



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I415190 B

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：099116445

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 24 日

(51)Int. Cl. : H01L21/3205(2006.01)

C23C16/06 (2006.01)

C23C16/54 (2006.01)

(30)優先權：2009/05/25 日本

2009-125113

2010/05/19 日本

2010-115612

(71)申請人：日立國際電氣股份有限公司(日本)HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC. (JP)
日本(72)發明人：加我友紀直 KAGA, YUKINAO (JP)；齋藤達之 SAITO, TATSUYUKI (JP)；境正
憲 SAKAI, MASANORI (JP)

(74)代理人：何金塗；丁國隆

(56)參考文獻：

TW 200631080A

TW 200731407A

US 2006/0115984A1

審查人員：徐雨弘

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：18 共 0 頁

(54)名稱

半導體裝置之製造方法及基板處理裝置

A METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE AND SUBSTRATE
PROCESSING APPARATUS

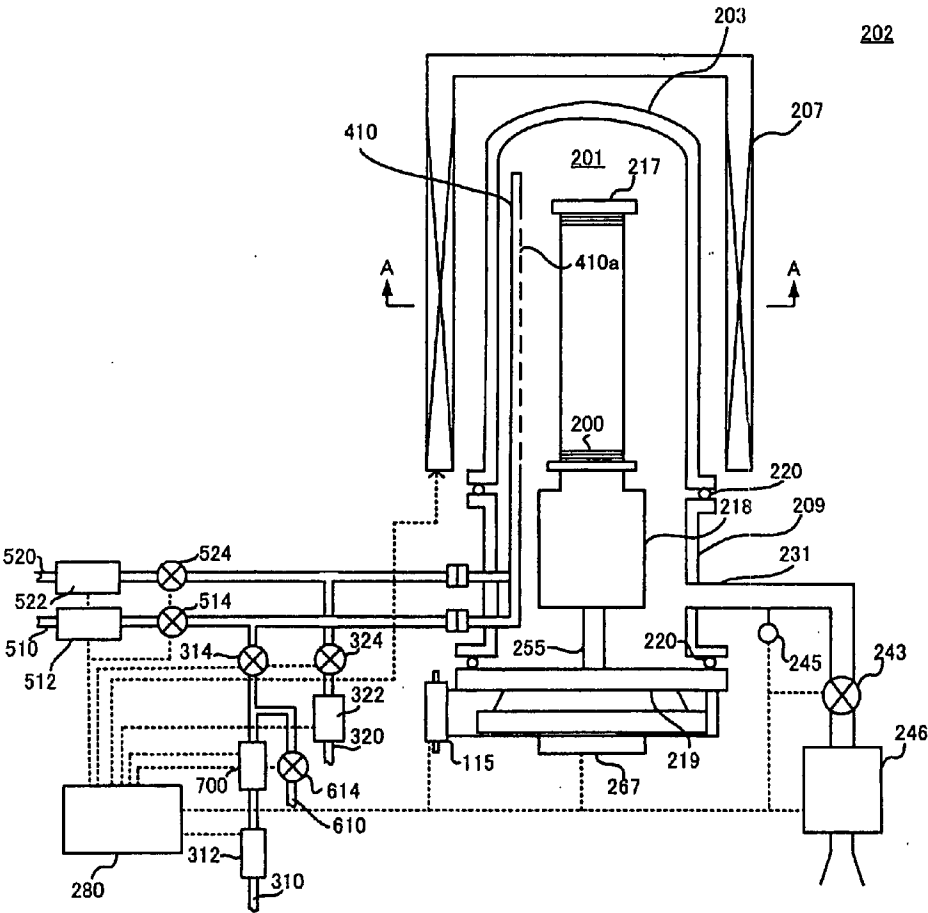
(57)摘要

提供在低溫膜表面平滑、緻密之電阻係數低的金屬膜，使其品質比利用 CVD 法所形成之氮化鈦膜佳，並使其成膜速度比以 ALD 法所形成之氮化鈦膜快，即生產性高。提供一種半導體裝置之製造方法，其具有：交互供給製程，係交互向處理室供給無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及同時供給製程，係以將無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；在該交互供給製程及該同時供給製程的至少一方之後進行改質製程，其使用該反應氣體及惰性氣體的至少一方，改質該第 1 金屬膜及第 2 金屬膜的至少一方。

A metal film with a smooth and dense surface and low resistance at low temperature is provided in such a manner that its property is better than a titanium nitride manufactured by CVD method and its forming speed is higher than a titanium nitride manufactured by ALD method. That is, the metal film is provided with high throughput. To provide a method of manufacturing a semiconductor device comprising an alternative supplying process of supplying alternatively at least one metal compound being an inorganic material and a reaction gas being reactive with the metal compound to a chamber many times to form a first metal film on a substrate placed in the chamber; and a simultaneous supplying process of supplying the at least one metal compound being an inorganic material and the reaction gas being reactive with the metal compound to the chamber one time in such a manner that they are mixed each other to form a second metal

film on the substrate placed in the chamber, in which, after at least one of the alternative supplying process and the simultaneous supplying process, a modifying process is performed to use at least one of the reaction gas and an inert gas to modify at least one of the first metal film and the second film.

第 2 圖



- 115 . . . 晶舟升降梯
- 200 . . . 晶圓
- 201 . . . 處理室
- 202 . . . 處理爐
- 203 . . . 反應管
- 207 . . . 加熱器
- 217 . . . 晶舟
- 218 . . . 晶舟支持台
- 219 . . . 密封蓋
- 220 . . . O 環
- 231 . . . 排氣管
- 243 . . . APC 閥
- 245 . . . 壓力感測器
- 246 . . . 真空泵
- 255 . . . 旋轉軸
- 267 . . . 晶舟旋轉機構
- 280 . . . 控制器
- 310、320 . . . 氣體供給管
- 312、322 . . . 質量流量控制器
- 314、324 . . . 閥
- 410 . . . 噴嘴
- 410a . . . 氣體供給孔
- 510、520 . . . 載送氣體供給管
- 512、522 . . . 質量流量控制器
- 514、524 . . . 閥
- 610 . . . 通氣管路
- 614 . . . 閥
- 700 . . . 氣化器

發明專利說明書

PD1106522(5)

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99116445

※申請日：

99.5.24

※IPC 分類：H01L 21/325 12006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

C3C 16/06 12006.01

半導體裝置之製造方法及基板處理裝置

C3C 16/57 12006.01

A METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR
DEVICE AND SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS

二、中文發明摘要：

[課題]提供在低溫膜表面平滑、緻密之電阻係數低的金屬膜，使其品質比利用 CVD 法所形成之氮化鈦膜佳，並使其成膜速度比以 ALD 法所形成之氮化鈦膜快，即生產性高。

[解決手段]提供一種半導體裝置之製造方法，其具有：交互供給製程，係交互向處理室供給無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及同時供給製程，係以將無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；在該交互供給製程及該同時供給製程的至少一方之後進行改質製程，其使用該反應氣體及惰性氣體的至少一方，改質該第 1 金屬膜及第 2 金屬膜的至少一方。

三、英文發明摘要：

[Subject] A metal film with a smooth and dense surface and low resistance at low temperature is provided in such a manner that its property is better than a titanium nitride manufactured by CVD method and its forming speed is higher than a titanium nitride manufactured by ALD method. That is, the metal film is provided with high throughput.

[Solution] To provide a method of manufacturing a semiconductor device comprising an alternative supplying process of supplying alternatively at least one metal compound being an inorganic material and a reaction gas being reactive with the metal compound to a chamber many times to form a first metal film on a substrate placed in the chamber; and a simultaneous supplying process of supplying the at least one metal compound being an inorganic material and the reaction gas being reactive with the metal compound to the chamber one time in such a manner that they are mixed each other to form a second metal film on the substrate placed in the chamber, in which, after at least one of the alternative supplying process and the simultaneous supplying process, a modifying process is performed to use at least one of the reaction gas and an inert gas to modify at least one of the first metal film and the second film.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 2 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

115	晶舟昇降梯
200	晶圓
201	處理室
202	處理爐
203	反應管
207	加熱器
217	晶舟
218	晶舟支持台
219	密封蓋
220	O環
231	排氣管
243	APC閥
245	壓力感測器
246	真空泵
255	旋轉軸
267	晶舟旋轉機構
280	控制器
310、320	氣體供給管
312、322	質量流量控制器
314、324	閥
410	噴嘴
410a	氣體供給孔
510、520	載送氣體供給管
512、522	質量流量控制器
514、524	閥
610	通氣管路
614	閥
700	氣化器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於半導體裝置之製造方法及基板處理裝置，尤其係有關於具備有將金屬膜形成於基板(晶圓)上之製程之半導體裝置的製造方法及將金屬膜形成於基板上之基板處理裝置。

【先前技術】

作為將既定之膜形成於基板上的手法之一，有CVD(Chemical Vapor Deposition)法。CVD法係用氣相中或在基板表面之2種以上之原料的反應，將以原料分子所包含之元素為構成要素的膜成膜於基板上的方法。又，作為CVD法中之一，有ALD(Atomic Layer Deposition)法。ALD法係在某成膜條件(溫度、時間等)下，逐次將成為成膜所使用之2種以上的原料之其中一種原料交互向基板上供給，使按照原子層單位吸附，並利用表面反應進行以原子層層級所控制之成膜的手法。ALD法和以往的CVD法相比，可在更低的基板溫度(處理溫度)處理，或可根據成膜循環次數控制成膜的膜厚。在此，在原料使用有機原料的情況，因為甲基殘留，而電阻值發生變動。又，在有機原料使用TDMAT(肆(二甲基胺)鈦)的情況，因為自行分解溫度低至150℃，所以在立式裝置之爐口部等溫度低的位置自行分解，而形成膜，該膜剝離，成為粒子。

又，作為在基板上所形成之金屬膜，例如如專利文獻1所示，可舉出氮化鈦膜(TiN)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1]WO2007/020874 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

可是，雖然氮化鈦膜的連續膜一般呈柱狀構造，但是在利用 CVD 法將氮化鈦膜進行成膜的情況，和利用 ALD 法進行成膜的情況相比，從成膜初期至末期有隨機成長的傾向，結果，結晶粒變成粗大，而膜表面變粗糙。由於膜中之空隙所佔比例變大，引起膜密度的降低，結果，導致電阻係數上昇。

尤其，在將處理溫度降至 300℃的情況，成長成薔薇狀，表面的粗糙度或膜密度顯著惡化。

另一方面，利用 ALD 法進行成膜之氮化鈦膜的連續膜和利用 CVD 法進行成膜的情況相比，可得到平滑的表面，而且可得到電阻值比較低的氮化鈦膜。又，可得到良好的階梯覆蓋性(step coverage)。可是，相反地，和使用 CVD 法的情況相比，因為成膜速度慢，所以為了得到所要之膜厚，費時，而使基板的熱預算(therma budget)顯著增加。

因此，本發明之主要的目的在於提供一種半導體裝置之製造方法及基板處理裝置，解決該問題，以高速的成膜速度形成在低溫下膜表面平滑、緻密之電阻係數低的金屬膜。

[解決課題之手段]

為了解決該課題，若依據本發明之一形態，提供一種

半導體裝置之製造方法，其具有：交互供給製程，係交互向處理室供給無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及同時供給製程，係以將無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；在該交互供給製程及該同時供給製程的至少一方之後進行改質製程，其使用該反應氣體及惰性氣體的至少一方，改質該第 1 金屬膜及該第 2 金屬膜的至少一方。

若依據本發明之其他的形態，提供一種半導體裝置之製造方法，其具有：交互供給製程，係交互向處理室供給至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室的基板；及同時供給製程，係包含有以將至少一種的金屬化合物和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體彼此混合的方式同時向處理室供給的製程，並將第 2 金屬膜形成於該基板；在該同時供給製程，以將該金屬化合物和該反應氣體彼此混合的方式同時向處理室供給後，停止供給該金屬化合物和該反應氣體，並除去該處理室內的環境氣體，然後，向該處理室供給該反應氣體，之後，停止供給該反應氣體，並除去該處理室內的環境氣體。

若依據本發明之其他的形態，提供一種半導體裝置之製造方法，其具有：交互供給製程，係交互向處理室供給

無機原料之金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及同時供給製程，係以將無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體彼此混合的方式同時向處理室供給，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；在該交互供給製程，進行如下的製程既定次數：第 3 金屬膜之形成製程，係交互向處理室供給第 1 金屬化合物和該反應氣體複數次，而將第 3 金屬膜形成於該基板；及第 4 金屬膜之形成製程，係交互向處理室供給與第 1 金屬化合物相異的第 2 金屬化合物和該反應氣體複數次，而將第 4 金屬膜形成於該基板；利用該第 3 金屬膜和該第 4 金屬膜的積層膜形成該第 1 金屬膜。

若依據本發明之其他的形態，提供一種半導體裝置之製造方法，其具有：交互供給製程，係交互向處理室供給無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及同時供給製程，係以將無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板。

若依據本發明之其他的形態，提供一種基板處理裝置，其具有：收容基板的處理室；金屬化合物供給系統，係向該處理室供給無機原料之至少一種的金屬化合物；反

應氣體供給系統，係向該處理室供給對該金屬化合物具有反應性之反應氣體；排氣系統，係排出該處理室內的環境氣體；及控制部，係控制該金屬化合物供給系統、該反應氣體供給系統及該排氣系統；該控制部係控制該金屬化合物供給系統、該反應氣體供給系統及該排氣系統，進行如下的製程，以將既定的金屬膜形成於該基板：交互供給製程，係向該處理室交互供給該金屬化合物和反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於該基板；及同時供給製程，係以將該金屬化合物和反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將第 2 金屬膜形成於該基板。

[發明之效果]

若依據本發明，能以速度比利用 ALD 法所形成之氮化鈦膜快的成膜速度，即以高生產性提供品質比利用 CVD 法所形成之氮化鈦膜優良的氮化鈦膜。

【實施方式】

以下，一面參照圖式一面說明本發明之較佳實施例。

本實施例之基板處理裝置是作為在半導體裝置(IC(Integrated Circuits))的製造所使用之半導體製造裝置的一例所構成者。在以下的說明，作為基板處理裝置的一例，說明使用對基板進行成膜處理等之立式裝置的情況。可是，本發明不是以立式裝置的使用為前提，例如亦可使用逐片裝置。

<裝置整體構成>

如第 1 圖所示，在基板處理裝置 101，使用收容了成

為基板之一例之晶圓 200 的晶片盒 110，而晶圓 200 由矽等材料所構成。基板處理裝置 101 具備有筐體 111，晶片盒工作台 114 設置於筐體 111 的內部。晶片盒 110 被製程內搬運裝置(省略圖示)搬入晶片盒工作台 114 上，或從晶片盒工作台 114 上被搬出。

晶片盒工作台 114 利用製程內搬運裝置將晶片盒 110 內的晶圓 200 保持垂直姿勢而且被載置成晶片盒 110 的晶圓出入口朝向上方。晶片盒工作台 114 構成爲可以如下之方式動作，將晶片盒 110 朝向筐體 111 的後方朝順時鐘方向在縱向旋轉 90° ，而晶片盒 110 內的晶圓 200 成爲水平姿勢，晶片盒 110 的晶圓出入口朝向筐體 111 的後方。

晶片盒棚架 105 設置於筐體 111 內之前後方向的大致中央部，晶片盒棚架 105 構成爲以複數段、複數列保管複數個晶片盒 110。收容成爲晶圓移載機構 125 之搬運對象之晶片盒 110 的移載棚架 123，係設置於晶片盒棚架 105。

預備晶片盒棚架 107 設置於晶片盒工作台 114 的上方，並構成爲預備地保管晶片盒 110。

晶片盒搬運裝置 118 設置於晶片盒工作台 114 和晶片盒棚架 105 之間。晶片盒搬運裝置 118 由可在依然保持晶片盒 110 下昇降的晶片盒昇降梯 118a、和作爲搬運機構的晶片盒搬運機構 118b 所構成。晶片盒搬運裝置 118 構成爲利用晶片盒昇降梯 118a 和晶片盒搬運機構 118b 的連續動作，在晶片盒工作台 114、晶片盒棚架 105 及預備晶片盒棚架 107 之間搬運晶片盒 110。

