

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4628807号
(P4628807)

(45) 発行日 平成23年2月9日(2011.2.9)

(24) 登録日 平成22年11月19日(2010.11.19)

(51) Int.Cl.		F I
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302	IO 1 H
C 2 3 C 16/44 (2006.01)	C 2 3 C 16/44	J
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 21/02	Z
HO 1 L 21/205 (2006.01)	HO 1 L 21/205	

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-22114 (P2005-22114)	(73) 特許権者	501387839
(22) 出願日	平成17年1月28日(2005.1.28)		株式会社日立ハイテクノロジーズ
(65) 公開番号	特開2006-210728 (P2006-210728A)		東京都港区西新橋一丁目24番14号
(43) 公開日	平成18年8月10日(2006.8.10)	(74) 代理人	110000062
審査請求日	平成18年11月1日(2006.11.1)		特許業務法人第一国際特許事務所
		(72) 発明者	枝村 学
			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	牧野 昭孝
			山口県下松市大字東豊井794番地 株式
			会社 日立ハイテクノロジーズ 笠戸事業
			所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空処理装置および真空処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

真空処理チャンバ内のウェットクリーニングや部品交換を行い、前記真空処理チャンバの真空排気を行った後、被処理物の処理に先立って、前記真空処理チャンバ内の馴らし放電やエージングを行う真空処理方法において、
プロセス用の高精度絶対圧真空計と、高範囲の圧力域で測定可能なワイドレンジ真空計とを前記真空処理チャンバに備え、
前記真空処理チャンバ内の真空排気の良い否を判定する解析工程と、真空処理チャンバ内の馴らし放電やエージングを目標真空度への到達前に挿入するように制御する制御工程を有し、前記解析工程は、事前に求められた、前記高精度絶対圧真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力を用いて算出される前記真空処理チャンバの真空封止時の見かけのガス流量（以下、リークレート）と前記ワイドレンジ真空計で測定される前記真空処理チャンバ内圧力との間の関係のデータを参照し、前記ワイドレンジ真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力により、基準となるリークレートに到達したか否かを判断し、前記制御工程は、前記解析工程で排気良好と判断される場合に、規定の真空度に達する時刻を予測し、予測した時刻の近傍に馴らし放電やエージングが終了するように馴らし放電やエージングを開始するように制御することを特徴とする真空処理方法。

【請求項2】

請求項1記載の前記真空処理方法を実現する真空処理装置であって、プロセス用の高精度絶対圧真空計と、高範囲の圧力域で測定可能なワイドレンジ真空計とを前記真空処理チ

チャンバに備え、前記真空処理チャンバ内の真空排気の良否を判定する解析装置と、真空処理チャンバ内の馴らし放電やエージングを目標真空度への到達前に挿入するように制御する制御手段を有し、前記解析装置は、事前に求められた、前記高精度絶対圧真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力を用いて算出される前記真空処理チャンバの真空封止時の見かけのガス流量（以下、リークレート）と前記ワイドレンジ真空計で測定される前記真空処理チャンバ内圧力との間の関係のデータを参照し、前記ワイドレンジ真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力により、基準となるリークレートに到達したか否かを判断し、前記制御手段は、前記解析装置で排気良好と判断される場合に、規定の真空度に達する時刻を予測し、予測した時刻の近傍に馴らし放電やエージングが終了するように馴らし放電やエージングを開始するように制御することを特徴とする真空処理装置。

10

【請求項 3】

請求項 2 記載の真空処理装置において、前記解析装置は、事前に求められた、前記高精度絶対圧真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力を用いて算出される前記真空処理チャンバの真空封止時の見かけのガス流量（以下、リークレート）と前記ワイドレンジ真空計で測定される前記真空処理チャンバ内圧力との間の関係のデータを参照し、前記ワイドレンジ真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力により、基準となるリークレートに到達する時刻を予測する手段であることを特徴とする真空処理装置。

20

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 記載の真空処理装置において、前記真空処理チャンバ又は、前記真空処理チャンバ内蔵物の一部又は全部の表面がアルマイト被覆であることを特徴とする真空処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体、液晶ディスプレイ用基板、その他の製造における、プラズマエッチング、プラズマ CVD、熱 CVD、スパッタリング等、真空排気をした後に被処理物の加工処理を行うための真空処理装置、および真空処理方法に関するものである。

【背景技術】

30

【0002】

半導体素子の高集積化や液晶ディスプレイの大面積化に伴い、半導体製造装置に代表される真空処理装置の性能に対する要求は、非常に厳しくなっている。例えば、プラズマエッチング装置においては、プラズマエッチングを行うことによって発生した反応生成物が、エッチング処理チャンバ内に付着することが避けられない。この付着物は、剥離して被処理物上に落下し、不良の原因になるため、プロセスの歩留まりの低下をもたらす。あるいは、付着物が剥離しなくても、これら反応生成物の付着が増大すると、プラズマや、処理中の反応バランスを徐々に変化させ、付着物の少ない初期状態では問題のなかったエッチング加工不良が生じることになる。したがって、半導体デバイスの生産ラインでは、ある一定枚数毎にフッ素や、酸素などのプラズマを発生させて、チャンバ内のプラズマクリーニングを行い、反応生成物をこれらフッ素や酸素と反応させ除去しようとするが、このようなプラズマクリーニングを行っても、完全に付着物を取り去ることは不可能である。したがって、ある一定枚数のウエハを処理した時点で、装置の真空チャンバを窒素等の不活性ガスで大気圧に戻した後、開放し、水や揮発性の薬液で拭いたり、内部パーツの交換を行う。このように装置の真空チャンバを大気開放して、装置内部の隅々を清掃することを、ウェットクリーニング、あるいは、全掃と呼ぶ。

