56 MHz，並且可被設定為另一頻率，例如，400 kHz。

該第二處理氣體的該氣體配送嘴38係往該處理容器4之徑向方向向外彎曲，該彎曲處係在低於該晶圓載舟12上之最底下晶圓W的位置。接著，該氣體配送嘴38垂直延伸於該氣體激勵區段66中的最深位置(離該處理容器4之中心的最遠位置處)。也如圖2所示，該氣體配送嘴38係向外而分離於一夾在該對電極74之間的區域(RF電場最強的位置)，即，一實際上產生主電漿的電漿產生區PS。使該含 NH_3 氣體之第二處理氣體從該氣體配送嘴38的該等噴氣孔38A朝向該電漿產生區PS噴射。接著，該電漿產生區PS中的該第

二處理氣體被激勵(分解或活化),並且以此狀態供應至該晶圓載舟12上的該等晶圓W。

一由(例如)石英所製成的隔離保護蓋80被附接且覆蓋該蓋子72的外表面上。一冷卻機件(圖中未繪示)被佈置在該隔離保護蓋80中且包括分別面對該等電極74的冷卻劑通路。將冷卻劑(諸如經冷卻之氮化)供應至該等冷卻劑通路,以冷卻該等電極74。該隔離保護蓋80被一佈置在外表面上的護罩(圖中未繪示)所覆蓋,以防止RF洩漏。

在該氣體激勵區段66之該開口70外面附近的一位置處,佈置該第一、第四和第三處理氣體的該氣體配送嘴40、42和44。具體而言,該氣體配送嘴40和42係在該開口70之一外側向上延伸(在該處理容器4中),並且該氣體配送嘴44係在面對該氣體配送嘴40和42之另一側向上延伸。使該含DCS氣體之第一處理氣體、該含 BCl_3 氣體之第四處理氣體及該含 C_2H_4 氣體之第三處理氣體分別從該等氣體配送嘴40、42和44的噴氣孔40A、42A和44A朝向該處理容器4之中心噴射。

另一方面,該排氣口68(其被形成在該氣體激勵區段66之對面)被一排氣口蓋構件82所覆蓋。該排氣口蓋構件82係由含U形橫斷面的石英所製成,並且係藉由焊接予以附接。該排氣口蓋構件82沿該處理容器4之側壁向外延伸,並且具有一在該處理容器4之頂部的氣體出口84。該氣體出口84被連接至一含真空泵等等之真空排放系統GE。

該處理容器4被一加熱器86所環繞,該加熱器86係用於加

首先，將在室溫下之該晶圓載舟12(其支撐(例如)約50至100個直徑為300 mm之晶圓)裝載至該處理容器4(以預先決定溫度予以加熱)，並且該處理容器4被氣密封閉。接著，該處理容器4之內部被真空排氣且維持在預先決定處理氣壓，並且該晶圓溫度被增加至用於薄膜形成的處理溫度。此時，該裝置處於等待狀態，直到溫度變成穩定。接著，在旋轉該晶圓載舟12時，依受控制之流率，從該等氣體配送嘴40、38、44和42分別間歇地供應該第一至第四處理氣體。

具體而言，分別從該等氣體配送嘴40、44和42的噴氣孔40A、44A和42A供應該含DCS氣體之第一處理氣體、該含 C_2H_4 氣體之第三處理氣體及該含 BCl_3 氣體之第四處理氣體，藉以形成平行於該晶圓載舟12上之該等晶圓W的氣流。在供應過程中，DCS氣體分子、 C_2H_4 氣體分子與 BCl_3 氣體分子以及其分解作用所產生的分解產物的分子與原子被吸附在該等晶圓W上。

另一方面，從該氣體配送嘴38的該等噴氣孔38A供應該含 NH_3 氣體之第二處理氣體，以形成平行於該晶圓載舟12上之該等晶圓W的氣流。當該第二處理氣體行進通過介於該對電極74之間的該電漿產生區PS時，該第二處理氣體被選擇性激勵且部分轉變成電漿。此時，產生(例如)游離基(活化物種)，諸如 N^* 、 NH^* 、 NH_2^* 及 NH_3^* (符號"*"標示其為游離基)。該等游離基從該氣體激勵區段66的該開口70流出而流向該處理容器4之中心，並且係以層流(laminar flow)狀態被

供應至介於該等晶圓W之間的間隙。

該等游離基與吸附在該等晶圓W表面上的DCS氣體分子和 C_2H_4 氣體分子發生反應，使得在該等晶圓W上形成一薄膜。進一步，此時， BCl_3 氣體分子之分解作用所產生的B原子被帶入該薄膜，所以形成一摻雜了用硼作為雜質之SiBCN膜。或者，當DCS氣體、 C_2H_4 氣體與 BCl_3 氣體流動至吸附在該等晶圓W上的游離基上時，引發相同的反應，所以在該等晶圓W上形成一摻雜硼之SiBCN膜。

圖3繪示根據本發明之第一具體實施例之薄膜形成方法之氣體供應及施加RF(射頻)的時序圖。如圖3所示，根據此具體實施例之薄膜形成方法經安排以交替重複第一步驟T1至第四步驟T4。一包括第一步驟T1至第四步驟T4之循環被重複數次，藉由各自循環所形成之SiBCN薄膜被層壓，藉此達成一具有一目標厚度之SiBCN膜。

具體而言，該第一步驟T1經安排以實行將該第一處理氣體(圖3中標示為DCS)、該第三處理氣體(圖3中標示為 C_2H_4)與該第四處理氣體(圖3中標示為 BCl_3)供應至該處理場5，同時停止將該第二處理氣體(圖3中標示為 NH_3)供應至該處理場5。該第二步驟T2經安排以停止將該第一、第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。該第三步驟T3經安排以實行將該第二處理氣體供應至該處理場5，同時停止將該第一、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。進一步，在進行該第三步驟T3之中途，該RF電源供應器76被設定在ON(開啟)狀態，以藉由該氣體激勵區段66使該第二處理氣體轉

變成電漿，以至於在一子步驟T3b期間，將活化狀態之該第二處理氣體供應至該處理場5。該第四步驟T4經安排以停止將該第一、第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。

在該第三步驟T3中，在歷時一預先決定時間 Δt 之後開啟該RF電源供應器76，以藉由該氣體激勵區段66使該第二處理氣體轉變成電漿，以至於在一子步驟T3b期間，將活化狀態之該第二處理氣體供應至該處理場5。該預先決定時間 Δt 被定義為用於穩定化 NH_3 氣體流率所需之時時，其被設定為(例如)約5秒。但是，在供應該第二處理氣體之整個時期期間，該氣體激勵區段66可能使該第二處理氣體轉變成電漿。由於在使該第二處理氣體流率穩定化之後開啟該RF電源供應器以產生電漿，所以改良了該等晶圓W之中游離基濃度之均勻度(垂直方向均勻度)。

該第二步驟T2及該第四步驟T4各被用作一氣滌步驟，以去除該處理容器4內的殘餘氣體。用詞"氣滌"意指藉由下列方式來去除該處理容器4內的殘餘氣體：真空排放該處理容器4之內部氣體，同時供應惰性氣體；真空排放該處理容器4之內部氣體，同時停止供應所有氣體。就這一點而言，該第二步驟T2及該第四步驟T4可被安排，使得前半段步驟僅利用真空排氣，並且後半段步驟利用真空排氣及惰性氣體供應。進一步，該第一步驟T1及該第三步驟T3可被安排以停止真空排放該處理容器4，同時供應每個該第一至第四處理氣體。但是，如果供應每個該第一至第四處理氣體係連同真空排放該處理容器4一起予以實行，則在整個第一步

驟T1至第四步驟T4期間，可能持續真空排放該處理容器4之內部氣體。

在圖3中，該第一步驟T1被設定為在約1至20秒範圍內，並且舉例而言約10秒；該第二步驟T2被設定為在約5至15秒範圍內，並且舉例而言約10秒；該第三步驟T3被設定為在約1至30秒範圍內，並且舉例而言約20秒；該子步驟T3b被設定為在約1至25秒範圍內，並且舉例而言約10秒；以及該第四步驟T4被設定為在約5至15秒範圍內，並且舉例而言約10秒。一般而言，藉由第一步驟T1至第四步驟T4之一個循環所獲得之膜厚度係約0.11至0.13 nm。據此，舉例而言，如果目標膜厚度為70 nm，則該循環係重複約600次。但是，彼等時間及厚度之值僅僅是實例，並且因此不限定於彼等值。

如上文所述，交替實行該第一步驟T1（同時供應該第一、第三和第四處理氣體）與該第三步驟T3（僅供應該含 NH_3 氣體之第二處理氣體，並且包括一藉由電漿來激勵氣體之時期），而且分別將氣滌步驟T2與T4插入在該第一步驟T1與該第三步驟T3之間。這使得有可能大幅減小一所要形成之SiBCN膜的介電常數，並且大幅改良該膜在乾式蝕刻期間的抗蝕性。這被認為歸因於下列原因。具體而言，一般而言，如果氮化矽(SiN)膜被摻雜硼，則其抗蝕性惡化。但是，如同在第一具體實施例中，如果當供應第二處理氣體時藉由電漿予以激勵，則產生含N游離基的游離基(活化物種)並且促進該膜之氮化。結果，該膜中之Si-H鍵結數目減少，

