

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成23年10月20日(2011.10.20)

【公表番号】特表2005-531926(P2005-531926A)

【公表日】平成17年10月20日(2005.10.20)

【年通号数】公開・登録公報2005-041

【出願番号】特願2004-517576(P2004-517576)

【国際特許分類】

H 01 L 21/3065 (2006.01)

H 01 L 21/205 (2006.01)

【F I】

H 01 L 21/302 101G

H 01 L 21/205

【誤訳訂正書】

【提出日】平成23年9月5日(2011.9.5)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

エッチングプロセスツールと、

前記エッチングプロセスツールのrun-to-runの制御を提供するように構成され、前記エッチングプロセスツールに結合されたエッチングプロセスパフォーマンスコントローラを備えるエッチングプロセスパフォーマンス制御システムとを具備し、

前記エッチングプロセスパフォーマンスコントローラは、

前記エッチングプロセスツールと関係する、RFセンサ以外の少なくとも1つのセンサを含む複数の別個のセンサからエッチングツールデータの観測を受取って、前記エッチングツールデータの観測に基づくエッチングプロセスパフォーマンスデータを予測するように構成されたエッチングプロセスパフォーマンス予測モデルと、

前記エッチングプロセスパフォーマンス予測モデルから予測されたエッチングプロセスパフォーマンスデータを受取って、前記予測されたエッチングプロセスパフォーマンスデータおよび前記エッチングプロセス動作を実行するために使用され、補正される必要があるエッチングプロセス方法に基づいてエッチングプロセス方法補正を決定するように構成されたエッチングプロセス方法補正フィルタと、

前記エッチングプロセス方法補正を用いて、前記エッチングプロセスツールのためのエッチングプロセス方法を更新するように構成されたエッチングプロセスコントローラとを備える、半導体基板にエッチングプロセス動作を実施するエッチングシステム。

【請求項2】

前記エッチングプロセスパフォーマンスデータは、エッチング深さ、アベレージエッチング深さ、平均エッチング深さ、及びエッチング深さ範囲の少なくとも1つを備える請求項1に記載のエッチングシステム。

【請求項3】

前記エッチングツールデータは、キャパシタ位置、フォワード高周波(RF)電力、反射高周波電力、電圧、電流、位相、インピーダンス、高周波ピークトゥピーク電圧、高周波自己誘導直流バイアス、チャンバ圧力、ガス流量、温度、裏面ガス圧力、裏面ガス流量、静電クランプ電圧、静電クランプ電流、フォーカスリング厚さ、高周波時間、フォーカ

スリング高周波時間、及び光放射データの少なくとも 1 つを備える請求項 1 に記載のエッチングシステム。

【請求項 4】

前記エッチングプロセスパフォーマンス予測モデルは、部分最少二乗解析からの出力を備える請求項 1 に記載のエッチングシステム。

【請求項 5】

前記エッチングプロセス方法補正フィルタは、指數関数的に重み付けされた移動アベレージ (average) フィルタを備える請求項 1 に記載のエッチングシステム。

【請求項 6】

前記エッチングプロセス方法補正是、エッチング時間を含む請求項 1 に記載のエッチングシステム。

【請求項 7】

前記エッチングプロセスパフォーマンス制御システムは、計測ツールと、エッチングプロセスパフォーマンスマネジメントモデル補正アルゴリズムとをさらに備える請求項 1 に記載のエッチングシステム。

【請求項 8】

前記計測ツールは、前記エッチングプロセスツールと、前記エッチングプロセスパフォーマンスコントローラとに結合され、エッチングプロセスパフォーマンスデータを計測するように構成されている請求項 7 に記載のエッチングシステム。

【請求項 9】

前記エッチングプロセスパフォーマンスマネジメントモデル補正アルゴリズムは、前記計測されたエッチングプロセスパフォーマンスデータ及び対応するエッチングツールデータを用いる部分最少二乗アルゴリズムを備える請求項 8 に記載のエッチングシステム。

【請求項 10】

エッチングプロセスツールの run-to-run の制御を提供するエッチングプロセスパフォーマンスマネジメント制御システムであって、

前記エッチングプロセスツールに結合することができて、前記エッチングプロセスツールと関係する、RF センサ以外の少なくとも 1 つのセンサを含む複数の別個のセンサからエッチングツールデータの観測を受取って、前記エッチングツールデータの観測に基づくエッチングプロセスパフォーマンスデータを予測するように構成されたエッチングプロセスパフォーマンスマネジメント予測モデルと、

