

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-21860

(P2008-21860A)

(43) 公開日 平成20年1月31日(2008.1.31)

(5) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/31 (2006.01)	HO 1 L 21/31 C	3 B 1 1 6
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 1 O 1 H	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/44 (2006.01)	HO 1 L 21/31 E	5 F 0 0 4
BO 8 B 7/00 (2006.01)	C 2 3 C 16/44 J	5 F 0 4 5
	BO 8 B 7/00	

審査請求 有 請求項の数 16 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2006-192991 (P2006-192991)  
 (22) 出願日 平成18年7月13日 (2006.7.13)

(71) 出願人 000219967  
 東京エレクトロン株式会社  
 東京都港区赤坂五丁目3番6号  
 (74) 代理人 100090125  
 弁理士 浅井 章弘  
 (72) 発明者 周 保華  
 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS  
 放送センター東京エレクトロン株式会社内  
 (72) 発明者 長谷部 一秀  
 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS  
 放送センター東京エレクトロン株式会社内  
 Fターム(参考) 3B116 AA47 AB51 BC01  
 4K030 AA06 AA13 AA18 BA40 CA04  
 CA12 DA06 EA03 FA01 FA10  
 GA06 JA16 KA04 KA30 KA41  
 最終頁に続く

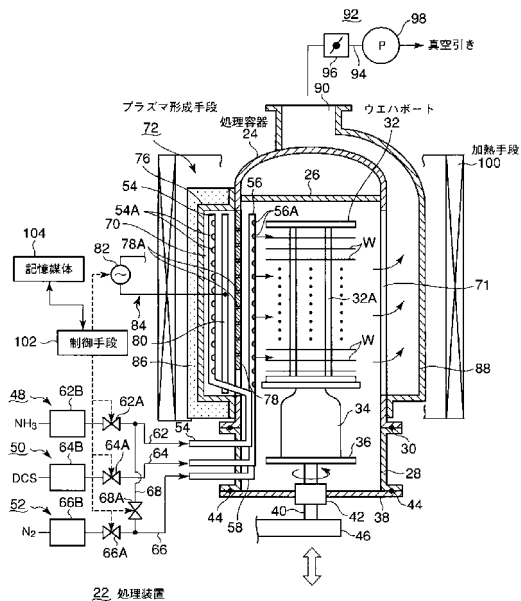
(54) 【発明の名称】 処理装置及びこのクリーニング方法

(57) 【要約】

【課題】 プラズマによるスパッタ効果等で内壁に付着している不要な薄膜を除去するようにし、後工程におけるプラズマ成膜時にパーティクルが発生することを大幅に抑制することが可能な処理装置のクリーニング方法を提供する。

【解決手段】 縦型の処理容器24と、複数枚の被処理体Wを処理容器内へ収容する保持手段32と、容器側壁に沿って設けられたプラズマ室70と、プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段48と、プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段72と、加熱手段100とを有し、プラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置をクリーニングする方法において、プラズマ用ガス供給手段からプラズマ化が可能なクリーニングガスを供給しつつ前記プラズマを発生させてクリーニング処理を行うようにする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、

被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、

前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、

前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、

前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、

前記処理容器の周囲を囲むようにして設けた加熱手段とを有し、前記被処理体に対してプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置をクリーニングするクリーニング方法において、

前記プラズマ用ガス供給手段からプラズマ化が可能なクリーニングガスを供給しつつ前記プラズマを発生させてクリーニング処理を行うようにしたことを特徴とする処理装置のクリーニング方法。

10

## 【請求項 2】

前記プラズマを連続的に発生させることを特徴とする請求項 1 記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 3】

前記プラズマをパルス状に間欠的に発生させることを特徴とする請求項 1 記載の処理装置のクリーニング方法。

20

## 【請求項 4】

前記クリーニングガスは前記プラズマの発生と同期して供給されることを特徴とする請求項 3 記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 5】

前記プラズマ室内へは前記クリーニングガスを供給しない間欠期間には不活性ガスを供給することを特徴とする請求項 4 記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 6】

前記不活性ガスは前記プラズマガス供給手段から前記クリーニングガスと交互に切り替えて供給されることを特徴とする請求項 5 記載の処理装置のクリーニング方法。

30

## 【請求項 7】

前記クリーニングガスは連続的に供給されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 8】

前記処理容器内へ不活性ガスが連続的に供給されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 9】

前記クリーニング処理を行う直前には、プラズマを用いない熱成膜処理が行われており、且つ前記クリーニング処理の直後には、プラズマを用いない熱成膜処理、或いはプラズマを用いたプラズマ成膜処理が行われることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

40

## 【請求項 10】

前記クリーニング処理を行う直前には、プラズマを用いた成膜処理が行われており、且つ前記クリーニング処理の直後には、プラズマを用いない熱成膜処理、或いはプラズマを用いたプラズマ成膜処理が行われることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 11】

前記クリーニング処理における前記プラズマ形成手段の電力は、前記プラズマ成膜処理における前記プラズマ形成手段の電力よりも大きく設定されていることを特徴とする請求項 9 又は 10 記載の処理装置のクリーニング方法。

50

## 【請求項 1 2】

前記クリーニングガスは前記プラズマ成膜処理で用いられるガスであることを特徴とする請求項 9 乃至 1 1 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 1 3】

前記クリーニングガスは F 系及び C 1 系ガス以外のガスであることを特徴とする請求項 9 乃至 1 2 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 1 4】

真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、

被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、

前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、

前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、

前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、

前記処理容器内の周囲を囲むようにして設けた加熱手段と、

前記処理容器内へ原料ガスを供給する原料ガス供給手段とを有し、前記被処理体に対してプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置において、

請求項 1 乃至 1 3 のいずれかに記載のクリーニング方法を行うように制御する制御手段を設けるように構成したことを特徴とする処理装置。

10

## 【請求項 1 5】

真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、

被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、

前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、

前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、

前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、

前記処理容器内の周囲を囲むようにして設けた加熱手段と、

前記処理容器内へ原料ガスを供給する原料ガス供給手段とを有し、前記被処理体に対してプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置を制御するに際して、

請求項 1 乃至 1 3 のいずれかに記載のクリーニング方法を行なうように前記処理装置を制御するプログラムを記憶することを特徴とする記憶媒体。

20

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体ウエハ等の被処理体にプラズマ成膜処理やプラズマを用いない熱による成膜処理を選択的に行うことができる兼用型の処理装置及びこのクリーニング方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、半導体集積回路を製造するためにはシリコン基板等よりなる半導体ウエハに対して、成膜処理、エッチング処理、酸化処理、拡散処理、改質処理、自然酸化膜の除去処理等の各種の処理が行なわれる。これらの処理を特許文献 1 等に開示されている縦型の、いわゆるバッチ式の処理装置にて行う場合には、まず、半導体ウエハを複数枚、例えば 2 5 枚程度収容できるカセットから、半導体ウエハを縦型のウエハポートへ移載してこれに多段に支持させる。このウエハポートは、例えばウエハサイズにもよるが 3 0 ~ 1 5 0 枚程度のウエハを載置できる。このウエハポートは、排気可能な処理容器内にその下方より搬入（ロード）された後、処理容器内が気密に維持される。そして、処理ガスの流量、プロセス圧力、プロセス温度等の各種のプロセス条件を制御しつつ例えば所定の熱処理が施される。

40

50

## 【0003】

ところで、最近にあっては半導体集積回路の更なる高集積化及び高微細化の要求が強くなされており、回路素子の特性の向上の上から半導体集積回路の製造工程における熱履歴も低減化することが望まれている。このような状況下において、縦型の、いわゆるバッチ式の縦型の処理装置においても、ウエハをそれ程の高温に晒さなくても目的とする処理が可能なることから、原料ガス等を間欠的に供給しながら原子レベルで1層～数層ずつ、或いは分子レベルで1層～数層ずつ繰り返し成膜する方法が知られている（特許文献2、3等）。

## 【0004】

そして、最近にあっては、半導体集積回路に用いる膜種の特性から、成膜温度等のプロセス処理時の更なる低温化が求められており、そのために、縦型のバッチ式の処理装置においても、プラズマのアシストを受けることによりウエハ温度が低温でも所望する反応が得られるプラズマ処理装置が提案されている（例えば特許文献4、5、6）。

