

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5520552号  
(P5520552)

(45) 発行日 平成26年6月11日(2014.6.11)

(24) 登録日 平成26年4月11日(2014.4.11)

(51) Int.Cl.

C23C 16/455 (2006.01)

F 1

C 23 C 16/455

請求項の数 3 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-210590 (P2009-210590)  
 (22) 出願日 平成21年9月11日 (2009.9.11)  
 (65) 公開番号 特開2011-58067 (P2011-58067A)  
 (43) 公開日 平成23年3月24日 (2011.3.24)  
 審査請求日 平成24年9月3日 (2012.9.3)

前置審査

(73) 特許権者 000001122  
 株式会社日立国際電気  
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
 (74) 代理人 110000350  
 ポレール特許業務法人  
 (72) 発明者 佐藤 武敏  
 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  
 (72) 発明者 経田 昌幸  
 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  
 審査官 田中 則充

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体装置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】

基板を収容した基板処理室内に、所定の元素を含む原料ガスを供給して、前記基板上に前記所定の元素を含む膜を形成する第1の工程と、

前記基板処理室内に不活性ガスを供給して、前記基板処理室内に残留する前記原料ガスを除去する第2の工程と、

前記基板処理室内に、前記所定の元素と反応する改質ガスを供給して、前記基板上に前記第1の工程により形成された所定の元素を含む膜を改質する第3の工程と、

前記基板処理室内に不活性ガスを供給して、前記基板処理室内に残留する前記改質ガスを除去する第4の工程と、

前記基板処理室に接続されたガス溜め部に不活性ガスを充填する不活性ガス充填工程とを備え、

前記第2の工程及び前記第4の工程の前に、前記不活性ガス充填工程を行い、

前記第2の工程及び前記第4の工程では、前記不活性ガス充填工程により前記ガス溜め部に充填された不活性ガスを、前記基板処理室内に供給し、該不活性ガスを供給したときに、該不活性ガスを供給する前と比較して前記基板処理室内の圧力を10~200Pa上昇することを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【請求項2】

基板を収容した基板処理室内に、所定の元素を含む原料ガスを供給して、前記基板上に前記所定の元素を含む膜を形成する第1の工程と、

10

20

前記基板処理室内に不活性ガスを供給して、前記基板処理室内に残留する前記原料ガスを除去する第2の工程と、

前記基板処理室内に、前記所定の元素と反応する改質ガスを供給して、前記基板上に前記第1の工程により形成された所定の元素を含む膜を改質する第3の工程と、

前記基板処理室内に不活性ガスを供給して、前記基板処理室内に残留する前記改質ガスを除去する第4の工程と、

前記基板処理室に接続された不活性ガス供給管に不活性ガスを充填する不活性ガス充填工程とを備え、

前記第2の工程及び前記第4の工程の前に、前記不活性ガス充填工程を行い、

前記第2の工程及び前記第4の工程では、前記不活性ガス充填工程により前記不活性ガス供給管に充填された不活性ガスを、前記基板処理室内に供給し、該不活性ガスを供給したときに、該不活性ガスを供給する前と比較して前記基板処理室内の圧力を10~200Pa上昇することを特徴とする半導体装置の製造方法。 10

### 【請求項3】

基板を収容する基板処理室と、

前記基板処理室内に原料ガスを供給する原料ガス供給部と、

前記基板処理室内に改質ガスを供給する改質ガス供給部と、

前記基板処理室内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給部と、

前記基板処理室の雰囲気を排気する排気部と、

前記原料ガス供給部、前記改質ガス供給部、前記不活性ガス供給部、前記排気部を制御する制御部とを備えた基板処理装置であって、 20

前記不活性ガス供給部は、前記基板処理室と接続された不活性ガス供給管と、該不活性ガス供給管を開閉する第1の不活性ガス開閉バルブと、該第1の不活性ガス開閉バルブよりも上流に設けられたガス溜め部を備え、

前記制御部は、前記基板処理室内に原料ガスを供給する第1の工程を行った後、前記基板処理室内に不活性ガスを供給する第2の工程を行い、次に、前記基板処理室内に改質ガスを供給する第3の工程を行った後、前記基板処理室内に不活性ガスを供給する第4の工程を行うよう制御するものであり、前記第2及び第4の工程において前記基板処理室内に不活性ガスを供給するときは、前記第1の不活性ガス開閉バルブを閉じた状態で、不活性ガスを前記不活性ガス供給管に供給してガス溜め部に溜めた後、前記第1の不活性ガス開閉バルブを開けて、前記ガス溜め部に溜めた不活性ガスを、前記基板処理室内に供給するよう制御し、 30

前記第2及び第4の工程において不活性ガスを供給したときに、該不活性ガスを供給する前と比較して前記基板処理室内の圧力を10~200Pa上昇することを特徴とする基板処理装置。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、例えば、半導体集積回路装置（以下、ICという。）等の半導体装置（半導体デバイス）の製造方法において、IC等が作り込まれる半導体ウエハ（以下、ウエハという。）等の基板に所望の膜を形成するための、基板処理装置及びIC等の半導体装置の製造方法に関する。 40

#### 【背景技術】

#### 【0002】

ICの製造方法においては、膜を形成するのにバッチ式縦型成膜装置が使用されることがある。例えば、特許文献1には、半導体デバイス製造プロセスで、例えば、ALD法によりアミン系材料を用いて成膜を行う場合、TiNの成膜では、Ti（チタン）のソースとN（窒素）のソースとを処理室内の半導体シリコン基板上に交互に供給するが、TiのソースからNのソースに切り替える際には、Tiのソースを処理室から除去するためにH<sub>2</sub>（水素）を用いてバージを行い、または、その逆のNのソースからTiのソースに切り替 50

れる際には、Nのソースを処理室から除去するためにH<sub>2</sub>を用いてページを行なうことが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-269532号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

例えば、基板の収容された処理室内に、原料Aと原料Bを交互に供給し、基板上に原料分子を吸着させて成膜を行う基板処理装置においては、一方の原料を供給した後、次に他方の原料を供給する前に、前記一方の原料を処理室内及び基板表面から除去する必要がある。原料を処理室内等から除去するために、従来では、処理室内を排気しつつ、H<sub>2</sub>(水素)やN<sub>2</sub>(窒素)等の不活性ガスを連続的に、又は間欠的に処理室内に供給する方法を用いていた。しかし、この方法では、基板表面等に吸着した余分な原料分子を除去するために長時間を要し、結果として、生産性の低下の原因となっていた。また、従来のページ方法では、ページ時間を短くするとページ不足となり、結果、膜厚が厚くなってしまう。

本発明の目的は、基板処理室内から余分な原料分子を、短時間で除去することができる半導体装置の製造方法及び基板処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明においては、原料を処理室内等から除去する際に、ページ(除去)用不活性ガスを一旦、ガス溜め部に溜め、瞬時に基板処理室内へ供給する。このようにすると、ページ用不活性ガスは、高い運動エネルギーを伴って、基板処理室内の基板や、基板処理室内壁等に吸着した原料ガスの分子と衝突する。この衝突により、基板等に物理的に吸着しているが化学結合していない状態の原料ガスの分子は、基板等から脱離する。

また、ページ用不活性ガスが、極めて短時間で基板処理室内へ供給されるので、不活性ガスを供給しつつ排気する従来のページ方法よりも、基板処理室内の圧力が上昇し、基板表面に形成された溝や穴の奥まで、不活性ガス分子が到達して、溝部や穴部におけるページ効果が高まる。物理的な吸着力は、膜表面に対する原料分子のファンデルワールス力に依存するので、基板処理室内の圧力をどの程度まで上昇させるかは、原料の種類、及び膜種により異なる。