晶圓移載機構 125 設置於晶片盒棚架 105 的後方。晶圓移載機構 125 由可使晶圓 200 在水平方向旋轉或進行直線運動的晶圓移載裝置 125a、和用以使晶圓移載裝置 125a 昇降的晶圓移載裝置昇降梯 125b 所構成。用以拾取晶圓 200 之鑷子 125c 設置於晶圓移載裝置 125a。晶圓移載機構 125 構成爲利用晶圓移載裝置 125a 和晶圓移載裝置昇降梯 125b 的連續動作，將鑷子 125c 作爲晶圓 200 的載置部，對晶舟 217 裝填(charging)晶圓 200，或從晶舟 217 卸載(discharging)晶舟 217。

將對晶圓 200 進行熱處理的處理爐 202 設置於筐體 111 的後部上方，並構成爲處理爐 202 的下端部由爐口開閉器 147 開閉。

使晶舟 217 對處理爐 202 昇降的晶舟昇降梯 115 設置於處理爐 202 的下方。臂 128 和晶舟昇降梯 115 的升降台連結，密封蓋 219 水平地安裝於臂 128。密封蓋 219 構成爲垂直地支持晶舟 217，同時可封閉處理爐 202 的下端部。

晶舟 217 具備有複數個保持構件，並構成爲在使複數片(例如約 50~150 片)之晶圓 200 的中心對齊並在垂直方向整列之狀態，各片保持水平。

供給已潔淨化之環境氣體之潔淨空氣的潔淨單元 134a 設置於晶片盒棚架 105 的上方。潔淨單元 134a 由供氣風扇及防塵過濾器所構成，並構成爲使潔淨空氣向筐體 111 的內部流通。

供給潔淨空氣的潔淨單元 134b 設置於筐體 111 的左側

端部。潔淨單元 134b 亦由供氣風扇及防塵過濾器所構成，並構成爲使潔淨空氣在晶圓移載裝置 125a 或晶舟 217 等的附近流通。該潔淨空氣在晶圓移載裝置 125a 或晶舟 217 等的附近流通後，向筐體 111 的外部被排氣。

<處理裝置的動作>

接著，說明基板處理裝置 101 的主要動作。

利用製程內搬運裝置(省略圖示)將晶片盒 110 搬入晶片盒工作台 114 上時，晶片盒 110 被放置成晶圓 200 在晶片盒工作台 114 之上保持垂直姿勢，而晶片盒 110 的晶圓出入口朝向上方向。然後，晶片盒 110 被晶片盒工作台 114 向筐體 111 的後方朝向順時鐘方向在縱向旋轉 90°，而使晶片盒 110 內的晶圓 200 成爲水平姿勢，晶片盒 110 的晶圓出入口朝向筐體 111 的後方。

然後，晶片盒 110 被晶片盒搬運裝置 118 自動地搬運並交給晶片盒棚架 105 或預備晶片盒棚架 107 之指定的棚架位置，暫時被保管後，由晶片盒搬運裝置 118 從晶片盒棚架 105 或預備晶片盒棚架 107 移載至移載棚架 123，或直接搬運至移載棚架 123。

晶片盒 110 被移載至移載棚架 123 時，晶圓 200 被晶圓移載裝置 125a 的鑷子 125c 從晶片盒 110 經由晶圓出入口拾取，並裝填於(charging)晶舟 217。將晶圓 200 交給晶舟 217 的晶圓移載裝置 125a 回到晶片盒 110，再將後續的晶圓 200 裝填於晶舟 217。

所預先指定之片數的晶圓 200 被裝填於晶舟 217 時，

關閉處理爐 202 之下端部的爐口開閉器 147 打開，而處理爐 202 的下端部被打開。然後，保持晶圓 200 群的晶舟 217 利用晶舟昇降梯 115 的上昇動作被搬入 (loading) 處理爐 202 內，處理爐 202 的下部被密封蓋 219 封閉。

被搬入後，在處理爐 202 對晶圓 200 實施任意的處理。在該處理後，按照和上述之相反的操作順序，晶圓 200 及晶片盒 110 被搬出至筐體 111 的外部。

<處理爐之構成>

其次，使用第 2 圖及第 3 圖說明被應用於上述之基板處理裝置的處理爐 202。

如第 2 圖及第 3 圖所示，用以將晶圓 200 加熱之加熱裝置 (加熱手段) 的加熱器 207 設置於處理爐 202。加熱器 207 具備有上方被封閉之圓筒形的隔熱構件和複數條加熱線，並具有對隔熱構件設置加熱線的單元構成。用以對晶圓 200 進行處理之石英製的反應管 203 設置於加熱器 207 的內側。

作為可氣密地封閉反應管 203 之下端開口之爐口蓋體的密封蓋 219 設置於反應管 203 的下方。密封蓋 219 從垂直方向下側和反應管 203 的下端抵接。密封蓋 219 例如由不銹鋼等金屬所構成，並形成為圓盤狀。作為和反應管 203 的下端抵接之密封構件的 O 環 220 設置於密封蓋 219 的上面。使晶舟旋轉的旋轉機構 267 設置於密封蓋 219 之和處理室 201 相反側。旋轉機構 267 的旋轉軸 255 貫穿密封蓋，和後述的晶舟 217 連接，並構成為藉由使晶舟 217 旋轉而

使晶圓 200 旋轉。密封蓋 219 構成爲利用設置於反應管 203 的外部之作爲昇降機構的晶舟昇降梯 115 在垂直方向昇降，藉此，可對處理室 201 內搬出、搬入晶舟 217。

支持晶舟 217 的晶舟支持台 218 設置於密封蓋 219。如第 1 圖所示，晶舟 217 具有被固定於晶舟支持台 218 的底板 210 和被配置於其上方的頂板 211，並具有將複數支柱 212 架設於底板 210 和頂板 211 之間的構成。在晶舟 217 保持複數片晶圓 200。複數片晶圓 200 在一面彼此間隔固定間隔一面保持水平姿勢之狀態下由晶舟 217 的支柱 212 所支持。

在以上的處理爐 202，被成批處理之複數片晶圓 200 在被多段地積層於晶舟 217 之狀態，晶舟 217 一面被晶舟支持台 218 支持一面被插入處理室 201，加熱器 207 將被插入處理室 201 的晶圓 200 加熱至既定的溫度。

如第 2 圖及第 3 圖所示，在處理室 201，連接用以供給原料氣體之 2 支氣體供給管 310、320(第 1 氣體供給管 310、第 2 氣體供給管 320)。

在氣體供給管 310，從上游側依序設置：流量控制裝置(流量控制手段)的質量流量控制器 312、氣化單元(氣化手段)的氣化器 700 及開閉閥的閥 314。在氣體供給管 310 的前端部，連結噴嘴 410(第 1 噴嘴 410)。噴嘴 410 在構成處理室 201 之反應管 203 的內壁和晶圓 200 之間的圓弧形空間，朝向沿著反應管 203 之內壁的上下方向(晶圓 200 的裝載方向)延伸。供給原料氣體之多個氣體供給孔 410a 設

置於噴嘴 410 的側面。氣體供給孔 410a 從下部到上部各自具有相同或在大小上漸次變化的開口面積，更以相同之開口間距設置。

進而，在氣體供給管 310，將和後述之排氣管 231 連接的通氣管路 610 及閥 614 設置於氣化器 700 和閥 314 之間，在不對處理室 201 供給原料氣體的情況，經由閥 614 向通氣管路 610 供給原料氣體。主要由氣體供給管 310、質量流量控制器 312、氣化器 700、閥 314、噴嘴 410、通氣管路 610 及閥 614 構成第 1 氣體供給系統(第 1 氣體供給手段)。

又，在氣體供給管 310，連接用以供給載送氣體的載送氣體供給管 510。質量流量控制器 512 及閥 514 設置於載送氣體供給管 510。主要由載送氣體供給管 510、質量流量控制器 512 及閥 514 構成第 1 載送氣體供給系統(惰性氣體供給系統、惰性氣體供給手段)。

在氣體供給管 320，從上游側依序設置流量控制裝置(流量控制手段)的質量流量控制器 322 及閥 324。在氣體供給管 320 的前端部，連結噴嘴 420(第 2 噴嘴 420)。噴嘴 420 亦和噴嘴 410 一樣，在構成處理室 201 之反應管 203 的內壁和晶圓 200 之間的圓弧形空間，沿著反應管 203 之內壁朝向上下方向(晶圓 200 的積載方向)延伸。供給原料氣體之多個氣體供給孔 420a 設置於噴嘴 420 的側面。氣體供給孔 420a 亦和氣體供給孔 410a 一樣，從下部到上部各自具有相同或在大小上漸次變化的開口面積，更以相同之開口

間距設置。主要由氣體供給管 320、質量流量控制器 322、閥 324 及噴嘴 420 構成第 2 氣體供給系統(第 2 氣體供給手段)。

又，在氣體供給管 320，連結用以供給載送氣體的載送氣體供給管 520。質量流量控制器 522 及閥 524 設置於載送氣體供給管 520。主要由載送氣體供給管 520、質量流量控制器 522 及閥 524 構成第 2 載送氣體供給系統(惰性氣體供給系統、惰性氣體供給手段)。

例如在由氣體供給管 310 所供給之原料是液體的情況，從氣體供給管 310 經由質量流量控制器 312、氣化器 700 及閥 314，和載送氣體供給管 510 匯合，進而經由噴嘴 410 向處理室 201 內供給反應氣體。例如在由氣體供給管 310 所供給之原料是氣體的情況，將質量流量控制器 312 更換成氣體用的質量流量控制器，而不需要氣化器 700。又，從氣體供給管 320 經由質量流量控制器 322 及閥 324，和載送氣體供給管 520 匯合，進而經由噴嘴 420 向處理室 201 供給反應氣體。

作為該構成的一例，在氣體供給管 310，作為原料氣體的一例，導入 Ti 原料(四氯化鈦(TiCl_4)或肆二甲基胺)鈦(TDMAT、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$)、肆(二乙基胺)鈦(TDEAT、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2]_4$)等)。在氣體供給管 320，導入作為改質原料之一例之氮化原料的氨(NH_3)、氮(N_2)、一氧化二氮(N_2O)、單甲基聯胺(CH_6N_2)等。

從載送氣體供給管 510 及 520，例如氮(N_2)氣分別經由

質量流量控制器 512 及 522、閥 514 及 524、氣體供給管 510 及 520、噴嘴 410、420，而向處理室 201 內被供給。

此外，例如從各氣體供給管使如上述之氣體分別流動的情況，利用第 1 氣體供給系統構成原料氣體供給系統，即含金屬氣體(金屬化合物)供給系統。又，利用第 2 氣體供給系統構成反應性氣體(改質氣體)供給系統。

排出處理室 201 內之環境氣體的排氣管 231 設置於反應管 203。在排氣管 231，經由作為檢測出處理室 201 內之壓力之壓力檢測器(壓力檢測部)的壓力感測器 245 及作為壓力調整器(壓力調整部)的 APC(Auto Pressure Controller)閥 243 而連接作為真空排氣裝置的真空泵 246，並構成為可進行真空排氣，使處理室 201 內之壓力成為既定的壓力(真空度)。此外，APC 閥 243 是開閉閥，其使閥開閉，而可進行處理室 201 內之真空排氣、停止真空排氣，進而調節開閥度而可調整壓力。主要由排氣管 231、APC 閥 243、真空泵 246 及壓力感測器 245 構成排氣系統。

作為溫度檢測器的溫度感測器 263 設置於反應管 203 內，並構成為根據由溫度感測器 263 所檢測之溫度資訊，調整對加熱器 207 的通電程度，藉此處理室 201 內的溫度成為所要之溫度分布。溫度感測器 263 和噴嘴 410 及 420 一樣地構成為 L 字形，並沿著反應管 203 的內壁設置。

晶舟 217 設置於反應管 203 內的中央部。晶舟 217 可利用晶舟昇降梯 115 對反應管 203 昇降(出入)。在支持晶舟 217 之晶舟支持台 218 的下端部，設置為了提高處理的

均勻性而使晶舟 217 旋轉的晶舟旋轉機構 267。藉由使晶舟旋轉機構 267 驅動，而可使由晶舟支持台 218 所支持的晶舟 217 旋轉。

以上之質量流量控制器 312、322、512、522、閥 314、324、514、524、APC 閥 243、加熱器 207、溫度感測器 263、壓力感測器 245、真空泵 246、晶舟旋轉機構 267 及晶舟昇降梯 115 等之各構件，係和控制器 280 連接。控制器 280 是控制基板處理裝置 101 之整體動作之控制部(控制手段)的一例，分別控制質量流量控制器 312、322、512、522 的流量調整、閥 314、324、514、524 的開閉動作、APC 閥 243 的開閉及根據壓力感測器 245 的壓力調整動作、根據溫度感測器 263 之加熱器 207 的溫度調整動作、真空泵 246 的起動、停止、晶舟旋轉機構 267 的旋轉速度調節、晶舟昇降梯 115 的昇降動作等。

<半導體裝置的製造方法>

其次，說明使用上述之基板處理裝置的處理爐 202，作為半導體裝置(device)之製造製程的一製程，在製造大規模積體電路(Large Scale Integration; LSI)時等，將絕緣膜成膜於基板上之方法例。此外，在以下的說明，由控制器 280 控制構成基板處理裝置之各部的動作。

[第 1 實施形態]

在本實施形態，說明將作為金屬膜之氮化鈦膜形成於基板上的方法。

以各自相異之成膜方法將氮化鈦膜形成於基板上的方

式分成 2 個製程。首先，作為第 1 成膜製程，使用 ALD 法，將氮化鈦膜成膜於基板上，接著，作為第 2 成膜製程，使用 CVD 法，將氮化鈦膜成膜於基板上。

在本實施形態，說明作為含鈦(Ti)原料，使用 TiCl_4 ，作為氮化氣體，使用 NH_3 的例子。此外，在本例，利用第 1 氣體供給系統構成含鈦氣體供給系統(含第 1 元素氣體供給系統)，並利用第 2 氣體供給系統構成含氮氣體供給系統(含第 2 元素氣體供給系統)。

第 4 圖表示在本實施形態之控制流程的一例。首先，將複數片晶圓 200 裝填於(wafer charge)晶舟 217 時，支持複數片晶圓 200 的晶舟 217 被晶舟升降梯 115 抬起並被搬入(boat load)處理室 201 內。在此狀態，密封蓋 219 成為經由 O 環 220 將反應管 203 之下端密封的狀態。

進而，在成膜製程，控制器 280 如以下所示控制基板處理裝置 101。即，控制加熱器 207，將處理室 201 內保持於例如位於 $300^\circ\text{C} \sim 550^\circ\text{C}$ 之範圍的溫度， 450°C 以下較佳， 450°C 更佳。然後，將複數片晶圓 200 裝填於晶舟 217，並將晶舟 217 搬入處理室 201。接著，利用晶舟驅動機構 267 使晶舟 217 旋轉，而使晶圓 200 旋轉。然後，使真空泵 246 動作，同時打開 APC 閥 243，將處理室 201 內抽真空，在晶圓 200 的溫度達到 450°C 且溫度等穩定後，在將處理室 201 內的溫度保持於 450°C 之狀態依序執行後述的步驟。

(1)第 1 成膜製程(交互供應給製程)

第 5 圖表示在本實施形態之第 1 成膜製程之氮化鈦膜

的成膜順序。在第 1 成膜製程，說明使用 ALD 法，在基板上進行成膜的例子。ALD 法係 CVD 法之一，是在某成膜條件(溫度、時間等)下，逐次將成為成膜所使用之至少 2 種的原料之原料氣體的其中一種交互向基板上供給，按照一原子單位使吸附於基板上，並利用表面反應進行成膜的手法。此時，膜厚的控制係根據供給原料氣體的循環次數進行(例如若成膜速度為 $1\text{\AA}/\text{循環}$ ，在形成 $20\text{\AA}$ 之膜的情況，進行 20 次循環)。

(步驟 11)

在步驟 11，使 TiCl_4 流動。 TiCl_4 在常溫下是液體，要向處理室 201 供給，有加熱使其氣化後供給的方法，使用氯化器 700 將被稱為載送氣體的 He (氦)、 Ne (氖)、 Ar (氬)、 N_2 (氮)等之惰性氣體通過 TiCl_4 容器中而氣化的量和該載送氣體一起向處理室 201 供給的方法等，舉例說明後者的事例。