T21至第四步驟T24。一包括第一步驟T21至第四步驟T24之循環被重複數次，藉由各自循環所形成之BCN薄膜被層壓，藉此達成一具有一目標厚度之BCN膜。

具體而言，該第一步驟T21經安排以實行將該第三處理氣體(圖5中標示為 C_2H_4)與該第四處理氣體(圖3中標示為 BCl_3)供應至該處理場5，同時停止將該第二處理氣體(圖5中標示為 NH_3)供應至該處理場5。該第二步驟T22經安排以停止將該第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。該第三步驟T23經安排以實行將該第二處理氣體供應至該處理場5，同時停止將該第三和第四處理氣體供應至該處理場5。進一步，在進行該第三步驟T23之中途，該RF電源供應器76被設定在ON(開啟)狀態，以藉由該氣體激勵區段66使該第二處理氣體轉變成電漿，以至於在一子步驟T23b期間，將活化狀態之該第二處理氣體供應至該處理場5。該第四步驟T24經安排以停止將該第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。

再者，在第三具體實施例中，由於當供應第二處理氣體時藉由電漿予以激勵，所以產生含N游離基的游離基(活化物種)並且促進該膜之氮化。結果，該膜中之C-H鍵結數目減少，同時C-N鍵結數目(其具有高抗蝕性)增加。在此情況中，雖然薄膜形成溫度被設定為(例如) $550^{\circ}C$ (這低於習知之薄膜形成溫度被設定為(例如)約 $760^{\circ}C$)，但是有可能減小該膜相對於在該膜之表面上實行之一清潔處理或蝕刻處理所使用之經稀釋氫氟酸的蝕刻率。結果，該膜不會因清潔

所示之狀態係藉由重複該組該第一循環與該第二循環三次所獲得。

圖6繪示根據本發明之第四具體實施例之薄膜形成方法之氣體供應及施加RF(射頻)的時序圖。如圖6所示，根據此具體實施例之薄膜形成方法經安排以交替重複該第一循環(其係由第一步驟T31至第四步驟T34所組成)與該第二循環(其係由第五步驟T35至第八步驟T38所組成)。該第一循環與該第二循環被重複數次，藉由各自循環所形成之SiBN薄膜與SiCN薄膜被層壓，藉此達成一具有一目標厚度之SiBN/SiCN膜。請注意，可以使該第一循環與該第二循環之順序相反(即，該第二循環先開始)。

具體而言，首先，實行由第一步驟T31至第四步驟T34所組成之該第一循環。該第一步驟T31經安排以實行將該第一處理氣體(圖6中標示為DCS)與該第四處理氣體(圖6中標示為 BCl_3)供應至該處理場5，同時停止將該第二處理氣體(圖6中標示為 NH_3)與該第三處理氣體(圖6中標示為 C_2H_4)供應至該處理場5。該第二步驟T32經安排以停止將該第一、第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。該第三步驟T33經安排以實行將該第二處理氣體供應至該處理場5，同時停止將該第一、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。進一步，在進行該第三步驟T33之中途，該RF電源供應器76被設定在ON(開啟)狀態，以藉由該氣體激勵區段66使該第二處理氣體轉變成電漿，以至於在一子步驟T33b期間，將活化狀態之該第二處理氣體供應至該處理場5。該第四步驟

刻率。結果，該膜不會因清潔而被過度蝕刻，並且因此可在高度膜厚度控制能力情況下實行該清潔處理。另外，該膜可充分地當做當做一蝕刻停止層或層間絕緣膜。而且，由於該膜被摻雜硼，所以進一步改良其抗蝕性。

<實驗 1>

使用圖 1 所示之裝置，根據第一至第三具體實施例之薄膜形成方法中之每種方法來形成一絕緣膜，並且接著檢查所形成之絕緣膜。在此實驗中，採用上文所述之處理條件來作為薄膜形成處理之參數，同時將薄膜形成溫度設定為 550°C，並且使用含 1% 之經稀釋的氫氟酸來作為蝕刻溶液。

圖 8 繪示分別根據本發明第一至第三具體實施例之三項本發明實例 PE1、PE2 及 PE3 之薄膜蝕刻率檢查結果的圖表。據此，本發明實例 PE1、PE2 及 PE3 之薄膜分別是一 SiBCN 薄膜、一 SiCN 薄膜及一 BCN 薄膜。圖 8 繪示該等膜各自的蝕刻率及在膜不含碳(C)組份情況下所獲得的蝕刻率(參考)。

如圖 8 所示，與相對應的不含碳組份之膜相比，所有含碳組份之膜都呈現出較低蝕刻率，並且因此已改良膜品質。舉例而言，該 SiBCN 薄膜的蝕刻率呈現出優於 SiBN 薄膜的 13.8% 改良。該 SiCN 薄膜的蝕刻率呈現出優於 SiN 薄膜的 6.8% 改良。該 BCN 薄膜的蝕刻率呈現出優於 BN 薄膜的 48% 改良。據此，已確認證實將碳添加至彼等膜係有效的。

<第一至第四具體實施例之共同主題>

根據第一至第四具體實施例之方法都是按照一處理程式在該主控制區段 60 控制下予以實行，如上文所述。圖 9 繪示

該主控制區段60之結構的概要方塊圖。該主控制區段60包括一CPU 210，其連接至一儲存區段212、一輸入區段214及一輸出區段216。該儲存區段212儲存處理程式及處理製法。該輸入區段214包括輸入裝置，諸如一鍵盤、一指標裝置及一儲存媒體驅動器，用以與一操作者互動。該輸出區段216輸出用於控制處理裝置之組件的制訊號。圖9還繪示一以可卸除狀態附接至該電腦的儲存媒體218。

根據第一至第四具體實施例之方法都可作為用於在一處理器上執行之程式指令撰寫至一電腦可讀儲存媒體或一半導體處理裝置所要應用之媒體。或者，可藉由一通信媒體或藉以應用於一半導體處理裝置之媒體所傳輸之此類程式指令。儲存媒體之實例包括磁碟(軟碟片、硬碟(該儲存區段212中所包含之硬碟的表示))、光碟片(CD、DVD等等)、磁光碟片(MO等等)及半導體記憶體。一種用於控制半導體處理裝置之運作的電腦讀取該儲存媒體中儲存的程式指令，並且在處理器上執行程式指令，如上文所述。

例如，在上文所述之具體實施例中，該薄膜形成裝置2之用於產生電漿的該激勵區段66係與該處理容器4一體地結合在一起。或者，該激勵區段66可與該處理容器4分開佈置，以至於在該處理容器4外部激勵 NH_3 氣體(所謂遠端電漿)，並且接著將已激勵之 NH_3 氣體供應至該處理容器4中。進一步，可供應未經活化之 NH_3 氣體；但是，在此情況中，必須將處理溫度增加至用以補償因未使用電漿而導致能量降低之程度。

體： BCl_3 、 B_2H_6 、 BF_3 與 $\text{B}(\text{CH}_3)_3$ 。

目標基板不限定於半導體晶圓，並且可能係其他基板，諸如LCD基板或玻璃基板。

熟知技藝人士很容易明白各種優點及修改。因此，就本發明的廣大態樣而言，本發明不限定於本文中呈現及說明的特定細節及代表性具體實施例。因此，可進行各種修改，不會脫離如申請專利範圍及其同等項所定義之本發明一般觀念的範疇及範圍。

【圖式簡單說明】

併入並建構說明書的一部份的附圖圖解說明本發明的具體實施例，並且附圖連同前面的一般說明與【實施方式】係用來解說本發明原理。

圖1繪示根據本發明一項具體實施例之薄膜形成裝置(直立式CVD裝置)的斷面圖；

圖2繪示圖1所示之裝置部分的斷面平面圖；

圖3繪示根據本發明之第一具體實施例之薄膜形成方法之氣體供應及施加RF(射頻)的時序圖；

圖4繪示根據本發明之第二具體實施例之薄膜形成方法之氣體供應及施加RF(射頻)的時序圖；

圖5繪示根據本發明之第三具體實施例之薄膜形成方法之氣體供應及施加RF(射頻)的時序圖；

圖6繪示根據本發明之第四具體實施例之薄膜形成方法之氣體供應及施加RF(射頻)的時序圖；

圖7繪示根據本發明第四具體實施例所形成之薄膜的多

層結構實例的斷面圖；

圖 8 繪示分別根據本發明第一至第三具體實施例之三項本發明實例 PE1、PE2 及 PE3 之薄膜蝕刻率檢查結果的圖表；以及

圖 9 繪示一主控制區段之結構的概要方塊圖。

【主要元件符號說明】

2	薄膜形成裝置
4	處理容器
5	處理場
6	石英頂篷板
8	歧管(處理腔室)
10	密封構件
12	晶圓載舟
12A	支柱
14	隔熱圓筒
16	工作台
18	蓋子
20	旋轉軸
22	磁流體密封件
24	密封構件
25	升降機件
26	臂狀物
28	第二處理氣體供應電路
28S, 30S, 32S, 34S, 36S	氣體來源

30	第一處理氣體供應電路
32	第四處理氣體供應電路
34	第三處理氣體供應電路
35	混合氣體供應電路
36	淨化氣體供應電路
38, 40, 42, 44	氣體配送嘴
38A, 40A, 42A, 44A	噴氣孔
44A	切換閥
46	噴氣嘴
48, 50, 52, 54, 56	氣體供應線(氣體通路)
48A, 50A, 52A, 54A, 56A	切換閥
48B, 50B, 52B, 54B, 56B	流率控制器
60	主控制區段
66	氣體激勵區段
68	排氣口
70	開口
72	蓋子
74	電極
76	RF(射頻)電源供應器
78	饋電線
80	隔離保護蓋
82	排氣口蓋構件
84	氣體出口
86	加熱器