40

【0003】

半導体デバイス生産用のプラズマエッチング装置においては、装置の全運転時間のうち、このウェットクリーニングに関係する時間が、数 10% を占めることもあり、その分、装置を実際の生産に使用できる時間が減ってしまうこととなる。ウェットクリーニングに

50

よる装置のダウンタイムには、実際に装置を大気開放して清掃する時間だけではなく、その前後の時間が含まれる。特に、ウェットクリーニング後には、通常、チャンバのベース圧力（プロセスガスを流す前の装置の圧力）と、排気を中断してチャンバを真空封じした時の見かけ上のガス流量（大気からの漏れによる流量とチャンバおよびチャンバ内蔵物表面から生じる放出ガスの流量の和、以下、リークレートと呼ぶ）の双方が規定の値以下になるまで、真空排気を行う必要がある。これは、主に、プロセスガスに混入する他のガスの割合が規定の値以下であることを確認し、保証するためである。

【0004】

ここで、リークレートは通常、次のように決定する。まずゲートバルブを閉止し、絶対圧力が測定可能な隔膜真空計等を用いて圧力の上昇レートを測定する。測定された圧力上昇レートを $R [Pa/s]$ 、真空チャンバの体積を $V [L]$ とすると、リークレート LR は、 $LR = R \cdot V [PaL/s]$ として与えられる。リークレートは、チャンバおよびチャンバ内蔵物表面の正味の（脱離と吸着の差の）放出ガス流量と、大気からの漏れ流量の和である。なお、リークレートの代わりに、体積 V を乗算しない圧力上昇レート R が用いられることもあるが、装置の真空チャンバの体積は常に一定であるので、同じことを意味することは言うまでもない。

【0005】

プラズマエッチング装置では、さらに、真空度が規定の値に達したら、希ガスによる馴らし放電をして放電部の温度を上げたり、実際のプロセスガスを用いた放電を行って処理室内部の表面のコンディショニングを行うエージングと呼ばれる処理を行う必要がある。さらにこれだけでは足りずエッチング処理が安定しない場合は、多数のダミーのウエハを実際の製品加工の条件で連続処理した後、実際の製品加工処理を開始することもある。このように、ウェットクリーニングに起因する装置のダウンタイムは非常に大きく、これを短縮することにより、装置を実際の生産に使用できる時間数を増大させ、生産量を増大させることができる。

【0006】

特に、ウェットクリーニングにかかる時間のうち、排気にかかる時間の割合は通常かなり高い。大気圧から、高真空から超高真空に至るまでの排気は、真空チャンバの内表面等に吸着した水分子を排気することであることが広く知られている（例えば、真空ハンドブック：アルバック/編、オーム社）。装置によっても異なるが、正常な排気過程においても、数時間～数十時間が、規定の圧力、リークレートまで下がるのに費やされる。そのとき、例えば、Oリング等のシール部に異物を挟んだ等の原因により大気からの漏れが生じ、装置の圧力が、規定の圧力、リークレートに下がらなかった場合、長い時間を排気に費やした後、再び、装置を大気に戻して、シール部の異物を取り除き、排気しなおす必要がある。このような問題が発生した場合、大きな時間のロスとなる。

【0007】

このような問題を解決するために、従来技術として、排気の異常を迅速に察知する取り組みがなされている。例えば、福澤らは、圧力の測定データを、理論的な圧力変化と比較することにより、排気異常を迅速に察知したり、目標の圧力に到達する時間を予測する方法、ならびに、このような予測制御システムを具備した真空装置を提案している（例えば、特許文献1参照）。彼らの発明は、ステンレス製チャンバの排気を想定していると思われるが、近年の半導体製造装置は、チャンバにアルマイト被膜付のアルミ合金が使われることが多く、またチャンバ内部に様々な材料が用いられているため理論排気曲線を定めるのが難しいため、彼らの方法はチャンバにアルマイト被膜付のアルミ合金を用いた装置では困難であると思われる。また、排気のみならず、その後の装置のエージングの時間については考慮していない。

