

(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2006-324316

(P2006-324316A)

(43) 公開日 平成18年11月30日(2006.11.30)

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

F I

H01L 21/302 I O I G

テーマコード (参考)

5 F004

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2005-144043 (P2005-144043)
 (22) 出願日 平成17年5月17日 (2005.5.17)

(71) 出願人 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目24番14号
 (74) 代理人 100093492
 弁理士 鈴木 市郎
 (72) 発明者 幾原 祥二
 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 白石 大輔
 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 山本 秀之
 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

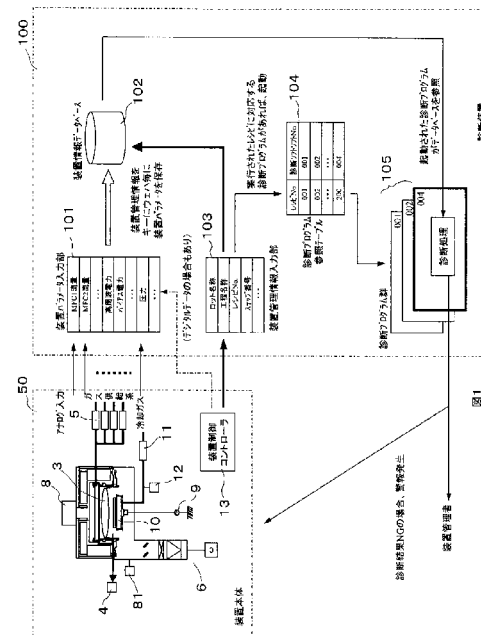
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】稼働率の大幅な低下を伴うことなく装置状態を診断することのできる予防保全技術を提供する。

【解決手段】真空処理室内で試料を載置して吸着保持する試料載置電極10と、導入された処理ガスに高周波電力を印加してプラズマを生成するプラズマ生成用高周波電源8と、試料を前記試料載置電極10上に搬入し、処理の終了した試料を搬出する搬送装置を備えたプラズマ処理装置本体50と、前記プラズマ処理装置本体50を制御する装置制御コントローラ13を備え、前記装置制御コントローラ13は、前記プラズマ処理装置本体50を予め設定した手順に従って制御し搬入された試料に試料毎の処理を施すための複数のレシピ、および前記複数のレシピの内の特定のレシピの実行時に前記プラズマ処理装置本体50の装置パラメータを取得し、取得した装置パラメータをもとにプラズマ処理装置本体50の状態の良否を診断する診断装置100を備えた。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

真空処理室と、
該真空処理室内を真空排気する排気装置と、
前記真空処理室内に処理ガスを導入するマスフローコントローラと、
前記真空処理室内で試料を載置して吸着保持する載置電極と、
導入された前記処理ガスに高周波電力を印加してプラズマを生成する高周波電源と、
試料を前記載置電極上に搬入し、処理の終了した試料を搬出する搬送装置を備えたプラズマ処理装置本体と、

該プラズマ処理装置本体を制御する装置制御コントローラを備え、

該装置制御コントローラは、プラズマ処理装置本体を予め設定した手順に従って制御し搬入された試料に試料毎の処理を施すための複数のレシピ、および該複数のレシピの内の特定のレシピの実行時に前記プラズマ処理装置の装置パラメータを取得し、取得した装置パラメータをもとにプラズマ処理装置本体の状態の良否を診断する診断装置を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記特定のレシピは、正常運転時の処理条件を超える処理条件を設定したレシピであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記診断装置は前記特定レシピのそれぞれに対応した診断プログラムを備え、該診断プログラムがプラズマ処理装置本体の状態を否と診断したとき警報を発することを特徴とするプラズマ処理装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記特定のレシピは、マスフローコントローラを介してガスを一定の流量で真空処理室に供給する処理部を備え、前記診断装置は前記真空処理室内のガス圧力の到達値を基準値と比較してプラズマ処理装置本体の状態の良否を診断することを特徴とするプラズマ処理装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記排気装置はターボ分子ポンプおよび該ターボ分子ポンプの排気側を真空排気するドライポンプを備え、

前記特定のレシピは、真空処理室内にガスを供給しない処理部および真空処理室内にガスを供給する処理部を備え、前記診断装置は前記ガスを供給しない処理部における前記ターボ分子ポンプの排気側圧力と前記ガスを供給する処理部における前記ターボ分子ポンプの排気側圧力との差をもとに前記プラズマ処理装置本体の状態の良否を診断することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記載置電極と該載置電極に吸着保持された試料との間に冷却ガスを供給する冷却ガス供給手段を備え、

前記診断装置は、前記載置電極と該載置電極に吸着保持された試料との間に供給される冷却ガスの流量を測定する流量計を備え、該流量計の測定結果を積算した結果を基準値と比較して前記吸着保持状態の良否を診断することを特徴とするプラズマ処理装置。

40

【請求項 7】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記診断装置は、プラズマの発光強度を測定する測定器を備え、測定したプラズマの短波長領域における発光強度と長波長領域における発光強度との比をもとに真空処理室に堆

50

積した反応生成物の量の適否を診断することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記特定のレシピは、真空処理室内に生成させるプラズマの生成条件を変更する処理部を備え、前記診断装置は生成するプラズマの発光強度および放電に関する装置パラメータをもとに真空処理室内の部品の消耗量を診断することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 9】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記診断装置は、プラズマの発光強度を測定する測定器を備え、測定したプラズマの発光スペクトルに含まれる N_2 、 H_2O 、 O 、 H 、 OH 、 N 、 O_2 または H_2 の発光スペクトル量をもとに真空処理室にリークするガス量または真空処理室の内容物から発生するアウトガス量の適否を診断することを特徴とするプラズマ処理装置。 10

【請求項 10】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記診断装置は、装置の初期化後に取得した複数の装置パラメータと所定期間の運転継続後に取得した複数の装置パラメータの差をもとにプラズマ処理装置本体の状態の良否を診断することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 11】

真空処理室と、

該真空処理室内を真空排気する排気装置と、 20

前記真空処理室内に処理ガスを導入するマスフローコントローラと、

前記真空処理室内で試料を載置して吸着保持する載置電極と、試料を前記載置電極上に搬入し、処理の終了した試料を搬出する搬送装置と、高周波電源を備え、

導入された前記処理ガスに高周波電力を印加してプラズマを生成して前記試料にプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、

予め設定したレシピに従って、真空処理室に搬入された試料に試料毎の処理を施すステップと、

前記レシピの内の特定のレシピの実行時に前記プラズマ処理装置の状態を表す装置パラメータを取得し、取得した装置パラメータをもとにプラズマ処理装置の状態の良否を診断するステップを備えたことを特徴とするプラズマ処理方法。 30

【請求項 12】

請求項 11 記載のプラズマ処理方法において、

前記特定のレシピは、正常運転時の処理条件を超える処理条件を設定したレシピであることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 13】

請求項 11 記載のプラズマ処理方法において、

前記プラズマ処理装置の状態の良否を診断するステップは、前記特定レシピのそれぞれに対応した診断プログラムを備え、該診断プログラムがプラズマ処理装置の状態を否と診断したとき警報を発することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 14】 40

請求項 11 記載のプラズマ処理方法において、

前記特定のレシピは、マスフローコントローラを介してガスを一定の流量で真空処理室に供給するステップを備え、前記診断装置は前記真空処理室内のガス圧力の到達値を基準値と比較してプラズマ処理装置の状態の良否を診断することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 15】

請求項 11 記載のプラズマ処理方法において、

前記排気装置はターボ分子ポンプおよび該ターボ分子ポンプの排気側を真空排気するドライポンプを備え、

前記特定のレシピは、真空処理室内にガスを供給しないステップおよび真空処理室内に 50

ガスを供給するステップを備え、前記ガスを供給しないステップにおける前記ターボ分子ポンプの排気側圧力と前記ガスを供給するステップにおける前記ターボ分子ポンプの排気側圧力との差をもとに前記プラズマ処理装置の状態の良否を診断ことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 16】

請求項 11 記載のプラズマ処理方法において、

前記載置電極と該載置電極に吸着保持された試料との間に冷却ガスを供給する冷却ガス供給手段を備え、

前記載置電極と該載置電極に吸着保持された試料との間に供給される冷却ガスの流量の積算結果を基準値と比較して前記吸着保持状態の良否を診断することを特徴とするプラズマ処理方法。

10

【請求項 17】

請求項 11 記載のプラズマ処理方法において、

プラズマの発光強度を測定し、測定したプラズマの短波長領域における発光強度と長波長領域における発光強度との比をもとに真空処理室に堆積した反応生成物の量の適否を診断することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 18】

請求項 11 記載のプラズマ処理方法において、

真空処理室内に生成させるプラズマの生成条件を変更するステップを備え、該変更された生成条件で生成したプラズマの発光強度および放電に関する装置パラメータをもとに真空処理室内の部品の消耗量を診断することを特徴とするプラズマ処理方法。

20

【請求項 19】

請求項 11 記載のプラズマ処理方法において、

測定したプラズマの発光スペクトルに含まれる N_2 、 H_2O 、 O 、 H 、 OH 、 N 、 O_2 または H_2 の発光スペクトルをもとに真空処理室内にリークするガス量または真空処理室の内容物から発生するアウトガス量の適否を診断することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 20】

請求項 11 記載のプラズマ処理方法において、

プラズマ処理装置の初期化後に取得した複数の装置パラメータと所定期間の運転継続後に取得した複数の装置パラメータの差の累積をもとにプラズマ処理装置本体の状態の良否を診断することを特徴とするプラズマ処理方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマ処理装置に係り、特に自己診断機能を備えたプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献 1 には、正常な装置状態と、高周波電力の電力条件やガス条件などのチャンバ条件を変化させたときの、各状態におけるインピーダンスと処理速度を測定し、これらの関係についてあらかじめ変化曲線（関係式）を作成しておき、メンテナンス後に電力条件を測定し、測定値があらかじめ決められた範囲内にあるか否かを判断することにより、早期に異常を検出するとともに、不良要因を特定するようにしたプラズマ処理装置が示されている。