92	SiBN 薄膜
94	SiCN 薄膜
102, 104, 106	貯槽
103, 105, 107	氣體供應線
103A, 105A, 107A	切換閥
210	CPU
212	儲存區段(記憶體)
214	輸入區段
216	輸出區段
218	儲存媒體
GE	真空排放系統
PS	電漿產生區
W	半導體晶圓(目標基板)

十一、圖式：

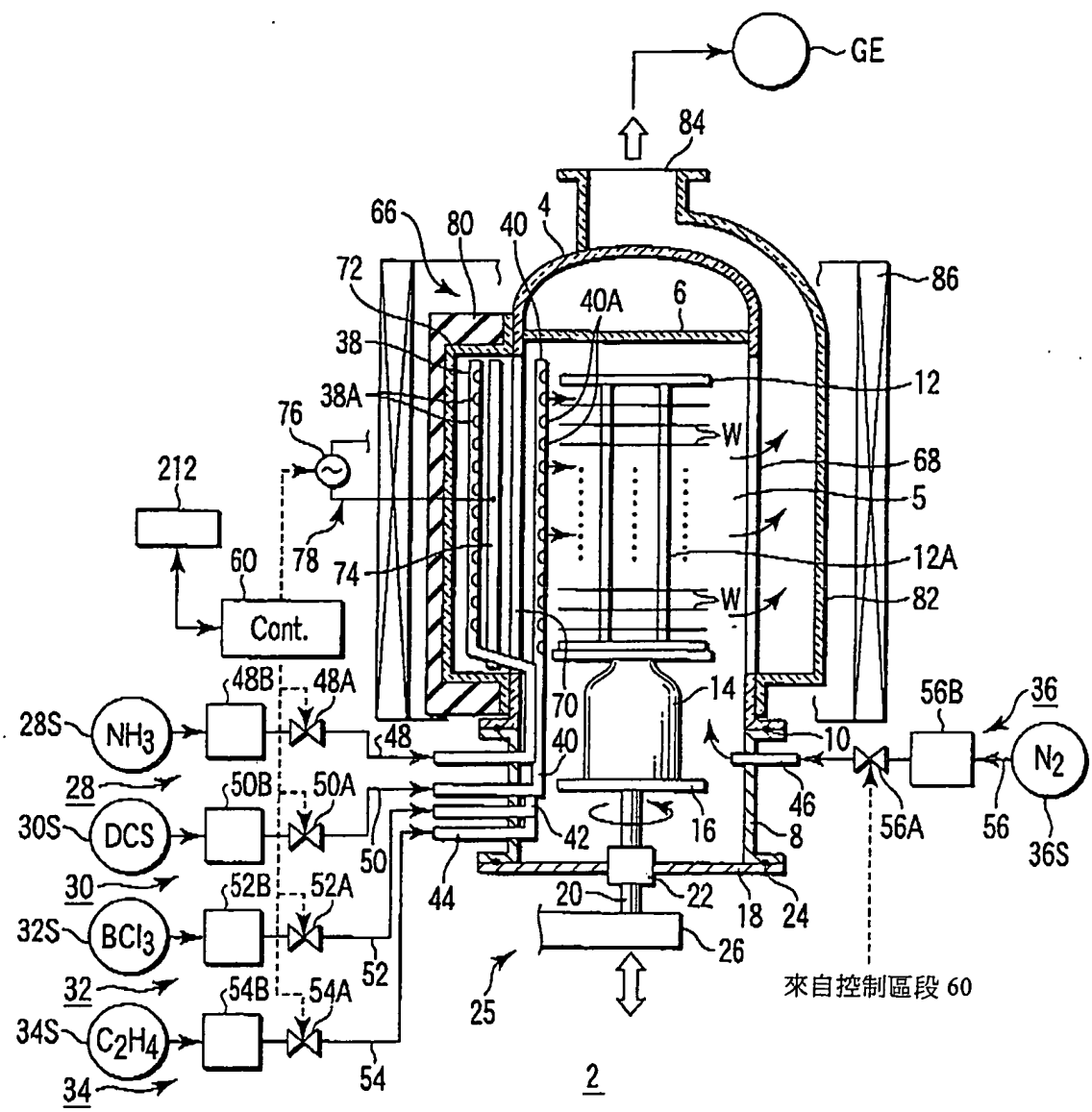


圖 1

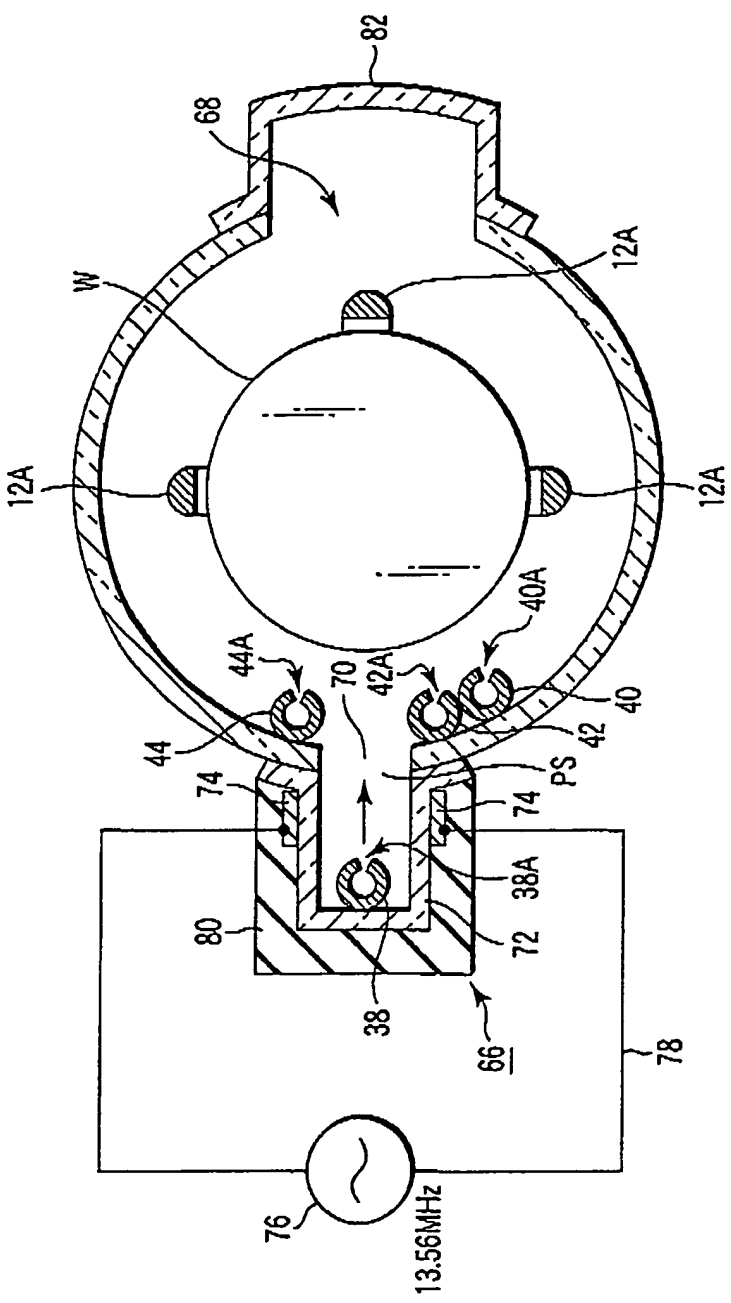


圖 2

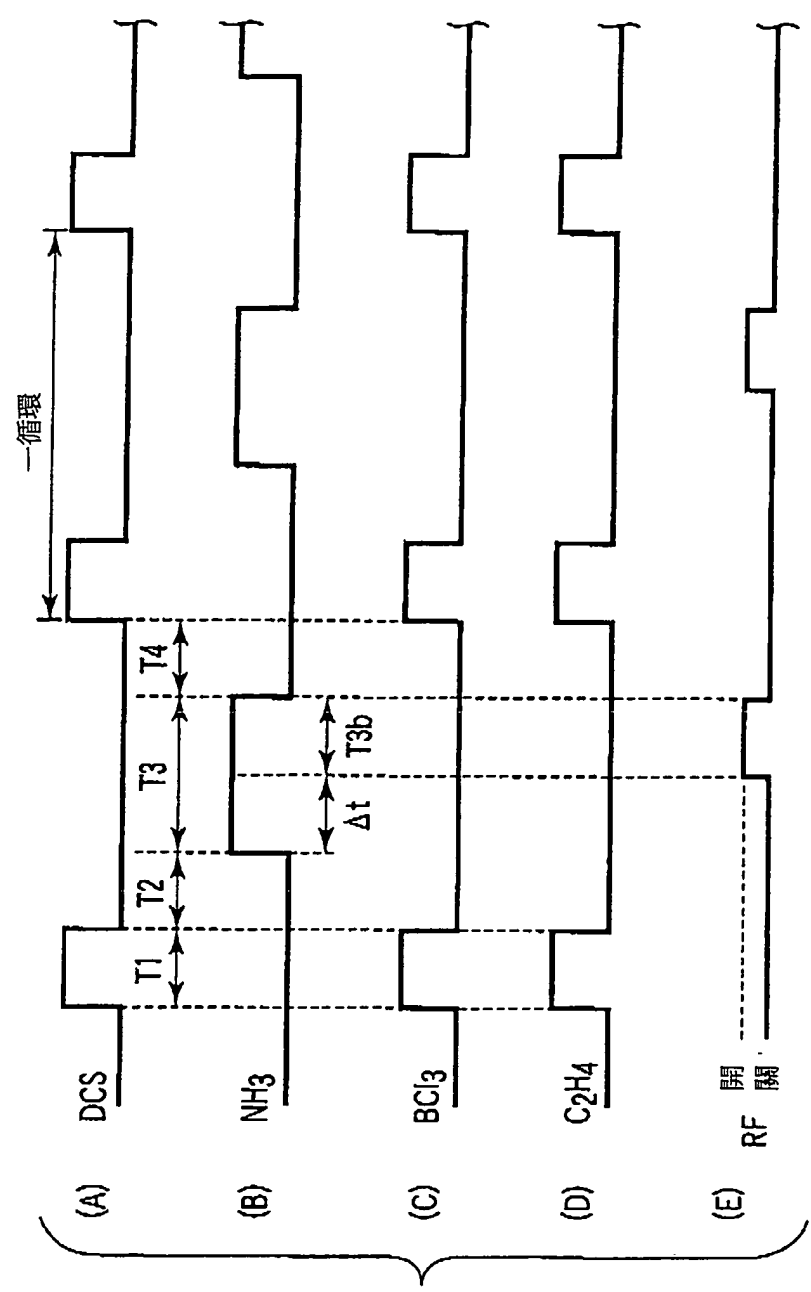


圖 3

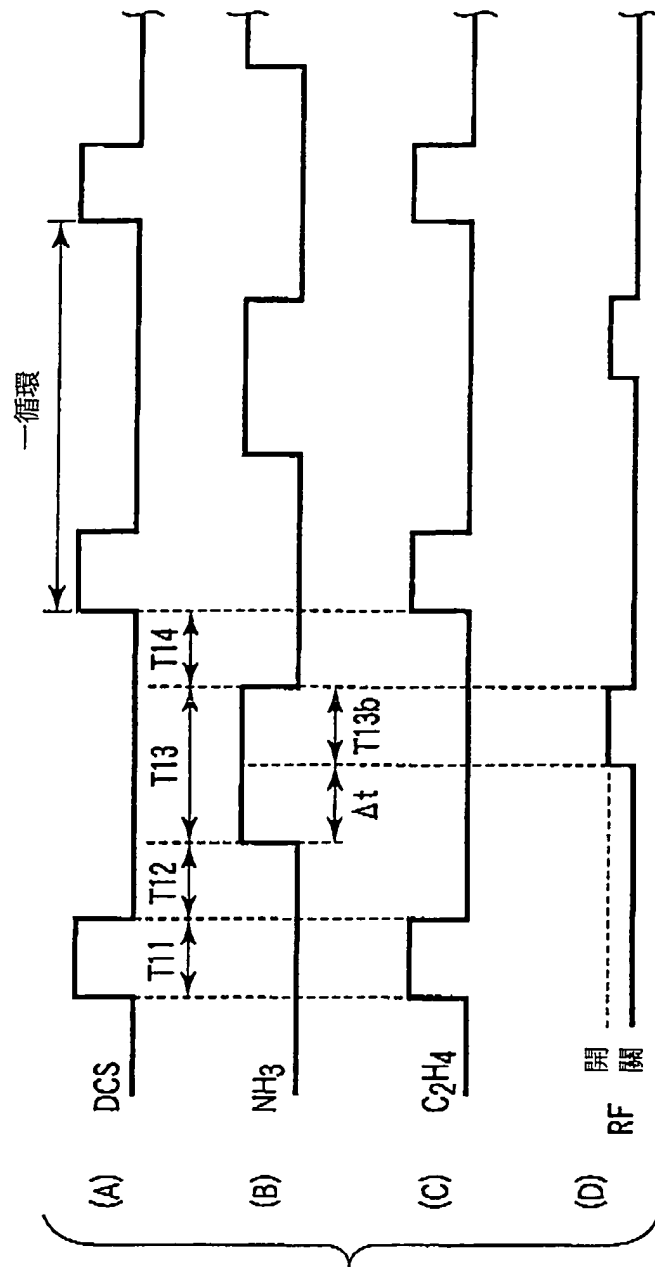


圖 4

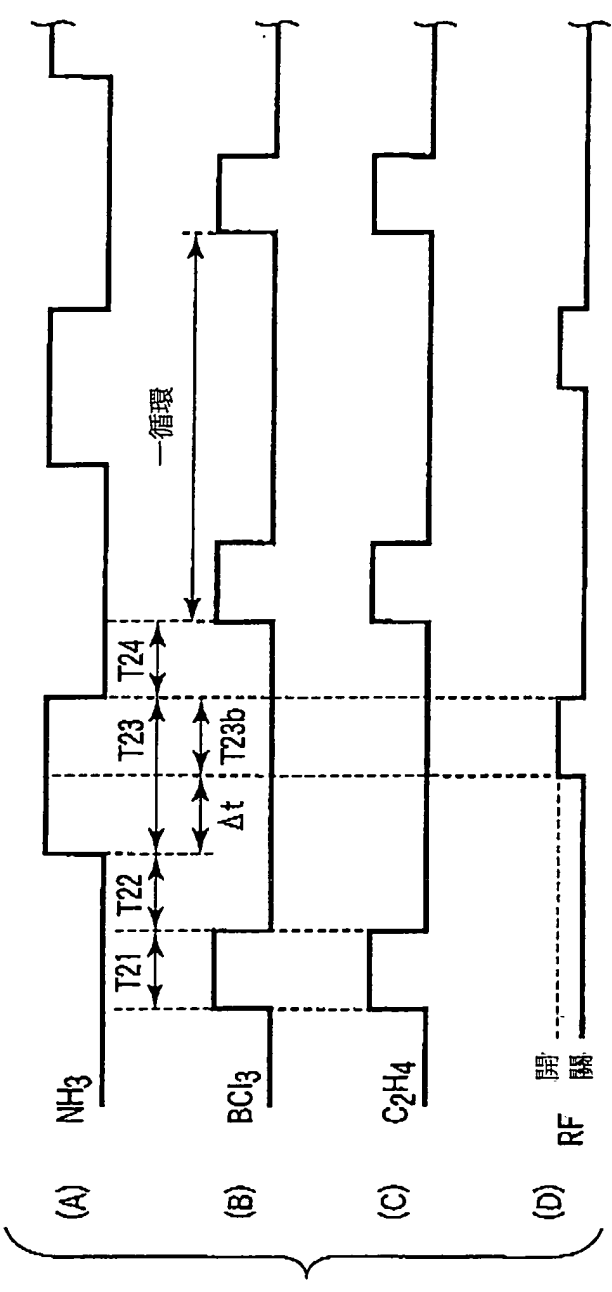


圖 5

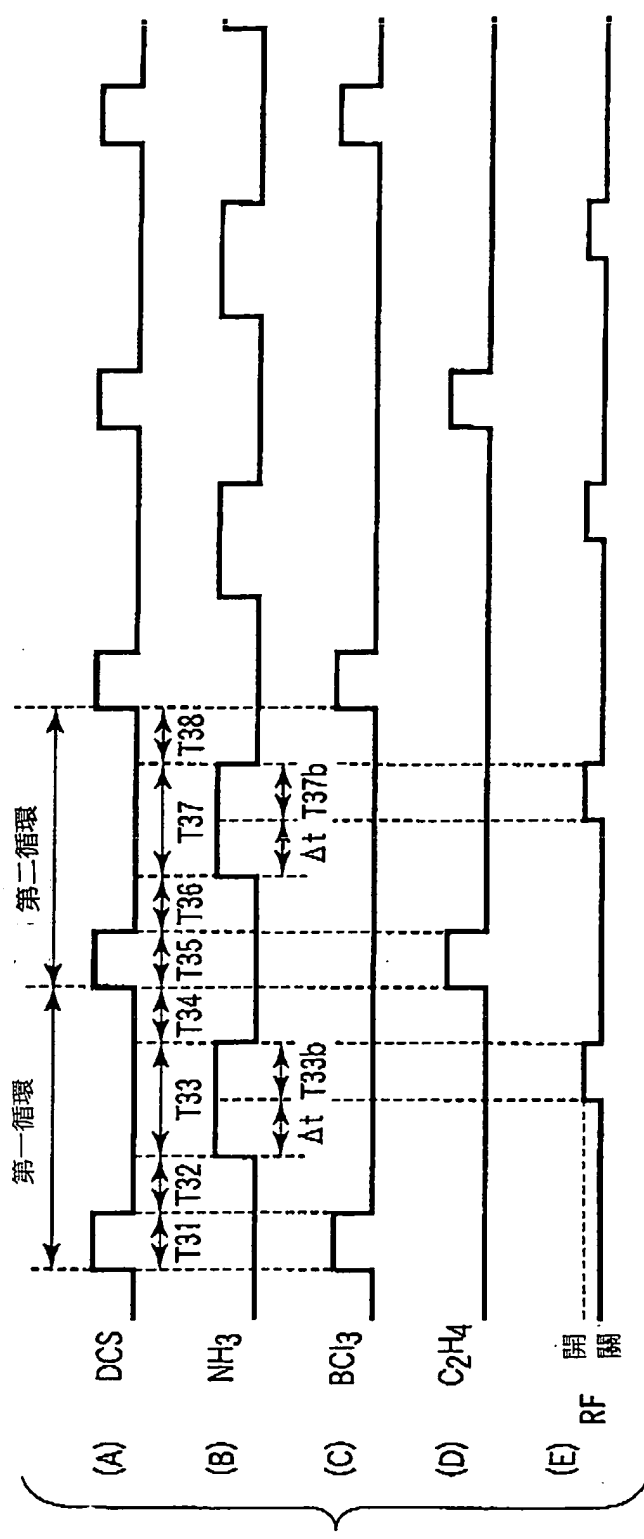


圖 6

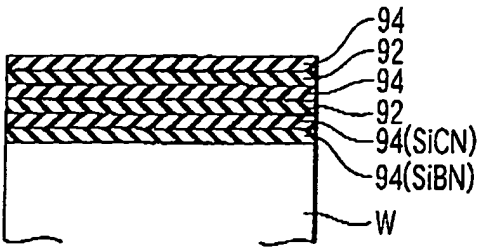


圖 7

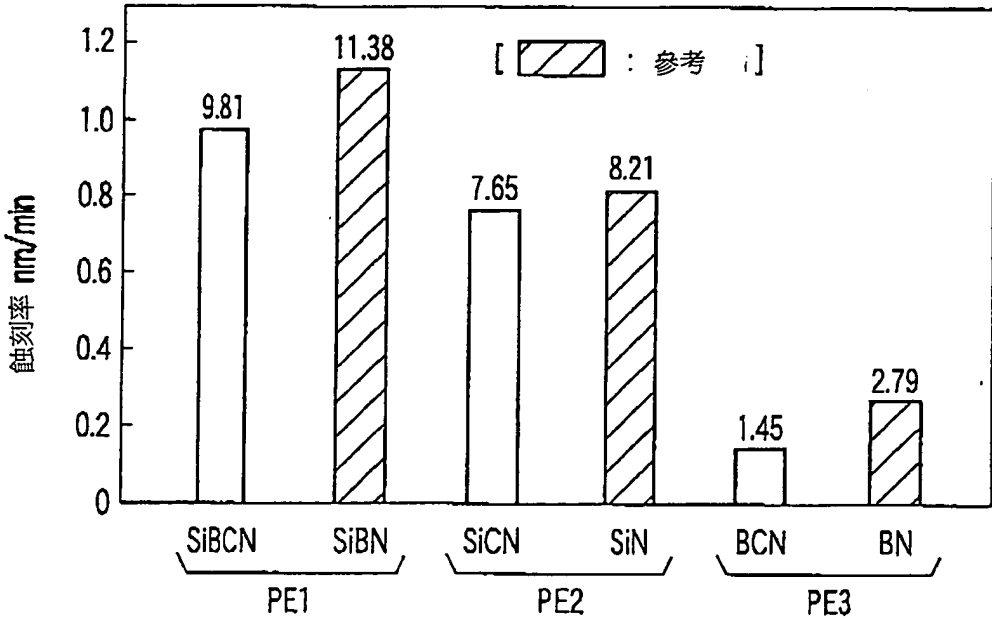


圖 8

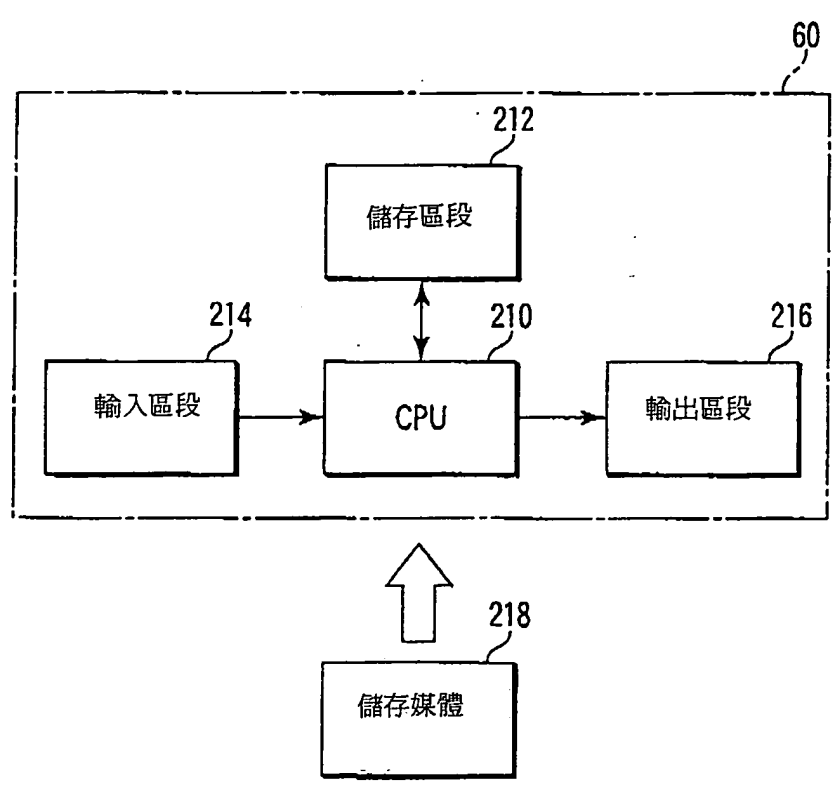


圖 9

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

2	薄膜形成裝置
4	處理容器
5	處理場
6	石英頂篷板
8	歧管(處理腔室)
10	密封構件
12	晶圓載舟
12A	支柱
14	隔熱圓筒
16	工作台
18	蓋子
20	旋轉軸
22	磁流體密封件
24	密封構件
25	升降機件
26	臂狀物
28	第二處理氣體供應電路
28S, 30S, 32S, 34S, 36S	氣體來源
30	第一處理氣體供應電路
32	第四處理氣體供應電路
34	第三處理氣體供應電路

35	混合氣體供應電路
36	淨化氣體供應電路
38, 40, 42, 44	氣體配送嘴
38A, 40A, 42A, 44A	噴氣孔
44A	切換閥
46	噴氣嘴
48, 50, 52, 54, 56	氣體供應線(氣體通路)
48A, 50A, 52A, 54A, 56A	切換閥
48B, 50B, 52B, 54B, 56B	流率控制器
60	主控制區段
66	氣體激勵區段
68	排氣口
70	開口
72	蓋子
74	電極
76	RF(射頻)電源供應器
78	饋電線
80	隔離保護蓋