使 TiCl_4 流向氣體供給管 310，並使載送氣體(N_2)流向載送氣體供給管 510。同時打開氣體供給管 310 的閥 314、載送氣體供給管 510 的閥 514 及排氣管 231 的 APC 閥 243。載送氣體從載送氣體供給管 510 流動，並利用質量流量控制器 512 調整其流量。 TiCl_4 從氣體供給管 310 流動，並利用質量流量控制器 312 調整其流量，利用氯化器 700 予以氣化，混合受到流量調整的載送氣體，一面從噴嘴 410 的氣體供給孔 410a 向處理室 201 內被供給一面從排氣管 231 被排氣。此時，適當地調整 APC 閥 243，將處理室 201 內

之壓力保持於位於 20~50Pa 之範圍，例如 30Pa。以質量流量控制器 312 所控制之 TiCl_4 的供給量是 1.0~2.0g/min。將晶圓 200 曝露於 TiCl_4 的時間是 3~10 秒。此時，將加熱器 207 的溫度設定成使晶圓的溫度位於 300°C~550°C 之範圍，例如 450°C。

此時，向處理室 201 內流動的氣體是僅 TiCl_4 和 N_2 、Ar 等惰性氣體，而無 NH_3 。因此， TiCl_4 不會產生氣相反應，和晶圓 200 的表面或基底膜進行表面反應(化學吸附)，而形成原料(TiCl_4)的吸附層或 Ti 層(以下稱為含 Ti 層)。 TiCl_4 的吸附層係指除了原料分子之連續的吸附層以外，還包含有不連續的吸附層。Ti 層係指除了由 Ti 所構成之連續的層以外，還包含有它們重疊產生的 Ti 薄膜。此外，亦有將由 Ti 所構成之連續的層稱為 Ti 薄膜的情況。

同時，打開閥 524 而使惰性氣體從和氣體供給管 320 之中途連接的載送氣體供給管 520 流動時，可防止 TiCl_4 繞入 NH_3 側。

(步驟 12)

關閉氣體供給管 310 的閥 314，而停止向處理室供給 TiCl_4 ，並打開閥 614，使 TiCl_4 向通氣管路 610 流動。藉此，可總是向處理室穩定地供給 TiCl_4 。此時，排氣管 231 的 APC 閥 243 依然打開著，利用真空泵 246 排氣至使處理室 201 內成為 20Pa 以下，而從處理室 201 內排除殘留 TiCl_4 。此時，向處理室 201 內供給 N_2 等惰性氣體時，排除殘留 TiCl_4 之效果變成更高。

(步驟 13)

在步驟 13，使 NH_3 流動。使 NH_3 向氣體供給管 320 流動，並使載送氣體 (N_2) 向載送氣體供給管 520 流動。同時打開氣體供給管 320 的閥 324、載送氣體供給管 520 的閥 524 及排氣管 231 的 APC 閥 243。載送氣體係從載送氣體供給管 520 流動，並利用質量流量控制器 522 調整其流量。 NH_3 係從氣體供給管 320 流動，並利用質量流量控制器 322 調整其流量，混合受到流量調整的載送氣體，一面從噴嘴 420 的氣體供給孔 420a 向處理室 201 內被供給，一面從排氣管 231 被排出。在使 NH_3 流動時，適當地調節 APC 閥 243，而將處理室 201 內壓力保持於位於 $50\sim 1000\text{Pa}$ 之範圍，例如 60Pa 。以質量流量控制器 322 所控制之 NH_3 的供給流量是 $1\sim 10\text{slm}$ 。將晶圓 200 曝露於 NH_3 的時間是 $10\sim 30$ 秒。將此時之加熱器 207 的溫度設定成位於 $300^\circ\text{C}\sim 550^\circ\text{C}$ 之範圍的既定溫度，例如 450°C 。

同時，將開閉閥 514 打開而使惰性氣體從和氣體供給管 310 之中途連接的載送氣體供給管 510 流動時，可防止 NH_3 繞入 TiCl_4 側。

藉由供給 NH_3 ，在晶圓 200 上所化學吸附的含 Ti 層和 NH_3 進行表面反應 (化學吸附)，而將氮化鈦膜成膜於晶圓 200 上。

(步驟 14)

在步驟 14，關閉氣體供給管 320 的閥 324，而停止供給 NH_3 。又，排氣管 231 的 APC 閥 243 依然打開著，利用

真空泵 246 將處理室 201 排氣至 20Pa 以下，而從處理室 201 排除殘留 NH_3 。又，在此時，從 NH_3 供給管路的氣體供給管 320 及 TiCl_4 供給管路的氣體供給管 310 分別向處理室 201 供給 N_2 等惰性氣體並沖洗(purge)時，排除殘留 NH_3 之效果變成更高。

將上述步驟 11~14 設為一個循環，藉由進行至少一次以上，使用 ALD 法將既定膜厚的氮化鈦膜成膜於晶圓 200 上。在此情況，留意在各循環中，如上述所示，以在步驟 11 由含 Ti 原料氣體所構成之環境氣體、和在步驟 13 由氮化氣體所構成之環境氣體之各個環境氣體在處理室 201 內不混合的方式進行成膜。

又，利用 ALD 法之氮化鈦膜的膜厚係控制循環次數，而調整成約 1~5nm 即可。此時所形成之氮化鈦膜成為表面平滑(smooth)且緻密的連續膜。

又，亦可在利用 ALD 法形成氮化鈦膜後，使用含氮氣體、含氫氣體及惰性氣體等，對此氮化鈦膜進行退火處理。

以下，說明使用 NH_3 作為含氮氣體的退火處理。

藉由將已形成氮化鈦膜的晶圓 200 曝露於 NH_3 的環境氣體，而改質氮化鈦膜。具體而言，使 NH_3 向氣體供給管 320 流動，並使載送氣體(N_2)向載送氣體供給管 520 流動。同時打開氣體供給管 320 的閥 324、載送氣體供給管 520 的閥 524 及排氣管 231 的 APC 閥 243。載送氣體係從載送氣體供給管 520 流動，並利用質量流量控制器 522 調整其流量。 NH_3 係從氣體供給管 320 流動，並利用質量流量控

制器 322 調整其流量，混合受到流量調整的載送氣體，一面從噴嘴 420 的氣體供給孔 420a 向處理室 201 內被供給一面從排氣管 231 被排氣。

使 NH_3 流動時，適當地調節 APC 閥 243，而將處理室 201 內之壓力保持於位於 $50\sim 1000\text{Pa}$ 之範圍，例如 150Pa 。以質量流量控制器 324 所控制之 NH_3 的供給流量是 $1\sim 9\text{l}$ 。將晶圓 200 曝露於 NH_3 的時間是 $1\sim 10$ 分鐘。將此時之加熱器 207 的溫度設定成位於 $300\sim 550^\circ\text{C}$ 之範圍的既定溫度，例如 450°C 。依此方式，將退火時的溫度設定成和成膜時相同的溫度時，處理時間更縮短，而生產性提高。同時，將開閉閥 514 打開而使惰性氣體從和氣體供給管 310 之中途連接的載送氣體供給管 510 流動時，可防止 NH_3 繞入 TiCl_4 側。

藉由供給 NH_3 ，具有可高效率除去殘留於膜中的氯 (Cl)，而謀求使膜高品質化之效果。認為在使用 NH_3 的情況， NH_3 的 H 和 Cl 鍵結，成為 HCl 並被除去。

又，亦可在利用 ALD 法形成氮化鈦膜後，使用含氮氣體、含氫氣體、惰性氣體等，對此氮化鈦膜進行電漿處理。亦認為，例如藉由以電漿使作為含氮氣體的 NH_3 活化(電漿激發)並使其流動，而可產生能量更高的反應物，藉由利用此反應物進行改質處理，裝置特性提高等之效果。此外， NH_3 係以熱使其活化並供給者，可產生溫和的反應，而可溫和地進行上述的改質處理。

又，亦可同時進行上述的退火處理和電漿處理。即一

面將加熱器 207 設定成上述之退火時的溫度，一面以電漿使例如 NH_3 活化並流動，藉此，對氮化鈦膜進行處理。其中，將加熱器 207 保持於退火時的溫度而利用熱能使 NH_3 活化的時間、和利用電漿使 NH_3 活化的時間不必是相同的長度。

此外，退火處理及電漿處理之至少一方所使用的氣體只要係含氮氣體、含氫氣體、惰性氣體等即可，作為含氮氣體，可使用例如 N_2 、 NH_3 或單甲基聯胺 (CH_6N_2) 等，作為含氫氣體，可使用例如 H_2 等，作為惰性氣體，可使用例如氬 (Ar) 或氦 (He) 等。在使用 N_2 、 NH_3 的情況，因為是在成膜製程所使用的氣體種類，所以不必另外設置用以供給氣體的機構而更佳。

(2) 第 2 成膜製程 (同時供給製程)

在第 2 成膜製程，說明使用 CVD 法在基板上進行成膜的例子。

第 6 圖表示在本實施形態之第 2 成膜製程之氮化鈦膜的成膜順序。利用 CVD 法之氮化鈦膜的堆積係控制器 280 控制閥、質量流量控制器、真空泵等，為了氣相反應 (CVD 反應) 的發生，而以同時存在之時序的方式向處理室 201 內供給 TiCl_4 和 NH_3 。以下，說明具體的成膜順序。

在本製程，使 TiCl_4 和 NH_3 同時流動。使 TiCl_4 向氣體供給管 310 流動，並使載送氣體 (N_2) 向載送氣體供給管 510 流動。同時打開氣體供給管 310 的閥 314、載送氣體供給管 510 的閥 514 及排氣管 231 的 APC 閥 243。載送氣體從

載送氣體供給管 510 流動，並利用質量流量控制器 512 調整其流量。 TiCl_4 從氣體供給管 310 流動，並利用質量流量控制器 312 調整其流量，利用氯化器 700 予以被氯化，混合受到流量調整的載送氣體，從噴嘴 410 的氣體供給孔 410a 向處理室 201 內被供給。

又，使 NH_3 向氣體供給管 320 流動，並使載送氣體 (N_2) 向載送氣體供給管 520 流動。同時打開氣體供給管 320 的閥 324、載送氣體供給管 520 的閥 524 及排氣管 231 的 APC 閥 243。載送氣體係從載送氣體供給管 520 流動，並利用質量流量控制器 522 調整其流量。 NH_3 係從氣體供給管 320 流動，並利用質量流量控制器 322 調整其流量，混合受到流量調整的載送氣體，從噴嘴 420 的氣體供給孔 420a 向處理室 201 內被供給。

然後，向處理室 201 內所供給的 TiCl_4 和 NH_3 從排氣管 231 被排出。此時，適當地調整 APC 閥 243，而將處理室 201 內之壓力保持於位於 $10\sim 30\text{Pa}$ 之範圍，例如 20Pa 。以質量流量控制器 312 所控制之 TiCl_4 的供給流量是 $0.1\sim 1.0\text{g/min}$ 。以質量流量控制器 322 所控制之 NH_3 的供給量是 $0.1\sim 0.5\text{slm}$ 。將晶圓 200 曝露於 TiCl_4 和 NH_3 的時間是達到所要之膜厚為止。將此時之加熱器 207 的溫度設定成使晶圓的溫度成為位於 $300^\circ\text{C}\sim 550^\circ\text{C}$ 之範圍，例如 450°C 。

在此，在第 1 成膜製程和第 2 成膜製程，設定成實質上成為相同的加熱器溫度，在此情況，設為 450°C 。依此方

式，設為實質上相同的溫度，並在本位 (insitu) 進行處理，藉此有謀求縮短處理時間，而提高半導體裝置之生產性的效果。又，反之，亦可積極地改變溫度，而設為最佳之 ALD 法或 CVD 法的條件。例如，亦可使利用 ALD 法的處理溫度比利用 CVD 法的處理溫度低。

此時，向處理室 201 內流動的氣體是 TiCl_4 和 NH_3 及 N_2 、Ar 等惰性氣體， TiCl_4 和 NH_3 產生氣相反應 (熱 CVD 反應)，而既定膜厚的薄膜堆積於 (deposition) 晶圓 200 的表面或基底膜上。

經過所預設之處理時間時，關閉氣體供給管 310 的閥 314 及氣體供給管 320 的閥 324，而停止供給 TiCl_4 和 NH_3 。此時，排氣管 231 的 APC 閥 243 依然打開著，利用真空泵 246 將處理室 201 內排氣至成為 20Pa 以下，並從處理室 201 內排除殘留 TiCl_4 和 NH_3 。又，此時氣體供給管 510 的閥 514 及氣體供給管 520 的閥 524 係預先打開，向處理室 201 內供給惰性氣體時，排除 TiCl_4 和 NH_3 之效果變成更高。

進行用以形成既定膜厚之氮化鈦膜的成膜處理時，藉由一面向處理室 201 內供給 N_2 氣等惰性氣體一面排氣，而以惰性氣體沖洗 (gas purge) 處理室 201 內。然後，將處理室 201 內的環境氣體置換成惰性氣體 (惰性氣體置換)，而處理室 201 內的壓力回到常壓 (回到大氣壓)。接著，利用晶舟昇降梯 115 使密封蓋 219 下降，反應管 203 的下端打開，同時已處理之晶圓 200 在被晶舟 217 支持之狀態從反應管 203 的下端被搬出 (boat unload) 至反應管 203 的外部。

然後，自晶舟 217 取出 (wafer discharge) 已處理之晶圓 200。因而，一次的成膜處理 (成批處理) 結束。

利用 CVD 法之氮化鈦膜的膜厚係根據供給時間調整。供給時間愈長可使膜厚變成更厚，供給時間愈短可使膜厚變成更薄。

又，亦可在利用 CVD 法形成氮化鈦膜後，使用惰性氣體之氬 (Ar) 或氦 (He) 等對此氮化鈦膜進行退火處理或電漿處理。

進而，亦可使用作為含氮原子之氣體的 N_2 、 NH_3 或單甲基聯胺 (CH_6N_2) 等，對氮化鈦膜進行退火處理或電漿處理。

又，亦可使用作為含氫原子之氣體的 H_2 等，對氮化鈦膜進行退火處理或電漿處理。

第 7 圖表示在上述之 CVD 成膜後進行退火或電漿處理的情況的控制流程的一例。如第 7 圖所示，退火或電漿處理可在第 4 圖所示之本實施形態的控制流程之同時供給製程之後，調整處理室 201 內的壓力及溫度後，以惰性氣體沖洗 (gas purge) 處理室 201 內之前進行。

如上述，作為第 1 成膜製程，使用 ALD 法將氮化鈦膜成膜於基板上後，作為第 2 成膜製程，使用 CVD 法將氮化鈦膜成膜於基板上，藉此，在同一處理室內，分別以相異的成膜方法將氮化鈦膜形成於基板上。

作為第 1 成膜製程，形成利用 ALD 法所成膜之 ALD 層的理由，係為了形成表面平滑且緻密的連續膜。藉由以

ALD 層堆積，可抑制將利用 CVD 法所成膜之 CVD 層堆積時之潛伏時間 (incubation time) 的面內不均勻性所引起的膜厚不均勻性或形態劣化，又可抑制 CVD 層堆積時在初期過程之不均質成長所引起的膜質降低。

作為第 2 成膜製程，形成 CVD 層的理由，係為了使用比 ALD 層更高速的成長速度，以縮短用以得到所要之膜厚的時間。又，藉由改變成膜條件，而可控制所堆積之膜的膜質。

又，先進行 ALD 成膜，然後，逐次實施 CVD 成膜，在成膜初期，利用 ALD 成膜將密度高的連續膜進行成膜，藉此，在以後的 CVD 成膜，亦可防止結晶粒之隨機成長，結果，以高的成膜速率形成表面平滑且緻密的氮化鈦膜。

第 8 圖表示先進行 ALD 成膜，然後，進行 CVD 成膜，並交互實施各成膜方法複數次的例子。藉此，週期性地改變成膜方法，並重複進行成膜，藉此，防止結晶粒的粗大化，而在厚膜成膜中亦可得到平滑且緻密的表面。又，藉由組合階梯覆蓋性優異的 ALD 法、和不是那麼優異的 CVD 法，而可控制階梯覆蓋性的優異性。

