

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5329099号  
(P5329099)

(45) 発行日 平成25年10月30日(2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日(2013.8.2)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 L 21/3065 (2006.01) HO 1 L 21/302 I O 1 M  
 HO 1 L 21/31 (2006.01) HO 1 L 21/31 C

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-11185 (P2008-11185)	(73) 特許権者	501387839
(22) 出願日	平成20年1月22日(2008.1.22)		株式会社日立ハイテクノロジーズ
(65) 公開番号	特開2009-176799 (P2009-176799A)		東京都港区西新橋一丁目24番14号
(43) 公開日	平成21年8月6日(2009.8.6)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成22年7月29日(2010.7.29)		ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	小林 浩之
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	前田 賢治
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	横川 賢悦
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びその運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被処理体を処理する処理室と、前記処理室を減圧する排気手段と、前記処理室内に設けられた被処理体載置電極と、前記被処理体載置電極に対向して設けられたシャワープレートと、前記処理室内へガスを供給するガス供給手段と、前記処理室内にプラズマを生成するプラズマ生成手段と、制御手段とを備えたプラズマ処理装置において、

前記ガス供給手段は、前記シャワープレートを経由して前記処理室内へベントガスを供給する第一のガス供給経路と、前記シャワープレートを経由せずに前記処理室内へベントガスを供給する第二のガス供給経路とを具備しており、

前記制御手段は、前記第一のガス供給経路から前記処理室内へ前記ベントガスを供給して前記シャワープレート裏面側の圧力が前記処理室内側の圧力に対して所定の範囲内であって前記シャワープレートの耐圧未満範囲の所定の圧力だけ大きい状態になった後に、前記第二のガス供給経路から前記処理室内への前記ベントガスの供給を開始し、前記処理室内の圧力に対して前記シャワープレート裏面の圧力が前記所定の範囲内の値だけ大きいように、前記第一のガス供給経路及び前記第二のガス供給経路の少なくとも一方のベントガスの流量を調節しつつ前記処理室内の圧力を上昇させることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記シャワープレート裏面側の容積をV<sub>G</sub>、前記第二のガス供給経路から供給されるベ

ントガスの流量をFC、前記処理室の容積をVC、前記シャワープレートに設けられたガス孔のコンダクタンスの合計をCS、前記シャワープレートの耐圧をPLとした場合、前記第一のガス供給経路から供給されるベントガスの流量FGは、式(13)の条件を満たす、ことを特徴とするプラズマ処理装置。

$$VG \times FC / VC < FG < CS \times PL \dots (13)$$

【請求項3】

被処理体を処理する処理室と、前記処理室を減圧する排気手段と、前記処理室内に設けられた被処理体載置電極と、前記被処理体載置電極に対向して設けられたシャワープレートと、前記処理室内へガスを供給するガス供給手段と、前記処理室内にプラズマを生成するプラズマ生成手段と、制御手段とを備えたプラズマ処理装置の運転方法であって、

前記ガス供給手段から前記シャワープレートを経由する第一のガス供給経路を介して前記ベントガスをその流量を調節して前記処理室内へ供給し前記シャワープレート裏面側の圧力が前記処理室内側の圧力に対して所定の範囲内であって前記シャワープレートの耐圧未満範囲の所定の圧力だけ大きい状態になった後に、前記シャワープレートを経由しない第二のガス供給経路を介して前記処理室内に前記ベントガスの供給を開始し、前記シャワープレート裏面の圧力が前記処理室内の圧力に対して前記所定の範囲内の値だけ大きいように、前記第一のガス供給経路または第二のガス供給経路を介した前記ベントガスの流量を調節しつつ前記処理室内の圧力を上昇させた後、前記処理室内部を大気開放することを特徴とするプラズマ処理装置の運転方法。

【請求項4】

請求項3において、

前記シャワープレート裏面側の容積をVG、前記第二のガス供給経路から供給されるベントガスの流量をFC、前記処理室の容積をVC、前記シャワープレートに設けられたガス孔のコンダクタンスの合計をCS、前記シャワープレートの耐圧をPLとした場合、

前記第一のガス供給経路から供給されるベントガスの流量FGが、式(13)の条件を満たすように調整することを特徴とする、プラズマ処理装置の運転方法。

$$VG \times FC / VC < FG < CS \times PL \dots (13)$$

【請求項5】

請求項3において、

前記第一のガス供給経路を介して前記ベントガスをその流量を調節して前記処理室内へ供給し前記シャワープレート裏面側の圧力が前記処理室内側の圧力に対して所定の範囲内であって前記シャワープレートの耐圧未満範囲の所定の圧力だけ大きい状態になった後に、前記第二のガス供給経路を介して前記処理室内に前記ベントガスの供給を開始し、前記シャワープレート裏面の圧力が前記処理室内の圧力に対して前記所定の範囲内の値だけ大きいように前記第一のガス供給経路を介し前記処理室に供給される前記ベントガスの流量を前記第二のガス供給経路を介した前記ベントガスの流量より小さい範囲で調節しつつ前記処理室内の圧力を上昇させることを特徴とするプラズマ処理装置の運転方法。

【請求項6】

請求項3において、

前記処理室内の圧力が大気圧に達した時点で、前記第二のガス供給経路から前記処理室内への前記ベントガスの供給を停止した後、所定の時間経過後前記第一のガス供給経路から前記処理室内への前記ベントガスの供給を停止、若しくは前記ベントガスの供給を継続する、ことを特徴とするプラズマ処理装置の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマ処理装置及びその大気開放方法に係り、特に、ベントガスを供給して処理室内を減圧状態から大気圧状態へ戻すベントガスの供給手段を備えたプラズマ処理装置及びその大気開放方法に関する。