82	排氣口蓋構件
84	氣體出口
86	加熱器
92	SiBN薄膜
94	SiCN薄膜
102, 104, 106	貯槽

103, 105, 107

氣體供應線

103A, 105A, 107A

切換閥

GE

真空排放系統

W

半導體晶圓(目標基板)

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)

促使在一清潔處理期間該薄膜被少量蝕刻，使得在高度薄膜厚度控制能力情況下實行該清潔處理，同時允許該薄膜可充分地當做當做一蝕刻停止層或層間絕緣膜。請注意，本發明係日本專利申請案 KOKAI 公開案第 2003-282566 號 (2003 年 10 月 3 日) 揭示之發明的修改案。

根據本發明第一態樣，本發明提供一種用於半導體處理之薄膜形成方法，用於在一處理場中藉由 CVD 以在一目標基板上形成一絕緣膜，該處理場被選擇性供應下列氣體：一含有一種矽烷族氣體之第一處理氣體、一含有一種氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體及一含有一種碳氮化物氣體之第三處理氣體，該方法以交替方式包括：

一 第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一 第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一 第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；以及

一 第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。

根據本發明第二態樣，本發明提供一種用於半導體處理之薄膜形成方法，用於在一處理場中藉由 CVD 以在一目標基板上形成一絕緣膜，該處理場被選擇性供應下列氣體：一含有碳氮化物氣體之第一處理氣體、一含有氮化氣體或氮

種碳氫化物氣體之第三處理氣體至該處理場；以及

一控制區段，其經組態用以控制該裝置之運作，

其中，為了藉由CVD以在該目標基板上形成一絕緣膜，
該控制區段以交替方式執行

一第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；
以及

一第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。

根據本發明第四態樣，本發明提供一種用於半導體處理之薄膜形成裝置，包括：