40

【0003】

また、特許文献 2 には、産業用設備機器の運転データをリアルタイムで取り込み所定の編集形式にてデータを蓄積するフィールド監視サーバと、該フィールド監視サーバに通信回線で接続され、前記蓄積された産業用設備機器の運転データを所定の編集形式で読み出し、各設備機器の動作状況の監視及び診断を行う遠隔監視端末を備えた監視診断システム

50

が示されている。

【特許文献１】特開２００４－１５２９９９号公報

【特許文献２】特開２００２－７３１５８号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

半導体製造において、装置の稼働率維持のためには定期的に装置の状態の診断が必要であり、特に故障が発生する以前に装置状態の変動をいち早く察知する、いわゆる予防保全が重要であるとされている。しかしながら、前記従来技術では、予防保全のために装置を運転させながら異常を発見することが困難で、通常、一旦生産を止めた上での点検作業が必要であり、これが装置の稼働率の低下につながっていた。 10

装置を運転しながら予防保全を行うことが困難な理由は、製品ウエハの加工状態に伴って装置状態が変化してしまうことにある。例えば、半導体処理装置を構成するエッチング室の圧力はウエハ等の試料表面の被エッチング膜とエッチングガスとの反応状態により変動し、エッチング膜がなくなった時点でエッチングガスの反応が停止するため、処理室内圧力が上昇する（或いは下降する）現象が発生する。

【０００５】

他の装置状態についても同様であり、例えばプラズマインピーダンスを反映するプラズマ生成用電源電圧（ V_{pp} 電圧）、プラズマ発光等はエッチングの進行に伴い変化する。また、通常エッチングされる試料は被エッチング膜が表面に形成されているが、膜付けの際にこの膜成分が試料裏面に回りこむことが多く、この回り込み量によって試料を静電吸着した際の吸着力が変動する。 20

【０００６】

このため、従来の予防保全においては、装置を一旦停止させ、製品の処理を行わない状態で専用のシーケンスを実行することにより装置状態の変化を検出していた。このような予防保全の実行中は装置の稼働が停止するため、装置の稼働率が低下することになる。

【０００７】

本発明は、これらの問題点に鑑みてなされたもので、稼働率の大幅な低下を伴うことなく装置状態を診断することのできる予防保全技術を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明は上記課題を解決するため、次のような手段を採用した。

【０００９】

真空処理室と、該真空処理室内を真空排気する排気装置と、前記真空処理室内に処理ガスを導入するマスフローコントローラと、前記真空処理室内で試料を載置して吸着保持する載置電極と、導入された前記処理ガスに高周波電力を印加してプラズマを生成する高周波電源と、試料を前記載置電極上に搬入し、処理の終了した試料を搬出する搬送装置を備えたプラズマ処理装置本体と、該プラズマ処理装置本体を制御する装置制御コントローラを備え、該装置制御コントローラは、プラズマ処理装置本体を予め設定した手順に従って制御し搬入された試料に試料毎の処理を施すための複数のレシピ、および該複数のレシピの内の特定のレシピの実行時に前記プラズマ処理装置の装置パラメータを取得し、取得した装置パラメータをもとにプラズマ処理装置本体の状態の良否を診断する診断装置を備えた。 40

【発明の効果】

【００１０】

本発明は、以上の構成を備えるため、稼働率の大幅な低下を伴うことなく装置状態を診断することのできる予防保全技術を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

以下、最良の実施形態を添付図面を参照しながら説明する。図１は、本発明の実施形態 50

にかかるプラズマ処理装置の構成を説明する図である。

【0012】

図1において、加工対象であるウエハ等の試料2が真空処理室1内の試料載置電極10上に載置されると、ガス供給系4からエッチング用ガスがマスフローコントローラ5を介して一定流量に制御されて真空処理室内に供給される。供給されたガスは排気装置6により排気される。このとき、圧力計81により真空処理室内の圧力をモニタしながら排気路中にある可変コンダクタンスバルブ7の開度を調整することにより、真空処理室内圧力を一定に制御することができる。

【0013】

次いで、プラズマ発生用高周波電源8によりプラズマ3が励起され、さらにバイアス用高周波電源9によりプラズマ内に発生したイオンを試料面に引き込みエッチングが進行する。エッチング中の試料2はプラズマ3からの入熱により昇温する。このため、試料裏面に冷却ガスをマスフローコントローラ11を介して供給する。冷却ガス圧力は圧力計12によりモニタして、一定圧力になるように制御する。

【0014】

装置制御コントローラ13は、プラズマ処理装置本体50を予め設定した手順に従って制御し、図示しない搬送装置により搬入された試料に試料毎の処理を施す。装置制御コントローラ13は複数のレシピを格納し、格納したレシピのうち特定のレシピ（たとえばダミーウエハを用いる診断用レシピ）の実行時にプラズマ処理装置本体50の装置パラメータを取得し、取得した装置パラメータを装置パラメータ入力部101に格納する（なお、装置パラメータ入力部101には全てのレシピの実行時に取得した装置パラメータを格納してもよい）。

【0015】

このとき、装置制御コントローラ13は前記搬送装置により真空処理室1内に搬入した試料2、およびこの試料に施す処理（レシピ）を特定し管理する試料管理情報（例えば、ダミーウエハ番号、ウエハ番号、ロット名称、レシピNo等）を試料管理情報入力部103に格納する。

【0016】

前記装置パラメータ入力部101に格納した装置パラメータおよび試料管理情報入力部103に格納した装置情報は装置情報データベース102に保存する。このとき、試料管理情報内の試料をキーとして試料毎に装置パラメータを保存すると好都合である。

【0017】

前記試料管理情報入力部103に格納する試料管理情報のうち、前記特定のレシピ（例えばダミーウエハを用いる診断用レシピ）を含む試料管理情報に関しては、前記特定のレシピ毎にそれぞれ対応した診断プログラムを準備し、診断プログラム参照テーブル104に格納しておく。

【0018】

装置制御コントローラ13は、例えばダミーウエハに対して前記特定のレシピにしたがった処理を施したとき、前記特定のレシピに対応した診断プログラムを診断プログラム群105から選択して起動し、装置状態を診断する。このとき前記診断プログラムは、後述するように装置情報データベース102に格納した装置パラメータを読み出して、装置状態を診断し、診断結果を表示し、また異常の際には警報を発する。

【0019】

図2は、プラズマ処理装置の処理を説明する図であり、図2(a)はプラズマ処理装置本体50の処理を説明する図、図2(b)は診断装置100の処理を説明する図、図2(c)は診断プログラムの処理を説明する図である。

【0020】

図2(a)において、プラズマ処理装置本体側では、まず、ステップS101において試料（ウエハ）を試料載置電極上に設置し、ステップS102において、前記試料に対応したレシピを選択して設定し、ステップS103において処理を開始する。

10

20

30

40

50

【0021】

図2(b)において、診断装置100側では、ステップS201においてプラズマ処理装置本体側が処理(例えばエッチング処理)中であるか否かを判定し、処理中であれば、ステップS202において装置パラメータ(例えばエッチングパラメータ)およびダミーウエハ番号、ウエハ番号、ロット名称、レシピNo等の試料管理情報を取得し、取得した情報を装置情報データベース102に格納する。ステップS203において、プラズマ処理装置本体側で使用しているレシピに対応した診断プログラムが診断プログラム参照テーブルに格納されているか否かを判別し、格納されている場合にはステップS204において診断プログラムを起動して診断処理を開始する。

【0022】

図2(c)において、診断プログラム側では、ステップS301において装置情報データベース102に格納された装置パラメータを取得し、ステップS302において前記診断プログラムにしたがって装置状態を診断する。ステップS303において、診断結果が異常であるか否かを判定し、診断結果が異常ある場合には装置が異常である旨の警報を発報する。

【0023】

実施例1

図3、4は、本発明の第1の実施例(ガス流量変動診断(マスフローコントローラ5の経時変化診断))を説明する図である。この図の例では、前述のようにプラズマ処理装置本体50とは別に、エッチング中のプロセスパラメータを測定し、時々刻々のパラメータを記録する診断装置100を準備する。なお、診断装置100は前記本体50に内蔵されていても良い。

【0024】

ここでパラメータとは、プラズマ電源の出力値といった各機器の出力値、圧力計の測定値といった入力値、レシピ設定値等の装置のソフトウェア上の値である。通常、これらのプロセスパラメータは装置本体側にてモニタされていることが多いため、別途測定手段を設けず装置本体側からデータとして受け取ってもよい。また、前述のように、診断プログラムに関しては処理したレシピ番号に応じて自動的に起動され、測定したプロセスパラメータを解析する。このプログラムは処理結果に応じて、装置本体や装置を管理する上位系の計算機に対して警告を発する機能を有することができる。

【0025】

なお、上記では診断プログラムはレシピ番号に応じて起動される例を説明したが、番号でなく名称でもよい、また処理するロットに対して付与されるロット番号やロット名称等のデータに連動して起動されてもよい。要は目的とする診断レシピが実行された場合にそれに対応する診断プログラムが自動実行される仕組みを有することが肝要である。

【0026】

次に、図4(a)、(b)を参照して予防保全処理の手順を説明する。この手順は装置の運転状態で実施する。しかしながら、実際の試料(ウエハ)を製造しながらガス流量の変動をチェックすることは困難である。その原因のひとつは圧力レンジの問題である。一般に微細化の進展とともにエッチング処理圧力は低下傾向にあるが圧力計の分解能には制限があるため、圧力変動が分解能付近になってしまうとS/Nが悪化しノイズと見分けられなくなる。もうひとつの問題はエッチングに伴う圧力変化である。エッチングの進行状態に伴って処理室内のケミカル構成、イオン比率、温度等が変化していく。このため基準となる状態を定義することができない。このような理由により、製品処理中に流量測定を行うことは困難である。

【0027】

このため、ガス流量変動のチェックの際にはダミーの試料(ダミーウエハ)を使用する。ダミーウエハは、予防保全目的のロットを実行させることにより、あるいは装置運転状態におけるロット処理の合間に供給することができる。このように、ダミーウエハは特定のレシピ(診断用レシピ)条件でのみ処理される。この場合、このレシピ(図4(b))に