10

## 【0005】

ここで、上述した従来のプラズマ処理装置を図7に基づいて説明する。ここではシラン系ガスであるジクロロシラン（以下「DCS」とも称す）と窒化ガスであるNH<sub>3</sub> ガスを用いてシリコン窒化膜（SiN）を形成する場合について説明する。図7は従来の一般的な縦型のプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

このプラズマ処理装置は縦型の処理容器2を有しており、この処理容器2内には、ウエハポート4に多段に支持された被処理体として複数枚の半導体ウエハWが収容されている。

20

## 【0006】

この処理容器2の一側には、この容器をその半径方向外方へ突出させて容器の高さ方向に沿って形成されたプラズマ室6が設けられている。そして、このプラズマ室6には、例えば13.56MHzの高周波電源8に接続されたプラズマ電極9が設けられている。このプラズマ室6内には、プラズマ用ガスを流すプラズマ用ガス供給ノズル10が起立させて設けられており、このノズル10に設けた多数の噴射口10Aより、プラズマ用ガスとして例えばNH<sub>3</sub> ガスを噴射するようになっている。

## 【0007】

また上記処理容器2内には、原料ガスを流す原料ガスノズル12が起立させて設けられており、このノズル12に設けた多数の噴射口12Aより原料ガスとして例えばDCSガスを噴射するようになっている。また処理容器2の中心に対して上記プラズマ室6とは反対側の側壁には細長い排気口14が設けられており、処理容器2内を横断して流れてきたガスをこの排気口14を介して容器上方に設けたガス出口16へ導き、これより真空排気されるようになっている。またこの処理容器2の外側には、これを囲んで円筒体状になされた抵抗加熱ヒータよりなる加熱手段18が設けられており、これにより上記ウエハWを加熱し得るようになっている。

30

## 【0008】

このプラズマ装置においては、NH<sub>3</sub> ガスとDCSガスとを交互に異なるタイミングで供給し、NH<sub>3</sub> ガスの供給時にはNH<sub>3</sub> ガスをプラズマ室6へ供給すると同時に高周波を印加してプラズマを立てて活性種を作るようになっている。そして、ウエハ表面上にDCSガスが分子レベルで一層、或いは複数層吸着して余分なDCSガスを不活性ガスでパージし、或いは真空引きで排除した後、NH<sub>3</sub> の活性種で低温での窒化を促進して窒化膜を形成する。そして、この一連の工程を繰り返し行って所望の厚さのシリコン窒化膜を形成するようになっている。尚、このように、異種ガスを交互に間欠的に供給して成膜を行う方法を、いわゆるALD法と称す。

40

## 【0009】

【特許文献1】特開2004-6801号公報

【特許文献2】特開平6-45256号公報

【特許文献3】特開平11-87341号公報

50

【特許文献4】特開2005-340787号公報

【特許文献5】特開2006-49808号公報

【特許文献6】特開2005-167027号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、上記したプラズマ処理装置では、プラズマを発生するための機構を有しているが、周知のようにこの種の半導体製造装置は非常に高価であることから、プラズマを用いることなく熱処理で例えば成膜処理を行う必要がある時には、このプラズマ処理装置を兼用してプラズマレスで熱処理を施すことも行われている。例えば、この処理装置でプラズマレスの熱CVD(Chemical Vapor Deposition)法やプラズマレスの熱ALD法により成膜を行う場合には、高周波電源8をオフした状態で、加熱手段18により処理容器2内のウエハWを所定の温度に加熱維持し、この状態で各ノズル10、12から必要なガスをそれぞれ供給することにより熱CVD法や熱ALD法により成膜を行うようになっている。

10

【0011】

しかしながら、このような処理装置をプラズマレスの成膜処理にも兼用して用いた場合、この処理容器2の内壁やプラズマ室6の内壁に不要な付着膜が堆積することは避けられない。そして、上記プラズマレスの成膜処理が終了して、次にプラズマを用いた成膜処理を行う時に、上記プラズマレスの成膜処理時に付着した付着膜が、クリーニングを行う必要のない僅かな付着膜量であっても特にプラズマ室6内ではプラズマによる衝撃により、プラズマ室6の内壁面から剥がれ落ちて、これがパーティクルとなってウエハWに付着する、という問題があった。

20

【0012】

この場合、プラズマを用いた成膜処理を再開する直前に、 $\text{NF}_3$ ガスや $\text{ClF}_3$ ガス等のF系、或いはCl系などのハロゲン系のエッチングガスを用いてクリーニング処理を行うことも考えられるが、このようなハロゲン系ガスを用いてクリーニング処理を行った場合には、容器内部に残留するF元素やCl元素を処理容器2内から十分に排除するのに時間がかかるのみならず、更に、処理容器2内の壁面を所定のコンディションにするためのプリコート処理も行う必要があるため、多くの時間を要してしまい、全体的に処理装置稼働率が低下してしまう、といった問題があった。

30

また、上記した不要な付着膜の問題は、プラズマを用いた成膜処理時にも、上記プラズマレスの熱CVD法や熱ALD法程ではないが、僅かに発生していた。

【0013】

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、プラズマ用ガス供給手段からプラズマ化が可能なクリーニングガスを供給しつつプラズマを発生させ、このプラズマによるスパッタ効果等で内壁に付着している不要な薄膜を除去するようにしたので、後工程における成膜時(特にプラズマ成膜時)にパーティクルが発生することを大幅に抑制することが可能な処理装置及びこのクリーニング方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0014】

請求項1に係る発明は、真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、前記処理容器の周囲を囲むようにして設けた加熱手段とを有し、前記被処理体に対してプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置をクリーニングするクリーニング方法において、前記プラズマ用ガス供給手段からプラズマ化が可能なク

50

リーニングガスを供給しつつ前記プラズマを発生させてクリーニング処理を行うようにしたことを特徴とする処理装置のクリーニング方法である。

【0015】

このように、プラズマ用ガス供給手段からプラズマ化が可能なクリーニングガスを供給しつつプラズマを発生させ、このプラズマによるスパッタ効果等で内壁に付着している不要な薄膜を除去するようにしたので、後工程における成膜時（特にプラズマ成膜時）にパーティクルが発生することを大幅に抑制することができる。

【0016】

この場合、例えば請求項2に記載されたように、前記プラズマを連続的に発生させる。

また例えば請求項3に記載されたように、前記プラズマをパルス状に間欠的に発生させる。

10

このように、プラズマをパルス状に間欠的に発生させることにより、プラズマの着火時の大きな衝撃力をパルス状に繰り返し付与することができるので、不要な付着膜の除去効率を大幅に向上させることができる。

また例えば請求項4に記載されたように、前記クリーニングガスは前記プラズマの発生と同期して供給される。

【0017】

また例えば請求項5に記載されたように、前記プラズマ室内へは前記クリーニングガスを供給しない間欠期間には不活性ガスを供給する。

また例えば請求項6に記載されたように、前記不活性ガスは前記プラズマガス供給手段から前記クリーニングガスと交互に切り替えて供給される。

20

また例えば請求項7に記載されたように、前記クリーニングガスは連続的に供給される。

また例えば請求項8に記載されたように、前記処理容器内へ不活性ガスが連続的に供給されている。

また例えば請求項9に記載されたように、前記クリーニング処理を行う直前には、プラズマを用いない熱成膜処理が行われており、且つ前記クリーニング処理の直後には、プラズマを用いない熱成膜処理、或いはプラズマを用いたプラズマ成膜処理が行われる。

また例えば請求項10に記載されたように、前記クリーニング処理を行う直前には、プラズマを用いた成膜処理が行われており、且つ前記クリーニング処理の直後には、プラズマを用いない熱成膜処理、或いはプラズマを用いたプラズマ成膜処理が行われる。

30

【0018】

また例えば請求項11に記載されたように、前記クリーニング処理における前記プラズマ形成手段の電力は、前記プラズマ成膜処理における前記プラズマ形成手段の電力よりも大きく設定されている。

