

(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 ; 2005/10/19 ; 2005-303940 ☒ 有主張優先權

(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 ; 2005/10/19 ; 2005-303940 ☒ 有主張優先權

(1)

## 九、發明說明

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係例如有關在 Si 基板和金屬矽化物層等之含有 Si 表面上進行形成金屬矽化物膜等之合金膜的基板處理的基板處理裝置、基板處理方法、程式、記錄程式之記錄媒體。

### 【先前技術】

在 CMOS 電晶體等之半導體元件中，具有配線層與基板、配線層與配線層等的接觸構造。具體上例如具有如第 30 圖所示，與 Si 基板（Si 晶圓）之 p/n 雜質擴散層（擴散層）10 連接的接觸孔 20、連接上下之配線層間的通孔 30。在此種接觸孔 20 及通孔 30 埋入鎢和銅等的金屬，且讓 Si 基板和配線層電性連接。近年在該金屬埋入前，先將 TiN 膜或 Ti/TiN 層積膜等的阻障膜成膜在接觸孔 20 及通孔 30，以形成阻障層 22、32。

可是隨著最近半導體元件的高積體化，特別是接觸孔的口徑與深度之比，其深寬比變得極大。因此，在如上述的 TiN 膜等之阻障層的形成，係採用階梯式覆蓋（Step coverage）良好的 CVD（化學式蒸鍍）法。

此外，爲了降低與擴散層 10 的接觸電阻，例如藉由在阻障層 22 與擴散層 10 之間介設 TiSi（鈦矽化物）等之材料層，來調節阻障層 22 與擴散層 10 之界面的功函數，希望依據其功函數差來減低肖特基障壁。

(2)

在此種材料層例如 TiSi 膜 12 的形成也採用 CVD-Ti。例如形成 TiSi 膜 12 係使用  $TiCl_4$  作為原料氣體，並且使用  $H_2$  氣體等作為還原氣體，以溫度  $650^{\circ}C$  左右加以成膜 Ti 膜，同時使其一部分與 Si 基板一起反應，自行整合形成 TiSi 膜 12。

另一方面，在形成此種阻障層等之施行金屬成膜處理時，為了得到良好的接觸電阻，在金屬成膜處理前，先施行除去存在於其金屬膜之基礎層的基礎層表面（例如露出接觸孔之底部的 Si 表面）之自然氧化膜和在形成接觸孔時被導入的蝕刻殘渣等之異物的處理。

此種異物的除去，可藉由以往利用稀氟酸（HF）等之濕式洗淨處理進行（例如參照日本非專利文獻 1）。此外，近年也提案一種使用氫氣與氬氣等來形成感應耦合電漿，以作為除去自然氧化膜的裝置。在此種濕式洗淨處理和形成感應耦合電漿的處理中，在異物除去後，會有 Si 基板被暴露在大氣中，於 Si 表面再長成自然氧化膜的問題。

因此，近年也提案一種在將複數個處理室設置在基板處理裝置的處理室，藉由利用感應耦合電漿的濺鍍蝕刻來除去 Si 基板表面之自然氧化膜等的異物，且依然在真空中來搬送該 Si 基板，並搬入到別的成膜處理室，連續地實行金屬成膜之方法。

專利文獻 1：日本特開 2002-124485 號公報

專利文獻 2：日本特開 2001-244214 號公報

(3)

非專利文獻 1：T · Terajia and S · Hara，

"control of interface states at metal/6H-SiC (0001)

interfaces", Phys · Rev · B70, 035312 (2004) .

### 【發明內容】

#### [發明欲解決之課題]

但隨著半導體元件更進一步的微細化，例如上述雜質擴散層 10 之深度亦變淺，此外接觸孔 20 的深寬比有更大之傾向。

因此，如上述之以往的異物除去方法中，難以充分清洗露出於接觸孔之底部的 Si 表面，例如在接觸孔之底部並未除去自然氧化膜會有部分殘留。

此外，使用上述之電漿的清洗方法中，爲了充分蝕刻接觸孔之底部，一旦提高對 Si 基板的偏壓電壓，也會有較淺的擴散層因離子衝擊產生俱傷，接觸孔之開口部的肩部被削除，接觸孔的底部再度附著絕緣物。

像這樣，自然氧化膜等的異物會有一部分殘留在 Si 基板之 Si 表面，或者再附著異物，一但就這樣將金屬膜成膜在其上，其異物會妨礙與 Si 表面的密接接觸。在此狀態下，例如爲了使金屬與 Si 進行矽化反應，一旦提高熱處理溫度，由於金屬與 Si 表面的反應變得很不均勻，因此形成在其金屬與 Si 表面之間的金屬矽化物及其基礎層之 Si 的界面之粗度增大。

進而，如以往，一旦與金屬成膜同時地形成與基礎層

(4)

之 Si 的金屬矽化物，矽化反應無法控制，金屬矽化物與其基礎層之 Si 的界面之粗度更加增大。

如上述，一旦金屬矽化物與其基礎層之 Si 的界面之粗度增大，就無法在擴散層 10 內之所希望的位置形成界面，接觸電阻上昇，或者金屬矽化物層（例如 TiSi 膜 12）的一部分會穿透擴散層 10，發生接合泄放電流增加，或破壞接合等之問題。

此外，近年在形成接觸孔之前，爲了補償淺擴散層的高電阻，採用利用 CoSi 或 NiSi 等之金屬矽化物膜來覆蓋擴散層的敷層技術。可是，由於以該些金屬矽化物膜所形成的敷層包含 Si，因此一旦暴露在大氣中，就會在其敷層表面生長自然氧化膜。此外，爲了得到與 Si 表面同樣良好的接觸電阻，希望除去露出於接觸孔之底部的敷層之表面上的異物。進而，更希望藉由成膜於該敷層上的金屬與敷層的合金化反應所形成的合金膜（例如 Ti-Co 膜、Ti-Ni 膜等）均勻地合金化。

於是，本發明是有鑑於此種問題所完成的發明，其目的在於提供一種可在被處理基板（例如 Si 基板）所露出之含有矽表面，形成與基礎層的界面更平坦（flat）且均勻的合金膜，藉此，就能形更低電阻的接觸構造的基板處理裝置等。

[用以解決課題之手段]

爲解決上述課題，根據本發明具有的觀點，提供一種

(5)

基板處理裝置，屬於具有：具備對被處理基板施以預定之處理的複數個處理室；和共通連結於該些之處理室的共通搬送室；和用以搬送被設置在該共通搬送室內之前述被處理基板的搬送機構之真空處理裝置的基板處理裝置，其特徵為：前述複數個處理室包含：除去前述被處理基板所露出之含有矽表面上的異物的異物除去處理室；和對前述被處理基板上供應含有金屬原料氣體，並將金屬膜成膜在已除去前述異物之前述含有矽表面上的金屬膜成膜處理室；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述金屬膜與前述含有矽表面引起反應而形成合金膜的合金化處理室。

此時，上述異物除去處理室係藉由：對前述被處理基板上供應激勵氣體，用以使前述含有矽表面上的前述異物與前述激勵氣體的氣體成份進行化學反應而產生生成物的生成物生成處理室；和將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含有矽表面上之前述生成物的生成物除去處理室的兩個處理室所構成爲佳。上述合金膜係例如爲金屬矽化物膜，前述合金化處理室是藉由例如將前述被處理基板進行熱處理而使前述金屬膜與前述含有矽表面引起反應，而形成金屬矽化物膜的矽化物形成處理室。此時，上述金屬膜成膜處理室是在不會形成前述金屬膜之矽化物相程度的溫度範圍（例如不滿  $580^{\circ}\text{C}$ ）來實行前述金屬膜的成膜處理，前述矽化物形成處理室是在形成前述金屬膜之矽化物相程度的溫度範圍（例如  $580^{\circ}\text{C}$  以上）來實行前述金屬膜的熱處理的爲佳。

(6)

爲了解決上述課題，根據本發明之別的觀點，提供一種基板處理方法，屬於在被處理基板之含有矽表面上形成合金膜的基板處理裝置之基板處理方法，其特徵爲：在前述複數基板處理裝置內連續實行：除去前述被處理基板所露出之含有矽表面上的異物的異物除去處理工程；和對前述被處理基板上供應含有金屬原料氣體，並將金屬膜成膜在已除去前述異物之前述含有矽表面上的金屬膜成膜處理工程；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述金屬膜與前述含有矽表面引起反應而形成合金膜的合金化處理工程。

此時，上述異物除去處理工程係連續實行：對前述被處理基板上供應激勵氣體，用以使前述含有矽表面上的前述異物與前述激勵氣體的氣體成份進行化學反應而產生生成物的生成物生成處理工程；和將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含有矽表面上之前述生成物的生成物除去處理工程爲佳。再者，上述合金膜係例如爲金屬矽化物膜，前述合金化處理工程是藉由例如將前述被處理基板進行熱處理而使前述金屬膜與前述含有矽表面引起反應，而形成金屬矽化物膜的矽化物形成處理工程。此時，上述金屬膜成膜處理工程是在不會形成前述金屬膜之矽化物相程度的溫度範圍（例如不滿  $580^{\circ}\text{C}$ ）來實行前述金屬膜的成膜處理，前述矽化物形成處理工程是在形成前述金屬膜之矽化物相程度的溫度範圍（例如  $580^{\circ}\text{C}$  以上）來實行前述金屬膜的熱處理的爲佳。

(7)

藉由有關此種本發明的裝置或方法，因可在基板處理裝置內於異物除去處理之後，連續實行金屬膜成膜處理、矽化物形成處理，故可防止金屬膜成膜處理前，在被處理基板之含有矽部分重新形成自然氧化膜。因可確實地除去被處理基板所露出之含有矽表面上的異物，且因可防止藉由含有矽表面之異物而阻礙金屬膜之均勻的合金化（例如矽化物化），故可在含有矽表面上，形成與基礎層之界面為平坦（flat）的金屬矽化物膜。在此形成更低電阻的接觸構造。

此外，上述金屬膜成膜處理，係藉由重覆數次對前述被處理基板上供應前述含有金屬原料氣體，並於前述含有矽表面上產生前述金屬膜之吸附反應的工程；和供應還原氣體，並還原吸附於前述含有矽表面上之前述金屬膜的工程，來成膜前述金屬膜為佳。藉此，由於在利用異物除去處理而於被處理基板之含有矽表面上沒有異物的狀態下，能連續例如進行 ALD-Ti 膜成膜處理，因此可藉由該 ALD-Ti 膜成膜處理一邊控制原子配列一邊堆積 Ti 膜，而形成更平坦且均勻的膜。進而，將被處理基板進行熱處理，使其在 Ti 膜與其基礎層的矽之間引起矽化反應，故能以原子準位控制對 Ti 矽化物膜之含有矽表面的膜厚均勻性。此外，因可藉由 ALD-Ti 膜硬膜處理，以原子準位自由地控制 Ti 膜的膜厚，進而，也可自由地控制 Ti 矽化物膜（鈦矽化物膜）的膜厚。

再者，上述矽化物形成處理室，係將前述金屬膜完全

(8)

地矽化（矽化物化）為佳。藉此，因並未殘留沒被矽化（矽化物化）的金屬膜，故可形成低電阻的接觸構造。此外，上述含有矽表面，係例如以矽或金屬矽化物所形成。此外，上述金屬，係例如由 Ti、Ta、W 中選出。

為解決上述課題，根據本發明之別的觀點，提供一種基板處理裝置，屬於具有：具備對被處理基板施以預定之處理的複數個處理室；和共通連結於該些之處理室的共通搬送室；和用以搬送被設置在該共通搬送室內之前述被處理基板的搬送機構之真空處理裝置的基板處理裝置，其特徵為：前述複數個處理室包含：對前述被處理基板上供應激勵氣體，用以使前述被處理基板所露出之含有矽表面上的異物與前述激勵氣體的氣體成份引起化學反應而產生生成物的生成物生成處理室；和將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含有矽表面上之前述生成物的生成物除去處理室；和對前述被處理基板上供應第 1 含有金屬原料氣體，並在已除去前述異物的前述含有矽表面上成膜第 1 金屬膜的第 1 金屬膜成膜處理室；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述第 1 金屬膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成第 1 金屬矽化物膜的第 1 金屬矽化物形成處理室；和對前述被處理基板上供應第 2 含有金屬原料氣體，而在前述第 1 金屬矽化物膜上成膜第 2 金屬膜的第 2 金屬膜成膜處理室。

為了解決上述課題，藉由本發明之別的觀點，提供一種基板處理方法，屬於在被處理基板之含有矽表面上形成

(9)

金屬矽化物膜的基板處理裝置之基板處理方法，其特徵為包含：對前述被處理基板上供應激勵氣體，用以使前述被處理基板所露出之含有矽表面上的異物與前述激勵氣體的氣體成份引起化學反應而產生生成物的生成物生成處理工程；和將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含有矽表面上之前述生成物的生成物除去處理工程；和對前述被處理基板上供應第 1 含有金屬原料氣體，並在已除去前述異物的前述含有矽表面上成膜第 1 金屬膜的第 1 金屬膜成膜處理工程；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述第 1 金屬膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成第 1 金屬矽化物膜的第 1 金屬矽化物形成處理工程；和對前述被處理基板上供應第 2 含有金屬原料氣體，而在前述第 1 金屬矽化物膜上成膜第 2 金屬膜的第 2 金屬膜成膜處理工程。

藉由有關本發明的裝置或方法，因在基板處理裝置內即使有關第 2 金屬膜成膜處理，被處理基板也不會露出於大氣中，可連續實行，第 2 金屬膜的密著性也會更為提升，強也會更為提升。

為解決上述課題，根據本發明之別的觀點，提供一種基板處理裝置，屬於具有：具備對被處理基板施以預定之處理的複數個處理室；和共通連結於該些之處理室的共通搬送室；和用以搬送被設置在該共通搬送室內之前述被處理基板的搬送機構之真空處理裝置的基板處理裝置，其特徵為：前述複數個處理室包含：對前述被處理基板上供應

(10)

激勵氣體，用以使前述被處理基板所露出之含有矽表面上的異物與前述激勵氣體的氣體成份引起化學反應而產生生成物的生成物生成處理室；和將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含有矽表面上之前述生成物的生成物除去處理室；和對前述被處理基板上供應含有 Ti 原料氣體，並在已除去前述異物的前述含有矽表面上成膜 Ti 膜的 Ti 膜成膜處理室；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述 Ti 膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成 Ti 矽化物膜的 Ti 矽化物形成處理室。

藉由有關此種本發明的裝置，就可在被處理基板的含有矽表面上，形成與基礎層之界面更平坦（flat）且均勻的 Ti 矽化物膜，還可在此形成更低電阻的接觸構造。

為解決上述課題，根據本發明之別的觀點，提供一種基板處理裝置，屬於具有：具備對被處理基板施以預定之處理的複數個處理室；和共通連結於該些之處理室的共通搬送室；和用以搬送被設置在該共通搬送室內之前述被處理基板的搬送機構之真空處理裝置的基板處理裝置，其特徵為：前述複數個處理室包含：對前述被處理基板上供應激勵氣體，用以使前述被處理基板所露出之含有矽表面上的異物與前述激勵氣體的氣體成份引起化學反應而產生生成物的生成物生成處理室；和將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含有矽表面上之前述生成物的生成物除去處理室；和對前述被處理基板上供應含有金屬原料氣體，並在已除去前述異物的前述含有矽表面上成膜金屬

(11)

膜的金屬膜成膜處理室；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述金屬膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成準安定的矽化物相的金屬矽化物膜的準安定矽化物相形成處理室；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述金屬膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成安定的矽化物相的金屬矽化物膜的安定矽化物相形成處理室。

為解決上述課題，根據本發明之別的觀點，提供一種基板處理裝置，屬於具有：具備對被處理基板施以預定之處理的複數個處理室；和共通連結於該些之處理室的共通搬送室；和用以搬送被設置在該共通搬送室內之前述被處理基板的搬送機構之真空處理裝置的基板處理裝置，其特徵為：前述複數個處理室包含：對前述被處理基板上供應激勵氣體，用以使前述被處理基板所露出之含有矽表面上的異物與前述激勵氣體的氣體成份引起化學反應而產生生成物的生成物生成處理室；和將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含有矽表面上之前述生成物的生成物除去處理室；和對前述被處理基板上供應含有 Ti 原料氣體，並在已除去前述異物的前述含有矽表面上成膜 Ti 膜的 Ti 膜成膜處理室；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述 Ti 膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成 C49 相的 Ti 矽化物膜的 C49 相矽化物形成處理室；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述 Ti 膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成 C54 相的 Ti 矽化物膜的 C54 相矽化物形成處理室。

(12)

爲了解決上述課題，藉由本發明之別的觀點，提供一種基板處理方法，屬於在被處理基板之含有矽表面上形成金屬矽化物膜的基板處理裝置之基板處理方法，其特徵爲包含：對前述被處理基板上供應激勵氣體，用以使前述被處理基板所露出之含有矽表面上的異物與激勵氣體的氣體成份引起化學反應而產生生成物的生成物生成處理工程；和將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含有矽表面上之前述生成物的生成物除去處理工程；和對前述被處理基板上供應含有金屬原料氣體，並在已除去前述異物的前述含有矽表面上成膜金屬膜的金屬膜成膜處理工程；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述金屬膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成準安定的矽化物相的金屬矽化物膜的準安定矽化物相形成處理工程；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述金屬膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成安定的矽化物相的金屬矽化物膜的安定矽化物相形成處理工程。

藉由有關此種本發明的裝置或方法，就可形成具有所希望之矽化物相（例如 C49 相、C54 相）的結晶構造（所希望的電阻率）的金屬矽化物膜（例如鈦矽化物膜）。

爲了解決上述課題，藉由本發明之別的觀點，提供一種電腦可讀取之記錄媒體，屬於記憶著在被處理基板之含有矽表面上形成金屬矽化物膜的基板處理裝置之實行基板處理方法的程式之記錄媒體，其特徵爲：在電腦記錄著用以在前述基板處理裝置內連續實行以下步驟之程式：對前

(13)

述被處理基板上供應激勵氣體，用以使前述被處理基板所露出之含有矽表面上的異物與激勵氣體的氣體成份引起化學反應而產生生成物的生成物生成處理步驟；和將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含有矽表面上之前述生成物的生成物除去處理步驟；和對前述被處理基板上供應含有金屬原料氣體，並在已除去前述異物的前述含有矽表面上成膜金屬膜的金屬膜成膜處理步驟；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述金屬膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成金屬矽化物膜的矽化物形成處理步驟。

為解決上述課題，藉由本發之別的觀點，提供一種程式，屬於在被處理基板之含有矽表面上形成金屬矽化物膜的基板處理裝置之實行基板處理方法的程式，其特徵為：在電腦使前述基板處理裝置內連續實行以下步驟：對前述被處理基板上供應激勵氣體，用以使前述被處理基板所露出之含有矽表面上的異物與激勵氣體的氣體成份引起化學反應而產生生成物的生成物生成處理步驟；和將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含有矽表面上之前述生成物的生成物除去處理步驟；和對前述被處理基板上供應含有金屬原料氣體，並在已除去前述異物的前述含有矽表面上成膜金屬膜的金屬膜成膜處理步驟；和藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述金屬膜與前述含有矽表面引起矽化反應，來形成金屬矽化物膜的矽化物形成處理步驟。

(14)

因藉由此種本發明，就能藉由連續實行異物除去處理（生成物生成處理，生成物除去處理）、和金屬膜成膜處理、和矽化物形成處理，在確實除去被處理基板之所露出的含有矽表面上之異物的狀態，進行金屬膜之成膜與矽化物之形成，故可在含有矽表面上形成與基礎層之界面更平坦且均勻的金屬矽化物膜。

再者，上述基板處理裝置係具備複數個前述真空處理裝置，透過通道部而分別連結前述各真空處理裝置所構成亦可。此外，在本詳細說明書中的合金，也包含：使已成膜的金屬（例如 Ti）與其基礎層（例如矽）一起反應而形成的矽化物（矽化物），以及使已成膜的金屬（例如 Ti）與其基礎層的金屬（例如金屬矽化物膜）一起反應而形成的合金（例如 Ti-Co、Ti-Ni 等）。此外，在本詳細說明書中的異物，包含：例如蝕刻殘渣等的污染、顆粒、自然氧化膜等。

#### [發明效果]

如以上說藉由本發明，就可在被處理基板的含有矽表面上，形成與基礎層之界面更平坦（flat）且均勻的金屬矽化物膜，還可在此形成更低電阻的接觸構造。

#### 【實施方式】

##### [用以實施發明的最佳形態]

以下邊參照所附圖面，邊針對本發明之最佳實施形態

(15)

做詳細說明。再者，於本詳細說明書及圖面中，實際上針對具有同一功能構成的構成要素，藉由附上同一符號，以省略重覆說明。

（有關第 1 實施形態之基板處理裝置的構成例）

首先，邊參照圖面邊說明有關本發明之第 1 實施形態的基板處理裝置之構成例。第 1 圖是表示有關本實施形態的基板處理裝置之一例的概略構成圖。如第 1 圖所示，基板處理裝置 100 係連結具備連接著複數個處理室的共通搬送室的複數個真空處理裝置（例如第 1 真空處理裝置與第 2 真空處理裝置）而成。

第 1 真空處理裝置係具備第 1 共通搬送室 102。第 1 共通搬送室 102 係構成略多角形（例如不規則七角形）。此外，在第 1 共通搬送室 102 內具有保持晶圓 W 的兩個拾取部 118A、118B，並設有可屈伸及廻旋的第 1 搬送機構 118。在第 1 共通搬送室 102 的周圍，係分別透過閘閥 106A～106D 而連結有構成可真空吸引的複數個（例如四個）處理室 104A～104D。具備第 1 共通搬送室 102 與連結於此的處理室（處理室 104A～104D）的真空處理裝置，係構成第 1 真空處理裝置之一例。

在各處理室 104A～104D，係設有載置被處理基板例如半導體晶圓（以下亦簡稱「晶圓」。）W 的載置台 105A～105D。各處理室 104A～104D 係可分別對載置在載置台 105A～105D 的晶圓 W，施行預定的處理。

(16)

另一方面，第 2 真空處理裝置係具備第 2 共通搬送室 120。第 2 共通搬送室 120 係與第 1 共通搬送室 102 同樣地構成略多角形（例如不規則七角形）。在第 2 共通搬送室 120 的兩個邊，係分別透過閘閥 106E、106F 而連結有各處理室 104E、104F。再者，具備第 2 共通搬送室 120 與連結於此的處理室（處理室 104E、104F）的真空處理裝置，係構成第 2 真空處理裝置之一例。

在第 1 共通搬送室 102 與第 2 共通搬送室 120 之間，係連結有連通各共通搬送室 102、120，並且暫時保持晶圓 W 的通道部 122。在第 1 共通搬送室 102 與第 2 共通搬送室 120 之間搬送晶圓之際，將晶圓 W 暫時保持在通道部 122。在第 1 共通搬送室 102 與通道部 122 的接合部設有閘閥 126。藉由開閉該閘閥 126，就可將各共通搬送室 102、120 間連通及遮斷。

在上述各處理室 104E、104F 內，係與其他處理室 104A～104D 同樣地，分別設有保持晶圓 W 的載置台 105E、105F。此外，在第 2 共通搬送室 120 內與第 1 共通搬送室 102 同樣地，設置具有兩個拾取部 124A、124B 之可屈伸及廻旋的第 2 搬送機構 124。第 2 共通搬送室 120 的第 2 搬送機構 124 是利用與第 1 共通搬送室 102 之第 1 搬送機構 118 情形同樣的操作，有效率地來搬送晶圓。

在第 2 共通搬送室 120，係透過可真空及引的兩個真空隔絕室 108A、108B 而連結有略長方形狀的搬入側搬送室 110。在真空隔絕室 108A、108B 與第 2 共通搬送室 120

(17)

及搬入側搬送室 110 的連結部，分別介裝有閘閥 107A、107B。

在上述搬入側搬送室 110 係連結有載置可收容複數枚晶圓 W 之晶圓匣的例如三個導入口 112A~112C 以及旋轉晶圓 W，並以光學式求得該偏心量而進行定位的定位器 114。

在搬入側搬送室 110 內，係具有保持晶圓 W 的兩個拾取部 116A、116B，並設有構成可屈伸、迴旋、昇降及直線移動的搬入側搬送機構 116。在基板處理裝置 100 係連接有控制部 200，形成藉由該控制部 200 來控制基板處理裝置 100 的各部。

再者，第 2 共通搬送室 120 與兩個真空隔絕室內的任一方，例如與真空隔絕室 108A 的連結部之搬送口 109A，係作為專用於將晶圓 W 搬入到第 2 共通搬送室 120 內的搬入口使用，與另一方之真空隔絕室 108B 的連結部之搬送口 109B，係作為專用於將晶圓 W 從第 2 共通搬送室 120 往外搬出的搬出口使用。

（晶圓處理的具體例）

其次，針對藉由有關上述之第 1 實施形態的基板處理裝置 100 所實行的晶圓處理（基板處理方法）做說明。基板處理裝置 100 係針對例如具有如第 2 圖所示的膜構造之 Si 晶圓（Si 基板）160，進行處理。Si 晶圓 160，係在裸基板 162 上形成層間絕緣膜 164，且藉由蝕刻形成接觸孔

(18)

165，使 Si 表面 163 露出於接觸孔 165 的底部。

在此，係舉例在如第 2 圖所示的 Si 表面 163 上形成 Ti 矽化物膜（鈦矽化物膜）的情形。第 3A 圖～第 3D 圖是說明有關第 1 實施形態之晶圓處理的工程圖，第 4A 圖～第 4C 圖是分別放大第 3A 圖～第 3C 圖所示之各工程的接觸孔之底部（A 部）的膜構造的模式圖。第 5A 圖、第 5B 圖係作為第 4A 圖～第 4C 圖的比較例，放大在露出 Si 晶圓 160 之裸基板 172 的 Si 表面，再度附著有自然氧化膜等之異物 173 的狀態下，予以成膜 Ti 膜，同時形成 Ti 矽化物膜之情形的接觸孔之底部的膜構造的模式圖。第 5A 圖是 Ti 矽化物膜形成前的狀態，對應於第 4A 圖。第 5B 圖是 Ti 矽化物膜形成後的狀態，對應於第 4C 圖。

有關第 1 實施形態的基板處理裝置 100，係搬入如第 2 圖所示的 Si 晶圓 160，連續實行以下所示的處理。即，如第 3A 圖所示，先進行除去 Si 表面 163 上之異物（例如蝕刻殘渣等之污染、顆粒、自然氧化膜等）的異物除去處理。藉此，例如接觸孔的底部（第 3A 圖所示的 A 部），係如第 4A 圖所示，為沒有自然氧化膜等之異物的平坦且均勻的面。

其次，不將 Si 晶圓露出於大氣中，在基板處理裝置 100 內連續進行 Ti 矽化物膜形成處理。進而，在有關第 1 實施形態的 Ti 矽化物膜形成處理中，分為 Ti 膜之成膜（Ti 膜成膜處理）與 Ti 之矽化（Ti 矽化物形成處理）的兩階段來實行。即，在 Ti 矽化物膜形成處理中，如第 3B 圖

(19)

所示，先對除去自然氧化膜等之異物的 Si 表面 163 上，例如供應  $\text{TiCl}_4$  等之含有 Ti 原料氣體，進行予以成膜 Ti 膜 166 的 Ti 膜成膜處理。藉此，例如接觸孔的底部（第 3B 圖所示的 A 部），係如第 4B 圖所示，予以成膜成與基礎層的界面（在此為裸基板 162 的 Si 表面 163）為平坦且均勻的 Ti 膜 166。