具体的には、本発明の代表的な構成は、次のとおりである。

基板を収容した基板処理室内に、所定の元素を含む原料ガスを供給して、前記基板上に前記所定の元素を含む膜を形成する第1の工程と、

前記基板処理室内に不活性ガスを供給して、前記基板処理室内に残留する前記原料ガスを除去する第2の工程と、

前記基板処理室内に、前記所定の元素と反応する改質ガスを供給して、前記基板上に前記第1の工程により形成された所定の元素を含む膜を改質する第3の工程と、

前記基板処理室内に不活性ガスを供給して、前記基板処理室内に残留する前記改質ガスを除去する第4の工程と、

前記基板処理室に接続されたガス溜め部に不活性ガスを充填する不活性ガス充填工程とを備え、

前記第2の工程及び前記第4の工程の前に、前記不活性ガス充填工程を行い、

前記第2の工程及び前記第4の工程では、前記不活性ガス充填工程により前記ガス溜め部に充填された不活性ガスを、前記基板処理室内に供給することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の効果】

【0006】

上記の構成によれば、基板表面等に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去すること

10

20

30

40

50

ができ、生産性が向上する。また、短時間で十分なページが可能となり、膜厚を薄くすることが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施例に係るバッチ式縦型成膜装置の処理炉の垂直断面図である。

【図2】本発明の実施例に係るバッチ式縦型成膜装置の処理炉の水平断面図である。

【図3】本発明の実施例に係る成膜シーケンスを示す図である。

【図4】本発明の実施例に係る不活性ガス供給ラインの1例を示す図である。

【図5】本発明の実施例に係る不活性ガス供給ラインの他の例を示す図である。

【図6】本発明の実施例に係るバッチ式縦型成膜装置を示す斜視図である。 10

【図7】本発明の実施例に係るバッチ式縦型成膜装置の垂直断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施例を、図面を用いて説明する。図1は、本発明の実施例に係るバッチ式縦型成膜装置の処理炉の垂直断面図である。図2は、本発明の実施例に係るバッチ式縦型成膜装置の処理炉の水平断面図である。図6は、本発明の実施例に係るバッチ式縦型成膜装置を示す斜視図である。

本実施例において、本発明に係る基板処理装置は、成膜に用いる2種類（またはそれ以上）の原料となるガスを1種類ずつ交互に基板上に供給し、1～数原子層単位で吸着させ、表面反応により成膜を行う。 20

【0009】

【処理炉】

図1、図2および図6に示されているように、本実施例に係る基板処理装置100は、処理炉202を備えており、処理炉202は、石英製の反応管203を備えている。反応管203は、基板（本例ではウエハ200）を収容し、加熱処理する反応容器である。反応管203は、加熱部（本例では抵抗ヒータ207）の内側に設けられている。反応管203は、その下端開口をシールキャップ219により、気密部材（本例ではOリング220）を介して気密に閉塞される。

反応管203およびヒータ207の外側には、断熱部材208が設けられている。断熱部材208は、反応管203およびヒータ207の上方を覆うように設けられている。 30

ヒータ207、断熱部材208、反応管203およびシールキャップ219により、処理炉202が形成されている。また、反応管203、シールキャップ219、および反応管203内に形成されたバッファ室237により、基板処理室201が形成されている。シールキャップ219の上には、基板保持部材（ポート217）が、石英キャップ218を介して立設されている。石英キャップ218は、ポート217を保持する保持体である。ポート217は、処理炉202内に、処理炉202の下端開口から挿入される。ポート217には、バッチ処理される複数のウエハ200が、それぞれ水平姿勢で管軸方向（垂直方向）に多段に積載される。ヒータ207は、処理炉202に挿入されたウエハ200を、所定の温度に加熱する。 40

【0010】

【原料ガス供給部】

処理炉202には、複数（少なくとも2本）のガス供給管232a、232bが設けられている。2本のガス供給管232a、232bにより、互いに反応しあう少なくとも2種類の処理ガス（原料ガス）が、独立して、交互に処理炉202に供給される。

第1のガス供給管232bは、第1のガス供給源240bから、流量制御装置であるMFC（マスフローコントローラ）241b、開閉バルブ（開閉弁）243b、およびガス供給室249（図2参照）を介して、第1の処理ガスを基板処理室201に供給する。

第2のガス供給管232aは、第2のガス供給源240aから、MFC241a、開閉バルブ243a、および反応管203内に形成されたバッファ室237を介して、第2の処理ガスを基板処理室201に供給する。 50

上記の第1のガス供給源240b、MFC241b、ガス供給管232b等から、第1の原料ガス供給部が構成される。また、第2のガス供給源240a、MFC241a、ガス供給管232a等から、第2の原料ガス供給部が構成される。

#### 【0011】

##### [不活性ガス供給部]

図1に示すように、第1のガス供給管232bの上流には、ガス供給管232fが接続されている。ガス供給管232fには、上流側から順に、第1の不活性ガス供給源240f、MFC241f、開閉バルブ243f、ガス溜め部245f、開閉バルブ243kが設けられている。ガス溜め部245fには、圧力センサ244fが設けられている。本例では、ガス溜め部245fの内径は、第1の不活性ガス供給源240fと開閉バルブ243fの間のガス供給管の内径、ガス溜め部245fと開閉バルブ243kの間のガス供給管の内径、ガス供給管232fの内径、第1のガス供給管232bの内径のいずれよりも大きい。  
10

第2のガス供給管232aの上流には、ガス供給管232eが接続されている。ガス供給管232eには、上流側から順に、第2の不活性ガス供給源240e、MFC241e、開閉バルブ243e、ガス溜め部245e、開閉バルブ243hが設けられている。ガス溜め部245eには、圧力センサ244eが設けられている。本例では、ガス溜め部245eの内径は、第2の不活性ガス供給源240eと開閉バルブ243eの間のガス供給管の内径、ガス溜め部245eと開閉バルブ243hの間のガス供給管の内径、ガス供給管232eの内径、第2のガス供給管232aの内径のいずれよりも大きい。  
20

なお、本実施例では、前記基板処理室201の容積と、前記ガス溜め部245fの容積との容積比、あるいは、前記基板処理室201の容積と、前記ガス溜め部245eの容積との容積比は、約200～2000としている。

上記の第1の不活性ガス供給源240f、MFC241f、ガス供給管232b等から、あるいは、第2の不活性ガス供給源240e、MFC241e、ガス供給管232a等から、不活性ガス供給部が構成される。

#### 【0012】

なお、図1においては、第1のガス供給管232bには、1本の不活性ガス供給管232fを接続し、第2のガス供給管232aには、1本の不活性ガス供給管232eを接続するようにしているが、第1のガス供給管232b及び第2のガス供給管232aに、それぞれ、複数の不活性ガス供給管を接続するようにしてもよい。例えば、第1のガス供給管232bの場合は、図4に示すように、第1のガス供給管232bに、複数の不活性ガス供給管232fと不活性ガス供給管232mを接続する、あるいは、図5に示すように、第1のガス供給管232bに、複数の不活性ガス供給管232fと不活性ガス供給管232nを接続するようにしてもよい。第2のガス供給管232aの場合も、第1のガス供給管232bの場合と同様である。図4は、本発明の実施例に係る不活性ガス供給ラインの1例を示す図である。図5は、本発明の実施例に係る不活性ガス供給ラインの他の例を示す図である。  
30

#### 【0013】

図4においては、第1の不活性ガス供給源240fからの不活性ガス供給管を2つに分岐し、一方は開閉バルブ243fを介してガス溜め部245fへ、他方はMFC241mへ接続する。このようにすると、一方で、開閉バルブ243fを開き、開閉バルブ243kを閉じた状態で、ガス溜め部245fに不活性ガスを溜めつつ、他方で、開閉バルブ243mを開き、MFC241mで流量調整した不活性ガスを、第1のガス供給管232bに流し、基板処理室201へ供給することができる。