【背景技術】

## 【0002】

DRAMやマイクロプロセッサ等の半導体装置の製造工程において、プラズマエッチングやプラズマCVDを用いたプロセスが広く用いられている。

## 【0003】

エッチングを行うプラズマ処理装置など、多くの減圧下で処理を行う装置では、処理ガスを被処理体に対して均等に供給するため、複数個の微細なガス穴が開けられたシャワープレートを用いている。シャワープレートの材質は例えばSiや石英である。通常のプロセス中にはシャワープレートの裏面（処理室内側と逆の面）に処理ガスを供給し、シャワープレートに設けられたガス孔を介して処理室内に処理ガスを供給する。

## 【0004】

このような通常のプロセス中に、被処理体面内の加工形状の均一性を制御するために、ガス分配器で分岐しそれぞれにマスフローコントローラーを備えた2つのガス供給経路を介して処理ガスを処理室内に供給できるようにしたものが、特許文献1に開示されている。

## 【0005】

一方、半導体装置の加工における課題の1つに、被処理体に付着する異物数を低減することが挙げられる。例えば、エッチング処理中やその処理前に被処理体の微細パターン上に異物粒子が落下すると、その部位は局所的にエッチングが阻害される。その結果、断線などの不良が生じ歩留まり低下を引き起こす。そのため、例えばガスの流れをコントロールすることによって異物粒子の輸送を制御し、被処理体に付着する異物数を低減する方法が多数考案されている。

## 【0006】

ところで、減圧下で所定の処理を行う半導体製造装置などのプロセス装置においては、全掃などのメンテナンス時には、処理室内に窒素や乾燥空気などのベントガスを供給して減圧状態から大気圧状態へ戻す。その際に、異物粒子がベントガスの流れによって舞い上がり、舞い上がった異物粒子が処理室内のガスの流れに乗って飛散し、例えば、ガス供給系のガス配管内やシャワープレートの裏面側を異物粒子によって汚染してしまう問題がある。全掃時にシャワープレートの裏面側等のガス供給系を異物粒子で汚染してしまうと、全掃後の被処理体の処理中に、処理ガス供給に伴って異物粒子がガス供給系から処理室内に撒き散らされ、半導体装置の歩留まりを低下させることがある。

## 【0007】

これに対処する方法としては、例えば特許文献2にあるように、ベント中にはガス供給系から処理室側へ高圧のガスを供給することによって、異物粒子の進入を阻止する方法が提案されている。

## 【0008】

【特許文献1】特開2006-41088号公報

【特許文献2】特開2002-246374号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

特許文献1に開示されたような処理ガス供給系を備えた従来のプラズマ処理装置において、通常のプロセス終了後に、処理室内にベントガスを供給し処理室内を大気開放する際の、問題点について、図8、図9を用いて説明する。図8は、処理室内を真空から大気に戻すときのシャワープレート裏面側と処理室内の圧力変化について示したものである。図9はシャワープレート裏面側の部分の概要を拡大して示したものである。ベントガス（例えば窒素ガス）は、処理ガス供給系とは別に設けられたベントガス供給系から処理室内に流量 $F_c$ で供給され、処理ガス供給系12-1、12-2から供給するベントガスの流量 $F_g$ はゼロとなっている。ここで、真空とは例えば数十Pa以下の圧力を示しているものとする。図8中の時間 $t_{10}$ において、処理室内にベントガスの供給を開始し、処理室内が大気圧になったタイミング $t_{20}$ においてベントガスの供給を止める。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 0 】

この場合、図 9 中に実線で示したように、処理室内に供給されたベントガスがシャワープレート 5 のガス孔を介してシャワープレート裏面側の処理ガス供給系 1 2 - 1、1 2 - 2 の方向へ供給される。これは、ベント中は処理室内の圧力に対してシャワープレート裏面側の圧力の方が低くなっているためである。そのため、図 9 中に点線 5 1 で示したように、ベントガスの供給によって処理室内に舞い上がった異物粒子 5 0 がガスの流れによって処理室側からシャワープレート裏面側に侵入し、シャワープレート裏面側や、処理ガス供給系の配管内を異物粒子で汚染してしまう。

## 【 0 0 1 1 】

次に、特許文献 2 に開示された、処理室内を大気開放する際に、ガス供給系からシャワープレートを介して処理室内に高圧のガスを供給する方式の問題点について説明する。

10

## 【 0 0 1 2 】

エッチング処理装置の場合、シャワープレート裏面側の圧力は例えば 1 K P a で、処理室内は例えば 1 0 P a である。つまり通常は処理室内の圧力に対してシャワープレート裏面側の圧力の方が 1 桁以上高くなるようになっている。そのため処理ガスによってシャワープレートは裏面側から処理室内方向に向かって押されるように力がかかっている。この力は、例えばシャワープレート裏面の圧力が 1 K P a、圧力のかかる面積が直径で 3 5 c m とすると約 1 0 K g である。この場合、シャワープレートの耐圧は例えば 1 0 0 K g とし、シャワープレートを固定するネジの本数や強度、及びシャワープレートの厚み等を決定すればよい。

20

## 【 0 0 1 3 】

しかし、もし、ベント開始時の処理室内が真空の状態でシャワープレート裏面に大気圧と同程度の圧力のベントガスを供給すると、シャワープレートの裏面側にかかる圧力は 1 0 0 0 K g となり、例えば耐圧が 1 0 0 K g のシャワープレートは破損する。

## 【 0 0 1 4 】

他方、通常のプロセス中の処理ガス供給時と同じ程度の圧力差で処理室内方向にベントガスを供給するようにした場合、シャワープレートの破損は避けられるものの、処理室内の圧力を大気圧まで高めるためにかなりの時間を要してしまう。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の目的は、上記従来技術の諸問題点を解決し、シャワープレート裏面側や、処理ガス供給系の配管内を異物粒子で汚染されることがなく、また、シャワープレートの破損の恐れもなく、かつ、ベント時間を短縮できる、プラズマ処理装置及びその大気開放方法を提供することにある。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 6 】