【特許文献1】特開2002-346367号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の課題は、ウェットクリーニングによる真空処理装置のダウンタイムを短縮することである。プラズマエッチング装置等では、排気時間そのものだけではなく、目標真空度に達した後に、馴染し放電やエージングがあり、これらにかかる時間が無視できない。本発明は、このエージング等の時間までを含めて装置のダウンタイムを短縮しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記のような課題は、次のような手法によって実現される。通常、目標真空度の指標としては、圧力とリークレートが用いられるため、これらの両方が規定値以下になる必要がある。発明者らの実験によると、圧力とリークレートには相関があるので、まず、前もって圧力とリークレートの関係を求めておく。次に、圧力の変化を用いて、規定の真空度（圧力がリークレートの厳しい方）を達する時刻を予測し、その時刻に馴染し放電とエージングが終了するように、エージング処理の開始・終了時刻を決定すればよい。発明者らの実験によると、真空チャンバの内壁材料にもよるが、放電は水分子の排気にさほど影響がないか、あるいは、むしろ排気を促進する方向なので、エージングが終了した時刻には、目標の圧力・リークレートに到達しており、すぐに製品の処理に移ることができる。以上のような手段により、元々、馴染し放電やエージングに必要な時間の分、ウェットクリーニングによる装置のダウンタイムを短縮することができる。

【0010】

すなわち、本発明は、真空処理チャンバ内のウェットクリーニングや部品交換を行い、前記真空処理チャンバの真空排気を行った後、被処理物の処理に先立って、前記真空処理チャンバ内の馴染し放電やエージングを行う真空処理方法において、プロセス用の高精度絶対圧真空計と、高範囲の圧力域で測定可能なワイドレンジ真空計とを前記真空処理チャンバに備え、前記真空処理チャンバ内の真空排気の良い否を判定する解析工程と、真空処理チャンバ内の馴染し放電やエージングを目標真空度への到達前に挿入するように制御する制御工程を有し、前記解析工程は、事前に求められた、前記高精度絶対圧真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力を用いて算出される前記真空処理チャンバの真空封止時の見かけのガス流量（以下、リークレート）と前記ワイドレンジ真空計で測定される前記真空処理チャンバ内圧力との間の関係のデータを参照し、前記ワイドレンジ真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力により、基準となるリークレートに到達したか否かを判断し、前記制御工程は、前記解析工程で排気良好と判断される場合に、規定の真空度に達する時刻を予測し、予測した時刻の近傍に馴染し放電やエージングが終了するように馴染し放電やエージングを開始するように制御することを特徴とする。

【0011】

さらに、本発明は、請求項1記載の前記真空処理方法を実現する真空処理装置であって、プロセス用の高精度絶対圧真空計と、高範囲の圧力域で測定可能なワイドレンジ真空計とを前記真空処理チャンバに備え、前記真空処理チャンバ内の真空排気の良い否を判定する解析装置と、真空処理チャンバ内の馴染し放電やエージングを目標真空度への到達前に挿入するように制御する制御手段を有し、前記解析装置は、事前に求められた、前記高精度絶対圧真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力を用いて算出される前記真空処理チャンバの真空封止時の見かけのガス流量（以下、リークレート）と前記ワイドレンジ真空計で測定される前記真空処理チャンバ内圧力との間の関係のデータを参照し、前記ワイドレンジ真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力により、基準となるリークレートに到達したか否かを判断し、前記制御手段は、前記解析装置で排気良好と判断される場合に、規定の真空度に達する時刻を予測し、予測した時刻の近傍に馴染し放電やエージングが終了するように馴染し放電やエージングを開始するように制御することを特徴とする。

【0012】

さらに、本発明は、前記解析装置は、事前に求められた、前記高精度絶対圧真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力を用いて算出される前記真空処理チャンバ

の真空封止時の見かけのガス流量（以下、リークレート）と前記ワイドレンジ真空計で測定される前記真空処理チャンバ内圧力との間の関係のデータを参照し、前記ワイドレンジ真空計によって測定された前記真空処理チャンバ内の圧力により、基準となるリークレートに到達する時刻を予測する手段であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、処理チャンバの圧力の変化を用いて、規定の真空度（圧力か、リークレートの厳しい方）に達する時刻を予測し、その時刻に馴らし放電とエージングが終了するように、エージング処理の開始・終了時刻を決定する。これにより、すぐに製品の処理に移ることができ、元々、馴らし放電とエージングに必要な時間の分、ウェットクリーニングによる装置のダウンタイムを短縮することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明は、半導体デバイスの製造の分野に限定されるものではなく、液晶ディスプレイの製造や各種表面処理等、様々な分野の製品処理に用いられる真空を用いた処理装置に適用が可能であるが、ここでは、半導体デバイス製造用のプラズマエッチング装置を例にとって、実施例を示すことにする。

【0020】

図1は、本発明の一実施例であり、プラズマエッチング装置の概略を示している。図中の処理チャンバ1は、真空容器であり、ゲートバルブ2、処理中の圧力調整用のバタフライバルブ3を介してターボ分子ポンプ4が接続される。処理中には、プロセスガスインレット10より、プロセスガスを導入し、プラズマソース14によりプラズマを発生し、ステージ6上のウエハ7をプラズマエッチング処理する。

