

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5253589号  
(P5253589)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月26日(2013.4.26)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/318 (2006.01)	HO 1 L 21/318 B
HO 1 L 21/31 (2006.01)	HO 1 L 21/31 C
C 2 3 C 16/44 (2006.01)	C 2 3 C 16/44 J

請求項の数 3 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-8930 (P2012-8930)	(73) 特許権者	000001122
(22) 出願日	平成24年1月19日 (2012.1.19)		株式会社日立国際電気
(62) 分割の表示	特願2009-69694 (P2009-69694) の分割		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
原出願日	平成19年3月28日 (2007.3.28)	(72) 発明者	奥田 和幸
(65) 公開番号	特開2012-84922 (P2012-84922A)		富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株 式会社日立国際電気内
(43) 公開日	平成24年4月26日 (2012.4.26)	(72) 発明者	水野 謙和
審査請求日	平成24年2月16日 (2012.2.16)		富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株 式会社日立国際電気内
(31) 優先権主張番号	特願2006-88192 (P2006-88192)	審査官	大塚 徹
(32) 優先日	平成18年3月28日 (2006.3.28)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体デバイスの製造方法及び基板処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のガス供給部から供給された第1の処理ガスと、第2のガス供給部から供給された第2の処理ガスとを、前記第2の処理ガスが処理室内に配置された電極によりプラズマ励起されていない状態で、前記処理室内で混合させ、前記混合されたガスによって前記電極周辺部の前記処理室内壁の表面にコーティング膜を形成するコーティング膜形成工程と、前記コーティング膜が形成された前記処理室に基板が収容された状態で、前記第1のガス供給部から供給された前記第1の処理ガスと、前記第2のガス供給部から供給され前記電極に電力が印加されることによってプラズマ励起された前記第2の処理ガスとを互いに混合させないように、それぞれの処理ガスの供給と排出を交互に行って、前記基板の表面に膜を生成する基板処理工程と、  
を有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

【請求項2】

前記基板処理工程では、前記電極に印加する電力を100W以下とする請求項1記載の半導体デバイスの製造方法。

【請求項3】

基板が収容される処理室と、  
前記処理室に第1の処理ガスを供給する第1のガス供給部を有する第1のガス供給手段と、  
前記処理室に第2の処理ガスを供給する第2のガス供給部を有する第2のガス供給手段

と、  
電力が印加されることにより前記第 2 の処理ガスをプラズマ励起する電極を有するプラズマ励起手段と、

前記第 1 のガス供給手段、前記第 2 のガス供給手段および前記プラズマ励起手段を制御して、第 1 のガス供給部から供給された第 1 の処理ガスと、第 2 のガス供給部から供給された第 2 の処理ガスを、前記第 2 の処理ガスがプラズマ励起されていない状態で処理室で混合させ、前記混合されたガスによって前記電極周辺部の処理室内壁の表面にコーティング膜を形成する処理と、

前記コーティング膜が形成された前記処理室に基板が収容された状態で、前記第 1 のガス供給部から供給された前記第 1 の処理ガスと、前記第 2 のガス供給部から供給され前記電極に電力が印加されることによってプラズマ励起された前記第 2 の処理ガスを互いに混合させないように、それぞれの処理ガスの供給と排出を交互に行って、前記基板の表面に膜を生成する処理と、行うよう構成される制御部と、

を有する基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体デバイスの製造方法に関し、特に、Si デバイスなどの半導体デバイスを製造する際に用いられる製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の ALD (Atomic Layer Deposition) 法により成膜を行う半導体デバイス製造装置では、NF<sub>3</sub> クリーニングなどのメンテナンス後のコーティングは、ALD 法自体による成膜により行われていた (特許文献 1 参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 WO 2004 / 044970 号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

また、ウエハ上への成膜は、NH<sub>3</sub> プラズマ発生時 300 W の RF パワーを標準としていた。

【0005】

しかしながら、この状態では、Na によるウエハ汚染が  $1 \times 10^{11}$  atoms / cm<sup>2</sup> を越える大きな値になるという問題があった。

【0006】

本発明の主な目的は、ALD 法により成膜を行う半導体デバイスの製造方法であって、Na による基板の汚染を低減できる半導体デバイスの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様によれば、

基板を収容する処理室に、第 1 の処理ガス及び第 2 の処理ガスを互いに混合させないように、それぞれの処理ガスの供給と排出を交互に行って、前記基板の表面に膜を生成する基板処理工程と、

前記処理室に前記第 1 の処理ガス及び前記第 2 の処理ガスを共に供給して、前記処理室の内壁表面にコーティング膜を形成するコーティング膜形成工程とを有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

10

20

30

40

50

【図1】本発明の好ましい実施例にかかる縦型の基板処理炉の概略構成図であり、処理炉部分を縦断面で示した図である。

【図2】本発明の好ましい実施例にかかる縦型の基板処理炉の概略構成図であり、処理炉部分を横断面で示した図である。

【図3】ALD法によるコーティングとLP-CVD法によるコーティングの効果を説明するための図である。

【図4】ALD法によるコーティングとLP-CVD法によるコーティングの効果を説明するための図である。

【図5】LP-CVD法によるコーティングのNa拡散防止能力を説明するための図である。

10

【図6A】本発明の好ましい実施例にかかる縦型の基板処理炉の石英構造を説明するための概略横断面図である。

【図6B】LP-CVD法によるコーティングの状態を説明するための概略横断面図である。

【図6C】ALD法によるコーティングの状態を説明するための概略横断面図である。

【図7】本発明の好ましい実施例に好適に使用される基板処理装置を説明するための概略斜透視図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

次に、本発明の好ましい実施例を説明する。

20

【0010】

まず、本発明の好ましい実施例で好適に用いられる基板処理炉を説明する。

【0011】

図1は、本実施例で好適に用いられる縦型の基板処理炉の概略構成図であり、処理炉202部分を縦断面で示し、図2は本実施例で好適に用いられる縦型の基板処理炉の概略構成図であり、処理炉202部分を横断面で示す。

【0012】

本実施例で用いられる基板処理装置は制御部であるコントローラ280を備え、コントローラ280により基板処理装置および処理炉を構成する各部の動作等が制御される。

【0013】

30

加熱装置（加熱手段）であるヒータ207の内側に、基板であるウエハ200を処理する反応容器として反応管203が設けられ、この反応管203の下端開口は蓋体であるシールキャップ219により気密部材であるリング220を介して気密に閉塞され、少なくとも、反応管203、及びシールキャップ219により処理室201を形成している。シールキャップ219にはポート支持台218を介して基板保持部材（基板保持手段）であるポート217が立設され、ポート支持台218はポートを保持する保持体となっている。そして、ポート217は処理室201に挿入される。ポート217にはバッチ処理される複数のウエハ200が水平姿勢で管軸方向に多段に積載される。ヒータ207は処理室201に挿入されたウエハ200を所定の温度に加熱する。

【0014】

40

処理室201へは複数種類、ここでは2種類のガスを供給する供給経路としての2本のガス供給管232a、232bが設けられる。ここでは第1のガス供給管232aからは流量制御装置（流量制御手段）である第1のマスフローコントローラ241a及び開閉弁である第1のバルブ243aを介し、更に後述する反応管203内に形成されたバッファ室237を介して処理室201に反応ガスが供給される。第1のガス供給管232aの第1のバルブ243aより下流側にはガス供給管300が連結されており、ガス供給管300には流量制御装置（流量制御手段）であるマスフローコントローラ310及び開閉弁であるバルブ320が設けられている。ガス供給管300からはマスフローコントローラ310及びバルブ320を介し、更に後述する反応管203内に形成されたバッファ室237を介して処理室201にN<sub>2</sub>等の不活性ガスが供給される。

50

## 【 0 0 1 5 】

これに対し、第2のガス供給管232bからは流量制御装置（流量制御手段）である第2のマスフローコントローラ241b、開閉弁である第2のバルブ243b、ガス溜め247、及び開閉弁である第3のバルブ243cを介し、更に後述するガス供給部249を介して処理室201に反応ガスが供給される。第2のガス供給管232bの第3のバルブ243cより下流側にはガス供給管400が連結されており、ガス供給管400には流量制御装置（流量制御手段）であるマスフローコントローラ410及び開閉弁であるバルブ420が設けられている。ガス供給管400からはマスフローコントローラ410及びバルブ420を介し、更に後述するガス供給部249を介して処理室201にN<sub>2</sub>等の不活性ガスが供給される。