接著，如第 3C 圖所示，施行將 Si 晶圓 160 進行熱處理使其在 Ti 膜 166 與該基礎層（Si）之間引起矽化反應（矽化物化反應），而在 Si 晶圓 160 之 Si 表面 163 上形成 Ti 矽化物膜的 Ti 矽化物形成處理。藉此，例如接觸孔的底部（第 3C 圖所示的 A 部），係如第 4C 圖所示，就能成膜成與 Si（基礎層）的界面，即與裸基板 162 的界面 161 為平坦且均勻的 Ti 矽化物膜 167。此時，由於予以成膜 Ti 膜 166 之後產生矽化，故可形成 Ti 膜 166 完全矽化的 Ti 矽化物膜 167。

其次，如第 3 圖（D）所示，進一步施行將 TiN 膜 168 成膜在 Ti 膜 166 上的 TiN 膜成膜處理。像這樣，在 Si 晶圓 160 之接觸孔 165 內，形成有 Ti 膜 166 及 TiN 膜 168 的阻障膜。

可是如果，如習知在基板處理裝置 100 外進行 Si 晶圓之 Si 表面上的異物之除去的話，由於在其 Si 表面上形成 Ti 矽化物膜，故在基板處理裝置 100 內取入 Si 晶圓時，Si 表面會露出於大氣中。因此，例如，如第 5A 圖所示，在 Ti 矽化物膜形成前，在 Si 晶圓所露出的裸基板 172

(20)

表面，會重新產生自然氧化膜等的異物 173。

像這樣，在裸基板 172 表面再度附著有自然氧化膜等之異物 173 的狀態下，形成 Ti 矽化物膜的話，Ti 膜之均勻的矽化（矽化物化）會因其異物 173 受到阻害，就會有與 Si（基礎層）的界面，即裸基板 172 與 Ti 矽化物膜 177 的界面變粗度大的問題。

進而如果，如習知，予以成膜 Ti 膜，同時形成 Ti 矽化物膜的話，Ti 膜的矽化反應（矽化物化反應）較易於急遽地進進行 Ti 膜的矽化反應（矽化物化反應），Ti 矽化物膜 177 與其基礎層（Si）的界面之粗度變更大。因此，在 Ti 矽化物膜形成後，如第 5B 圖所示，Ti 矽化物膜 177 與其基礎層（Si）的界面之粗度增大。

此外，像這樣在 Ti 膜之矽化（矽化物化）不均勻的狀態下，如困急遽地進行，並無法將所有的 Ti 膜完全矽化，在 Ti 矽化物膜 177 上會有殘留一部分未被矽化的 Ti 膜之虞。像這樣，如果殘留未被矽化的 Ti 膜，即造成阻礙接觸之低電阻化的主因。

對此，在第 1 實施形態中，如上述，在基板處理裝置 100 內實行異物除去處理之後，並不會將 Si 晶圓露出於大氣中，會在基板處理裝置 100 內連續進行 Ti 矽化物膜形成處理。如第 4A 圖所示，裸基板 162 之 Si 表面 163 沒有異物，在極平坦且均勻的狀態下，可形成如第 4B 圖所示的 Ti 矽化物膜 166。進而，Ti 矽化物膜形成處理，係分為 Ti 膜之成膜與 Ti 之矽化的兩階段來實行。藉此，如第

(21)

4C 圖所示，在 Ti 矽化物膜形成後，基礎層 (Si) 即裸基板 162 與 Ti 矽化物膜 166 的界面 161 可成為極平坦且均勻的狀態。

像這樣，藉由第 1 實施形態，由於可形成與基礎層 (Si) 的界面極為平坦且膜厚很薄的 Ti 矽化物膜，因此可應用於更淺的擴散層之接觸。即，就算應用於較淺的擴散層之接觸，也不會發生其擴散層的底部穿透 Ti 矽化物膜的一部分而增加接合泄放電流，或者破壞接合等的問題。

而且，藉由第 1 實施形態，因可將 Ti 矽化物膜與其基礎層 (Si) 的界面做成極平坦且均勻，故肖特基障壁會更低。因而，由肖特基障壁的觀點來看，可降低接觸電阻。進而，藉由第 1 實施形態，因可形成膜厚更薄的 Ti 矽化物膜，故可自擴散層之表面起在很淺且雜質濃度很濃的位置形成接觸。因而，由擴散層之雜質濃度的觀點來看，可降低接觸電阻。

(異物除去處理)

以下，針對上述之各製程處理中，屬於本發明之主要製程處理的異物除去處理、Ti 矽化物膜形成處理，做更詳細地說明。首先，針對 Ti 矽化物膜成膜處理之前工程所進行的異物除去處理做說明。在第 1 實施形態中，實行不使用水份且不使用電漿的異物除去處理。該異物除去處理係藉由例如使得包含附著在 Si 晶圓之自然氧化膜的異物與氣體成份引起化學反應而產生生成物的生成物生成處

(22)

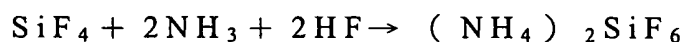
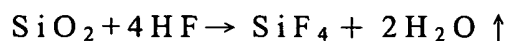
理；和藉由熱處理除去產生在 Si 晶圓上之生成物的生成物除去處理的兩階段之處理所構成。

生成物生成處理例如為 COR (Chemical Oxide Removal) 處理，生成物除去處理例如為 PHT (Post Heat Treatment) 處理。COR 處理是使附著在 Si 晶圓上的異物例如自然氧化膜等的氧化膜與例如氨 (NH<sub>3</sub>) 氣體及氟化氫 (HF) 氣體等之 3 氣體分子引起化學反應而產生生成物 (主要為 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>) 的處理。PHT 處理係加熱已施行 COR 處理的 Si 晶圓，並藉由 COR 處理的化學反應使產生在 Si 晶圓上的生成物氯化 (昇華) 而從 Si 晶圓除去的處理。

像這樣，由於 COR 處理及 PHT 處理，特別是 COR 處理，不使用水成份且不使用電漿，就能除去 Si 晶圓之自然氧化膜等的異物，因此相當於非電漿蝕刻處理及乾式清洗處理 (乾燥洗淨處理)。

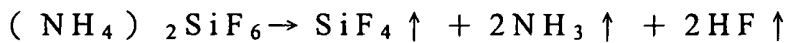
例如藉由於 COR 處理及 PHT 處理中，以氨氣及氟化氫作為反應氣體使用，利用以下的化學反應來除去自然氧化膜等之異物。

[ COR 處理之化學反應式 ]



[ PHT 處理之化學反應式 ]

(23)



利用上述之化學反應的 COR 處理及 PHT 處理，具有以下之特性。

再者，於 PHT 處理中，也會產生若干量  $\text{N}_2$  及  $\text{H}_2$ 。

[ COR 處理及 PHT 處理之特性 ]

(1) 熱氧化膜之選擇比（除去速度）高。具體上，COR 處理及 PHT 處理，係熱氧化膜之選擇比較高，多晶矽之選擇比較低。因而，能更有效率除去以熱氧化膜之  $\text{SiO}_2$  膜所形成的絕緣膜之表層和具有與  $\text{SiO}_2$  膜同樣之特性的疑似  $\text{SiO}_2$  層或矽表層的自然氧化膜及水印。

(2) 已除去表層和疑似  $\text{SiO}_2$  層之絕緣膜的表面之自然氧化膜的成長速度慢。具體上，針對藉由對 Si 晶圓施行濕式蝕刻處理所露出的 Si 表面，對於厚度 3 埃（angstrom）之自然氧化膜的成長時間約為 10 分鐘，針對藉由對 Si 晶圓施行 COR 處理及 PHT 處理所露出的 Si 表面，厚度 3 埃（angstrom）之自然氧化膜的成長時間約為 2 小時以上。因而，在藉由 COR 處理及 PHT 處理的洗淨工程中，並不會產生新水印，更因洗淨工程後之時間經過的自然氧化膜之成長也被抑制，故可提昇半導體元件的可靠性。

(3) 於乾燥環境中進行反應。具體上，於 COR 處理中，反應不使用水。此外，即使經由 COR 處理產生水分

(24)

子，由於 COR 處理是在略真空狀態進行，故在氣體狀態才會產生水分子。因而，因水分子在液體狀態下不會附著在 Si 晶圓，故在 Si 晶圓之表面不產生水印等。此外，由於 PHT 處理是在高溫下進行，因此在 Si 晶圓之表面不會產生水印等，在 Si 晶圓所露出的 Si 表面也沒有分配到 OH 基。因而，因 Si 晶圓之表面為鈍化 (passivate)，不會變成親水性，故由於 Si 晶圓之表面也不會吸濕，因此可防止半導體元件之配線可靠性降低。

(4) 生成物 (錯體) 的生成量經過預定時間就會緩和。具體上，只要經過預定時間，那以後即使將水印曝露在氮氣及氟化氫氣的混合氣體中，也不會增加生成物的生成量。此外，生成物的生成量是根據混合氣體的壓力、體積流量比等之混合氣體的參數所決定。因而，能輕易進行水印之除去量的控制。

(5) 產生非常少的顆粒。具體上，例如即使對 2000 枚的 Si 晶圓實行自然氧化膜的除去，在處理室內和處理室的內壁等也幾乎觀察不到顆粒的附著。因而，在半導體元件並不會發生經由顆粒的配線短路等，就能提昇半導體元件的可靠性。

像這樣，在第 1 實施形態中，藉由實行不使用水成份且不使用電漿的異物除去處理，其次可針對連續進行的 Ti 膜成膜處理提昇膜的密著性、強度。此外，由於在有關第 1 實施形態的異物除去處理中，並未使用電漿，因此就可防止在 Ti 膜的基礎層，特別是 Si 晶圓的擴散層表面，受

(25)

到電漿引起的充電損傷，故可進行沒有損傷的配線加工，就能加以成膜具有良好接觸電阻的膜。

再者，第 1 實施形態的異物除去處理，也可應用於藉由使用氬電漿的乾式洗淨來進行自然氧化膜除去者。此時，一旦 Si 基板之擴散層表面因電漿受損，就會有不均勻地非晶質化之虞。因而如果在該狀態下，一旦利用電漿 CVD 加以成膜 Ti 膜，同時形成 Ti 矽化物膜時，Ti 矽化物膜的  $\text{TiSi}_2$  結晶會變得很不均勻。由於像這樣之不均勻狀態的  $\text{TiSi}_2$  結晶具有比較疏的，因此電阻率較高，並且 Ti 矽化物膜與基礎層的接觸變得很不均勻，接觸電阻增加。

這點，由於在第 1 實施形態中，因以不使用電漿的異物除去處理作為前處理來進行，故 Si 基板之擴散層表面不會因電漿受損，因此可更加提高 Ti 矽化物膜之  $\text{TiSi}_2$  結晶的均勻性，還能形成更低電阻的接觸構造。

此外，藉由利用 COR 處理及 PHT 處理的化學反應過程來控制 Si 基板的 Si 表面及界面的原子配列（morphology），就能防止發生不必要的界面準位與堆積在此的電荷，精密地控制界面電荷。即，可將 Ti 矽化物膜和具有與該基礎層（Si）之平坦界面的電阻電極，以晶圓面內均勻地製作成。像這樣，因藉由形成平坦且均勻的 Ti 矽化物膜，就將肖特基障壁成為一定的高度，且形成勻界面，故可防止局部的電流流動，進而能防止使用此種接觸製造的電晶體等於 OFF 時發生泄放電流。

(26)

(Ti 矽化物膜形成處理)

其次，針對 Ti 矽化物膜形成處理做說明。第 1 實施形態的 Ti 矽化物膜形成處理，係如上述藉由加以成膜 Ti 膜（第 1 膜）的 Ti 膜成膜處理（第 1 金屬膜成膜處理）；和在該 Ti 膜與基礎層之間引起矽化反應而形成 Ti 矽化物的 Ti 矽化物形成處理（第 1 金屬膜矽化物形成處理）的兩階段之處理所構成。

首先，針對 Ti 膜成膜處理做說明。在 Ti 膜成膜處理中，對在 Si 晶圓 160 所露出的 Si 表面 163 上，例如供應  $\text{TiCl}_4$  等之含有 Ti 原料氣體來成膜 Ti 膜 166。在該 Ti 膜成膜處理中，只進行 Ti 膜的成膜，Ti 矽化物的形成是藉由接著連續的 Ti 矽化物形成處理所進行。因此，在有關第 1 實施形態的 Ti 膜成膜處理中，將製程溫度設定在 Ti 膜 166 與該基礎層（Si）之間不會引起矽化反應的溫度範圍來進行為佳。在此所謂的 Ti 膜 166 與該基礎層（Si）之間不會引起矽化反應的溫度範圍，是指不會因 Ti 膜之矽化反應而形成結晶構造の溫度範圍，具體上是不會形成比 Ti 膜更安定的矽化物相（例如  $\text{TiSi}_2$  之準安定的 C49 相，安定的 C54 相）の溫度範圍。

在此，針對在 Ti 膜成膜處理中，不會在如上述的 Ti 膜與該基礎層（Si）之間引起矽化反應の溫度範圍做說明。在此是根據將 Ti 膜成膜在 Si 晶圓之際の Ti 膜之成膜速率與 Si 晶圓之溫度（設定溫度）の關係來研究最佳の溫度範圍。具體上是將 Ti 膜成膜在 Si 晶圓之際，一旦在 Ti

(27)

膜與該基礎層（Si）之間引起矽化反應，即利用 Ti 膜之成膜速率變大。

第 6 圖是以座標表示將 Ti 膜成膜在 si 晶圓之 Si 表面上之際的成膜速率與晶圓之設定溫度的關係之圖。對 Si 晶圓供應  $\text{TiCl}_4$  氣體，並且供應  $\text{H}_2$  氣體及 Ar 氣體而使其產生電漿，邊改變 Si 晶圓的設定溫度邊於每預定時間（2min）進行 Ti 膜之成膜的實驗，於每個 Si 晶圓之設定溫度檢測出成膜速率的結果。再者，成膜速率，係根據藉由 XRF（螢光分析裝置）所檢測出的膜厚而算出者。

藉由第 6 圖所示的實驗結果，了解到  $580^\circ\text{C}$  以上之溫度範圍的成膜速率，與  $500^\circ\text{C} \sim 550^\circ\text{C}$  附近之溫度範圍的成膜速率相比為較大。此乃推測在  $580^\circ\text{C}$  以上的溫度範圍，引起 Ti 膜與該基礎層（Si）的矽化反應，形成更安定的矽化物相（例如  $\text{TiSi}_2$  的 C49 相、C54 相）。因而，如果 Si 晶圓之設定溫度是未滿  $580^\circ\text{C}$  的溫度範圍，因不會引起 Ti 膜與該基礎層（Si）的反應，故不會形成矽化物相（例如  $\text{TiSi}_2$  的 C49 相、C54 相）。

因而，將製程溫度（在此為 Si 晶圓的溫度）設定在未滿  $580^\circ\text{C}$  的溫度範圍，來進行 Ti 膜成膜處理為佳。例如設定為  $565^\circ\text{C}$  更好。藉此，就能在與基礎層（Si）之間不會引起矽化反應地來成膜 Ti 膜。

例如藉由電漿 CVD 進行加以成膜 Ti 膜的 CVD-Ti 膜成膜處理，作為 Ti 膜成膜處理。該 CVD-Ti 膜成膜處理，係如第 7 圖所示，先同時進行作為金屬原料氣體之例如

(28)

TiCl<sub>4</sub> 氣體的供應；和作為還原氣體之例如 H<sub>2</sub> 氣體的供應與 Ar 氣體的供應；和發生電漿來進行加以成膜 Ti 膜的成膜工程。然後，配合需要，為了在後述之 TiN 膜成膜處理，提高加以成膜 TiN 膜之際的密著性，同時期地進行 NH<sub>3</sub> 氣體的供應、Ar 氣體的供應、H<sub>2</sub> 氣體的供應和電漿發生，來進行加以氮化 Ti 膜之表面的氮化工程。

在第 1 實施形態中，連 CVD-Ti 膜成膜處理，都將製程溫度（Si 晶圓的溫度）設定在比習知之 650℃ 還低之未滿 580℃ 的溫度範圍來實行。藉此，不會形成 Ti 膜之矽化物相（例如 TiSi<sub>2</sub> 之 C49 相，C54 相）地來成膜 CVD-Ti 膜，為了藉由後面連續的 Ti 矽化物形成處理而使其形成 Ti 矽化物膜，與習知相比，可形成與基礎層（Si）的界面更平坦且均勻的 Ti 矽化物膜。

此外，藉由重覆數次供應 TiCl<sub>4</sub> 氣體而在 Si 晶圓之 Si 表面上產生 Ti 膜之吸附反應（Ti 與 Si 的反應）的吸附工程；和供應還原氣體來還原吸附在含有矽表面上的 Ti 膜的還原工程，作為 Ti 膜成膜處理，也可進行使用加以成膜 Ti 膜的 Ti 膜成膜處理，例如原子層堆積（ALD：Atomic Layered Deposition）之手法的 ALD-Ti 膜成膜處理。此時，也將製程溫度（Si 晶圓的溫度）設定在未滿 580℃ 的溫度範圍。

像這樣，藉由分成 Ti 膜的吸附工程與還原工程而重覆數次來成膜 Ti 膜，因膜中的雜質減少，故利用後面連續進行的矽化物形成處理工程之矽化反應就很安定。藉

(29)

此，與基礎層（Si）的界面就能成膜成更平坦且均勻的 Ti 膜。

特別是在第 1 實施形態中，因可藉由利用 COR 處理及 PHT 處理的異物除去處理，在 Si 晶圓之 Si 表面不會附著自然氧化膜等之異物的狀態下，一邊連續藉由 ALD-Ti 膜成膜處理來控制原子配列，一邊堆積 Ti 膜，故可形成更平坦且均勻的膜。進而，因將此進行熱處理而使其引起矽化反應，來形成 Ti 矽化物膜，故能以原子準位來控制對 Ti 矽化物膜之基礎層（Si）的膜厚均勻性。此外，因藉由 ALD-Ti 膜成膜處理，就能以原子準位自由地控制 Ti 膜的膜厚，故進而也可自由地控制 Ti 矽化物膜的膜厚。

於第 8 圖表示此種 ALD-Ti 膜成膜處理的具體例。在第 8 圖所示的製程處理中，先藉由短時間供應  $\text{TiCl}_4$  氣體使其吸附反應之後，重覆複數次進行 Ar 氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應和電漿生成而還原的工程，來進行加以成膜 Ti 膜的成膜工程。此時，也在其後配合需要，進行同時期施行  $\text{NH}_3$  氣體的供應、Ar 氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應和電漿發生的氮化工程。

此外，於第 9 圖表示 ALD-Ti 膜成膜處理的其他例。在第 9 圖所示的製程處理中，藉由同時期施行  $\text{TiCl}_4$  氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應、Ar 氣體的供應和電漿生成，邊分解（resolution） $\text{TiCl}_4$  氣體邊使其吸附反應之後，重覆複數次供應  $\text{H}_2$  氣體的供應所熱還原的工程，來進行加

(30)

以成膜 Ti 膜的成膜工程。此時，也在其後配合需要，進行同時期施行  $\text{NH}_3$  氣體的供應、Ar 氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應和電漿發生的氮化工程。

進而，於第 10 圖表示 ALD-Ti 膜成膜處理的另一其他例。在第 10 圖所示的製程處理中，藉由同時期施行  $\text{TiCl}_4$  氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應、Ar 氣體的供應和電漿生成，邊分解 (resolution)  $\text{TiCl}_4$  氣體邊使其吸附反應之後，重覆數次同時期進行  $\text{H}_2$  氣體的供應、Ar 氣體的供應和電漿發生所電漿還原的工程，來進行加以成膜 Ti 膜的成膜工程。此時，也在其後配合需要，進行同時期施行  $\text{NH}_3$  氣體的供應、Ar 氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應和電漿發生的氮化工程。

再者，作為 Ti 膜成膜處理，除上述外，也可以設定在比上述  $580^\circ\text{C}$  更低溫的  $400^\circ\text{C} \sim 450^\circ\text{C}$ ，藉由電漿 CVD 來實行加以成膜 Ti 膜的 SFD (Sequential Flow Deposition) - Ti 膜成膜處理。SFD-Ti 膜成膜處理，係例如如第 11 圖所示，藉由先同時期進行  $\text{TiCl}_4$  氣體的供應、Ar 氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應和電漿發生，重覆數次停止  $\text{TiCl}_4$  氣體之供應的工程，來進行加以成膜 Ti 膜的成膜工程。此時，也在其後配合需要，進行同時期施行  $\text{NH}_3$  氣體的供應、Ar 氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應和電漿發生的氮化工程。

其次，針對 Ti 膜成膜處理之後，連續所進行的 Ti 矽化物形成處理 (回火處理) 做說明。在 Ti 矽化物形成處

(31)

理中，藉由將 Si 晶圓進行熱處理，引起 Ti 膜與該基礎層（Si）的矽化反應，形成 Ti 膜的矽化物相（例如  $\text{TiSi}_2$  的 C49 相、C54 相）。藉此，形成有 Ti 矽化物膜 167。因此，在有關第 1 實施形態的 Ti 矽化物膜形成處理中，將製程溫度設定在 Ti 膜 166 與該基礎層（Si）引起矽化反應的溫度範圍來進行為佳。在此所謂的 Ti 膜 166 與該基礎層（Si）引起矽化反應的溫度範圍，是指因引起 Ti 膜之矽化反應而形成有 Ti 矽化物之結晶構造之溫度範圍，具體上是形成比 Ti 膜更安定的矽化物相（例如  $\text{TiSi}_2$  之準安定的 C49 相，安定的 C54 相）的溫度範圍。

在此，針對在 Ti 矽化物形成處理中，引起如上述的 Ti 膜與該基礎層（Si）之矽化反應的溫度範圍做說明。藉由第 6 圖所示的實驗結果，已針對在晶圓之設定溫度為  $580^\circ\text{C}$  以上的溫度範圍，在 Ti 膜與基礎層（Si）之間引起矽化反應而形成有 Ti 膜之矽化物相做說明。在此，進而在  $580^\circ\text{C}$  以上的溫度範圍中，針對用以形成更安定的矽化物相（例如  $\text{TiSi}_2$  之準安定的 C49 相，安定的 C54 相）的最佳溫度範圍，根據第 12 圖所示的實驗結果來研究。

第 12 圖是以座標表示將 Si 晶圓之 Si 表面上之 Ti 膜加以熱處理時的晶圓之設定溫度與 Ti 矽化物（例如  $\text{TiSi}_2$ ）之電阻率及該電阻率之晶圓面內均勻性之關係的圖。藉由第 12 圖所示的電阻率之座標，了解到晶圓的設定溫度愈高，Ti 矽化物的結晶構造就會變化（相轉變）而成為低電阻。此外，第 12 圖所示的電阻率之面內均勻性的座標

(32)

，係表示 Ti 矽化物之結晶構造的面內分佈。例如了解到因 630℃ 附近，C49 相與 C54 相會混合，故電阻率的面內均勻性變高，會發生面內分佈。

藉由該第 12 圖所示的座標，在 580℃ 以上的溫度範圍，在 590℃ ~ 610℃ 附近的溫度範圍形成有屬於準安定之矽化物相的 C49 相，在更高的 640℃ ~ 650℃ 附近的溫度範圍屬於安定的矽化物相，形成有更低電阻的 C54 相。

因而，藉由將製程溫度（在此為 Si 晶圓的溫度）設定在 590℃ ~ 610℃ 的溫度範圍（理想為 600℃）來進行 Ti 矽化物形成處理，形成具有準安定之矽化物相的 C49 相的結晶構造之低電阻的 Ti 矽化物膜。

此外，藉由將製程溫度（在此為 Si 晶圓的溫度）設定在 640℃ ~ 650℃ 的溫度範圍（理想為 650℃）來進行 Ti 矽化物形成處理，形成具有安定之矽化物相的 C54 相的結晶構造之更低電阻的 Ti 矽化物膜。像這樣，在 Ti 矽化物形成處理中，藉由進行熱處理之際的製程溫度之設定，就能形成具有所希望之結晶構造（所希望的電阻率）的 Ti 矽化物膜。

再者，為了藉由第 1 實施形態的 Ti 矽化物形成處理，形成 C54 相的 Ti 矽化物膜，如上述以製程溫度為 640℃ ~ 650℃ 的溫度範圍來進行熱處理，一氣地形成 C54 相的 Ti 矽化物膜亦可，但藉由分為兩階段進行熱處理的兩階段回火處理所形成亦可。亦即，藉由先將製程溫度設定在 590℃ ~ 610℃ 的溫度範圍（例如 600℃）來進行熱處理

(33)

，形成 C49 相的 Ti 矽化物膜（第 1 回火處理）。接著，藉由以製程溫度為  $640^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$  的溫度範圍（例如  $650^{\circ}\text{C}$ ）來進行熱處理並使其相轉變，形成 C54 相的 Ti 矽化物膜亦可。藉此，就能更安定的形成 C54 相的 Ti 矽化物膜。

（處理室的構成例）

其次，說明第 1 圖所示的基板處理裝置 100 之處理室的構成例。基板處理裝置 100 係可連續實行不使用水份且不使用電漿除去 Si 晶圓上的自然氧化膜等之異物的異物除去處理；和將第 1 金屬膜（例如 Ti 膜）成膜在已施行該異物除去處理的 Si 晶圓之 Si 表面上外，在第 1 金屬膜與基礎層（Si）之間引起矽化反應而形成第 1 金屬矽化物膜（例如 Ti 矽化物膜）的第 1 金屬矽化物膜形成處理（例如 Ti 矽化物膜形成處理）；和將第 2 金屬膜（例如 TiN 膜）成膜在第 1 金屬矽化物膜上的第 2 金屬膜成膜處理（TiN 膜成膜處理）的構成。

例如以處理室 104A $\sim$ 104F 中的至少三個處理室分別作為異物除去處理室、第 1 金屬矽化物膜形成處理室、第 2 金屬膜成膜處理室所構成。針對該中之異物除去處理，係在藉由生成物生成處理（例如 COR 處理）；和生成物除去處理（例如 PHT 處理）之兩階段的處理所進行之情形下，以生成物生成處理室、生成物除去處理室的兩個處理室所構成亦可。

(34)

此外，針對第 1 金屬矽化物膜形成處理，係在別的處理室進行加以成膜第 1 金屬膜（例如 Ti 膜）的第 1 金屬膜成膜處理（例如 Ti 膜成膜處理）；和使該第 1 金屬膜矽化而形成第 1 金屬矽化物膜的的第 1 金屬矽化物形成處理（例如 Ti 矽化物形成處理）的情形下，以第 1 金屬膜成膜處理室、第 1 金屬矽化物形成處理室的兩個處理室所構成亦可。像這樣，對應於藉由基板處理裝置 100 所實行的處理內容來決定各處理室 104A~104F 的構成。

在此，於第 13 圖表示，例如將形成有接觸孔的 Si 晶圓 W 導入到基板處理裝置 100，對該 Si 晶圓 W 連續實行作為如上述之異物除去處理的 COR 處理、PHT 處理之後，連續實行 Ti 膜成膜處理、Ti 矽化物形成處理、TiN 膜成膜處理之時的基板處理裝置 100 之處理室的構成例。

第 13 圖所示的構成例，係以連接在第 1 共通搬送室 102 的處理室 104A、104B、104C 分別作為 Ti 膜成膜處理室、TiN 膜成膜處理室、Ti 矽化物形成處理室所構成，以連接在第 2 共通搬送室 120 的處理室 104E、104F 分別作為 COR 處理室、PHT 處理室所構成。各處理室 104A~104C、104E、104F 的處理，係分別依據記憶於設置在後述之控制部 200 的 EC（裝置控制部）300 之程式資料記憶手段 360 的製程處理程式 364 來實行。EC300 的 CPU310 係從製程處理程式 364 讀出必要的處理程式，從記憶在處理資料記憶手段 370 的製程處理資訊（例如製造程序資訊）374 讀出必要的資訊來實行各處理。再者，控制部 200