図5においては、第1の不活性ガス供給源240fとは別に、不活性ガス供給源240nを設け、該不活性ガス供給源240nを、MFC241n、開閉バルブ243nを介して、第1のガス供給管232bに接続している。図5に示す例においても、図4に示す例と同様に、一方で、開閉バルブ243fを開き、開閉バルブ243kを閉じた状態で、ガ  
40  
50

ス溜め部 245f に不活性ガスを溜めつつ、他方で、開閉バルブ 243n を開き、MFC 241n で流量調整した不活性ガスを、第1のガス供給管 232b に流し、基板処理室 201 へ供給することができる。

【0014】

図4及び図5に模式的に示すように、不活性ガス供給管 232f の内径は、不活性ガス供給管 232f と第1のガス供給管 232b との合流点より上流における、第1のガス供給管 232b の内径よりも大きくすることが好ましい。このようにすると、ガス溜め部 245f に溜めた不活性ガスを、短時間で、基板処理室 201 へ供給することが容易となる。不活性ガス供給管 232e も同様である。

なお、上述したように本実施例では、ガス溜め部 245f、245e の内径を、ガス供給管の内径よりも大きくしているが、ガス供給管の内径が十分大きい場合は、ガス溜めの内径をガス供給管の内径よりも大きくしなくてもよい。また、ガス溜め部は、第1のガス供給管 232b や第2のガス供給管 232a に接続せず、不活性ガス供給管 232e、232f を直接、基板処理室 201 へ接続することもできる。

また、ガス溜め部は、複数設けるようにし、それぞれのガス溜め部から基板処理室 201 内へ不活性ガスを供給するようにしてもよい。あるいは、ガス溜め部は1つだけ設け、該ガス溜め部から基板処理室 201 内へ不活性ガスを供給するようにしてもよい。例えば、ガス溜め部 245f、245e のうち、1つだけを設けるようにしてもよい。

【0015】

【クリーニングガス供給部】

第1のガス供給管 232b 及び第2のガス供給管 232a には、クリーニングガス供給管 232c が、それぞれ、開閉バルブ 243c および開閉バルブ 243d の下流側において接続されている。クリーニングガス供給管 232c には、上流側から順に、第3のガス（クリーニングガス）供給源 240c、MFC 241c、開閉バルブ 243c、又は開閉バルブ 243d が設けられている。

ガス供給管 232c は、第2のガス供給管 232a および第1のガス供給管 232b に接続されており、MFC 241c、開閉バルブ 243d、バッファ室 237 を介して、あるいは、MFC 241c、開閉バルブ 243c、ガス供給室 249 を介して、クリーニングガスを基板処理室 201 に供給する。

反応副生成物の付着を防ぐために、ガス供給管 232a、232b、232c には、少なくとも 120 度まで加熱可能な配管ヒータ（図示せず）が装着されている。

【0016】

【排気部】

基板処理室 201 には、基板処理室 201 内のガスを排気するガス排気管 231 の一端が接続されている。ガス排気管 231 の他端は、真空ポンプ 246（排気装置）に APC（Auto Pressure Controller）バルブ 243g を介して接続されている。ガス排気管 231 は、複数の排気管を直列につなぎ合わせて一つの排気管としており、つなぎ合わせた箇所には O リング 234 が設けられている。基板処理室 201 内は、真空ポンプ 246 によって排気される。

なお、APC バルブ 243g は、弁の開閉により基板処理室 201 の排気および排気停止を行なうことができる開閉弁であり、かつまた、弁開度の調節により圧力を調整することができる圧力調整弁である。

反応副生成物の付着を防ぐために、ガス排気管 231 には、少なくとも 150 以上に加熱可能なヒータ 247（排気管加熱部）が装着されている。ヒータ 247 は、コントローラ 321 によって制御される。

上記のガス排気管 231、APC バルブ 243g、真空ポンプ 246 等から、排気部が構成される。

【0017】

【第1の原料ガス供給部】

図2に示すように、反応管 203 の内壁には、第1の処理ガスを供給するガス供給室 2

10

20

30

40

50

49が設けられている。ガス供給室249は、反応管203下部より上部に亘って、反応管203の内壁に沿って、垂直方向(ウエハ200の積載方向)に設けられており、ガス分散空間を形成している。ガス供給室249は、後述する第2の処理ガスを供給するバッファ室237とは、別の独立した構造である。ガス供給室249は、ALD法による成膜において、ウエハ200へ、複数種類の処理ガスを1種類ずつ交互に供給する際に、前記バッファ室237とガス供給種を分担して供給する。

ガス供給室249は、複数のガス供給孔248cを有する。後述するバッファ室237のガス供給孔248aと同様に、ガス供給孔248cは、ウエハと隣接する位置に垂直方向に同一ピッチで設けられ、第1の処理ガスを供給する。ガス供給室249の下部には、第1のガス供給管232bが接続されている。

ガス供給孔248cの開口面積は、後述するバッファ室237のガス供給孔248aと同様に、ガス供給室249と基板処理室201の差圧が小さい場合、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いい。しかし、差圧が大きい場合、ガス供給孔248cの開口面積を、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よい。

#### 【0018】

##### [第2の原料ガス供給部]

図2に示すように、反応管203内壁には、第2の処理ガスを供給するバッファ室237が設けられている。バッファ室237は、反応管203下部より上部に亘って、反応管203の内壁に沿って、垂直方向(ウエハ200の積載方向)に設けられており、ガス分散空間を形成している。

図2に示すように、バッファ室237の内側壁部、すなわち、ウエハ200と隣接する側の壁の周方向における一端の近傍には、基板処理室201内にガスを供給するガス供給孔248aが設けられている。ガス供給孔248aは、ガス供給孔248cの位置から反応管203の内周を120度程度、時計回りに回った位置にある。ガス供給孔248aは、反応管203の中心(軸心)へ向けて開口している。ガス供給孔248aは、バッファ室237の下部から上部にかけ所定の長さ(所定長a)にわたって、垂直方向(ウエハ200の積載方向)に、それぞれ同一の開口面積を有し、同じ開口ピッチで設けられている。

#### 【0019】

バッファ室237において、ガス供給孔248aと周方向に反対側端部近傍には、ノズル233が反応管203の下部より上部にわたり、垂直方向(ウエハ200の積載方向)に配設されている。ノズル233には、ガスを供給する供給孔であるガス供給孔248bが複数設けられている。

複数のガス供給孔248bは、前記ガス供給孔248aの場合の所定の長さ(所定長a)と同じ長さにわたって、垂直方向(ウエハ200の積載方向)に沿って配設されている。複数のガス供給孔248bのそれぞれは、複数のガス供給孔248aと、1対1で対応している。

#### 【0020】

ガス供給孔248bの開口面積は、バッファ室237と処理炉202の差圧が小さい場合、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のがよい。

しかし、差圧が大きい場合、ガス供給孔248bの開口面積は、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よい。

上流側から下流にかけて、ガス供給孔248bの開口面積や開口ピッチを調節することで、各ガス供給孔248bから噴出されるガスを、略同流量として噴出させることができる。各ガス供給孔248bから噴出するガスを、バッファ室237に噴出させて一旦導入し、ガスの流速差の均一化を行うことができる。

すなわち、バッファ室237において、各ガス供給孔248bより噴出したガスは、バッファ室237で各ガスの粒子速度が緩和された後、ガス供給孔248aより基板処理室201に噴出する。このようにして、各ガス供給孔248bより噴出したガスが、各ガス

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流とすることができる。

【0021】

図2に示すように、バッファ室237には、細長い構造を有する棒状電極269および棒状電極270が、上部より下部にわたって、電極を保護する電極保護管275の内部に配設され、保護されている。棒状電極269または棒状電極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。高周波電源に電力を供給することにより、棒状電極269および棒状電極270間のプラズマ生成領域224に供給されたガスがプラズマ化される。