本発明の代表的なものを示せば、次の通りである。すなわち、本発明は、被処理体を処理する処理室と、前記処理室を減圧する排気手段と、前記処理室内に設けられた被処理体載置電極と、前記被処理体載置電極に対向して設けられたシャワープレートと、前記処理室内へガスを供給するガス供給手段と、前記処理室内にプラズマを生成するプラズマ生成手段と、制御手段とを備えたプラズマ処理装置において、前記ガス供給手段は、前記シャワープレートを経由して前記処理室内へベントガスを供給する第一のガス供給経路と、前記シャワープレートを経由せずに前記処理室内へベントガスを供給する第二のガス供給経路とを具備しており、前記制御手段は、前記第一のガス供給経路から前記処理室内へ前記ベントガスを供給して前記シャワープレート裏面側の圧力が前記処理室内側の圧力に対して所定の範囲内であって前記シャワープレートの耐圧未満範囲の所定の圧力だけ大きい状態になった後に、前記第二のガス供給経路から前記処理室内への前記ベントガスの供給を開始し、前記処理室内の圧力に対して前記シャワープレート裏面の圧力が前記所定の範囲内の値だけ大きいように、前記第一のガス供給経路及び前記第二のガス供給経路の少なくとも一方のベントガスの流量を調節しつつ前記処理室内の圧力を上昇させることを特徴とする。

40

50

## 【発明の効果】

## 【0017】

本発明では、シャワープレートの裏面側と表面側の圧力を所定の範囲内に抑えながらベントを行うことにより、シャワープレートを破損することなく、シャワープレートからガスを流しながらベントすることでシャワープレート裏面側の異物粒子による汚染を防止できる。また、ベント時間を短縮し、処理室の全掃に伴う装置の休止時間を短くできるので、プラズマ処理装置の生産性を向上することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

本発明の代表的な実施例によれば、処理室と、処理室に処理ガスを供給する手段と、シャワープレートと、処理室を減圧する排気手段と、処理室内を大気解放する際にベントガスを供給するベントガス供給手段と、制御手段とを有する半導体製造装置において、ベントガス供給手段は処理室に処理ガスを供給するガス供給手段の一部を兼用して構成され、ベント中にシャワープレートの裏面にかかる圧力を処理室側の圧力に対して所定の圧力差で陽圧に調整しながら、シャワープレートを経由する第一のガス供給経路を介して処理室内にベントガスを供給すると共に、シャワープレートを経由しない第二のガス供給経路からも処理室内にベントガスを供給する。

10

## 【0019】

1つの実施例によれば、圧力計を用いて圧力差を計測し、処理室内の圧力に対して、シャワープレートの裏面側の圧力が所定の範囲で陽圧になるように、シャワープレートから供給するガスと、シャワープレートを介さないで処理室内に供給するベントガスの流量を制御してベントするベント制御プログラムを備えている。

20

## 【0020】

あるいはまた、圧力計を用いる代わりに、ベント制御プログラムのレシピに、予め、第一、第二のガス供給経路から処理室内へ供給するベントガスの流量パターンを与えておき、各流量を調整することで圧力差を制御しても良い。

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

## 【実施例1】

## 【0021】

本発明の第1の実施例について図1～図6を参照して説明する。

30

まず、図1は、平行平板型UHF-ECRプラズマエッチング装置において本発明を適用した第1の実施例を示している。

## 【0022】

処理室1の上部には電磁波放射のための平面アンテナ3が、被処理体2を戴置するための戴置電極4と平行に設置されている。このアンテナ3にはプラズマ生成のための放電電源20とこのアンテナ3にバイアスを印加するためのバイアス電源21-1が、整合器22-1、22-2を介して接続されている。戴置電極4には、被処理体2に入射するイオンを加速するためバイアス電源21-2が整合器22-3を介して接続されている。戴置電極4には、フィルタ25を介してDC電源24が接続されており、また、戴置電極4の上部外周にはフォーカスリング8が設けられている。戴置電極4は上下駆動機構により上下に可動するようになっている。アンテナ3の下部にはガス分散板6とシャワープレート5が設置されており、プラズマ生成用の処理ガスはガス分散板6及びシャワープレート5に設けられた複数のガス孔7を介して処理室内に供給される。なお、シャワープレート5の各ガス孔7はガス分散板6の各孔に対応して設けられており、その孔径はガス分散板6の孔の径よりも小さい。シャワープレート5を介して処理室内に供給する処理ガスはガス供給系48からガスライン13-1と13-2を介して供給する。処理室1に導入される処理ガスは、例えばAr、CHF<sub>3</sub>、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>、CO、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>などである。ガス供給系48は、上記各種ガスのガス源(図示略)と、複数のマスフローコントローラ12-1、12-2と複数のバルブ18-1、18-2とガス分配器19からなる。処理室1の外側には、処理室内

40

50

に磁場を形成するためのコイル 26、及びヨークが設けられている。

【0023】

シャワープレート面内において内側の領域から供給する処理ガスと、それよりも外側の領域で供給する処理ガスで、お互いに流量や組成を独立に制御するため、ガス分散板 6 は内側の領域と外側の領域の 2 つの領域に分割してあり、ガス分配器 19 によって所定の流量比で処理ガスを分岐してそれぞれの領域にガスライン 13 - 1 と 13 - 2 を介してガスを供給するようになっている。被処理体面内の加工形状の均一性を制御するためガス分配器で分岐した 2 つのガスそれぞれにマスフローコントローラー 12 - 2 を介してガスを添加できるようになっている。この機能の作用、効果等の詳細に関しては特許文献 1 を援用する。

10

【0024】

また、処理室 1 には処理室内を大気開放する際に処理室内にガス（ベントするために供給するガスをここではベントガスという）を供給するベントガス供給系 49 が接続されている。このベントガス供給系 49 はマスフローコントローラー 12 - 3 とバルブ 18 - 3 からなり、ガスライン 13 - 3 を介して処理室内におけるガス供給部であるガスディフューザー 54 に接続されている。