(35)

的詳細構成於後述。

(COR 處理室的構成例)

其次，針對 COR 處理室的構成例邊參照圖面邊做說明。COR 處理室係例如藉由如第 14 圖所示的激勵氣體反應處理室 400 所構成。該激勵氣體反應處理室 400，係具有收容 Si 晶圓 W 之構成氣密的略圓筒狀之處理室 411，在其中配置用以水平支撐晶圓 W 的承受器 412。

在承受器 412 的內部設有冷媒流路 414，對冷媒流路 414 從冷媒供應源 416 供應冷媒。並且，藉由將冷媒流通到冷媒流路 414，就能將承受器 412 的溫度以及晶圓 W 的溫度，例如控制在常溫。也可根據冷媒的溫度及控制溫度，在承受器 412 內設置加熱器。

此外，在承受器 412 係針對承受器 412 的表面，可昇降地設有用以支撐且昇降晶圓 W 的三根晶圓支撐銷（圖未表示）。再者，晶圓支撐銷及其昇降機構，是與呈現在後述之電漿 CVD 處理室（Ti 膜成膜處理室）600 者（參照第 16 圖）同樣地構成。

在處理室 411 的頂壁 411a，設有淋浴頭 420。淋浴頭 420 係為上層部 421 及下層部 422 的兩層構造，該些下層部 421 及上層部 422，分別具有第 1 緩衝空間 423 及第 2 緩衝空間 424。

上層部 421 的上面是用蓋構件 425 閉塞，在蓋構件 425 形成有導入  $\text{NH}_3$  氣體的  $\text{NH}$  氣體導入部 426 以及導入

(36)

HF<sub>3</sub> 氣體的氣體導入部 427。NH<sub>3</sub> 氣體導入部 426 係連接在第 1 緩衝空間 423，HF 氣體導入部 427 係經由氣體導入路 427a 連接到第 2 緩衝空間 424。並且，形成有從第 1 緩衝空間 423 向著下方吐出 NH<sub>3</sub> 氣體的 NH<sub>3</sub> 氣體吐出孔 428、以及從第 2 緩衝空間 424 向著下方吐出 HF 氣體的 HF 氣體吐出孔 429。

在上述 NH<sub>3</sub> 氣體導入部 426 透過 NH<sub>3</sub> 氣體管線 430 而連接有 NH<sub>3</sub> 氣體供應源 432，從該 NH<sub>3</sub> 氣體供應源 432 經由 NH<sub>3</sub> 氣體管線 430 對 NH<sub>3</sub> 氣體導入部 426 供應 NH<sub>3</sub> 氣體。另一方面，在上述 HF 氣體導入部 427 透過 HF 氣體管線 431 而連接有 HF 氣體供應源 433，從該 HF 氣體供應源 433 經由 HF 氣體管線 431 對 HF 氣體導入部 427 供應 HF 氣體。而且，在各氣體管線設有質量流調節器 435 及挾持該質量流調節器 435 的兩個閥 434。

分別供應到 NH<sub>3</sub> 氣體導入部 426 及 HF 氣體導入部 427 的 NH<sub>3</sub> 氣體及 HF 氣體，係在淋浴頭 420 內如上述通過互相獨立的路徑，從 NH<sub>3</sub> 氣體吐出孔 428 及 HF 氣體吐出孔 429 完全獨立供應到處理室 411 內的預混合型。

在處理室 411 的底壁連接有排氣管 436，在該排氣管 436 連接有包含真空泵的排氣裝置 437。並且藉由使排氣裝置 437 作動，就能將處理室 411 內減壓到預定的真空度。

此外，在處理室 411 的側壁設有閘閥 G，在關上該閘閥 G 的狀態下，在與鄰接的第 2 共通搬送室 120 之間搬送

(37)

Si 晶圓 W。

在像這樣所構成的激勵氣體反應處理室（COR 室）400 中，藉由排氣裝置 437 將處理室 411 內進行排氣而成為預定的減壓狀態，打開閘閥 G，藉由第 2 搬送機構 124 從真空狀態的第 1 共通搬送室 102 將 Si 晶圓 W 插入到處理室 411 內，載置承受器 412 上。然後，關閉閘閥 G。

藉由加熱器及冷媒，將 Si 晶圓 W 的溫度成為預定之溫度的狀態，從  $\text{NH}_3$  氣體供給源 432 及 HF 氣體供應源 433，透過  $\text{NH}_3$  氣體管線 430 及 HF 氣體管線 431 及淋浴頭 420，將  $\text{NH}_3$  氣體及 HF 氣體個別獨立以預定流量導入到處理室 411 內。藉由氣體，化學性作用波及到 Si 晶圓 W 所露出的 Si 表面的自然氧化膜，例如生成可因熱之分解的  $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$  等。該處理之後，打開閘閥 G，將 Si 晶圓 W 藉由第 2 搬送機構 124 搬出第 2 共通搬送室 120。然後，藉由 Si 晶圓 W 被搬入到 PHT 處理室而熱處理，讓上述反應成份分解、揮發，除去自然氧化膜。

再者，激勵氣體反應處理室 400 的處理條件，例如壓力為  $0.67 \sim 133.3 \text{ Pa}$ ，晶圓溫度為  $10 \sim 30^\circ\text{C}$ ，氣體流量為  $\text{NH}_3: 10 \sim 80 \text{ mL/min}$ ， $\text{HF}: 10 \sim 80 \text{ mL/min}$ 。

（PHT 處理室的構成例）

其次，針對 PHT 處理室邊參照圖面邊做說明。PHT 處理室係例如藉由如第 15 圖所示的熱處理室 500 所構成。該熱處理室 500，係具有收容晶圓 W 之構成氣密的略圓筒

(38)

狀之處理室 511，在處理室 511 內設置有用以載置並加熱 Si 晶圓 W 的加熱板 512。

在加熱板 512 的內部設有作為加熱手段的加熱器 513，用以加熱載置在其上的 Si 晶圓 W。在加熱器 513 連接有加熱器電源 514。

此外，在加熱板 512 係針對加熱板 512 的表面可突設地設有，用以支撐且昇降 Si 晶圓 W 的三根晶圓支撐銷（圖未表示）。再者，晶圓支撐銷及其昇降機構，是與呈現在後述之電漿 CVD 處理室（Ti 膜成膜裝置）600 者同樣地構成。

再者，上述加熱手段不光是在加熱板 512 內設置加熱器 513，也可在處理室 511 的頂部設置加熱器，進而也可在側壁設置加熱器。此外，也可使用燈具，取代使用加熱器，作為加熱手段。

在處理室 511 的底壁連接有排氣管 515，在該排氣管 515 連接有包含真空泵的排氣裝置 516。並且藉由使排氣裝置 516 作動，就能將處理室 511 內減壓到預定的真空度。

在處理室 511 的側壁，是透過氣體管線 517 而連接有 N<sub>2</sub> 氣體供應源 518，從該 N<sub>2</sub> 氣體供應源 518 透過氣體管線 517 而將作為不活性氣體的 N<sub>2</sub> 氣體導入到處理室 511 內，在不活性氣體環境氣中進行熱處理。在氣體管線 517，係設有質量流調節器 520 及挾持這的兩個閥 519。再者，所供應的不活性氣體並不限於 N<sub>2</sub> 氣體，可也為 Ar 氣體

(39)

等其他的不活性氣體。

此外，上述的閘閥 G 是設置在處理室 511 的側壁，在打開該閘閥 G 的狀態下，在與鄰接的第 2 共通搬送室 120 之間搬送 Si 晶圓 W。

在此種熱處理室 500 中，在將不活性氣體的  $N_2$  氣體導入到處理室 511 內的狀態下，藉由加熱器 513 將 Si 晶圓 W 的溫度加熱到  $100 \sim 500^\circ\text{C}$  左右，藉由在上述 COR 處理室的處理，將產生在 Si 晶圓 W 之 Si 表面上的生成物（例如  $(NH_4)_2SiF_6$  等）加以熱分解，使其昇華而排氣。像這樣，就能完全除去 Si 晶圓 W 之 Si 表面上的自然氧化膜等之異物。

（Ti 膜成膜處理室的構成例）

其次，針對 Ti 膜成膜處理室的構成例邊參照圖面邊做說明。Ti 膜成膜處理室，係藉由電漿 CVD 將 Ti 膜加以成膜，例如藉由第 16 圖所示的電漿 CVD 處理室 600 所構成。該電漿 CVD 處理室 600 係具有構成氣密之略圓筒狀的處理室 611。

在處理室 611 之中係在藉由設置在其中央下部的圓筒狀之支持構件 613 之狀態而配置有用以水平支撐晶圓 W 的承受器 612。該承受器 612 是由 AlN 等之陶瓷所形成，在其外緣部設有用以引導晶圓 W 的導環 614。

此外，在承受器 612 埋置有加熱器 615，該加熱器 615 是藉由從加熱器電源 616 給電，將晶圓 W 加熱到預定

(40)

的溫度。在承受器 612，係在加熱器 615 之上埋設有作為下部電極功能的電極 618。

在處理室 611 的頂壁 611a，係透過絕緣構件 619 而設有淋浴頭 620。該淋浴頭 620，係以上段區塊體 620a、中段區塊體 620b、下段區塊體 620c 所構成。在下段區塊體 620c 的外周附近，係埋設有做成環狀的加熱器 656，該加熱器 656 可藉由從加熱器電源 657 給電，將淋浴頭 620 加熱到預定溫度。

在下段區塊體 620c 係交互形成有吐出氣體的吐出孔 627 和吐出孔 628。在上段區塊體 620a 的上面，係形成有第 1 氣體導入口 621 和第 2 氣體導入口 622。

在上段區塊體 620a 之中，係由第 1 氣體導入口 621 分歧多數個氣體通路 623。在中段區塊體 620b 形成有氣體通路 625，上述氣體通路 623 係透過水平延伸的連通路 623a 而連通到該些氣體通路 625。進而該氣體通路 625 是連通到下段區塊體 620c 的吐出孔 627。

此外，在上段區塊體 620a 之中，係由第 2 氣體導入口 622 分歧多數個氣體通路 624。在中段區塊體 620b 形成有氣體通路 626，上述氣體通路 624 是連通到該些氣體通路 626。進而該氣體通路 623 係連接到朝中段區塊體 620b 內水平延伸的連通路 626a，該連通路 626a 是連通到下段區塊體 620c 的吐出孔 628。而且，上述第 1 及第 2 氣體導入口 621、622，係分別連接到後述之氣體供應機構 630 的氣體管線 638、640。

(41)

氣體供應機構 630 係具有：供應清洗氣體之  $\text{ClF}_3$  氣體的  $\text{ClF}_3$  氣體供應源 631、供應 Ti 化合物氣體之  $\text{TiCl}_4$  氣體的  $\text{TiCl}_4$  氣體供應源 632、供應 Ar 氣體之第 1Ar 氣體供應源 633、供應還原氣體之  $\text{H}_2$  氣體的  $\text{H}_2$  氣體供應源 634、供應氮化氣體之  $\text{NH}_3$  氣體的  $\text{NH}_3$  氣體供應源 635、供應 Ar 氣體的第 2Ar 氣體供應源 636。

而且，在  $\text{ClF}_3$  氣體供應源 631 連接有  $\text{ClF}_3$  氣體供應管線 637，在  $\text{TiCl}_4$  氣體供應源 632 連接有  $\text{TiCl}_4$  氣體供應管線 638。此外，在第 1Ar 氣體供應源 633 連接有第 1Ar 氣體供應管線 639，在  $\text{H}_2$  氣體供應源 634 連接有  $\text{H}_2$  氣體供應管線 640，進而在  $\text{NH}_3$  氣體供應源 635 連接有  $\text{NH}_3$  氣體供應管線 640a，在第 2Ar 氣體供應源 636 連接有第 2Ar 氣體供應管線 640b。

此外，雖然圖未表示，但也有  $\text{N}_2$  氣體供應源。而且，在各氣體管線設有質量流調節器 642 及挾持該質量流調節器 642 的兩個閥 641。

在上述第 1 氣體導入口 621 係連接有從  $\text{TiCl}_4$  氣體供應源 632 延伸的  $\text{TiCl}_4$  氣體供應管線 638，在該  $\text{TiCl}_4$  氣體供應管線 638 係連接有從  $\text{ClF}_3$  氣體供應源 631 延伸的  $\text{ClF}_3$  氣體供應管線 637 以及從第 1Ar 氣體供應源 633 延伸的第 1Ar 氣體供應管線 639。

此外，在前述第 2 氣體導入口 622 係連接有從  $\text{H}_2$  氣體供應源 634 延伸的  $\text{H}_2$  氣體供應管線 640，在該  $\text{H}_2$  氣體供應管線 640 係連接有從  $\text{NH}_3$  氣體供應源 635 延伸的  $\text{NH}_3$

(42)

氣體供應管線 640a、從第 2Ar 氣體供應源 636 延伸的第 2Ar 氣體供應管線 640b。

因而，在製程時，來自  $\text{TiCl}_4$  氣體供應源 632 的  $\text{TiCl}_4$  氣體，是與來自第 1Ar 氣體供應源 633 的 Ar 氣體一同透過  $\text{TiCl}_4$  氣體供應管線 638 從淋浴頭 620 的第 1 氣體導入口 621 到淋浴頭 620 內，經由氣體通路 623、625 從吐出孔 627 朝處理室 611 內吐出。

另一方面，來自  $\text{H}_2$  氣體供應源 634 的  $\text{H}_2$  氣體，是與來自第 2Ar 氣體供應源 636 的 Ar 氣體一同透過  $\text{H}_2$  氣體供應管線 640 從淋浴頭 620 的第 2 氣體導入口 622 到淋浴頭 620 內，經由氣體通路 624、626 從吐出孔 628 朝處理室 611 內吐出。

像這樣，淋浴頭 620，係為  $\text{TiCl}_4$  氣體與  $\text{H}_2$  氣體完全獨立供應到處理室 611 內的預混合型，該些於吐出後被混合產生反應。

在淋浴頭 620 係透過整合器 659 而連接有高頻電源 644，在成膜之際，藉由從該高頻電源 644 對淋浴頭 620，例如供應 450kHz 的高頻電力，在淋浴頭 620 及電極 618 之間產生高頻電場，將供應到處理室 611 內的成膜氣體加以電漿化，成膜成 Ti 膜。

在處理室 611 之底壁 611b 的中央部係形成有圓形的孔 645，在底壁 611b 係設有覆蓋該孔 645 地朝下方突出的排氣室 646。在排氣室 646 的側面連接有排氣管 647，在該排氣管 647 連接有排氣裝置 648。並且藉由使該排氣裝

(43)

置 648 作動，就能將處理室 611 內減壓到預定的真空度。

在承受器 612 係針對承受器 612 的表面，可突沒地設有用以支撐且昇降 Si 晶圓 W 的三根（圖只有兩根）晶圓支撐銷 649，該些晶圓支撐銷 649 被固定在支撐板 650。而且，晶圓支撐銷 649，係藉由氣缸等的驅動機構 651 透過支撐板 650 而昇降。

在處理室 611 的側壁，係設有：用以在與第 1 共通搬送室 102 之間進行 Si 晶圓 W 之搬入/搬出的搬入/搬出口 652，和開閉該搬入/搬出口 652 的閘閥 G。

在這樣所構成的處理室 611 中，在進行 Ti 膜之成膜之際，先藉由排氣裝置 648 將處理室 611 內排氣成預定的真空狀態，且藉由加熱器 615 將承受器 612 加熱到預定溫度，並且藉由加熱器 656 將淋浴頭 620 加熱到預定溫度。

在此狀態下，一邊從高頻電源 644 對淋浴頭 620 施加高頻電力，一邊從  $\text{TiCl}_4$  氣體供應源 632，第 1 Ar 氣體供應源 633 朝第 1 氣體導入口 621 供應  $\text{TiCl}_4$  氣體及 Ar 氣體，且從  $\text{H}_2$  氣體供應源 634，第 2 Ar 氣體供應源 636 朝第 2 氣導入口 622 供應  $\text{H}_2$  氣體及 Ar 氣體，分別從氣體吐出孔 627、628 吐出。

藉此在處理室 611 內產生該些氣體的電漿，進行處理室 611 之內壁及淋浴頭 620 等之處理室內構件的預塗佈處理。此時的氣體流量，例如  $\text{TiCl}_4$  氣體：0.001 ~ 0.02L/min、 $\text{H}_2$  氣體：1.5 ~ 4L/min、Ar 氣體：0.3 ~ 1.6L/min 左右。藉此，在將 Ti 膜成膜在 Si 晶圓 W 上之際

(44)

，可將 Si 晶圓 W 的溫度變化成為略一定。

像這樣的預塗佈處理結束後，TiCl<sub>4</sub> 氣體，H<sub>2</sub> 氣體的供應以及從高頻電源 644 透過淋浴頭 620 從第 1Ar 氣體供應源 633、第 2Ar 氣體供應源 636 分別將 Ar 氣體緩緩地增加流量而導入 (lump up) 到處理室 611 內，且藉由加熱器 615 在處理室 611 內進行預備加熱。

該預備加熱，例如進行 15 秒鐘後，停止 Ar 氣體的供應，藉由排氣裝置 648 在處理室 611 內急遽地進行真空排氣成為抽空狀態，關上閘閥 G，從真空狀態的第 1 共通搬送室 102 透過搬入出口 652 將 Si 晶圓 W 搬入到處理室 611 內，並將 Si 晶圓 W 載置在承受器 612 上。

其次，從第 1Ar 氣體供應源 633、第 2Ar 氣體供應源 636、H<sub>2</sub> 氣體供應源 634 分別透過淋浴頭 620 而將 Ar 氣體、H<sub>2</sub> 氣體，在處理室 611 內緩緩地增加流量導入 (lump up) 到成為預定的壓力，處理室 611 內的氣壓會緩緩地上昇，抑制 Si 晶圓 W 的翹曲。該些氣體最後理想的流量範圍，例如 Ar 氣體：0.3～3L/min，H<sub>2</sub> 氣體：1.5～6L/min。在該狀態下保持預定時間，對晶圓 W 進行預備加熱。該預備加熱，例如實施 14 秒鐘。此外，此時的壓力，理想為 260～1333Pa，例如 667Pa。

對晶圓 W 的預備加熱結束後，仍然維持從第 1Ar 氣體供應源 633、第 2Ar 氣體供應源 636、H<sub>2</sub> 氣體供應源 634 所供應的 Ar 氣體、H<sub>2</sub> 氣體的流量，理想上將 TiCl<sub>4</sub> 氣體以 0.001～0.02L/min 的流量進行預流。該預流，例如實

(45)

施 15 秒鐘。

其次，成膜前先從高頻電源 644 對淋浴頭 620 施加高頻電力，在處理室 611 內產生電漿（預電漿）。此時的高頻電源 644 之功率，理想為 300~2000W，例如 800W。

而且，藉由仍然將氣體流量、壓力、高頻電力保持相同，且將  $\text{TiCl}_4$  氣體切換到處理室 611 側，產生 Ar 氣體、 $\text{N}_2$  氣體、 $\text{TiCl}_4$  氣體的電漿，成膜成預定厚度的 Ti 膜。成膜成 Ti 膜之際的 Si 晶圓 W 之加熱溫度，如上所述，設定在不會在與 Ti 膜及其基礎層的 Si 表面之間引起矽化反應的範圍，例如 580℃ 以下。按此，邊抑制矽化反應，邊在 Si 表面上成膜 Ti 膜的薄膜。

像這樣的 Ti 膜成膜後，停止  $\text{TiCl}_4$  氣體的供應及以從高頻電源 644 對淋浴頭 620 的給電，仍然流入其他氣體之 Ar 氣體和  $\text{H}_2$  氣體，進行成膜後處理。該成膜後處理，例如實施 2 秒鐘。然後，降低  $\text{H}_2$  氣體的流量，維持 Ar 氣體流量，處理室 611 內的沖洗，例如進行 4 秒鐘。

然後，在同一處理室內連續進行使成膜之 Ti 膜的表面氮化的氮化處理。進行此種的氮化處理，是為了藉由將 Ti 膜的表面氮化，防止下一次 TiN 成膜時之 Ti 膜的蝕刻，難在 Ti 膜的部分發生膜剝離。

像這樣的氮化處理，係例如仍然維持 Ar 氣體和  $\text{H}_2$  氣體的流量，將  $\text{NH}_3$  氣體以理想 0.5~3L/min，例如 1.5 L/min 的流量流入預定時間，然後，仍然維持氣體的供應，從高頻電源 644 對淋浴頭 620 供應高頻電力，藉由該些

(46)

氣體的電漿所實施。經過預定時間後，中止從高頻電源 644 對淋浴頭 620 的給電，緩緩地減少氣體流量及真空度，結束 Ti 成膜處理。然後，藉由 Si 晶圓 W 被搬入到 Ti 矽化物形成處理室進行熱處理，在上述 Ti 膜和 Si 表面之間引起矽化反應，在 Si 表面上形成有 Ti 矽化物膜。

(Ti 矽化物形成處理室)

其次，針對 Ti 矽化物形成處理室的構成例做說明。Ti 矽化物形成處理室係與 PHT 處理室同樣的，例如藉由如第 15 圖所示的熱處理室 500 所構成。在像這樣的 Ti 矽化物形成處理室中，將成膜 Ti 膜的 Si 晶圓搬入到上述 Ti 膜成膜處理室，並將不活性氣體的  $N_2$  氣體導入到處理室 511 內的狀態下，藉由加熱器 513 將晶圓 W 的溫度，利用以上述溫度範圍（引起 Ti 膜之矽化反應而形成有 Ti 矽化物的溫度範圍）所設定的溫度來加熱。藉此，就可在 Si 表面上，形成 Ti 膜已完全矽化的 Ti 矽化物膜。

再者，藉由在一個 Ti 矽化物膜形成處理室內，進行氣體的切換以及電漿生成的 ON/OFF 等，連續地實施上述 Ti 膜成膜處理和 Ti 矽化物形成處理亦可。此時，能有效率的進行處理，且不需要 Ti 矽化物形成處理室。

(TiN 膜成膜處理室的構成例)

其次，針對 TiN 膜成膜處理室的構成例邊參照圖面邊做說明。TiN 膜成膜處理室，係藉由電漿 CVD 將 TiN 膜

(47)

加以成膜，例如藉由如第 17 圖所示的電漿 CVD 處理室 700 所構成。由於該電漿 CVD 處理室 700 不具有電漿生成手段及加熱淋浴頭的手段，且氣體供應機構之氣體系統稍有不同外，大致上為與第 16 圖所示之電漿 CVD 處理室 600 同樣的構成，氣體供應機構以外的構成要素，係藉由附上與第 16 圖相同的符號，省略重覆說明。

氣體供應機構 730 係具備：供應清洗氣體之  $\text{ClF}_3$  氣體的  $\text{ClF}_3$  氣體供應源 731、供應 Ti 化合物氣體之  $\text{TiCl}_4$  氣體的  $\text{TiCl}_4$  氣體供應源 732、供應  $\text{N}_2$  氣體之第 1 $\text{N}_2$  氣體供應源 733、供應氮化氣體之  $\text{NH}_3$  氣體的  $\text{NH}_3$  氣體供應源 734、供應  $\text{NH}_3$  氣體的第 2 $\text{N}_2$  氣體供應源 735。

而且，在  $\text{ClF}_3$  氣體供應源 731 連接有  $\text{ClF}_3$  氣體供應管線 736，在  $\text{TiCl}_4$  氣體供應源 732 連接有  $\text{TiCl}_4$  氣體供應管線 737。此外，在第 1 $\text{N}_2$  氣體供應源 733 係連接有第 1 $\text{N}_2$  氣體供應管線 738，在  $\text{NH}_3$  氣體供應源 734 連接有  $\text{NH}_3$  氣體供應管線 739。進而在第 2 $\text{N}_2$  氣體供應源 735 連接有第 2 $\text{N}_2$  氣體供應管線 740。

此外，雖然圖未表示，但也有 Ar 氣體供應源。而且，在各氣體管線設有質量流調節器 742 及挾持該質量流調節器 742 的兩個閥 741。

在淋浴頭 620 的第 1 氣體導入口 621 係連接有從  $\text{TiCl}_4$  氣體供應源 732 延伸的  $\text{TiCl}_4$  氣體供應管線 737，在該  $\text{TiCl}_4$  氣體供應管線 737 係連接有從  $\text{ClF}_3$  氣體供應源 731 延伸的  $\text{ClF}_3$  氣體供應管線 736 以及從第 1 $\text{N}_2$  氣體供應

(48)

源 733 延伸的第 1N<sub>2</sub> 氣體供應管線 738。

此外，在第 2 氣體導入口 622 連接有從 NH<sub>3</sub> 氣體供應源 734 延伸的 NH<sub>3</sub> 氣體供應管線 39，在該 NH<sub>3</sub> 氣體供應管線 739，連接有從第 2N<sub>2</sub> 氣體供應源 735 延伸的第 2N<sub>2</sub> 氣體供應管線 740。

因而，在製程時，來自 TiCl<sub>4</sub> 氣體供應源 732 的 TiCl<sub>4</sub> 氣體，是與來自第 1N<sub>2</sub> 氣體供應源 733 的 N<sub>2</sub> 氣體一同透過 TiCl<sub>4</sub> 氣體供應管線 737 從淋浴頭 620 的第 1 氣體導入口 621 到淋浴頭 620 內，經由氣體通路 623、625 從吐出孔 627 朝處理室 611 內吐出。

另一方面，來自 NH<sub>3</sub> 氣體供應源 734 的氮化氣體的 NH<sub>3</sub> 氣體，是與來自第 2N<sub>2</sub> 氣體供應源 735 的 N<sub>2</sub> 氣體一同透過 NH<sub>3</sub> 氣體供應管線 739 從淋浴頭 620 的第 2 氣體導入口 622 到淋浴頭 620 內，經由氣體通路 624、626 從吐出孔 628 朝處理室 611 內吐出。

在這樣所構成的處理室 611 中，在施行 TiN<sub>3</sub> 膜成膜之際，先將處理室 611 內藉由排氣裝置 648 成為抽空狀態，且一邊從第 1 及第 2N<sub>2</sub> 氣體供應源 733 及 735 將 N 氣體透過淋浴頭 620 導入到處理室 611 內，一邊藉由加熱器 615 將處理室 611 內預備加熱。

在溫定為安定的時點，從第 1N<sub>2</sub> 氣體供應源 733、NH<sub>3</sub> 氣體供應源 734 及 TiCl<sub>4</sub> 氣體供應源 732，分別將 N<sub>2</sub> 氣體、NH<sub>3</sub> 氣體及 TiCl<sub>4</sub> 氣體透過淋浴頭 620 以預定流量導入，一邊將處理室內壓力維持所定備一方進行預流。

(49)

而且，仍然將氣體流量及壓力保持相同，藉由利用加熱器 615 的加熱在處理室 611 的內壁、排氣室 646 的內壁以及淋浴頭 620 等的處理室內部的表面，預塗佈 TiN 膜。藉此，在將 TiN 膜成膜在 Si 晶圓 W 上之際，可將 Si 晶圓 W 的溫度變化成為略一定。