20

【0021】

プラズマエッチング装置は、通常、少なくとも2種類の真空計を装備している。プロセス中の圧力をモニタリングするための隔膜真空計等の絶対圧真空計8と、装置の圧力を大気圧から高真空にかけて広範囲に圧力を測定するためのワイドレンジ真空計9である。後者は、パイアードアルパード真空計やコールドカソード真空計とピラニ真空計の複合タイプがよく用いられる。隔膜真空計は、比較的正確に絶対圧を測定することができるが、プロセス処理を行うあたりの圧力しか測定できない（プラズマエッチング装置の場合は、フルスケール13.3Pa~133Paが多い）。一方、ワイドレンジ真空計は、大気圧から超高真空まで広範囲に測定可能であるが、一方で、その精度は低いし、真空計の個体差も大きい。

30

【0022】

本発明によるプラズマエッチング装置は、これら二つの圧力計のデータを用い、規定の真空度（圧力とリークレート）に達する時刻を予測するための解析手段13、ならびに、装置の制御手段12を具備する。

【0023】

ウェットクリーニング終了後の排気過程の圧力測定においては、圧力が大きく変化するため、ワイドレンジ真空計9が用いられる。また、リークレートを測定するために、ゲートバルブ2を閉め、そのときの圧力上昇を測定する際には、より正確な絶対圧真空計8が用いられる。リークレートの測定は、大気からの漏れ流量や、チャンバ表面からの放出ガス流量が規定の範囲内であることを確認するために行われる。

40

【0024】

図2は、排気途中の圧力とリークレートの変化を示す。図2より明らかなように、これら二つのパラメータは、ほぼ同じように減少する。リークレートの測定には、排気の中断が必要な上、時間もかかるため、たくさんのデータ点をとることができない。したがって、トレンドを見るためには圧力をモニタせざるを得ないし、圧力のみをモニタの方が簡便でありかつ排気時間の短縮にもなる。しかしながら、ワイドレンジ真空計は精度が低いし、個体差も大きく、また、チャンバ内表面の状態によっては、これら二つのパラメータ

50

の関係は変わりうるため、あらかじめ、これら二つの関係、すなわち、図 2 に相当するデータを取得しておく必要がある。リークレートを $LR [PaL/s]$ 、圧力を $P [Pa]$ としたとき、 $LR/P [L/s]$ で与えられる値を得るわけである。そして、基準となるリークレートを LR_B 、圧力を P_B としたとき、 LR_B/P_B の小さい方（厳しい方）を目標とする圧力 P_T とする。

【0025】

一般に、漏れのない真空チャンバの高真空領域での排気、すなわち、チャンバ内面に吸着した水の排気過程においては、チャンバ圧力 P の変化が、

$$P = P_0 \cdot t^{-a} \dots (1)$$

で比較的良好に表されることがよく知られている。a はチャンバの材料や、大気への曝露時間等に依存し、例えば、アルマイト（陽極酸化アルミニウム）を内表面材料とした真空チャンバに対して、J. F. McAndrewらの論文（J. Vac. Sci. Technol. A, 14, 1996, p. 1266）によれば、 $a = 0.582 \sim 0.979$ であり、発明者らの実験によれば、アルマイトとステンレスを用いた真空チャンバに対して、 $a = 0.9 \sim 1.2$ であった。理論的には、 $0.5 \sim 1.5$ の値を取りうる。

【0026】

(1) 式の両辺の対数をとると、

$$\log(P) = -a \cdot \log(t) + \log(P_0) \dots (2)$$

となり、横軸を t の対数、縦軸を P の対数としたときの両対数図上で、傾き $-a$ の直線に載る。

【0027】

一方、漏れがある場合、

$$P = P_0 \cdot t^{-a} + P_L \dots (3)$$

となり、両対数軸上では、 t で、圧力 $P = P_L$ となる。 $P_L > P_T$ であるとき、装置は目標の圧力まで下がらないことになる。

【0028】

図 3 は、漏れの有無による圧力変化の模式図である。チャンバに漏れがあり、目標圧力に到達しない場合でも、 P_L が比較的、 P_T に近いとき、圧力の比較的高い領域では判別しにくいことが分かる（無論、大きな漏れならば判別は可能であるが）。もし、a の値が、あらかじめわかっているのなら、漏れがある場合、圧力の高い領域で、見かけ上 a の値が小さく見える傾向があるため、圧力トレンドで漏れの有無の判別はつくが、a の値は、大気曝露時間に依存し、必ずしも一つの値に決まらないため、漏れの有無は、目標圧力に比較的近づいてからでないとは分かりにくいし、目標圧力への到達時刻も予測できない。

【0029】

しかしながら、圧力減少は時間に対して対数的なので、圧力が両対数図上で、目標圧力にかなり近づいてからでも実際に目標圧力に達するには相当な時間が必要である。例えば、 $a = 1$ 、かつ、排気開始から目標圧力 P_T に到達するのに 10 時間かかるとき、大気から $1.5 P_T$ に達するのには、6.7 時間、 $1.5 P_T$ から P_T に至るのには、そこから、3.3 時間かかる。図 4 より明らかなように、排気開始から $1.5 P_T$ に至るまでの圧力変化のトレンドから、3.3 時間先の目標圧力 P_T への到達時刻はかなりの精度で予測可能である。