前記エッチングプロセスパフォーマンスマネジメント予測モデルから予測されたエッチングプロセスパフォーマンスデータを受取って、前記予測されたエッチングプロセスパフォーマンスデータおよび前のエッチングプロセス動作を実行するために使用され、補正される必要があるエッチングプロセス方法に基づいてエッチングプロセス方法補正を決定するように構成されたエッチングプロセス方法補正フィルタと、

前記エッチングプロセス方法補正を用いて、前記エッチングプロセスツールのためのエッチングプロセス方法を更新するように構成されたエッチングプロセスコントローラとを備えるエッチングプロセスパフォーマンスマネジメントコントローラを具備するエッチングプロセスパフォーマンスマネジメント制御システム。

【請求項 11】

前記エッチングプロセスパフォーマンスデータは、平均エッチング深さ、及びエッチング深さ範囲の少なくとも 1 つを備える請求項 10 に記載のエッチングプロセスパフォーマンスマネジメント制御システム。

【請求項 12】

前記エッチングプロセスパフォーマンスマネジメント予測モデルは、キャパシタ位置、フォワード高周波電力、反射高周波電力、電圧、電流、位相、インピーダンス、高周波ピークトゥピーク電圧、高周波自己誘導直流バイアス、チャンバ圧力、ガス流量、温度、裏面ガス圧力、裏面ガス流量、静電クランプ電圧、静電クランプ電流、フォーカスリング厚さ、高周波時間、フォーカスリング高周波時間及び光放射データの少なくとも 1 つを備えるエッチング

ツールデータの観測を受取るように構成されている請求項 10 に記載のエッチングプロセスパフォーマンス制御システム。

【請求項 13】

前記エッチングプロセスパフォーマンス予測モデルは、部分最少二乗解析からの出力を備える請求項 10 に記載のエッチングプロセスパフォーマンス制御システム。

【請求項 14】

前記エッチングプロセス方法補正フィルタは、指數関数的に重み付けされた移動アベレージフィルタを備える請求項 10 に記載のエッチングプロセスパフォーマンス制御システム。

【請求項 15】

前記エッチングプロセス方法補正是、エッチング時間、高周波電力、圧力、流量、濃度及び温度を備える請求項 10 に記載のエッチングプロセスパフォーマンス制御システム。

【請求項 16】

前記エッチングプロセスパフォーマンス制御システムは、前記エッチングプロセスツールに結合することができ、かつ前記エッチングプロセスパフォーマンスコントローラに結合することができる計測ツールと、エッチングプロセスパフォーマンスマodel補正アルゴリズムとをさらに備える請求項 10 に記載のエッチングプロセスパフォーマンス制御システム。

【請求項 17】

前記計測ツールは、エッチングプロセスパフォーマンスデータを計測するように構成されている請求項 16 に記載のエッチングプロセスパフォーマンス制御システム。

【請求項 18】

前記エッチングプロセスパフォーマンスマodel補正アルゴリズムは、前記計測されたエッチングプロセスパフォーマンスデータ及び対応するエッチングツールデータを用いた部分最少二乗解析を用いる請求項 17 に記載のエッチングプロセスパフォーマンス制御システム。

【請求項 19】

エッチングプロセスツールと、

前記エッチングプロセスツールのrun-to-runの制御を提供する手段とを具備し、

前記run-to-runの制御を提供する手段は、

前記エッチングプロセスツールと関係する、RFセンサ以外の少なくとも1つのセンサを含む複数の別個のセンサから受取ったエッチングツールデータの観測を用いて、エッチングプロセスパフォーマンスデータを予測する手段と、

この予測されたエッチングプロセスパフォーマンスデータおよび前のエッチングプロセス動作を実行するために使用され、補正される必要があるエッチングプロセス方法に基づいてエッチングプロセス方法補正を決定する手段と、

前記エッチングプロセス方法補正を用いて、前記エッチングプロセスツールのためのエッチングプロセス方法を更新する手段とを備える、半導体基板にエッチングプロセス動作を実施するエッチングシステム。

【請求項 20】

半導体基板にエッチングプロセス動作を実施するエッチングシステムのエッチングプロセスツールを制御する方法であって、

エッチングプロセス方法を用いて、前記エッチングプロセスツールで第1のエッチングプロセスを実行する工程と、

前記第1のエッチングプロセスのための、前記エッチングプロセスツールと関係する、RFセンサ以外の少なくとも1つのセンサを含む複数の別個のセンサから得られた複数のエッチングツールデータパラメータを含むエッチングツールデータを記録する工程と、