第 9 圖表示先進行 CVD 成膜，然後，進行 ALD 成膜，並交互實施各成膜方法複數次的例子。又，第 10 圖表示先進行 CVD 成膜，然後，逐次實施 ALD 成膜的例子。依此方式，亦可作成作為第 1 成膜製程，形成 CVD 層，作為第 2 成膜製程，形成 ALD 層。因為認為 ALD 層具有阻止 CVD 層之隨機之柱狀粒成長的效果，所以結果可得到表面形態

的改善、比電阻等之膜質改善、成長速度提高等之效果。

又，藉由將 ALD 層和 CVD 層各進行成膜複數次，亦可得到所要之膜厚。在此情況，亦可依序將 ALD 層和 CVD 層交互堆積，亦可按照不同之順序堆積。適當調整 ALD 層及 CVD 層各自的膜厚。

第 11 圖表示用以在 450℃ 以單層 CVD 層成膜於裸矽基板上的情況 (A)、和將 ALD 層和 CVD 層連續進行成膜的情況 (B) 之表面形態。此資料係以 SEM (Scanning Electron Microscope) 觀察所取得者。從第 11 圖 (A) 及 (B)，得知在根據本發明之將 ALD 層和 CVD 層連續進行成膜的情況，可得到比較平滑的表面。

[第 2 實施形態]

在本實施形態，僅說明和第 1 實施形態相異處。

在第 1 實施形態，作為 ALD 層，在第 1 成膜製程使用 Ti 原料的 TiCl_4 和氮化原料的 NH_3 形成氮化鈦膜，而在本實施形態，將第 1 成膜製程分形成氮化鈦膜的氮化鈦膜形成製程、和形成氮化鋁膜的氮化鋁膜形成製程並分別進行成膜。第 2 成膜製程係和第 1 實施形態相同。

在第 12 圖及第 13 圖說明適合在本實施形態使用的基板處理裝置。和第 2 圖及第 3 圖相異處係為了供給作為用以形成氮化鋁膜之原料氣體的 Al 原料，進而將氣體供給管 330 (第 3 氣體供給管 330) 和處理室 201 連接。

從上游側依序將流量控制裝置 (流量控制手段) 的質量流量控制器 332、氣化單元 (氣化手段) 的氣化器 800 及開閉

閥的閥 334 設置於氣體供給管 330。在氣體供給管 330 的前端部，連結噴嘴 430(第 3 噴嘴 430)。噴嘴 430 在構成處理室 201 之反應管 203 的內壁和晶圓 200 之間的圓弧形空間，朝向沿著反應管 203 之內壁的上下方向(晶圓 200 的積載方向)延伸。供給原料氣體之多個氣體供給孔 430a 設置於噴嘴 430 的側面。氣體供給孔 430a 從下部到上部各自具有相同或在大小上漸次變化的開口面積，更以相同之開口間距設置。

進而，在氣體供給管 330，將和排氣管 231 連接的通氣管路 630 及閥 634 設置於氣化器 800 和閥 334 之間，在不對處理室 201 供給原料氣體的情況，經由閥 634 向通氣管路 630 供給原料氣體。

作為 Al 原料，例如使用三甲基鋁(TMA、 $(\text{CH}_3)_3\text{Al}$)、三氯化鋁(AlCl_3)等。

第 14 圖表示在第 2 實施形態的控制流程的一例。

(1)第 1 成膜製程(交互供給製程)

第 15 圖表示在本實施形態之第 1 成膜製程的順序。

最初，將在第 1 實施形態的步驟 11~14 當作一個循環來進行，以使氮化鈦膜成為既定之膜厚的方式控制循環次數並進行成膜。接著，將後述之步驟 21~24 當作一個循環來進行，以使氮化鋁膜成為既定之膜厚的方式控制循環次數並進行成膜。

(步驟 21)

和步驟 11 的相異點，係替代 TiCl_4 ，而使用 Al 原料的

TMA。其他的條件等係和使用 TiCl_4 的情況一樣。

此時，向處理室 201 內流動的氣體係僅 TMA 和 N_2 、Ar 等惰性氣體，而無 NH_3 存在。因此，TMA 不會產生氣相反應，和晶圓 200 的表面或基底膜進行表面反應（化學吸附），而形成原料（TMA）的吸附層或 Al 層（以下稱為含 Al 層）。TMA 的吸附層係指除了原料分子之連續的吸附層以外，還包含有它們不連續的吸附層。Al 層係指除了由 Al 所構成之連續的層以外，還包含有它們重疊產生的 Al 薄膜。此外，亦有將由 Al 所構成之連續的層稱為 Al 薄膜的情況。

又，同時打開閥 514 及閥 524，而使惰性氣體從和氣體供給管 310 之中途連接的載送氣體供給管 510、及和氣體供給管 320 之中途連接的載送氣體供給管 520 流動時，可防止 TMA 繞入 NH_3 側 TiCl_4 側。

（步驟 22）

關閉氣體供給管 330 的閥 334，而停止向處理室供給 TMA，並打開閥 634，使 TMA 向通氣管路 630 流動。藉此，可總是向處理室穩定地供給 TMA。此時，排氣管 231 的 APC 閥 243 依然打開著，利用真空泵 246 使處理室 201 排氣，而從處理室 201 內排除殘留 TMA。此時，向處理室 201 內供給 N_2 等惰性氣體時，排除殘留 TMA 之效果變成更高。

（步驟 23）

在步驟 23，使 NH_3 流動。因為條件等和步驟 13 相同，所以省略。又，和 NH_3 的供給同時打開閥 514 及閥 534，而使惰性氣體從和氣體供給管 310 之中途連接的載送氣體

供給管 510、及和氣體供給管 330 之中途連接的載送氣體供給管 530 流動時，可防止 NH_3 繞入 TiCl_4 側及 TMA 側。

藉由供給 NH_3 ，在晶圓 200 上所化學吸附的含 Al 層和 NH_3 進行表面反應(化學吸附)，而將氮化鋁膜成膜於晶圓 200 上。

(步驟 24)

在步驟 24，關閉氣體供給管 320 的閥 324，而停止供給 NH_3 。又，排氣管 231 的 APC 閥 243 依然打開著，利用真空泵 246 將處理室 201 排氣，而從處理室 201 排除殘留 NH_3 。又，在此時，向處理室 201 供給 N_2 等惰性氣體並沖洗時，排除殘留 NH_3 之效果變成更高。因為此時的條件等和步驟 14 相同，所以省略。

將上述步驟 21~24 設為一個循環，藉由進行至少一次以上，使用 ALD 法將既定膜厚的氮化鋁膜成膜於晶圓 200 上。在此情況，留意在各循環中，如上述，以在步驟 21 由含 Al 原料氣體所構成之環境氣體、和在步驟 23 由氮化氣體所構成之環境氣體之各個環境氣體在處理室 201 內不混合的方式進行成膜。

即，最初將在第 1 實施形態的步驟 11~14 作為一個循環來進行，以氮化鈦膜成為既定之膜厚的方式控制循環次數並進行成膜，然後，將上述之步驟 21~24 作為一個循環來進行，以氮化鋁膜成為既定之膜厚的方式控制循環次數並進行成膜。

又，在形成既定膜厚之氮化鋁膜後，因應於需要，進

而進行步驟 11~14 既定次數，而形成氮化鈦膜，藉此，可形成氮化鈦膜和氮化鋁膜的積層膜。

藉由採用這種積層構造，而可控制各膜的膜厚比，並控制 Ti/Al/N 的組成比。

又，藉由變更氮化鈦膜和氮化鋁膜的成膜順序，而可控制在和基底膜之界面的反應，或進行使在上界面之耐氧化性提高等之上下界面的控制。

[第 3 實施形態]

在本實施形態，僅說明和第 1 實施形態相異處。在第 1 實施形態，作為 CVD 層，在第 2 成膜製程同時在反應中連續向處理室 201 供給 Ti 原料的 TiCl_4 和氮化原料的 NH_3 ，但在本實施形態，在斷續地(pulse)向處理室 201 供給上相異。適合在本實施形態使用的基板處理裝置係和第 1 實施形態相同。

第 16 圖表示在第 3 實施形態的控制流程之一例，第 17 圖表示在第 3 實施形態之第 2 成膜製程的順序。以下，一面參照第 17 圖一面說明在本實施形態的順序。此外，條件等全部和第 1 實施形態者相同。

(步驟 31)

在步驟 21，使 TiCl_4 和 NH_3 同時流動。使 TiCl_4 向氣體供給管 310 流動，並使載送氣體(N_2)向載送氣體供給管 510 流動。同時打開氣體供給管 310 的閥 314、載送氣體供給管 510 的閥 514 及排氣管 231 的 APC 閥 243。載送氣體從載送氣體供給管 510 流動，並利用質量流量控制器 512

調整其流量。 TiCl_4 從氣體供給管 310 流動，並利用質量流量控制器 312 調整其流量，利用氯化器 700 予以氯化，混合受到流量調整的載送氣體，從噴嘴 410 的氣體供給孔 410a 向處理室 201 內被供給。

又，使 NH_3 向氣體供給管 320 流動，並使載送氣體 (N_2) 向載送氣體供給管 520 流動。同時打開氣體供給管 320 的閥 324、載送氣體供給管 520 的閥 524 及排氣管 231 的 APC 閥 243。載送氣體係從載送氣體供給管 520 流動，並利用質量流量控制器 522 調整其流量。 NH_3 係從氣體供給管 320 流動，並利用質量流量控制器 322 調整其流量，混合受到流量調整的載送氣體，從噴嘴 420 的氣體供給孔 420a 向處理室 201 內被供給。

然後，向處理室 201 內所供給的 TiCl_4 和 NH_3 從排氣管 231 被排出。此時，向處理室 201 內流動的氣體是 TiCl_4 和 NH_3 、 N_2 、Ar 等惰性氣體， TiCl_4 和 NH_3 產生氣相反應 (熱 CVD 反應)，而既定膜厚的薄膜堆積於 (deposition) 晶圓 200 的表面或基底膜上。

(步驟 32)

關閉氣體供給管 310 的閥 314 及氣體供給管 320 的閥 324，而停止供給 TiCl_4 及 NH_3 。此時，氣體排氣管 231 的 APC 閥 243 依然打開著，利用真空泵 246 使處理室 201 排氣，而從處理室 201 內排除殘留 TiCl_4 及 NH_3 。此時，向處理室 201 內供給 N_2 等惰性氣體時，排除殘留 TiCl_4 及 NH_3 之效果變成更高。

(步驟 33)

在步驟 33，僅使 NH_3 流動。使 NH_3 向氣體供給管 320 流動，並使載送氣體 (N_2) 向載送氣體供給管 520 流動。同時打開氣體供給管 320 的閥 324、載送氣體供給管 520 的閥 524 及排氣管 231 的 APC 閥 243。載送氣體係從載送氣體供給管 520 流動，並利用質量流量控制器 522 調整其流量。 NH_3 係從氣體供給管 320 流動，並利用質量流量控制器 322 調整其流量，混合受到流量調整的載送氣體，一面從噴嘴 420 的氣體供給孔 420a 向處理室 201 內被供給，一面從排氣管 231 被排出。在使 NH_3 流動時，適當地調節 APC 閥 243，而將處理室 201 內壓力保持於位於 50~1000Pa 之範圍，例如 60Pa。以質量流量控制器 322 控制之 NH_3 的供給流量是 1.0~10.0slm。將晶圓 200 曝露於 NH_3 的時間是 10~60 秒。

同時，將開閉閥 514 打開而使惰性氣體從和氣體供給管 310 之中途連接的載送氣體供給管 510 流動時，可防止 NH_3 繞入 TiCl_4 側。

藉由供給 NH_3 ，在晶圓 200 上所化學吸附的含 Ti 層和 NH_3 進行表面反應(化學吸附)，而將氮化鈦膜成膜於晶圓 200 上。

(步驟 34)

在步驟 34，關閉氣體供給管 320 的閥 324，而停止供給 NH_3 。又，排氣管 231 的 APC 閥 243 依然打開著，利用真空泵 246 將處理室 201 排氣，而從處理室 201 排除殘留

NH_3 。又，在此時，從 NH_3 供給管路的氣體供給管 320 及 TiCl_4 供給管路的氣體供給管 310 分別向處理室 201 供給 N_2 等惰性氣體並沖洗時，排除殘留 NH_3 之效果變成更高。

將上述步驟 31~34 設為一個循環，藉由進行至少一次以上，使用 ALD 法將既定膜厚的氮化鈦膜成膜於晶圓 200 上。在此情況，留意在各循環中，如上述，以在步驟 31 由含 Ti 原料氣體及氮化氣體所構成之環境氣體、和在步驟 33 由氮化氣體所構成之環境氣體之各個環境氣體，在處理室 201 內不混合的方式進行成膜。

即，最初將在第 1 實施形態的步驟 11~14 作為一個循環來進行，以氮化鈦膜成為既定膜厚的方式控制循環次數並進行成膜，然後，將上述之步驟 31~34 作為一個循環來進行，以氮化鈦膜成為既定膜厚的方式控制循環次數並進行成膜。

[第 4 實施形態]

在本實施形態，僅說明和第 1 實施形態的相異處。

第 18 圖表示在本發明之第 4 實施形態之處理爐的橫向剖面圖。

在本實施形態的處理爐 202，設置：收容作為基板之晶圓 200 的內管 600、及包圍內管 600 的外管 602。一對氣體噴嘴 410、420 設置於內管 600 內。供給原料氣體之多個氣體供給孔 410a、420a 分別設置於一對氣體噴嘴 410、420 的側面。在位於內管 600 的側壁並夾著晶圓 200 和氣體供給孔 410a、420a 相對向的位置，設置氣體排氣口 606，在

外管 602，連接將外管 602 和內管 600 所夾住之空間排氣的排氣管 231。然後，一面使晶圓 200 以水平姿勢旋轉，一面從氣體供給孔 410a、420a 向內管 600 內供給氣體，並利用排氣管 231 將外管 602 和內管 600 所夾住之空間排氣，而在內管 600 內產生使從氣體供給孔 410a、420a 朝向氣體排氣口 606 之水平方向的氣流 608，藉此，從水平方向向晶圓 200 供給氣體，並形成薄膜(側向流動/側向通風方式)。

此外，「同時向處理室內供給」 TiCl_4 和 NH_3 ，意指在處理室內在某相同的瞬間 TiCl_4 和 NH_3 存在即可，供給的時序可以不完全一致。即，亦可先供給其中一方，然後，供給另一方，又，亦可在停止其中一方的氣體後，暫時單獨供給另一方後停止供給。

又，利用 ALD 法之氮化鈦膜的膜厚係控制循環次數，而調整成約 1~5nm 即可。此時所形成之氮化鈦膜成為表面平滑(smooth)且緻密的連續膜。

又，亦可在利用 ALD 法形成氮化鈦膜後，使用惰性氣體的氬(Ar)或氦(He)等對此氮化鈦膜進行退火或電漿處理。

進而，作為含氮原子的氣體，亦可使用 N_2 、 NH_3 或單甲基聯胺(CH_6N_2)等，對氮化鈦膜進行退火或電漿處理。

又，作為含氫原子的氣體，亦可使用 H_2 等對氮化鈦膜進行退火或電漿處理。

依據本發明，便可在例如基板溫度 450℃，更高速地形

成表面平滑且緻密之電阻係數低的氮化鈦膜。

又，能以速度比利用 ALD 法所形成之氮化鈦膜快的成膜速度，即以高生產性提供品質比利用 CVD 法所形成之氮化鈦膜優良的氮化鈦膜。

又，因為能在低溫形成高品質的薄膜，所以熱預算可減少。

進而，對以 ALD 法所形成之膜，能以品質優良且高生產性提供由例如如氮化鈦膜和氮化鋁膜之組成相異之積層上的極薄膜積層膜、及具有和積層膜中之至少一個構成膜同一組成的薄膜之兩者所構成的積層膜。

又，若依據本發明之一形態，可在依然保持高生產性下提供強烈反映良好之基底膜之特性之良好的膜。

若，若依據本發明，在 450°C 以下所成膜之膜厚 30nm 以下的膜成為電阻係數 $200\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下的導電膜。