10

20

30

40

50

示すレシピ 1) ではガス流量測定が目的であるから、ガスは一定流量流すが、プラズマは発生させない。

【0028】

次に可変コンダクタンスバルブ 7 を一定開度 (例えば 0.1%) に絞って、処理室 1 内の圧力を処理室圧力計 8 1 のフルスケール付近になるようにする。なお、レシピのガス流量、可変コンダクタンスバルブ開度はあらかじめ最適化しておき、装置初期状態での到達圧力値は記録しておく。

【0029】

次に、装置運転中に前記診断用レシピを実行する。このレシピは自動運転の一環として行われるため、装置停止の必要がない。また、レシピ実行後は直ちに生産に戻ることができるため、レシピ実行時間のみが装置ダウンタイム (非稼働時間) となる。

【0030】

前記レシピが実行されると同時に装置のプロセスパラメーターが記録装置により記録される。レシピ実行後、このレシピ番号があらかじめ登録されていたものであれば、同じく登録されている診断プログラムが診断装置内で起動される。このプログラムは前記記録されていたプロセスパラメータを元に診断作業を実行する。

【0031】

この例の場合は、診断用レシピ実行の結果、すなわち、可変コンダクタンスバルブ開度一定、ガス流量一定で到達した処理室圧力を測定する。圧力は、ノイズ除去のためレシピ実行期間のなかで安定した期間の平均値として求める。

【0032】

図 3 (b) は、処理室 1 内の圧力の経時変化を示す図である。図に示す到達圧力 P_n とあらかじめ正常な値として登録してあったものと比較し、偏差が発生していれば警報を発報する。警報を受けた装置の管理者は、あらためて後述するビルドアップ法、あるいは専用の流量検定装置などで再度検定を実施する。

【0033】

ここで、以上のチェック方法の具体的な検定能力を考えてみる。一般的な圧力計のフルスケールは 13 Pa 程度のものが多いが、ガス流量 (Q)、可変コンダクタンスバルブ開度を最適化し、圧力 (P) を 10 Pa 程度に上昇させたとする。この状態でガス流量が 1% 変動していたとすると、 $P = Q \times V$ より、処理室圧力も 1% 変動する (なお、 V は処理室容積)。この場合、10 Pa に対して 1% なので、圧力の変動値は 0.1 Pa になる。この値は圧力計のフルスケールの 1% 弱なので、偏差として認識するには十分な大きさと考えられる。すなわち、この方式によればマスフローコントローラの実流量で 1% の変動を検出することができるため、日常点検の予防保全としては十分なレベルにあると言える。

【0034】

図 4 は診断プログラムの処理を説明する図である。まず、ステップ S 401 において、装置情報データベースに保存されたエッチングパラメータ等の装置パラメータを取得し、ステップ S 402 において、各ステップのデッドタイム経過後の圧力計の測定値の平均値を計算する。ステップ S 403 において、各ステップごとの平均値を登録値と比較する。ステップ S 404 において、平均値と登録値の差が許容範囲内であるか否かを判定し、許容範囲内でなければ異常を発報する。

【0035】

図 4 (b) は、前記ステップ S 402, 403 として 2 ステップを使用した場合のレシピ (レシピ 1) を説明する図である。図に示すようにステップ 1 としてガス 1 を供給し、ステップ 2 としてガス 2 を供給している。従ってガス 1 およびガス 2 を供給する 2 つのマスフローコントローラをチェックすることができる。また、図 4 (c) は前記ステップ 1, 2 における登録値および許容範囲を登録したテーブルである (登録値、許容値を格納した各テーブルは予め実験等により求めておくといふ)。

【0036】

前記ステップ 1, 2 におけるガス流量設定値は、この設定流量、可変コンダクタンスバ

ルブ（VV）開度において真空計のフルスケール付近になるように調整されたものである。本発明ではチェック結果の絶対値は求めないため、必ずしも最大流量値を流す必要はなく、チェックに最適な値を設定することができる。各々のエッチングステップの実行結果は前述のように装置情報データベース102に登録されており、診断プログラムでは登録値、許容範囲テーブルに指示されたプロセスパラメータをデータベースから取り出す。

【0037】

この例ではステップ1及び2における測定圧力値を取り出し、デッドタイム経過後で平均値を求める。その平均値を登録値と比較し、許容範囲外であればガス流量異常（マスフローコントローラ異常）として異常を発報する。

【0038】

比較例

マスフローコントローラ5の流量を一定にした状態で排気バルブ61を閉じ処理室1内の圧力上昇を監視する。図3（c）はこのときの圧力上昇の様子を説明する図である。所定の圧力P1に達した時点t1で、それまでの圧力上昇時間を測定する。処理室1の容積Vが正確に求められていればマスフローコントローラの実流量が求められる。この方法は一般にビルドアップ法と呼ばれる方法であるが、この処理を実行するためには装置の運転を中断する必要がある。

【0039】

次に運転しながらマスフローコントローラの流量をチェックする方法を考える。処理室圧力をP、処理室の容積をVとすると、流入するガス流量Qは、 $Q = P / V$ で求められる。

【0040】

一般にVは一定であるから、Qは圧力Pに比例することがわかる。よって、圧力Pを測定すればガス流量Qが求められる。

【0041】

ここで、本来の目的を考えると、予防保全は装置の経時変化を検出するためのものであるから、必ずしも流量の絶対値が必要な訳ではない。初期の流量に対しての変化が捉えられれば、より詳細な測定は別途行えばよい。そこで、ある流量値に対する圧力値をあらかじめ記録しておき圧力値の変動量がある一定量を超えたら警告を発生するようにしておけば予防保全としての役割を果たすことができる。しかしながら、実際の試料を製造しながらガス流量の変動をチェックすることは前述のように困難である。

実施例2

図5、6は、本発明の第2の実施例（真空排気装置の排気能力診断）を説明する図である。前記第1の実施例では排気能力が一定であることを前提にしているが、第2の実施例はこの真空排気装置6の排気能力をチェックする方法である。

【0042】

排気装置6はエッチング装置ではターボ分子ポンプとドライポンプで構成されている例が多い。このうち、ターボ分子ポンプは通常一定回転数でローターが回転しており、定常状態では排気能力の低下はない。ターボ分子ポンプの故障はローターの停止であり、その場合には排気能力が急激に零になるという故障モードが特徴である。すなわち、経時的に排気能力が低下するのはドライポンプであり、ドライポンプの排気能力が一定レベル以下になると系全体の排気能力が不足することになる。

【0043】

ドライポンプの排気能力は一般的には大気圧からの排気時間により評価できるが、この評価を行うためには装置を停止することが必要となる。なお、一定量のガスを流して、ドライポンプとターボ分子ポンプ間に設けられる真空計により圧力上昇を監視すればある程度排気能力を予測することはできるが、通常運転中では難しい。

【0044】

その理由は、第一に反応性ガスを用いる装置ではポンプ系の腐食を防ぐために窒素ガスによるバージが行われており、このバージ量は通常制御されていないため、正確にどの程

10

20

30

40

50

度の流量が流れているか不明であることである。第二にはエッチング用のガス量が少ないため、ガス導入時とそれ以外での差が小さいこと、またこの流量値がレシピの設定によるため、どの程度の圧力上昇になるか予測できないことによる。

【 0 0 4 5 】

そこで、本実施例では、以下のように排気能力をチェックする。まず、第一にガスを流さない条件（図 5（b）に示すレシピ 2 のエッチングステップ 1）にてドライポンプの吸気圧力（ P_1 ）を圧力計 8 2 で計測して記録する。次にできるだけ大量のガスを流す条件（図 5（b）に示すレシピ 2 のエッチングステップ 2）にてガスを流しドライポンプの吸気圧力（ P_2 ）を圧力計 8 2 で計測して記録する。

【 0 0 4 6 】

図 6（a）は診断プログラムの処理を説明する図である。前記手順は図 6（b）に示すように、同一レシピで、ガス流量のみを変更（0 または 2000 ml/min ）したステップ 1，およびステップ 2 を実行することにより実現できる。この手順でドライポンプの吸気圧力測定後、ガスを流した場合と流さない場合の圧力差を計算する。この計算により、窒素パージによる圧力上昇分はキャンセルされ、プロセスガスによる圧力上昇のみが分かる。また、この圧力上昇は通常のエッチングに比較し大量のガスを流すため、大きく、しかも毎回同じ流量であるため過去のデータと比較できる。また、この値を図 6（c）に示す基準値と比較することにより排気能力の経時変化が評価できるようになる。

【 0 0 4 7 】

図 6（a）に示すように、まず、まず、ステップ S 5 0 1 において、装置情報データベースに保存されたエッチングパラメータ等の装置パラメータを取得し、ステップ S 5 0 2 において、各ステップのデッドタイム経過後の圧力計の測定値の平均値を計算する。ステップ S 5 0 3 において、前記エッチングステップ 1，および 2 間での圧力差（ $P_2 - P_1$ ）を計算し、ステップ S 5 0 4 において圧力差の登録値と比較する。ステップ S 4 0 4 において、前記圧力差が許容範囲内であるか否かを判定し、許容範囲外であれば異常を発報する。

【 0 0 4 8 】

実施例 3

図 7，8 は第 3 の実施例（静電吸着能力診断）を説明する図である。載置電極 1 0 上に載置した試料は、冷却ガスを静電吸着されている試料の裏面に流し一定圧力に制御することにより、試料と試料の保持部（載置電極表面）との熱交換を安定させてその温度上昇を抑えることができる。

【 0 0 4 9 】

試料はプラズマからバイアス電圧により直接エネルギーを受ける。このため、その保持部も高いエネルギーにさらされるため経時的に特性が変わりやすい部分である。例えば、電極表面のエッチング反応生成物によるデポジション、表面粗さの変化、表面の電気特性の変化が発生する。これらの経時変化は試料の吸着、冷却特性に影響を与え、特性悪化の場合には試料の吸着不良による試料ずれや冷却不足によるエッチング性能の悪化につながる。