【0030】

図 4 は、目標圧力への到達時刻の予測方法を示す図である。図の横軸は、時間の対数、縦軸は、圧力の対数である。排気に伴って、圧力が、目標圧力 P_T に対して、例えば、2.5 倍の値に達したときに、目標到達時刻予測処理を起動する。予測処理起動開始から、例えば、 $1.5 P_T$ に至る圧力の減少をモニタし、両対数図上での傾きの絶対値、すなわち、前述の値 a の変化をモニタリングし、その変化が規定の範囲内であるとき（a の値が安定しているとき）に、予測可能と判断し、a の最小値を用い、(1) 式より、目標到達時刻を予測する。

【0031】

10

20

30

40

50

図5は、大気からの漏れにより異常と判定するケースであり、圧力減少が飽和してくるために、 a の値が、図4の場合より、小さく、かつ、予測中に徐々に小さくなる傾向が強い。このような場合は、圧力が飽和しつつあると判断し、排気異常（漏れ）と判定する。

【0032】

前記特許文献1（特開2002-346367号公報）に記載の福澤らの発明では、排気のトレンドを、クライオポンプによる理論式と比較し、目標到達を予測するとしているが、エッチング装置など実際の半導体製造装置は、チャンバ内部に様々な材料が用いられている。チャンバ内部が、ほぼステンレス材料で構成されている場合には、圧力変化は比較的理論式に近く、チャンバを大気曝露したときの a の値のばらつきも小さい（ a は、1に近い値をとる）ため、比較的目標圧力より遠い、高い圧力からの目標圧力到達時刻の予測も可能であるかもしれないが、最近の装置は、アルマイト被膜付のアルミ合金が使われることが多く、他にもテフロン（登録商標）などの高分子材料や、あるいは、ステンレス材料でも表面が腐食性プロセスガスによって変化したものであったりして、理論排気曲線を定めるのが難しい（ a は0.5～1.5の間の値をとりうる）。図4, 5に示したような本発明による予測方法では、目標圧力に比較的近い圧力からの予測にはなるが、どのような状況・装置に対しても適用可能である。

【0033】

本発明の目的は、排気異常を検知するのみならず、馴らし放電やエージングも含めてウェットクリーニング後の装置立上時間を短縮することである。そこで、排気に対する放電の影響を調べる必要があった。図6は、発明者らの実験による、排気途中に、Arや塩素の放電を挿入したときの圧力変化を示している。図6において、Ar放電はAr放電を入れた場合の排気曲線、Cl₂放電はCl₂放電を入れた場合の排気曲線、連続排気は連続排気の場合の排気曲線である。図6において、放電中は、プロセスガスを流し一定値に圧力制御が行われているため（図では、1Pa）、圧力が上昇しているが、図より、排気途中での放電の挿入はその後の圧力減少に影響を与えていないことが分かる。すなわち、希ガスやプロセスガスを流した状態での放電は、その間、単に排気していたことと等価であると考えられる。一般に、放電は表面吸着した水分子を取り去る効果があると言われているが、半導体製造装置の真空チャンバにおいて、放電が真空排気に影響を与えない理由として、ひとつは、真空チャンバ内において放電が届かない箇所が多いこと、もう一つは、アルマイト被膜は極めてポーラスであり、被膜内部から拡散してくる水分子が大半を占めることが挙げられる（前述のJ. F. McAndrewらの論文にもこのことが示されている。）したがって、図4および図5を用いて説明した方法で、目標真空度への到達時刻を前もって予測可能であるとき、馴らし放電やエージングを目標真空度への到達前に挿入し、エージングが完了する時刻に、ちょうど目標真空度に達するか、あるいは若干のマージンを見て目標真空度以下に達するようにすれば、途中に放電を挿入しても、予測通りに目標真空度に達するし、これにより、馴らし放電やエージングにかかる時間かそれに近い時間分、装置の立上時間を低減できることになる。

【0034】

本発明によれば、図7に示すように、チャンバの漏れ（排気異常）や目標到達時刻を予測するだけでなく、馴らし放電や、エージングを規定の目標真空度に至る前に先回りして実施し、ウェットクリーニングに伴う装置のダウンタイムを低減することができる。図7に示すように、エッチング装置の排気過程において、基準となる圧力とリークレートがあるとき、従来の方法では、チャンバの圧力をモニタし、基準圧力よりもチャンバ圧力が低くなったら、次に、リークレートを何回か測定し、測定したリークレートが基準リークレートを下回ったら、次に、既定の馴らし放電やエージングを決められた時間だけ行い、その後、実際の製品加工処理にはいる。一方、本発明では、まず、排気の比較的早い段階でリークレートの測定を行う。圧力の減少とリークレートの減少が同じものと仮定し、基準リークレートに到達する圧力を決定する。次に、その圧力に到達する時刻を、その後の圧力低下のトレンドより予測し、その時刻に、馴らし放電とエージングが終了するようにスケジューリングし、これらを行う。馴らし放電とエージングが終了した後、リークレート