電極保護管275は、棒状電極269および棒状電極270を、バッファ室237内の雰囲気と隔離した状態で、バッファ室237に配置可能とするものである。電極保護管275の内部が外気(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棒状電極269および棒状電極270は、ヒータ207の加熱によって酸化されてしまう。そこで、電極保護管275の内部に、窒素等の不活性ガスを充填あるいは充填しつつ排出し、酸素濃度を充分低く抑えて、棒状電極269または棒状電極270の酸化を防止するための不活性ガス充填機構が設けられる。

【0022】

【ポート】

図1に示すように、反応管203内の中央部にはポート217が載置されている。ポート217は、複数枚のウエハ200を多段に同一間隔で鉛直方向に収容する。ポート217は、図6に記載のポートエレベータ121により、反応管203に出入りできる。図6の説明は、後述する。

処理の均一性を向上するために、ポート217を回転するためのポート回転機構267が設けてある。ポート回転機構267により、石英キャップ218に保持されたポート217を回転する。

【0023】

【制御部】

コントローラ321(制御部)は、MFC241a、241b、241c、241e、241f、開閉バルブ243a、243b、243c、243d、243e、243f、243h、243k、APCバルブ243g、圧力センサ244e、244f、244g、ヒータ207、真空ポンプ246、ポート回転機構267、ポートエレベータ121、高周波電源273、整合器272等に電気的に接続されている。

コントローラ321は、MFC241a、241b、241c、241e、241fの流量調整、開閉バルブ243a、243b、243c、243d、243e、243f、243h、243kの開閉動作、APCバルブ243gの開閉および圧力調整動作、ヒータ207の温度調節、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、ポートエレベータ121の昇降動作制御、高周波電極273の電力供給制御、整合器272によるインピーダンス制御等、基板処理装置100の各構成部の制御を行なう。

【0024】

【成膜処理例】

次に、ALD法により、処理ガスであるTiCl<sub>4</sub>(四塩化チタン)およびNH<sub>3</sub>(アンモニア)ガスを用いてTiN膜を成膜する例について説明する。ALD法は、互いに反応しあう少なくとも2種類の処理ガスを、交互に処理室内に供給して、処理室内の基板表面に所望の膜を成膜する方法である。

まず、コントローラ321は、成膜しようとするウエハ200をポート217に装填し、ポート217を処理炉202に搬入する。搬入後、コントローラ321は、次のステップ(A)～ステップ(F)を実行する。

【0025】

【ステップ(A)：第1の処理ガス供給ステップ】

ステップ(A)では、第1のガス供給管232bに設けた開閉バルブ243bおよびガ

10

20

30

40

50

ス排気管 231 に設けた APC バルブ 243g を共に開けて、MFC 241b により流量調整された TiC14 ガス（第1の処理ガス）を、ガス供給室 249 のガス供給孔 248c から基板処理室 201 に供給しつつ、ガス排気管 231 から排気する。

TiC14 を流すときは、圧力センサ 244g により基板処理室 201 内の圧力値を検出して APC バルブ 243g を適正に調整し、基板処理室 201 内圧力を約 20 ~ 200 Pa とする。MFC 241b で制御する TiC14 供給流量は、0.2 ~ 0.8 g/min である。TiC14 にウエハ 200 を晒す時間は、約 2 ~ 20 秒間である。このときのヒータ 207 の温度は、ウエハが約 200 ~ 600 になるよう設定している。TiC14 を流すことにより、ウエハ 200 の表面に TiC14 が化学結合する。また、ウエハ 200 の表面には、化学結合していないが物理的に吸着している TiC14 も存在する。 10

#### 【0026】

また、TiC14 を流す間、ヒータ 247（排気管加熱部）により、ガス排気管 231 及び O リング 234 を加熱する。例えば、ガス排気管 231 が 150 度となるよう、ヒータ 247 を制御する。O リング 234 は、温度が低いと有機金属材料（この例では TiC14）を付着しやすい性質を持っている。O リング 234 に有機金属材料が付着した場合、後述するステップ（B）ないしステップ（F）において、有機金属材料が基板処理室 201 に入り込む可能性が高くなり、その結果、膜質が悪くなったり、不純物が生成される可能性がある。

そこで、有機金属材料により基板を処理している間は、ヒータ 247 を加熱し、O リングに有機金属材料が付着しないようにする。例えば TiC14 は、150 未満で付着しやすいので、ヒータ 247 は、ガス排気管 231 を 150 以上の温度に加熱する。 20

#### 【0027】

なお、TiC14 を流すとき、必要に応じ、N<sub>2</sub> 等の不活性ガスを同時に流すようにしてもよい。具体的には、例えば図 1 の構成においては、開閉バルブ 243f と開閉バルブ 243k を開け、MFC 241f で流量調整しつつ、不活性ガス源 240f からガス溜め部 245f を経て、第1のガス供給管 232b に不活性ガスを流すようにする。又は、図 4 に示すように、第1の不活性ガス供給源 240f からの不活性ガス供給管を 2 つに分岐し、ガス溜め部 245f をバイパス（迂回）する経路を用いて、MFC 241m で流量調整した不活性ガスを、第1のガス供給管 232b に流す。あるいは、図 5 に示すように、第1の不活性ガス供給源 240f とは別に、不活性ガス供給源 240n を設け、開閉バルブ 243n を開き、MFC 241n で流量調整した不活性ガスを、第1のガス供給管 232b に流す。 30

TiC14 の成膜が終了すると、開閉バルブ 243b を閉じ、APC バルブ 243g を開けたまま、基板処理室 201 を真空排気し、TiC14 の成膜が終了した後の残留ガスを排気する。このとき、基板処理室 201 内の圧力は、約 10 Pa 以下とする。

#### 【0028】

##### [ステップ（B）：バージガスの貯留ステップ]

ステップ（B）では、ガス溜め部 245f 下流の開閉バルブ 243k を閉じ、ガス溜め部 245f 上流の開閉バルブ 243f を開けて、不活性ガス源 240f からガス溜め部 245f へ不活性ガス（窒素ガス）を供給する。ガス溜め部 245f 内の圧力を、圧力センサ 244f で検知し、所定の第1の圧力に到達すると、開閉バルブ 243f を閉じ、ガス溜め部 245f への不活性ガスの供給を停止する。不活性ガスの供給を停止するときの前記所定の第1の圧力は、ガス溜め部 245f の容積と基板処理室 201 の容積との関係や、ガス供給管 232f やガス供給管 232b の内径の大きさ等から決定される。その所定の第1の圧力は、後述するステップ（C）において、ガス溜め部 245f 内の不活性ガスを基板処理室 201 内に流したときに、流す前と比べて、基板処理室 201 内の圧力が、約 10 ~ 200 Pa 上昇する程度の圧力である。その所定の第1の圧力は、本実施例では、0.1 ~ 2 気圧である。 40

このように、ガス溜め部内の圧力を、圧力センサで検知し、所定の圧力に到達すると、ガス溜め部への不活性ガスの供給を停止するようにすると、ガス溜め部の容積を一定とし 50

たまま、容積の異なる種々の基板処理室に対応することができる。あるいは、ガス溜め部の容積を一定としたまま、前記基板処理室内に不活性ガスを供給した直後の前記基板処理室内の最適な圧力上昇値が異なる種々の成膜プロセスに対応することができる。

なお、ステップ( B )は、図3に示すように、前記ステップ( A )等の時間帯、すなわち、後述するステップ( C )以外の時間帯で行なうことが、スループット向上のために好ましい。図3は、本発明の実施例に係る成膜シーケンスを示す図である。図3において、横軸は時間を表わし、縦軸は流量を模式的に表わす。図3において、311は前記ステップ( A )、312はステップ( B )、313は後述するステップ( C )、314は後述するステップ( D )、315は後述するステップ( E )、316は後述するステップ( F )を示す。図3においては、ステップ( B )は、前記ステップ( A )や後述するステップ( D )等と並行して行なっている。しかし、スループットは低下するが、並行せずに行なうことも可能である。  
10