【 0 0 5 0 】

これらの予防保全として試料吸着状態のモニタが実施されているが、これには通常、冷却ガス圧力制御の制御状況、例えば冷却ガス圧力の監視によっている。ガス圧力制御には、冷却ガス流量を変化させる方法と、冷却ガス流量は一定で圧力制御バルブの開度を変化させる方法があるが、いずれの方法でも制御期間を通じて冷却ガス流量値を積分することで試料裏面に流入した総ガス流量が分かる。この総ガス流量値は結局試料と保持部との間から漏れ出る量を表すから、この総ガス流量値の経時変化を検出することで、静電吸着特性の変動が検出できる。

【 0 0 5 1 】

この場合においても、製品処理中の総ガス流量値は製品試料ごとのばらつき、特に表面に形成された膜材料の試料裏面への回り込み量が不明であるため、制限条件を厳密に決め

10

20

30

40

50

られない。

【 0 0 5 2 】

そこで、この実施例では試料にダミーウエハを用いる。これにより、測定ごとに再現性のよい総ガス流量値を得ることができる。

【 0 0 5 3 】

図 7 は、試料の裏面に供給する冷却ガスの圧力および流量を説明する図である。図 7 (c) の積分区間で示すように所定期間に渡って冷却ガス流量値を積分することにより、流量が脈動変化しても経時変化を精度よく検出することができる。

【 0 0 5 4 】

図 8 は診断プログラムを説明する図である。図 8 (a) に示すように、まず、ステップ S 6 0 1 において、装置情報データベースに保存されたエッチングパラメータ等の装置パラメータを取得し、ステップ S 6 0 2 において、各ステップのデッドタイム経過後の冷却ガス流量の測定値を積分する。ステップ S 6 0 3 において、前記積分値と図 8 (c) に示す登録値とを比較する。ステップ S 6 0 4 において、前記積分値と登録値との差が許容範囲内であるか否かを判定し、許容範囲外であれば異常を発報する。

【 0 0 5 5 】

実施例 5

図 9 , 1 0 は本発明の第 5 の実施例 (処理室内のデポジション量診断) を説明する図である。エッチング処理中のプラズマ発光は終点判定に利用されることでも分かるように、エッチングの進行に伴い発光状態が変化する。

【 0 0 5 6 】

本実施例ではダミーウエハを用いて、特定レシビ (診断用レシビ) での放電時の発光をモニタする。このことにより、常に安定した発光状態が得られる。発光状態は処理室に設けた開口部からのぞき窓を通して分光器 O E S (Optical Emission Spectroscopy) 4 によりモニタすることができる。本実施例のように常時同じ条件で発光をモニタすれば、発光状態の経時変化からのぞき窓の曇り度合いが分かり、装置の内面のデポジションの状態が推測できる。

【 0 0 5 7 】

なお、図 9 に示すように、この際に発光強度全体の平均値 (全波長平均) を求めて、デポジションのない場合の平均値と比較する (図 9 (d)) よりも、200 ~ 300 nm の短波長域における平均値 (図 9 (c)) を求めたほうが、デポジションによる影響を敏感に検出することができる。さらに、200 ~ 300 nm 波長域の平均値を長波長領域の平均値で除算すれば図 9 (e) に示すように値が正規化されるため、過去の平均値との比較ではなく標準的な指標と比較が行えるため、より汎用的な診断方法が得られる。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 は診断プログラムを説明する図である。図 1 0 (a) に示すように、まず、ステップ S 7 0 1 において、装置情報データベースに保存された装置パラメータを取得し、ステップ S 7 0 2 において、指定ステップのデッドタイム経過後の発光強度データから、図 1 0 (c) に示す波長 1 から波長 2 の間の発光スペクトル値を積分する。ステップ S 7 0 3 において、図 1 0 (c) に示す波長 3 から波長 4 の間の発光スペクトル値を積分する。ステップ S 7 0 4 において両者の比を計算する。ステップ S 7 0 5 において計算した両者の比と登録値とを比較し、ステップ S 7 0 6 において差が図 1 0 (c) に示す許容範囲内であるか否かを判定し、許容範囲外であれば異常を発報する。

【 0 0 5 9 】

実施例 5

図 1 1、1 2 , 1 3 は本発明の第 5 の実施例 (部品消耗量診断) を説明する図である。この例では、放電系の経時変化を調査し、部品の消耗度をチェックしている。

【 0 0 6 0 】

通常、放電にさらされる部品の消耗は検出が難しく、放電時間の積算値等を交換の目安にしていることが多い。交換が正しく行わなければ、部分的な放電現象、いわゆる異常放

10

20

30

40

50

電が発生し、この現象によりプロセスに悪影響を及ぼすことがある。従って、異常放電が発生した時点では遅く、発生以前に消耗を検出しなければならない。ところが異常放電現象は、その発生直前までは装置の各パラメータが正常であることが多い。このため、従来では早め早めの部品交換を行わなければならないことになっていた。

【0061】

本実施例では放電不安定領域を検出することにより部品寿命を推測することができる。一般に、放電系は安定な放電領域と不安定な放電領域があり、圧力、ガス種、ガス流量、ソース電源、バイアス電源の設定電力値等の放電パラメータを変化させることで、系が安定になったり不安定になったりする。不安定領域では、プラズマの失火、明滅、プラズマ生成用高周波電源のピーク電圧 V_{pp} の異常、変動等が観測される。

10

【0062】

図11に示すように、通常のエッチングレシピではこの不安定領域 R_n を避け、図11(b)に示す安定領域 R_1 のみを使用している。従って前記異常放電は本来安定域であるレシピが図11(b)に示す不安定域 R_n に移行したとも考えられる。そこで、本実施例では、前記放電パラメータを段階的に変更し、放電領域が安定領域 R_1 から不安定領域 R_n に段階的に移行させるような複数のチェックステップを有するレシピを予め作成し、試料としてダミーウエハを用いて前記作成したレシピを順次実行させる。

【0063】

前述のように、放電不安定領域はあらかじめ分かっており、また、放電不安定は前述のように検出することができる。このため、前記レシピを順次実行すれば放電不安定域が移動したことが検出できる。この移動は部品の消耗等で放電系の特性が変化した結果と考えられるため、この方式により間接的に部品寿命を検出することができる。

20

【0064】

図12(a)は本実施例で使用するチェックレシピを備えたレシピ(レシピ5)を示す。図に示すようなチェックステップ1から4までを順に実行すると、放電領域は徐々に不安定領域に入っていくことになる。

【0065】

従って、このチェックステップを実行し、どの段階で不安定になったかを調べることで、部品消耗度を間接的にチェックすることができる。

【0066】

図13は、本実施例の処理を説明する図である。ステップS801において、装置情報データベース102に保存された装置パラメータを取得し、図12(a)に示すステップ1から順次チェックを開始する。まず、ステップS803において、前記ステップ1が異常終了したか否かを判定する。異常終了した場合はステップS804において前記ステップ1は放電不安定であると判定する。ステップ1が異常終了でない場合はステップS805において放電が不安定であるか否かを判定する(ステップS805の詳細はステップS811ないし819で詳述する)。

30

【0067】

ステップS806において、適用するチェックステップをインクリメントし、ステップS807において最終ステップに達したら、どのチェックステップの段階で放電が不安定になったかを調べる。放電が不安定となったチェックステップの段階が変化した場合は、放電状態が変化しているとみなし、ステップS810において異常を発報する。

40

【0068】

次に、前記ステップS805における放電不安定の検出について説明する。放電が不安定な領域では、前述のようにプラズマ発光のちらつき(明滅)、着火異常、失火といった事象が発生する。

【0069】

プラズマ着火異常の場合には、システムがエラーとして検出するため、それ以降のステップは実行されることはない。このため、エラーが発生した場合には、どのステップで発生したかを調査し、それ以降のステップは「不安定」とであると記録する。

50

【 0 0 7 0 】

プラズマのちらつきは、種々の検出方法が考えられるが、ここでは発光のちらつきにより検出している。発光スペクトル値を時間方向にフーリエ変換すれば、発光の時間的変動の周波数成分が分かる。この変動分のうち例えば 2 Hz 以上の周波数成分の強度を積算し、ある閾値以上であればちらつきがあると判定する。また、失火の場合ステップ内の発光量平均値を計算すれば通常より低いレベルになるため検出可能である。このように、着火不良、明滅、失火を各ステップ毎に検出することで、放電不安定がどのステップで発生したかが分かる。

【 0 0 7 1 】

放電不安定の検出に際しては、まず、ステップ S 8 1 1 において、発光スペクトルを波長方向に積算して平均値を計算する。ステップ S 8 1 2 において、時間方向にフーリエ変換し、ステップ S 8 1 3 においてちらつき周波数以上の成分を積分し、全体強度との比率を計算する。ステップ S 8 1 4 において、前記計算した比率と予め設定したちらつき強度比（図 1 2（b）参照）を比較し、前記計算した比率が大である場合は当該チェックステップは放電不安定であるとする。

10

【 0 0 7 2 】

ステップ S 8 1 4 において、前記計算した比率が大でない場合は、ステップ S 8 1 5 において、発光スペクトルのステップ内平均値を計算し、放電していない場合の発光強度との比を計算する。ステップ S 8 1 7 において、前記計算した比率と予め設定したちらつき強度比（図 1 2（b）参照）を比較し、前記計算した比率が小である場合は当該チェック

20

【 0 0 7 3 】

本例では、発光のちらつきにより放電不安定を検出したが、この方法とは別に V p p 電圧の異常、ふらつき、高周波電源、バイアス電圧のチューニング位置の異常、ふらつき等、放電に関する装置パラメータのチェックにより不安定を検出する方法もある。

【 0 0 7 4 】

実施例 6

図 1 4 , 1 5 , 1 6 は、本発明の第 6 の実施例（リークガス量、アウトガス量診断）を説明する図である。この例は、処理室内のリークガス量またはアウトガス量（真空処理室の壁面を含む内容物から放出されるガス量）を求める例である。