一處理容器，其具有一處理場，其經組態用以容納一目標基板；

一支撐構件，其經組態用以支撐該處理場內的該目標基板；

一加熱器，其經組態用以加熱該處理場內的該目標基板；

一排放系統，其經組態用以排放該處理場內的氣體；

一第一處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有一種碳氫化物氣體之第一處理氣體至該處理場；

一第二處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有一

種氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體至該處理場；

一 第三處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有一種含硼氣體之第三處理氣體至該處理場；以及

一 控制區段，其經組態用以控制該裝置之運作，

其中，為了藉由 CVD 以在該目標基板上形成一絕緣膜，該控制區段以交替方式執行

一 第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一 第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一 第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；以及

一 第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。

根據本發明第五態樣，本發明提供一種包括用於在一處理器上執行之程式指令的電腦可讀媒體，其係用於一種用於半導體處理之薄膜形成裝置，該薄膜形成裝置係用於在一處理場中藉由 CVD 以在一目標基板上形成一絕緣膜，該處理場被選擇性供應下列氣體：一含有一種矽烷族氣體之第一處理氣體、一含有一種氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體及一含有一種碳氮化物氣體之第三處理氣體，其中當該處理器執行該等程式指令時，該等程式指令促使該薄膜形成裝置執行

一 第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一 第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一 第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；
以及