像這樣的預塗佈處理結束後，停止  $\text{NH}_3$  氣體及  $\text{TiCl}_4$  氣體，從第 1  $\text{N}_2$  氣體供應源 733 及第 2  $\text{N}_2$  氣體供應源 735 以  $\text{N}_2$  氣體為沖洗氣體供應到處理室 611 內，進行處理室 611 內的沖洗，然後，配合需要流入  $\text{N}_2$  氣體及  $\text{NH}_3$  氣體，進行已成膜之 TiN 薄膜的表面之氮化處理。藉此，TiN 膜會脫 Cl，減低膜中的殘留氯，就可讓膜安定化。

然後，藉由排氣裝置 648 在處理室 611 內急遽地進行真空排氣成為抽空狀態，打開閘閥 G，從真空狀態的第 1 共通搬送室 102 藉由第 1 搬送機構 118 透過搬入出口 652 將晶圓 W 搬入到處理室 611 內，並將 Si 晶圓 W 配置在承受器 612 上。

而且，從第 1  $\text{N}_2$  氣體供應源 733、第 2  $\text{N}_2$  氣體供應源 735、 $\text{NH}_3$  氣體供應源 734 透過淋浴頭 620 將  $\text{N}_2$  氣體及  $\text{NH}_3$  氣體，以處理室 611 內緩緩地上昇到預定之壓力的方式予以導入。該些氣體的最終流量，是來自第 1  $\text{N}_2$  氣體供應源 733 及第 2  $\text{N}_2$  氣體供應源 735 的  $\text{N}_2$  氣體，理想上分別為  $0.05 \sim 3 \text{ L/min}$ ， $\text{NH}_3$  氣體理想上為  $0.005 \sim 0.3 \text{ L/min}$ ，處理室內壓力為  $40 \sim 670 \text{ Pa}$  左右。在該狀態下保持預定時間，將晶圓 W 例如以  $300 \sim 500^\circ\text{C}$  進行預備加熱。該預

(50)

備加熱，例如實施 30 秒鐘。此時，因  $\text{NH}_3$  氣體流量以比  $\text{N}_2$  氣體還低的分壓來加熱，故例如基礎層膜被氧化的情形等，對培養（incubation）很有效果。

對晶圓 SiW 的預備加熱結束後，仍然維持從第 1 $\text{N}_2$  氣體供應源 733 及第 2 $\text{N}_2$  氣體供應源 735 所供應的  $\text{N}_2$  氣體的流量， $\text{TiCl}_4$  氣體供應源 732 將  $\text{TiCl}_4$  氣體以理想上 0.01～0.08L/min 的流量進行預流。該預流，例如實施 15 秒鐘。

而且，從第 1 $\text{N}_2$  氣體供應源 733 及第 2 $\text{N}_2$  氣體供應源 735 將作為沖洗氣體的  $\text{N}_2$  氣體導入到處理室 611 內，將處理室 611 內的沖洗例如進行 6 秒鐘。此時來自第 1 $\text{N}_2$  氣體供應源 733 及第 2 $\text{N}_2$  氣體供應源 735 的  $\text{N}_2$  氣體流量，例如分別為 1L/mh。另一方面，與處理室 611 內的沖洗一起以  $\text{NH}_3$  氣體的流量理想上為 0.01～0.08L/min 來進行預流。

然後，將  $\text{N}_2$  氣體的流量例如減至 0.17L/min，在氣體流量很安定的時點，開始 TiN 膜的成膜。首先，使  $\text{TiCl}_4$  氣體、 $\text{NH}_3$  氣體，載置在來自第 1 $\text{N}_2$  氣體供應源 733 及第 2 $\text{N}_2$  氣體供應源 735 的  $\text{N}_2$  氣體，供應到處理室 611 內。此時，因 Si 晶圓 W 藉由加熱器 615 被加熱，故藉由熱 CVD 成膜成 TiN 膜（第 1 步驟）。該第 1 步驟，例如實施 16 秒鐘。

然後，停止  $\text{TiCl}_4$  氣體及  $\text{NH}_3$  氣體，將來自第 1 $\text{N}_2$  氣體供應源 733 及第 2 $\text{N}_2$  氣體供應源 735 的  $\text{N}_2$  氣體之流量

(51)

，例如分別增加到 1L/min，作為沖洗氣體導入到處理室 611 內，進行處理室 611 內的沖洗。然後，將 NH<sub>3</sub> 氣體載置在來自第 2N<sub>2</sub> 氣體供應源 735 的 N<sub>2</sub> 氣體，導入到處理室 611 內，進行利用 N<sub>2</sub> 氣體及 NH<sub>3</sub> 氣體的 TiN 膜之回火及氮化處理的第 2 步驟。該第 2 步驟，例如實施 5 秒鐘。

由以上之 TiCl<sub>4</sub> 氣體的預流至第 2 步驟為 1 循環重複數循環，理想為 3 循環以上，例如 12~24 次左右。此時的氣體切換，係藉由切換閥所進行。像這樣所形成，成膜有預定之厚度的 TiN 膜。成膜 TiN 膜之際的 Si 晶圓 W 之加熱溫度以 300~500℃ 為佳，例如 450℃ 左右。

藉由交互地重覆上述第 1 步驟及第 2 步驟的交互的氣流成膜 TiN 膜，藉此，以第 1 步驟所成膜的 TiN 膜則藉由第 2 步驟的回火有效率地脫去 Cl，就能顯著減低膜中的殘留氯，即使低溫成膜還是能成膜成殘留氯少且電阻率小的良質 TiN 膜。

藉此，就可抑制 TiN 膜發生裂痕，與 Ti 膜的密著性提昇，其結果，就能有效地防止 TiN 膜的膜剝離。此外，TiN 膜之膜厚為 3~50nm，理想上為 5~20nm，就可得到接觸電阻低且阻障膜也優的 TiN 膜。

（晶圓搬送處理的具體例）

在此，針對如第 13 圖所示被構成的基板處理裝置 100 之晶圓搬送處理做說明。在第 13 圖中，在第 2 共通搬送室 120 內，Si 晶圓 W 是依處理室 104E、104F 的順序被處

(52)

理，並收容在通道部 122。而且，在第 1 共通搬送室 102 內，Si 晶圓 W 是從通道部 122 依處理室 104A、104B、104C 的順序被搬送且處理。因此，Si 晶圓 W 的搬送路徑是如第 13 圖所示的實線箭頭所成。

此種晶圓搬送處理，係依據記憶於設置在控制部 200 之 EC（裝置控制部）300 的後述之程式資料記憶手段 360 的搬送處理程式 362 而實行。亦即，EC300 之 CPU310 係藉由從記憶在處理資料記憶手段 370 的搬送處理資訊（例如搬送路徑資訊）372 讀出必要的資訊，來實行搬送處理程式 362，以實行 Si 晶圓 W 的搬送處理。

在此，以從設置在中央之導入口 112B 的晶圓匣（也包含載體），例如取出已形成有接觸孔之處理前的 Si 晶圓 W 作為一例，此外兩個真空隔絕室 108A、108B 中的任一方的真空隔絕室，例如將真空隔絕室 108A，應用於處理前之 Si 晶圓 W 的搬入用，將另一方的真空隔絕室 108B 應用於處理過之 Si 晶圓 W 的搬出用。目前，在各處理室 104A～104C、104E、104F 內分別收容有晶圓 W，各個處理結束，或大致結束。

首先，針對搬入側搬送室 110 內的搬送處理做說明。一旦在真空隔絕室 108B 內，收容有在處理室 104B 已結束處理之處理過的 Si 晶圓 W，該已處理的 Si 晶圓 W，則藉由搬入側搬送機構 116 如搬送路徑 X11 所示地往中央之導入口 112B 搬送並收容。

此外，收容在中央之導入口 112B 之處理前的 Si 晶圓

(53)

W，係藉由搬入側搬送機構 116 如搬送路徑 X12 所示地往定位器 114 被搬送，在此使 Si 晶圓 W 定位之後，再度藉由搬入側搬送機構 116 如搬送路徑 X13 所示地將定位後的 Si 晶圓 W 往另一方之真空隔絕室 108A 內收容，並待機。以上的操作，每進行一次 Si 晶圓 W 的處理就重覆進行。

其次，針對第 2 共通搬送室 120 內之晶圓 W 的搬送處理做說明。先藉由第 2 搬送機構 124 在收容於通道部 122 的處理室 104B 取得處理過的 Si 晶圓 W，如搬送路徑 Z11 所示地將此放置在真空狀態的真空隔絕室 108B 內。

其次，藉由第 2 搬送機構 124 在處理室 104F 取得處理過的晶圓 W，如搬送路徑 Z12 所示地將此放置在真空狀態的真空隔絕室 122 內。接著，藉由第 2 搬送機構 124 在處理室 104E 取得處理過的晶圓 W，如搬送路徑 Z13 所示地將此往真空狀態的處理室 104F 內搬入而放置，開始在處理室 104F 內的處理。

其次，藉由第 2 搬送機構 124 取得已在真空隔絕室 108A 內待機之處理前的 Si 晶圓 W，如搬送路徑 Z14 所示地將此往上述真空狀態的處理室 104E 內搬入而放置，開始在該處理室 104E 內的處理。

其次，針對第 1 共通搬送室 102 內之 Si 晶圓 W 的搬送處理做說明。先藉由第 1 搬送機構 118 取得收容在處理室 104B 之處理過的 Si 晶圓 W，如搬送路徑 Y11 所示地將此放置在真空狀態的通道部 122。

其次，藉由第 1 搬送機構 118 取得收容在處理室

(54)

104C 內之處理過的 Si 晶圓 W，如搬送路徑 Y12 所示地將此往真空狀態的處理室 104B 內搬入而放置，開始在處理室 104B 內的處理。接著，藉由第 1 搬送機構 118 取得收容在處理室 104A 內之處理過的 Si 晶圓 W，如搬送路徑 Y13 所示地將此往真空狀態的處理室 104C 內搬入而放置，開始在處理室 104C 內的處理。

其次，藉由第 1 搬送機構 118 取得從第 2 共通搬送室 120 被搬送到通道部 122 內的 Si 晶圓 W，如搬送路徑 Y14 所示地將此往上述真空狀態的處理室 104A 內搬入而放置，開始在處理室 104A 內的處理。

再者，在 Si 晶圓 W 的搬出入之際，各閘閥 106A～106C、106E、106F、107A、107B、126 中，開閉操作 Si 晶圓 W 之搬出入所必要的閘閥。而且，在各處理室 104E、104F、104A、104C、104B 進行處理，每當 Si 晶圓 W 之處理完成即重覆進行上述的操作。按此，對形成有接觸孔之處理前的 Si 晶圓 W，連續施行 COR 處理、PHT 處理、Ti 膜成膜處理、Ti 矽化物形成處理、TiN 膜成膜處理。

藉此，就可在 Si 晶圓 W 之 Si 表面上，形成與基礎層 (Si) 之界面非常平坦且均勻的 Ti 矽化物。此外，不光是提昇膜的密著性、強度，因可防止在 Si 晶圓 W 的基礎層 (Si)，受到電漿引起的充電損傷，故可進行沒有損傷的配線加工，就能加以成膜具有良好接觸電阻的膜。

再者，上述各處理室 104A～104F 的構成並不限於第 13 圖所示者。例如以各處理室 104A～104F 中的哪個處理

(55)

室作為 COR 處理室、PHT 處理室、Ti 膜成膜處理室、Ti 矽化物形成處理室、TiN 膜成膜處理室所構成亦可。因而，如果 Si 晶圓的搬送順序，也依各處理室 104A~104F 中之 COR 處理室、PHT 處理室、Ti 膜成膜處理室、Ti 矽化物形成處理室、TiN 膜成膜處理室的順序被搬送，未必要是各處理室 104A~104F 的順序亦可。

此外，雖然在第 1 實施形態中，是針對設置一個 Ti 矽化物形成處理室的情形做說明，但並不限於此，對應於製程溫度而設置複數個 Ti 矽化物形成處理室亦可。藉由例如以製程溫度為  $590^{\circ}\text{C} \sim 610^{\circ}\text{C}$  的溫度範圍而設定來進行熱處理，用以形成準安定的矽化物相之 C49 相的 Ti 矽化物膜的 C49 相 Ti 矽化物形成處理室（準安定矽化物相形成處理室）；和例如以製程溫度為  $640^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$  的溫度範圍來進行熱處理，用以形成安定的矽化物相之 C54 相的 Ti 矽化物膜的 C54 相 Ti 矽化物形成處理室（安定矽化物相形成處理室）之兩個所構成亦可。

此時，例如如第 18 圖所示，在 C49 相 Ti 矽化物形成處理室構成基板處理裝置 100 的處理室 104C，在 C54 相 Ti 矽化物形成處理室構成處理室 104D 亦可。在第 18 圖所示之構成的基板處理裝置 100 中，例如在進行上述之 2 階段回火處理之時，藉由如第 18 圖所示的搬送路徑來進行搬送處理。由於第 18 圖所示之搬入側搬送室 110 的搬送路徑 X21~X23、第 2 共通搬送室 120 的搬送路徑 Z21~Z24，是與第 13 圖所示之搬入側搬送室 110 的搬送路徑

(56)

X11～X23、第2共通搬送室120的搬送路徑Z11～Z14相同，因此針對第1共通搬送室102內之Si晶圓W的搬送處理做說明。

先藉由第1搬送機構118取得收容在處理室104B之處理過的Si晶圓W，如搬送路徑Y21所示地將此放置在真空狀態的通道部122。

其次，藉由第1搬送機構118取得收容在處理室104D內之處理過的Si晶圓W，如搬送路徑Y22所示地將此往真空狀態的處理室104B內搬入而放置，開始在處理室104B內的處理。

其次，藉由第1搬送機構118取得收容在處理室104C內之處理過的Si晶圓W，如搬送路徑Y23所示地將此往真空狀態的處理室104D內搬入而放置，開始在處理室104D內的處理。接著，藉由第1搬送機構118取得收容在處理室104A內之處理過的Si晶圓W，如搬送路徑Y24所示地將此往真空狀態的處理室104C內搬入而放置，開始在處理室104C內的處理。

其次，藉由第1搬送機構118取得從第2共通搬送室120被搬送到通道部122內的Si晶圓W，如搬送路徑Y25所示地將此往上述真空狀態的處理室104A內搬入而放置，開始在處理室104A內的處理。

再者，在Si晶圓W的搬出入之際，各閘閥106A～106F、107A、107B、126中，開閉操作Si晶圓W之搬出入所必要的閘閥。而且，在各處理室104E、104F、104A

(57)

、104C、104D、104B 進行處理，每當 Si 晶圓 W 之處理完成即重覆進行上述的操作。按此，對形成有接觸孔之處理前的 Si 晶圓 W，連續施行 COR 處理、PHT 處理、Ti 膜成膜處理、C49 相 Ti 矽化物形成處理、C54 相 Ti 矽化物形成處理、TiN 膜成膜處理。藉此，就可在 Si 晶圓 W 之 Si 表面上，形成與基礎層 (Si) 之界面非常平坦且均勻的 C54 相 Ti 矽化物。

( 控制部的構成例 )

針對基板處理裝置 100 之控制部 200 的構成例邊參照圖面邊做說明。第 19 圖是表示控制部 ( 系統控制器 ) 200 之構成的方塊圖。如第 19 圖所示，控制部 200 係具備：裝置控制部 ( EC : Equipment Controller ) 300；和複數個模組控制部 ( MC : Module Controller ) 230A、230B、230C...；和分別連接 EC300 與各 MC230A、230B、230C... 的交換集線器 ( HUB ) 220。

控制部 200，是從 EC300 例如透過 LAN ( Local Area Network ) 202 而連接在管理設置有基板處理裝置 100 之工廠整體的製造工程的 MES ( Manufacturing Execution System ) 204。MES204 係例如藉由電腦所構成。MES204 是與控制部 200 相連繫將有關工廠之工程的實時資訊回授到主要業務系統 ( 圖未表示 )，並且考慮工廠整體的負擔等進行有關工程的判斷。

EC300，係總括 MC230A、230B、230C... 而構成控制

(58)

基板處理裝置 100 整體之動作的主控制部（母控制部）。交換集線器 220，係對應於來自 EC300 的控制信號而切換作為 EC300 之連接先の MC230A、230B、230C...。

各 MC230A、230B、230C...係分別構成控制基板處理裝置 100 的第 1 共通搬送置 102、處理室 104A~104D、真空隔絕室 108A、108B、搬入側搬送室 110、定方位器 114 等之各模組的動作的副控制部（附屬控制部）。各 MC230A、230B、230C...係分別藉由 DIST（Distribution）板 234A、234B、234C...，例如透過 GHOST 網路 206 而連接到各 I/O（輸入/輸出）模組 236A、236B、236C...。GHOST 網路 206，係藉由搭載於具有 EC300 之 MC 板之稱為 GHOST（General High-Speed Optimum Scalable Transceiver）的 LSI 所實現的網路。在 GHOST 網路 206 能以最大連接 31 個的 I/O 模組。再者，在 GHOST 網路 206 中，MC 相當於主要，I/O 模組相當於附屬。

各 I/O 模組 236A、236B、236C...係分別由連接於處理室 104A~104D 等之各模組的各構成要素（以下稱為「終端裝置」。）的複數個 I/O 部 238A、238B、238C...所形成，進行往各終端裝置的控制信號及來自各終端裝置的輸出信號之傳達。例如作為處理室 104 的終端裝置，舉例有：控制被導入到處理室 104 內的氣體之流量的質量流調節器、控制來自處理室 104 之排氣的 APC 閥等。

在各 GHOST 網路 206，也連接控制 I/O 部 238A、238B、238C...之數位信號，類比信號，串列信號之輸入/

(59)

輸出的 I/O 板（圖未表示）。

在此，邊參照圖面邊做說明第 19 圖所示 EC300 的構成例。第 20 圖係表示 EC300 之構成例的方塊圖。如第 20 圖所示，EC300 係具備：構成 EC 本體的 CPU（中央處理裝置）310、設置供 CPU310 所執行之各種資料處理所使用的記憶區等的 RAM（隨機存取記憶體）320、利用顯示操作畫面或選擇畫面等的液晶顯示器等所構成的顯示手段 330、可執行藉由運算子之製造程序的輸入或編集等各種之資料的輸入及對預定之記憶媒體的製造程序與製程記錄的輸出等各種之資料的輸出等的輸入/輸出手段 340、基板處理裝置 100 發生漏電等之異常時進行報知的警報器（例如蜂鳴器）等的報知手段。

此外，EC300 係具備：記憶著用以實行基板處理裝置 100 之各種處理的處理程式的程式資料記憶手段 360、記憶著為了實行處理程式所必要的資訊（資料）的處理資料記憶手段 370。程式資料記憶手段 360、處理資料記憶手段 370 係例如建構於硬體（HDD）等的記憶區域。CPU310 係配合需要從程式資料記憶手段 360、處理資料記憶手段 370 讀出必要的程式、資料等，來實行各種處理程式。

上述 CPU310、和 RAM320、顯示手段 330、輸入/輸出手段 340、報知手段 350、程式資料記憶手段 360、處理資料記憶手段 370 等，係藉由控制匯流排、資料匯流排等的匯流排線所連接。在該匯流排線，也連接上述交換集線器 220 等。

(60)

在此，針對藉由如上述之構成的控制部 200 的基板處理裝置 100 之控制例做說明。在各處理室 104A~104D 中，例如對 Si 晶圓 W 施行如上述的 COR 處理、PHT 處理、Ti 膜成膜處理、Ti 矽化物形成處理、TiN 膜成膜處理等之製程處理的情形下，EC300 之 CPU310 係讀出由程式資料記憶手段 360 的製程處理程式 364 所實行的處理程式，依據由處理資料記憶手段 370 的製程處理資訊 374 所實行之處理的製造程序的處理資訊來實行各處理。

亦即，CPU310，係藉由對應於各處理程式並透過控制交換集線器 220 及處理室 104A~104D 的各個 MC230、GHOST 網路 206 及 I/O 模組 236 的 I/O 部 238，對所要的終端裝置發送控制信號來實行各處理。

在此種第 19 圖所示的控制部（系統控制器）200 中，複數個終端裝置不是直接連接在 EC300，連接在該複數個終端裝置的 I/O 部被模組化而構成 I/O 模組。由於該 I/O 模組係透過 EC 及交換集線器 220 而連接在 EC300，因此可將通信系統簡單化。

此外，由於 EC300 之 CPU310 所發送的控制信號，包含有：連接於所要的終端裝置的 I/O 部之位址、以及包含該 I/O 部的 I/O 模組之位址，因此交換集線器 220 係參照控制信號的 I/O 模組之位址，且 MC 之 GHOST 係參照控制信號的 I/O 部之位址，藉此交換集線器 220 和 MC 可不必對 CPU310 進行控制信號之送信端的詢問，藉此就能實現控制信號的圓滑傳達。

(61)

像這樣，在有關第 1 實施形態的基板處理裝置 100 中，由於在藉由實行將附著在 Si 晶圓之自然氧化膜等的異物不使用電漿的異物除去處理（例如 COR 處理及 PHT 處理）而除去之後，可不將 Si 晶圓露出在大氣中，連續形成 Ti 膜，然後，連續形成 Ti 矽化物，就能形成與基礎層之界面非常平坦且均勻的 Ti 矽化物膜。

像這樣，若藉由第 1 實施形態的方法，由於可在 Si 晶圓的 Si 表面上形成與基礎層（Si）的界面極為平坦且均勻而膜厚很薄的 Ti 矽化物膜，因此可應用於更淺的擴散層之接觸的形成。即，就算應用於較淺的擴散層之接觸的形成，也不會發生其擴散層的底部穿透 Ti 矽化物膜的一部分而增加接合泄放電流，或者破壞接合等的問題。而且，因可形成膜厚更薄的 Ti 矽化物膜，故 Si 晶圓的擴散層可在自表面起很淺且雜質濃度很濃的位置形成接觸。藉此可形成更低電阻的接觸構造。

再者，因可提昇膜的密著性、強度，故可形成難以剝離的膜。又因可不用電漿就能除去自然氧化膜，故可進行無損傷的配線加工，還能成膜具有良好接觸電阻的膜。

（確認藉由有關第 1 實施形態之基板處理裝置的效果之實驗）

針對藉由有關以上說明之第 1 實施形態的基板處理裝置 100 之晶圓處理（基板處理方法）之效果的實驗結果，邊參照圖面邊做說明。在此，藉由基板處理裝置 100，對

(62)

抽樣的 Si 晶圓表面實行利用 COR 處理及 PHT 處理的異物除去處理。然後，不將 Si 晶圓露出在大氣，連續將第 8 圖所示的 ALD-Ti 膜成膜處理以製程溫度  $565^{\circ}\text{C}$  來實行而加以成膜 Ti 膜。即，藉由短時間供應  $\text{TiCl}_4$  氣體使其吸附反應之後，重覆數次進行 Ar 氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應和電漿生成而還原的工程，而加以成膜 Ti 膜。

於第 21 圖表示此時抽樣之斷面的掃描型電子顯微鏡 (SEM) 照片。如第 21 圖所示，若藉由有關第 1 實施形態的晶圓處理，就可在 Si 晶圓所露出的 Si 表面，形成與基礎層 (Si) 之界面非常平坦且均勻，而膜厚很薄的 Ti 膜。再者，雖然在 Ti 膜的下側形成有  $\text{TiSi}_x$  膜，但此為連低溫也會產生的例如  $\text{TiSi}_3$ 、 $\text{TiSi}_4$  等，並未形成更安定的矽化物相的  $\text{TiSi}_2$ 。Ti 膜的膜厚為  $19.0\text{nm}$ ， $\text{TiSi}_x$  膜的膜厚為  $16.7\text{nm}$ 。因而，Ti 膜與  $\text{TiSi}_x$  膜合計的膜厚為  $35.7\text{nm}$ 。

然後，進而連續以製程溫度  $600^{\circ}\text{C}$  來實行 Ti 矽化物形成處理，將 Ti 膜矽化 (矽化物化) 形成 C49 相的 Ti 矽化物膜 ( $\text{TiSi}_2$  膜)。於第 22 圖表示此時抽樣之斷面的 SEM 照片。如第 22 圖所示，若藉由有關第 1 實施形態的晶圓處理，就可形成與基礎層 (Si) 之界面非常平坦且均勻，而膜厚很薄的 C49 相的 Ti 矽化物膜。而且，還形成 Ti 膜已完全矽化 (矽化物化) 的 Ti 矽化物膜 ( $\text{TiSi}_2$  膜)。再者，第 22 圖所示的 Ti 矽化物膜之膜厚為  $52.6\text{nm}$ 。

再者，進而以製程溫度  $650^{\circ}\text{C}$  來實行 Ti 矽化物形成處

(63)

理，使 Ti 矽化物相相轉變而形成 C54 相的 Ti 矽化物膜（ $\text{TiSi}_2$  膜）。按此，於第 23 圖表示針對所得到的 Ti 膜、C49 相之 Ti 矽化物膜、C54 相之 Ti 矽化物膜的 X 射線繞射分析。如第 23 圖所示，確認藉由有關第 1 實施形態之晶圓處理所形成的 Ti 膜、C49 相之 Ti 矽化物膜、C54 相之 Ti 矽化物膜的結晶構造，各個 Ti、C49 相、C54 相的峰值強度都很強。

對此，以藉由習知之晶圓處理來形成 Ti 矽化物膜之情形的實驗結果作為比較例加以說明。在此，藉由在基板處理裝置外將抽樣的 Si 晶圓利用稀氟酸（DHF）等的濕式洗淨而除去自然氧化膜。而且，藉由將已洗淨的抽樣之 Si 晶圓放入到基板處理裝置內，以製程溫度  $650^\circ\text{C}$  來實行同時進行  $\text{TiCl}_4$  氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應、Ar 氣體的供應和電漿發生的 CVD-Ti 膜處理，而加以成膜 Ti 膜，同時形成 Ti 矽化物膜。於第 24 圖表示此時抽樣之斷面的 SEM 照片。

如第 24 圖所示，在習知之晶圓處理中，形成有與基礎層（Si）之界面的粗度較大的 C49 相的 Ti 矽化物膜。此為推測將抽樣的 Si 晶圓放入到基板處理裝置內之際，於 Si 晶圓再度附著自然氧化膜等的異物，進而由於在該狀態進行一次 Ti 膜的成膜與矽化，因此 Ti 膜的均勻矽化會因 Si 晶圓之 Si 表面上的異物 173 而阻礙，並且 Ti 膜的矽化會急遽地進行。

與此種第 24 圖所示之習知情形相比，了解到與藉由

(64)

有關第 1 實施形態之晶圓處理（基板處理方法）所形成的 Ti 矽化物膜及其基礎層（Si）的界面，如第 22 圖所示，非常平坦且均勻，與 Ti 矽化物膜及其基礎層（Si）的界面之狀態大有改善。

其次，使用別的 Si 晶圓之抽樣，來比較藉由有關第 1 實施形態的 ALD-Ti 膜成膜處理所形成的 Ti 矽化物膜、和藉由習知之 CVD-Ti 膜成膜處理所形成的 Ti 矽化物膜。有關第 1 實施形態的 ALD-Ti 膜成膜處理，係藉由基板處理裝置 100，如第 8 圖所示，短時間供應  $\text{TiCl}_4$  氣體使其吸附反應之後，藉由重覆複次進行 Ar 氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應和電漿生成所還原的工程，以製程溫度  $565^\circ\text{C}$  加以成膜 Ti 膜之後，連續以製程溫度  $600^\circ\text{C}$  進行 Ti 矽化物形成處理。於第 25 圖表示此時之 Ti 矽化物膜的表面的 SEM 照片。若藉由有關第 1 實施形態的晶圓處理，就能如第 25 圖所示，形成表面非常平坦且均勻的 Ti 膜。