30

【 0 0 7 5 】

通常、リークガス量、アウトガス量を求める際には、処理室を一定時間、真空排気した後、図 1 4（c）に示すように、排気バルブ 7 1 を閉じて処理室内の圧力上昇を測定する。このとき測定時間を長く取れば精度のよい測定が行える。しかし、一般にリークガス量とアウトガス量の区別はできない。

【 0 0 7 6 】

本実施例は、簡易的ではあるがリークガス量、アウトガス量の増大を検出するとともに、そのどちらかが増加しているかを判断する手段を提供する。

【 0 0 7 7 】

本実施例では、窒素、酸素、水素以外の単元素ガスを用いて放電を行うが、あらかじめこれらのガスを用いた実験を実施しておく。この実験では、図 1 4（a）に示すようにガス量を少なく、可変コンダクタンスバルブ 7 の開度を大きく、プラズマ生成用高周波電力は小さくし、プラズマが着火できないぎりぎりの条件を調査しておき、この条件を診断レシピ（レシピ 6：図 1 5（a）参照）とする。

40

【 0 0 7 8 】

リークガス量またはアウトガス量をチェックする際には、このレシピを用いて放電を行う。このときリークガス、アウトガスが無ければプラズマ着火しないが、ある程度以上のリークガス、アウトガス量があれば着火する。このように本実施例では、プラズマが着火するか否かのオン、オフ判定で、リークガス量、アウトガス量の判定を行う。

【 0 0 7 9 】

50

また、図 1 4 (b) に示すように、この放電のスペクトルを調査することにより、例えば、 N_2 、 H_2O 、 O 、 H 、 OH 、 N 、 O_2 または H_2 のスペクトルが多く出ていればリークが多いと判断でき、エッチングガス、被エッチング膜、マスク材料の成分あるいはそれらの化合物の成分のスペクトルが多く出ていればアウトガス量が多いと判断できる。

【 0 0 8 0 】

なお、従来技術においても放電中のスペクトルを調査し、リークを判断する方法が提案されているが、リーク量が小さい場合には他の発光スペクトルの影響により S/N 比が悪化する。これに対して、本実施例では、ほとんど放電しない条件でチェックを行うため、全体の発光強度自体が小さい。このため分光器の感度が高く設定することができる。さらに放電に寄与するリーク量の割合が大きいいため、 S/N 比を大きくすることが可能となる。

10

【 0 0 8 1 】

図 1 6 は、診断プログラムの処理を説明する図である。まず、ステップ $S901$ において、装置情報データベース 1 0 2 に保存された装置パラメータを取得し、ステップ $S902$ において、予め指定したステップにおける発光スペクトルのステップ内平均を計算する。ステップ $S903$ において、放電していない場合の発光強度（受光強度）との比率を計算し、ステップ $S904$ において、図 1 5 (b) に示す登録値と比較し、ステップ $S905$ においてその差が許容範囲内であるか否かを判定する。前記差が許容範囲内であれば、リークガス量またはアウトガス量は正常であると判定し処理を終了する。

【 0 0 8 2 】

20

前記差が、許容範囲内でない場合は、ステップ $S907$ において、発光スペクトルの内、登録されている数の波長毎のピーク値を積算する（例えばリークガス量を判定する場合には、窒素ガスが発する複数の発光スペクトルのピーク値を積算する）。ステップ $S907$ において、このようにして得られた積算値と全強度との比率を計算し、ステップ $S909$ において分類閾値と比較する。ステップ $S910$ において、前記比率が分類閾値より大であるか否かを判定し、前記比率が分類閾値より大である場合はステップ $S11$ においてリークガス有りと判定し、そうでないときはステップ $S912$ においてアウトガス有りと判定する。ステップ $S913$ においてリークガス量、アウトガス量の異常を発報する。

【 0 0 8 3 】

実施例 7

30

図 1 7 は、本発明の第 7 の実施例（装置パラメータ変動量診断）を説明する図である。

【 0 0 8 4 】

エッチングの各種パラメータはウェハ処理枚数に伴い徐々に変動してくる。例えば V_p 電圧は、プラズマインピーダンスを反映するため、処理室内の反応生成物の付着状況や、部品の消耗度合い等により変化する。同様に、高周波電源のチューニングポイントも変化してくる。

【 0 0 8 5 】

これら各種のエッチングに関するプロセスパラメータを、装置に反応生成物の付着が少ない状況における値を記録しておき基準値とする。この基準値に対して許容範囲を設定し、同一条件で処理を実施した際の各種パラメータがその範囲から外れた場合に異常とする。

40

【 0 0 8 6 】

従来、このような手法は製品処理を行うエッチングプロセスに適用されていたが、実際のエッチングではエッチングの進行に伴い各種パラメータ自体が大きく変動する、また多品種生産の場合に製品ごとの基準値、許容値の設定が難しいといった問題があった。

【 0 0 8 7 】

本実施例では、製品ウェハを対象とせず、ダミーウェハを用いてチェックを行うため、測定する際の装置状況が安定する。また製品が対象でないため、チェックするためのレシピ数を少なくできる。

【 0 0 8 8 】

50

レシピとしては通常のエッチング条件で実施してもよいが、装置変動をより敏感に検出するためには実施例 5 で説明したような放電不安定ぎりぎりの条件（図 7（b）のレシピ 7 参照）でチェックするとよい。

【0089】

図 17（a）は、診断プログラムの処理を説明する図である。まず、ステップ S 1001 において、装置情報データベース 102 に保存された装置パラメータを取得し、ステップ S 1002 において、デッドタイム経過後のエッチングパラメータを平均化し、ステップ S 1003 において基準値の許容範囲と比較する。ステップ S 1004 において、許容範囲内であるか否かを判定し、許容範囲内になれば異常を発報する。

【0090】

10

実施例 8

図 18，19，20 は、本発明の第 8 の実施例（総合的な装置パラメータ変動量診断）を説明する図である。

【0091】

通常、装置の経時変化は表面的に現れる現象がごく小さな変化でしかない場合が多い。実際の製品エッチングにおいてはエッチングの進行による装置状態の変動自体が大きいいため、その検出が難しい。また、一般に多数のパラメータが同時に少しずつ変化しているため、実施例 7 のように個々のパラメータ毎にチェックしても変化が小さく、状態変化がうまく捉えられないことがある。

【0092】

20

本実施例においては、装置の全パラメータを対象に演算処理を行い、計算結果から装置変化を検出する。診断に際しては、事前に装置が初期状態にあるとき装置の全パラメータを記録しておき、これを基準値とする。この際、装置状態を一定にするため、ダミーウェハを使用する。また、処理条件としては、通常安定領域では変化が現れにくいと考えられるため、実施例 5 で用いた、放電不安定領域のぎりぎり手前の条件（図 18（b）に示すレシピ 8 参照）を使用する。ついで、メンテナンスが必要となった状態の装置において同様に同一条件で全パラメータを採取する。

【0093】

これら両者を比較し、全パラメータについて差を測定する。この場合、変動量がプラスのものもマイナスのものもあるため絶対値を取る。次いで上記変動量をすべて同一の値になるように正規化する。具体的にはすべての変動値が一定値、たとえば 1 になるような係数を求める。ただし、この計算では変化が少ないパラメータほど係数が大きくなる。このため、単なるノイズを重要な変化としてみってしまうことになるため、ある程度以下の変動分は無視する必要がある。このためには、例えば、当該パラメータのフルスケールの 1 % 以下の変化しかないパラメータは計算に入れない等の処理を追加しておく。

30

【0094】

以上の事前処理の後、実際のチェックを実施する。実施に際しては、製品処理の合間にダミーウェハを使用し、該ウェハ専用のレシピ（レシピ 8）を用いて放電処理を実行する。

【0095】

40

処理後、上記事前実験にて変化が見られたパラメータに関して、基準値との差を求め加算する。この値が、ある一定値以上になった場合に警告を発生させる等の処理を行う。

【0096】

図 19，20 は、スコア計算用パラメータ表を示す図である。表のパラメータ名称の項が対象となるエッチングパラメータ例である。

【0097】

まず、ウェハの処理枚数が少ない状態とメンテナンス直前でレシピ 8 を用いて運転した際のパラメータを記録しておく（表の 1 枚目、n 枚目の項目）。この両者の差を取り、値がフルスケールの 1 % 以上かどうかにより、採用するか否かを判定する。

【0098】

50

具体的には、この表で高周波入射電力値は10Wの差があるがフルスケールが2000Wのため、0.5%しか変動がない。このためこのパラメータは採用しない。以下同様の計算で、表の採用欄に を付したパラメータが選択される。これらの変動量は物理量やフルスケールが異なり同列に扱えないため、正規化処理をする。

【0099】

具体的には、高周波反射波電力は-20Wの変動がある。変動は正負があるため絶対値をとり20とする。変動が最大で20であるから、1に正規化するために正規化係数を0.05とする。例えば、このパラメータが10w変動したとすると、正規化係数0.05をかけると0.5となる。この値をこのパラメータのスコアと呼ぶこととする。

【0100】

各パラメータのスコアは0から1の間の数値を取るようになる。採用されたパラメータがm個あったとすれば、スコア合計は0からmの間となる。定期的にレシピ8を実行し、合計スコアを計算する。この値が許容範囲を超えたばあいに異常とする。許容範囲は例えばm/2といった値にしておけば、異常発生時には装置は1枚目とメンテナンス直前のほぼ中間的な状態になっていると考えられる。この例では、パラメータの抽出を手作業で実施することを前提に説明したが、主成分分析等多変量解析の手法を使っても変動の特徴を抽出することができる。

【0101】

図18(a)は、診断プログラムの処理を説明する図である。まず、ステップS1101において、装置情報データベース102に保存された装置パラメータを取得し、ステップS1102において、デッドタイム経過後のスコア計算用エッチングパラメータを正規化し、ステップS1103においてスコアの合計を計算する。ステップS1004において、スコアの合計が図18(c)に示す許容範囲内であるか否かを判定し、許容範囲内になければ異常を発報する。