#### 【0029】

##### [ステップ( C )：第1の処理ガスのバージステップ]

ステップ( C )では、前記ステップ( A )において基板処理室201の排気が完了した後、開閉バルブ243fが閉じられ、かつ、ガス排気管231のAPCバルブ243gが開かれた状態で、開閉バルブ243kを開けて、ガス溜め部245fからガス供給管232f、232bを通して、基板処理室201内へ不活性ガス(本例では窒素ガス)を供給して、不活性ガスバージ(本例では窒素バージ)を行う。この窒素バージにより、基板200の表面等に、化学結合はしていないが物理的に吸着している原料ガス(TiCl<sub>4</sub>)が、基板200から脱離する。  
20

本実施例では、基板処理室内の排気を停止した状態で、ステップ( B )において約0.1～2気圧とされたガス溜め部245fから、基板処理室201内へ、パルス的に不活性ガスを流す。窒素バージの時間は約1～5秒間である。

その後、ガス供給管232fの開閉バルブ243kを閉じて、真空ポンプ246により、基板処理室201を約10Pa以下に排気し、基板200から脱離した原料ガスや窒素を基板処理室201から排除する。

このように、ガス排気管231のAPCバルブ243gが開かれた状態で、ガス溜め部245fから不活性ガスを供給すると、ウエハ200上であって、バッファ室237の反対側の下流側であっても、不活性ガスの流速が低下することなく、バージの効果を得ることができる。  
30

#### 【0030】

##### [ステップ( D )：第2の処理ガス導入ステップ]

ステップ( D )では、ステップ( C )において基板処理室201内の残留ガス排気が終了後、前記第2の処理ガス供給部から、基板処理室201内へ、第2の処理ガスを供給する。詳しく説明すると、ステップ( C )において基板処理室201内の残留ガス排気が終了後、ガス排気管231のAPCバルブ243gを開けた状態で、第2のガス供給管232aの開閉バルブ243aを開けて、第2のガス供給源240aからMFC241aにより流量調整されたアンモニア(NH<sub>3</sub>)ガス(第2の処理ガス)を、ノズル233のガス供給孔248bからバッファ室237へ噴出する。その後、基板処理室201内へ供給された余剰のアンモニアガス及び反応後のアンモニアガス等が、ガス排気管231から排気される。なお、このとき、棒状電極269および棒状電極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、バッファ室237内のアンモニアガスをプラズマ励起してから、基板処理室201に供給してもよい。  
40

#### 【0031】

アンモニアガスをプラズマ励起して活性種として流すときは、APCバルブ243gを適正に調整して、基板処理室201内圧力を約20～65Paとする。MFC241aで制御するアンモニアガスの供給流量は、本実施例では、約3～10s1mである。アンモニアガス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、約10～60秒間である。このときのヒータ207の温度はウエハが約200～600に  
50

なるよう設定する。

アンモニアガスの供給により、ステップ(A)により基板200のシリコンに化学結合したTiCl<sub>4</sub>に、アンモニアが化学結合し、Ti(チタン原子)-N(窒素原子)の結合を形成する。本実施例では、第2の処理ガスであるアンモニアガスは、ステップ(A)により基板200に化学結合したTiCl<sub>4</sub>を、Ti-Nに改質する改質ガスである。したがって、本実施例では、前記第2の処理ガス供給部は、改質ガス供給部である。ここで、改質とは、基板上に形成された第1の元素を含む膜を、第2の元素を含むガスにより、第1の元素と第2の元素を含む膜にすることを意味する。

その後、第2のガス供給管232aの開閉バルブ243aを閉めて、アンモニアガスの供給を止める。ガス排気管231のAPCバルブ243gは開いたままにし、真空ポンプ246により、基板処理室201を約10Pa以下に排気し、残留アンモニアガスを基板処理室201から排気する。

なお、アンモニアガスを流すときに、ステップ(A)と同様に、不活性ガス源240eから不活性ガスを流すようにしてもよい。

#### 【0032】

##### [ステップ(E)：バージガスの貯留ステップ]

ステップ(E)では、ガス溜め部245e下流の開閉バルブ243hを閉じ、ガス溜め部245e上流の開閉バルブ243eを開けて、不活性ガス源240eからガス溜め部245eへ不活性ガス(窒素ガス)を供給する。ガス溜め部245e内の圧力を圧力センサ244eで検知し、所定の第2の圧力に到達すると、開閉バルブ243eを閉じ、ガス溜め部245eへの不活性ガスの供給を停止する。不活性ガスの供給を停止する前記所定の第2の圧力は、ガス溜め部245eの容積と基板処理室201の容積との関係や、ガス供給管232eやガス供給管232aの内径の大きさ等から決定される。その所定の第2の圧力は、後述するステップ(F)において、ガス溜め部245e内の不活性ガスを基板処理室201内に流したときに、流す前と比べて、基板処理室201内の圧力が、約10~200Pa上昇する程度の圧力である。その所定の第2の圧力は、本実施例では、約0.1~2気圧である。

なお、ステップ(E)も、ステップ(B)と同様に、図3に示すように、前記ステップ(D)等の時間帯、すなわち、後述するステップ(F)以外の時間帯で行うことが、スループット向上のために好ましい。

#### 【0033】

##### [ステップ(F)：第2の処理ガスのバージステップ]

ステップ(F)では、前記ステップ(C)と同様に、前記ステップ(D)において基板処理室201の排気が完了した後、開閉バルブ243eが閉じられ、かつ、ガス排気管231のAPCバルブ243gが開かれた状態で、開閉バルブ243hを開けて、ガス溜め部245eからガス供給管232e、232aを通して、基板処理室201内へ不活性ガス(本例では窒素ガス)を供給して、窒素バージを行う。この窒素バージにより、基板200の表面等に、化学結合はしていないが物理的に吸着している原料ガス(アンモニア)が、基板200から脱離する。窒素バージの時間は約1~5秒間である。

その後、ガス供給管232eの開閉バルブ243hを閉じて、真空ポンプ246により、基板処理室201を約10Pa以下に排気し、基板200から脱離した原料ガスや窒素を基板処理室201から排除する。

このように、ガス排気管231のAPCバルブ243gが開かれた状態で、ガス溜め部245eから不活性ガスを供給すると、ウエハ200上であって、バッファ室237の反対側の下流側であっても、不活性ガスの流速が低下することなく、バージの効果を得ることができる。

#### 【0034】

ステップ(C)やステップ(F)では、バージ用不活性ガス(本例では窒素ガス)を一旦、ガス溜め部245fやガス溜め部245eに溜め、瞬時(極めて短時間)に基板処理室201内へ供給するので、バージ用不活性ガスは、高い運動エネルギーを伴って、基板2

10

20

30

40

50

00や基板処理室201内壁等に付着した第1の処理ガス（原料ガス、本例ではTiCl<sub>4</sub>）や第2の処理ガス（原料ガス、本例ではアンモニアガス）の分子と衝突する。この衝突により、基板200等に物理的に吸着しているが化学結合していない状態の原料ガスの分子は、基板200等から脱離する。

また、バージ用不活性ガスが、瞬時に基板処理室201内へ供給されるので、従来のバージ方法よりも基板処理室201内の圧力が上昇し、基板200表面に形成された溝や穴の奥まで、不活性ガス分子が到達して、溝部や穴部におけるバージ効果（原料ガス分子の除去効果）が高まる。本実施例では、基板処理室201内の圧力が、ステップ（C）やステップ（F）においてガス溜め部245fやガス溜め部245e内の不活性ガスを基板処理室201内に流したときに、流す前と比べて、基板処理室201内の圧力が、約2秒以内に、約10～200Pa上昇するようにしている。10