10

## 【 0 0 1 6 】

処理室201はガスを排気するガス排気管231により第4のバルブ243dを介して排気装置（排気手段）である真空ポンプ246に接続され、真空排気されるようになっている。また、この第4のバルブ243dは弁を開閉して処理室201の真空排気・真空排気停止ができ、更に弁開度を調節して圧力調整可能になっている開閉弁である。

## 【 0 0 1 7 】

処理室201を構成している反応管203の内壁とウエハ200との間における円弧状の空間には、反応管203の下部より上部の内壁にウエハ200の積載方向に沿って、ガス分散空間であるバッファ室237が設けられており、そのバッファ室237のウエハ200と隣接する壁の端部にはガスを供給する供給孔である第1のガス供給孔248aが設けられている。この第1のガス供給孔248aは反応管203の中心へ向けて開口している。この第1のガス供給孔248aは、下部から上部にわたってそれぞれ同一の開口面積を有し、更に同じ開口ピッチで設けられている。

20

## 【 0 0 1 8 】

そしてバッファ室237の第1のガス供給孔248aが設けられた端部と反対側の端部には、ノズル233が、やはり反応管203の下部より上部にわたりウエハ200の積載方向に沿って配設されている。そしてノズル233には複数のガスを供給する供給孔である第2のガス供給孔248bが設けられている。この第2のガス供給孔248bの開口面積は、バッファ室237と処理室201の差圧が小さい場合には、ガスの上流側から下流側まで同一の開口面積で同一の開口ピッチとすると良いが、差圧が大きい場合には上流側から下流側に向かって開口面積を大きくするか、開口ピッチを小さくすると良い。

30

## 【 0 0 1 9 】

本実施例においては、第2のガス供給孔248bの開口面積を上流側から下流側にかけて徐々に大きくしている。このように構成することで、第2の各ガス供給孔248bよりガスの流速の差はあるが、流量はほぼ同量であるガスをバッファ室237に噴出させている。

## 【 0 0 2 0 】

そして、バッファ室237内において、各第2のガス供給孔248bより噴出したガスの粒子速度差が緩和された後、第1のガス供給孔248aより処理室201に噴出させている。よって、各第2のガス供給孔248bより噴出したガスは、各第1のガス供給孔248aより噴出する際には、均一な流量と流速とを有するガスとすることができる。

40

## 【 0 0 2 1 】

さらに、バッファ室237に、細長い構造を有する第1の電極である第1の棒状電極269及び第2の電極である第2の棒状電極270が上部より下部にわたって電極を保護する保護管である電極保護管275に保護されて配設され、この第1の棒状電極269又は第2の棒状電極270のいずれか一方は整合器272を介して高周波電源273に接続され、他方は基準電位であるアースに接続されている。この結果、第1の棒状電極269及び第2の棒状電極270間のプラズマ生成領域224にプラズマが生成される。

## 【 0 0 2 2 】

この電極保護管275は、第1の棒状電極269及び第2の棒状電極270のそれぞれ

50

をバッファ室 237 の雰囲気と隔離した状態でバッファ室 237 に挿入できる構造となっている。ここで、電極保護管 275 の内部は外気（大気）と同一雰囲気であると、電極保護管 275 にそれぞれ挿入された第 1 の棒状電極 269 及び第 2 の棒状電極 270 はヒータ 207 の加熱で酸化されてしまう。そこで、電極保護管 275 の内部は窒素などの不活性ガスを充填あるいはパージし、酸素濃度を充分低く抑えて第 1 の棒状電極 269 又は第 2 の棒状電極 270 の酸化を防止するための不活性ガスパージ機構が設けられる。

#### 【0023】

さらに、第 1 のガス供給孔 248 a の位置より、反応管 203 の内周を 120° 程度回った内壁に、ガス供給部 249 が設けられている。このガス供給部 249 は、ALD 法による成膜においてウエハ 200 へ、複数種類のガスを 1 種類ずつ交互に供給する際に、バッファ室 237 とガス供給種を分担する供給部である。

10

#### 【0024】

このガス供給部 249 もバッファ室 237 と同様にウエハと隣接する位置に同一ピッチでガスを供給する供給孔である第 3 のガス供給孔 248 c を有し、下部では第 2 のガス供給管 232 b が接続されている。

#### 【0025】

第 3 のガス供給孔 248 c の開口面積はガス供給部 249 内と処理室 201 内の差圧が小さい場合には、ガスの上流側から下流側まで同一の開口面積で同一の開口ピッチとするが良いが、差圧が大きい場合には上流側から下流側に向かって開口面積を大きくするか開口ピッチを小さくすると良い。

20

本実施例においては、第 3 のガス供給孔 248 a の開口面積を上流側から下流側にかけて徐々に大きくしている。

#### 【0026】

反応管 203 内の中央部には複数枚のウエハ 200 を多段に同一間隔で載置するポート 217 が設けられており、このポート 217 は図中省略のポートエレベータ機構により反応管 203 に入出りできるようになっている。また処理の均一性を向上する為にポート 217 を回転するための回転装置（回転手段）であるポート回転機構 267 が設けてあり、ポート回転機構 267 を回転することにより、ポート支持台 218 に保持されたポート 217 を回転するようになっている。

30

#### 【0027】

制御手段であるコントローラ 280 は、第 1、第 2 のマスフローコントローラ 241 a、241 b、マスフローコントローラ 310、410、第 1～第 4 のバルブ 243 a、243 b、243 c、243 d、バルブ 320、420、ヒータ 207、真空ポンプ 246、ポート回転機構 267、図中省略のポート昇降機構、高周波電源 273、整合器 272 に接続されており、第 1、第 2 のマスフローコントローラ 241 a、241 b やマスフローコントローラ 310、410 の流量調整、第 1～第 3 のバルブ 243 a、243 b、243 c やバルブ 320、420 の開閉動作、第 4 のバルブ 243 d の開閉及び圧力調整動作、ヒータ 207 温度調節、真空ポンプ 246 の起動・停止、ポート回転機構 267 の回転速度調節、ポート昇降機構の昇降動作制御、高周波電源 273 の電力供給制御、整合器 272 によるインピーダンス制御が行われる。

40

#### 【0028】

次に ALD 法による成膜例について、半導体デバイスの製造工程の一つである、DCS 及び NH<sub>3</sub> ガスを用いて SiN 膜を成膜する例で説明する。

#### 【0029】

CVD (Chemical Vapor Deposition) 法の中の 1 つである ALD (Atomic Layer Deposition) 法は、ある成膜条件（温度、時間等）の下で、成膜に用いる 2 種類（またはそれ以上）の原料となる処理ガスを 1 種類ずつ交互に基板上に供給し、1 原子層単位で吸着させ、表面反応を利用して成膜を行う手法である。

#### 【0030】

利用する化学反応は、例えば SiN（窒化珪素）膜形成の場合 ALD 法では DCS (S

50

i H 2 C l 2、ジクロルシラン)とNH<sub>3</sub>(アンモニア)を用いて300~600の低温で高品質の成膜が可能である。また、ガス供給は、複数種類の反応性ガスを1種類ずつ交互に供給する。そして、膜厚制御は、反応性ガス供給のサイクル数で制御する。(例えば、成膜速度が1 / サイクルとすると、20の膜を形成する場合、処理を20サイクル行う。)

#### 【0031】

まず成膜しようとするウエハ200をポート217に装填し、処理室201に搬入する。搬入後、次の3つのステップを順次実行する。

#### 【0032】

(ステップ1)

ステップ1では、プラズマ励起の必要なNH<sub>3</sub>ガスと、プラズマ励起の必要のないDCSガスを並行して流す。まず第1のガス供給管232aに設けた第1のバルブ243a、及びガス排気管231に設けた第4のバルブ243dを共に開けて、第1のガス供給管232aから第1のマスフローコントローラ241aにより流量調整されたNH<sub>3</sub>ガスをノズル233の第2のガス供給孔248bからバッファ室237へ噴出し、第1の棒状電極269及び第2の棒状電極270間に高周波電源273から整合器272を介して高周波電力を印加してNH<sub>3</sub>をプラズマ励起し、活性種として処理室201に供給しつつガス排気管231から排気する。NH<sub>3</sub>ガスをプラズマ励起することにより活性種として流すときは、第4のバルブ243dを適正に調整して処理室201内圧力を10~100Paの範囲内の所望の圧力で維持する。第1のマスフローコントローラ241aで制御するNH<sub>3</sub>の供給流量は1~10slmの範囲内の所望の流量で供給される。NH<sub>3</sub>をプラズマ励起することにより得られた活性種にウエハ200を晒す時間は2~120秒間の範囲の所望の時間である。このときのヒータ207温度はウエハが300~600の範囲内の所望の温度になるよう設定してある。NH<sub>3</sub>は反応温度が高いため、上記ウエハ温度では反応しないので、プラズマ励起することにより活性種としてから流すようにしており、このためウエハ温度は設定した低い温度範囲のままで行える。