【0102】

実施例9

図21は、本発明の第9の実施例(発光量変動診断)を説明する図である。エッチング中にはエッチングガスと被エッチング膜、マスク材料とが複雑な化学反応をしており、その反応の様子がプラズマ発光中に現れる。

【0103】

従って、プラズマ発光からエッチングプロセスの特性と相関の高い波長を抽出してモニタすればエッチング特性が推定できる。従来、エッチング時に発光状態をチェックしていたが、多品種生産の場合では製品ごとに発光状態が異なるため変化がとらえられなかった。しかし、本実施例ではダミーウェハを用いて、常に同じ状態で(同じレシピ8を用いて)発光の比較が行えるため経時変化が捉えやすくなる。また、ダミーウエハも通常のシリコンウエハだけでなく、表面に酸化膜を付けたウエハやレジストを付けたウエハ等を用いることにより、様々なプロセスに対応した発光モニタが実施できる

図21(a)は、診断プログラムの処理を説明する図である。まず、ステップS1201において、装置情報データベース102に保存された装置パラメータを取得し、ステップS1202において、デッドタイム経過後の指定波長の発光量の平均を計算し、ステップS1203において指定方法で発光量間の変化量を演算する。ステップS1204において図21(c)に示す登録値の許容値と比較する。ステップS1205において、変化量が図21(c)に示す許容範囲内であるか否かを判定し、許容範囲内になければ異常を発報する。

【0104】

以上、9つの実施例を個別に説明したが、実運用においては、ダミーウエハのみで構成されたロット(ダミーロット)を準備し、各ダミーウエハ毎に、前記各実施例に示される診断レシピ及び該レシピに対応した診断プログラムを割り当てることにより、前記ダミーロットを、例えば一日に一回処理するだけで、ほとんどの予防保全作業を終了させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 5 】

図 2 2 は、以上の実施例をまとめた表である。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 6 】