【0025】

ガス供給系 48 及びベントガス供給系 49 は、制御コンピューター 81 によって制御される。

【0026】

処理室 1 には、処理室内を減圧するためのターボ分子ポンプ 17 が取り付けられている。また、処理室内の圧力を制御するため、バタフライバルブ 11 がターボ分子ポンプ 17 の上部に取り付けられている。また、処理室 1 を大気開放して処理室を開けたときに、処理室内の残留ガスが処理室外へ放出されるのを防ぐため、排気ダクト 82 が処理室 1 に接続されている。排気ダクト内は大気圧よりも若干負圧となっており、ベント後に処理室を開ける際にはバルブ 18 - 4 を開けて、処理室内の空気を排気ダクト 82 及び除害設備（図示せず）を介して排気する。44 はメインバルブである。

20

【0027】

処理室 1 には、処理室内の圧力を測定するため圧力計 14 - 1 が取り付けられている。さらに、シャワープレート裏面の圧力を測定するため圧力計 14 - 2 と 14 - 3 が設置されている。圧力計 14 - 2 はシャワープレート内側の圧力を測定するためのものであり、圧力計 14 - 3 はシャワープレート外側の圧力を測定するためのものである。

30

【0028】

また、図 2 は、図 1 における B の領域、即ちシャワープレート裏面側の圧力を測定するための圧力計を接続する部分を簡単に示したものである。ガス分散板 6 は Oリング 47 を介して内側の領域と外側の領域の 2 つの領域に分割されている。圧力計はシャワープレート裏面側の圧力を直接測定するため、シャワープレート裏面（より具体的にはガス分散板 6）の 2 つの領域に夫々直接接続する構造としている。この構成に代えて、例えばガス供給系 48 とシャワープレート裏面との間のガス配管（ガスライン 13 - 1、13 - 2）の途中で接続すると、シャワープレート裏面の圧力ではなく、ガスが流れているガス配管の圧力を測定してしまうため、望ましくない。

40

【0029】

本発明のプラズマ処理装置は、制御手段、例えば制御コンピューター 81 によって、装置全体を自動制御できるようになっている。この制御コンピューターには、CPU、メモリ、記憶装置、この記憶装置に保持され CPU により所定の演算処理を実行するプログラム、ディスプレイやマウス、キーボードなどが含まれる。プログラムとしては、処理室内で被処理基板のプラズマ処理を行なうプラズマ処理用のプログラム、真空雰囲気処理室と大気雰囲気のフープやカセット間における被処理基板の搬送を制御する搬送用のプログラム、真空雰囲気処理室内を大気解放（ベント）する際に処理室内へ供給されるベントガスの流量を調整するベント用のプログラム、及びディスプレイやマウス、キーボードなどが

50

含まれる。図1では本発明に重要な部分に関してのみ制御コンピューターとの接続を示し、例えば高周波電源と制御コンピューターの接続などは図示を省略した。また、この制御コンピューターの記憶装置には、被処理基板のプラズマ処理のためのレシピ、被処理基板の搬送のためのレシピ、及び処理室内のクリーニングや大気解放のための、各種レシピが保持されている。これらのレシピには、処理ガスの流量、被処理体搬送時のパージガスの流量、及びベントガスの流量の調整を行なうためのガス流量制御に関するレシピも含まれている。なお、ガスの供給制御に関するこれらのレシピは、プラズマ処理、搬送、及び処理室内のクリーニングや大気解放の各工程等ごとに設けても良く、あるいは、被処理基板の処理形態毎に、被処理基板のプラズマ処理、搬送、及び処理室内のクリーニングや大気解放にまたがる一連のものとして構成されていてもよい。

10

**【0030】**

制御手段81は、所定のプログラムやレシピに基づいて、処理室1内の圧力に対してシャワープレート5の裏面の圧力が陽圧でかつ、このシャワープレートの耐圧未満の圧力となるように、シャワープレートを経由する第一のガス供給経路48及びシャワープレートを経由しない第二のガス供給経路49の少なくとも一方のベントガスの流量を調整する機能を備えている。

**【0031】**

次に、このベントガスの流量調整の機能の一例を、図3のタイムチャートで説明する。ベント用のガスを流すタイミングとしては、最初にシャワープレートを介したベント用のガスの供給を開始し(t1)、次に、ベントガス供給系からベントガスを供給する(t2)。処理室1に設置した圧力計14-1が大気圧を検出したら、ベントガス供給系からのベントガス供給を停止し(t3)、その後シャワープレートを介したベントガスの供給を停止する(t4)。

20

**【0032】**

制御手段81は、少なくともタイミング(t2)から(t3)の間、処理室内の圧力に対してシャワープレート裏面の圧力が常に差圧PDだけ陽圧になるように、第一のガス供給経路及び第二のガス供給経路の少なくとも一方のベントガスの流量を調整する。すなわち、ベントガス供給系からベントガスを供給する場合、シャワープレート裏面側の圧力が処理室内側の圧力に対してシャワープレートの耐圧未満の圧力で差圧PDだけ陽圧になったタイミング(t2)で、第二のガス供給経路から処理室内への前記ベントガスの供給を開始する。また、処理室内の圧力が大気圧に達したタイミング(t3)で、第二のガス供給経路から処理室内へのベントガスの供給を停止し、この第二のガス供給経路から処理室内へのベントガスの供給を停止した後も、第一のガス供給経路から処理室内へのベントガスの供給を継続し、所定の時間経過後のタイミング(t4)において、第一のガス供給経路から処理室内へのベントガスの供給を停止する。

30

**【0033】**

なお、圧力計を用いる代わりに、予め、実験等により、第一、第二のガス供給経路から処理室内へ供給する望ましいベントガスの流量パターンをデータを取得し、このデータに基づいて、ベント制御プログラムのレシピに、第一、第二のガス供給経路から処理室内へ供給するベントガスの流量パターンを与えておくようにしても良い。これにより、圧力計を用いることなく、ベント中にシャワープレートの裏面にかかる圧力と処理室内の圧力を調整しながらベントを行なうこともできる。