圧力上昇値が約10Paより低いと、バージ効果が不十分となる。また、APCバルブ243gが開の状態で、圧力上昇値が約200Paより高いと、排気系のコンダクタンスが小さいため、バージガスが運動エネルギーをもって物理吸着分子に衝突しない状態となり、バージ効果が不十分となる。

ステップ（C）のバージステップにおいては、基板200等に物理的に吸着しているが化学結合していない状態の原料ガスの分子が十分に除去されることが必要である。物理的な吸着力は、原料分子の膜表面へのファンデルワールス力に依存するので、基板処理室201内の圧力上昇値が十分か否かは、原料の種類、及び膜種により異なる。不活性ガス分子により原料分子がアタックされる程度は、基板処理室201内の圧力上昇のピーク値により判断することができる。20

#### 【0035】

上記ステップ（A）からステップ（F）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窒化チタン膜を成膜する。なお、上記ステップ（C）やステップ（F）のバージステップにおいて、ガス溜め部から基板処理室201内へのバージ用不活性ガスの供給は、複数回に分けて行うようにしてもよい。しかし、基板処理室201内の圧力を短時間で上げるために、1回で行う方が好ましい。

ステップ（A）からステップ（F）においては、ヒータ247（排気管加熱部）は、ガス排気管231が所定の温度以上に維持するよう、連続してガス排気管231を加熱し続けることが望ましい。ステップ（B）からステップ（F）において、ヒータ247を停止し、加熱を停止した場合、一度停止し再度加熱しようとすると再度所定の温度に加熱するには時間がかかり、その結果スループットが低下してしまうためである。そこで、ステップ（A）からステップ（F）の間、常にヒータ247が、ガス排気管231を加熱するよう制御を行なう。30

#### 【0036】

なお、上記例では、処理ガスとしてTiCl<sub>4</sub>及びNH<sub>3</sub>を用いて説明したが、それに限らず、TDMAT（テトラキスジメチルアミノチタン）及びNH<sub>3</sub>を用いてもよい。TDMAT及びNH<sub>3</sub>を用いる場合は、上記のステップ（A）からステップ（F）において、ガス排気管231を120以上に維持する。

また、NH<sub>3</sub>を活性化させる方法として、NH<sub>3</sub>プラズマを生成したが、それに限るものではなく、ヒータ207によりNH<sub>3</sub>を加熱し、活性化させることもできる。40

#### 【0037】

##### 【基板処理装置の概略】

次に、図6、図7を参照して、本実施例に係る基板処理装置100を概略的に説明する。図6は、本発明の実施例に係るバッチ式縦型成膜装置を示す斜視図である。図7は、本発明の実施例に係るバッチ式縦型成膜装置の垂直断面図である。

図6に示すように、基板処理装置100の筐体101内部の前面側には、カセットステージ105が設けられている。カセットステージ105は、図示しない外部搬送装置との間で、基板収納容器としてのカセット100の授受を行う。カセットステージ105の後方には、カセット搬送機115が設けられている。カセット搬送機115の後方には、カ50

セット100を保管するためのカセット棚109が設けられる。また、カセットステージ105の上方には、カセット100を保管するための予備カセット棚110が設けられている。予備カセット棚110の上方には、クリーンユニット118が設けられている。クリーンユニット118は、クリーンエアを筐体101の内部を流通させる。

【0038】

筐体101の後部上方には、処理炉202が設けられている。処理炉202の下方には、ポートエレベータ121が設けられている。ポートエレベータ121は、ウエハ200を搭載したポート217を、処理炉202の内と外の間で昇降させる。ポート217は、ウエハ200を水平姿勢で多段に保持する基板保持具である。ポートエレベータ121には、処理炉202の下端を塞ぐための蓋体としてのシールキャップ219が取り付けられている。シールキャップ219は、ポート217を垂直に支持する。

ポートエレベータ121とカセット棚109との間には、ウエハ200を搬送するウエハ移載機112が設けられている。ポートエレベータ121の横には、処理炉202の下端を気密に閉塞するための炉口シャッタ116が設けられている。炉口シャッタ116は、ポート217が処理炉202の外にあるときに、処理炉202の下端を閉塞することができる。

【0039】

ウエハ200が装填されたカセット100は、図示しない外部搬送装置からカセットステージ105に搬入される。さらに、カセット100は、カセット搬送機115により、カセットステージ105からカセット棚109または予備カセット棚110に搬送される。カセット棚109には、ウエハ移載機112の搬送対象となるカセット100が収納される移載棚123がある。ポート217に対してウエハ200が移載されるカセット100は、カセット搬送機115により移載棚123に移載される。カセット100が移載棚123に移載されると、ウエハ移載機112により、移載棚123から降下状態のポート217に、ウエハ200を移載する。

【0040】

ポート217に所定枚数のウエハ200が移載されると、ポートエレベータ121により、ポート217が処理炉202内に挿入され、シールキャップ219により、処理炉202が気密に閉塞される。気密に閉塞された処理炉202内では、ウエハ200が加熱されると共に、処理ガスが処理炉202内に供給され、ウエハ200に加熱等の処理がなされる。

ウエハ200の処理が完了すると、上記した動作の逆の手順により、ウエハ200は、ウエハ移載機112により、ポート217から移載棚123のカセット100に移載され、カセット100は、カセット搬送機115により、移載棚123からカセットステージ105に移載され、図示しない外部搬送装置により、筐体101の外部に搬出される。

ポート217が降下状態において、炉口シャッタ116は、処理炉202の下端を気密に閉塞し、外気が処理炉202内に巻き込まれるのを防止している。

【0041】

なお、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更が可能であることはいうまでもない。

例えば、成膜処理は窒化チタン膜を形成する処理に限らず、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、他の酸化膜や窒化膜、さらには、金属膜および半導体膜（例えば、ポリシリコン膜）等の他の薄膜を形成する処理であってもよい。

前記実施例においては、ALD法を実施するバッチ式縦型成膜装置について説明したが、本発明は、枚葉装置にも適用することができる。

前記実施例では、ウエハに処理が施される場合について説明したが、処理対象はホトマスクやプリント配線基板、液晶パネル、コンパクトディスクおよび磁気ディスク等であってもよい。

【0042】

以上の、本明細書の記載に基づき、次の発明を把握することができる。すなわち、第1

10

20

30

40

50

の発明は、

基板を収容した基板処理室内に、第1の元素を含む原料ガスを供給して、前記基板上に前記第1の元素を含む膜を形成する第1の工程と、

前記基板処理室内に不活性ガスを瞬時に供給して、前記基板処理室内に残留する前記原料ガスを除去する第2の工程と、

を備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

このように半導体装置の製造方法を構成すると、基板表面等に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去することができる。

#### 【0043】

第2の発明は、前記第1の発明における半導体装置の製造方法であって、さらに、

10

前記基板処理室内に、第2の元素を含む改質ガスを供給して、前記基板上に前記第1の工程により形成された第1の元素を含む膜を、前記第1の元素と第2の元素を含む膜に改質する第3の工程と、

前記基板処理室内に不活性ガスを瞬時に供給して、前記基板処理室内に残留する前記改質ガスを除去する第4の工程と、

を備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

このように半導体装置の製造方法を構成すると、第1の工程と第3の工程において基板表面等に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去することができる。

#### 【0044】

第3の発明は、前記第2の発明における半導体装置の製造方法であって、

20

前記原料ガスは、常温常圧において液体であり、

前記第1の工程では、前記基板処理室内の雰囲気を排気しつつ、前記原料ガスを前記基板処理室内に供給し、

前記第3の工程では、前記基板処理室内の雰囲気を排気しつつ、前記改質ガスを前記基板処理室内に供給することを特徴とする。

このように半導体装置の製造方法を構成すると、第1の工程や第3の工程において、基板表面等への原料ガスや改質ガスの吸着を抑制できるので、第2の工程や第4の工程において、基板表面等に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去することができる。