此外，本發明不是以使用立式裝置為前提，例如亦可是臥式裝置。又，不是以使用同時處理複數片被處理基板之成批式裝置為前提，即使是逐片裝置，亦可應用。

又，雖然作為實施例，說明使用 TiCl_4 和 NH_3 之氮化鈦膜的形成，但是未限定如此，只要係無機金屬化合物或有機金屬化合物之任一種、和藉由使對這些金屬化合物具有反應性的氣體反應而形成的純金屬或金屬膜化合物，就可應用。

此外，使用 TiCl_4 等無機原料的無機金屬化合物，可更穩定地達成低電阻。

又，雖然作為實施例，記載作為具有積層構造的積層膜之氮化鈦膜和氮化鋁膜的例子，但是未限定如此，即使是其他的膜種類，亦可應用。

又，根據本發明所形成之純金屬或金屬化合物可用作 MOS 電晶體用閘極材料。進而，此 MOS 電晶體用閘極材料亦可形成於立體形狀的基底上。

又，根據本發明所形成之純金屬或金屬化合物可用作電容器用的下部電極材料或上部電極材料。

[本發明之較佳形態]

以下，附註本發明之較佳形態。

(附註 1)

若依據本發明之一形態，提供一種半導體裝置之製造方法，其特徵為具有：交互供給製程，係以使複數種氣體彼此不混合之方式交互向處理室供給，而將金屬膜形成於基板；及同時供給製程，係以使複數種氣體彼此混合之方式同時向處理室供給，而將金屬膜形成於基板。

(附註 2)

連續地在同一處理室進行交互供給製程和同時供給製程較佳。

(附註 3)

按照不同順序進行交互供給製程和同時供給製程複數次較佳。

(附註 4)

依序重複交互供給製程和同時供給製程複數次較佳。

(附註 5)

複數種氣體係包含至少一種以上的金屬化合物和對金屬化合物具有反應性的反應氣體較佳。

(附註 6)

金屬化合物係含鈦氣體，反應性氣體係含氮氣體，金屬膜係氮化鈦膜較佳。

(附註 7)

含鈦氣體係四氯化鈦，含氮氣體係氨較佳。

(附註 8)

複數種氣體係包含第 1 金屬化合物和第 2 金屬化合物，在交互供給製程，具有第 1 金屬膜形成製程，係使用第 1 金屬化合物，將第 1 金屬膜形成於基板；及第 2 金屬膜形成製程，係使用第 2 金屬化合物，將第 2 金屬膜形成於基板；進行第 1 金屬膜形成製程和該第 2 金屬膜形成製程一次以上較佳。

(附註 9)

第 1 金屬化合物係含鈦氣體，第 2 金屬化合物係鋁或鎳之任一種，反應性氣體係含氮氣體較佳。

(附註 10)

第 1 金屬膜係氮化鈦鋁膜或第 2 金屬膜係氮化鈦鎳膜之任一種較佳。

(附註 11)

在同時供給製程，在停止向處理室供給金屬化合物後，停止向處理室供給反應性氣體較佳。

(附註 12)

在同時供給製程，在停止向處理室供給金屬化合物及反應性氣體後，再度向處理室供給反應性氣體，並進行熱處理較佳。

(附註 13)

在同時供給製程，在停止向處理室供給金屬化合物及反應性氣體後，向處理室供給金屬化合物及和反應性氣體相異的氣體，並進行熱處理較佳。

(附註 14)

若依據本發明之其他的形態，提供一種基板處理裝置，其特徵為：具有收容基板的處理室；將基板加熱的加熱手段；金屬化合物供給手段，係向處理室供給金屬化合物；反應性氣體供給手段，係向處理室供給對金屬化合物具有反應性之反應性氣體；排氣手段，係排出處理室的環境氣體；及控制部，係控制加熱手段、金屬化合物供給手段、反應性氣體供給手段及排氣手段；控制部係控制加熱手段、金屬化合物供給手段、反應性氣體供給手段及排氣手段，進行如下的步驟而將既定的金屬膜形成於基板：交互供給製程，係以將金屬化合物和反應性氣體彼此不混合的方式向處理室交互供給，而將第 1 金屬膜形成於基板；及同時供給製程，係以將金屬化合物和反應性氣體彼此混合的方式同時向處理室供給，而將第 2 金屬膜形成於基板。

(附註 15)

第 1 金屬膜和第 2 金屬膜係具有相同的組成較佳。

(附註 16)

控制部係控制加熱手段、金屬化合物供給手段、反應性氣體供給手段及排氣手段，按照不同的順序進行交互供給製程和同時供給製程複數次較佳。

(附註 17)

控制部係控制加熱手段、金屬化合物供給手段、反應性氣體供給手段及排氣手段，依序重複交互供給製程和同時供給製程複數次較佳。

(附註 18)

若依據本發明之其他的形態，提供一種基板處理裝置，其特徵為：具有收容基板的處理室；將基板加熱的加熱手段；第 1 金屬化合物供給手段，係向處理室供給第 1 金屬化合物；第 2 金屬化合物供給手段，係向處理室供給第 2 金屬化合物；反應性氣體供給手段，係向處理室供給對金屬化合物具有反應性之反應性氣體；排氣手段，係排出處理室的環境氣體；及控制部，係控制加熱手段、第 1 金屬化合物供給手段、第 2 金屬化合物供給手段、反應性氣體供給手段及排氣手段；控制部係控制加熱手段、第 1 金屬化合物供給手段、第 2 金屬化合物供給手段、反應性氣體供給手段及排氣手段，進行如下的步驟而將既定的金屬膜形成於基板：第 1 交互供給製程，係以將第 1 金屬化合物和反應性氣體彼此不混合的方式向處理室交互供給，而將第 1 金屬膜形成於基板；第 2 交互供給製程，係以將第 2 金屬化合物和反應性氣體彼此不混合的方式向處理室

交互供給，而將第 2 金屬膜形成於基板；及同時供給製程，係以將第 1 金屬化合物或第 2 金屬化合物、和反應性氣體彼此混合的方式同時向處理室供給，而將第 3 金屬膜形成於基板。

(附註 19)

若依據本發明之一形態，提供以上述之半導體裝置之製造方法所形成的半導體裝置。

(附註 20)

若依據本發明之一形態，提供以上述之基板處理裝置所形成的半導體裝置。

(附註 21)

若依據本發明之一形態，提供一種半導體裝置之製造方法，其具有：交互供給製程，係交互向處理室供給無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及同時供給製程，係以將無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；在該交互供給製程及該同時供給製程的至少一方之後進行改質製程，其使用該反應氣體及惰性氣體的至少一方，改質該第 1 金屬膜及該第 2 金屬膜的至少一方。

(附註 22)

若依據本發明之其他的形態，提供一種半導體裝置之

製造方法，其具有：交互供給製程，係交互向處理室供給至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室的基板；及同時供給製程，係包含有以將至少一種的金屬化合物和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體彼此混合的方式同時向處理室供給的步驟，並將第 2 金屬膜形成於該基板；在該同時供給製程，以將該金屬化合物和該反應氣體彼此混合的方式同時向處理室供給後，停止供給該金屬化合物和該反應氣體，並除去該處理室內的環境氣體，然後，向該處理室供給該反應氣體，之後，停止供給該反應氣體，並除去該處理室內的環境氣體。

(附註 23)

若依據本發明之其他的形態，提供一種半導體裝置之製造方法，其具有：交互供給製程，係交互向處理室供給無機原料之金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及同時供給製程，係以將無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體彼此混合的方式同時向處理室供給，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；在該交互供給製程，進行如下的製程既定次數：第 3 金屬膜之形成製程，係交互向處理室供給第 1 金屬化合物和該反應氣體複數次，而將第 3 金屬膜形成於該基板；及第 4 金屬膜之形成製程，係交互向處理室供給與第 1 金屬化合物相異的第 2 金屬化合

物和該反應氣體複數次，而將第 4 金屬膜形成於該基板；利用該第 3 金屬膜和該第 4 金屬膜的積層膜形成該第 1 金屬膜。

(附註 24)

若依據本發明之其他的形態，提供一種半導體裝置之製造方法，其具有：交互供給製程，係交互向處理室供給無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及同時供給製程，係以將無機原料之至少一種的金屬化合物、和對該金屬化合物具有反應性的反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板。

(附註 25)

在該交互供給製程和該同時供給製程所使用之至少一種的金屬化合物包含有同一金屬較佳。

(附註 26)

在該交互供給製程和該同時供給製程所使用之反應氣體係相同較佳。

(附註 27)

該第 1 金屬膜和該第 2 金屬膜係具有相同的元素組成較佳。

(附註 28)

連續地在同一處理室內，一面以實質上相同的溫度將該處理室加熱，一面進行該交互供給製程和該同時供給製

程較佳。

(附註 29)

交互進行該交互供給製程和該同時供給製程複數次較佳。

(附註 30)

在進行該交互供給製程及該同時供給製程的至少一方後，將已形成該第 1 金屬膜和該第 2 金屬膜之至少一方的基板進行熱處理較佳。

(附註 31)

在進行該交互供給製程及該同時供給製程的至少一方後，將已形成該第 1 金屬膜和該第 2 金屬膜之至少一方的基板進行電漿處理較佳。

(附註 32)

在該交互供給製程及該同時供給製程所使用之無機原料的金屬化合物係 TiCl_4 ，反應氣體係 NH_3 較佳。

(附註 33)

若依據本發明之其他的形態，提供一種基板處理裝置，其具有：收容基板的處理室；金屬化合物供給系統，係向該處理室供給無機原料之至少一種的金屬化合物；反應氣體供給系統，係向該處理室供給對該金屬化合物具有反應性之反應氣體；排氣系統，係排出該處理室內的環境氣體；及控制部，係控制該金屬化合物供給系統、該反應氣體供給系統及該排氣系統；該控制部係控制該金屬化合物供給系統、該反應氣體供給系統及該排氣系統，進行如

下的步驟而將既定的金屬膜形成於該基板：交互供給製程，係向該處理室交互供給該金屬化合物和反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於該基板；及同時供給製程，係以將該金屬化合物和反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將第 2 金屬膜形成於該基板。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係表示在本發明的一實施形態適合使用之基板處理裝置之示意構成的立體圖。

第 2 圖係在本發明的一實施形態適合使用之處理爐的一例和所附屬之構件的示意構成圖，尤其係以縱向剖面表示處理爐的圖。

第 3 圖係在本發明的一實施形態適合使用之第 2 圖所示之處理爐的 A-A 線剖面圖。

第 4 圖係表示在本發明之第 1 實施形態的控制流程圖。

第 5 圖係表示在本發明之第 1 實施形態的第 1 成膜製程之氮化鈦膜的成膜順序圖。

第 6 圖係表示在本發明之第 1 實施形態的第 2 成膜製程之氮化鈦膜的成膜順序圖。

第 7 圖係表示在本發明之其他的實施形態的控制流程圖。

第 8 圖係表示在本發明之其他的實施形態的控制流程圖。

第 9 圖係表示在本發明之其他的實施形態的控制流程圖。

第 10 圖係表示在本發明之其他的實施形態的控制流程圖。

第 11 圖係表示以 CVD 層單層進行成膜的情況(A)、和將 ALD 層和 CVD 層連續地進行成膜的情況(B)之表面形態的比較圖。

第 12 圖係在本發明的第 2 實施形態適合使用之處理爐的一例和所附屬之構件的示意構成圖，尤其係以縱向剖面表示處理爐部分的圖。

第 13 圖係在本發明的第 2 實施形態適合使用之第 12 圖所示之處理爐的 A－A 線剖面圖。

第 14 圖係表示在本發明之第 2 實施形態的控制流程圖。

第 15 圖係表示在本發明之第 2 實施形態的第 1 成膜步驟的成膜順序圖。

第 16 圖係表示在本發明之第 3 實施形態的控制流程圖。

第 17 圖係表示在本發明之第 3 實施形態的第 2 成膜步驟的成膜順序圖。

第 18 圖係表示在本發明之第 4 實施形態之處理爐的橫向剖面圖。

【主要元件符號說明】

101	基板處理裝置
200	晶圓
201	處理室

202	處理爐
203	反應管
207	加熱器
217	晶舟
218	晶舟支持台
231	排氣管
243	閥
246	真空泵
267	晶舟旋轉機構
280	控制器
310、320、330	氣體供給管
312、322、332	質量流量控制器
314、324、334	閥
410、420、430	噴嘴
410a、420a、430a	氣體供給孔

七、申請專利範圍：

1. 一種半導體裝置之製造方法，其具有：

交互供給製程，係交互向處理室供給無機原料之至少一種的第 1 金屬化合物、和對該第 1 金屬化合物具有反應性的第 1 反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及

同時供給製程，係以將無機原料之至少一種的第 2 金屬化合物、和對該第 2 金屬化合物具有反應性的第 2 反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；

其中，該第 1 金屬膜及該第 2 金屬膜係相同的，

在該交互供給製程及該同時供給製程的至少一方之後進行改質製程，其使用該反應氣體及惰性氣體的至少一方，改質該第 1 金屬膜及該第 2 金屬膜的至少一方。

2. 一種半導體裝置之製造方法，其具有：

交互供給製程，係交互向處理室供給至少一種的第 1 金屬化合物、和對該第 1 金屬化合物具有反應性的第 1 反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室的基板；及

同時供給製程，係包含有以將至少一種的第 2 金屬化合物和對該第 2 金屬化合物具有反應性的第 2 反應氣體彼此混合的方式同時向處理室供給的製程，並將第 2 金屬膜形成於該基板；

其中，該第 1 金屬膜及該第 2 金屬膜係相同的，

在該同時供給製程，以將該金屬化合物和該反應氣體彼此混合的方式同時向處理室供給後，停止供給該金屬化合物和該反應氣體，並除去該處理室內的環境氣體，然後，向該處理室供給該反應氣體，之後，停止供給該反應氣體，並除去該處理室內的環境氣體。

3. 一種半導體裝置之製造方法，其具有：

交互供給製程，係交互向處理室供給無機原料之第 1 金屬化合物、和對該第 1 金屬化合物具有反應性的第 1 反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及

同時供給製程，係以將與該第 1 金屬化合物相同的第 2 金屬化合物、和對該第 2 金屬化合物具有反應性的第 2 反應氣體彼此混合的方式同時向處理室供給，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；

該交互供給製程，還具有：第 3 金屬膜之形成製程，係交互向處理室供給與該第 1 金屬化合物相異的第 3 金屬化合物、和對該第 3 金屬化合物具有反應性的第 3 反應氣體複數次，而將第 3 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板。

4. 一種半導體裝置之製造方法，其具有：

交互供給製程，係交互向處理室供給無機原料之至少一種的第 1 金屬化合物、和對該第 1 金屬化合物具有反應性的第 1 反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板；及

同時供給製程，係以將無機原料之至少一種的第 2 金屬化合物、和對該第 2 金屬化合物具有反應性的第 2 反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將第 2 金屬膜形成於被載置於該處理室內的基板，