このように、クリーニング処理におけるプラズマ形成手段の電力を、プラズマ成膜処理におけるプラズマ形成手段の電力よりも大きく設定しているので、クリーニング処理後の後工程でプラズマ成膜処理を行った時には、このプラズマ成膜処理時においてプラズマを発生させても、この時の電力はクリーニング処理時の電力よりも小さいので、このプラズマ成膜処理時の小さな電力による小さな衝撃力で剥離するような不要な薄膜は、すでにクリーニング処理時の大きな電力による大きな衝撃力により剥離されて取り除かれている状態になっており、この結果、後工程でプラズマ成膜処理を行った場合にはパーティクルが発生することを一層抑制することができる。

40

【0019】

また例えば請求項12に記載されたように、前記クリーニングガスは前記プラズマ成膜処理で用いられるガスである。

このように、クリーニングガスとしては後工程で行うプラズマ成膜処理で用いられるガスを用いることにより、このプラズマ成膜処理において膜中に不純物元素が混入することを防止することができる。

50

## 【 0 0 2 0 】

また例えば請求項 1 3 に記載されたように、前記クリーニングガスは F 系及び C 1 系ガス以外のガスである。

このように、クリーニングガスとしては F 系及び C 1 系ガス以外のガスを用いることにより、その後、F 元素や C 1 元素が残留する時に行う残留ハロゲン排除処理や処理容器内のコンディションを整えるプリコート処理を行う必要がなくなるので、その分、成膜装置の稼働率を向上させることができる。

## 【 0 0 2 1 】

請求項 1 4 に係る発明は、真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、前記処理容器内の周囲を囲むようにして設けた加熱手段と、前記処理容器内へ原料ガスを供給する原料ガス供給手段とを有し、前記被処理体に対してプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置において、前記いずれかに記載のクリーニング方法を行うように制御する制御手段を設けるように構成したことを特徴とする処理装置である。

10

## 【 0 0 2 2 】

請求項 1 5 に係る発明は、真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、前記処理容器内の周囲を囲むようにして設けた加熱手段と、前記処理容器内へ原料ガスを供給する原料ガス供給手段とを有し、前記被処理体に対してプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置を制御するに際して、前記いずれかに記載のクリーニング方法を行なうように前記処理装置を制御するプログラムを記憶することを特徴とする記憶媒体である。

20

## 【 発明の効果 】

30

## 【 0 0 2 3 】

本発明に係る処理装置及びこのクリーニング方法によれば、次のような優れた作用効果を発揮することができる。

本発明によれば、プラズマ用ガス供給手段からプラズマ化が可能なクリーニングガスを供給しつつプラズマを発生させ、このプラズマによるスパッタ効果等で内壁に付着している不要な薄膜を除去するようにしたので、後工程における成膜時（特にプラズマ成膜時）にパーティクルが発生することを大幅に抑制することができる。

## 【 0 0 2 4 】

特に、請求項 3 に係る発明によれば、プラズマをパルス状に間欠的に発生させることにより、プラズマの着火時の大きな衝撃力をパルス状に繰り返し付与することができるので、不要な付着膜の除去効率を大幅に向上させることができる。

40

## 【 0 0 2 5 】

特に、請求項 1 1 に係る発明によれば、クリーニング処理におけるプラズマ形成手段の電力を、プラズマ成膜処理におけるプラズマ形成手段の電力よりも大きく設定しているので、クリーニング処理後の後工程でプラズマ成膜処理を行った時には、このプラズマ成膜処理時においてプラズマを発生させても、この時の電力はクリーニング処理時の電力よりも小さいので、このプラズマ成膜処理時の小さな電力による小さな衝撃力で剥離するような不要な薄膜は、すでにクリーニング処理時の大きな電力による大きな衝撃力により剥離されて取り除かれている状態になっており、この結果、後工程でプラズマ成膜処理を行った場合にはパーティクルが発生することを一層抑制することができる。

50

## 【 0 0 2 6 】

特に、請求項 1 2 に係る発明によれば、クリーニングガスとしては後工程で行うプラズマ成膜処理で用いられるガスを用いることにより、このプラズマ成膜処理において膜中に不純物元素が混入することを防止することができる。

特に、請求項 1 3 に係る発明によれば、クリーニングガスとしては F 系及び C 1 系ガス以外のガスを用いることにより、その後、F 元素や C 1 元素が残留する時に行う残留ハロゲン排除処理や処理容器内のコンディションを整えるプリコート処理を行う必要がなくなるので、その分、成膜装置の稼働率を向上させることができる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 2 7 】

10

以下に、本発明に係る処理装置及びこのクリーニング方法の一実施例を添付図面に基いて詳述する。

図 1 は本発明の係る処理装置の一例を示す縦断面構成図、図 2 は処理装置（加熱手段は省略）を示す横断面構成図、図 3 は本発明に係る処理装置の変形例の一部を示す部分断面図である。尚、ここでは原料ガスとしてシラン系ガスの 1 つであるジクロロシラン（DCS）を用い、プラズマ用ガスとして窒化ガスの 1 つであるアンモニアガス（NH<sub>3</sub>）を用い、上記 NH<sub>3</sub> ガスをプラズマにより活性化して活性種を作ってシリコン窒化膜（SiN）を成膜する場合を例にとって説明する。

## 【 0 0 2 8 】

20

図 1 及び図 2 に示すように、プラズマを形成することができるこの処理装置 2 2 は、下端が開口された有天井の円筒体状の処理容器 2 4 を有している。この処理容器 2 4 の全体は、例えば石英により形成されており、この処理容器 2 4 内の天井には、石英製の天井板 2 6 が設けられて封止されている。また、この処理容器 2 4 の下端開口部には、例えばステンレススチールにより円筒体状に成形されたマニホールド 2 8 がリング等のシール部材 3 0 を介して連結されている。尚、このマニホールド 2 8 を、上記処理容器 2 4 と同じ材料の例えば石英で処理容器 2 4 と一体成形してもよい。

## 【 0 0 2 9 】

30

上記処理容器 2 4 の下端は、上記マニホールド 2 8 によって支持されており、このマニホールド 2 8 の下方より多数枚の被処理体としての半導体ウエハ W を多段に載置した保持手段としての石英製のウエハポート 3 2 が昇降可能に挿脱自在になされている。本実施例の場合において、このウエハポート 3 2 の支柱 3 2 A には、例えば 5 0 ~ 1 0 0 枚程度の直径が 3 0 0 m m のウエハ W を略等ピッチで多段に支持できるようになっている。

## 【 0 0 3 0 】

このウエハポート 3 2 は、石英製の保温筒 3 4 を介してテーブル 3 6 上に載置されており、このテーブル 3 6 は、マニホールド 2 8 の下端開口部を開閉する例えばステンレススチール製の蓋部 3 8 を貫通する回転軸 4 0 上に支持される。

そして、この回転軸 4 0 の貫通部には、例えば磁性流体シール 4 2 が介設され、この回転軸 4 0 を気密にシールしつつ回転可能に支持している。また、蓋部 3 8 の周辺部とマニホールド 2 8 の下端部には、例えばリング等よりなるシール部材 4 4 が介設されており、処理容器 2 4 内のシール性を保持している。

40

## 【 0 0 3 1 】

上記した回転軸 4 0 は、例えばポートエレベータ等の昇降機構（図示せず）に支持されたアーム 4 6 の先端に取り付けられており、ウエハポート 3 2 及び蓋部 3 8 等を一体的に昇降して処理容器 2 4 内へ挿脱できるようになされている。尚、上記テーブル 3 6 を上記蓋部 3 8 側へ固定して設け、ウエハポート 3 2 を回転させることなくウエハ W の処理を行うようにしてもよい。

## 【 0 0 3 2 】

このマニホールド 2 8 には、処理容器 2 4 内の方へプラズマ化されるプラズマ用ガスとして例えば窒化ガスの 1 つであるアンモニア（NH<sub>3</sub>）ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段 4 8 と、原料ガスとして例えばシラン系ガスの 1 つである DCS（ジクロロシラ