#### 【0033】

このNH<sub>3</sub>をプラズマ励起することにより活性種として供給しているとき、第2のガス供給管232bの上流側の第2のバルブ243bを開け、下流側の第3のバルブ243cを閉めて、DCSも流すようにする。これにより第2、第3のバルブ243b、243c間に設けたガス溜め247にDCSを溜める。このとき、処理室201内に流しているガスはNH<sub>3</sub>をプラズマ励起することにより得られた活性種であり、DCSは存在しない。したがって、NH<sub>3</sub>は気相反応を起こすことはなく、プラズマにより励起され活性種となったNH<sub>3</sub>はウエハ200上の下地膜などの表面部分と表面反応(化学吸着)する。また、ステップ1では、NH<sub>3</sub>をプラズマ励起することにより活性種として供給している間は、バルブ420を開けてN<sub>2</sub>等の不活性ガスをガス供給管400から処理室201に供給し、NH<sub>3</sub>がガス供給部249に入らないようにしている。

#### 【0034】

(ステップ2)

ステップ2では、第1のガス供給管232aの第1のバルブ243aとガス供給管400のバルブ420とを閉めて、NH<sub>3</sub>と不活性ガスとの供給を止めるが、引続きガス溜め247へ供給を継続する。ガス溜め247に所定圧、所定量のDCSが溜まったら上流側の第2のバルブ243bも閉めて、ガス溜め247にDCSを閉じ込めておく。また、ガス排気管231の第4のバルブ243dは開いたままにし真空ポンプ246により、処理室201を20Pa以下に排気し、残留NH<sub>3</sub>を処理室201から排除する。また、この時にはバルブ420、および、バルブ320を開閉して、N<sub>2</sub>等の不活性ガスをガス供給管400、および、ガス供給管300から処理室201に供給、停止を繰り返すと、更に残留NH<sub>3</sub>を排除する効果が高まる。ガス溜め247内には、圧力が20000Pa以上になるようにDCSを溜める。また、ガス溜め247と処理室201との間のコンダクタンスが $1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$ 以上になるように装置を構成する。また、反応管203

10

20

30

40

50

の容積とこれに対する必要なガス溜め 247 の容積との比として考えると、反応管 203 容積 1001 (リットル) の場合においては、100 ~ 300 cc であることが好ましく、容積比としてはガス溜め 247 は反応室容積の  $1/1000 \sim 3/1000$  倍とすることが好ましい。

**【0035】**

(ステップ3)

ステップ3では、処理室 201 の排気が終わったらガス排気管 231 の第4のバルブ 243d を閉じて排気を止める。第2のガス供給管 232b の下流側の第3のバルブ 243c を開く。これによりガス溜め 247 に溜められた DCS が処理室 201 に一気に供給される。このときガス排気管 231 の第4のバルブ 243d が閉じられているので、処理室 201 内の圧力は急激に上昇して約 931 Pa (7 Torr) まで昇圧される。DCS を供給するための時間は 2 ~ 4 秒設定し、その後上昇した圧力雰囲気中に晒す時間を 2 ~ 4 秒に設定し、合計 6 秒とした。このときのウエハ温度は NH<sub>3</sub> の供給時と同じく、300 ~ 600 の範囲内の所望の温度で維持される。DCS の供給により、ウエハ 200 の表面に化学吸着した NH<sub>3</sub> と DCS とが表面反応 (化学吸着) して、ウエハ 200 上に SiN 膜が成膜される。ステップ3では、DCS を処理室 201 に供給している間は、バルブ 320 を開けて N<sub>2</sub> 等の不活性ガスをガス供給管 300 から処理室 201 に供給し、DCS がバッファ室 237 に入らないようにしている。成膜後、第3のバルブ 243c とバルブ 320 とを閉じ、第4のバルブ 243d を開けて処理室 201 を真空排気し、残留する DCS の成膜に寄与した後のガスを排除する。また、この時にはバルブ 420、および、バルブ 320 を開閉して、N<sub>2</sub> 等の不活性ガスをガス供給管 400、および、ガス供給管 300 から処理室 201 に供給、停止を繰り返すと、更に残留する DCS の成膜に寄与した後のガスを処理室 201 から排除する効果が高まる。また第2のバルブ 243b を開いてガス溜め 247 への DCS の供給を開始する。

**【0036】**

上記ステップ1 ~ 3 を1サイクルとし、このサイクルを複数回繰り返すことによりウエハ上に所定膜厚の SiN 膜を成膜する。

**【0037】**

ALD 装置では、ガスはウエハ 200 の表面部分に化学吸着する。このガスの吸着量は、ガスの圧力、及びガスの暴露時間に比例する。よって、希望する一定量のガスを、短時間で吸着させるためには、ガスの圧力を短時間で大きくする必要がある。この点で、本実施例では、第4のバルブ 243d を閉めたうえで、ガス溜め 247 内に溜めた DCS を瞬間的に供給しているため、処理室 201 内の DCS の圧力を急激に上げることができ、希望する一定量のガスを瞬間的に吸着させることができる。

**【0038】**

また、本実施例では、ガス溜め 247 に DCS を溜めている間に、ALD 法で必要なステップである NH<sub>3</sub> ガスをプラズマ励起することにより活性種として供給、及び処理室 201 の排気をしているので、DCS を溜めるための特別なステップを必要としない。また、処理室 201 内を排気して NH<sub>3</sub> ガスを除去しているから DCS を流すので、両者はウエハ 200 に向かう途中で反応しない。供給された DCS は、ウエハ 200 に吸着している NH<sub>3</sub> とのみ有効に反応させることができる。

**【0039】**

本実施例では、図1、図2に示した基板処理装置で使用している反応管 203、バッファ室 237、ガス供給部 249 等は石英製である。

**【0040】**

ALD 法によりウエハ 200 への SiN (窒化珪素) 膜の形成は、以上のようにして行う。一方、ALD 法により反応管 203 等の石英部材にコーティングを行う場合には、ポート 217 にウエハ 200 を搭載しない状態で行うが、ガスの供給等の点は、ウエハ 200 への SiN (窒化珪素) 膜の形成の場合と同様である。

**【0041】**

10

20

30

40

50

また、CVD法により反応管203等の石英部材にコーティングを行う場合には、NH<sub>3</sub>をバッファ室237から、DCSガスをガス供給部249から同時に供給して行う(図6B参照)。ポート217にはウエハ200を搭載しない状態で行う。

#### 【0042】

上記のコーティングは、反応管203等石英部材を交換したときや、NF<sub>3</sub>等のガスによりクリーニング処理を実施した後に行う。クリーニングを行う場合には、例えば、NF<sub>3</sub>等のクリーニングガスをガス供給部249から、N<sub>2</sub>等の不活性ガスをバッファ室237から同時に供給する。不活性ガスをバッファ室237から供給するのは、クリーニングガスがバッファ室237に流入するのを防止するためである。そしてクリーニング処理を実行した後は、反応管203等の石英部材に上記のALD法又はCVD法、もしくは両者を組み合わせてコーティングを行い、その後上記のALD法によるSiN膜の形成を行う。

10

#### 【0043】

本実施例では、ALD法によりSiN膜の成膜を行う基板処理装置において、Naによるウエハの汚染を低減するため、次のような前処理および成膜条件に変更を行った。

(1)LP-CVD(Low Pressure Chemical Vapor Deposition)法により反応管203等の石英部材表面をコーティングする。

(2)ALD成膜時におけるNH<sub>3</sub>プラズマを発生時、RF powerを100以下、より好ましくは、50W以下と小さくする。

これらにより、Naによるwaferの汚染が $5 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup>前後、もしくは、それを下回る値にすることができた。