#### 【0045】

第4の発明は、前記第2の発明、又は前記第3の発明における半導体装置の製造方法であって、

30

前記第2の工程及び前記第4の工程において、前記基板処理室内に不活性ガスを供給した後の前記基板処理室内の圧力上昇値が、約10～200Paであることを特徴とする。

このように半導体装置の製造方法を構成すると、基板表面等に吸着した余分な原料分子を、効果的に、短時間で除去することができる。

#### 【0046】

第5の発明は、前記第2の発明ないし前記第4の発明における半導体装置の製造方法であって、

さらに、前記基板処理室に接続されたガス溜め部に不活性ガスを充填する不活性ガス充填工程を備え、

40

前記第2の工程及び前記第4の工程の前に、前記不活性ガス充填工程を行い、

前記第2の工程及び前記第4の工程では、前記不活性ガス充填工程により前記ガス溜め部に充填された不活性ガスを、前記基板処理室内に供給することを特徴とする。

このように半導体装置の製造方法を構成すると、基板表面等に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去することができる。

#### 【0047】

第6の発明は、前記第5の発明における半導体装置の製造方法であって、

前記不活性ガス充填工程は、前記第1の工程又は前記第3の工程と、時間的に重なるよう並行して行われることを特徴とする。

このように半導体装置の製造方法を構成すると、生産性を落とすことなく、基板表面等

50

に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去することができる。

#### 【0048】

第7の発明は、前記第5の発明又は前記第6の発明における半導体装置の製造方法であって、

前記不活性ガス充填工程においては、前記ガス溜め部の圧力が所定の圧力となるまで、前記ガス溜め部に不活性ガスを充填可能であることを特徴とする。

このように半導体装置の製造方法を構成すると、ガス溜め部の容積を一定としたまま、容積の異なる種々の基板処理室に対応することができる。あるいは、ガス溜め部の容積を一定としたまま、前記基板処理室内に不活性ガスを供給した直後の前記基板処理室内の最適な圧力上昇値が異なる種々の成膜プロセスに対応することができる。

10

#### 【0049】

第8の発明は、前記第2の発明ないし前記第7の発明における半導体装置の製造方法であって、

さらに、前記基板処理室内の雰囲気を排気する排気工程を備え、

前記第1の工程、前記第2の工程、前記排気工程、前記第3の工程、前記第4の工程、前記排気工程の順に処理を行うことを特徴とする。

このように半導体装置の製造方法を構成すると、基板表面から脱離した原料分子を、確実に除去することができる。

#### 【0050】

第9の発明は、前記第2の発明ないし前記第4の発明における半導体装置の製造方法であって、

20

さらに、前記基板処理室に接続された不活性ガス供給管に不活性ガスを充填する不活性ガス充填工程を備え、

前記第2の工程及び前記第4の工程の前に、前記不活性ガス充填工程を行い、

前記第2の工程及び前記第4の工程では、前記不活性ガス充填工程により前記不活性ガス供給管に充填された不活性ガスを、前記基板処理室内に供給することを特徴とする。

このように半導体装置の製造方法を構成すると、基板表面等に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去することができる。

#### 【0051】

第10の発明は、

30

基板を収容する基板処理室と、

前記基板処理室内に原料ガスを供給する原料ガス供給部と、

前記基板処理室内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給部と、

前記基板処理室内の雰囲気を排気する排気部と、

前記原料ガス供給部、前記不活性ガス供給部、前記排気部を制御する制御部とを備え、

前記制御部は、前記基板処理室内に原料ガスを供給した後、前記基板処理室内に不活性ガスを供給し、前記基板処理室内に不活性ガスを供給するときは、不活性ガスを瞬時に供給するよう制御することを特徴とする基板処理装置。

このように基板処理装置を構成すると、基板表面等に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去することができる。

40

#### 【0052】

第11の発明は、前記第10の発明における基板処理装置であって、さらに、

前記基板処理室内に改質ガスを供給する改質ガス供給部を備え、

前記制御部は、前記基板処理室内に原料ガスを供給した後、前記基板処理室内に不活性ガスを供給し、次に、前記基板処理室内に改質ガスを供給した後、前記基板処理室内に不活性ガスを供給するよう制御するものであり、前記基板処理室内に不活性ガスを供給するときは、不活性ガスを瞬時に供給するよう制御することを特徴とする基板処理装置。

このように基板処理装置を構成すると、原料ガス供給工程と改質ガス供給工程において基板表面等に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去することができる。

#### 【0053】

50

第12の発明は、前記第10の発明又は前記第11の発明における基板処理装置であつて、

前記不活性ガス供給部は、前記基板処理室と接続された不活性ガス供給管と、該不活性ガス供給管を開閉する第1の不活性ガス開閉バルブと、該第1の不活性ガス開閉バルブよりも上流に設けられたガス溜め部を備え、

前記制御部は、前記第1の不活性ガス開閉バルブを閉じた状態で、不活性ガスを前記不活性ガス供給管に供給してガス溜め部に溜めた後、前記第1の不活性ガス開閉バルブを開けて、前記ガス溜め部に溜めた不活性ガスを、前記基板処理室に供給するよう制御することを特徴とする。

このように基板処理装置を構成すると、基板表面等に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去することができる。 10

【0054】

第13の発明は、前記第12の発明における基板処理装置であつて、

前記不活性ガス供給部は、前記ガス溜め部よりも上流に設けられた第2の不活性ガス開閉バルブを備え、

前記制御部は、前記第1の不活性ガス開閉バルブを閉じ、前記第2の不活性ガス開閉バルブを開けた状態で、不活性ガスを前記不活性ガス供給管に供給してガス溜め部に溜めた後、前記第1の不活性ガス開閉バルブを開け、前記第2の不活性ガス開閉バルブを閉じた状態で、前記ガス溜め部に溜めた不活性ガスを、前記基板処理室に供給するよう制御することを特徴とする。 20

このように基板処理装置を構成すると、基板処理室内の圧力上昇値を制御することができる。

【0055】

第14の発明は、前記第12の発明ないし前記第13の発明における基板処理装置であつて、

前記ガス溜め部の内径は、前記不活性ガス供給管の内径よりも大きいものであることを特徴とする。

このように基板処理装置を構成すると、ガス溜め部に溜めた不活性ガスを、短時間で、基板処理室へ供給することができる。

【0056】

第15の発明は、前記第12の発明ないし前記第14の発明における基板処理装置であつて、

前記基板処理室の容積と、前記ガス溜め部の容積との容積比は、約200～2000であることを特徴とする。

このように基板処理装置を構成すると、基板表面等に吸着した余分な原料分子を、効果的に、短時間で除去することができる。

【0057】

第16の発明は、前記第10の発明又は前記第11の発明における基板処理装置であつて、

前記不活性ガス供給部は、前記基板処理室と接続された不活性ガス供給管と、該不活性ガス供給管を開閉する第1の不活性ガス開閉バルブとを備え、 40

前記制御部は、前記第1の不活性ガス開閉バルブを閉じた状態で、不活性ガスを前記不活性ガス供給管に充填した後、前記第1の不活性ガス開閉バルブを開けて、前記不活性ガス供給管に充填した不活性ガスを、前記基板処理室に供給するよう制御することを特徴とする。