50



ン)ガスを供給する原料ガス供給手段50と、パージガスとして不活性ガス、例えば $N_2$ ガスを供給するパージガス供給手段52とが設けられる。尚、ここで上記アンモニアは、クリーニング時にはプラズマ化が可能なクリーニングガスとして兼用される。具体的には、上記プラズマ用ガス供給手段48は、上記マニホールド28の側壁を内側へ貫通して上方向へ屈曲されて延びる石英管よりなるプラズマ用ガス分散ノズル54を有している。このプラズマ用ガス分散ノズル54には、その長さ方向に沿って複数(多数)のガス噴射孔54Aが所定の間隔を隔てて形成されており、各ガス噴射孔54Aから水平方向に向けて略均一にアンモニアガスを噴射できるようになっている。

#### 【0033】

また同様に上記原料ガス供給手段50も、上記マニホールド28の側壁を内側へ貫通して上方向へ屈曲されて延びる石英管よりなる原料ガス分散ノズル56を有している。上記原料ガス分散ノズル56には、その長さ方向に沿って複数(多数)のガス噴射孔56Aが所定の間隔を隔てて形成されており、各ガス噴射孔56Aから水平方向に向けて略均一に原料ガスであるDCSガスを噴射できるようになっている。また同様にパージガス供給手段52も、上記マニホールド28の側壁を内側へ貫通して上方向へ屈曲されて延びる石英管よりなるパージガス分散ノズル58を有している。このパージガス分散ノズル58には、その長さ方向に沿って複数(多数)のガス噴射孔58A(図2参照)が所定の間隔を隔てて形成されており、各ガス噴射孔58Aから水平方向に向けて略均一に $N_2$ ガスを噴射できるようになっている。

10

#### 【0034】

上記各ノズル54、56、58には、それぞれのガス通路62、64、66が接続されている。そして、各ガス通路62、64、66には、それぞれ開閉弁62A、64A、66A及びマスフローコントローラのような流量制御器62B、64B、66Bが介設されており、 $NH_3$ ガス、DCSガス及び $N_2$ ガスをそれぞれ流量制御しつつ供給できるようになっている。また、ここでは上記プラズマ用ガスのガス通路62の最下流側とパージガス用のガス通路66の最下流側とを連結して迂回ガス通路68が設けられると共に、この迂回ガス通路68の途中には開閉弁68Aが介設されており、上記開閉弁68A等を制御することにより、必要に応じて $N_2$ ガスを迂回させてプラズマ用ガス分散ノズル54から噴射できるようになっている。

20

#### 【0035】

そして、上記処理容器24の側壁には、その長さ方向(高さ方向)に沿ってプラズマを発生するためのプラズマ室70が形成されていると共に、このプラズマ室70にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段72が設けられている。また、このプラズマ室70に対向する処理容器24の反対側には、この内部雰囲気真空排気するために処理容器24の側壁を、例えば上下方向へ削り取ることによって形成した細長い排気口71が設けられている。

30

#### 【0036】

具体的には、上記プラズマ室70は、上記処理容器24の側壁を上下方向に沿って所定の幅で削り取ることによって上下に細長い縦長の開口部74(図2参照)を形成し、この開口部74をその外側より覆うようにして断面凹部状になされた上下に細長い例えば石英製のプラズマ区画壁76を容器外壁に気密に溶接接合することにより形成されている。上記開口部74は、ウエハポート32に保持されている全てのウエハWを高さ方向においてカバーできるように上下方向に十分に長く形成されている。そして、上記プラズマ室70の開口部74は、所定のガス口78Aの形成された例えば石英製の仕切板78が、その周辺部を開口部74の区画壁に溶接等することによって閉じられており、プラズマ室70と処理容器24内(ウエハ収容領域内)とを区画して仕切るようになっている。上記ガス口78Aは、例えば各ウエハ間に対応させて形成されており、上記プラズマ室70内が上記処理容器24内よりも圧力が高くなるように圧力差を生ぜしめつつプラズマ室70から処理容器24内へガス(活性種を含む)を通すように連通されている。

40

#### 【0037】

50

また、上記プラズマ区画壁 76 の両側壁の外側面には、その長さ方向（上下方向）に沿って互いに対向するようにして上記プラズマ形成手段 72 の一部を形成する細長い一対のプラズマ電極 80 が設けられる。このプラズマ電極 80 にはプラズマ発生用の高周波電源 82 が給電ライン 84 を介して接続されており、上記プラズマ電極 80 に例えば 13.56 MHz の高周波電圧を印加することによりプラズマを発生し得るようになっている。尚、この高周波電圧の周波数は 13.56 MHz に限定されず、他の周波数、例えば 400 kHz 等を用いてもよい。

#### 【0038】

そして、上記処理容器 24 内を上方向に延びて行くプラズマ用ガス分散ノズル 54 は途中で処理容器 24 の半径方向外方へ屈曲されて、上記プラズマ区画壁 76 内の一番奥（処理容器 24 の中心より一番離れた部分）に位置され、この一番奥の部分に沿って上方に向けて起立させて設けられている。従って、高周波電源 82 がオンされている時に上記プラズマ用ガス分散ノズル 54 のガス噴射孔 54A から噴射されたアンモニアガスはここで活性化されて活性種を発生して処理容器 24 の中心に向けて拡散しつつ流れるようになっている。

10

#### 【0039】

そして上記プラズマ区画壁 76 の外側には、これを覆うようにして例えば石英よりなる絶縁保護カバー 86 が取り付けられている。また、この絶縁保護カバー 86 の内側部分には、図示しない冷媒通路が設けられており、冷却された窒素ガスを流すことにより上記プラズマ電極 80 を冷却し得るようになっている。

20

#### 【0040】

そして上記プラズマ区画壁 76 の仕切板 78 の外側近傍、すなわち仕切板 78 の外側（処理容器 24 内）の両側には、上記原料ガス分散ノズル 56 とパージガス分散ノズル 58 とがそれぞれ片側ずつに起立させて設けられており、各ノズル 56、58 に設けた各ガス噴射孔 56A、58A より処理容器 24 の中心方向に向けて DC S ガスと  $N_2$  ガスとをそれぞれ噴射し得るようになっている。尚、図 2 に示す場合には、プラズマ室 70 内にはプラズマ用ガス分散ノズル 54 を設け、パージガス分散ノズル 58 を処理容器 24 内に設けたが、これに限定されず、図 3 に示すプラズマ形成手段 72 の変形例を示す断面図のようにプラズマ室 70 内にプラズマ用ガス分散ノズル 54 とパージガス分散ノズル 58 とを並べて設けるようにしてもよい。

30

#### 【0041】

一方、上記プラズマ室 70 に対向させて設けた排気口 71 には、これを覆うようにして石英よりなる断面コ字状に成形された排気口カバー部材 88 が溶接により取り付けられている。この排気口カバー部材 88 は、上記処理容器 24 の側壁に沿って上方に延びており、処理容器 24 の上方のガス出口 90 に連通されている。そして、上記ガス出口 90 には、真空排気系 92 が接続されている。この真空排気系 92 は、上記ガス出口 90 に連結された排気通路 94 を有しており、この排気通路 94 の途中には、ゲートバルブよりなる圧力制御弁 96 や真空ポンプ 98 が順次介設されている。そして、この処理容器 24 の外周を囲むようにしてこの処理容器 24 及びこの内部のウエハ W を加熱する筒体状の加熱手段 100 が設けられている。

40

#### 【0042】

そして、上記各ガスの供給、供給停止、ガス流量の制御及び高周波のオン・オフ制御、圧力制御弁 96 による圧力制御等は例えばマイクロコンピュータ等よりなる制御手段 102 により行われる。そして、この制御手段 102 は、この処理装置 22 の全体の動作も制御することになる。またこの制御手段 102 は、上記した装置全体の動作を制御するためのプログラムを記憶する例えばフロッピディスクやフラッシュメモリやハードディスクドライバ等の記憶媒体 104 を有している。

#### 【0043】

次に、以上のように構成された処理装置を用いて行なわれる成膜方法について図 4 乃至図 6 も参照して説明する。上述したように、以下に説明する動作は、上記記憶媒体 104

50

に記憶されたプログラムに基づいて行われる。図4は本発明装置を用いて行われる各処理の流れの概要を示すフローチャート、図5は本発明に係るプラズマを用いたクリーニング処理時の各ガスの供給態様とプラズマのオン・オフの態様の関係を示すフローチャート、図6は成膜処理の進行に従って発生するパーティクル数を示すグラフである。