20

#### 【0044】

なお、LP-CVD法によるコーティングの一例を挙げれば次のとおりである。

コーティング温度は600~760 であり、圧力は10~100Paであり、NH<sub>3</sub>流量は500~3,000sccm、DCS流量50~300sccm、時間1~3時間であって、それぞれの範囲内の所望の値で設定、維持される。

#### 【0045】

また、ALD成膜の一例を挙げれば次のとおりである。

成膜温度は300~600 である。NH<sub>3</sub>供給ステップでは、圧力10~200Pa、NH<sub>3</sub>流量1,000~10,000sccm、時間2~120秒であり、DCS供給ステップでは、圧力700~3500Pa、DCS流量500~2,000sccm、時間1~20秒であって、それぞれの範囲内の所望の値で設定、維持される。

30

#### 【0046】

Na汚染は、長期間、装置、石英部材を使用しても枯れることはなかった。そのためNa汚染の要因は、反応管203等の石英部材の外部にあると考えられた。そこで、LP-CVD法による表面コーティングの効果を確認した。その結果、LPCVD法によるコーティングで若干のNa汚染低減が期待できるデータを得られた。一方、ALD法によるコーティングでは、低減効果は小さい(図3参照)。

#### 【0047】

その後、さらなる改善効果を得るために、さまざまな実験検証を行った。その中でALD成膜時のRF powerを小さくすることにより、Na汚染低減が期待できるデータを得られた(図4のRF50W(1)参照)。

40

#### 【0048】

しかしながら、NF<sub>3</sub>によるクリーニングを行った後、再検証を行ったところ、ALD成膜時のRF powerを小さくしただけでは、Na汚染量が低くならないことがわかった(図4のRF50W(2)参照)。

#### 【0049】

データを詳細に解析したところ、上記LP-CVD法によるコーティングによる前処理とALD成膜時にRF powerを小さくすることを併用する条件にて、Na汚染量が低くなっていることが見出され、再実験の結果、2つの組み合わせが有効であることが確か

50



められた(図4のRF50W(3)参照)。

【0050】

これらの結果から、Na汚染混入のメカニズムと、上記方法による混入防止のメカニズムを推定すると、次のように思われる。

(1) Naは石英部材中を拡散しやすく、Naは石英部材の外から拡散、混入する。

(2) コーティング膜中などのNaは、イオン、もしくはそれに近い形で存在する。Na拡散は、電気的作用により促進されると思われる。そのため、RFpowerを小さくすることによって、Na拡散を小さくすることができる。

(3) ALD法によるコーティングでは、プラズマを使用するのでNaを引き寄せ、その成膜中に膜自身にNaを取り込みやすい。一度、膜中に取り込まれたNaは、拡散Pathを生成すると思われる。これに対し、LP-CVD法によるコーティングでは、プラズマを使用しないのでNaを引き寄せることはなく、膜自身にNaを含まないのでNa拡散防止能力が高い(図5参照)。

10

(4) ALD法によるコーティングでは、ガスの混合がないためにRF電極269、270の周辺部の石英部材までコーティングが行われられないと思われる(図6C参照)。一方、LP-CVD法によるコーティングは、DCS(SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) + NH<sub>3</sub>の混合ガスが、RF電極269、270の周辺部の石英部材まで到達し、パuffa室237の内部までコーティングが行われるため、特に効果が高まると思われる(図6B参照)。

【0051】

これらの作用により、Naの汚染量が低減されたと思われる。

20

【0052】

以上のように、本発明の好ましい実施例では、ALD法によりSiN膜の成膜を行う半導体デバイス製造装置において、Naによるウエハの汚染を低減することができる。

【0053】

本発明を実施するための最良の形態において、基板処理装置は、一例として、半導体装置(IC)の製造方法における処理工程を実施する半導体製造装置として構成されている。尚、以下の説明では、基板処理装置として基板に酸化、拡散処理やCVD処理などを行なう縦型の装置(以下、単に処理装置という)を適用した場合について述べる。図7は、本発明に適用される処理装置の斜透視図として示されている。

【0054】

30

図7に示されているように、シリコン等からなるウエハ(基板)200を収納したウエハキャリアとしてのカセット110が使用されている本発明の処理装置101は、筐体111を備えている。筐体111の正面壁111aの下方にはメンテナンス可能なように設けられた開口部としての正面メンテナンス口103が開設され、この正面メンテナンス口103を開閉する正面メンテナンス扉104が建て付けられている。メンテナンス扉104には、カセット搬入搬出口(基板収容器搬入搬出口)112が筐体111内外を連通するように開設されており、カセット搬入搬出口112はフロントシャッタ(基板収容器搬入搬出口開閉機構)113によって開閉されるようになっている。カセット搬入搬出口112の筐体111内側にはカセットステージ(基板収容器受渡し台)114が設置されている。カセット110はカセットステージ114上に工程内搬送装置(図示せず)によって搬入され、かつまた、カセットステージ114上から搬出されるようになっている。カセットステージ114は、工程内搬送装置によって、カセット110内のウエハ200が垂直姿勢となり、カセット110のウエハ出し入れ口が上方向を向くように載置される。カセットステージ114は、カセット110を筐体後方に右回り縦方向90°回転し、カセット110内のウエハ200が水平姿勢となり、カセット110のウエハ出し入れ口が筐体後方を向くように動作可能となるよう構成されている。

40

【0055】

筐体111内の前後方向の略中央部には、カセット棚(基板収容器載置棚)105が設置されており、カセット棚105は複数段複数列にて複数個のカセット110を保管するように構成されている。カセット棚105にはウエハ移載機構125の搬送対象となるカ

50

セット 110 が収納される移載棚 123 が設けられている。また、カセットステージ 114 の上方には予備カセット棚 107 が設けられ、予備的にカセット 110 を保管するように構成されている。

【0056】

カセットステージ 114 とカセット棚 105 との間には、カセット搬送装置（基板収容器搬送装置）118 が設置されている。カセット搬送装置 118 は、カセット 110 を保持したまま昇降可能なカセットエレベータ（基板収容器昇降機構）118a と搬送機構としてのカセット搬送機構（基板収容器搬送機構）118b とで構成されており、カセットエレベータ 118a とカセット搬送機構 118b との連続動作により、カセットステージ 114、カセット棚 105、予備カセット棚 107 との間で、カセット 110 を搬送する

10

【0057】

カセット棚 105 の後方には、ウエハ移載機構（基板移載機構）125 が設置されており、ウエハ移載機構 125 は、ウエハ 200 を水平方向に回転ないし直動可能なウエハ移載装置（基板移載装置）125a およびウエハ移載装置 125a を昇降させるためのウエハ移載装置エレベータ（基板移載装置昇降機構）125b とで構成されている。ウエハ移載装置エレベータ 125b は、耐圧筐体 111 の右側端部に設置されている。これら、ウエハ移載装置エレベータ 125b およびウエハ移載装置 125a の連続動作により、ウエハ移載装置 125a のツイーザ（基板保持体）125c をウエハ 200 の載置部として、

20

ポート（基板保持具）217 に対してウエハ 200 を装填（チャージング）および脱装（

【0058】

筐体 111 の後部上方には、処理炉 202 が設けられている。処理炉 202 の下端部は、炉口シャッタ（炉口開閉機構）147 により開閉されるように構成されている。処理炉 202 の下方にはポート 217 を処理炉 202 に昇降させる昇降機構としてのポートエレベータ（基板保持具昇降機構）115 が設けられ、ポートエレベータ 115 の昇降台に連結された連結具としてのアーム 128 には蓋体としてのシールキャップ 219 が水平に据え付けられており、シールキャップ 219 はポート 217 を垂直に支持し、処理炉 202 の下端部を閉塞可能なように構成されている。

【0059】

ポート 217 は複数本の保持部材を備えており、複数枚（例えば、50枚～150枚程度）のウエハ 200 をその中心を揃えて垂直方向に整列させた状態で、それぞれ水平に保持するように構成されている。

30

【0060】

図 7 に示されているように、カセット棚 105 の上方には、清浄化した雰囲気であるクリーンエアを供給するよう供給ファン及び防塵フィルタで構成されたクリーンユニット 134a が設けられておりクリーンエア 133 を前記筐体 111 の内部に流通させるように構成されている。

【0061】

また、図 7 に模式的に示されているように、ウエハ移載装置エレベータ 125b およびポートエレベータ 115 側と反対側である筐体 111 の左側端部には、クリーンエアを供給するよう供給ファンおよび防塵フィルタで構成されたクリーンユニット 134b が設置されており、クリーンユニット 134b から吹き出されたクリーンエアは、ウエハ移載装置 125a、ポート 217 を流通した後に、図示しない排気装置に吸い込まれて、筐体 111 の外部に排気されるようになっている。