【図 1】本発明の実施形態にかかるプラズマ処理装置の構成を説明する図である。

【図 2】プラズマ処理装置の処理を説明する図である。

【図 3】第 1 の実施例（マスフローコントローラ診断）を説明する図である。

【図 4】第 1 の実施例を説明する図である。

【図 5】第 2 の実施例（真空排気装置の排気能力診断）を説明する図である。

【図 6】第 2 の実施例を説明する図である。

10

【図 7】第 3 の実施例（静電吸着能力診断）を説明する図である。

【図 8】第 3 の実施例を説明する図である。

【図 9】第 5 の実施例（処理室内のデポジション量診断）を説明する図である。

【図 1 0】第 5 の実施例を説明する図である。

【図 1 1】第 5 の実施例（部品消耗量診断）を説明する図である。

【図 1 2】第 5 の実施例を説明する図である。

【図 1 3】第 5 の実施例を説明する図である。

【図 1 4】第 6 の実施例（リークガス量、アウトガス量診断）を説明する図である。

【図 1 5】第 6 の実施例を説明する図である。

【図 1 6】第 6 の実施例を説明する図である。

20

【図 1 7】第 7 の実施例（装置パラメータ変動量診断）を説明する図である。

【図 1 8】第 8 の実施例（総合的な装置パラメータ変動量診断）を説明する図である。

【図 1 9】第 8 の実施例を説明する図である。

【図 2 0】第 8 の実施例を説明する図である。

【図 2 1】第 9 の実施例（発光量変動診断）を説明する図である。

【図 2 2】各実施例をまとめた結果を示す図である。

【符号の説明】

【 0 1 0 7 】

1 真空処理室

2 試料

30

3 プラズマ

4 分光器（O E S）

5 ガス供給系

6 排気装置

7 可変コンダクタンスバルブ

8 プラズマ生成用高周波電源

9 バイアス用高周波電源

1 0 試料載置電極

1 1 マスフローコントローラ

1 2 圧力計

40

1 3 装置制御コントローラ

5 0 プラズマ処理装置本体

8 1 圧力計

8 2 ドライポンプ吸気圧力計

1 0 0 診断装置

1 0 1 装置パラメータ入力部

1 0 2 装置情報データベース

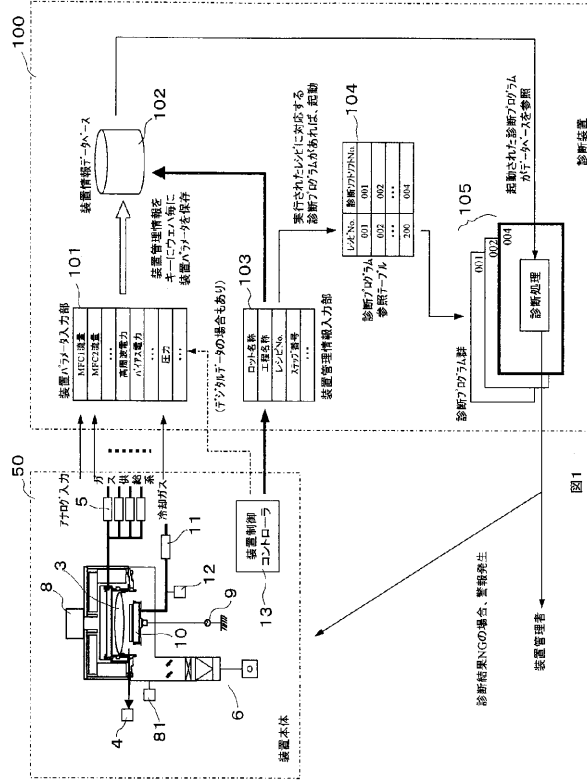
1 0 3 試料管理情報入力部

1 0 4 診断プログラム参照テーブル

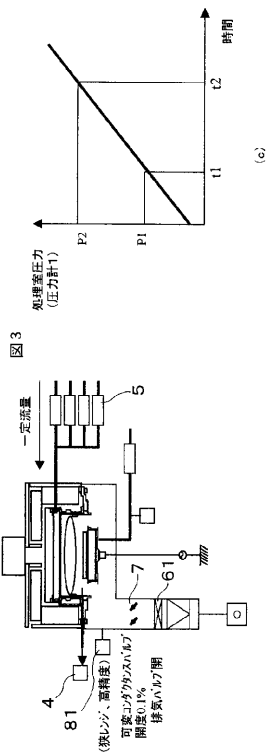
1 0 5 診断プログラム

50

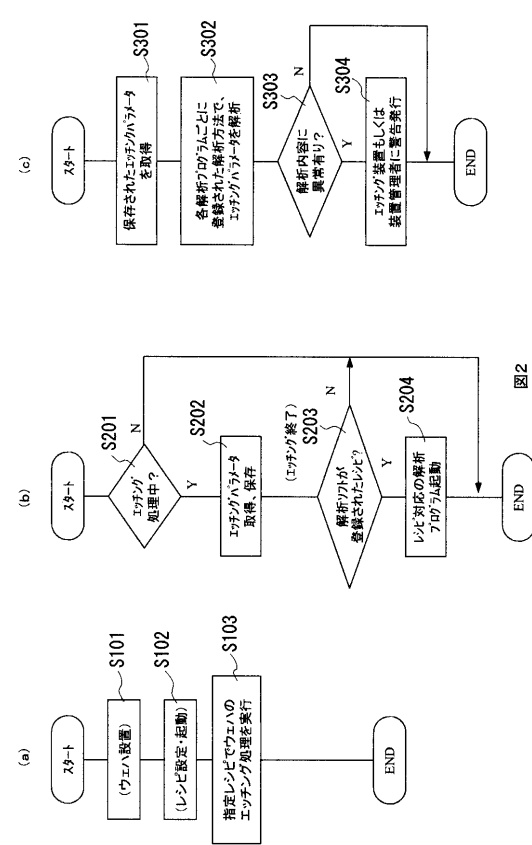
【図 1】



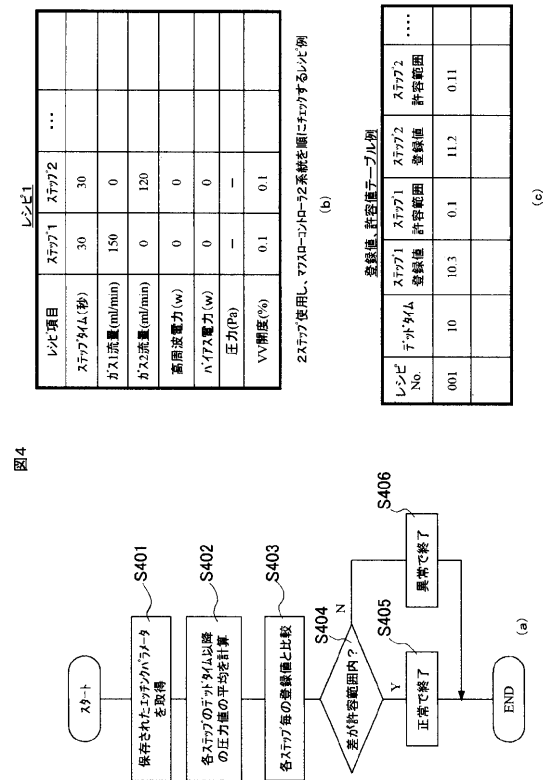
【図 3】



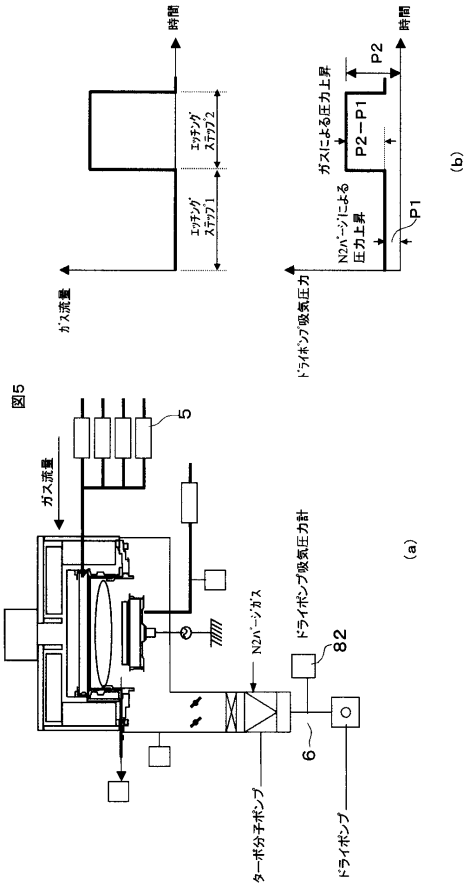
【図 2】



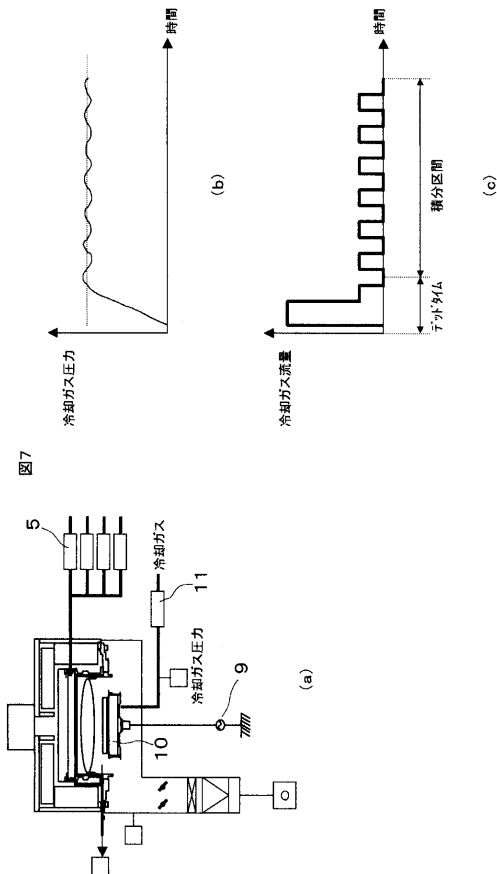
【図 4】



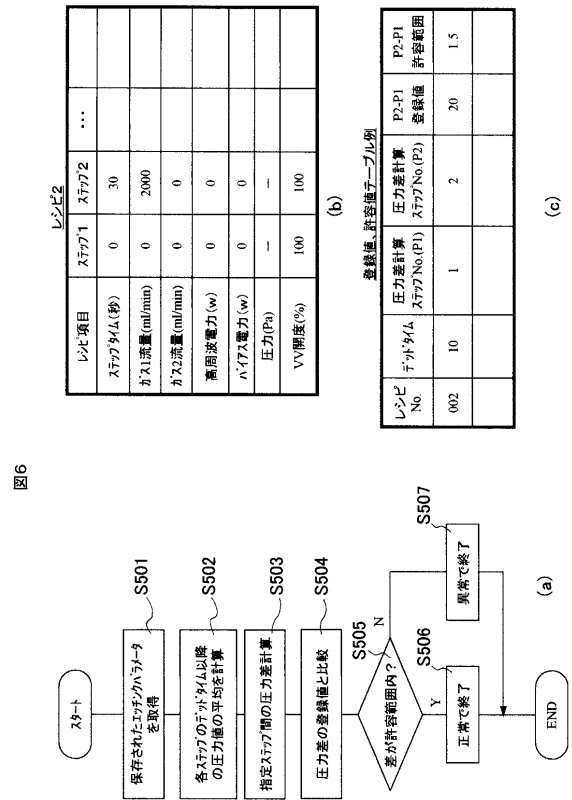
【図 5】



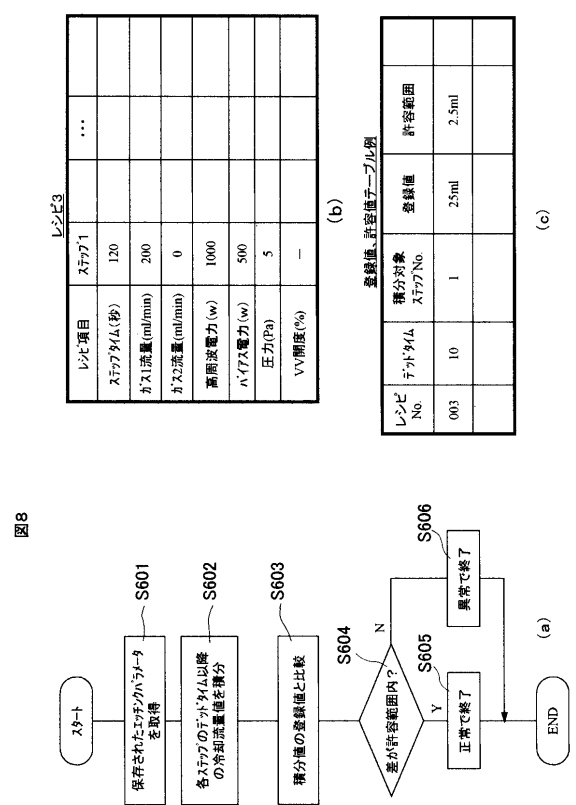
【図 7】



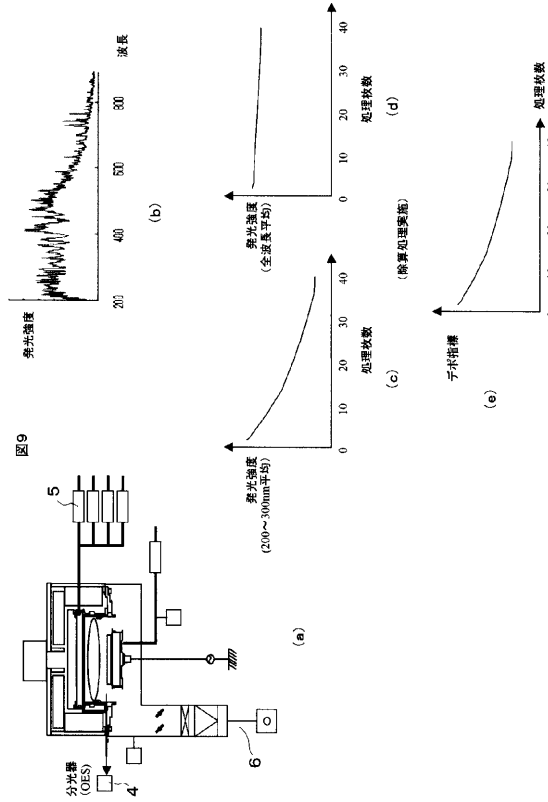
【図 6】



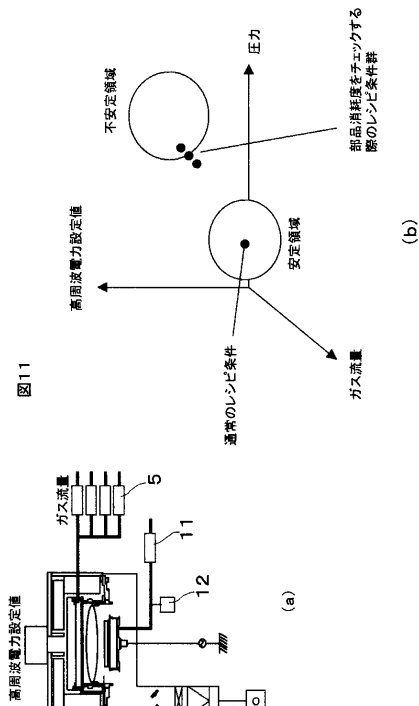
【図 8】



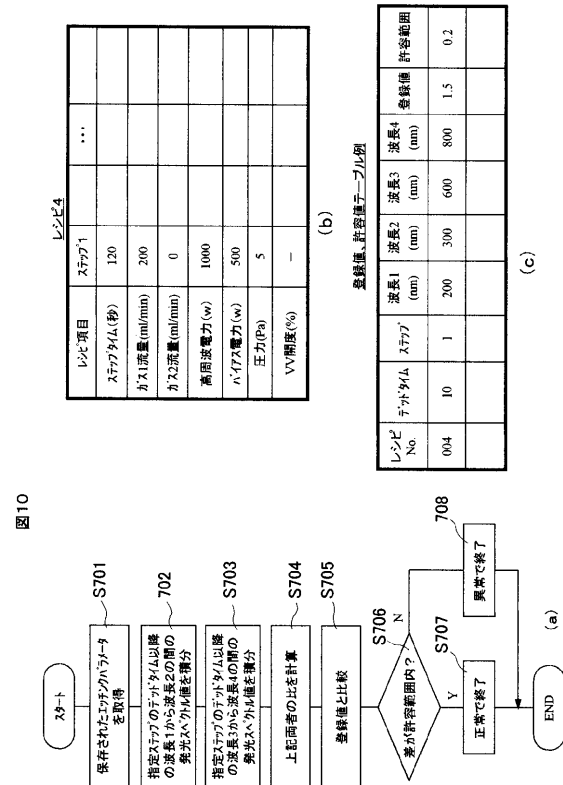
【図 9】



【図 11】



【図 10】



【図 12】



【図 13】

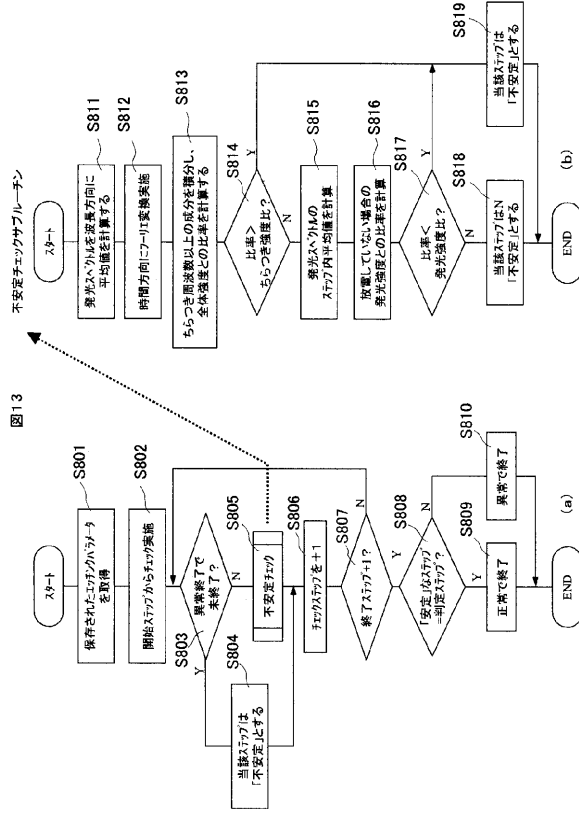


図 13

【図 14】

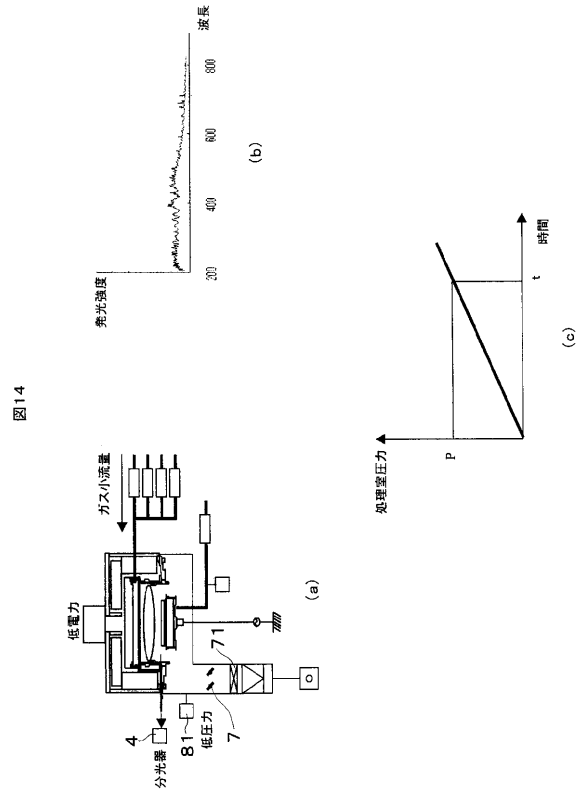


図 14

【図 15】

図 15

レンジ6

レンジ項目	ステップ1	...
ステップタイム(秒)	30	
ガス1流量(ml/min)	0	
ガス2流量(ml/min)	10	
高圧波電力(W)	800	
ハイパス電力(W)	0	
圧力(Pa)	-	
V/V開度(%)	100	

(a)

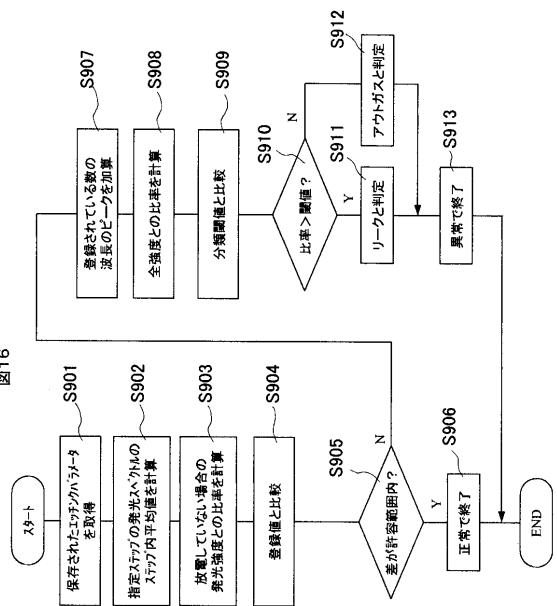
登録値、許容値テーブル例

レンジ No	レンジ項目	登録値	許容範囲	ピーク 数	波長1 (nm)	...	波長n (nm)	分類
004	10	1	1.5	0.2	281.4		789.6	

(b)

【図 16】

図 16

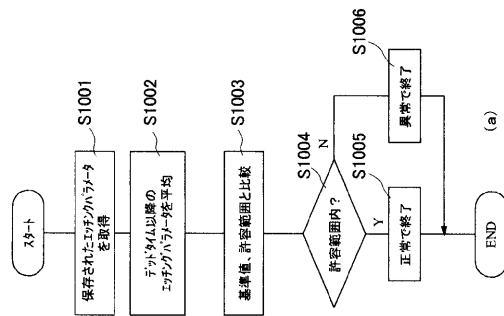


【図 17】

図17

レシ項目	ステップ1	...
ステップタイム(秒)	60	
ガス1流量(ml/min)	400	
ガス2流量(ml/min)	0	
高周波電力(w)	1200	
バイアス電力(w)	600	
圧力(Pa)	7	
VV開度(%)	—	

(b)



【図 19】

図19