【0044】

前述したように、本発明に係る処理装置22では、プラズマを用いた所定のプラズマ成膜処理とプラズマを用いない所定の熱処理とを選択的に行うことができるようになってい  
る。上記プラズマを用いない加熱による所定の成膜処理としては、例えば熱CVD処理や  
熱ALD処理が対応する。このような、プラズマを用いない成膜処理を行うと(図4中の  
S1)、必然的に処理容器24内の内壁面やプラズマ室70を区画するプラズマ区画壁7  
6の内面等に不要な付着膜が堆積することは避けられない。

10

【0045】

このような不要な付着膜は、このようなプラズマを用いない成膜処理を複数バッチに亘  
って連続的に行う場合には、かなりの厚さの不要な付着膜が堆積した時に、通常のように  
ドライクリーニングやウェットクリーニング処理を行えばよいが、プラズマを用いた成膜  
処理(図4中のS3)を行う場合には、特にプラズマ区画壁76の内面に僅かな厚さの不  
要な付着膜が付着しているだけでも、この付着膜がプラズマの発生時の衝撃力により、或  
いはプラズマ自体によるスパッタ等により壁面から剥がれ落ちてパーティクルの発生原因  
となってしまう。

【0046】

そのため、図4に示すように、特にプラズマを用いない成膜処理(S1)から、プラズ  
マを用いた成膜処理(S3)へ移行する際には、その直前に本発明方法に係るプラズマを  
用いたクリーニング処理S2を実行することとし、これにより僅かな不要な付着膜でもこ  
れを除去するようにする。この結果、後工程のステップS3で行うプラズマを用いた成膜  
処理時にパーティクルが発生しないようにすることが可能となる。

20

【0047】

ここで具体的な成膜処理について説明する。まず、常温の多数枚、例えば50~100  
枚の300mmサイズのウエハWが載置された状態のウエハポート32を予め所定の温度  
になされた処理容器24内にその下方より上昇させてロードし、蓋部38でマニホールド  
28の下端開口部を閉じることにより容器内を密閉する。そして処理容器24内を真空引  
きして所定のプロセス圧力に維持すると共に、加熱手段100への供給電力を増大させる  
ことにより、ウエハ温度を上昇させてプロセス温度を維持し、上記DCSガスとNH<sub>3</sub>  
ガスとを原料ガス供給手段50及びプラズマ用ガス供給手段48からそれぞれ供給し、回  
転しているウエハポート32に支持されているウエハWの表面にシリコン窒化膜(SiN  
)を形成する。

30

【0048】

この際、プラズマを用いない成膜処理、例えば熱CVD処理を行う場合には、原料ガス  
分散ノズル56からのDCSガスとプラズマ用ガス分散ノズル54からのNH<sub>3</sub>ガスと  
を同時に且つ連続的に供給し、これによりこれらの混合ガスは各ウエハW間を通過しつつ  
反応してウエハ表面にSiN膜を堆積し、この混合ガスは反対側の排気口71より排気さ  
れて行くことになる。尚、この場合、高周波電源82はオフ状態になっており、プラズマ  
を用いていないのは勿論である。

40

【0049】

またプラズマレスの熱ALD処理を行う場合には、NH<sub>3</sub>ガスはプラズマ用ガス分散  
ノズル54の各ガス噴射孔54Aから水平方向へ噴射され、また、DCSガスは原料ガス  
分散ノズル56の各ガス噴射孔56Aから水平方向へ噴射される。この場合、上記各ガス  
は、連続的に供給されるのではなく、互いにタイミングをずらして供給する。そして、タ  
イミングをずらしたガス同士は、間に間欠期間(パージ期間)を挟んで交互に間欠的に繰  
り返し供給され、シリコン窒化膜の薄膜を繰り返し積層する。上記両ガスは、先にDCS  
ガスを供給して原料ガスをウエハ表面に付着させ、その後NH<sub>3</sub>ガスを供給してウエ

50

ハ表面に付着している原料ガスを窒化して薄い層状のシリコン窒化膜を形成する、という1サイクルの処理を複数回繰り返し行う。

【0050】

この場合、両ガスの供給動作の間の間欠期間ではパージガスとして $N_2$ ガスを供給し、容器内の残留ガスの排出を促進させる。そして、この成膜処理が行われている間は、真空排気系92によって連続的に真空引きが行われている。またこの熱CVD処理や熱ALD処理時におけるプロセス温度は例えば650以上である。尚、この場合にも、高周波電源82はオフ状態になっており、プラズマを用いていないのは勿論である。

上記熱CVD処理や熱ALD処理では、上述したように特にプラズマ室70を区画するプラズマ区画壁76の内面に特に不要な付着膜が堆積するので、プラズマを用いた成膜処理を開始するに先立って、本発明に係るクリーニング処理を行う。

【0051】

また、ステップS3に示すプラズマを用いた成膜処理としては、例えばプラズマCVD処理やプラズマALD処理が対応する。一例としてプラズマALD処理を行う場合について説明すると、この時のガスの供給形態は先に説明した熱ALD処理を行う時と同様であり、 $NH_3$ ガスとDCSガスとを交互に且つ間欠的にパルス状に供給すると同時に、この間欠期間ではパージガスとして例えば $N_2$ ガスを供給し、容器内の残留ガスの排出を促進させる。そして、ここでは $NH_3$ ガスを供給する時に同期させて高周波電力をパルス状に供給し、プラズマを立てて $NH_3$ の活性種を形成する。

【0052】

これにより、シリコン窒化膜の薄膜が一層ずつ繰り返し形成されることになる。この場合には、プラズマのアシストによりシリコン窒化膜が形成されるので、先のプラズマレスの熱ALD処理時のプロセス温度よりも低い温度で成膜を行うことができる。

また、この時のプラズマ形成のためのプラズマ形成手段72の電力は例えば300ワット程度である。

【0053】

ここではプラズマALD処理について説明したが、プラズマCVD処理によりシリコン窒化膜を形成するようにしてもよく、この場合には、 $NH_3$ ガス及びDCSガスを同時に連続的に供給し、これと同時にプラズマも連続的に立てて $NH_3$ ガスの活性種を形成する。この場合にも、プラズマ形成手段72の電力は例えば300ワット程度である。また、このプラズマALD処理やプラズマCVD処理時のプロセス温度は例えば650より低く設定する。

また、ここではSiN膜を形成する場合を例にとって説明したが、この薄膜に炭素やホウ素やリン等の不純物元素を導入した薄膜を形成するようにしてもよく、必要に応じて不純物ガス導入用の分散ノズルを設ければよい。

【0054】

次に、上記プラズマを用いない成膜処理(S1)とプラズマを用いた成膜処理(S3)の間に行われる本発明に係るプラズマを用いたクリーニング処理(S2)について説明する。

図5にこのクリーニング処理時のガスの供給態様とプラズマのオン・オフの態様が示されている。クリーニング処理を行う時には、当然のこととして処理容器24内にはウエハWは収容しておらず、また空のウエハポート32を処理容器24内に収容していてもよく、或いは収容していなくてもよい。

【0055】

このクリーニング処理時には、プラズマ化が可能なクリーニングガスとして $NH_3$ ガスをプラズマ用ガス分散ノズル54から所定のサイクルで間欠的に供給し(図5(A)参照)、また $NH_3$ ガスを供給しない時(間欠期間)にはプラズマ用ガス分散ノズル54から不活性ガスとして例えば $N_2$ ガスを供給する(図5(B)参照)。この $N_2$ ガスの供給により、剥がれた薄膜の排出を促進させる。このノズル54からの $N_2$ ガスの供給は、図1において、迂回ガス通路68に介設した開閉弁68Aを開状態に設定することに

10

20

30

40

50

より行うことができる。

これと同時に、処理容器 2 4 内のパージガス分散ノズル 5 8 からは、不活性ガスとして例えば  $N_2$  ガスを連続的に供給する（図 5 (C) 参照）。これにより、先に剥がれた薄膜の排出を促進させる。