40

また、図3には図示していないが、ベント完了後に装置を開ける際は、その前にバルブ18-4を開いて排気ダクトから残留ガスを排気するようにする。あるいはまた、これと同時にシャワープレートを介したガス供給系48やベントガス供給系49からベントガスを供給し続けると良い。すなわち、タイミング(t4)以降も、第一のガス供給経路から処理室内へ所定量のベントガスの供給を継続しても良い。ベントガスとしては乾燥空気や窒素ガスが望ましい。それぞれのベントガスの流量はベント中にシャワープレートから供給したベントガスの流量と同程度とすればよい。これにより、ガス供給系に水分を含んだクリーンルーム内の空気が侵入するのを防ぐことができる。

50

## 【0034】

次に、本発明の効果について述べる。従来の方法では、先に図8、図9で説明したように、ベントガスの供給によって処理室内に舞い上がった異物粒子がガスの流れによって処理室側からシャワープレート裏面側に侵入し、シャワープレート裏面側や、処理ガス供給系の配管内を異物粒子で汚染してしまうという問題点があった。

## 【0035】

これを抑制するため、本発明では、図5に示すように、処理室内にベント用のガスを供給しながら、シャワープレート側からもガスを供給する。図5は、図1におけるAの領域に相当する。即ち、図5中に太線52で示したように、ガスがシャワープレートから処理室内に供給されるような流れを作れば、異物粒子の軌跡53は破線53で示すようになり、処理室内で舞い上がった異物粒子50がシャワープレートのガス孔に侵入するのを阻止することができる。

10

## 【0036】

なお、図5のようなガスの流れを作る方法としては、例えば図1に示したベントガス供給系49を有しないプラズマ処理装置において、シャワープレート(第一のガス供給経路)を介してのみベントガスを供給することによって大気開放する方法がある。ただしこの場合、シャワープレートの裏面の圧力が過剰に高くないようにする必要があり、比較例として図6に示したように、処理室1内が大気圧に達するタイミング( $t_5$ )までの時間、換言すると、ベントにかかる時間が非常に長くなる問題がある。この理由を次に説明する。

20

## 【0037】

例えば、ベントガスを大気圧と同程度の圧力でシャワープレートに供給することを考えてみる。ベント開始直後は、シャワープレートの表側(処理室内)は真空であり、シャワープレートの裏面側は大気圧となる。直径300mmのウエハを処理するプラズマ処理装置の場合、シャワープレートの直径は被処理体より大きい場合が多く、例えば直径が30~40cmである。この場合、シャワープレートに対して裏面側から表面側に向けてかかる力はおよそ1000Kgにもなる。

## 【0038】

一般にプラズマ処理中に処理ガスを供給している状態では、シャワープレート裏面側の圧力は例えば1KPa(例えば処理ガスの流量500mL/min)であり、シャワープレート裏面側にかかる力は10Kg程度である。対して処理室内の圧力は例えば数十Pa以下で、このときシャワープレート表面側にかかる力は1Kg以下である。そのため、おおむね10Kgの力でシャワープレートは処理室側(下方向)に押されることになる。このような理由からシャワープレートの耐圧(ネジ止め構造部分等を含む)は例えば100Kgとしている。シャワープレートの材質はシリコンや石英などであり、例えば1000Kgの力に耐えられるようにするためにはシャワープレートの面積を小さくするか、あるいはシャワープレートの厚さを厚くするか、あるいは材質を変えるなどの対策が必要である。さらに、シャワープレート等を固定しているネジについても強い保持力が必要となり、簡単には耐圧を高くできない。

30

## 【0039】

このような理由から、シャワープレートから供給するベントガスの流量は例えば3L/minとする。チャンパーの容積を50Lとすると、ベントにかかる時間(図6中の $t_5$ )は17分となる。本発明のようなベントガス供給系を有する場合は、後述するようにベントガスの流量を例えば25L/minにできるため、ベント時間はおよそ2分である。大気開放の主な目的は全掃(wet洗浄)、即ちチャンパー内のスワップパーツ(定期的に取り外して洗浄する部品)の交換である。ベント完了後からスワップパーツ交換完了までの時間は例えば30分であり、ベント時間が長くなると全掃に伴う装置の休止時間が無視できないレベルで長くなり、装置の生産性が低下することになる。

40

## 【0040】

そこで本発明では、図3に示したように、ベント中において処理室内の圧力に対してシ

50

シャワープレート裏面側の圧力が所定の範囲（図3中の $P_D$ ）で陽圧になるように制御しながら、ベントガスをベントガス供給系から供給し、且つシャワープレートからもベントガスを供給できるようにした。

【0041】

図4に、本発明の実施例におけるベント中のガスの供給の例を示す。ガス配管は太線と細線の2種類で示してあるが、太線で示してある部分はガスが流れていることを示している。ベント中はベントガスをベントガス供給系から処理室内に供給しながら、処理ガス供給系からもガスを供給している。そして、圧力計14-1と14-2と14-3によって処理室内の圧力 $P_C$ とシャワープレート裏面側の圧力 $P_G$ をモニタしながら、シャワープレート裏面側の圧力が処理室内側の圧力に対して所定の圧力範囲（例えばシャワープレートの耐圧の1/10の圧力）で陽圧になるように、処理ガス供給系からシャワープレートを介して処理室内に供給するガスの流量 $F_G$ と、ベントガス供給系からシャワープレート介さないで処理室内に供給するベントガスの流量 $F_C$ を制御コンピューター81が制御するようになっている。

10

【0042】

ここで処理ガス供給系から供給するガス及びベントガス供給系から供給するガスには窒素ガス、あるいは乾燥空気なども用いるのが望ましい。また、図4ではマスフローコントローラー12-1の系統からガスを供給しているが、ベントに使うガス種によってはマスフローコントローラー12-2からもベントガスを供給しても良い。

【0043】

次に、図4に示したベント中のガスの流量の上限、及び下限について数式を用いて説明する。処理室の容積を $V_C$ 、シャワープレート裏面側の容積（ガス分散板の分散領域やバルブ81-1及び81-2までのガス配管内の容積を含む）を $V_G$ とする。ベントにかかる時間を $T_V$ とすると、