一 第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。

根據本發明第六態樣，本發明提供一種包括用於在一處理器上執行之程式指令的電腦可讀媒體，其係用於一種用於半導體處理之薄膜形成裝置，該薄膜形成裝置係用於在一處理場中藉由CVD以在一目標基板上形成一絕緣膜，該處理場被選擇性供應下列氣體：一含有一種碳氫化合物氣體之第一處理氣體、一含有一種氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體及一含有一種含硼氣體之第三處理氣體，其中當該處理器執行該等程式指令時，該等程式指令促使該薄膜形成裝置執行

一 第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一 第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一 第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；

以及

一 第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。

接下來的【實施方式】中將會提出本發明的額外目的及優點，並且，從【實施方式】或藉由實踐來學習本發明後應會有某種程度的瞭解。藉由下文中所具體指出的手段及組合，即可實現並獲得本發明的目的及優點。

【實施方式】

現在將參考附圖來說明本發明的具體實施例。在接下來的說明內容中，用相同參考數字來標示具有實質上相同功能及排列的建構元件，並且僅在需要時才提出反覆的說明。

圖 1 繪示根據本發明一項具體實施例之薄膜形成裝置(直立式 CVD 裝置)的斷面圖。圖 2 繪示圖 1 所示之裝置部分的斷面平面圖。該薄膜形成裝置 2 具有一處理場，該處理場經組態而被選擇性供應下列氣體：一第一處理氣體，其含有二氯矽烷(DCS)氣體以作為矽烷族氣體；一第二處理氣體，其含有氨(NH₃)氣體以作為氮化氣體；一第三處理氣體，其含有 C₂H₄ 氣體(乙烯氣體)以作為碳氫化物氣體；以及一第四處理氣體，其含有 BCl₃ 氣體以作為含硼氣體。該薄膜形成裝置 2 經組態用以在該處理場中藉由 CVD 來在目標基板上形成一含碳之絕緣膜。請注意，雖然下文所述之薄膜形成裝置 2 包括用於上文所述之所有氣體的供應電路，但是下文所述之具體實施例包括不使用一些氣體之案例。如果一裝置被建構成專用於一特定具體實施例，則可省略未使用之氣體的

器 4 的內部可被維持在密封狀態。

該旋轉軸 20 被附接在一被升降機件 25 (諸如一晶舟升降機) 所支撐的臂狀物 26 之末梢端部處。該升降機件 25 使該晶圓載舟 12 與該蓋子 18 以一體方式上下移動。該工作台 16 可被固定至該蓋子 18，使得以不需要旋轉該晶圓載舟 12 方式來處理晶圓 W。

一氣體供應區段被連接至該歧管 8 之側面，以供應預先決定之處理氣體至該處理容器 4 內的該處理場 5。具體而言，該氣體供應區段包括一第二處理氣體供應電路 28、一第一處理氣體供應電路 30、一第四處理氣體供應電路 32 及一第三處理氣體供應電路 34，並且若有需要，還包括一淨化氣體供應電路 36。該第一處理氣體供應電路 30 被設置用以供應一含矽烷族氣體之第一處理氣體，諸如 DCS (二氯矽烷) 氣體。該第二處理氣體供應電路 28 被設置用以供應一含氮化氣體之第二處理氣體，諸如氨 (NH_3) 氣體。該第三處理氣體供應電路 34 被設置用以供應一含有碳氫化物氣體之第三處理氣體，諸如 C_2H_4 氣體 (乙烯氣體)。該第四處理氣體供應電路 32 被設置用以供應一含硼氣體之第四處理氣體 (摻雜氣體)，諸如 BCl_3 氣體。該淨化氣體供應電路 36 被設置用以供應一作為淨化氣體之惰性氣體，諸如 N_2 氣體。視需要，第一至第四處理氣體各與適量之載流氣體混合。但是，為了簡化解說之理由，下文中不提及此一載流氣體。

更具體而言，該第二、第一、第四和第三處理氣體供應電路 28、30、32 和 34 分別具有氣體配送嘴 38、40、42 和 44，

熱該處理容器 4 內的空氣及該等晶圓 W。一熱電偶(圖中未繪示)被佈置在該處理容器 4 中的該排氣口 68 附近，以控制該加熱器 86。

該薄膜形成裝置 2 進一步包括一由(例如)電腦所形成之主控制區段 60，以控制整個裝置。該主控制區段 60 可按照下文所述之薄膜形成處理的薄膜形成製法，就(例如)膜厚度及所要形成之膜的組合物方面，來控制該薄膜形成處理，其已預先儲存在記憶體 212 中。在該記憶體 212 中，介於處理氣體流率與膜厚度和組合物之間的關係也被預先儲存為控制資料。據此，該主控制區段 60 可依據所儲存的處理製法及控制資料，來控制升降機件 25、氣體供應電路 28、30、32、34 和 36、排放系統 GE、氣體激勵區段 66、加熱器 86 等等。

接著，將解說在圖 1 所示之裝置中實行之薄膜形成方法(所謂 ALD (原子層沉積)薄膜形成)。

<第一具體實施例>

在根據第一具體實施例之薄膜形成方法中，藉由 CVD 在半導體晶圓上形成一 SiBCN (已摻雜硼之氮化矽碳)絕緣膜。為達成此目的，一第一處理氣體(其含有二氯矽烷(DCS)氣體以作為矽烷族氣體)、一第二處理氣體(其含有氨(NH₃)氣體以作為氮化氣體)、一第三處理氣體(其含有 C₂H₄ 氣體(乙烯氣體)以作為碳氫化物氣體)以及一第四處理氣體(其含有 BCl₃ 氣體以作為含硼氣體)被選擇性供應至容納晶圓 W 的該處理場 5 中。

同時 Si-N 鍵結數目(其具有高抗蝕性)增加。結果，大幅改良該膜之抗蝕性。

如上文所述，當形成該膜時，一種碳氫化物氣體(諸如 C_2H_4 氣體)被供應至該處理腔室 8，所以促使在晶圓表面上形成的氮化矽膜含有碳組份。在此情況中，雖然薄膜形成溫度被設定為(例如) $550^{\circ}C$ (這低於習知之薄膜形成溫度被設定為(例如)約 $760^{\circ}C$)，但是有可能減小該膜相對於在該膜之表面上實行之一清潔處理或蝕刻處理所使用之經稀釋氫氟酸的蝕刻率。結果，該膜不會因清潔而被過度蝕刻，並且因此可在高度膜厚度控制能力情況下實行該清潔處理。另外，該膜可充分地當做當做一蝕刻停止層或層間絕緣膜。

另外，如上文所述，該第二步驟 T2 及該第四步驟 T4 (其在實行供應該等處理氣體之第一步驟與第三步驟之間，停止供應該等處理氣體)係當作使該膜品改質之時期。緊接在每個彼等時期之前所形成之 SiBCN 膜的表面在此段時期予以改質，藉以改良該膜品質。於是，進一步減小該膜的蝕刻率。該改質處理在原子級之效應被認為係如下。具體而言，當形成含碳原子之 SiBCN 膜時，衍生自 DCS 氣體的一些 Cl 原子不是吸附至此薄膜的最上表面，而是以活化狀態鍵結至此薄膜的最上表面。在停止供應 DCS 氣體的 T2 與 T4 時期期間，衍生自 C_2H_4 氣體及 NH_3 氣體的 C 原子及 N 原子取代該薄膜最上表面上的 Cl 原子，並且減少該薄膜中的 Cl 組份，藉此減小蝕刻率。

尤其，如果使用 C_2H_4 氣體，帶入該膜中的 C 原子數目被增

加，藉此進一步減小蝕刻率。另外，如果碳被添加至氮化硼膜中，與未添加碳之情況相比，薄膜形成率增加了約 20 至 30%。這被認為歸因於以此方式添加之碳促進硼在晶圓表面上的吸附作用之效應。

薄膜形成處理之處理條件如下。DCS 氣體之流率被設定為在 50 至 2,000 sccm 範圍內，例如，設定為 1,000 sccm (1 slm)。NH₃ 氣體之流率被設定為在 500 至 5,000 sccm 範圍內，例如，設定為 1,000 sccm。C₂H₄ 氣體之流率被設定為在 200 至 2,000 sccm 範圍內，例如，設定為 500 sccm。BCl₃ 氣體之流率被設定為在 1 至 40 sccm 範圍內，例如，設定為 4 sccm。據此，C₂H₄ 氣體之流率被設定為不大於 DCS 氣體之流率的三倍。原因係，如果用作碳氮化物氣體的 C₂H₄ 氣體之流率過高，則膜品質非所要地急遽降低。

處理溫度低於平常處理溫度 CVD 處理，並且被設定為在 300 至 700°C 範圍內，並且較佳在 550 至 630°C 範圍內。如果處理溫度低於 300°C，則因為難以引起任何反應，所以未沉積任何膜。如果處理溫度高於 700°C，則沉積出低品質 CVD 膜，並且現有膜(諸如金屬膜)遭受到熱損壞。

處理氣壓被設定為在 13 Pa (0.1 Torr) 至 1,330 Pa (10 Torr) 範圍內，並且較佳在 40 Pa (0.3 Torr) 至 266 Pa (2 Torr) 範圍內。舉例而言，在該第一步驟(吸附步驟) T1 期間，處理氣壓被設定為 1 Torr；以及在該第二步驟(使用電漿進行氮化之步驟) T3 期間，處理氣壓被設定為 0.3 Torr。如果處理氣壓低於 13 Pa，則薄膜形成變成低於實用等級。如果處理氣