このように基板処理装置を構成すると、基板表面等に吸着した余分な原料分子を、短時間で除去することができる。

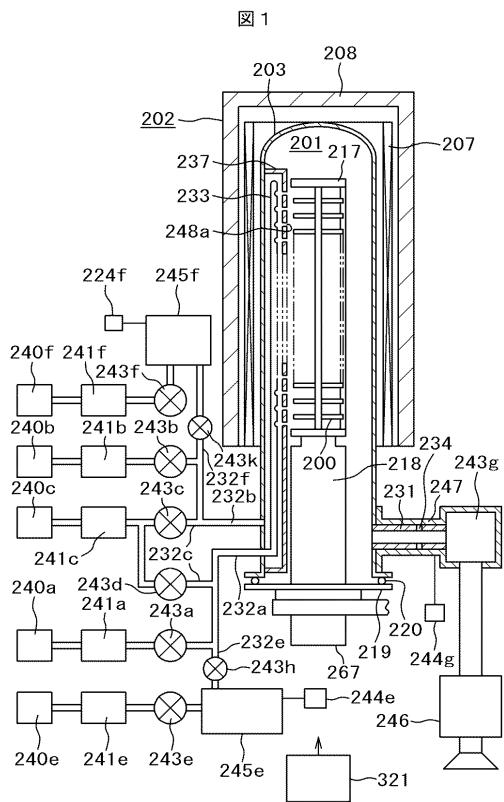
【符号の説明】

【0058】

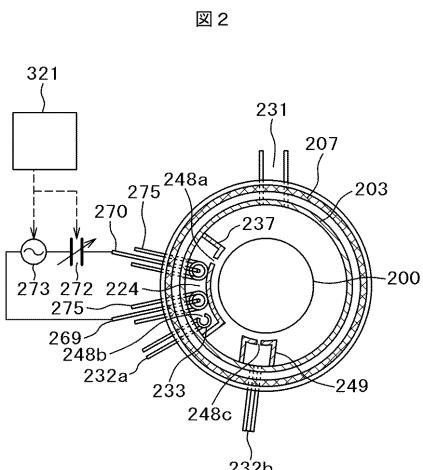
100…基板処理装置、200…ウエハ、201…基板処理室、202…処理炉、20 50

3 ... 反応管、2 0 7 ... ヒータ、2 0 8 ... 断熱部材、2 1 7 ... ポート、2 1 8 ... 石英キャップ、2 1 9 ... シールキャップ、2 2 0 ... O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 ... 第2のガス供給管、2 3 2 b ... 第1のガス供給管、2 3 2 c ... クリーニングガス供給管、2 3 2 e ... ガス供給管、2 3 2 f ... ガス供給管、2 3 3 ... ノズル、2 3 7 ... バッファ室、2 4 0 a ... 第2の処理ガス供給源、2 4 0 b ... 第1の処理ガス供給源、2 4 0 c ... クリーニングガス供給源、2 4 0 e ... 不活性ガス供給源、2 4 0 f ... 不活性ガス供給源、2 4 1 a ... マスフローコントローラ、2 4 1 b ... マスフローコントローラ、2 4 1 c ... マスフローコントローラ、2 4 1 e ... マスフローコントローラ、2 4 1 f ... マスフローコントローラ、2 4 3 a ... 開閉バルブ、2 4 3 b ... 開閉バルブ、2 4 3 c ... 開閉バルブ、2 4 3 d ... 開閉バルブ、2 4 3 e ... 開閉バルブ、2 4 3 f ... 開閉バルブ、2 4 3 g ... APCバルブ、2 4 4 e ... 圧力センサ、2 4 4 f ... 圧力センサ、2 4 4 g ... 圧力センサ、2 4 5 e ... ガス溜め部、2 4 5 f ... ガス溜め部、2 4 6 ... 真空ポンプ、2 4 7 ... ヒータ、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 ... ガス供給室、2 6 7 ... ポート回転機構、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、3 2 1 ... コントローラ。  
10

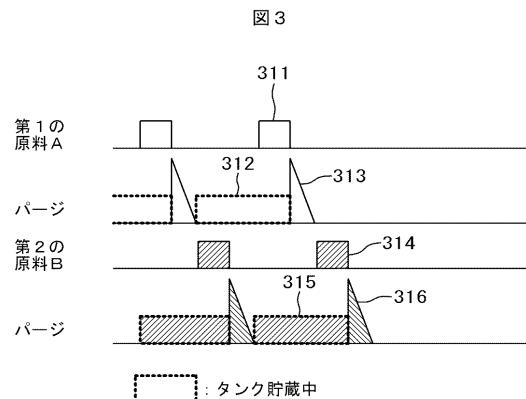
【 図 1 】



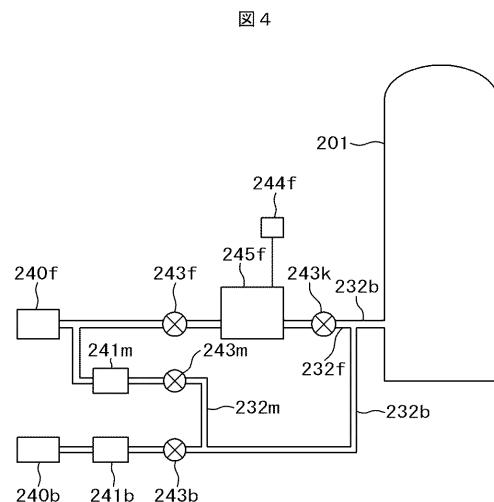
【 図 2 】



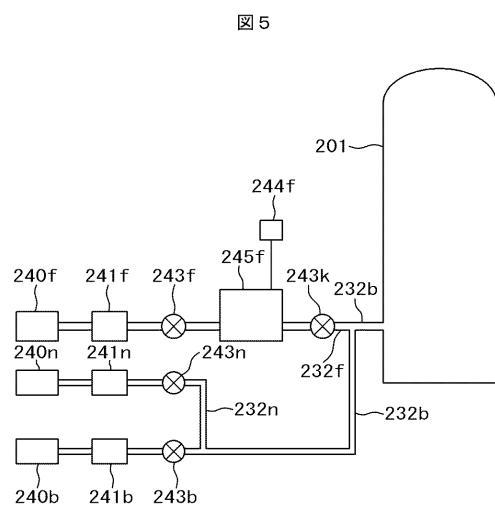
【図3】



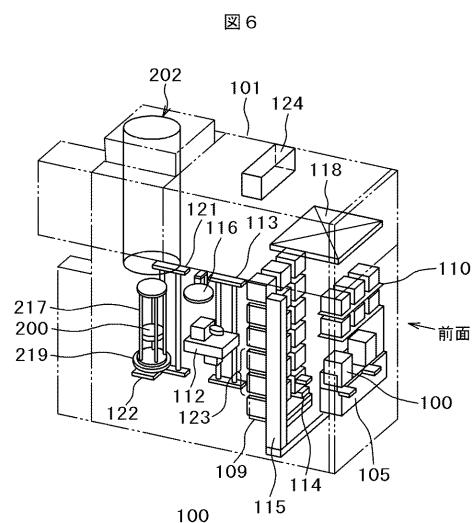
【図4】



【図5】

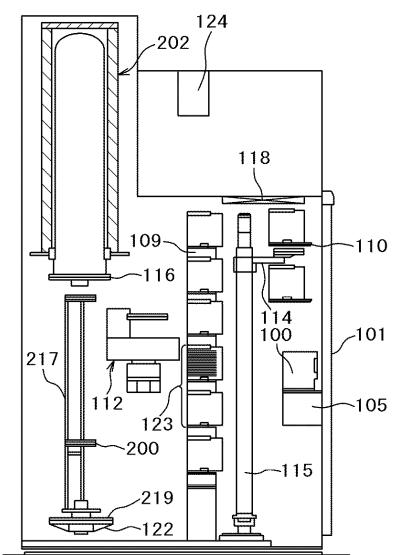


【図6】



【図7】

図7



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-263224(JP,A)  
特開2006-237532(JP,A)  
特開2006-269532(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 16/00 - 16/56  
H01L 21/205, 21/31