【 0 0 5 6 】

更に、上記  $NH_3$  ガスの供給のタイミングに同期させて、高周波電源 8 2 をオン・オフ制御して、 $NH_3$  ガスの供給時に同時にプラズマが立つように制御する（図 5 (D) 参照）。これにより、 $NH_3$  ガスの供給時にタイミングを合わせてプラズマが立つことになるので、プラズマがパルス状に発生することになり、このプラズマの着火時の大きな衝撃力やプラズマによるスパッタ作用によりプラズマ区画壁 7 6 の内面に堆積していた不要な付着膜が効率的に剥がれることになる。

10

【 0 0 5 7 】

このように剥がれ落ちた薄膜は、 $NH_3$  ガスの供給ノズルと同じノズル 5 4 より供給される  $N_2$  ガスにより、また処理容器 2 4 内に設けたノズル 5 8 より供給される  $N_2$  ガスにより随伴して流れて行くので、上述したように排出が促進されて排出口 7 1 を介して流出して行く。尚、この  $N_2$  ガスの供給は 2 つのノズル 5 4、5 8 の内の少なくともいずれか一方のノズルからの供給を行えばよい。

このクリーニング処理時のプロセス条件については、プラズマのオン時のパルス幅 T 1 は、例えば 5 s e c 程度、 $NH_3$  ガスのパルス状の供給開始から次のパルス状の供給開始までの 1 サイクルの期間 T 2 は例えば 2 5 s e c 程度である。このクリーニング処理時間は、累積膜厚にもよるが、例えば数時間程度である。

20

【 0 0 5 8 】

また  $NH_3$  ガスの供給量は例えば 5 リットル / m i n 程度、ノズル 5 4 からの  $N_2$  ガスの供給量は例えば 3 リットル / m i n 程度、ノズル 5 8 からの  $N_2$  ガスの供給量は例えば 3 リットル / m i n 程度である。またクリーニング処理時のプラズマ室 7 0 内の圧力は、プラズマが発生し得るような圧力範囲内に設定し、例えば本実施例のように  $NH_3$  ガスを用いた場合には 1 0 T o r r ( 1 3 3 3 P a ) 以下に設定するのがよい。また、この時の処理容器 2 4 内の温度は例えば 程度に設定する。

【 0 0 5 9 】

このように、プラズマ用ガス供給手段 4 8 からプラズマ化が可能なクリーニングガスを供給しつつプラズマを発生させ、このプラズマによるスパッタ効果等で内壁に付着している不要な薄膜を除去するようにしたので、後工程におけるプラズマ成膜時にパーティクルが発生することを大幅に抑制することができる。

30

【 0 0 6 0 】

また、ここでプラズマを点火して発生させる時のプラズマ形成手段 7 2 における電力は、このクリーニング処理の直後に行われるプラズマを用いた成膜処理（図 4 中の S 3 ）時のプラズマ電力よりも大きくなるように設定する。例えば上記プラズマを用いた成膜処理時のプラズマ電力は、前述のように例えば 3 0 0 ワットであるのに対して、このクリーニング処理時には上記 3 0 0 ワットの電力よりも大きな電力、例えば 3 5 0 ワット程度に設定するのがよい。これにより、このクリーニング処理の直後に行われるプラズマを用いた成膜処理時に剥がれ落ちる可能性のある薄膜は、この大きな電力による衝撃力が伴ったクリーニング処理でほとんど剥がれ落として除去することができるので、この直後に行われるプラズマを用いた成膜処理時にパーティクルが発生することを一層抑制することができる。

40

【 0 0 6 1 】

換言すれば、クリーニング処理におけるプラズマ形成手段 7 2 の電力を、プラズマ成膜処理におけるプラズマ形成手段 7 2 の電力よりも大きく設定しているので、クリーニング処理後の後工程であるプラズマ成膜処理時においてプラズマを発生させても、この時の電力はクリーニング処理時の電力よりも小さいので、このプラズマ成膜処理時の小さな電力による小さな衝撃力で剥離するような不要な薄膜は、すでにクリーニング処理時の大きな

50

電力による大きな衝撃力により剥離されて取り除かれている状態になっており、この結果、後工程であるプラズマ成膜処理時においてパーティクルが発生することを一層抑制することができる。

#### 【0062】

また、ここではクリーニングガスとして、プラズマ化が可能であって、且つ後工程のプラズマを用いた成膜処理においても用いるガス、すなわちここでは $\text{NH}_3$  ガスを用いているので、後工程のプラズマを用いた成膜処理時に膜中に余分な不純物が混入する恐れがない。

また、ここでは上記クリーニング処理時に、クリーニングガスとして $\text{NH}_3$  ガスを供給したが、このクリーニングガスとしては、F系及びCl系のハロゲン系ガス以外のプラズマ化可能なガスならばどのようなガス種を用いてもよい。例えば $\text{NH}_3$  ガスに代えて、不活性ガスとしてHe、Ar、Ne、Xeガス等を用いてもよく、この場合にも、後工程のプラズマを用いた成膜処理時に膜中に余分な不純物が混入する恐れがない。

#### 【0063】

従って、クリーニング処理を短時間で行い、且つ直ちに次のプラズマを用いた成膜処理へ移行することができるので、装置の稼働率を向上させることができる。この点に関して、F系やCl系のハロゲン系ガスをクリーニングガスとして用いると、クリーニング処理後にF元素やCl元素を容器内より排除するのに多くの時間を要し、また、容器内のコンディションを整えるプリコート処理も必要なので、装置稼働率を大幅に低下させてしまう。従って、ハロゲン系ガスはクリーニングガスとしては適さない。

#### 【0064】

ここで、本発明に係るクリーニング処理を行った時のパーティクルの発生量について実験を行って評価したので、従来方法と比較しつつ、その評価結果について説明する。

図6は成膜処理の進行に従って発生するウエハ上のパーティクル数を示すグラフである。図6(A)はクリーニング処理を行っていない時のパーティクル量の変化を示し、図6(B)は途中で本発明に係るクリーニング処理を行った時のパーティクル量の変化を示す。パーティクルは $0.18\mu\text{m}$ 以上のものをカウントした。図中において、“TOP”はウエハポートの上段に位置するウエハ上のパーティクル数を示し、“CTR”はウエハポートの中段に位置するウエハ上のパーティクル数を示し、“BTM”はウエハポートの下段に位置するウエハ上のパーティクル数を示す。

#### 【0065】

図6(A)に示す場合には、熱CVD処理(プラズマレス)[累積成膜量： $0.65\mu\text{m}$ ] プラズマALD処理 プラズマALD処理 熱CVD処理(プラズマレス)[累積成膜量： $0.65\mu\text{m}$ ] プラズマALD処理 プラズマALD処理の順序で処理を行っている。この場合には、プラズマを用いないプラズマレスの熱CVD処理を行った後に、プラズマALD処理を行った場合には、パーティクル数が10000個程度、或いはそれ以上になっており、多量のパーティクルが発生している。この理由は、プラズマレスの熱CVD処理を行った時にプラズマ室70の内壁に付着した不要な膜が、プラズマALD処理を行った時にプラズマの衝撃力により剥がれ落ちてパーティクルになっているからである。

#### 【0066】

これに対して、図6(B)に示す場合には、熱CVD処理(プラズマレス)[累積成膜量： $0.65\mu\text{m}$ ] 本発明のプラズマを用いたクリーニング処理 プラズマALD処理 プラズマALD処理 プラズマALD処理の順序で処理を行っている。この場合には、プラズマレスの熱CVD処理の後に、本発明のプラズマを用いたクリーニング処理を行っているため、その後、3回連続でプラズマALD処理を行っても、発生するパーティクル数は最高でも50個程度であり、発生するパーティクル数を大幅に抑制できることを確認することができた。また、プラズマALD処理中では、プラズマ室70を区画する壁面がプラズマにより常にスパッタされているので、ここに不要な膜が付着することは非常に少ないことも確認することができた。