20

$$T_V = (V_C + V_G) / (F_C + F_G) \quad (1)$$

となる。

【0044】

一般に $V_C > V_G$ であるため、シャワープレートの裏面側に過剰な力がかからないようにするためには $F_C > F_G$ である必要がある。従って式(1)は、式(2)のように簡略化できる。

30

$$T_V = V_C / F_C \quad (2)$$

【0045】

例えば、処理室内の容積 $V_C$ を50L、ベント時間 $T_V$ を（図3中の $t_2$ 、 $t_3$ を用いると $T_V = t_3 - t_2$ となる）を2分とすると、ベントガスの流量 $F_C$ は25L/minとなる。

【0046】

ベント中の処理室内の圧力 $P_C$ とシャワープレートの圧力 $P_G$ は、ベント開始からの時間 $t$ を用いてそれぞれ式(3)、(4)のように示される。

$$P_C = F_C \times t / V_C \quad (3)$$

$$P_G = F_G \times t / V_G \quad (4)$$

40

【0047】

ここで、シャワープレートのガス孔を介した、処理室内とシャワープレート裏面側間のガスの行き来は無視できるものと仮定した。これら、ベント中の処理室内 $P_C$ 及びシャワープレートの圧力 $P_G$ の時間経過様子は、図3にそれぞれ破線、実線で示した通りである。

【0048】

シャワープレートの裏面側の圧力の方が処理室内の圧力よりも高くなるようにするためには、 $P_C < P_G$ であり、式(3)、(4)を用いて示すと次のような関係式(5)となる。

$$F_C / V_C < F_G / V_G \quad (5)$$

50

## 【 0 0 4 9 】

ここでシャワープレート裏面側のガス配管等を含めた容積  $F_G$  を例えば 1 L と仮定すると、式 ( 5 ) を用いて

$$25 / 50 < F_G / 1 \quad ( 6 )$$

より、 $F_G > 0.5 \text{ L/min}$  となる。

## 【 0 0 5 0 】

なお、一般に処理ガスの流量は数十から数百 mL/min であるため、例えば 0.5 L/min ( 500 mL/min ) の流量は通常のマスフローコントローラー 12 - 1 の制御範囲内である場合が多い。従って、例えばベント中に流すガスは窒素ガスとし、処理ガスとして窒素ガスを流すためのマスフローコントローラー 12 - 1 の最大流量が 500 mL/min 以上あれば、  
10  
処理ガス供給系にベント時に使用するための専用のマスフローコントローラーなどを設置する必要はない。

## 【 0 0 5 1 】

また、シャワープレートのガス孔のコンダクタンスの合計を  $C_S$  とすると、シャワープレートの裏面側にかかる圧力  $P_G$ 、処理室内の圧力  $P_C$  の関係は次の式 ( 7 ) で示される。

$$F_G = C_S ( P_G - P_C ) \quad ( 7 )$$

である。

## 【 0 0 5 2 】

ベント開始時等では  $P_G = P_C$  とすると

$$F_G = C_S \times P_G \quad ( 8 )$$

となる。

ここでシャワープレートの耐圧を  $P_L$  とすると

$$P_G < P_L \quad ( 9 )$$

でなければならないから、式 ( 9 ) に式 ( 8 ) を代入すると

$$F_G / C_S < P_L \quad ( 10 )$$

となる。

## 【 0 0 5 3 】

例えば、500 mL/min の流量のガスをシャワープレートから流したとき、シャワープレートの裏面圧が 1 KPa になったとすると、コンダクタンス  $C_S$  は式 ( 8 ) より

$$0.5 [\text{L/min}] = C_S \times 0.01 [\text{atm}] \quad ( 11 )$$

となり、 $C_S = 50 \text{ L/min}$  となる。なお、ガス流量は標準状態での流量を示しているためガス流量の単位 [L/min] には圧力の表記を省略して示した。省略しない場合は例えば [atm · L/min] となる。  
30

## 【 0 0 5 4 】

もし、シャワープレートの耐圧が 0.1 気圧である場合、ガス流量  $F_G$  上限は式 ( 10 ) より

$$F_G < 0.1 [\text{atm}] \times 50 [\text{L/min}] = 5 [\text{L/min}] \quad ( 12 )$$

式 ( 5 ) と式 ( 10 ) を合わせると、シャワープレートから流すガスの流量  $F_G$  の上限と下限が得られ、式 ( 13 ) となる。

$$V_G \times F_C / V_C < F_G < C_S \times P_L \quad ( 13 )$$

## 【 0 0 5 5 】

上記に述べてきた例をまとめると、

ベントガス供給系からのベントガス供給量  $F_C$  :  $F_C = 25 \text{ L/min}$

処理ガス供給系から流すベントガス供給量  $F_G$  :

$0.5 \text{ L/min} < F_G < 5 \text{ L/min}$

ベント時間 : 約 2 分

となる。すなわち、制御手段は、第一のガス供給経路から処理室内へ供給されるベントガスの流量  $F_G$  が、第二のガス供給経路から処理室内へ供給されるベントガスの流量  $F_C$  の  $1/5 \sim 1/25$  の範囲となるように調整する。このようなガス供給量の調整により、シャワープレートを破損することなく、シャワープレート裏面側の異物粒子による汚染を防  
50

止し、かつ、ベント時間を短縮できるという効果が得られる。

【0056】

もちろん上記例の値は装置固有の値であり、装置構成によって変わる値である。

【0057】

なお、シャワープレートから供給するガスの流量 $F_G$ を多くする場合には、マスフローコントローラー12-1のうち1つは、大流量を流せるマスフローコントローラーとし、乾燥空気などの安価なガスを接続すると良い。