其中，該第 1 金屬膜及該第 2 金屬膜係相同的。

5. 一種基板處理裝置，其具有：

收容基板的處理室；

金屬化合物供給系統，係向該處理室供給無機原料之至少一種的金屬化合物；

反應氣體供給系統，係向該處理室供給對該金屬化合物具有反應性之反應氣體；

排氣系統，係排出該處理室內的環境氣體；及

控制部，係控制該金屬化合物供給系統、該反應氣體供給系統及該排氣系統；

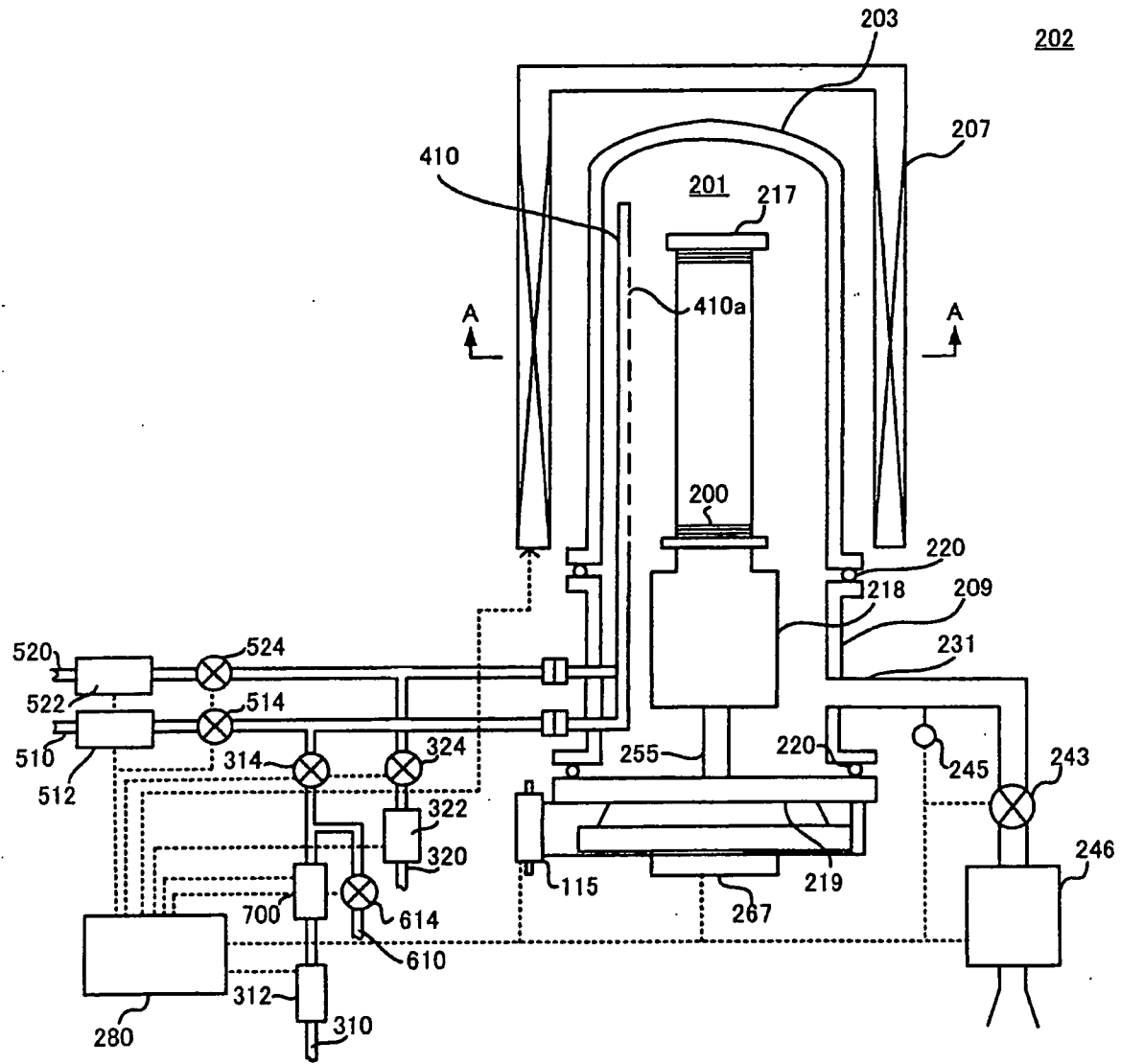
該控制部係控制該金屬化合物供給系統、該反應氣體供給系統及該排氣系統，進行如下的製程，以將既定的金屬膜形成於該基板：交互供給製程，係向該處理室交互供給該金屬化合物和反應氣體複數次，而將第 1 金屬膜形成於該基板；及同時供給製程，係以將該金屬化合物和反應氣體彼此混合的方式同時向該處理室供給一次，而將與該第 1 金屬膜相同的第 2 金屬膜形成於該基板。

6. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之半導體裝置之製造方法，其中該第 1 反應氣體及該第 2 反應氣體係相同

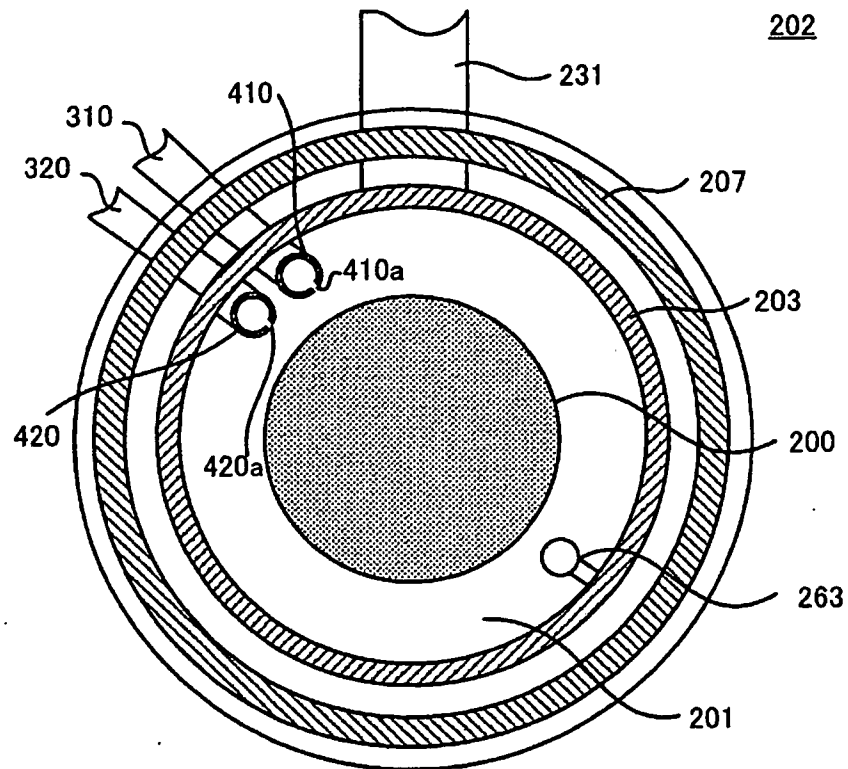
的氣體，該第 1 金屬膜與該第 2 金屬膜含有相同的成分。

7. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之半導體裝置之製造方法，其中該第 1 金屬化合物及該第 2 金屬化合物係含鈦原料，該第 1 反應氣體及該第 2 反應氣體係含氮氣體，該第 1 金屬膜及該第 2 金屬膜係氮化鈦膜。
8. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之半導體裝置之製造方法，其中該交互供給製程及該同時供給製程係在相同的處理室內，在相同的溫度下實行。
9. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之半導體裝置之製造方法，其中該交互供給製程及該同時供給製程係在相同的處理室內實行，該交互供給製程的溫度比該同時供給製程的溫度還低。
10. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之半導體裝置之製造方法，其中在該同時供給製程中，該第 2 金屬化合物的供給開始時序(timing)及該第 2 反應氣體的供給開始時序係一致的，而且該第 2 金屬化合物的供給結束時序及該第 2 反應氣體的供給結束時序係一致的。