## 【 0 0 6 7 】

尚、以上説明した実施例ではクリーニング処理時に、図 5 ( D ) に示すようにプラズマを、 $\text{NH}_3$  ガスの間欠供給に同期させてパルス状にオンさせるようにしたが、これに限定されず、図 5 ( E ) に示す変形例のように、プラズマを連続的に形成するようにしてもよい。これによれば、プラズマが着火する時の大きな衝撃力は 1 回だけなので、図 5 ( D ) に示す場合よりも不要な薄膜の剥離効果は少し劣るが、この場合でもプラズマによるスパッタ効果で不要な薄膜を十分に剥がし落とすことができる。また、図 5 ( A ) において、ガスの使用量が大量になるが、この  $\text{NH}_3$  ガスをパルス状ではなく、連続的に供給するようにしてもよい。

## 【 0 0 6 8 】

また図 3 に示すように、パージガス分散ノズル 5 8 をプラズマ室 7 0 内へ収容した場合には、このノズル 5 8 より図 5 ( C ) に示すように連続的に  $\text{N}_2$  ガスを供給して剥がれ落とした薄膜のプラズマ室 7 0 からの排出を促進しているのので、図 5 ( B ) に示すような他方のノズル 5 4 からの  $\text{N}_2$  ガスの供給を不要とすることができる。

また、ここではパージ用の不活性ガスとして  $\text{N}_2$  ガスを用いたが、これに代えて他の不活性ガス、例えば  $\text{He}$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{Ne}$ 、 $\text{Xe}$  等を用いてもよい。

## 【 0 0 6 9 】

また上記各実施例では、図 4 に示すように、熱 CVD 処理や熱 ALD 処理のようなプラズマを用いない成膜処理 ( S 1 ) から、プラズマ CVD 処理やプラズマ ALD 処理のようなプラズマを用いた成膜処理 ( S 3 ) へ成膜方法を切り替える時に、本発明方法のクリーニング処理 ( S 2 ) を行なう場合を例にとって説明したが、これに限定されない。すなわち、プラズマを用いる、用いないに係わらず、ある程度の不要な付着膜が堆積したならば、本発明方法のプラズマを用いたクリーニング処理を行えばよい。従って、例えばある程度の枚数のウエハに対してプラズマを用いた、或いは用いない成膜処理を行った後に、本発明のプラズマを用いたクリーニング処理を行ない、その後、再度、プラズマを用いた、或いは用いない成膜処理を行うようにしてもよい。

## 【 0 0 7 0 】

更に、本実施例では主にシリコン窒化膜を形成する場合を例にとって説明したが、形成される膜種はこれに限定されず、どのような薄膜を形成する場合にも、本発明方法を適用することができる。

また、本発明のプラズマを用いたクリーニング処理の前後に行われる成膜の膜種も同一のものに限らず、クリーニング処理の前後で異なる膜種の成膜を行ってもよいのは勿論である。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 7 1 】

【 図 1 】 本発明に係る処理装置の一例を示す縦断面構成図である。

【 図 2 】 処理装置 ( 加熱手段は省略 ) を示す横断面構成図である。

【 図 3 】 本発明に係る処理装置の変形例の一部を示す部分断面図である。

【 図 4 】 本発明装置を用いて行われる各処理の流れの概要を示すフローチャートである。

【 図 5 】 本発明に係るプラズマを用いたクリーニング処理時の各ガスの供給態様とプラズマのオン・オフの態様の関係を示すフローチャートである。

【 図 6 】 成膜処理の進行に従って発生するパーティクル数を示すグラフである。

【 図 7 】 従来一般的な縦型のプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 7 2 】

- 2 2 処理装置
- 2 4 処理容器
- 3 2 ウエハポート ( 保持手段 )
- 4 8 プラズマ用ガス供給手段
- 5 0 原料ガス供給手段

10

20

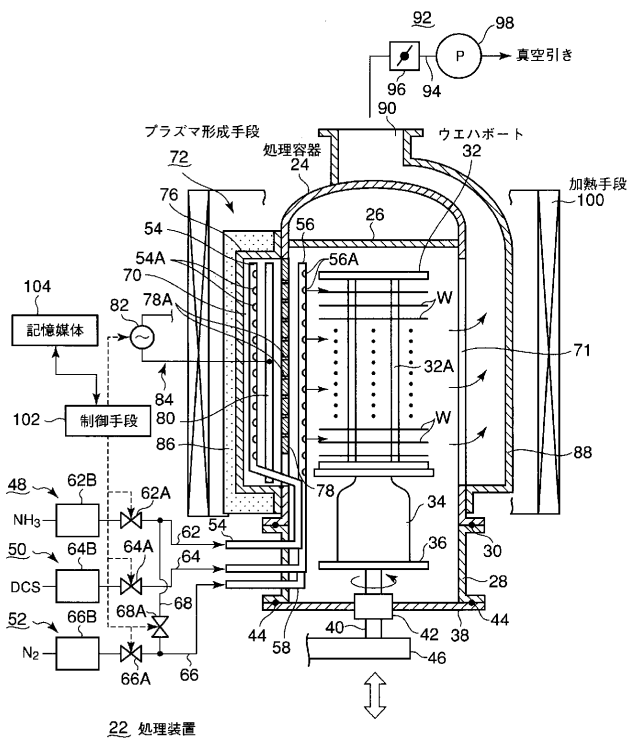
30

40

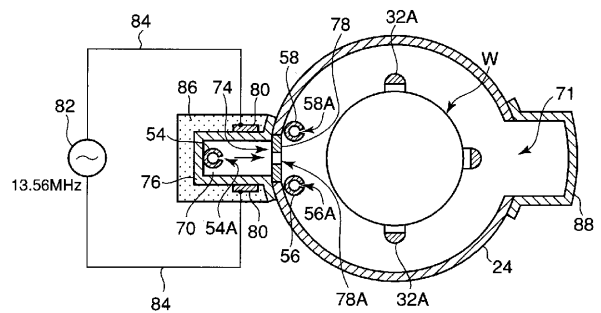
50

- 5 2 パージガス供給手段
- 5 4 プラズマ用ガス分散ノズル
- 5 6 原料ガス分散ノズル
- 5 8 パージガス分散ノズル
- 7 0 プラズマ室
- 7 2 プラズマ形成手段
- 8 0 プラズマ電極
- 8 2 高周波電源
- 9 2 真空排気系
- 1 0 0 加熱手段
- 1 0 2 制御手段
- 1 0 4 記憶媒体
- W 半導体ウエハ (被処理体)