對此，習知之 CVD-Ti 膜成膜處理，係以製程溫度  $650^\circ\text{C}$  來實行同時期進行  $\text{TiCl}_4$  氣體的供應、 $\text{H}_2$  氣體的供應、Ar 氣體的供應和電漿發生的 CVD-Ti 膜處理，而加以成膜 Ti 膜，同時形成 Ti 矽化物膜。於第 26 圖表示此時之 Ti 矽化物膜的表面的 SEM 照片。如第 26 圖所示，若藉由習知的晶圓處理，即可形成有與基礎層（Si）之界面的粗度較大的 C49 相的 Ti 矽化物膜。

與此種第 26 圖所示之習知情形相比，了解到藉由有關第 1 實施形態之 ALD-Ti 膜成膜處理所形成的 Ti 矽化

(65)

物膜的表面，如第 25 圖所示，非常平坦且均勻，Ti 矽化物膜的表面之狀態也大有改善。

在此，於第 27 圖表示測定藉由有關上述之第 1 實施形態的 ALD-Ti 膜成膜處理所形成的 Ti 矽化物膜之電阻率與藉由習知之 CVD-Ti 膜成膜處理所形成的 Ti 矽化物膜之電阻率的結果。如第 27 圖所示，了解到藉由有關第 1 實施形態的 ALD-Ti 膜成膜處理所形成的 Ti 矽化物膜之電阻率與藉由習知之 CVD-Ti 膜成膜處理所形成的 Ti 矽化物膜之電阻率相比，略降低 1/2 以上。藉此，若藉由第 1 實施形態，與習知相比，Ti 矽化物膜的界面和表面的狀態大有改善，且可隨此更進一步減低 Ti 矽化物膜的電阻。

（有關第 2 實施形態之基板處理裝置的構成例）

其次，邊參照圖面邊說明有關本發明之第 2 實施形態的基板處理裝置之構成例。第 28 圖是表示有關第 2 實施形態的基板處理裝置之一例的概略構成圖。如第 28 圖所示，該基板處理裝置 101 係具有具備：形成略多角形狀（例如六角形狀）的一個共通搬送室 102、和構成可真空吸引的複數個（例如四個）處理室 104A~104D 的真空處理裝置。第 28 圖所示的基板處理裝置 101 的真空處理裝置之構成，係大致與第 1 所示的基板處理裝置 100 的第 1 真空處理裝置之構成相同。基板處理裝置 101 係將一個真空處理裝置透過兩個真空隔絕室 108A、108B 而連接在搬入

(66)

側搬送室 110 的範例。連此種構成的基板處理裝置 101 也可應用本發明。

(處理室的構成例)

其次，說明第 28 圖所示的基板處理裝置 101 之處理室的構成例。連有關第 2 實施形態的基板處理裝置 101 中，都能以連續實行藉由將 Si 晶圓之 Si 表面上的自然氧化膜等的異物不使用電漿的異物除去處理、和在施行該異物除去處理的 Si 表面上形成 Ti 膜的 Ti 膜形成處理、和在 Ti 膜與基礎層 (Si) 之間引起矽化反應形成 Ti 矽化物的 Ti 矽化物形成處理的方式所構成。

以處理室 104A~104D 中至少兩個處理室之一方作為異物除去處理室所構成，以另一方的兩個處理室分別作為 Ti 成膜處理室、Ti 矽化物形成處理室所構成。此外，異物除去處理也可如上述地連續實行複數階段的處理，例如生成物生成處理 (COR 處理) 與生成物除去處理 (例如 PHT 處理)。此時，以處理室 104A~104D 中的兩個處理室，分別作為生成物生成處理室、生成物除去處理室所構成。

在此，於第 29 圖表示基板處理裝置 101 之處理室的構成例。第 29 圖所示的構成例，係以連接在共通搬送室 102 的處理室 104A、104B、104C、104D，分別作為 COR 處理室、PHT 處理室、Ti 膜成膜處理室、Ti 矽化物形成處理室所構成。

(67)

(晶圓的搬送處理)

針對此種第 29 圖所示之構成的基板處理裝置 101 之晶圓 W 的搬送處理做說明。因對晶圓 W 之各處理室 104A ~ 104D 的處理之順序是以上述的順序進行，故晶圓 W 之搬送路徑係為如第 29 圖所示的實線箭頭。

在此，以從設置在中央之導入口 112B 的晶圓匣（也包含載體），例如取出已形成有接觸孔或通孔之處理前晶圓 W 作為一例，此外兩個真空隔絕室 108A、108B 中的任一方的真空隔絕室，例如將真空隔絕室 108A，應用於處理前晶圓 W 的搬入用，將另一方的真空隔絕室 108B 應用於處理過晶圓 W 的搬出用。目前，在各處理室 104A ~ 104D 內分別收容有晶圓 W，各個處理結束，或大致結束。

首先，由於針對第 29 圖所示的搬入側搬送室 110 內之晶圓 W 的搬送處理，係與第 13 圖所示的情形相同，因此其詳細的說明予以省略。此時，第 29 圖所示的搬送路徑 X31 ~ X33，係分別相當於第 13 圖所示的搬送路徑 X11 ~ X13。

其次，針對在共通搬送室 102 內的晶圓之搬送處理做說明。先藉由搬送機構 118 取得收容在處理室 104D 之處理過的晶圓 W，如搬送路徑 Y31 所示地將此放置在真空狀態的真空隔絕室 108B 內。其次，藉由搬送機構 118 取得收容在處理室 104C 內之處理過的晶圓 W，如搬送路徑

(68)

Y32 所示地將此往真空狀態的處理室 104D 內搬入而放置，開始在處理室 104D 內的處理。

接著，藉由搬送機構 118 取得收容在處理室 104B 內之處理過的晶圓 W，如搬送路徑 Y33 所示地將此往真空狀態的處理室 104C 內搬入而放置，開始在處理室 104C 內的處理。其次，藉由搬送機構 118 取得收容在處理室 104A 內之處理過的晶圓 W，如搬送路徑 Y34 所示地將此往真空狀態的處理室 104B 內搬入而放置，開始在處理室 104B 內的處理。

接著，藉由搬送機構 118 取得已在真空隔絕室 108A 內待機之處理前的晶圓 W，如搬送路徑 Y35 所示地將此往上述真空狀態的處理室 104A 內搬入而放置，開始在該處理室 104A 內的處理。再者，在晶圓 W 的搬出入之際，各閘閥 106A~106D、107A、107B 中，開閉操作晶圓 W 之搬出入所必要的閘閥。而且，在各處理室 104E~104D，每當晶圓 W 之處理完成即重覆進行上述的操作。

藉此，就可在 Si 晶圓 W 之 Si 表面上，形成與基礎層 (Si) 之界面非常平坦且均勻的 Ti 矽化物。此外，不光是提昇膜的密著性、強度，因可防止在 Si 晶圓 W 的基礎層 (Si)，受到電漿引起的充電損傷，故可進行沒有損傷的配線加工，就能加以成膜具有良好接觸電阻的膜。

再者，上述各處理室 104A~104D 的構成並不限於第 29 圖所示者。例如以各處理室 104A~104D 中的哪個處理室作為 COR 處理室、PHT 處理室、Ti 膜成膜處理室、Ti

(69)

矽化物形成處理室、TiN 膜成膜處理室所構成亦可。因而，如果 Si 晶圓的搬送順序，也依各處理室 104A~104D 中之 COR 處理室、PHT 處理室、Ti 膜成膜處理室、Ti 矽化物形成處理室的順序被搬送，未必要是各處理室 104A~104D 的順序亦可。

此外，在共通搬送室 102 除了處理室 104A~104D 以外，追加並連接別的處理室，以該處理室作為 TiN 膜成膜處理室所構成亦可。藉此，將已結束 Ti 矽化物形成處理的 Si 晶圓搬送到 TiN 膜成膜處理室，連 TiN 膜成膜處理都能連續的實行。

有關藉由上述第 1 或第 2 實施形態所詳述的本發明，可應用於由複數個機器所構成的系統，也可應用於由一個機器所形成的裝置。連藉由將記憶著實現上述之實施形態之機能的軟體之程式的記憶媒體等的媒體供應於系統或裝置，該系統或裝置的電腦（或者 CPU 和 MPU）讀出並實行儲存在記憶媒體等之媒體的程式，本發明當然也可達成。

此時，由記憶媒體等之媒體所讀出的程式本身是用以實現上述之實施形態的機能，記憶該程式的記憶媒體等之媒體係為構成本發明。作為用以供應程式的記憶媒體等之媒體，例如可使用軟碟（註冊商標）碟、硬碟、光碟、光磁碟、CD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW、磁帶、不揮發性的記憶卡、ROM、或透過網路的下載等。

(70)

再者，藉由實行電腦所讀出的程式，不光是實現上述之實施形態的機能，依據其程式的指示，在電腦上作業的 OS 等則執行實際處理的一部分或全部，藉由該處理實現上述之實施形態的機能之情形也包含在本發明。

進而，由記憶媒體等之媒體所讀出的程式，寫入到配置在插入到電腦之機能擴充卡和連接於電腦的機能擴充單元的記憶體之後，依據該程式的指示，配備在該機能擴充卡和機能擴充單元的 CPU 等則執行實際處理的一部分或全部，藉由該處理實現上述之實施形態的機能之情形也包含在本發明。

以上，雖是一邊參照所附圖面一邊針對本發明的最佳實施形態做說明，但本發明當然不限於相關的範例。只要是該業者，針對記載於申請專利範圍之範圍內，都可清楚的想到各種變更例或修正例，了解到連該些當然均屬本發明之技術範圍。

例如，在上述實施形態中，雖是針對在 Si 晶圓之 Si 表面上形成合金膜的  $\text{TiSi}_2$  膜作為含有 Si 表面之情形做說明，但並不限於此，在形成於 Si 晶圓上的多晶矽 (poly-Si) 上形成合金膜作為含有 Si 表面亦可，此外在金屬矽化物膜上形成合金膜亦可。例如以由 CoSi 和 NiSi 等之金屬矽化物膜所形成的敷層來覆蓋擴散層的情形，係以該敷層 (金屬矽化物膜) 作為基礎層而在其上形成合金膜 (例如 Ti-Co 膜、Ti-Ni 膜等) 亦可。

此外，在上述實施形態中，雖是舉例使用  $\text{TiCl}_4$  氣體

(71)

作為含有金屬原料氣體的情形做說明，但並不限於此，只要是含有 Ti 原料氣體無論哪種都可。例如也可使用 TDMAT（四（甲基胺）一鈦）、TDEAT（四（二乙基胺）一鈦）等作為有機鈦。

進而又於上述實施形態中，雖是使用含有 Ti 原料氣體來形成鈦矽化物膜的情形作為含有金屬原料氣體為例做說明，但並不限於此，例如使用 Ni、Co、Pt、Mo、Ta、Hf、Zr 等之含有金屬原料氣體來形成該些金屬之矽化物膜的情形也可得到同樣的效果。

[產業上的可利用性]

本發明可應用於例如有 Si 晶圓之表面和金屬矽化物層等之含有 Si 表面上進行形成金屬矽化物膜等之基板處理的基板處理裝置、基板處理方法、程式、記錄程式之記錄媒體。

【圖式簡單說明】

第 1 圖是表示有關本發明之第 1 實施形態的基板處理裝置之構成例的剖面圖。

第 2 圖是表示同實施形態之 Si 晶圓的膜構造之具體例的模式圖。

第 3A 圖是說明有關同實施形態之晶圓處理的工程圖。

第 3B 圖是說明有關同實施形態之晶圓處理的工程圖。

(72)

。

第 3C 圖是說明有關同實施形態之晶圓處理的工程圖

。

第 3D 圖是說明有關同實施形態之晶圓處理的工程圖

。

第 4A 圖是放大第 3A 圖所示之各工程的接觸孔之底部（A 部）的膜構造的模式圖。

第 4B 圖是放大第 3B 圖所示之各工程的接觸孔之底部（A 部）的膜構造的模式圖。

第 4C 圖是放大第 3C 圖所示之各工程的接觸孔之底部（A 部）的膜構造的模式圖。

第 5A 圖是放大針對比較例的接觸孔之底部（A 部）的膜構造的模式圖。

第 5B 圖是放大針對比較例的接觸孔之底部（A 部）的膜構造的模式圖。

第 6 圖是以座標表示將 Ti 膜成膜在 Si 晶圓之 Si 表面上之際的成膜速率與晶圓之設定溫度的關係之圖。

第 7 圖是表示作為 Ti 膜成膜處理之具體例的 CVD-Ti 膜成膜處理之氣體供應形態之一例的圖。

第 8 圖是表示作為 Ti 膜成膜處理之具體例的 ALD-Ti 膜成膜處理之氣體供應形態之一例的圖。

第 9 圖是表示作為 Ti 膜成膜處理之具體例的 ALD-Ti 膜成膜處理之氣體供應形態之其他例的圖。

第 10 圖是表示作為 Ti 膜成膜處理之具體例的 ALD-

(73)

Ti 膜成膜處理之氣體供應形態之另一其他例的圖。

第 11 圖是表示作為 Ti 膜成膜處理之具體例的 SFD-Ti 膜成膜處理之氣體供應形態之一例的圖。

第 12 圖是以座標表示將 Si 晶圓之 Si 表面上之 Ti 膜加以熱處理時的晶圓之設定溫度與 Ti 矽化物之電阻率及該電阻率之晶圓面內均勻性之關係的圖。

第 13 圖是表示第 1 圖所示的基板處理裝置之處理室的構成例的圖。

第 14 圖是表示有關同實施形態的 COR 處理室之構成例的剖面圖。

第 15 圖是表示有關同實施形態的 PHT 處理室之構成例的剖面圖。

第 16 圖是表示有關同實施形態的 Ti 膜成膜處理室之構成例的剖面圖。

第 17 圖是表示有關同實施形態的 TiN 膜成膜處理室之構成例的剖面圖。

第 18 圖是表示第 1 圖所示的基板處理裝置之處理室的其他構成例的圖。

第 19 圖是表示第 1 圖所示的控制部（系統控制器）的構成例的方塊圖。

第 20 圖是表示同實施形態的 EC（裝置控制部）之構成例的方塊圖。

第 21 圖是表示藉由有關本實施形態之晶圓處理所形成的 Ti 膜之剖面的掃描型電子顯微鏡（SEM）照片的圖

(74)

。

第 22 圖是表示藉由有關本實施形態之晶圓處理所形成的 C49 相 Ti 矽化物膜 (TiSi<sub>2</sub> 膜) 之剖面的掃描型電子顯微鏡 (SEM) 照片的圖。

第 23 圖是表示藉由有關本實施形態之晶圓處理所形成的 Ti 膜、C49 相 Ti 矽化物膜 (TiSi<sub>2</sub> 膜)、C54 相 Ti 矽化物膜 (TiSi<sub>2</sub> 膜) 之 X 射線繞射分析的圖。

第 24 圖是表示藉由習知之晶圓處理所形成的 C49 相 Ti 矽化物膜 (TiSi<sub>2</sub> 膜) 之剖面的掃描型電子顯微鏡 (SEM) 照片的圖。

第 25 圖是表示藉由有關本實施形態之晶圓處理所形成的 C49 相 Ti 矽化物膜 (TiSi<sub>2</sub> 膜) 之表面的掃描型電子顯微鏡 (SEM) 照片的圖。

第 26 圖是表示藉由習知之晶圓處理所形成的 C49 相 Ti 矽化物膜 (TiSi<sub>2</sub> 膜) 之表面的掃描型電子顯微鏡 (SEM) 照片的圖。

第 27 圖是表示藉由有關本實施形態之 ALD-Ti 膜成膜處理所形成的 Ti 矽化物膜之電阻率與藉由習知之 CVD-Ti 膜成膜處理所形成的 Ti 矽化物膜之電阻率的測定結果的圖。

第 28 圖是表示有關本發明之第 2 實施形態的基板處理裝置之構成例的剖面圖。

第 29 圖是表示第 28 圖所示的基板處理裝置之處理室的構成例的圖。

(75)

第 30 圖是表示半導體元件之配線構造的模式圖。

【主要元件之符號說明】

100、101：基板處理裝置

102：第 1 共通搬送室

104（104A～104F）：處理室

105（105A～105F）：載置台

106A～106F：閘閥

107A、107B：閘閥

108（108A、108B）：真空隔絕室

109（109A、109B）：搬送口

110：搬入側搬送室

112（112A～112C）：導入口

112B：導入口

114：定位器

116：搬入側搬送機構

116A、116B：拾取部

118：第 1 搬送機構

118A、118B：拾取部

120：第 2 共通搬送室

122：通道部

124：第 2 搬送機構

124A、124B：拾取部

126：閘閥

(76)

- 160 : Si 晶圓 ( 矽晶圓 )
- 161 : 界面
- 162 : 裸基板
- 163 : Si 表面
- 164 : 層間絕緣膜
- 165 : 接觸孔
- 166 : Ti 膜
- 167 : Ti 矽化物膜 ( 鈦矽化物膜 )
- 168 : TiN 膜
- 172 : 裸基板
- 173 : 異物
- 177 : Ti 矽化物膜
- 200 : 控制部 ( 系統控制器 )
- 300 : EC ( 裝置控制部 )
- 310 : CPU
- 320 : RAM
- 330 : 顯示手段
- 340 : 輸入 / 輸出手段
- 350 : 報知手段
- 360 : 程式資料記憶手段
- 362 : 搬送處理程式
- 364 : 製程處理程式
- 370 : 處理資料記憶手段
- 372 : 搬送處理資訊

(77)