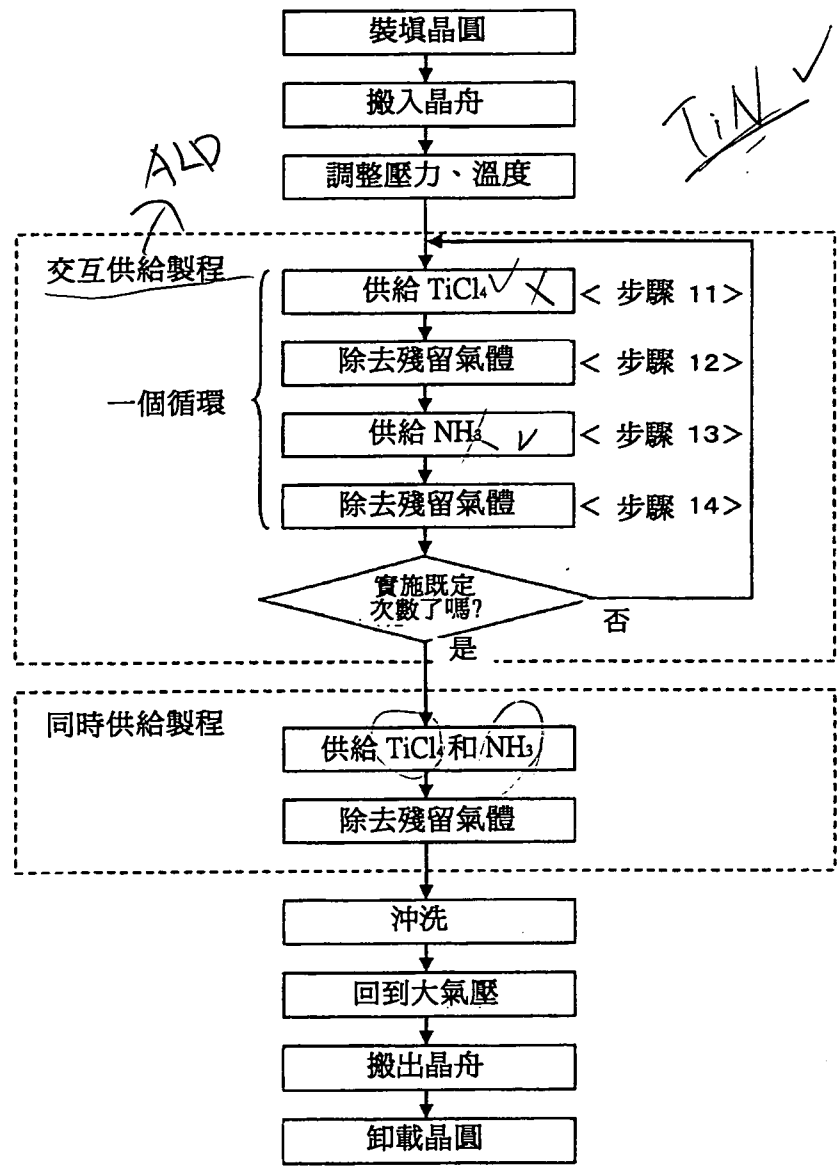
第 2 圖



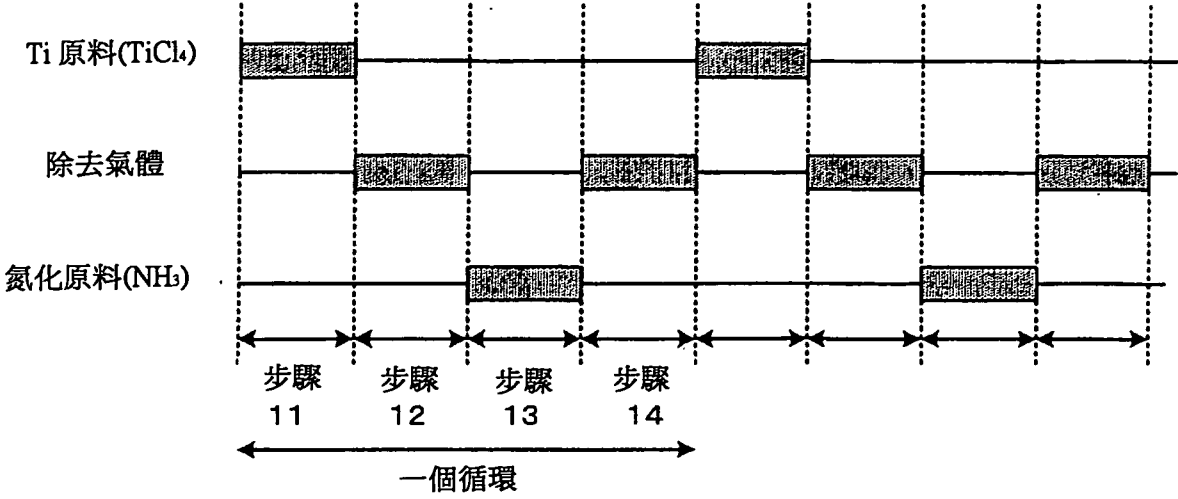
第 3 圖



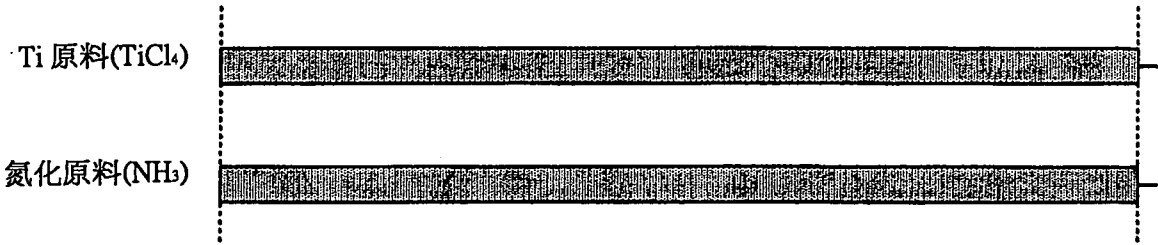
第 4 圖



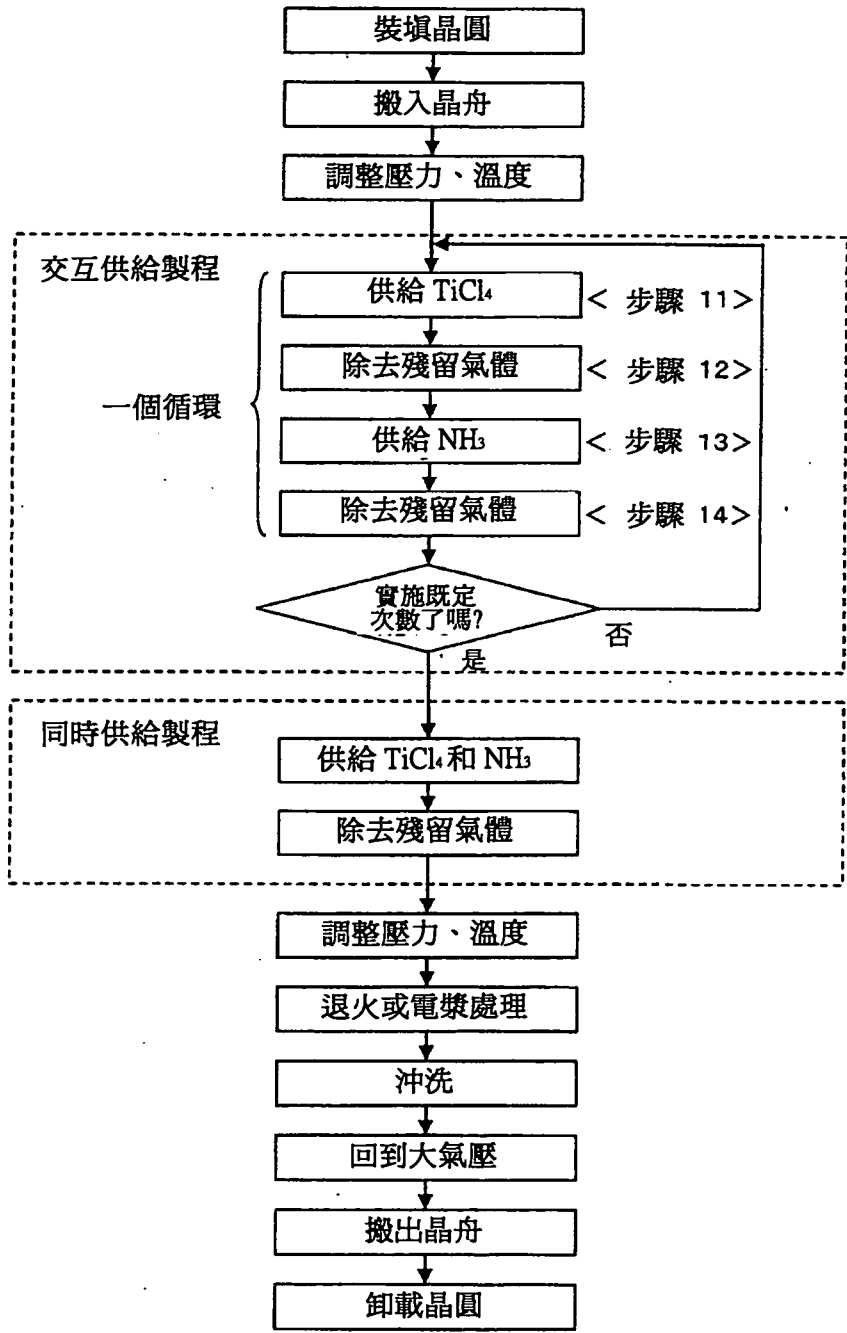
第 5 圖



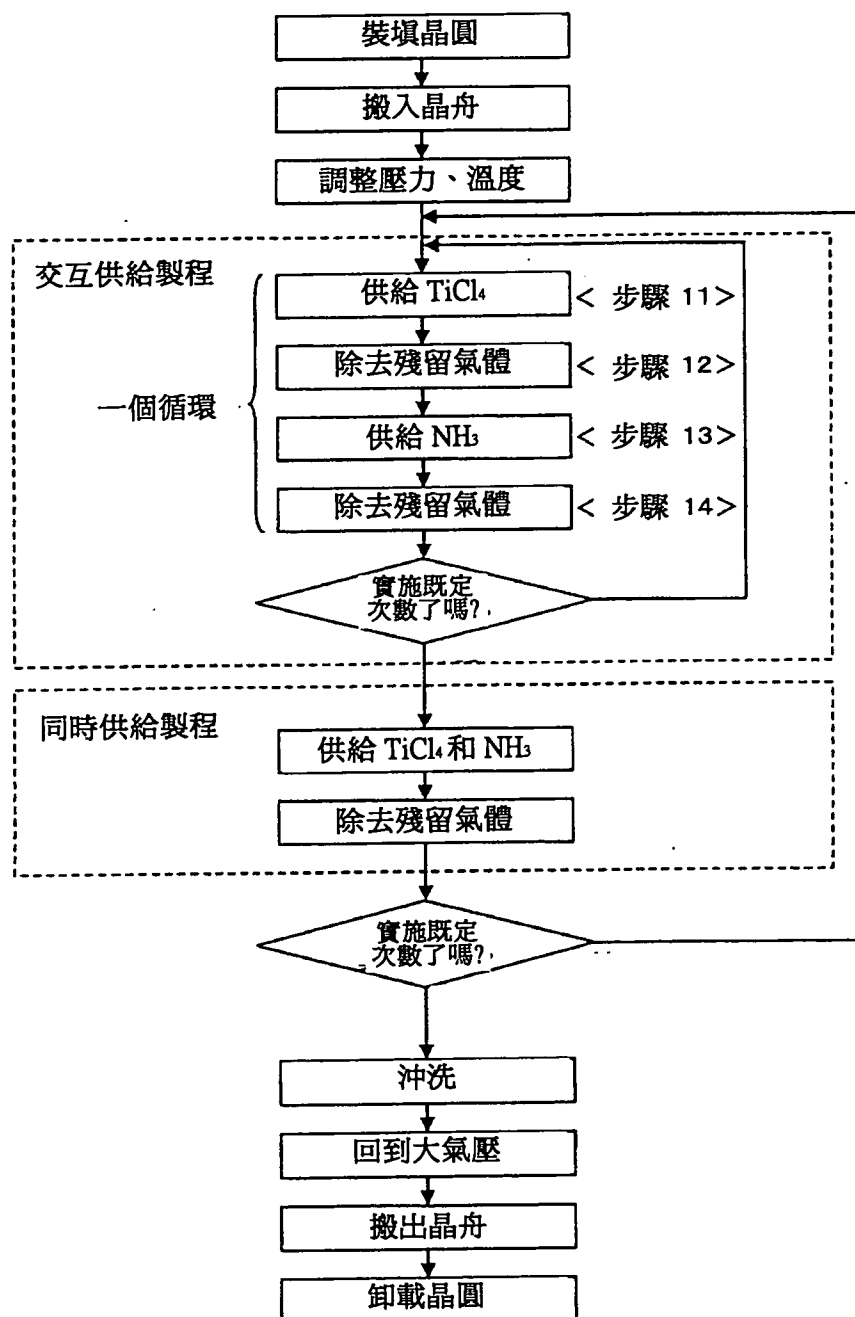
第 6 圖



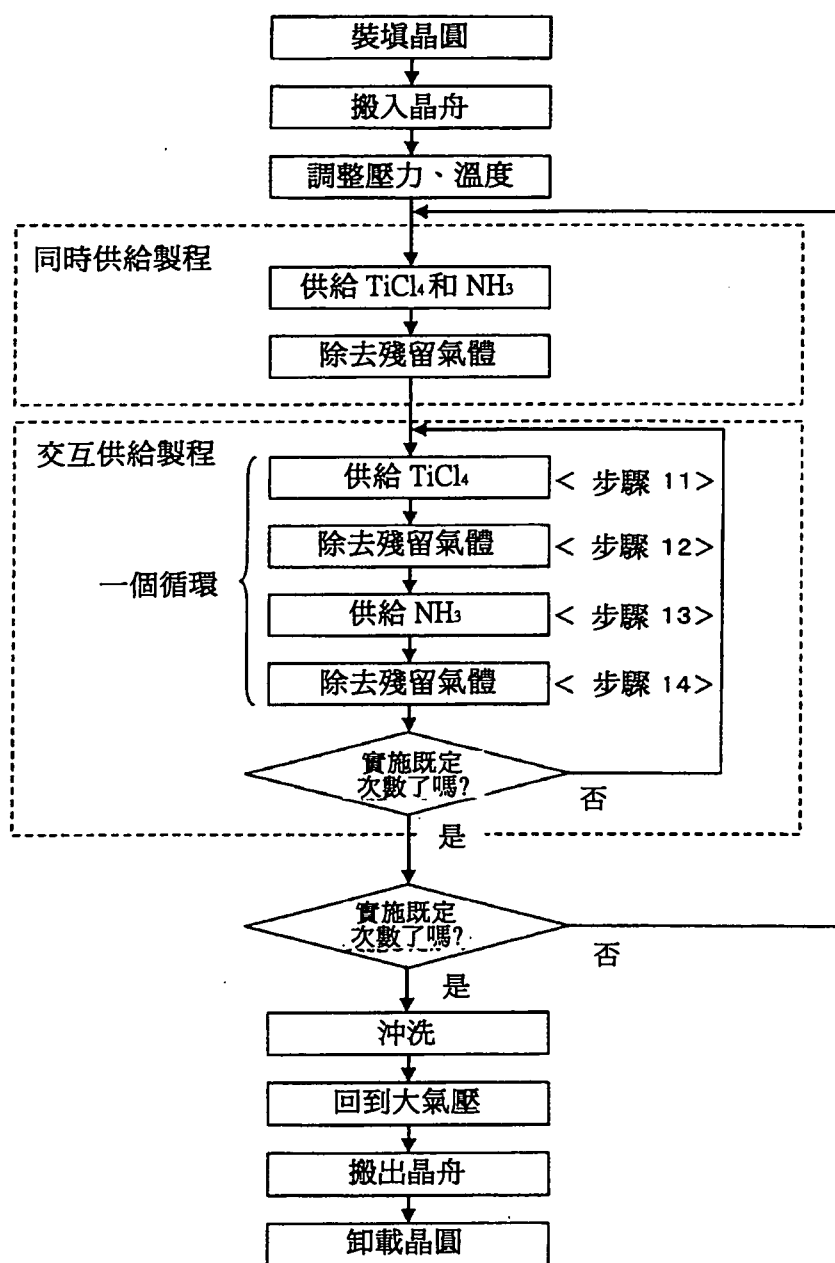
第 7 圖



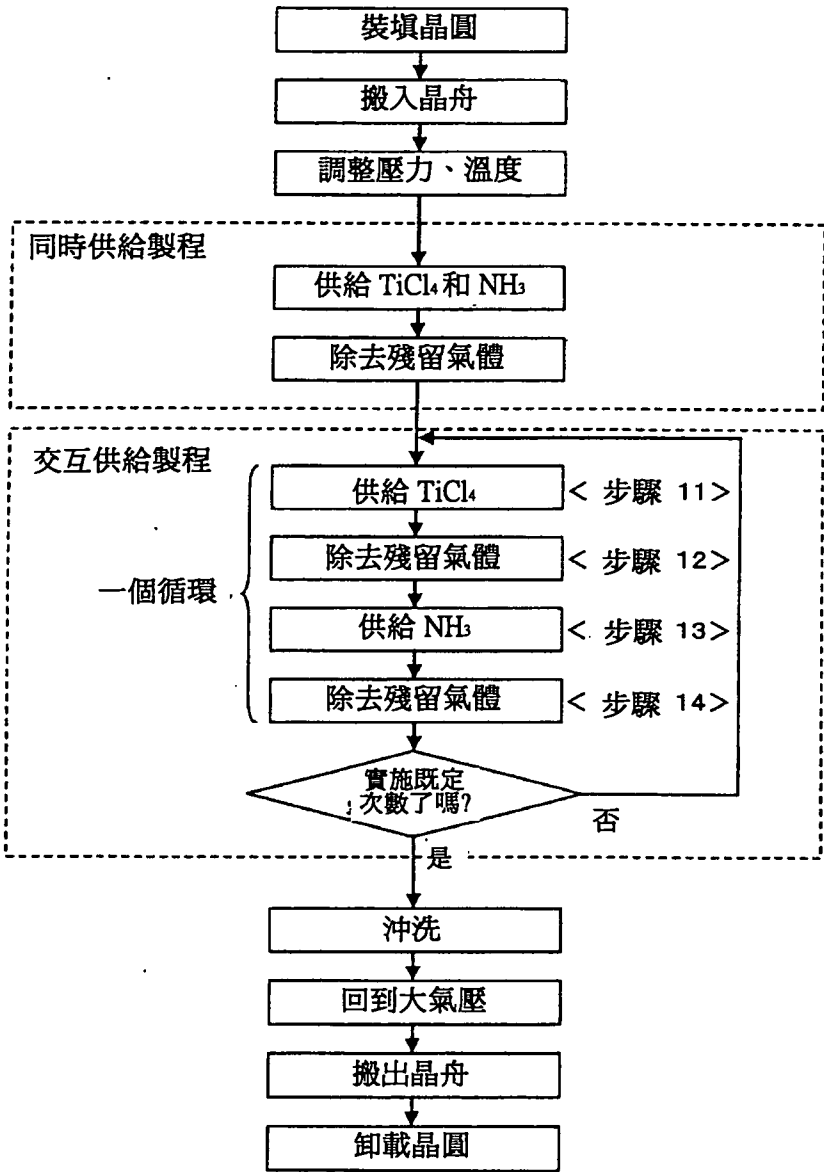
第 8 圖



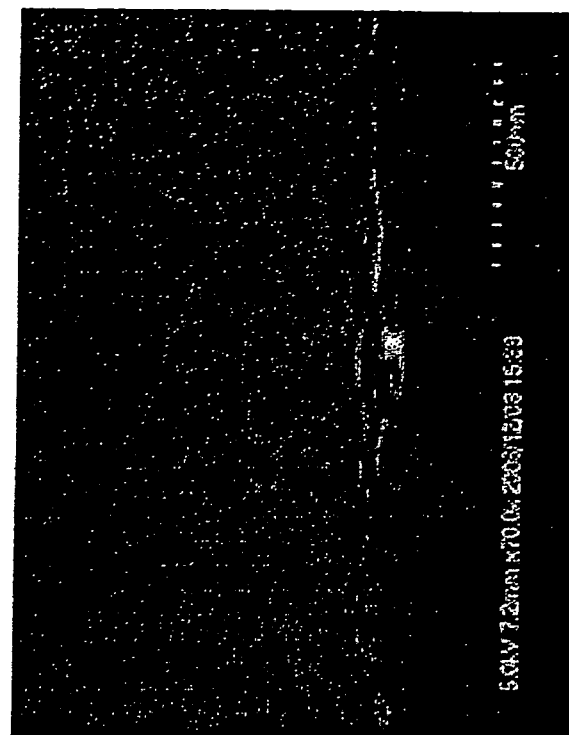
第 9 圖



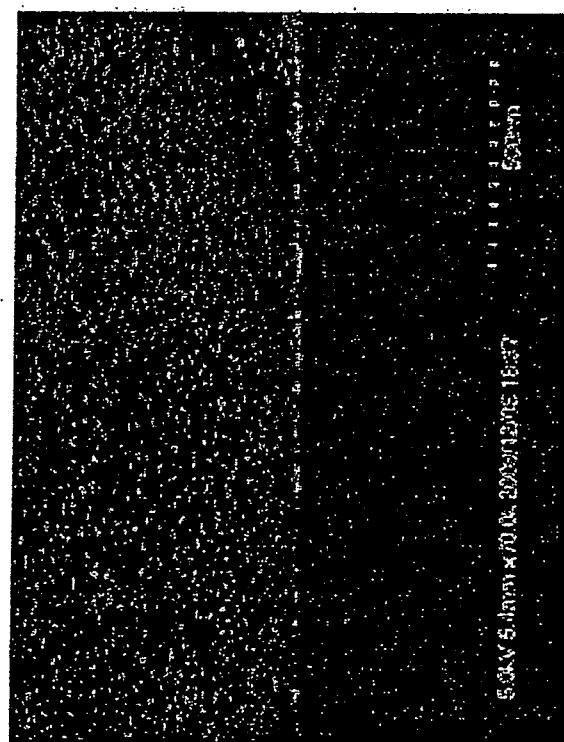
第 10 圖



第 11 圖

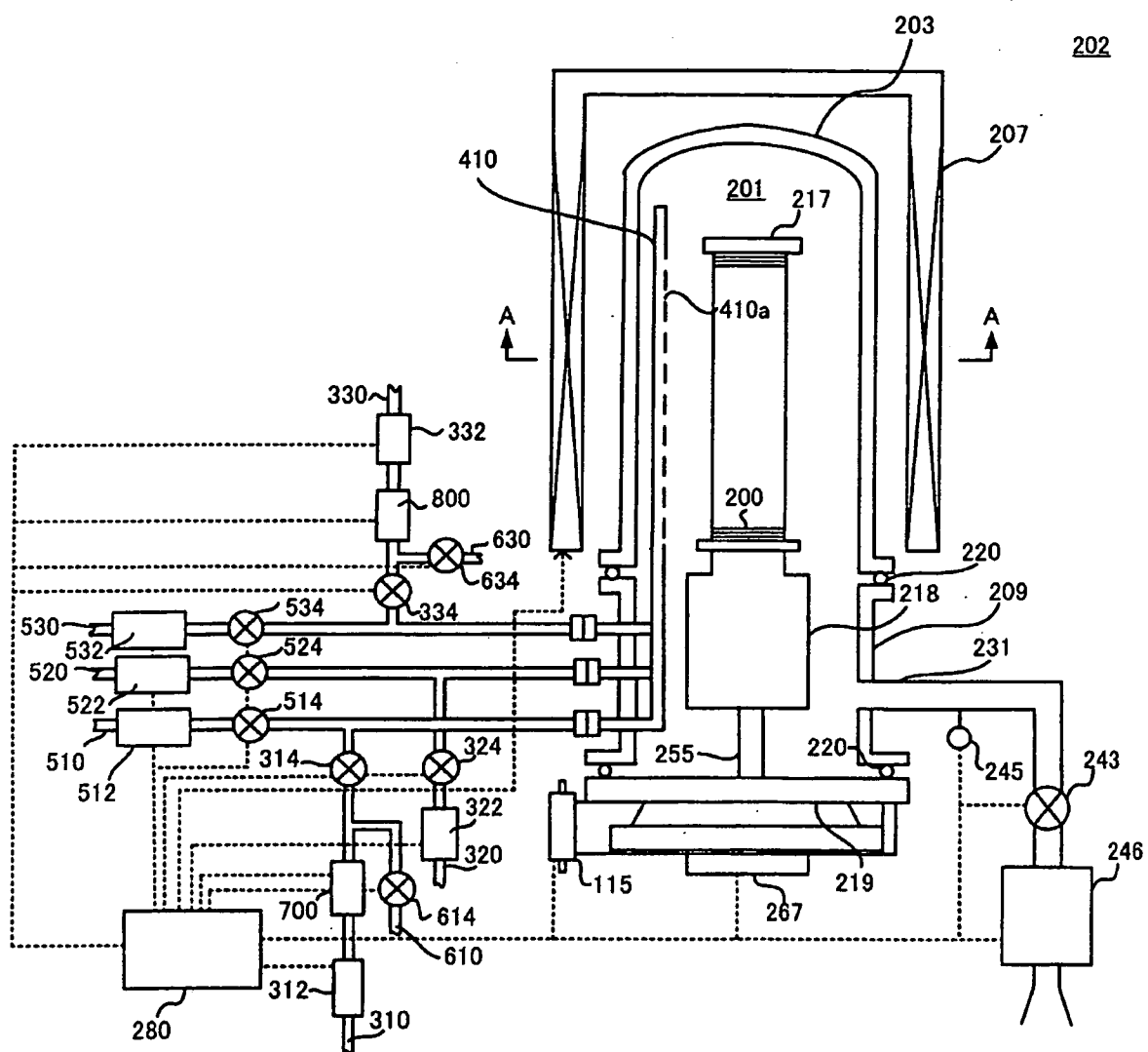


(B)