【 図 1 】

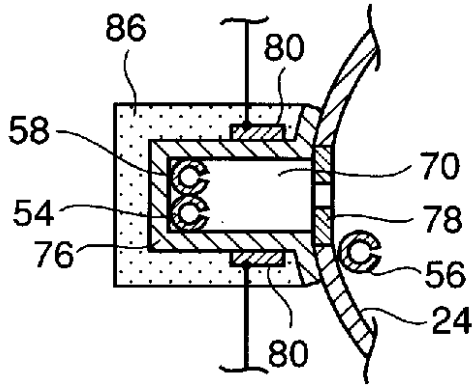


【 図 2 】

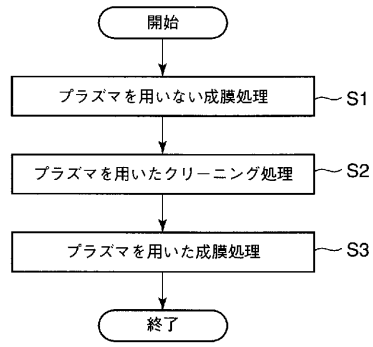




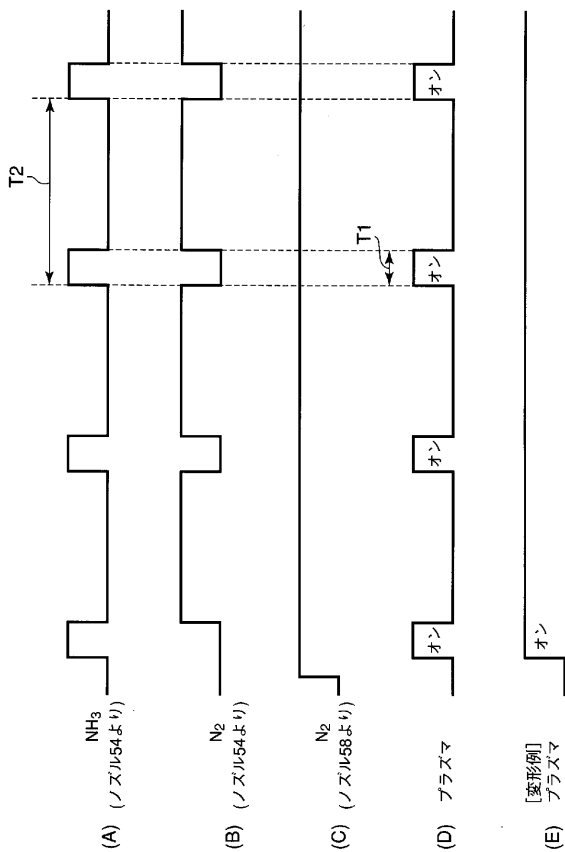
【 図 3 】



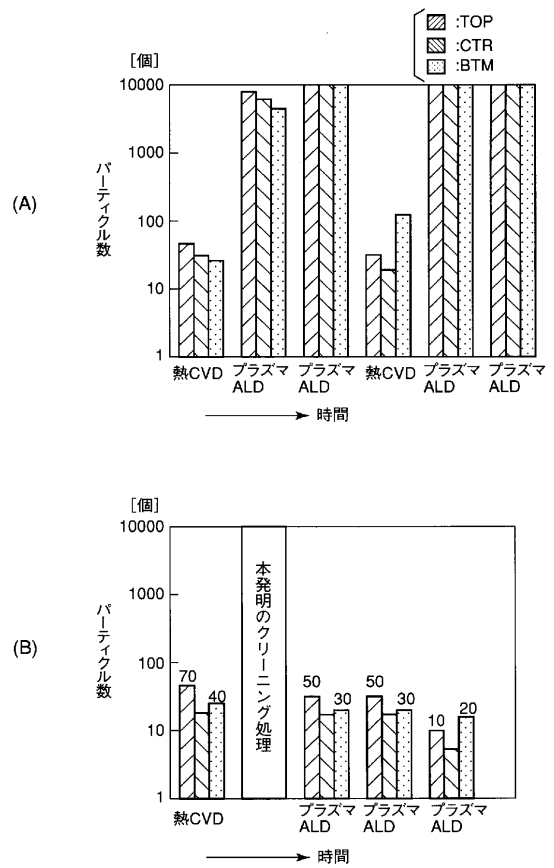
【 図 4 】



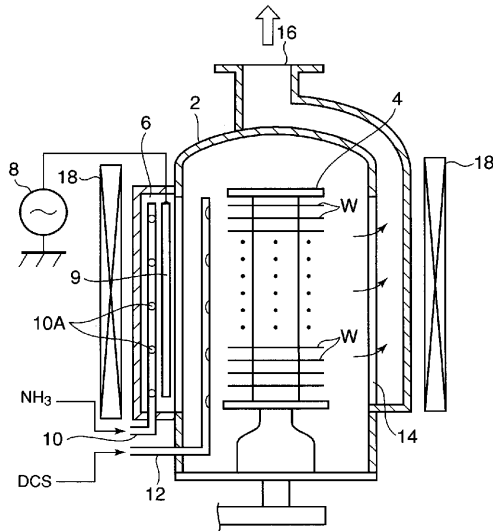
【 図 5 】



【 図 6 】



【図 7】



## 【手続補正書】

【提出日】平成19年6月12日(2007.6.12)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、

被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、

前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、

前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、

前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、

前記処理容器の周囲を囲むようにして設けた加熱手段とを有し、前記被処理体に対してプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置をクリーニングするクリーニング方法において、

前記プラズマ用ガス供給手段からプラズマ化が可能なクリーニングガスを供給しつつ前記プラズマを発生させてクリーニング処理を行うようにしたことを特徴とする処理装置のクリーニング方法。

【請求項 2】

前記プラズマを連続的に発生させることを特徴とする請求項 1 記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 3】

前記プラズマをパルス状に間欠的に発生させることを特徴とする請求項 1 記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 4】

前記クリーニングガスは前記プラズマの発生と同期して供給されることを特徴とする請求項 3 記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 5】

前記プラズマ室内へは前記クリーニングガスを供給しない間欠期間には不活性ガスを供給することを特徴とする請求項 4 記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 6】

前記不活性ガスは前記プラズマガス供給手段から前記クリーニングガスと交互に切り替えて供給されることを特徴とする請求項 5 記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 7】

前記クリーニングガスは連続的に供給されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 8】

前記処理容器内へ不活性ガスが連続的に供給されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 9】

前記クリーニング処理を行う直前には、プラズマを用いない熱成膜処理が行われており、且つ前記クリーニング処理の直後には、プラズマを用いない熱成膜処理、或いはプラズマを用いたプラズマ成膜処理が行われることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 10】

前記クリーニング処理を行う直前には、プラズマを用いた成膜処理が行われており、且つ前記クリーニング処理の直後には、プラズマを用いない熱成膜処理、或いはプラズマを用いたプラズマ成膜処理が行われることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 11】

前記クリーニング処理における前記プラズマ形成手段の電力は、前記プラズマ成膜処理における前記プラズマ形成手段の電力よりも大きく設定されていることを特徴とする請求項 9 又は 10 記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 12】

前記クリーニングガスは前記プラズマ成膜処理で用いられるガスであることを特徴とする請求項 9 乃至 11 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 13】

前記クリーニングガスは F 系及び C 1 系ガス以外のガスであることを特徴とする請求項 9 乃至 12 のいずれかに記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 14】

前記 F 系及び C 1 系ガス以外のガスは、He、Ar、Ne、Xe よりなる群から選択されるガスであることを特徴とする請求項 13 記載の処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 15】

真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、  
被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、  
前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、  
前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、  
前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、  
前記処理容器内の周囲を囲むようにして設けた加熱手段と、  
前記処理容器内へ原料ガスを供給する原料ガス供給手段とを有し、前記被処理体に対し

てプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置において、

請求項 1 乃至 1 4 のいずれかに記載のクリーニング方法を行うように制御する制御手段を設けるように構成したことを特徴とする処理装置。

【請求項 1 6】

真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、

被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、

前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、

前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、

前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、

前記処理容器内の周囲を囲むようにして設けた加熱手段と、

前記処理容器内へ原料ガスを供給する原料ガス供給手段とを有し、前記被処理体に対してプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置を制御するに際して、

請求項 1 乃至 1 4 のいずれかに記載のクリーニング方法を行なうように前記処理装置を制御するプログラムを記憶することを特徴とする記憶媒体。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 1】

また、例えば請求項 1 4 に記載されたように、前記 F 系及び C 1 系ガス以外のガスは、He、Ar、Ne、Xe よりなる群から選択されるガスである。

請求項 1 5 に係る発明は、真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、前記処理容器内の周囲を囲むようにして設けた加熱手段と、前記処理容器内へ原料ガスを供給する原料ガス供給手段とを有し、前記被処理体に対してプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置において、前記いずれかに記載のクリーニング方法を行うように制御する制御手段を設けるように構成したことを特徴とする処理装置である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 2】

請求項 1 6 に係る発明は、真空引き可能になされた縦型の筒体状の処理容器と、被処理体を複数枚保持して前記処理容器内へ収容する保持手段と、前記処理容器の側壁にその長さ方向に沿って設けられてプラズマを発生するためのプラズマ室と、前記プラズマ室にプラズマ用ガスを供給するプラズマ用ガス供給手段と、前記プラズマ室にプラズマを立てるためのプラズマ形成手段と、前記処理容器内の周囲を囲むようにして設けた加熱手段と、前記処理容器内へ原料ガスを供給する原料ガス供給手段とを有し、前記被処理体に対してプラズマにより発生した活性種によるプラズマ成膜処理とプラズマを用いない加熱による成膜処理とを選択的に行うことができる処理装置を制御するに際して、前記いずれかに記載のクリーニング方法を行なうように前記処理装置を制御するプログラムを記憶すること

を特徴とする記憶媒体である。

フロントページの続き

Fターム(参考) 5F004 AA15 BA19 BA20 BD04 DA00  
5F045 AA03 AA08 AB33 AC05 AC12 BB15 DP19 DQ05 EB06 EE19  
HA13