10

20

30

40

50

を測定し、基準リークレートに到達したことを確認し、製品処理に入る。これにより、ほぼ、馴らし放電とエージング時間分だけ、装置のダウンタイムを低減することができる。

【0035】

以上を、さらに具体的に説明するために、図8に本発明の一実施例となる具体的なフローチャートを示す。排気開始後、チャンバ内の圧力を監視し(S1)、所定の圧力値 P_s 以下になったとき、まず、リークレートの測定を行う。測定されたリークレート L_R と、そのときの圧力 P より、 L_R/P を求める。また、このとき同時に、絶対圧真空計の出力値を用いて、(絶対圧真空計の測定レンジ内に限定されるが)ワイドレンジ真空計の校正を行うことができる。 L_{R_B}/P_B と P_B の小さい方を目標圧力 P_T と定める(S2)。次に圧力が目標圧力 P_T の例えば、2.5倍以下になったかを監視し(S3)、2.5倍以下になったときに、目標圧力に到達する時刻を予測する機能を起動する。この後、常に、圧力の時間変化のトレンドの両対数軸上の傾きの逆号(絶対値)に相当する値 a を逐次計算する(S4)。圧力が例えば1.5倍以下に達したかを監視し(S5)、1.5倍以下に達したときに、この a の値がどの程度の範囲で変化したかをチェックする(S6)。 a の値が一定であるときは、大気からの漏れがなく水分子の理想的な排気特性に近い。 a の値が決められた範囲とばらつき、例えば、0.7~1.5、かつ、ばらつきが20%以内であるときは、順調に排気が行われていると判断する(Yes)。一方、この範囲とばらつきを逸脱しているとき(No)、漏れが生じ、排気異常であると判断する(S7)。順調に排気が行われていると判断したとき(Yes)は、 a の値の最小値を用い、(1)式のように、圧力が t^{-a} に比例して減少するとして目標に到達する時刻を予測する(S8)。次に、現時刻から目標到達時刻までの時間 $t_T - t$ と、馴らし放電・エージングの所要時間 t_0 を比較し(S9)、 $t_T - t$ の方が大きければ(No)そのまま排気を継続する。このとき、予測はそのまま続けられるので目標到達時刻は常にアップデートされる。 $t_T - t$ が等しいか小さければ(Yes)馴らし放電・エージングを行う(S10)。予測通りであれば、エージングが終了した時点で、圧力は目標に達することになるため、最後に、エージング後に圧力とリークレートが規定値であるか確認し($R_L = L_{R_B}$ および $P = P_B$?)あるかを監視し(S11)、実際の製品の処理に移る(S12)。

【0036】

図9は、 L_R/P を装置パラメータとして前もって保持している場合であり、図8のステップS1およびステップS2のように毎回リークレート測定や L_R/P の算出を行わなくてよくなるが、 L_R/P の値は、ワイドレンジ真空計の交換や、チャンバ内表面の状態の変化等で変わりうるため、 L_R/P の値の定期的な測定および真空計やポンプ等部品交換時の測定が必要である。ステップ3以降の処理は図8の場合と同様に行われる。

【0037】

図10は、図8におけるステップS11の最終的な到達圧力とリークレートの測定を行わない場合である。その他の処理(S1~S10、S12)は図8の場合と同様に行われる。本発明によれば、排気中の圧力変化のトレンドにより、装置に漏れがなく、ある時間経過後に圧力が十分下がることを確認しているため、本来、特に圧力やリークレートの到達目標値を設けチェックする必要はない。したがって、これは、装置の真空排気の良否を、従来、目標真空度への到達をもって、製品処理の基準としていたものを、真空排気における圧力変化トレンドへと置き換えたものとも考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の一実施例を示す断面図。