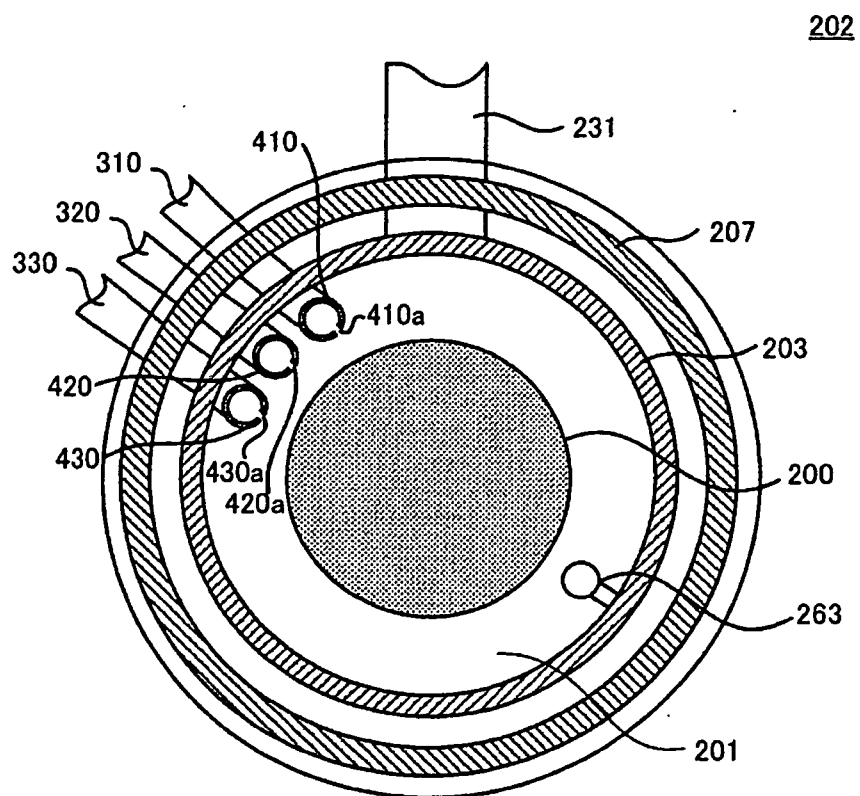


(A)

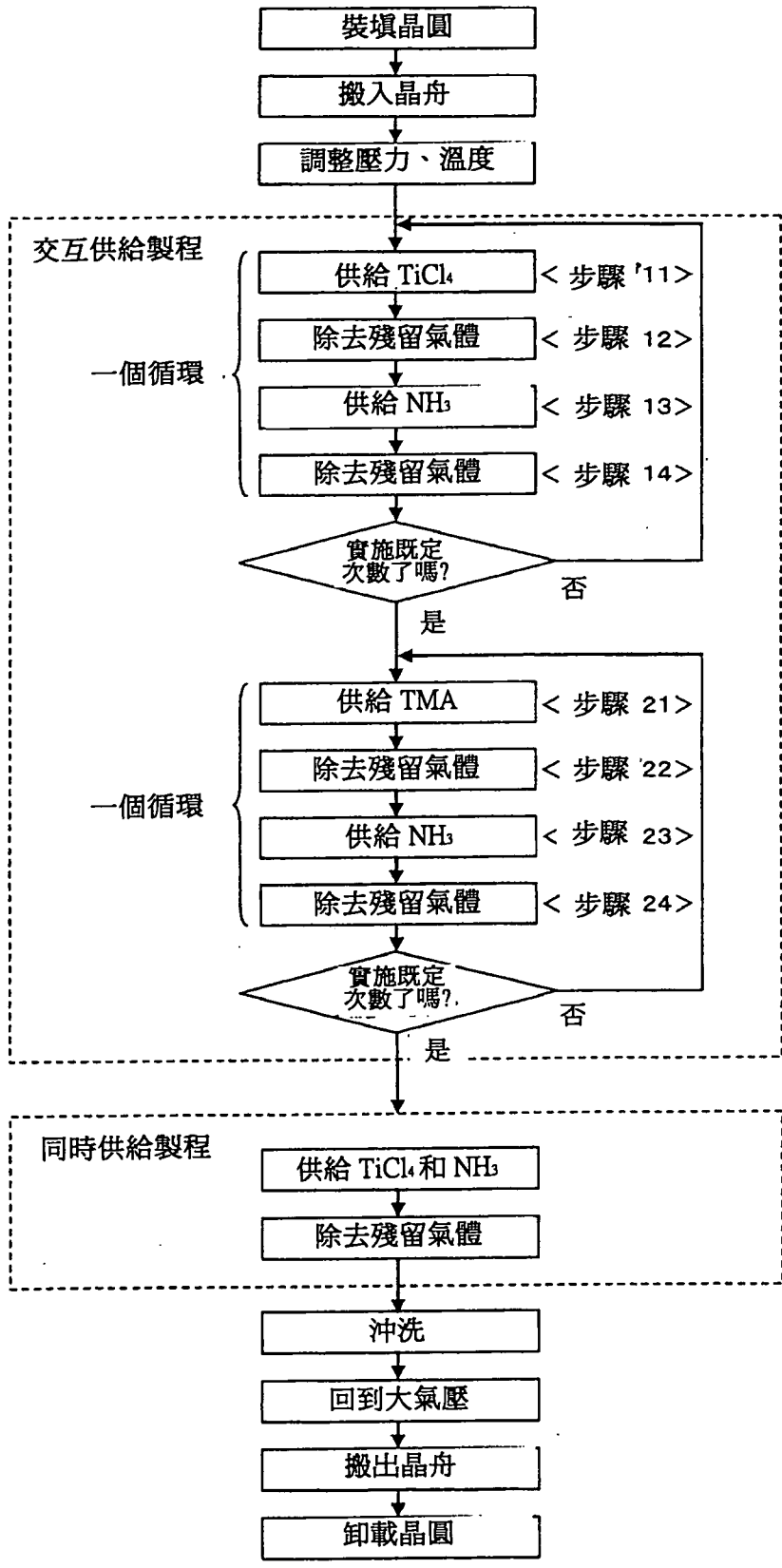
第 12 圖



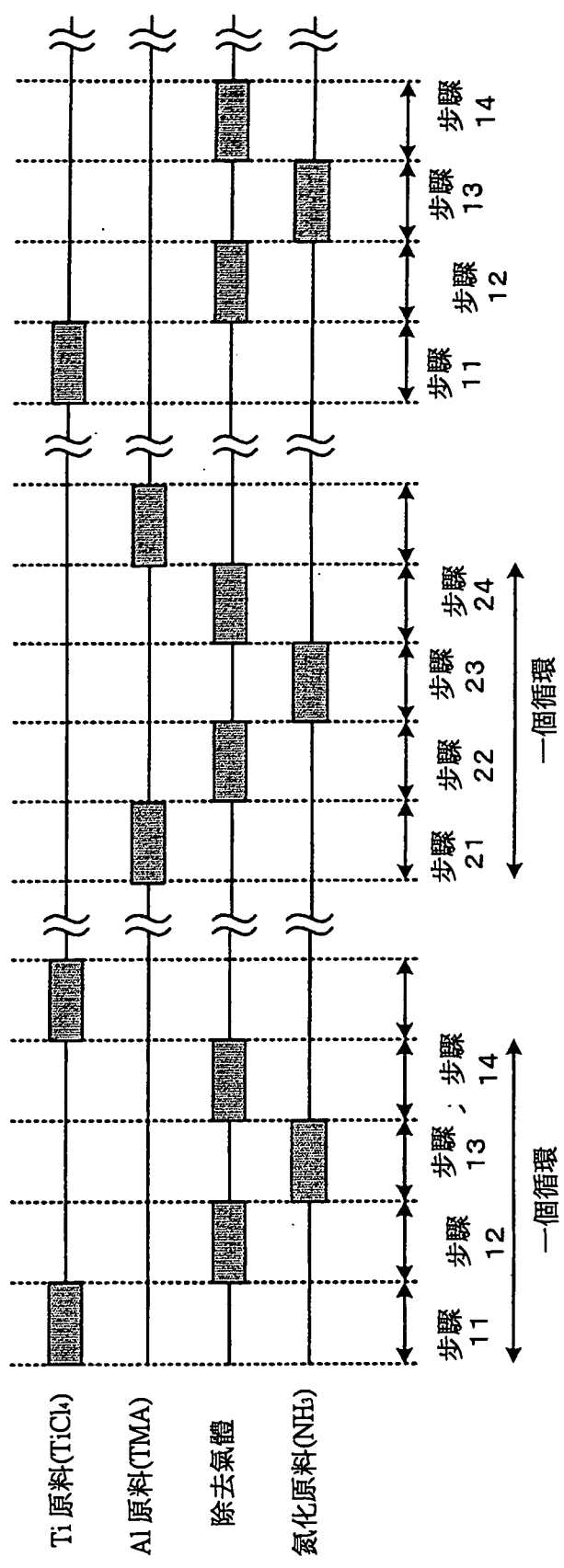
第 13 圖



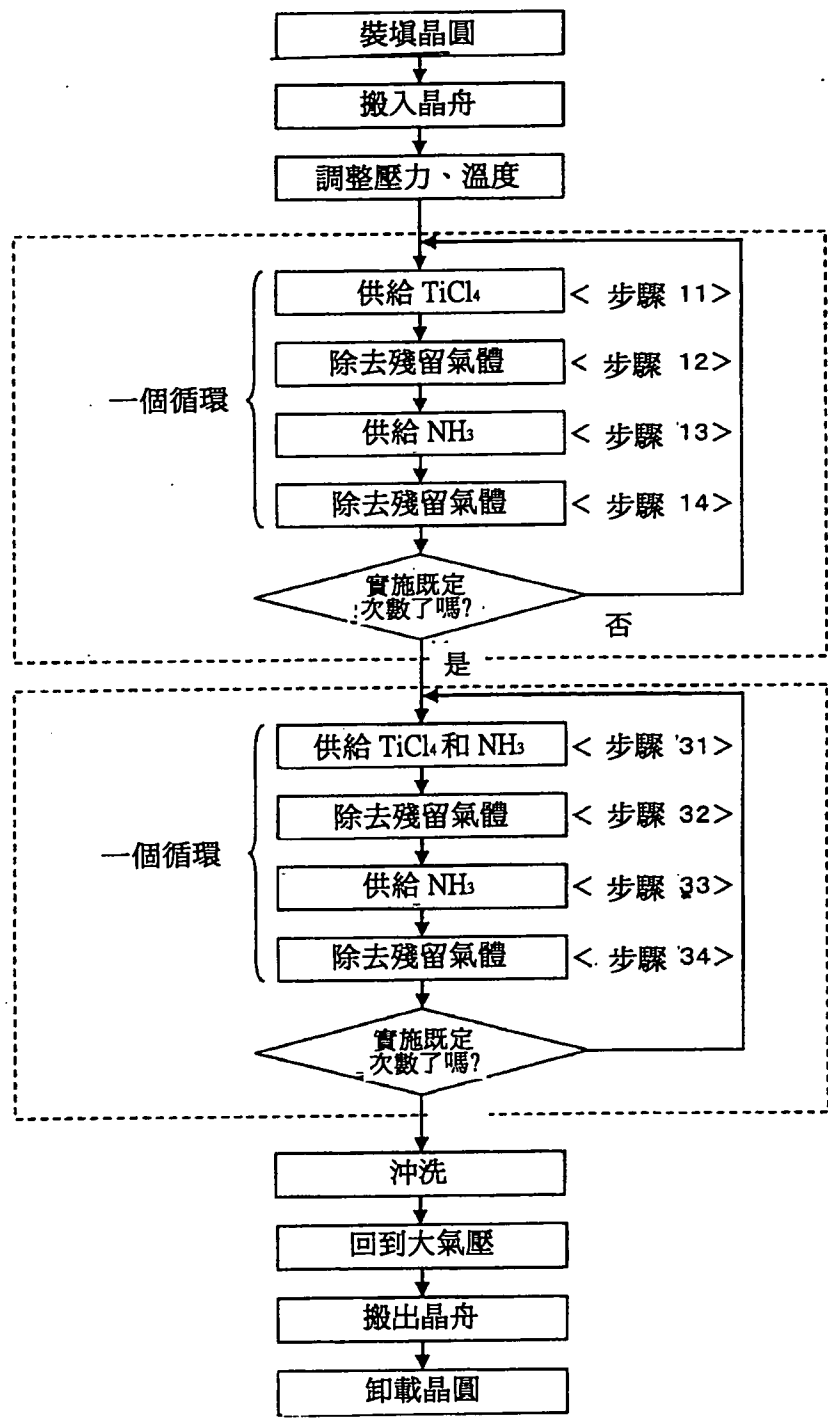
第 14 圖



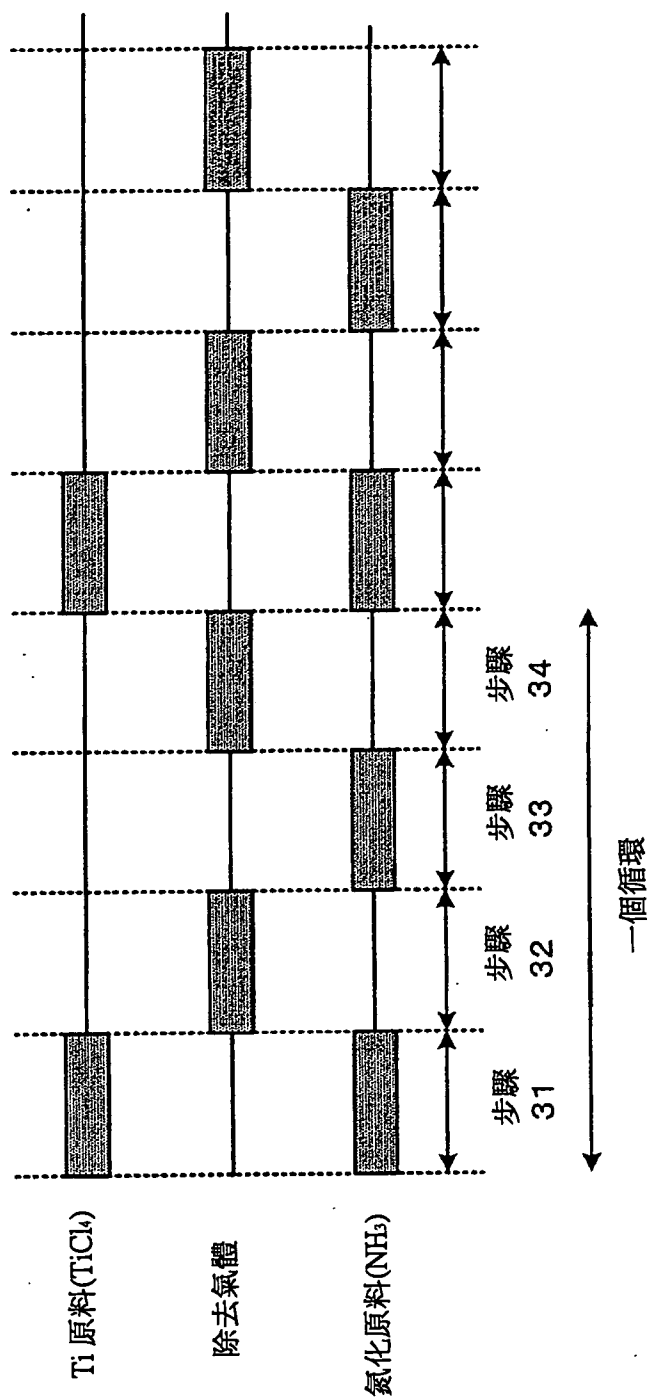
第 15 圖



第 16 圖



第 17 圖



第 18 圖