40

【0062】

次に、本発明の処理装置の動作について説明する。

図 7 に示されているように、カセット 110 がカセットステージ 114 に供給されるに先立って、カセット搬入搬出口 112 がフロントシャッタ 113 によって開放される。その後、カセット 110 はカセット搬入搬出口 112 から搬入され、カセットステージ 11

50

4の上にウエハ200が垂直姿勢であって、カセット110のウエハ出し入れ口が上方を向くように載置される。その後、カセット110は、カセットステージ114によって、カセット110内のウエハ200が水平姿勢となり、カセット110のウエハ出し入れ口が筐体後方を向けるように、筐体後方に右周り縦方向90°回転させられる。

【0063】

次に、カセット110は、カセット棚105ないし予備カセット棚107の指定された棚位置へカセット搬送装置118によって自動的に搬送されて受け渡され、一時的に保管された後、カセット棚105ないし予備カセット棚107からカセット搬送装置118によって移載棚123に移載されるか、もしくは直接移載棚123に搬送される。

【0064】

カセット110が移載棚123に移載されると、ウエハ200はカセット110からウエハ移載装置125aのツイーザ125cによってウエハ出し入れ口を通じてピックアップされ、移載室124の後方にあるポート217に装填(チャージング)される。ポート217にウエハ200を受け渡したウエハ移載装置125aはカセット110に戻り、次のウエハ200をポート217に装填する。

【0065】

予め指定された枚数のウエハ200がポート217に装填されると、炉口シャッタ147によって閉じられていた処理炉202の下端部が、炉口シャッタ147によって、開放される。続いて、ウエハ200群を保持したポート217はシールキャップ219がポートエレベータ115によって上昇されることにより、処理炉202内へ搬入(ローディング)されて行く。

【0066】

ローディング後は、処理炉202にてウエハ200に任意の処理が実施される。

処理後は、上述の逆の手順で、ウエハ200およびカセット110は筐体111の外部へ払出される。

【0067】

以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明の好ましい実施例によれば、基板を収容する処理室に、第1の処理ガス及び第2の処理ガスを互いに混合させないように、それぞれの処理ガスの供給と排出を交互行って、前記基板の表面に膜を生成する基板処理工程と、

前記処理室に前記第1の処理ガス及び前記第2の処理ガスを共に供給して、前記処理室の内壁表面にコーティング膜を形成するコーティング膜形成工程とを有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法が提供される。

【0068】

本発明の他の好ましい実施例によれば、

石英から成る反応管によって区画され、基板を処理する空間を提供する処理空間と、

前記反応管の内壁に設けられ、前記処理空間と区画されるバッファ空間と、

前記バッファ空間の内側に設けられる電極であって、前記第1の処理ガスをプラズマ励起する際に使用され、高周波電圧が印加される前記電極と、

前記処理空間を加熱する加熱部材と、

前記処理空間に少なくとも第1と第2の処理ガスを供給するガス供給部材と、

前記処理空間の雰囲気を出す排出部材と、

少なくとも前記電極、加熱部材、ガス供給部材および排出部材を制御する制御部材であって、前記基板に所望の膜を生成する際は、プラズマを生成させかつ前記処理空間を第1の温度に加熱するとともに、前記処理空間内で前記第1と第2の処理ガスを混合させないように、それぞれの処理ガスの供給と排出を交互に複数回繰り返すように制御し、前記処理空間の内壁表面に所望の膜をコーティングする際は、プラズマは生成させずに前記処理空間を前記第1の温度より高い第2の温度に加熱するとともに、前記第1と第2の処理ガスを共に前記処理空間へ供給するように制御する前記制御部材と、

を備え、

10

20

30

40

50

前記第1の処理ガスは、前記バッファ空間を通過して前記処理空間へ供給され、  
前記コーティング膜は、前記バッファ空間の内壁表面にも生成される第1の基板処理装置が提供される。

【0069】

本発明の他の好ましい実施例によれば、  
基板を処理する空間を提供する処理空間と、  
前記処理空間を加熱する加熱部材と、  
前記処理空間に少なくとも第1と第2の処理ガスを供給するガス供給部材と、  
前記処理空間の雰囲気を出す排出部材と、  
少なくとも前記ガス供給部材と排出部材を制御する制御部材であって、前記基板に所望の膜を生成する際は、前記処理空間内で前記第1と第2の処理ガスを混合させないように、それぞれの処理ガスの供給と排出を交互に複数回繰り返すように制御し、前記処理空間の内壁表面に所望の膜をコーティングする際は、前記第1と第2の処理ガスを共に前記処理空間へ供給するように制御する前記制御部材と、  
を備える第2の基板処理装置が提供される。

10

【0070】

好ましくは、第2の基板処理装置において、  
前記処理空間は石英から成る反応管によって区画され、  
前記反応管の内壁には、前記処理空間と区画されるバッファ空間が設けられ、  
前記第1の処理ガスは、前記バッファ空間を通過して前記処理空間へ供給され、  
前記コーティング膜は、前記バッファ空間の内壁表面にも生成される第3の基板処理装置が提供される。

20

【0071】

より好ましくは、第3の基板処理装置において、  
前記バッファ空間の内側には、前記第1の処理ガスをプラズマ励起する際に使用され、高周波電圧が印加される電極が設けられ、  
前記基板に所望の膜を生成する際は、前記電極によりプラズマを生成させ、  
前記処理空間の内壁表面に前記コーティング膜を生成する際には、前記電極にてプラズマは生成させない第4の基板処理装置が提供される。

30

【0072】

更に好ましくは、第4の基板処理装置において、  
前記加熱部材は、前記基板に所望の膜を生成する際には、前記処理空間を第1の温度に加熱し、  
前記処理空間の内壁表面に前記コーティング膜を生成する際には、前記処理空間を前記第1の温度より高い第2の温度に加熱する第5の基板処理装置が提供される。

【0073】

最も好ましくは、第4の基板処理装置において、  
前記電極は細長い構造を有する2本の電極から構成され、  
前記基板に所望の膜を生成する際には、前記電極に50Wの高周波電力が印加される第6の基板処理装置が提供される。

40

【0074】

また、好ましくは、第2の基板処理装置において、  
前記ガス供給部材は、前記第1と第2の処理ガスをそれぞれ独立して供給するガス供給系を備え、  
前記基板に所望の膜を生成する際と、前記処理空間の内壁表面に前記コーティング膜を生成する際は、前記第1と第2の処理ガスは同じガス供給系から前記処理空間へ供給される第7の基板処理装置が提供される。

【0075】

また、好ましくは、第2の基板処理装置において、  
前記処理空間の内壁表面への所望の膜のコーティングは、前記処理空間へクリーニング

50

ガスを供給して行われるクリーニング処理が実行された後であって、前記基板に所望の膜を生成する処理の前に実施される第 8 の基板処理装置が提供される。

【 0 0 7 6 】

本発明の他の好ましい実施例によれば、  
 基板を処理する空間を提供する処理空間と、  
 前記処理空間を加熱する加熱部と、  
 前記処理空間に第 1 の処理ガスを供給する第 1 のガス供給部と、  
 前記処理空間に第 2 の処理ガスを供給する第 2 のガス供給部と、  
 前記処理空間の雰囲気を排出する排出部と、  
 少なくとも前記加熱部、第 1 と第 2 のガス供給部および排出部を制御する制御部と、  
 を備え、  
 前記制御部は、

前記基板が前記処理空間に收容されている際は、前記第 1 の処理ガスと前記第 2 の処理ガスとが前記処理空間に共に供給されないように、前記第 1 のガス供給部と前記第 2 のガス供給部とのうちいずれか一方のガス供給部から前記第 1 の処理ガス又は前記第 2 の処理ガスを供給している間は、他方のガス供給部から不活性ガスを供給し、

前記基板が前記処理空間に收容されていない際は、前記第 1 のガス供給部から前記第 1 の処理ガスを、前記第 2 のガス供給部から前記第 2 の処理ガスを前記処理空間に共に供給するように制御する第 9 の基板処理装置が提供される。