エッチングプロセスパフォーマンス予測モデルを用いて、前記第1のエッチングプロセスのための前記ツールデータから、1つ以上のエッチングプロセスパフォーマンスデータパラメータを含むエッチングプロセスパフォーマンスデータを予測する工程と、

この予測されたエッティングプロセスパフォーマンスデータおよび前のエッティングプロセス動作を実行するために使用され、補正される必要があるエッティングプロセス方法に基づいて、エッティングプロセス方法補正フィルタを用いて、エッティングプロセス方法補正を決定する工程と、

前記エッティングプロセスツールに結合されたエッティングプロセスコントローラを用いて、前記エッティングプロセス方法補正を組み込むことによって前記エッティングプロセス方法を更新する工程と、

前記更新されたエッティングプロセス方法を用いて、前記エッティングプロセスツールで第2のプロセスを実行する工程とを具備する方法。

【請求項21】

前記エッティングプロセスパフォーマンス予測モデルを更新することをさらに備える請求項20に記載のエッティングプロセスツールを制御する方法。

【請求項22】

前記エッティングプロセスパフォーマンス予測モデルを更新することは、前記エッティングプロセスツールで前記第1のエッティングプロセスのためのエッティングプロセスパフォーマンスデータを計測することと、前記第1のエッティングプロセスのための前記計測されたエッティングプロセスパフォーマンスデータと、前記第1のエッティングプロセスのための前記記録されたツールデータと、部分最少二乗解析とを用いて、前記エッティングプロセスパフォーマンス予測モデルに対する補正を決定することとを備える請求項21に記載のエッティングプロセスツールを制御する方法。

【請求項23】

前記エッティングプロセス方法は、エッティング時間、高周波電力、圧力、流量、濃度及び温度を備える請求項20に記載のエッティングプロセスツールを制御する方法。

【請求項24】

前記更新されたエッティングプロセス方法は、更新されたエッティング時間を備える請求項20に記載のエッティングプロセスツールを制御する方法。

【請求項25】

前記エッティングプロセスパフォーマンスデータは、平均エッティング深さ、及びエッティング深さ範囲の少なくとも1つを含む請求項20に記載のエッティングプロセスツールを制御する方法。

【請求項26】

前記ツールデータは、キャパシタ位置、フォワード高周波電力、反射高周波電力、電圧、電流、位相、インピーダンス、高周波ピークトゥピーク電圧、高周波自己誘導直流バイアス、チャンバ圧力、ガス流量、温度、裏面ガス圧力、裏面ガス流量、静電クランプ電圧、静電クランプ電流、フォーカスリング厚さ、高周波時間、フォーカスリング高周波時間、及び光放射データの少なくとも1つを備える請求項20に記載のエッティングプロセスツールを制御する方法。

【請求項27】

前記エッティングプロセスパフォーマンス予測モデルは、部分最少二乗解析からの出力を備える請求項20に記載のエッティングプロセスツールを制御する方法。

【請求項28】

前記エッティングプロセス方法補正フィルタは、指數関数的に重み付けされた移動アベレージフィルタを備える請求項20に記載のエッティングプロセスツールを制御する方法。

【請求項29】

計測ツールを用いて、エッティングプロセスパフォーマンスデータを計測することと、前記計測されたエッティングプロセスパフォーマンスデータと前記計測されたツールデータとを用いて、前記エッティングプロセスパフォーマンス予測モデルを補正することとをさらに具備する請求項20に記載のエッティングプロセスツールを制御する方法。