【図2】排気中の圧力とリークレートのトレンドを示す図。

【図3】大気からの漏れがある場合の圧力のトレンドを示す図。

【図4】目標圧力到達時刻の予測方法を説明する図(漏れがなく予測可能な場合)。

【図5】目標圧力到達時刻の予測方法を説明する図(漏れがあり排気異常と判断される場合)。

【図6】各種ガスの放電が排気トレンドに与える影響を示す図。

10

20

30

40

50

【図 7】本発明の実施による装置のウェットクリーニング後の立上時間短縮を示す図。

【図 8】本発明の一実施例を示すシステムシーケンスのフローチャート。

【図 9】本発明の一実施例を示すシステムシーケンスのフローチャート。

【図 10】本発明の一実施例を示すシステムシーケンスのフローチャート。

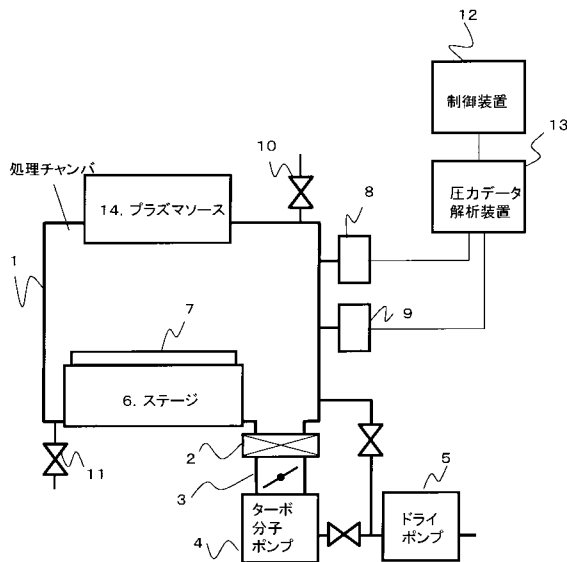
【符号の説明】

【0039】

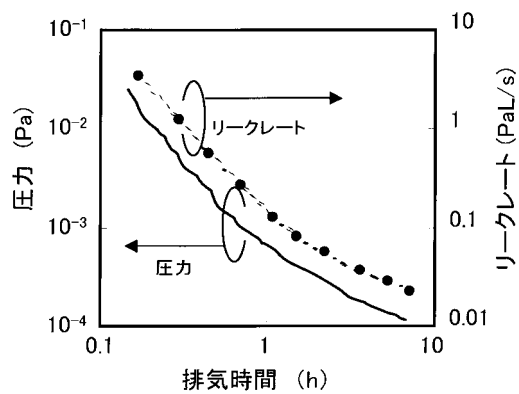
1 ... 処理チャンバ、2 ... ゲートバルブ、3 ... バタフライバルブ、4 ... ターボ分子ポンプ、5 ... ドライポンプ、6 ... ステージ、7 ... ウエハ、8 ... プロセス用絶対圧真空計、9 ... ワイドレンジ真空計、10 ... プロセスガスインレット、11 ... リーク用N2インレット、12 ... 制御装置、13 ... 圧力データ解析装置、14 ... プラズマソース。