【0058】

また、図1に示したようにベントガス供給系において、処理室内にガスを供給する部分にはガスディフューザー54を用いているが、これは供給したガスが特定の方向に勢いよく噴出するのを防ぐためのものであり、ベントガスの供給によって異物粒子が舞い上がるのを防いでいる。ガスディフューザーの表面には主に多孔質の焼結体を用いている。

10

【0059】

以上述べた通り、本発明の実施例によれば、シャワープレートの裏面側と表面側の圧力を所定の範囲内に抑えながらベントを行うことにより、シャワープレートを破損することなく、シャワープレートからガスを流しながらベントすることで、シャワープレート裏面側の異物粒子による汚染を防止できる。また、ベント時間を短縮し、全掃に伴う装置の休止時間を短くできるので、装置の生産性が向上する。

【実施例2】

【0060】

20

次に、本発明の第2の実施例について、図7を用いて説明する。図1と同様の構成部分については説明を省略する。図7の例では、ベントガスを処理室内に供給するためのベントガス供給系49の下流側において、ガス配管を2つに分岐し、一方は処理室1に、他方は処理ガス供給系48の下流側のガス配管に接続し、ベントガス供給系から供給するベントガスをシャワープレートからも供給できるようにした。さらに、ベント中にシャワープレートの裏面側の圧力が処理室内の圧力に対してシャワープレートの耐圧を超えて高くなるようにするため、シャワープレート5から供給するベントガスの流量を調整するための圧力調整バルブ15をガスライン13-1と13-2に接続する接続場所より上流側に接続した。これにより図3に示したようにシャワープレートの裏面側と表面側の差圧がシャワープレートの耐圧以下に抑えることが可能となる。

30

【0061】

本実施例でも、シャワープレートの裏面側と表面側の圧力を所定の範囲内に抑えながらベントを行うことにより、シャワープレートを破損することなく、シャワープレートからガスを流しながらベントすることで、シャワープレート裏面側の異物粒子による汚染を防止できる。また、ベント時間を短縮し、全掃に伴う装置の休止時間を短くできるので、装置の生産性が向上する。

【0062】

以上、本発明の実施例をプラズマエッチング装置に適用した例を用いて説明したが、本発明はプラズマCVD装置を初め、シャワープレートと同等の部品を有し、減圧下で処理を行う他の半導体製造装置にも広く適用することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】平行平板型UHF-ECRプラズマエッチング装置において本発明を適用した第1の実施例を示す図である。

【図2】図1におけるBの領域、即ちシャワープレート裏面側の圧力を測定するための圧力計の接続する部分を簡単に示した図である。

【図3】第1の実施例における制御手段がガスの流量を調整するタイムチャートの例を示した図である。

【図4】第1の実施例におけるベント中のガスの供給の例を示す図である。

【図5】図1におけるAの領域に相当する、本発明の効果を説明する図である。

50

【図6】比較例の問題点を説明する図である。

【図7】平行平板型UHF-ECRプラズマエッチング装置において本発明を適用した第2の実施例を示す図である。

【図8】従来の方法により、処理室内を真空から大気に戻すときのシャワープレート裏面側と処理室内の圧力変化について示した図である。

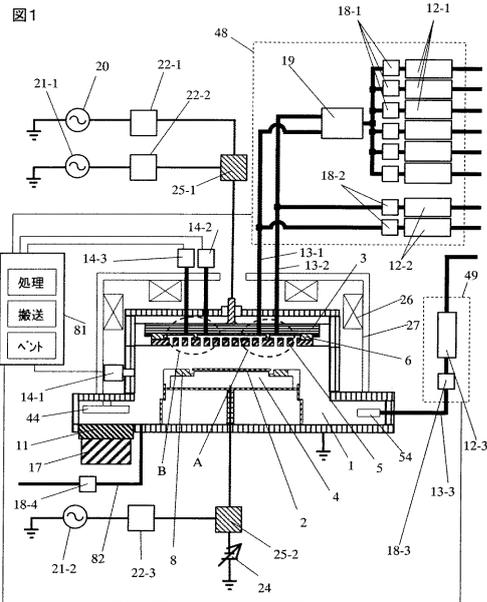
【図9】図8の例における、シャワープレート裏面側の部分の概要を拡大して示した図である。

【符号の説明】

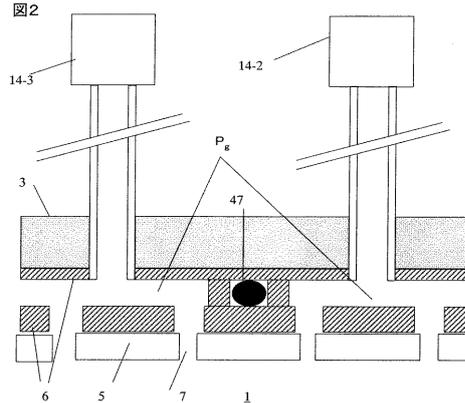
【0064】

1 ... チャンバー、 2 ... 被処理体、 3 ... アンテナ、 4 ... 戴置電極、 5 ... シャワープレート、 6 ... 分散板、 7 ... ガス孔、 8 ... フォーカスリング、 11 ... バタフライバルブユニット、 12 ... マスフローコントローラー、 13 ... ガスライン、 14 ... 圧力計、 15 ... 圧力制御バルブ、 17 ... ターボ分子ポンプ、 18 ... バルブ、 19 ... ガス分配器、 20 ... ソース電源、 21 ... バイアス電源、 22 ... 整合器、 24 ... DC電源、 25 ... フィルタ、 26 ... コイル、 27 ... ヨーク、 44 ... メインバルブ、 47 ... O-リング、 48 ... 処理ガス供給系、 49 ... ベントガス供給系、 50 ... 異物粒子、 51 ... 異物粒子の軌跡、 54 ... ガスディフューザー、 81 ... 制御コンピューター、 82 ... 排気ダクト。