【 0 0 7 7 】

明細書、特許請求の範囲、図面および要約書を含む 2 0 0 6 年 3 月 2 8 日提出の日本国特許出願 2 0 0 6 - 0 8 8 1 9 2 号の開示内容全体は、本国際出願で指定した指定国、又は選択した選択国の国内法令の許す限り、そのまま引用してここに組み込まれる。

【 0 0 7 8 】

種々の典型的な実施例を示しかつ説明してきたが、本発明はそれらの実施例に限定されない。従って、本発明の範囲は、次の請求の範囲によってのみ限定されるものである。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 9 】

以上説明したように、本発明の好ましい実施例によれば、Na による基板の汚染を低減できる。その結果、本発明は、ALD 法により成膜を行う基板処理装置に特に好適に利用できる。

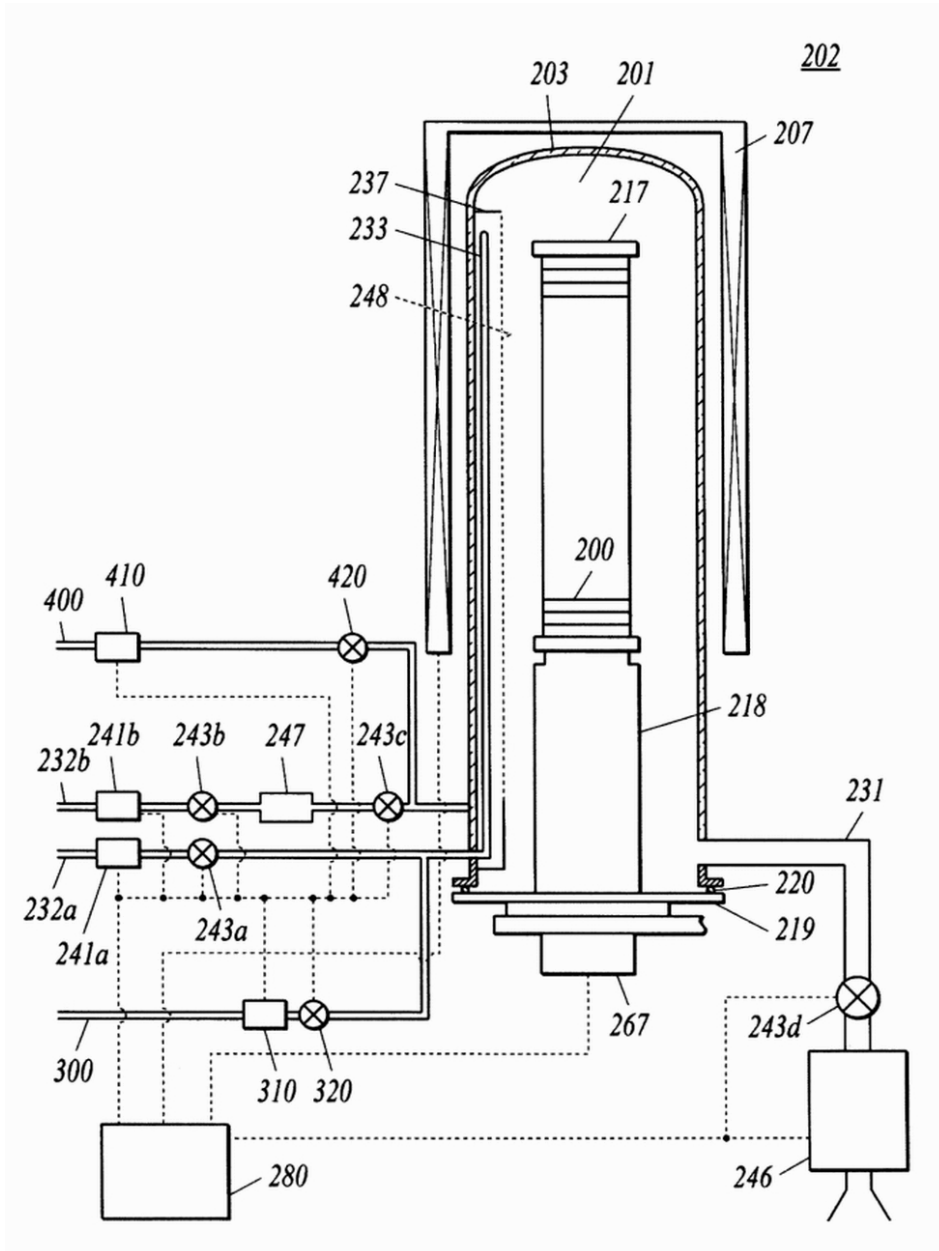
【符号の説明】

【 0 0 8 0 】

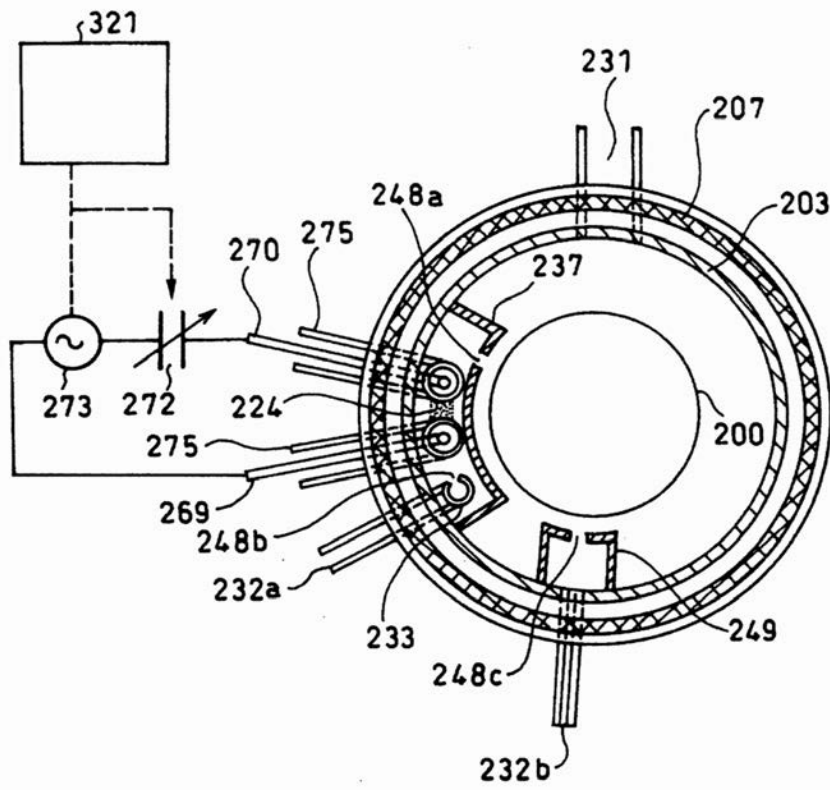
1 0 1	処理装置	
2 0 0	ウエハ	
2 0 1	処理室	
2 0 2	処理炉	
2 0 3	反応管	
2 0 7	ヒータ	
2 1 7	ポート	40
2 1 8	ポート支持台	
2 1 9	シールキャップ	
2 2 0	リング	
2 2 4	プラズマ生成領域	
2 3 1	ガス排気管	
2 3 2 a	ガス供給管	
2 3 2 b	ガス供給管	
2 3 3	ノズル	
2 3 7	バッファ室	
2 4 1 a	マスフローコントローラ	50

2 4 1 b	マスフローコントローラ	
2 4 3 a	バルブ	
2 4 3 b	バルブ	
2 4 3 c	バルブ	
2 4 3 d	バルブ	
2 4 6	真空ポンプ	
2 4 8 a	ガス供給孔	
2 4 8 b	ガス供給孔	
2 4 8 c	ガス供給孔	
2 4 9	ガス供給部	10
2 6 7	ボート回転機構	
2 6 9	棒状電極	
2 7 0	棒状電極	
2 7 2	整合器	
2 7 3	高周波電源	
2 7 5	電極保護管	
2 8 0	コントローラ	
3 0 0	ガス供給管	
3 1 0	マスフローコントローラ	
3 2 0	バルブ	20
4 0 0	ガス供給管	
4 1 0	マスフローコントローラ	
4 2 0	バルブ	