374：製程處理資訊

400：激勵氣體反應處理室

500：熱處理室

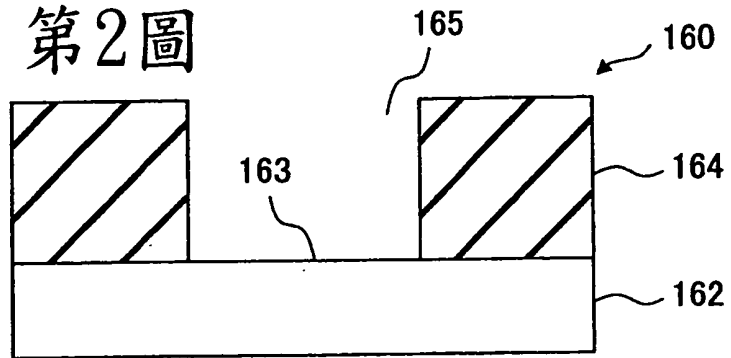
600：電漿 CVD 處理室

700：電漿 CVD 處理室

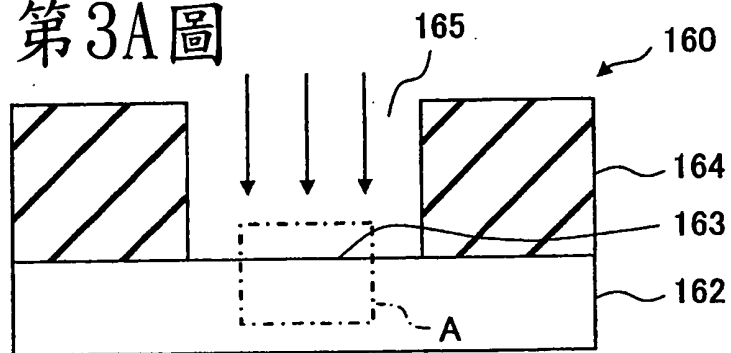
W：晶圓（Si 晶圓）



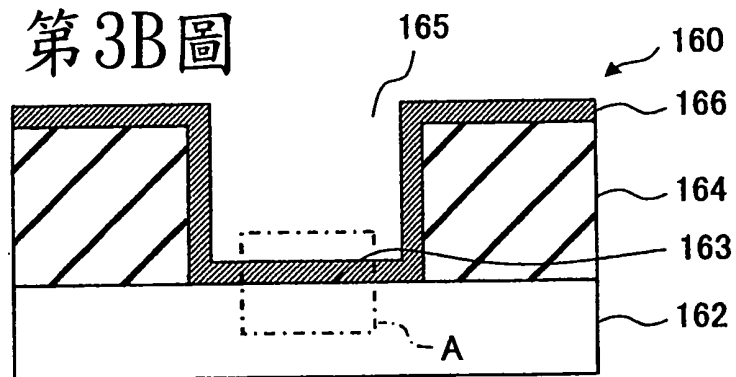
第2圖



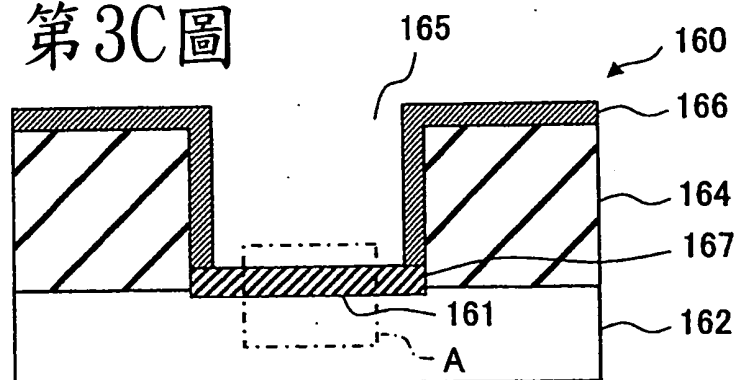
第3A圖



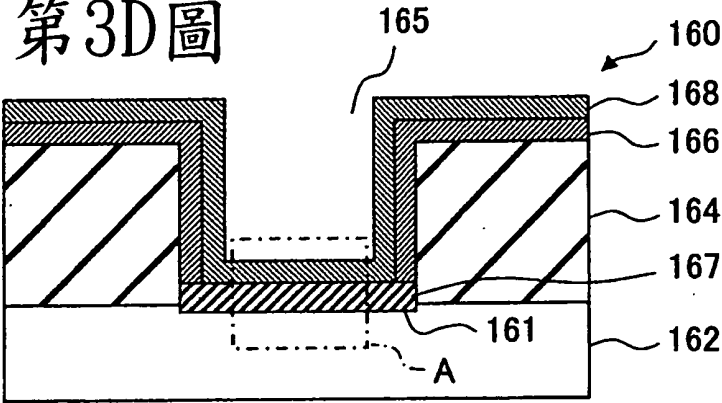
第3B圖



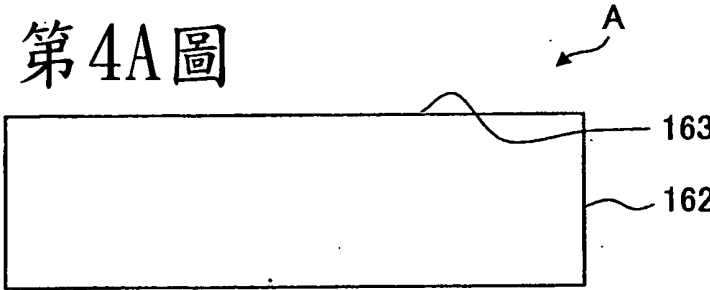
第3C圖



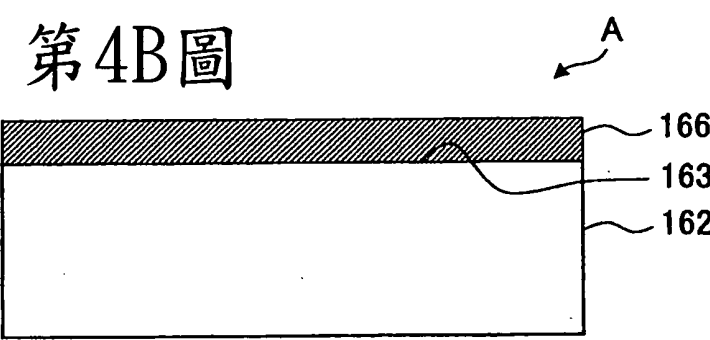
第3D圖



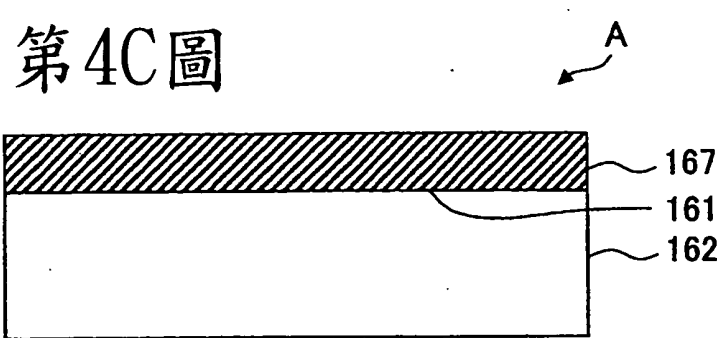
第4A圖



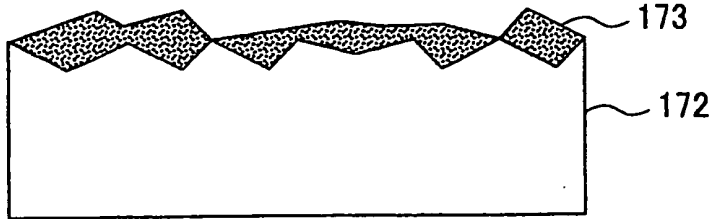
第4B圖



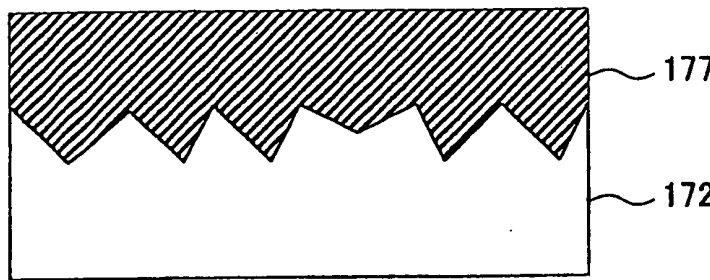
第4C圖



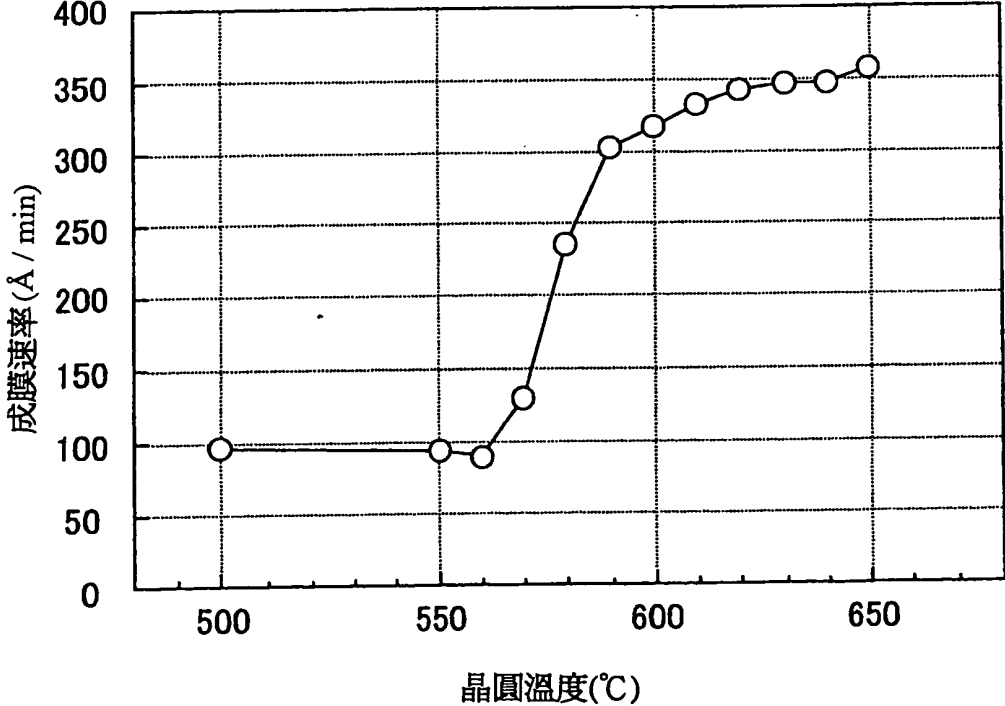
第5A圖



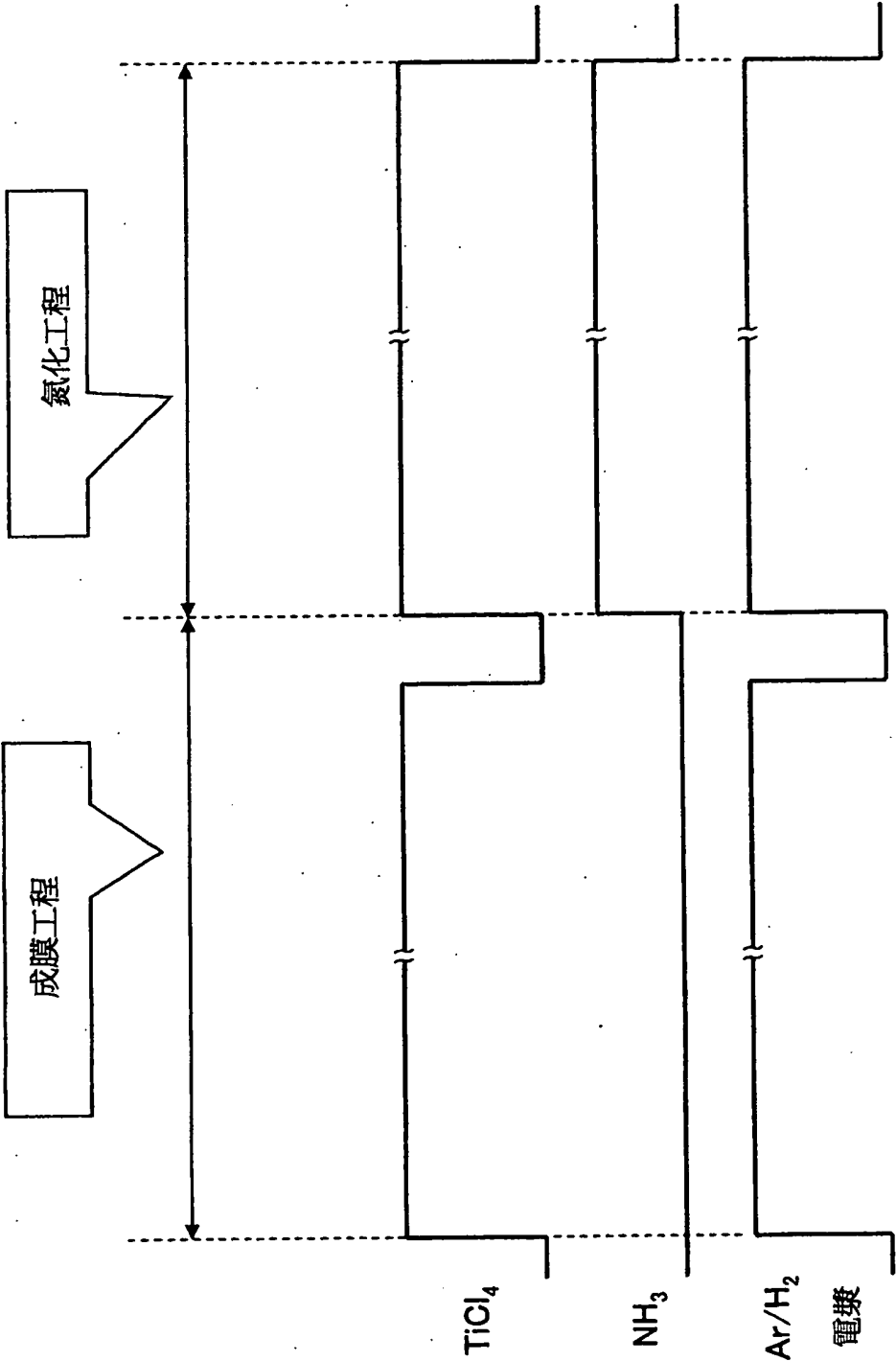
第5B圖



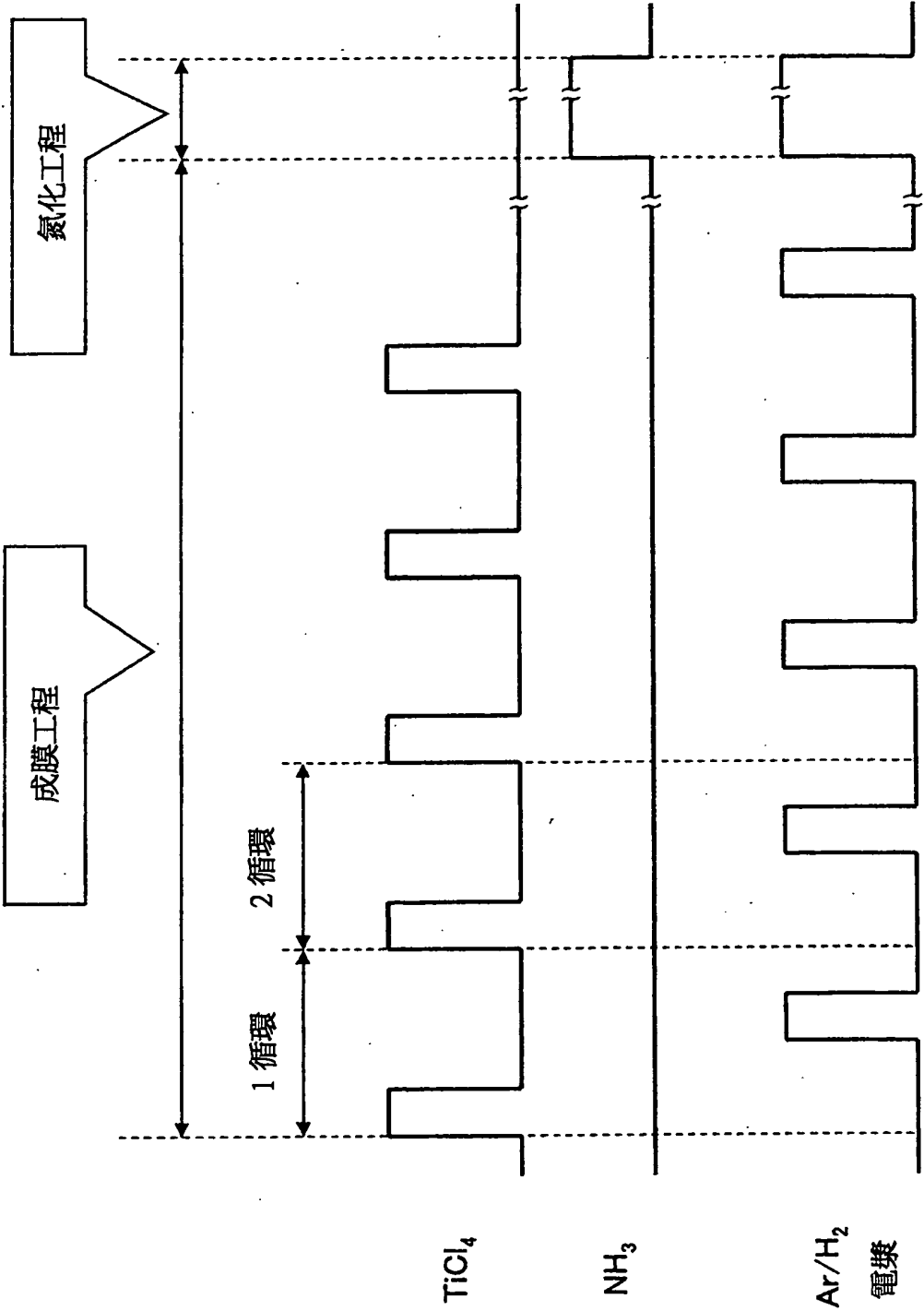
第6圖

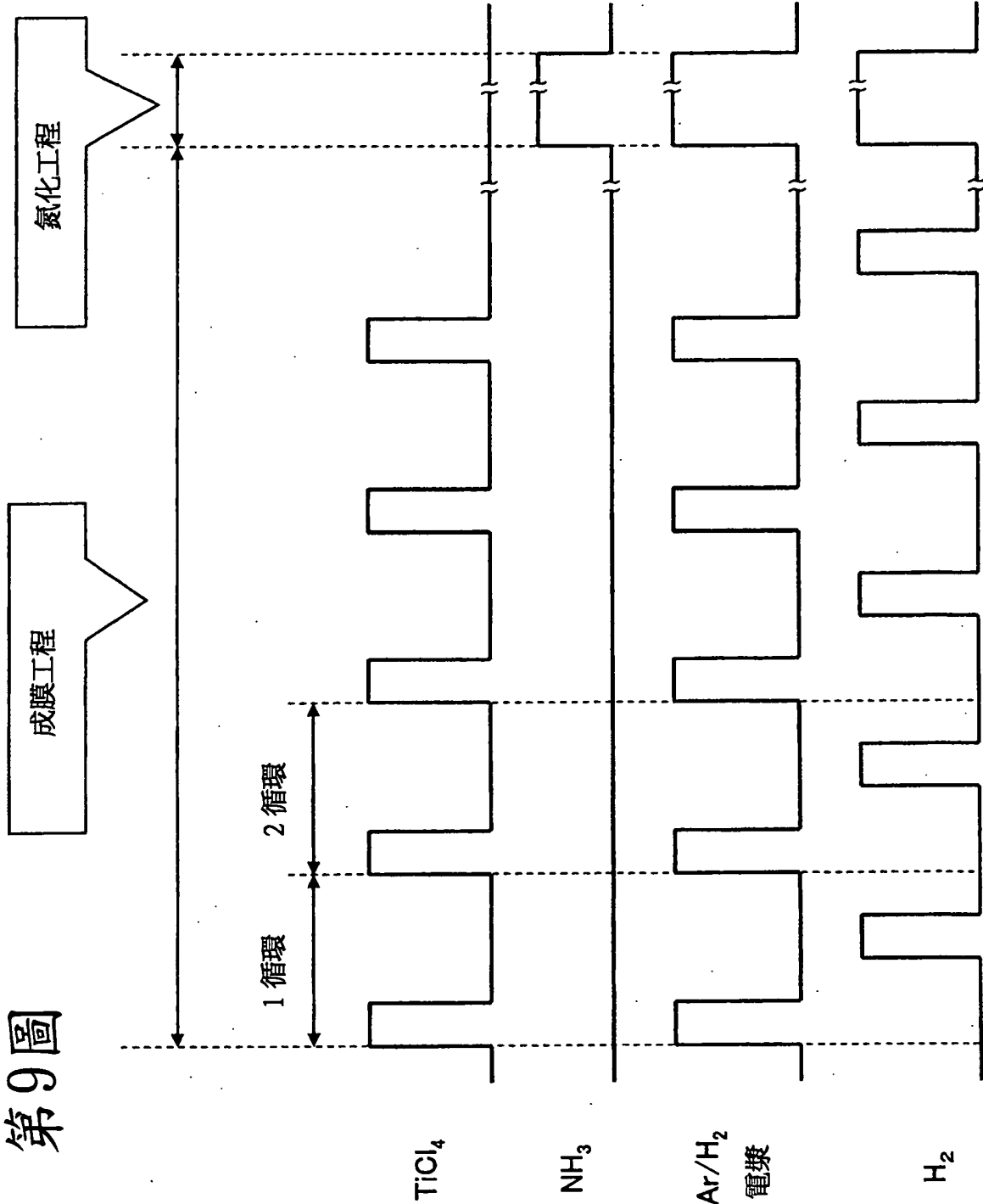


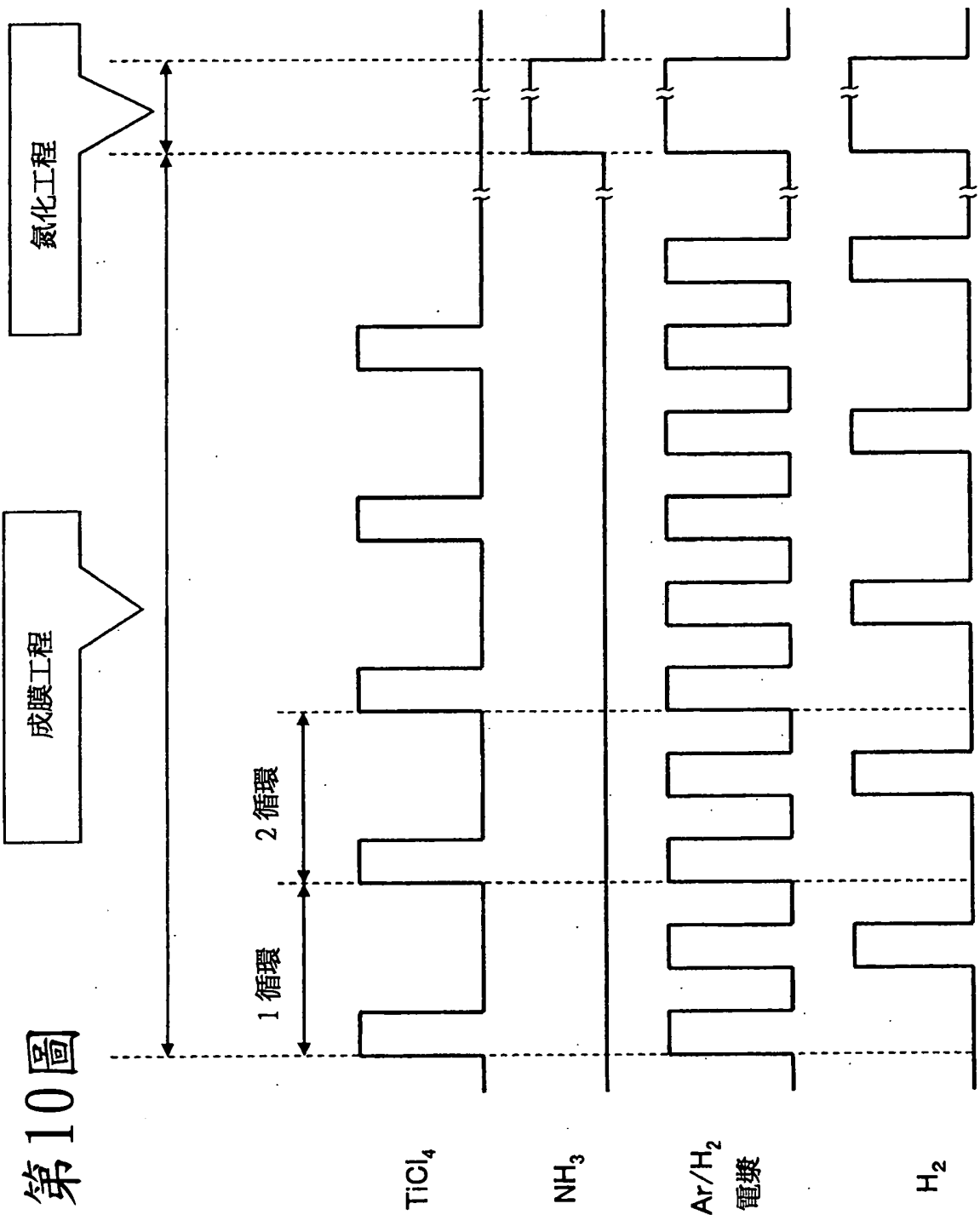
第7圖

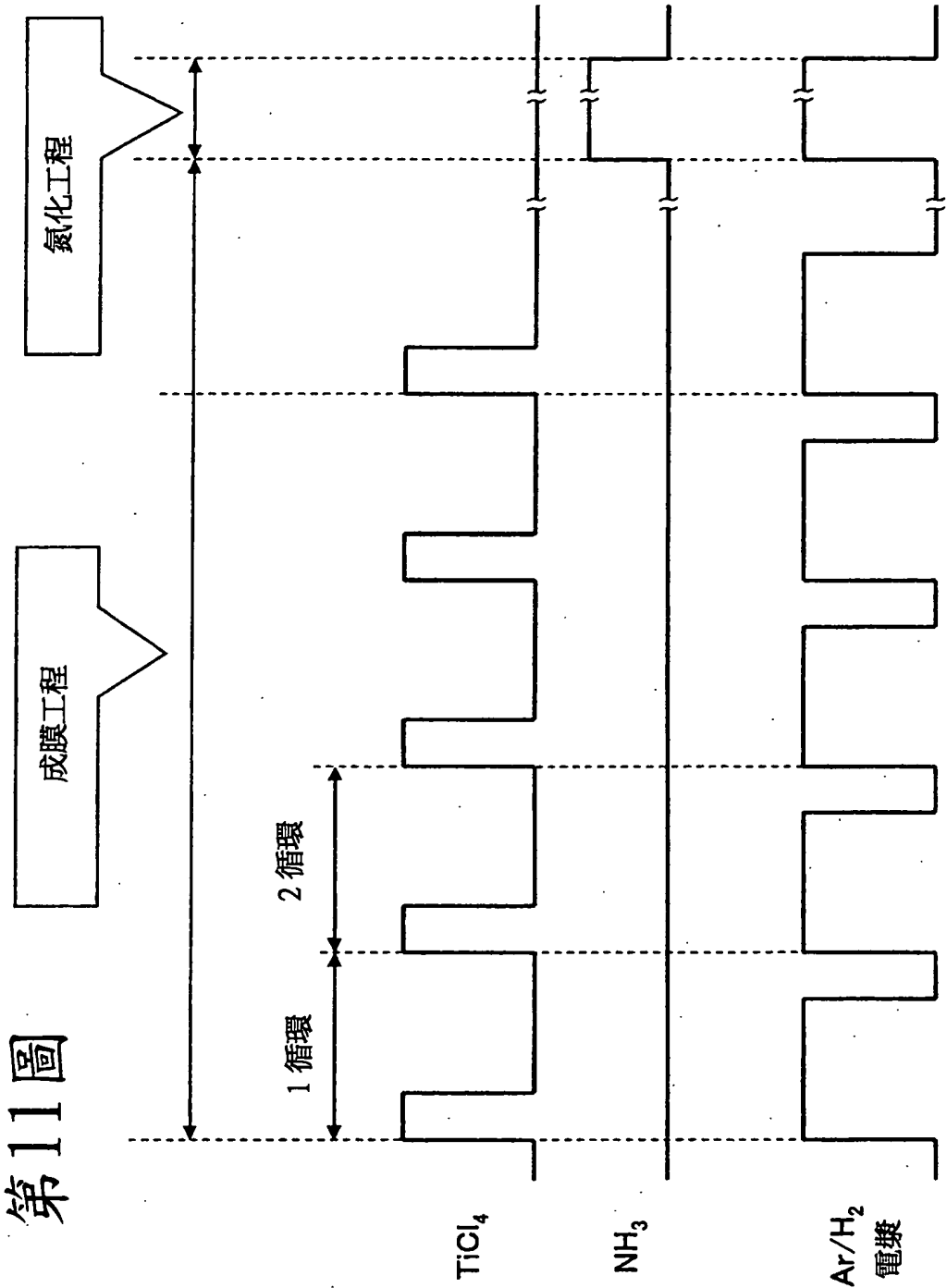


第8圖

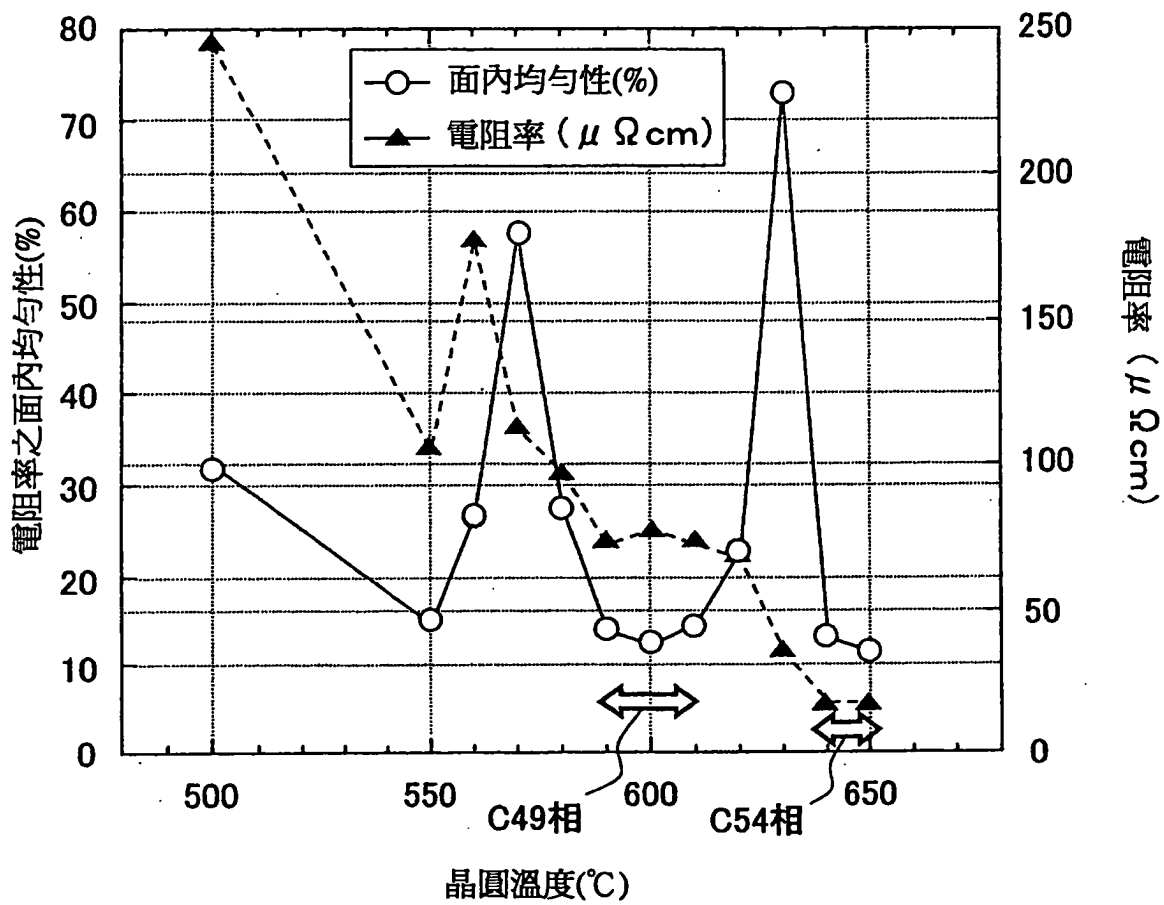




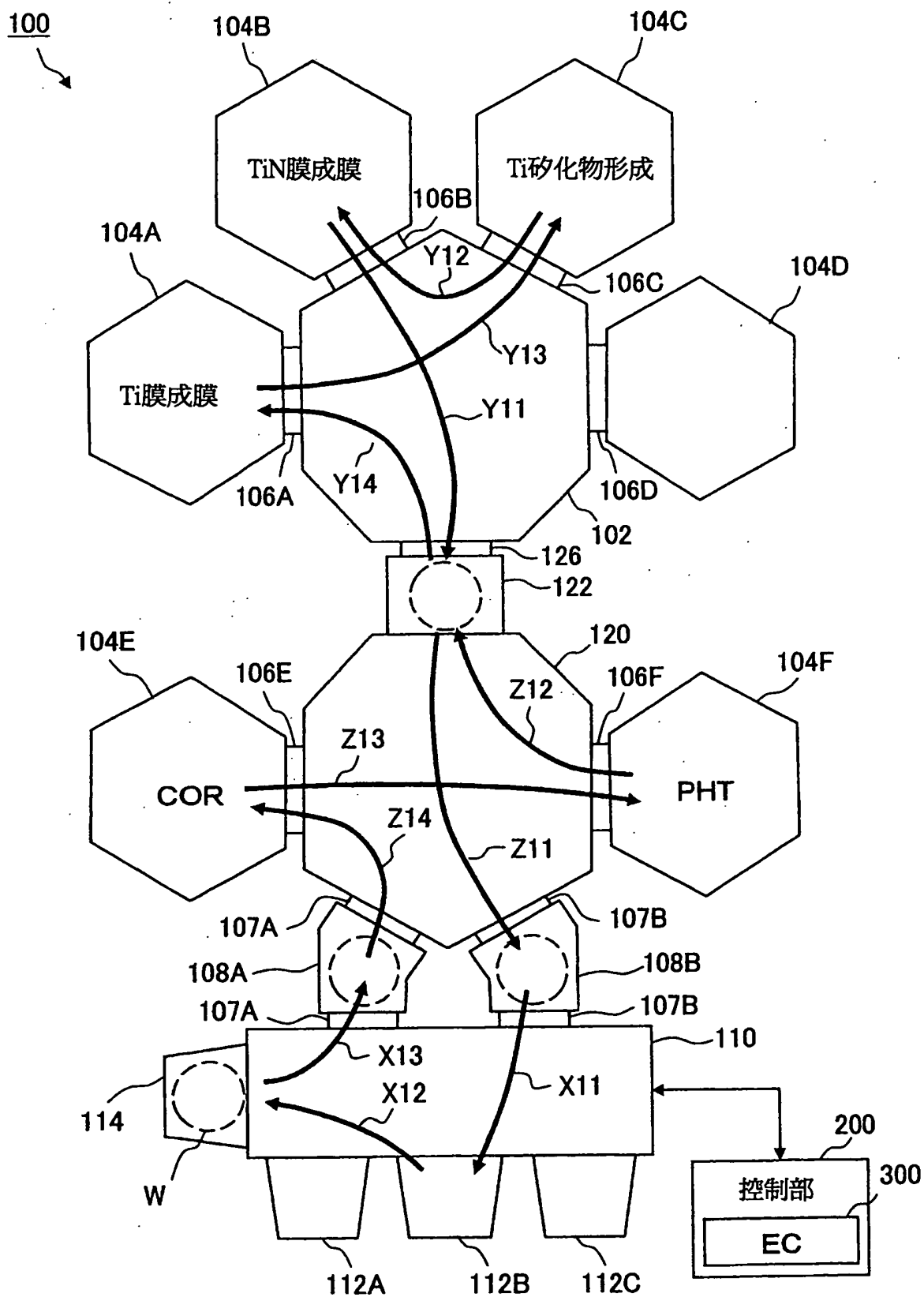




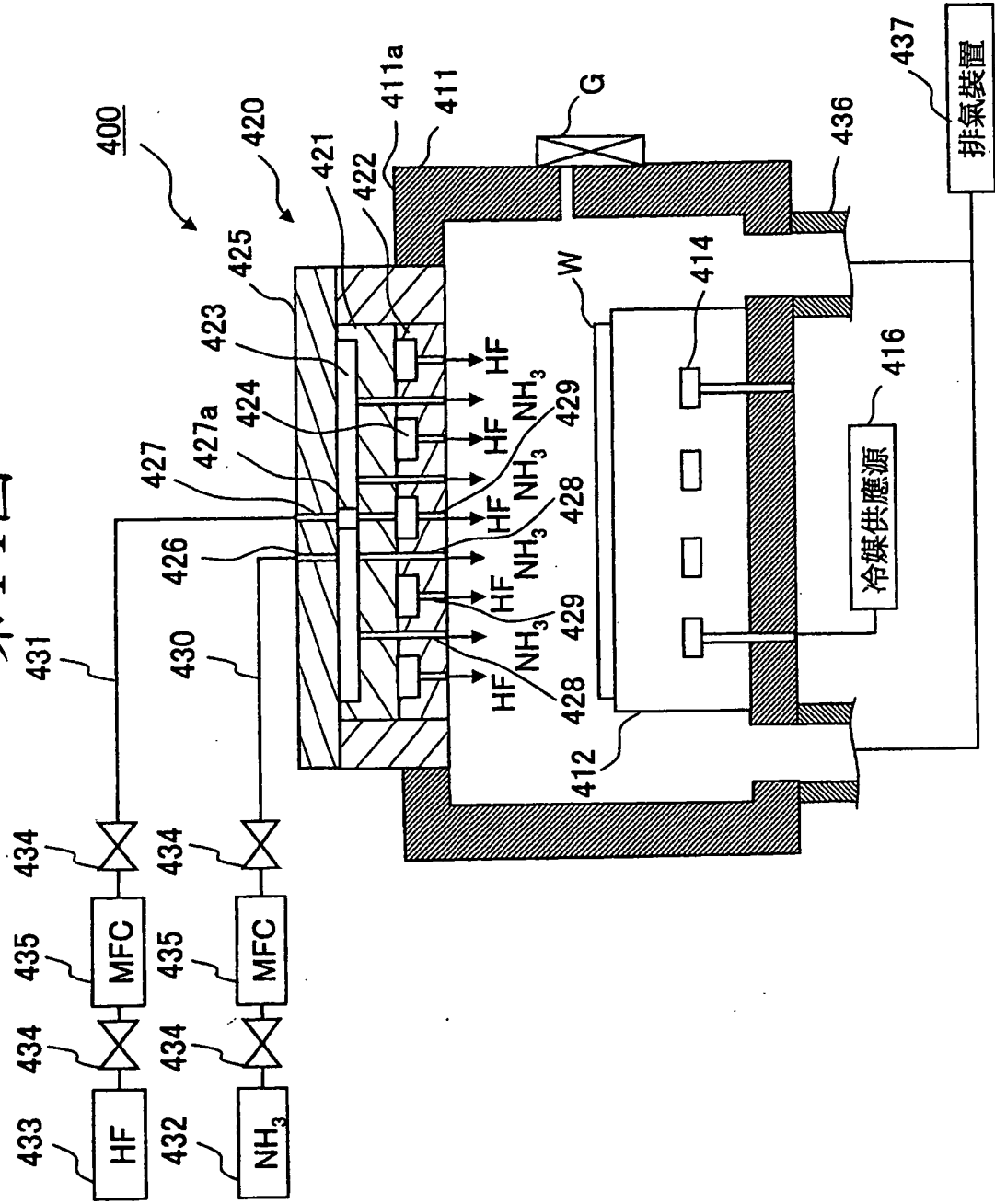
第12圖



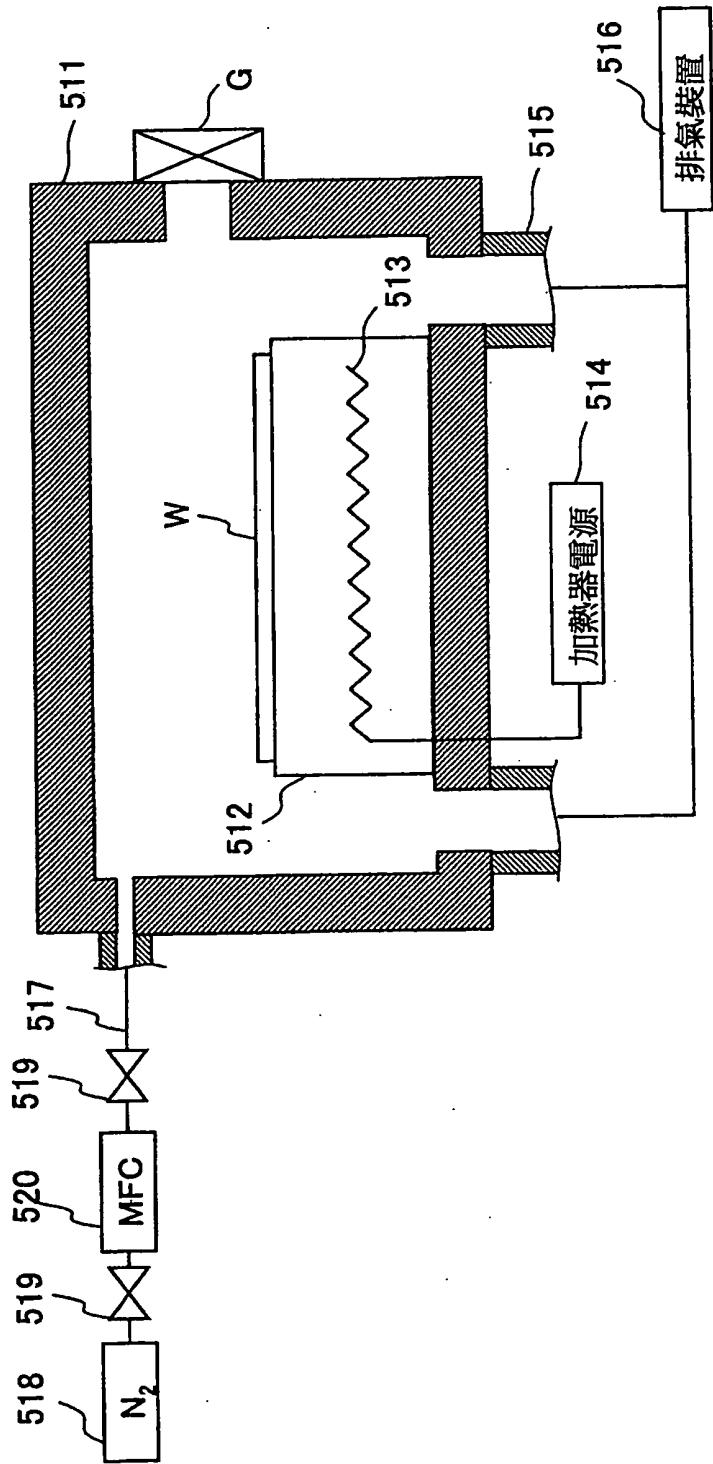
第13圖



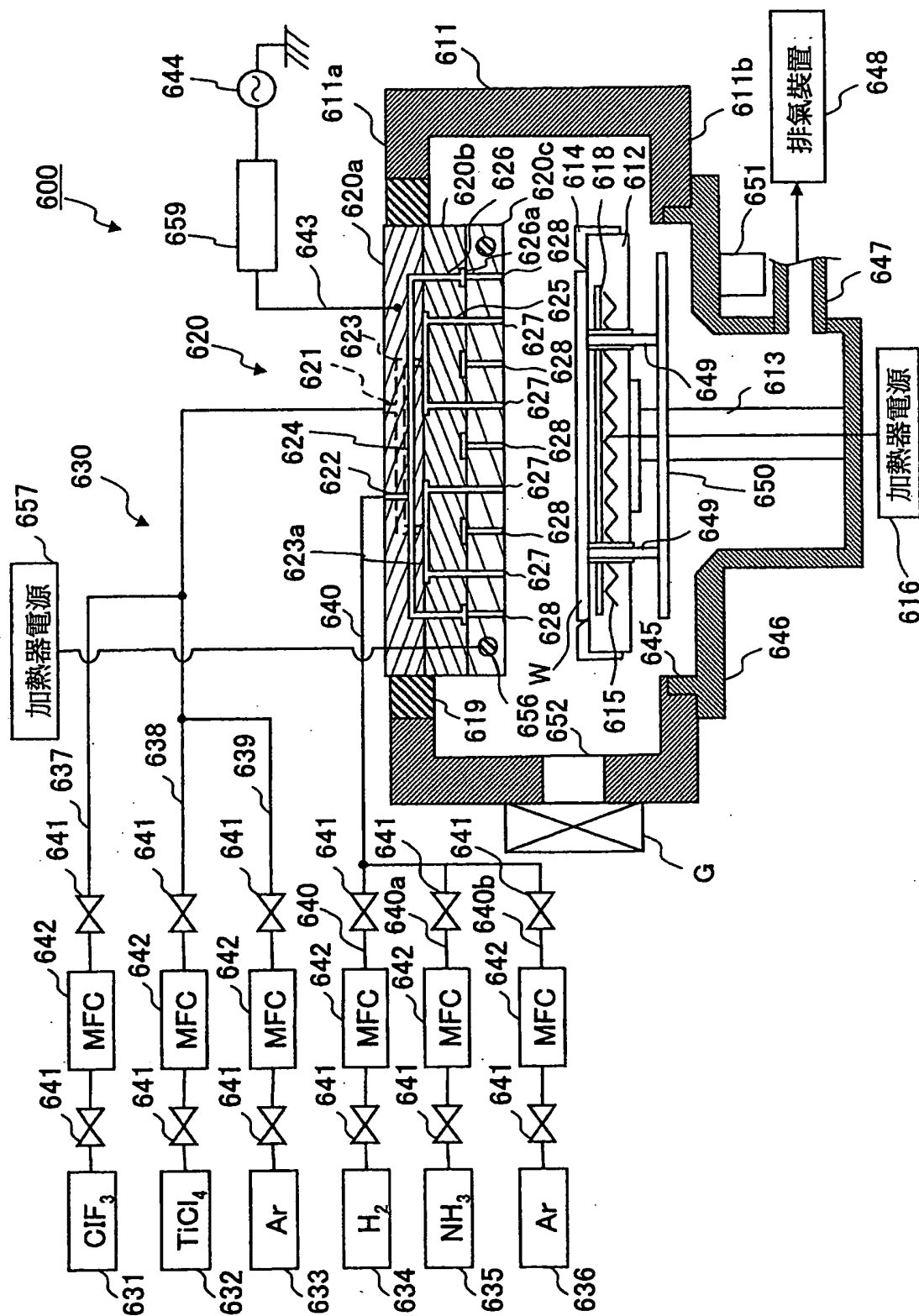
第14圖



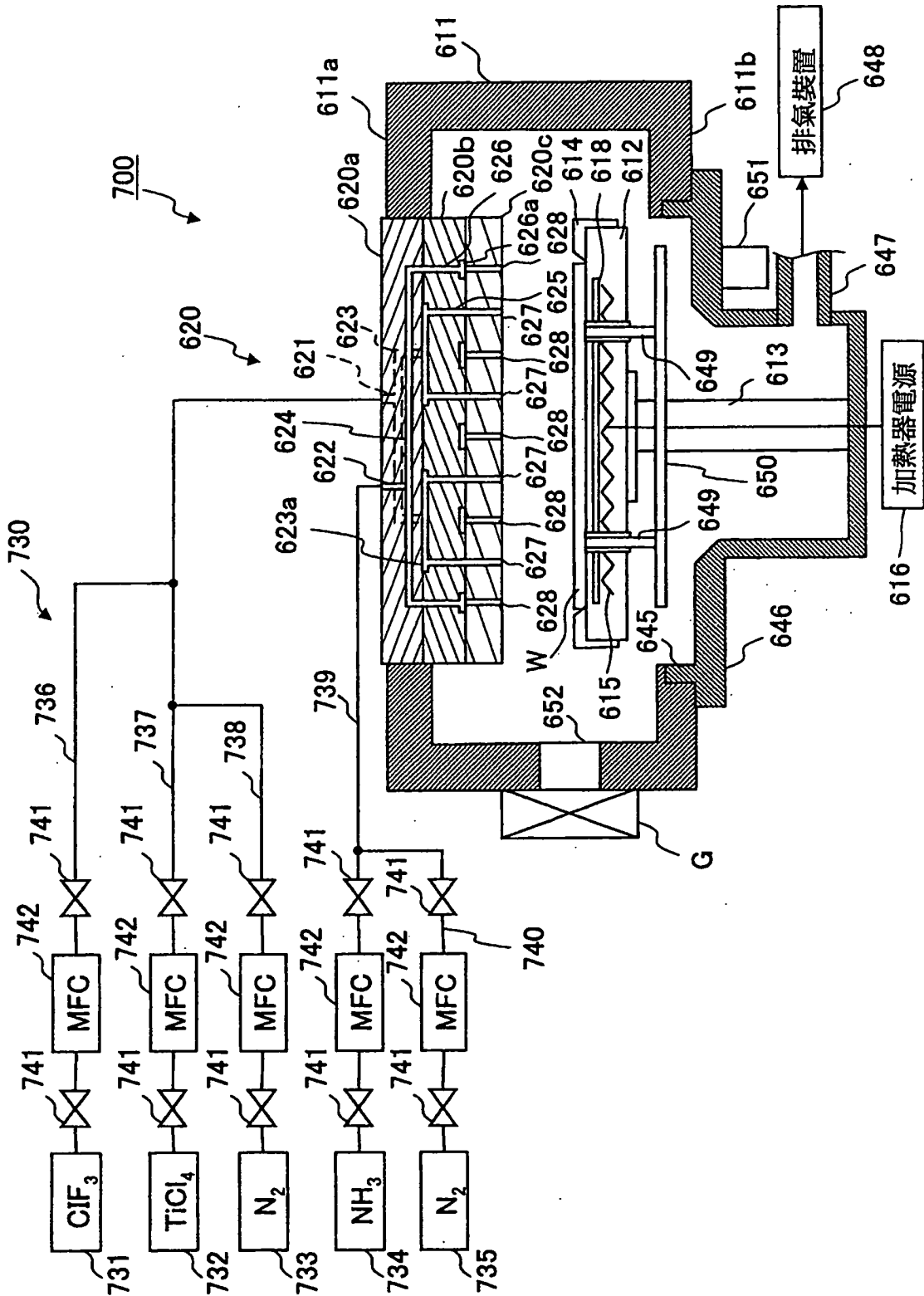
第15圖



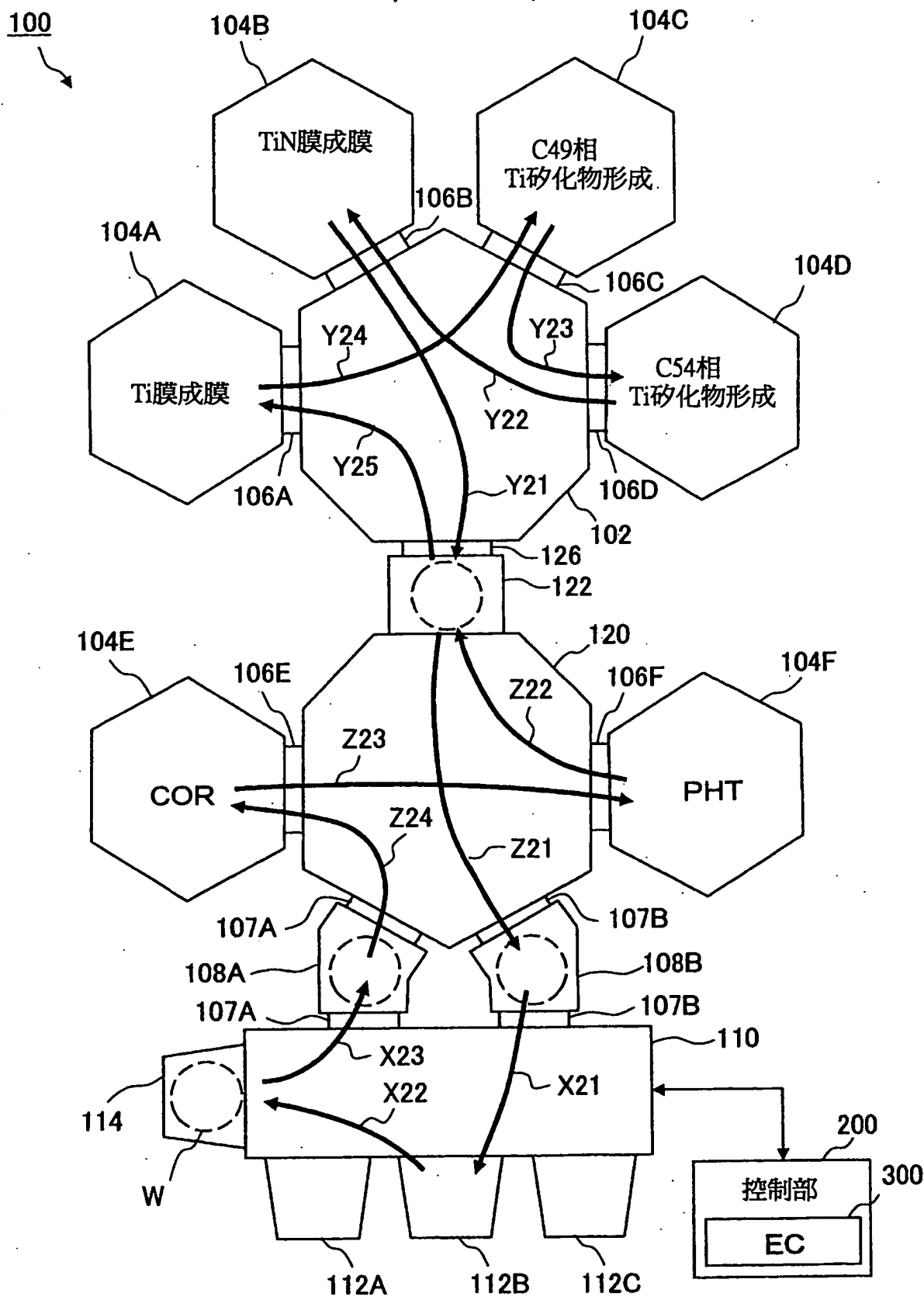
第16圖



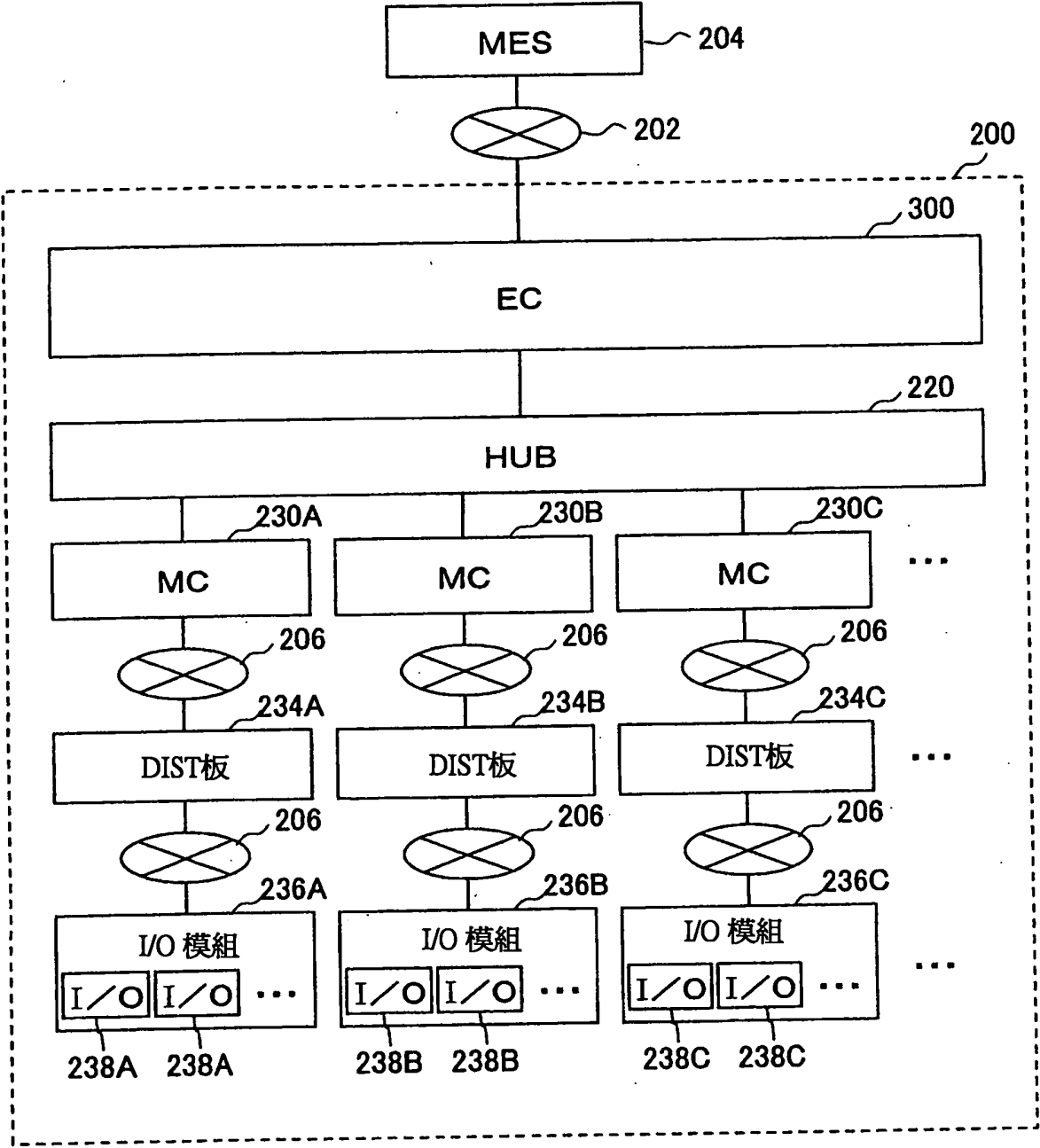
第17圖



第18圖

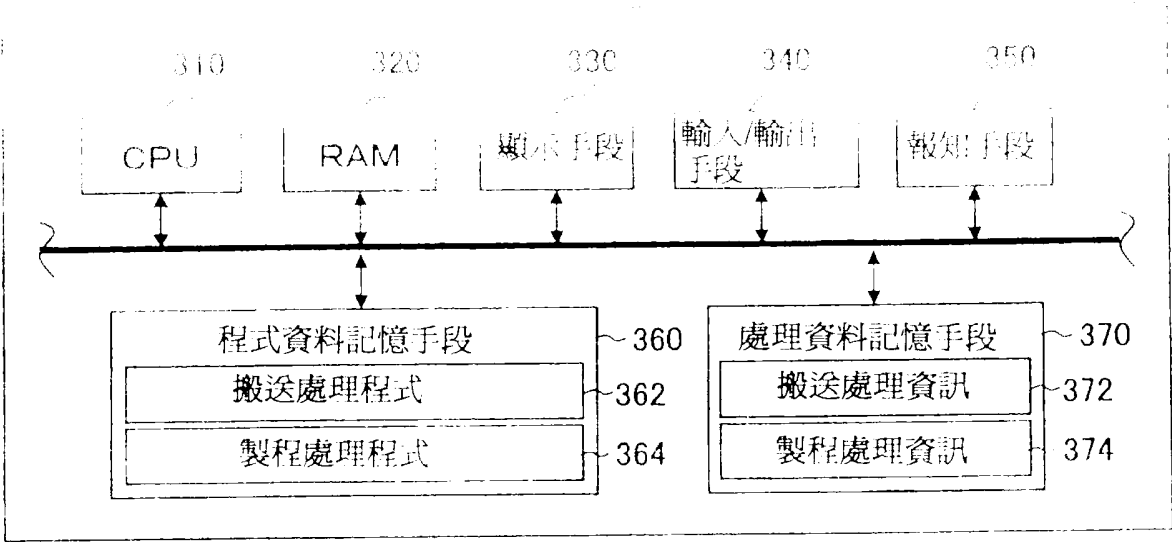


第19圖

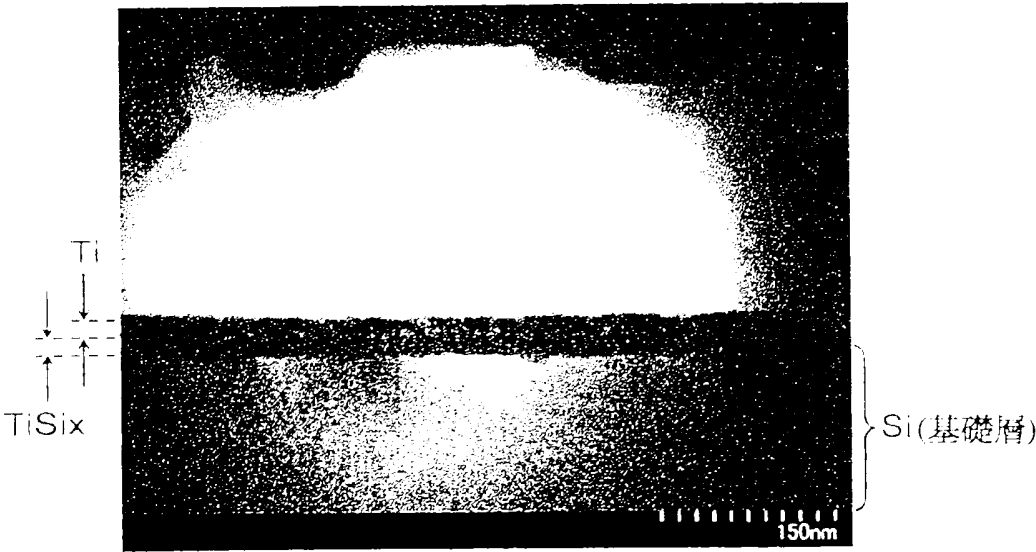


第20圖

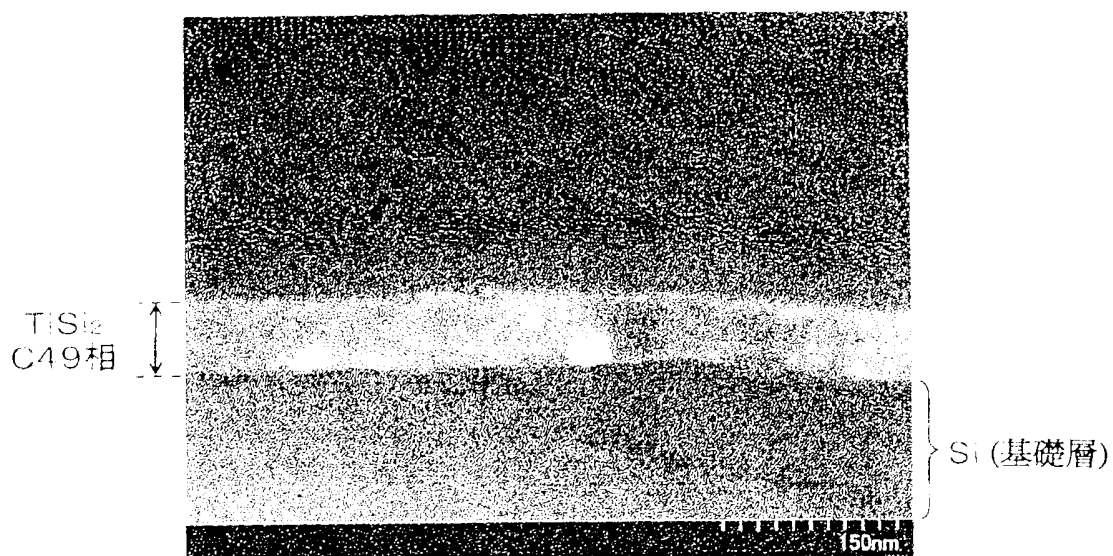
300



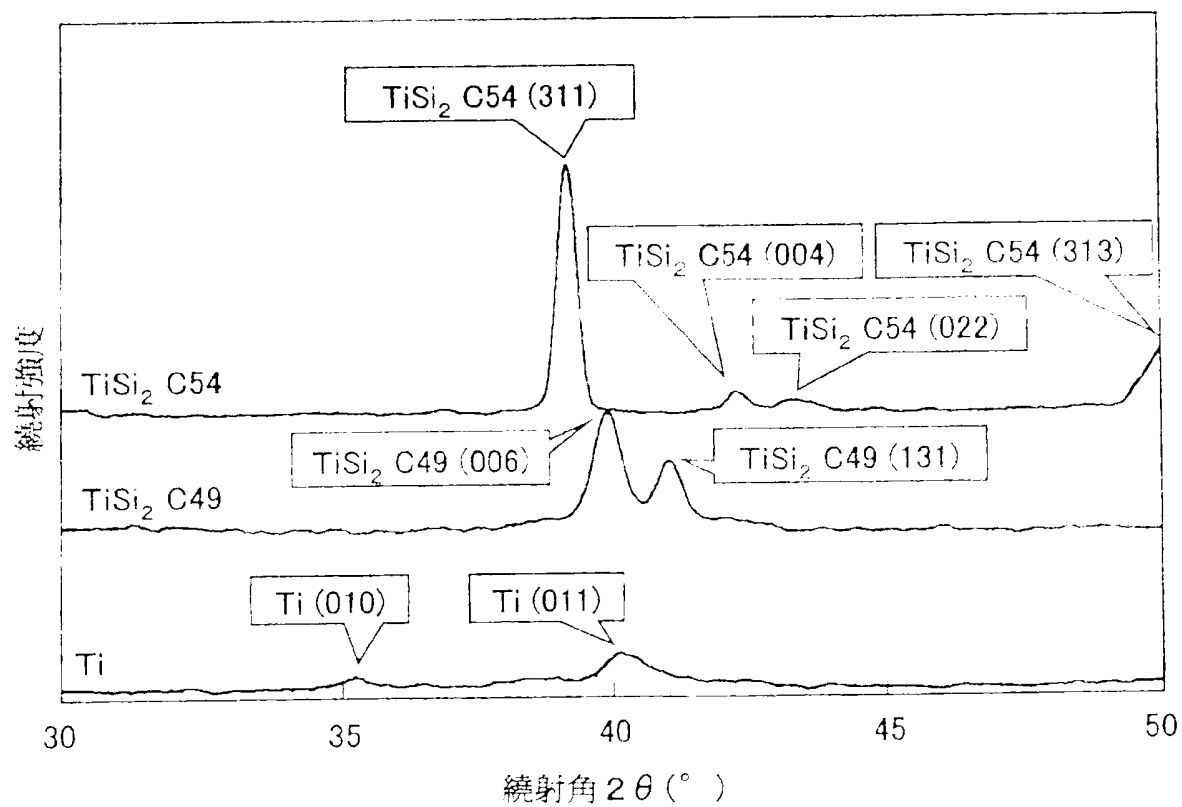
第21圖



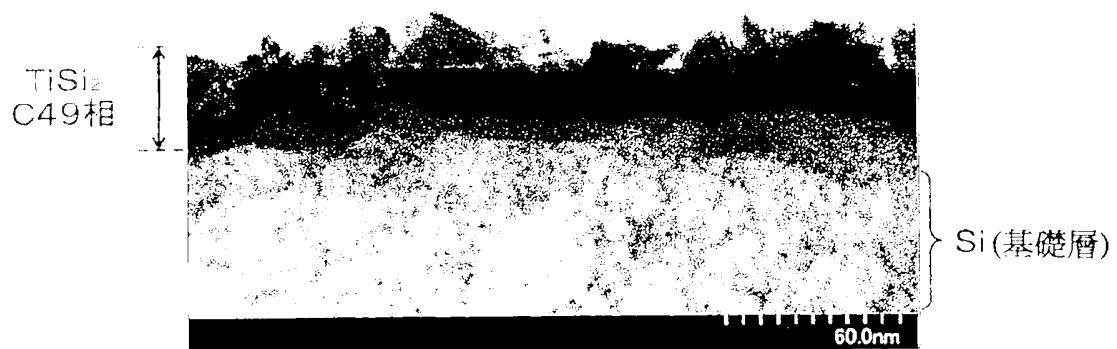
第22圖



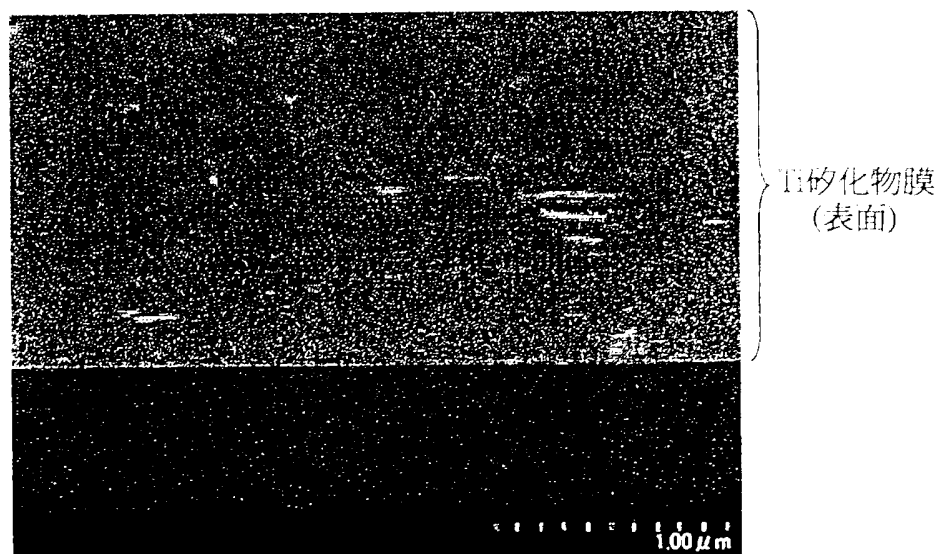
第23圖



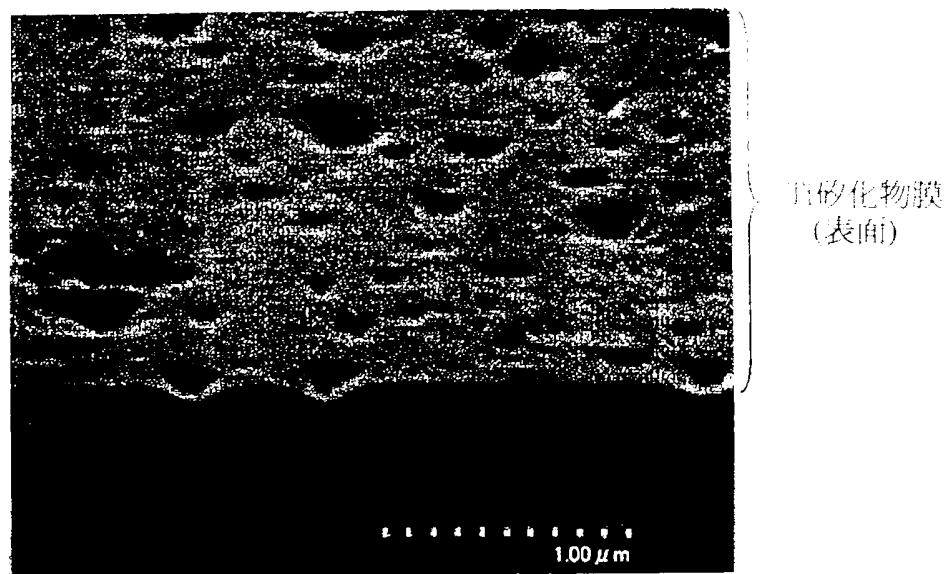
第24圖



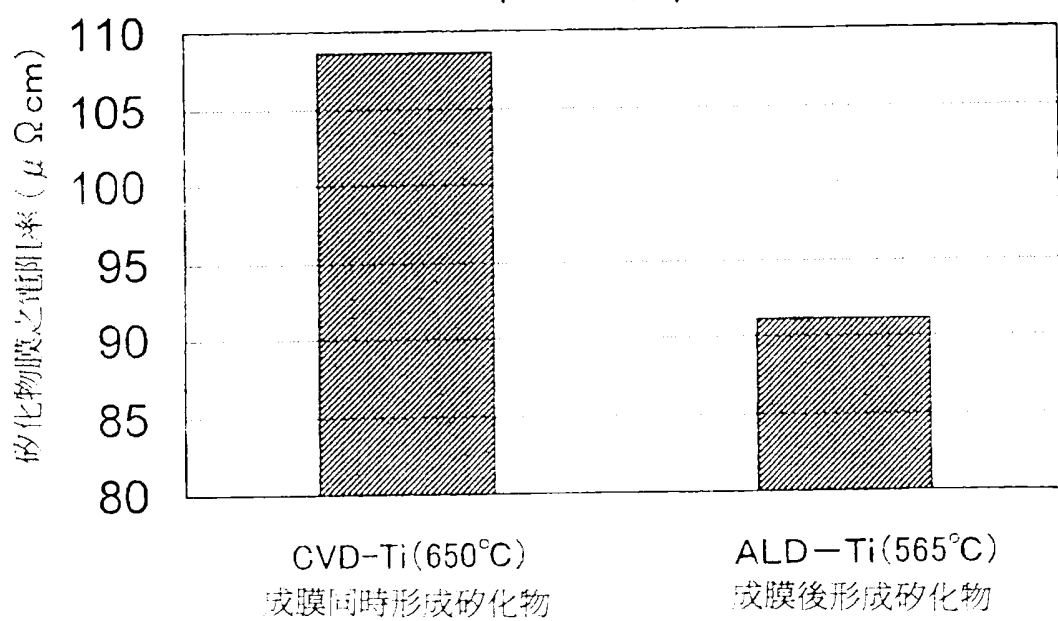
第25圖



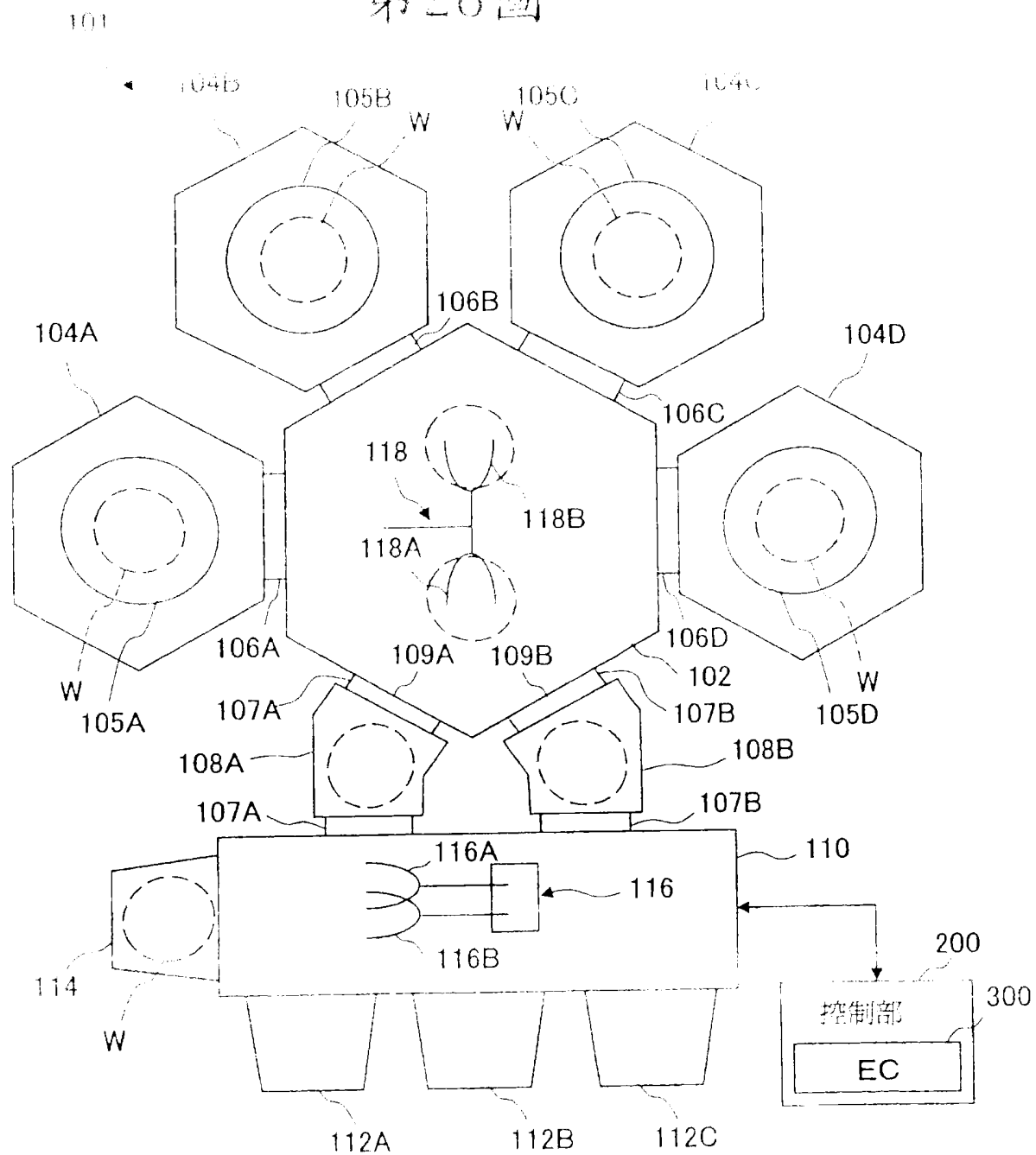
第26圖



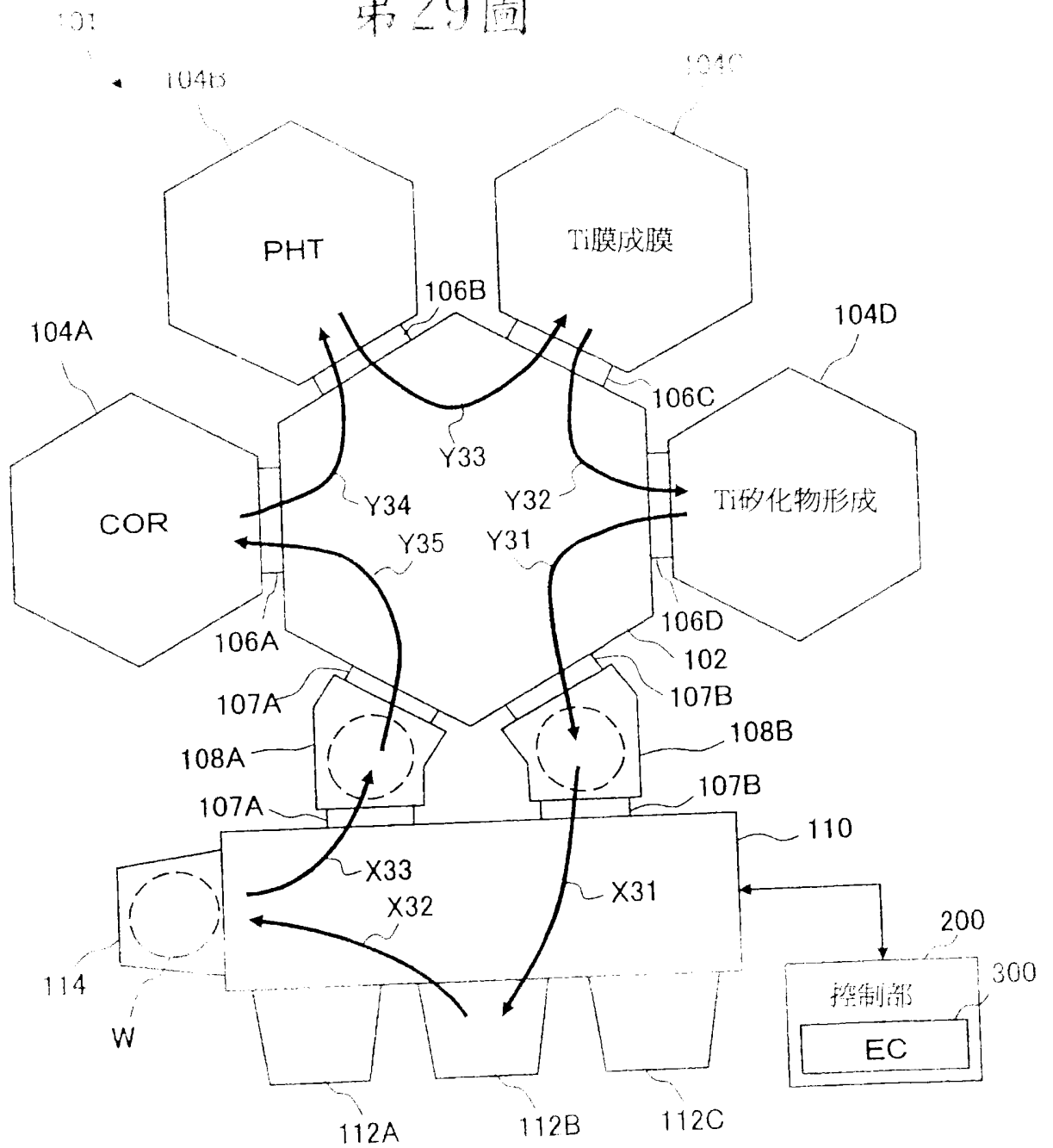
第27圖



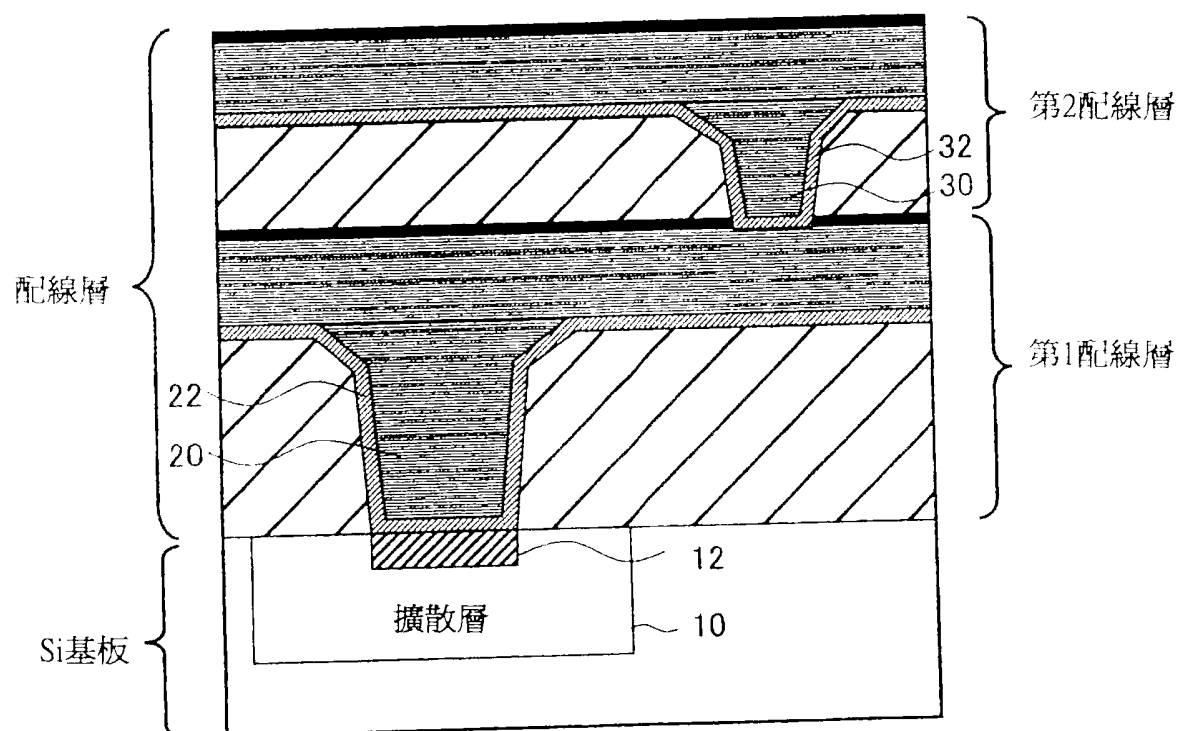
第28圖



第29圖



第30圖



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (13) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

100：基板處理裝置

102：第 1 共通搬送室

104 ( 104A ~ 104F )：處理室