10

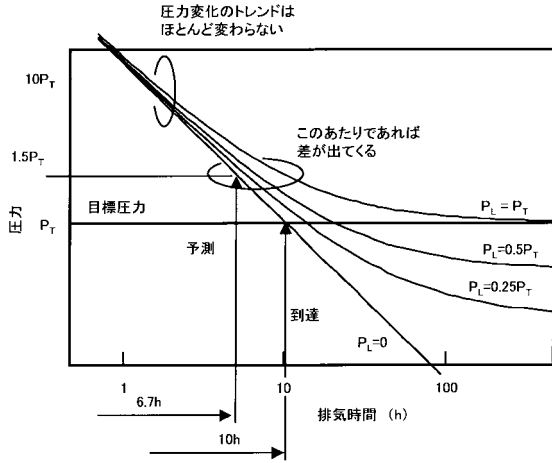
【図 1】



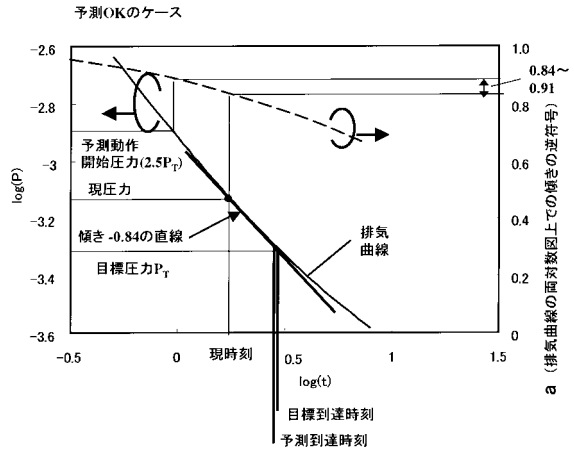
【図 2】



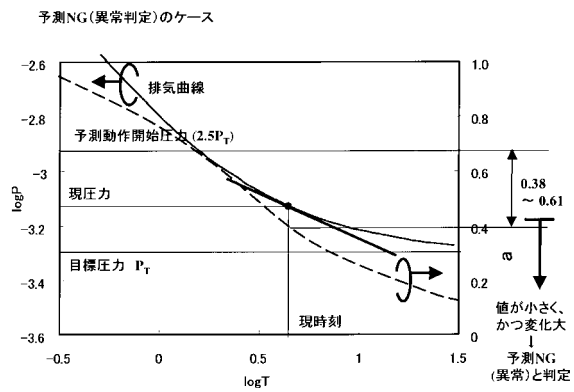
【 図 3 】



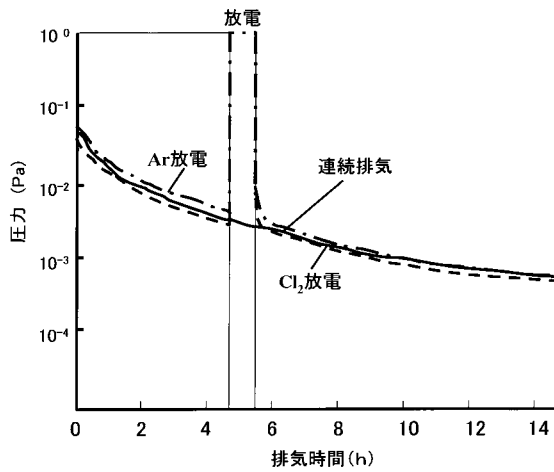
【 図 4 】



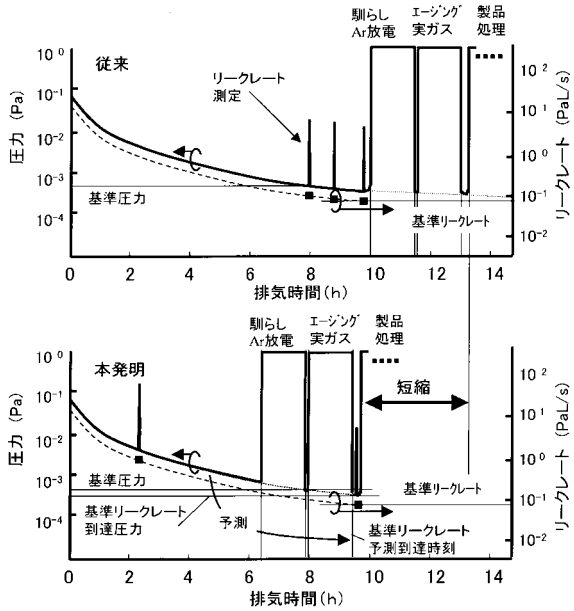
【 図 5 】



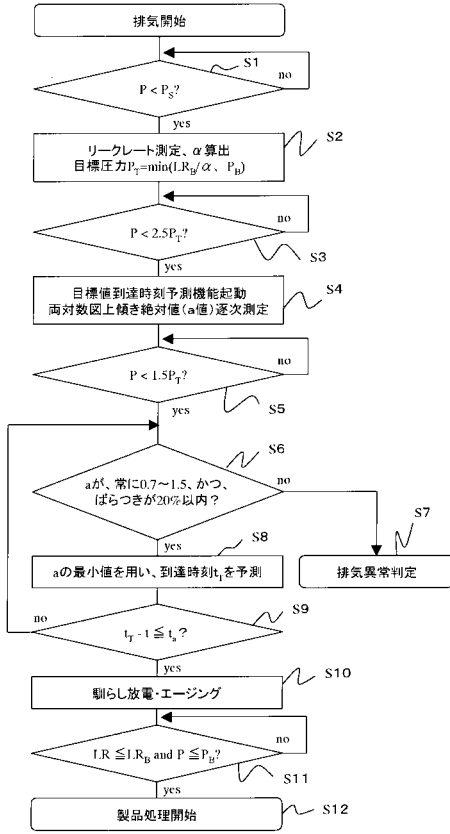
【 図 6 】



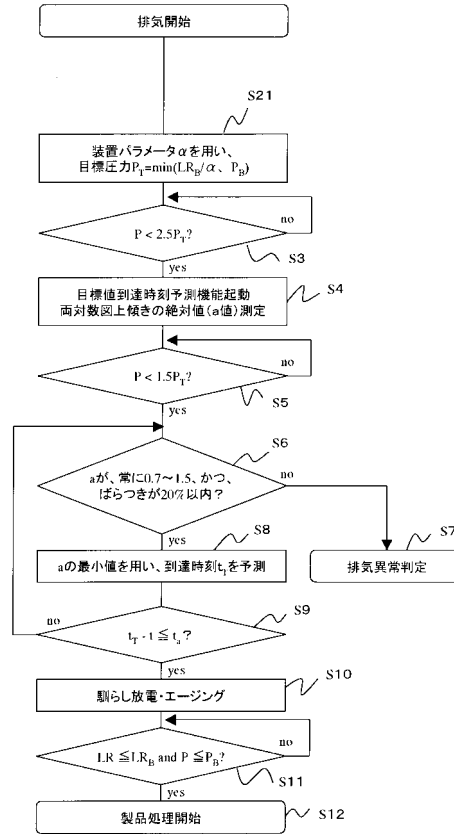
【 図 7 】



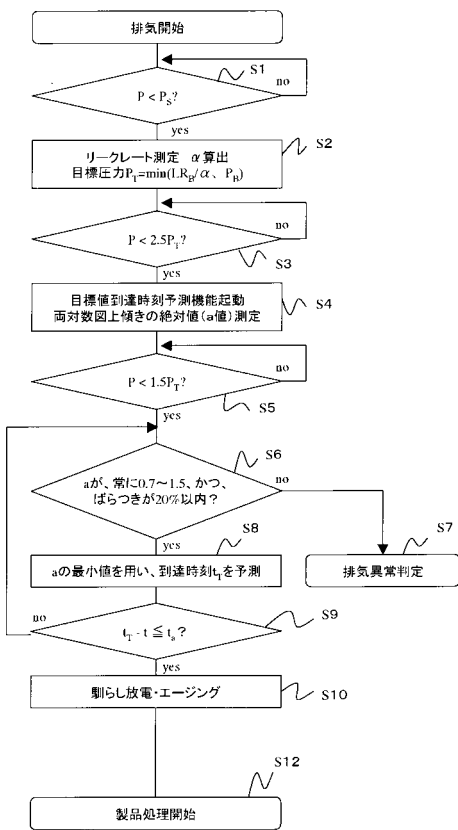
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 吉開 元彦
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 笠戸事業所内
- (72)発明者 中司 孝則
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 笠戸事業所内
- (72)発明者 田内 勤
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 笠戸事業所内

審査官 板谷 一弘

- (56)参考文献 特開2003-045847(JP,A)
特開2000-072415(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/302,
H01L 21/306,
H01L 21/205,
H01L 21/02,
C23C 16/44