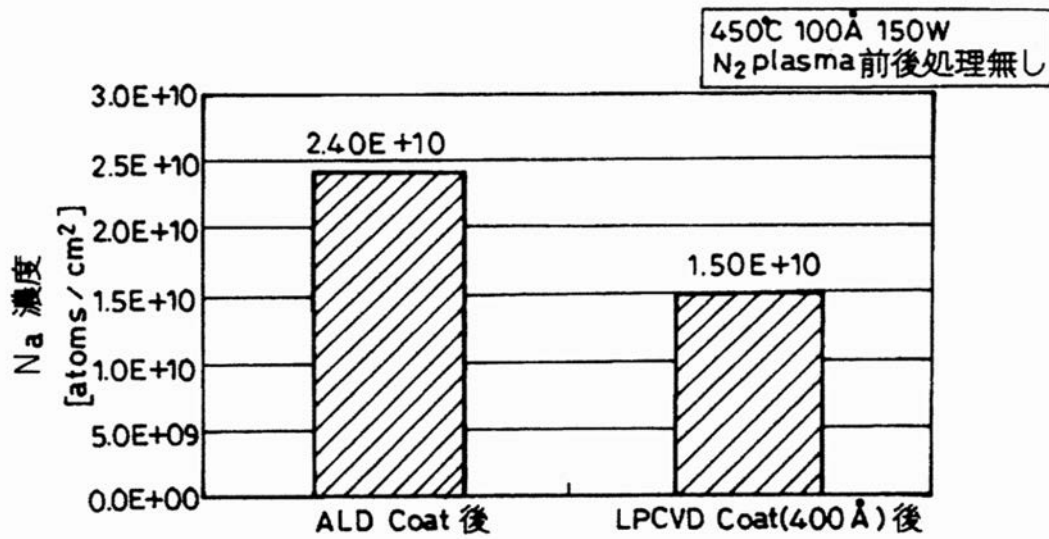
【 図 1 】



【図2】

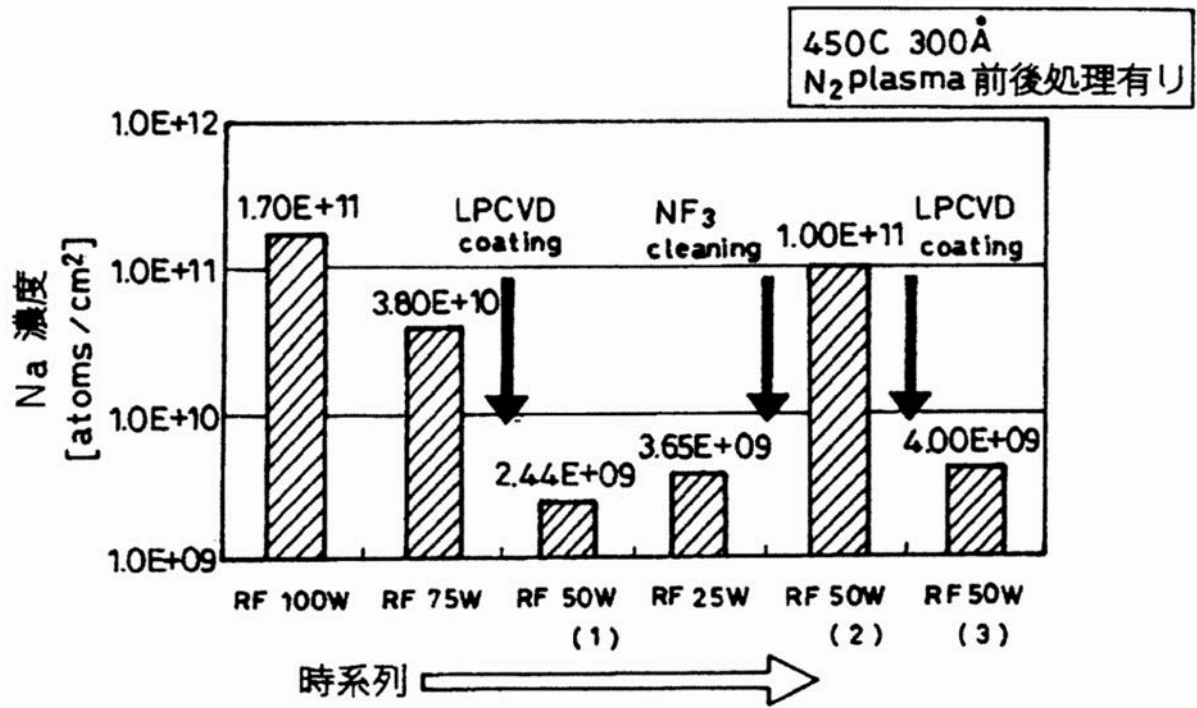


【図3】

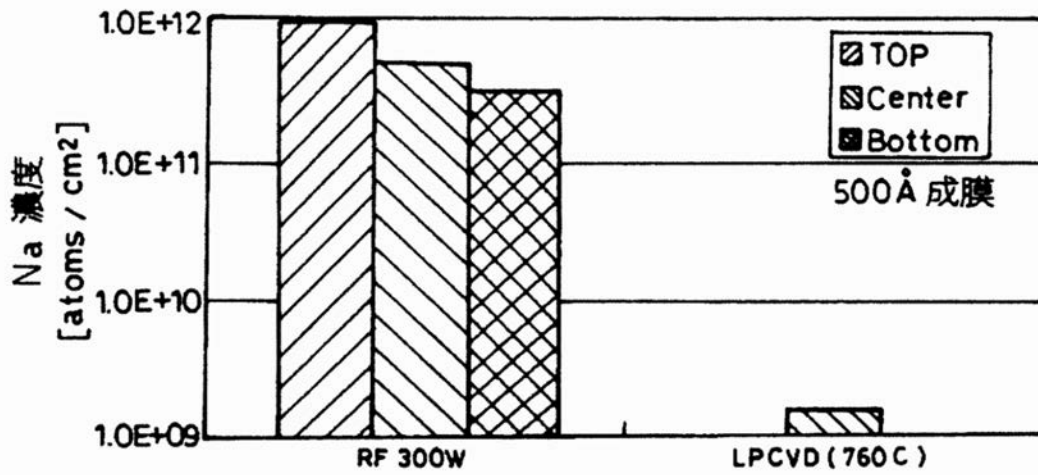




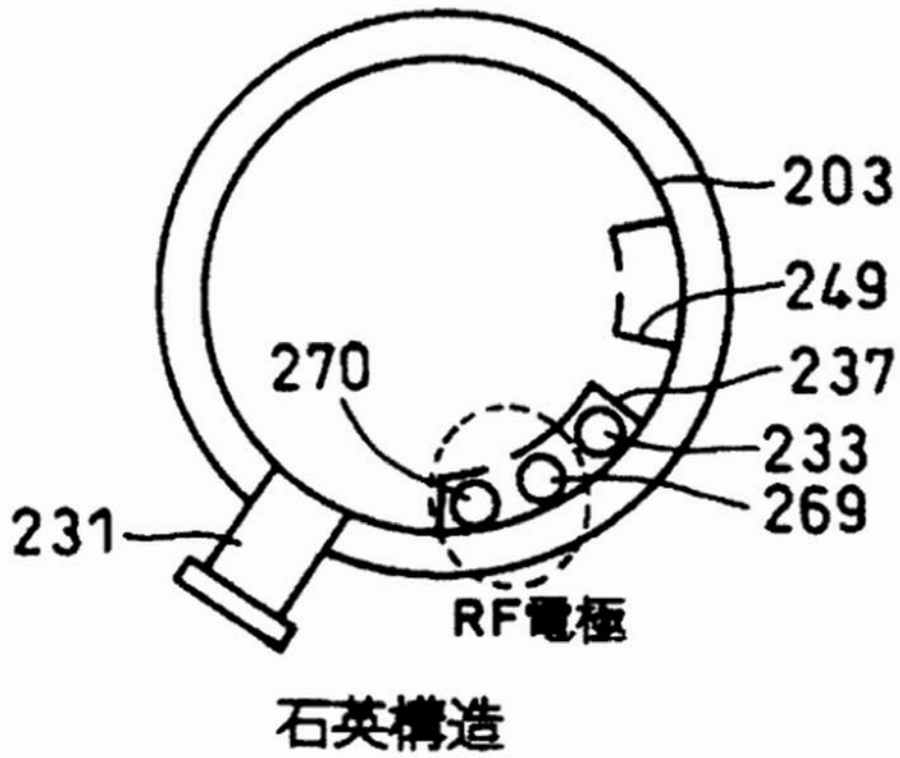
【 図 4 】



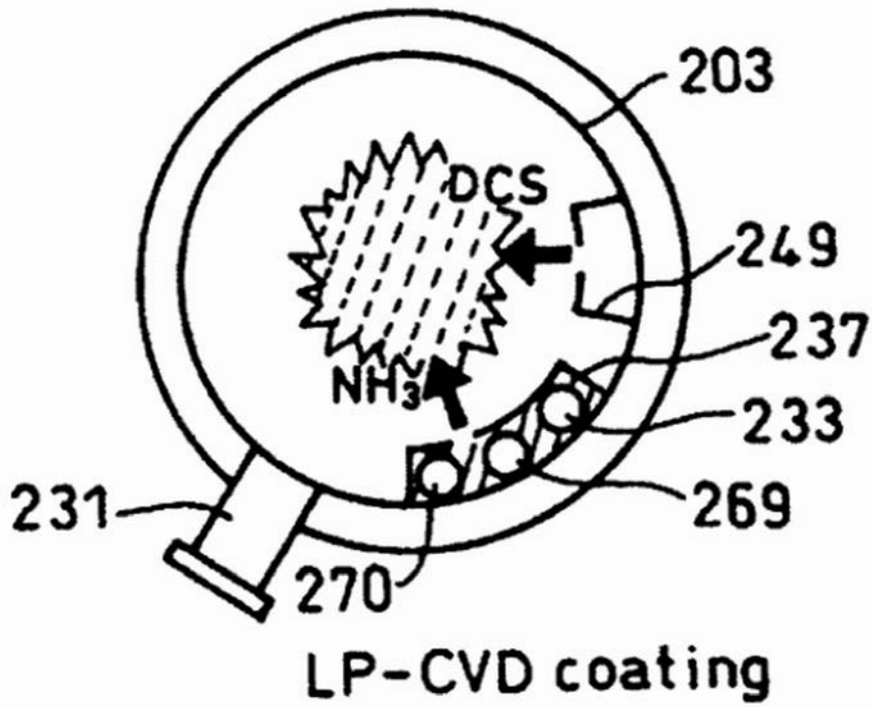
【 図 5 】