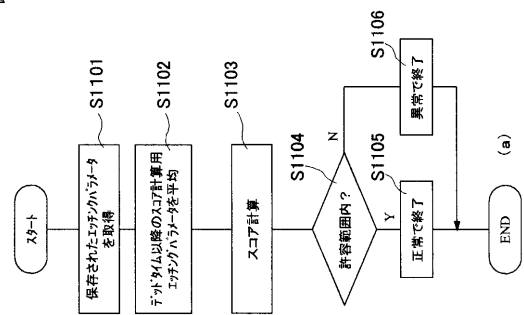
No.	パラメータ名称	デッドタイム	基準値	許容範囲(%)
1	高周波電力(入射電力)(w)	10	1000	5
2	高周波電力(反射電力)(w)	10	50	5
3	高周波チューニング1(%)	10	10	5
4	高周波チューニング2(%)	10	80	5
5	圧力(Pa)	10	5	5
6	VV開度(%)	10	30	5
7	バイアス電力(入射電力)(w)	10	800	5
8	バイアス電力(反射電力)(w)	10	30	5
9	バイアスチューニング1(%)	10	20	5
10	バイアスチューニング2(%)	10	10	5

【図 18】

図18

レシ項目	ステップ1	...
ステップタイム(秒)	60	
ガス1流量(ml/min)	400	
ガス2流量(ml/min)	0	
高周波電力(w)	1200	
バイアス電力(w)	600	
圧力(Pa)	7	
VV開度(%)	—	

(b)



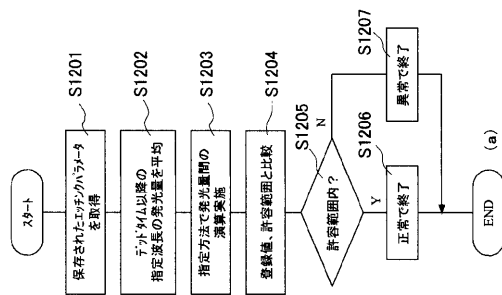
【図 20】

図20

No.	パラメータ名称	1校目	n校目 (n≧2)	7/scale	採用可否	正規化係数
1	高周波電力(入射電力)(w)	1000	1010	2000	×	—
2	高周波電力(反射電力)(w)	50	70	500	○	0.05
3	高周波チューニング1(%)	10	8	100	○	0.5
4	高周波チューニング2(%)	80	90	100	○	0.1
5	圧力(Pa)	5	5.1	13.3	×	—
6	VV開度(%)	30	33	100	○	0.33
7	バイアス電力(入射電力)(w)	800	799	1000	×	—
8	バイアス電力(反射電力)(w)	30	35	200	○	0.2
9	バイアスチューニング1(%)	20	22	100	○	0.25
10	バイアスチューニング2(%)	10	5	100	○	0.2

— X: 平均値
— Sx: 標準偏差 (Sx²が分散)
— 標準化Z = $\frac{x - \bar{x}}{Sx}$
標準化Zの平均=0、分散=1

図 21



レジビ9

レジビ項目	スタ71	...
スタ71タイム(秒)	60	
ガス1流量(ml/min)	400	
ガス2流量(ml/min)	0	
高周波電力(W)	1200	
ハイア電力(W)	600	
圧力(Pa)	7	
VV開度(%)	-	

(b)

登録値、許容値テーブル例

レジビ No.	デットタイム	スタ71	登録値	許容範囲	波長1 (nm)	波長2 (nm)	演算方法
007	10	1	1.5	0.2	780	800	除算

(c)

図 22

実施例	検出項目	方法	特徴	従来技術
1	ガス流量変動 (マニホールドバルブの開閉変化)	ガスを流して、到達圧力により流量変動を推定する	可変コンダクタンスバルブ開度を極小とし、圧力を真空計のフルスケール付近まで上昇させて測定する	ビルドアップで測定
2	真空系の排気能力	ドライポンプの吸気圧力を測定する	ガスの時と大量に流した場合の差を取ることで、より、ターボのN2ハッ重量をキャンセルする	大気圧から所定の圧力までの到達時間測定
3	静電吸着能力	冷却ガス量の抜け量を測定	放電瞬間を通して蓋面への冷却ガス量を検分する	蓋面圧力監視
4	処理室内のデポジション量	プラズマ赤外強度で測定	短波長領域と長波長領域の発光量の比率により測定する	なし
5	部品汚染量	放電不安定を検出	不安定領域での放電処理を行い、領域が移動していないかどうかで判定	処理ウエハの放電管理
6	リーク、アウトガス量	放電により判定	着火するかどうかの条件で確認を行うスベクトルによりリークとアウトガスを区別する	リークチェック—ゲンス真空室の切りで圧力上昇を測定
7	装置パラメータ変動	各パラメータの変動を監視	ダメージウエハで常に条件で監視放電不安定に近いレジビでチェックすることにより変動が現れやすい	エッチング中のパラメータチェック
8	パラメータの総合的なチェック	各パラメータの変動により監視	各パラメータからスコアを算出してスコア値により判定	各パラメータ毎々に監視
9	発光量チェック	プラズマ中のエッチング性能に相関のある赤外スベクトル量をチェック	ダメージウエハで常に条件で監視	エッチング中の発光量チェック

フロントページの続き

- (72)発明者 鹿子嶋 昭
山口県下松市大字東豊井 7 9 4 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 榎並 弘充
山口県下松市大字東豊井 7 9 4 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 唐島 陽助
山口県下松市大字東豊井 7 9 4 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 松本 英治
山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内
- F ターム(参考) 5F004 AA16 CA08 CA09 CB20