壓不超過 1,330 Pa，則晶圓 W 上的反應模式係以吸附反應為主，並且因此得以在高薄膜形成率下穩定地沉積高品質薄膜，藉此達成良好結果。如果處理氣壓超過 1,330 Pa，則反應模式從吸附反應轉變成氣相反應，接著氣相反應變成晶圓 W 上的主要反應模式。這不是所期望的結果，原因係該膜的基板間均勻度及平坦均勻度惡化，由於氣相反應所導致的顆粒數目突然增加。

<第二具體實施例>

在根據第二具體實施例之薄膜形成方法中，藉由 CVD 在半導體晶圓上形成一 SiCN(未摻雜硼之氮化矽碳)絕緣膜。為達成此目的，該第一處理氣體(其含有二氯矽烷(DCS)氣體以作為矽烷族氣體)、該第二處理氣體(其含有氨(NH₃)氣體以作為氮化氣體)以及該第三處理氣體(其含有 C₂H₄ 氣體(乙烯氣體)以作為碳氮化物氣體)被選擇性供應至容納晶圓 W 的該處理場 5 中。

具體而言，在第二具體實施例中，修改根據圖 3 所示之第一具體實施例的方法，以在實行薄膜形成中，排除供應該第四處理氣體(其含有 BCl₃ 氣體以作為含硼氣體)。據此，不需要圖 1 所示之該薄膜形成裝置的該第四處理氣體供應電路 32，來實行第二具體實施例。第二具體實施例採用的處理條件相同於第一具體實施例採用的處理條件，惟關於第四處理氣體的條件除外。

圖 4 繪示根據本發明之第二具體實施例之薄膜形成方法之氣體供應及施加 RF(射頻)的時序圖。如圖 4 所示，根據此

具體實施例之薄膜形成方法也經安排以交替重複第一步驟 T11 至第四步驟 T14。一包括第一步驟 T11 至第四步驟 T14 之循環被重複數次，藉由各自循環所形成之 SiCN 薄膜被層壓，藉此達成一具有一目標厚度之 SiCN 膜。

具體而言，該第一步驟 T11 經安排以實行將該第一處理氣體(圖 4 中標示為 DCS)與該第三處理氣體(圖 4 中標示為 C_2H_4)供應至該處理場 5，同時停止將該第二處理氣體(圖 4 中標示為 NH_3)供應至該處理場 5。該第二步驟 T12 經安排以停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場 5。該第三步驟 T13 經安排以實行將該第二處理氣體供應至該處理場 5，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場 5。進一步，在進行該第三步驟 T13 之中途，該 RF 電源供應器 76 被設定在 ON (開啟)狀態，以藉由該氣體激勵區段 66 使該第二處理氣體轉變成電漿，以至於在一子步驟 T13b 期間，將活化狀態之該第二處理氣體供應至該處理場 5。該第四步驟 T14 經安排以停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場 5。

再者，在第二具體實施例中，由於當供應第二處理氣體時藉由電漿予以激勵，所以產生含 N 游離基的游離基(活化物種)並且促進該膜之氮化。結果，該膜中之 Si-H 鍵結數目減少，同時 Si-N 鍵結數目(其具有高抗蝕性)增加。另外，當形成該膜時，一種碳氮化合物氣體(諸如 C_2H_4 氣體)被供應至該處理腔室 8，所以促使在晶圓表面上形成的氮化矽膜含有碳組份。在此情況中，雖然薄膜形成溫度被設定為(例如) $550^{\circ}C$

(這低於習知之薄膜形成溫度被設定為(例如)約 760°C)，但是有可能減小該膜相對於在該膜之表面上實行之清潔處理或蝕刻處理所使用之經稀釋氫氟酸的蝕刻率。結果，該膜不會因清潔而被過度蝕刻，並且因此可在高度膜厚度控制能力情況下實行該清潔處理。另外，該膜可充分地當做當做一蝕刻停止層或層間絕緣膜。

<第三具體實施例>

在根據第三具體實施例之薄膜形成方法中，藉由 CVD 在半導體晶圓上形成一 BCN (已摻雜硼之氮化碳)絕緣膜。為達成此目的，該第二處理氣體(其含有氨(NH₃)氣體以作為氮化氣體)、該第三處理氣體(其含有 C₂H₄ 氣體(乙烯氣體)以作為碳氮化物氣體)以及該第四處理氣體(其含有 BCl₃ 氣體以作為含硼氣體)被選擇性供應至容納晶圓 W 的該處理場 5 中。

具體而言，在第三具體實施例中，修改根據圖 3 所示之第一具體實施例的方法，以在實行薄膜形成中，排除供應該第一處理氣體(其含有二氯矽烷(DCS)氣體以作為矽烷族氣體)。據此，不需要圖 1 所示之該薄膜形成裝置的該第一處理氣體供應電路 30，來實行第三具體實施例。第三具體實施例採用的處理條件相同於第一具體實施例採用的處理條件，惟關於第一處理氣體的條件除外。

圖 5 繪示根據本發明之第三具體實施例之薄膜形成方法之氣體供應及施加 RF (射頻)的時序圖。如圖 5 所示，根據此具體實施例之薄膜形成方法也經安排以交替重複第一步驟

而被過度蝕刻，並且因此可在高度膜厚度控制能力情況下實行該清潔處理。另外，該膜可充分地當做當做一蝕刻停止層或層間絕緣膜。

<第四具體實施例>

在根據第四具體實施例之薄膜形成方法中，藉由CVD在半導體晶圓上形成一具有多層結構之絕緣膜，其係由交替堆疊的SiBN（已摻雜硼之氮化矽）薄膜與SiCN（氮化矽碳）薄膜所組成。為達成此目的，該第一處理氣體（其含有二氯矽烷(DCS)氣體以作為矽烷族氣體）、該第二處理氣體（其含有氨(NH₃)氣體以作為氮化氣體）、該第三處理氣體（其含有C₂H₄氣體（乙烯氣體）以作為碳氫化物氣體）以及該第四處理氣體（其含有BCl₃氣體以作為含硼氣體）被選擇性供應至容納晶圓W的該處理場5中。

具體而言，在第四具體實施例中，修改根據圖3所示之第一具體實施例的方法，以在實行薄膜形成中，交替地實行：一第一循環，其排除供應該第三處理氣體（其含有C₂H₄氣體（乙烯氣體）以作為碳氫化物氣體）；以及一第二循環，其排除供應該第四處理氣體（其含有BCl₃氣體以作為含硼氣體）。第四具體實施例採用的處理條件相同於第一具體實施例採用的處理條件，惟交替地實行該第一循環與該第二循環除外。

圖7繪示根據本發明第四具體實施例所形成之薄膜的多層結構實例的斷面圖。如圖7所示，在一半導體晶圓W上交替堆疊SiBN薄膜92與SiCN薄膜94。整體而言，此SiBN/SiCN多層結構膜提供的屬性類似於一SiBCN膜提供的屬性。圖7

T34經安排以停止將該第一、第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。

接著，實行由第五步驟T35至第八步驟T38所組成之該第二循環。該第五步驟T35經安排以實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場5，同時停止將該第二和第四處理氣體供應至該處理場5。該第六步驟T36經安排以停止將該第一、第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。該第七步驟T37經安排以實行將該第二處理氣體供應至該處理場5，同時停止將該第一、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。進一步，在進行該第七步驟T37之中途，該RF電源供應器76被設定在ON(開啟)狀態，以藉由該氣體激勵區段66使該第二處理氣體轉變成電漿，以至於在一子步驟T37b期間，將活化狀態之該第二處理氣體供應至該處理場5。該第八步驟T38經安排以停止將該第一、第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場5。

再者，在第四具體實施例中，由於當供應第二處理氣體時藉由電漿予以激勵，所以產生含N游離基的游離基(活化物種)並且促進該膜之氮化。

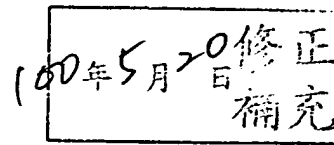
另外，當形成該膜時，一種碳氮化合物氣體(諸如C₂H₄氣體)被供應至該處理腔室8，所以促使在晶圓表面上形成的氮化矽膜含有碳組份。在此情況中，雖然薄膜形成溫度被設定為(例如)550°C(這低於習知之薄膜形成溫度被設定為(例如)約760°C)，但是有可能減小該膜相對於在該膜之表面上實行之一清潔處理或蝕刻處理所使用之經稀釋氮氟酸的蝕

例如，在上文所述之具體實施例中，該第一處理氣體含有 DCS 氣體以作為一種矽烷族氣體。就這一點而言，該矽烷族氣體可能係選自由下列項目所組成之群組中的一或多種氣體：二氯矽烷(dichlorosilane；DCS)、六氯二矽烷(hexachlorodisilane；HCD)、單矽烷(monosilane； SiH_4)、二矽烷(disilane； Si_2Cl_6)、六甲基二矽氮烷(hexamethyldisilazane；HMDS)、四氯矽烷(tetrachlorosilane；TCS)、二甲矽烷基胺(disilylamine；DSA)、三甲矽烷基胺(trisilylamine；TSA)、雙第三丁基胺基矽烷(bistertialbutylaminosilane；BTBAS)。