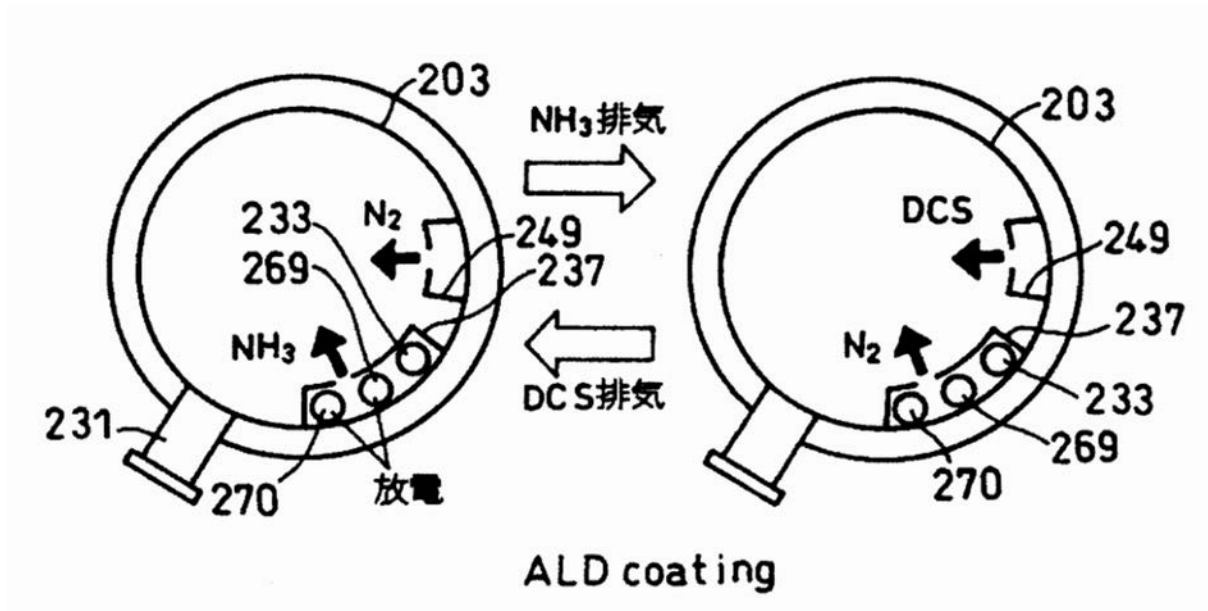
【図6A】



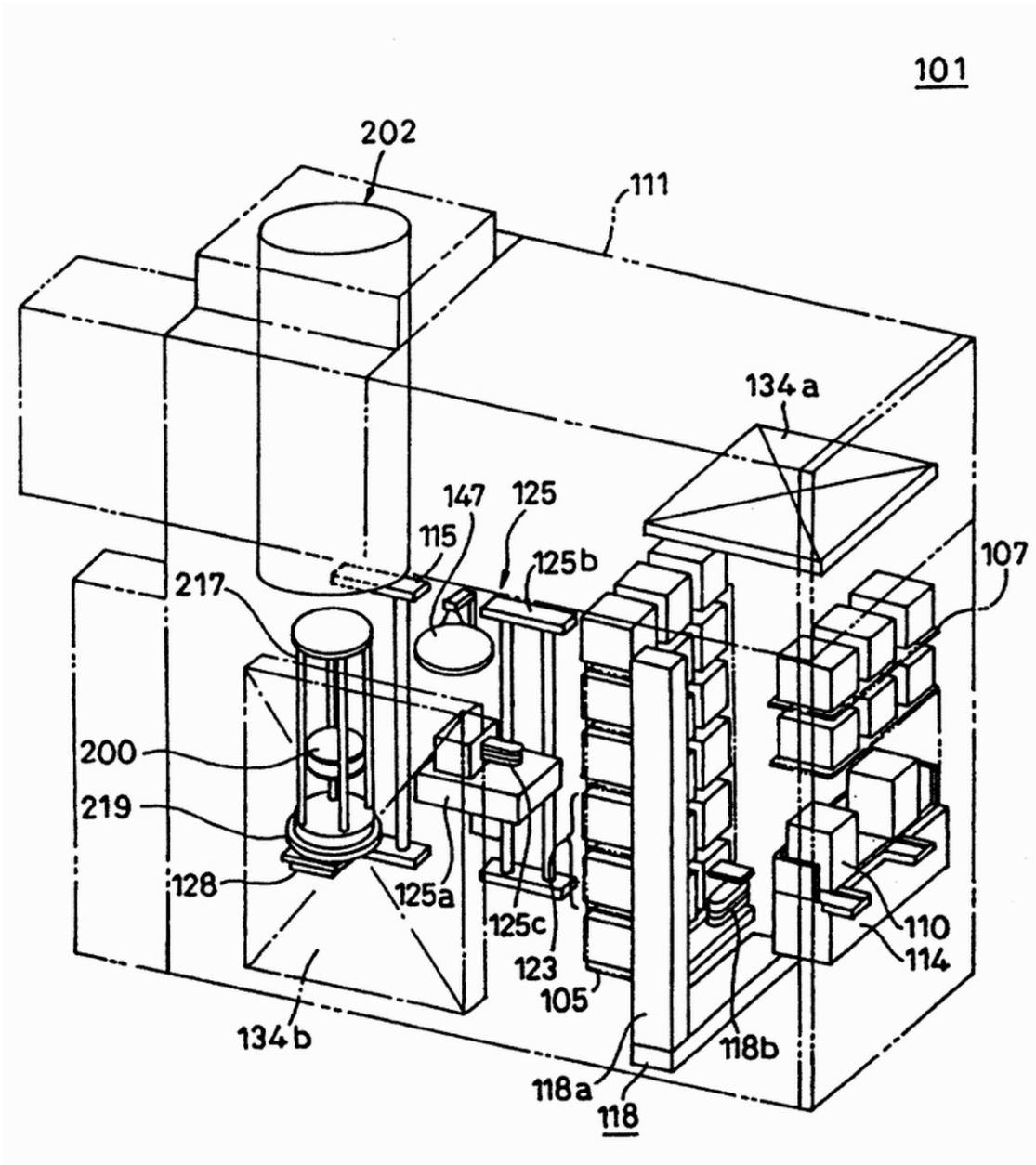
【図6B】



【図6C】



【図7】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2004/044970(WO, A1)  
特開2004-282075(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205

H01L 21/31

H01L 21/316 - 21/318