【図1】

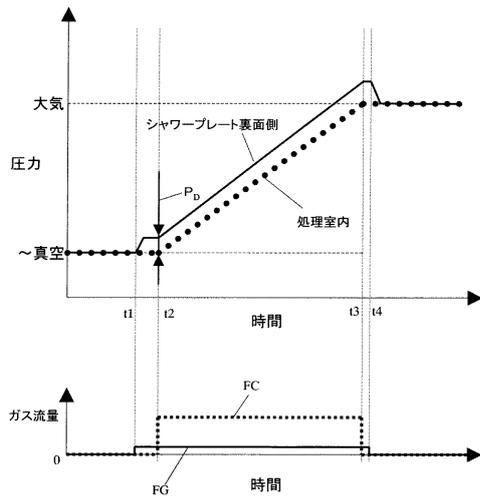


【図2】



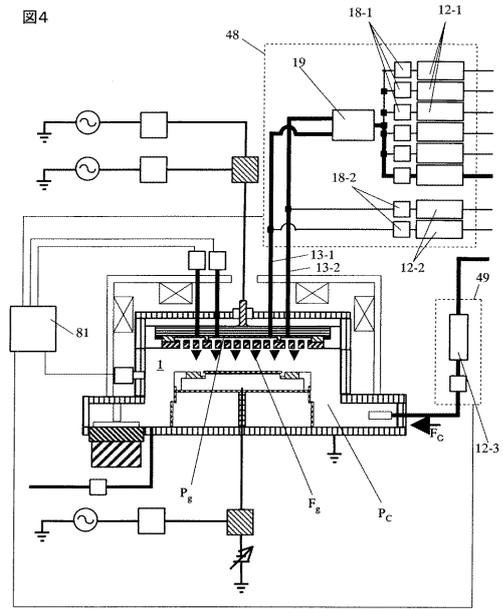
【図3】

図3



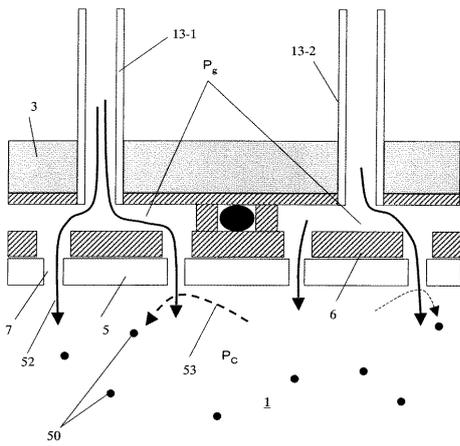
【図4】

図4



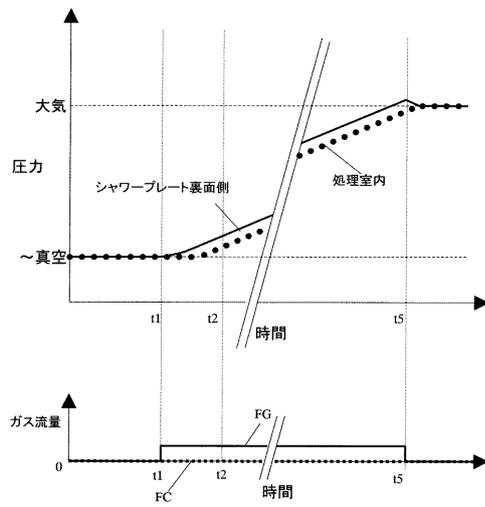
【図5】

図5



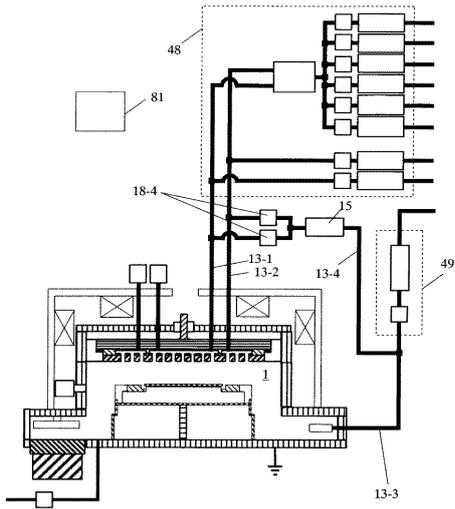
【図6】

図6



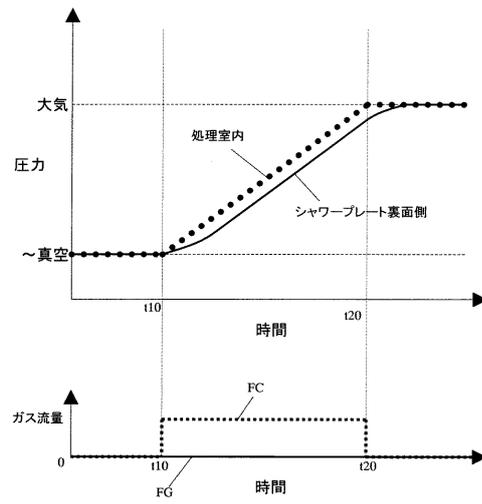
【図7】

図7



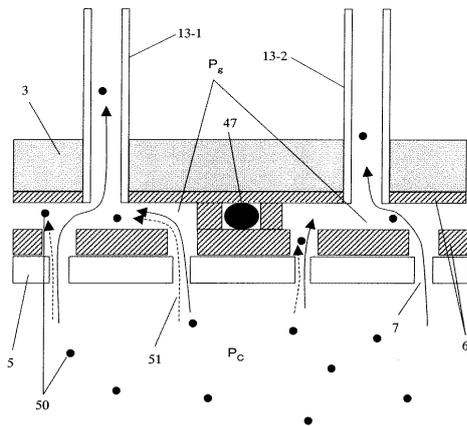
【図8】

図8



【図9】

図9



---

フロントページの続き

(72)発明者 伊澤 勝

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

審査官 井上 由美子

(56)参考文献 実開平05-030160(JP,U)

特開2003-243365(JP,A)

特開2007-335465(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

H01L 21/31

H01L 21/205

C23C 14/22

C23C 16/44

H05H 1/46