在上文所述之具體實施例中，該第二處理氣體含有一種氮化氣體，其可能是 NH_3 氣體或 N_2 氣體。如果本發明係適用在形成以氮氧化矽為基礎之薄膜，則可使用氮氧化氣體(諸如一氧化二氮(N_2O)或氧化氮(NO))來取代氮化氣體。在此情況中，所要形成之薄膜係以含氧(O)之氮氧化矽為基礎之薄膜。

例如，在上文所述之具體實施例中，該第三處理氣體含有乙烯氣體以作為一種碳氮化物氣體。就這一點而言，該碳氮化物氣體可能係選自由下列項目所組成之群組中的一或多種氣體：乙炔(acetylene)、乙烯(ethylene)、甲烷(methane)、乙烷(ethane)、丙烷(propane)及丁烷(butane)。

例如，在上文所述之具體實施例中，該第四處理氣體含有 BCl_3 氣體以作為一種含硼氣體。就這一點而言，該含硼氣體可能係選自由下列項目所組成之群組中的一或多種氣



五、中文發明摘要：

一種用於半導體處理之薄膜形成方法，用於在一處理場中藉由CVD以在一目標基板上形成一絕緣膜，該處理場被選擇性供應下列氣體：一含有一種矽烷族氣體之第一處理氣體、一含有一種氮化或氮氧化氣體之第二處理氣體及一含有一種碳氮化物氣體之第三處理氣體。此方法以交替方式包括第一至第四步驟。該第一步驟實行將該第一和第三處理氣體供應至該場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場。該第二步驟停止將該第一至第三處理氣體供應至該場。該第三步驟實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該場。該第四步驟停止將該第一至第三處理氣體供應至該場。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種用於一半導體處理之薄膜形成方法，用於在一處理場中藉由CVD以在一目標基板上形成一絕緣膜，該處理場被選擇性供應下列氣體：一含有一種矽烷族氣體之第一處理氣體、一含有一種氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體及一含有一種碳氮化物氣體之第三處理氣體，該方法以交替方式包括：
 - 一 第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；
 - 一 第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；
 - 一 第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；以及
 - 一 第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。
2. 如請求項1之方法，其中該第三步驟包括一激勵時期，用以將該第二處理氣體供應至該處理場，同時藉由一激勵機件來激勵該第二處理氣體。
3. 如請求項2之方法，其中該第三步驟進一步包括一在該激勵時期之前的時期，用以將該第二處理氣體供應至該處理場，同時不藉由該激勵機件來激勵該第二處理氣體。
4. 如請求項1之方法，其中該處理場經組態而被選擇性供應一含有一種含硼氣體之第四處理氣體，並且該方法包括

一供應該第四處理氣體至該處理場之時期。

5. 如請求項4之方法，其中供應該第四處理氣體至該處理場係與供應該第一和第三處理氣體至該處理場同時予以實行及停止。

6. 如請求項4之方法，其中該第一步驟經安排以實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二和第四處理氣體供應至該處理場，

該第二步驟經安排以停止將該第一、第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場，

該第三步驟經安排以實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一、第三和第四處理氣體供應至該處理場，

該第四步驟經安排以停止將該第一、第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場，以及

在該第一至第四步驟之後，該方法進一步以交替方式包括：

一第五步驟，其實行將該第一和第四處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一第六步驟，其停止將該第一、第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場；

一第七步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一、第三和第四處理氣體供應至該處理場；以及

一第八步驟，其停止將該第一、第二、第三和第四處理氣體供應至該處理場。

7. 如請求項6之方法，其中該第七步驟包括一激勵時期，用以將該第二處理氣體供應至該處理場，同時藉由一激勵機件來激勵該第二處理氣體。
8. 如請求項7之方法，其中該第七步驟進一步包括一在該激勵時期之前的時期，用以將該第二處理氣體供應至該處理場，同時不藉由該激勵機件來激勵該第二處理氣體。
9. 如請求項1之方法，其中該第二和第四步驟各包括一將一淨化氣體供應至該處理場之時期。
10. 如請求項1之方法，其中從該第一至該第四步驟，使該處理場內之氣體保持排氣。
11. 如請求項1之方法，其中該第一處理氣體包含選自由下列項目所組成之群組中的至少一氣體：二氯矽烷(dichlorosilane)、六氯二矽烷(hexachlorodisilane)、單矽烷(monosilane)、二矽烷(disilane)、六甲基二矽氮烷(hexamethyldisilazane)、四氯矽烷(tetrachlorosilane)、二甲矽烷基胺(disilylamine)、三甲矽烷基胺(trisilylamine)與雙第三丁基胺基矽烷(bis(tert-butyl)aminosilane)；該第二處理氣體包含選自由下列項目所組成之群組中的至少一氣體：氮、氫、一氧化二氮與氧化氮；以及該第三處理氣體包含選自由下列項目所組成之群組中的至少一氣體：乙炔、乙烯、甲烷、乙烷、丙烷及丁烷。
12. 如請求項4之方法，其中該第四處理氣體包含選自由下列

項目所組成之群組中的至少一氣體： BCl_3 、 B_2H_6 、 BF_3 與 $\text{B}(\text{CH}_3)_3$ 。

13. 一種用於一半導體處理之薄膜形成方法，用於在一處理場中藉由CVD以在一目標基板上形成一絕緣膜，該處理場被選擇性供應下列氣體：一含有碳氫化物氣體之第一處理氣體、一含有氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體及一含有含硼氣體之第三處理氣體，該方法以交替方式包括：

一第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；以及

一第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。

14. 如請求項13之方法，其中該第三步驟包括一激勵時期，用以將該第二處理氣體供應至該處理場，同時藉由一激勵機件來激勵該第二處理氣體。

15. 如請求項14之方法，其中該第三步驟進一步包括一在該激勵時期之前的時期，用以將該第二處理氣體供應至該處理場，同時不藉由該激勵機件來激勵該第二處理氣體。

16. 如請求項13之方法，其中該第二和第四步驟各包括一將

一淨化氣體供應至該處理場之時期。

17. 如請求項13之方法，其中從該第一至該第四步驟，使該處理場內之氣體保持排氣。

18. 如請求項13之方法，其中該第一處理氣體包含選自由下列項目所組成之群組中的至少一氣體：乙炔、乙烯、甲烷、乙烷、丙烷及丁烷。該第二處理氣體包含選自由下列項目所組成之群組中的至少一氣體：氮、氧、一氧化二氮與氧化氮；以及該第三處理氣體包含選自由下列項目所組成之群組中的至少一氣體： BCl_3 、 B_2H_6 、 BF_3 與 $\text{B}(\text{CH}_3)_3$ 。

19. 一種用於一半導體處理之薄膜形成裝置，包括：

一處理容器，其具有一處理場，其經組態用以容納一目標基板；

一支撐構件，其經組態用以支撐該處理場內的該目標基板；

一加熱器，其經組態用以加熱該處理場內的該目標基板；

一排放系統，其經組態用以排放該處理場內的氣體；

一第一處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有一種矽烷族氣體之第一處理氣體至該處理場；

一第二處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有一種氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體至該處理場；

一第三處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有

一種碳氫化物氣體之第三處理氣體至該處理場；以及

一控制區段，其經組態用以控制該裝置之運作，

其中，為了藉由CVD以在該目標基板上形成一絕緣膜，該控制區段以交替方式執行

一第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；以及

一第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。

20. 一種用於半導體處理之薄膜形成裝置，包括：

一處理容器，其具有一處理場，其經組態用以容納一目標基板；

一支撐構件，其經組態用以支撐該處理場內的該目標基板；

一加熱器，其經組態用以加熱該處理場內的該目標基板；

一排放系統，其經組態用以排放該處理場內的氣體；

一第一處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有一種碳氫化物氣體之第一處理氣體至該處理場；

一第二處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有

一種氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體至該處理場；

一第三處理氣體供應電路，其經組態用以供應一含有一種含硼氣體之第三處理氣體至該處理場；以及

一控制區段，其經組態用以控制該裝置之運作，

其中，為了藉由CVD以在該目標基板上形成一絕緣膜，該控制區段以交替方式執行

一第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；以及

一第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。

21. 一種包括用於在一處理器上執行之程式指令的電腦可讀媒體，其係用於一種用於一半導體處理之薄膜形成裝置，該薄膜形成裝置係用於在一處理場中藉由CVD以在一目標基板上形成一絕緣膜，該處理場被選擇性供應下列氣體：一含有一種矽烷族氣體之第一處理氣體、一含有一種氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體及一含有一種碳氮化物氣體之第三處理氣體，其中當該處理器執行該等程式指令時，該等程式指令促使該薄膜形成裝

置執行

一 第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一 第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一 第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；以及

一 第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。

22. 一種包括用於在一處理器上執行之程式指令的電腦可讀媒體，其係用於一種用於一半導體處理之薄膜形成裝置，該薄膜形成裝置係用於在一處理場中藉由CVD以在一目標基板上形成一絕緣膜，該處理場被選擇性供應下列氣體：一含有一種碳氫化物氣體之第一處理氣體、一含有一種氮化氣體或氮氧化氣體之第二處理氣體及一含有一種含硼氣體之第三處理氣體，其中當該處理器執行該等程式指令時，該等程式指令促使該薄膜形成裝置執行

一 第一步驟，其實行將該第一和第三處理氣體供應至該處理場，同時停止將該第二處理氣體供應至該處理場；

一 第二步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場；

一 第三步驟，其實行將該第二處理氣體供應至該處理

場，同時停止將該第一和第三處理氣體供應至該處理場；以及

一 第四步驟，其停止將該第一、第二和第三處理氣體供應至該處理場。