106A ~ 106F：閘閥

107A、107B：閘閥

108 ( 108A、108B )：真空隔絕室

110：搬入側搬送室

112 ( 112A ~ 112C )：導入口

114：定位器

120：第 2 共通搬送室

122：通道部

126：閘閥

200：控制部 ( 系統控制器 )

300：EC ( 裝置控制部 )

W：晶圓 ( Si 晶圓 )

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

## 發明專利說明書

103年2月25日修正  
補充

(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：095138422

※申請日期：95 年 10 月 18 日

H01L 2/28, 2/2, 2/205, 2/768  
C23C 16/4, H01L 2/3205, 2/677  
(2006.01)

## 一、發明名稱：

(中) 基板處理方法、程式及記錄程式之記錄媒體  
(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六號  
(英) 3-6, Akasaka 5-chome, Minato-ku, Tokyo 107-8481 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

## 三、發明人：(共 4 人)

1. 姓 名：(中) 多田國弘  
(英) TADA, KUNIHIRO  
國 籍：(中) 日本  
(英) JAPAN2. 姓 名：(中) 成嶋健索  
(英) NARUSHIMA, KENSAKU  
國 籍：(中) 日本  
(英) JAPAN3. 姓 名：(中) 若林哲  
(英) WAKABAYASHI, SATOSHI  
國 籍：(中) 日本  
(英) JAPAN4. 姓 名：(中) 山內晉  
(英) YAMAUCHI, SUSUMU  
國 籍：(中) 日本



### 五、中文發明摘要

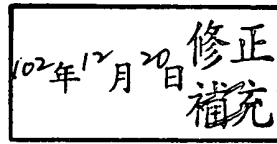
發明之名稱：基板處理方法、程式及記錄程式之記錄媒體

形成與基礎層的界面更平坦 (flat) 且均一的 Ti 矽化物膜，藉此形成更低電阻的接觸構造。

基板處理裝置(100)係具備：共同連結於處理室(104A~104D)的第 1 共通搬送室(102)；和共同連結於處理室(104E、104F)的第 2 共通搬送室(120)。各處理室(104E、104F、104A、104C、104B)係分別構成爲：令包含 Si 晶圓上之自然氧化膜的異物與氣體成份起化學反應而產生生成物的 COR 處理室、將產生在 Si 晶圓上的生成物利用熱處理加以除去的 PHT 處理室、將 Ti 膜成膜在 Si 晶圓之 Si 表面上的 Ti 膜成膜處理室、在 Ti 膜與基礎層之間引起矽化反應而形成 Ti 矽化物膜的矽化物形成處理室、將 TiN 膜成膜在 Ti 矽化物膜上的 TiN 膜成膜處理室。

### 六、英文發明摘要

發明之名稱：



## 十、申請專利範圍

1. 一種基板處理方法，屬於在被處理基板之含矽表面上形成 Ti 合金膜的基板處理裝置之基板處理方法，其特徵為：

於前述被處理基板，不非晶質化露出之含矽表面；

使前述被處理基板不暴露於大氣而在前述基板處理裝置內連續實行：

不使用電漿而除去前述被處理基板所露出之含矽表面上的異物的異物除去處理工程；和

對前述被處理基板上供應含 Ti 原料氣體，並將 Ti 膜成膜在已除去前述異物之前述含矽表面上的 Ti 膜成膜處理工程；和

藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述 Ti 膜與前述含矽表面引起反應而於前述含矽表面上形成與下底的界面為平坦之 Ti 合金膜的合金化處理工程；

前述異物除去處理工程係連續實行：

對前述被處理基板上供應反應氣體，用以使前述含矽表面上的前述異物與前述反應氣體的氣體成份進行化學反應而產生生成物的生成物生成處理工程；和

將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含矽表面上之前述生成物的生成物除去處理工程。

2. 如申請專利範圍第 1 項所記載的基板處理方法，其中，

上述合金膜係為 Ti 矽化物膜；

前述合金化處理工程是藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述 Ti 膜與前述含矽表面引起反應，而形成 Ti 矽化物膜的矽化物形成處理工程。

3. 如申請專利範圍第 2 項所記載的基板處理方法，其中，

前述 Ti 膜成膜處理工程是在不滿 580℃ 的溫度範圍來實行前述 Ti 膜的成膜處理；

前述矽化物形成處理工程是在 580℃ 以上的溫度範圍來實行前述 Ti 膜的熱處理。

4. 如申請專利範圍第 2 項所記載的基板處理方法，其中，

前述 Ti 膜成膜處理工程，係藉由重覆數次對前述被處理基板上供應前述含 Ti 原料氣體，並於前述含矽表面上產生前述 Ti 膜之吸附反應的工程；和供應還原氣體，並還原吸附於前述含矽表面上之前述 Ti 膜的工程，來成膜前述 Ti 膜。

5. 如申請專利範圍第 2~4 項之任一項所記載的基板處理方法，其中包含

對前述 Ti 矽化物膜上供給含 Ti 原料氣體與氮化氣體，於前述 Ti 矽化物膜上形成 TiN 膜之 TiN 膜成膜工程。

6. 一種基板處理方法，屬於在被處理基板之含矽表面上形成 Ti 矽化物膜的基板處理裝置之基板處理方法，其特徵為：

於前述被處理基板，不非晶質化露出之含矽表面；

包含：

不使用電漿而除去前述含矽表面上的異物之異物除去處理工程；和

把前述被處理基板的溫度設定為 Ti 與前述含矽表面之反應不會發生的溫度範圍，對前述含矽表面上供應含 Ti 原料氣體形成 Ti 膜的 Ti 膜成膜處理工程；和

藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述 Ti 膜與前述含矽表面引起矽化反應，來形成準安定的矽化物相的 Ti 矽化物膜的準安定矽化物相形成處理工程；和

藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述 Ti 膜與前述含矽表面引起矽化反應，來形成安定的矽化物相的 Ti 矽化物膜的安定矽化物相形成處理工程；

前述異物除去處理工程係連續實行：

對前述被處理基板上供應反應氣體，用以使前述含矽表面上的異物與前述反應氣體的氣體成份進行化學反應而產生生成物的生成物生成處理工程；和

將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含矽表面上之前述生成物的生成物除去處理工程。

7. 一種電腦可讀取之記錄媒體，屬於記憶著在被處理基板之含矽表面上形成 Ti 矽化物膜的基板處理裝置之在電腦實行基板處理方法的程式之記錄媒體，其特徵為：

於前述被處理基板，不非晶質化露出之含矽表面；

前述基板處理方法在前述基板處理裝置內連續實行以下步驟：

不使用電漿而除去前述含矽表面上的異物之異物除去步驟；和

把前述被處理基板的溫度設定為 Ti 與前述含矽表面之反應不會發生的溫度範圍，對前述含矽表面上供應含 Ti 原料氣體形成 Ti 膜的 Ti 膜成膜處理步驟；和

藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述 Ti 膜與前述含矽表面引起矽化反應，來形成 Ti 矽化物膜的矽化物形成處理步驟；

前述異物除去處理步驟係連續實行：

對前述被處理基板上供應反應氣體，用以使前述含矽表面上的異物與前述反應氣體的氣體成份進行化學反應而產生生成物的生成物生成處理工程；和

將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含矽表面上之前述生成物的生成物除去處理工程。

8. 一種程式，屬於在電腦上實行在被處理基板之含矽表面上形成 Ti 矽化物膜的基板處理裝置之基板處理方法的程式，其特徵為：

於前述被處理基板，不非晶質化露出之含矽表面；

前述基板處理方法係在前述基板處理裝置內連續實行以下步驟：

不使用電漿而除去前述含矽表面上的異物之異物除去步驟；和

把前述被處理基板的溫度設定為 Ti 與前述含矽表面之反應不會發生的溫度範圍，對前述含矽表面上供應含 Ti

原料氣體形成 Ti 膜的 Ti 膜成膜處理步驟；和

藉由將前述被處理基板進行熱處理而使前述 Ti 膜與前述含矽表面引起矽化反應，來形成 Ti 矽化物膜的矽化物形成處理步驟；

前述異物除去處理步驟係連續實行：

對前述被處理基板上供應反應氣體，用以使前述含矽表面上的異物與前述反應氣體的氣體成份進行化學反應而產生生成物的生成物生成處理工程；和

將前述被處理基板進行熱處理而用以昇華除去前述含矽表面上之前述生成物的生成物除去處理工程。