【請求項30】

前記エッティングプロセスパフォーマンス予測モデルを前記補正することは、部分最少二

乗解析を備える請求項 2 9 に記載のエッチングプロセスツールを制御する方法。

【誤訳訂正 2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0 0 1 0

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0 0 1 0】

本発明の一実施形態によれば、プロセスツール 1 0 とプロセスパフォーマンス制御システム 1 0 0 とを含む材料処理システム 1 が図 1 に示されている。プロセスパフォーマンス制御システム 1 0 0 は、プロセスツール 1 0 に結合されたプロセスパフォーマンスコントローラ 5 5 を含み、該プロセスパフォーマンスコントローラ 5 5 は、プロセスパフォーマンス予測モデル 1 1 0 と、プロセス方法補正フィルタ 1 2 0 と、プロセスコントローラ 1 3 0 と、プロセスパフォーマンスモデル補正アルゴリズム 1 5 0 とを含む。プロセスパフォーマンス予測モデル 1 1 0 は、プロセスツール 1 0 に結合された複数のセンサからツールデータを受取るように、かつプロセスパフォーマンスデータを予測するように構成されている。プロセス方法補正フィルタ 1 2 0 は、プロセスパフォーマンス予測モデル 1 1 0 に結合され、かつ予測されたプロセスパフォーマンスデータを受取って、run-to-run のプロセス制御のためのプロセス方法補正を生成するように構成されている。プロセスコントローラ 1 3 0 は、プロセス方法補正フィルタ 1 2 0 に結合されており、該プロセス方法補正に従ってプロセス方法を更新するように構成されている。

【誤訳訂正 3】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0 0 1 5

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0 0 1 5】

図 2 に示す例示的な実施形態においては、基板ホルダ 2 0 は、さらに、それを介して高周波 (R F) 電力が、処理領域 4 5 内でプラズマに結合される電極として機能することができる。例えば、基板ホルダ 2 0 は、高周波電源 3 0 からインピーダンス整合ネットワーク 3 2 を介した基板ホルダ 2 0 への高周波電力の伝送を介して、高周波電圧で電気的バイアスをかけることができる。該高周波バイアスは、電子を加熱して、プラズマを形成して維持するように作用することができる。この構成において、上記システムは、反応性イオンエッチング (r e a c t i v e i o n e t c h ; R I E) リアクタとして動作することができ、チャンバ及び上方のガス注入電極は、接地面として作用する。高周波バイアスのための典型的な周波数は、1 M H z から 1 0 0 M H z の範囲とすることができ、好ましくは、1 3 . 5 6 M H z である。

【誤訳訂正 4】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0 0 2 6

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0 0 2 6】

上述したように、プロセスパフォーマンス制御システム 1 0 0 は、プロセスパフォーマンスコントローラ 5 5 を含む。プロセスパフォーマンスコントローラ 5 5 は、マイクロプロセッサ、メモリ、および材料処理システム 1 への入力や材料処理システム 1 からのモニタ出力を伝送しあつ動作させるのに十分な制御電圧を生成することができる (D / A および / または A / D 変換器を含んでもよい) ディジタル I / O ポートを含むことができる。また、プロセスパフォーマンスコントローラ 5 5 は、高周波電源 3 0 、インピーダンス整合ネットワーク 3 2 、ガス注入システム 4 0 、真空ポンプ装置 5 8 、裏面ガス供給システム 2 6 、静電クランプシステム 2 8 、光検知装置 3 4 及び電気計測装置 3 6 に結合され、

かつそれらと情報を交換する。上記メモリに格納されたプログラムは、格納されたプロセス方法に従って、材料処理システム1の上述した構成要素に対する入力を活動化するのに用いられる。プロセスパフォーマンスコントローラ55の一例は、テキサス州オースチン(Austin, Texas)のデルコーポレーション(Dell Corporation)から入手可能な、DELL PRECISION WORKSTATION 530(商標)である。別法として、プロセスパフォーマンスコントローラ55は、デジタル信号プロセッサ(DSP)を備えることが可能である。

【誤訳訂正5】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0038

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0038】

以下の説明において、ツールデータ及びプロセスパフォーマンスデータのセットは、それによってツールデータが最適化され、かつツールデータとプロセスパフォーマンスデータを関連付けるモデルが設定される方法を示すために、45の基板によって用いられる(すなわち、上記の説明においては、M=45)。45のプロセス動作(run)(基板)は、エッティングチャンバ内で処理される3組の基板セットを含み、各基板セットは、チャンバウェットクリーンに先行する。PLS解析モデルに含まれるツールデータは表1に示されており、プロセスパフォーマンスデータは、平均(mean)トレンチエッティング深さ及びトレンチエッティング深さ範囲を含む。

【誤訳訂正6】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0063

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0063】

例えば、平均(mean)トレンチエッティング深さにおける障害の発生は、プロセスツールパフォーマンス(例えば、プロセスドリフト等)、センサノイズ、センサ較正におけるドリフト等の不安定さにより生じる可能性がある。プロセスパフォーマンスの変動を引き起こす、run-to-runから生じる多数の変数が存在する。しかし、プロセスパフォーマンス予測モデル110の生成の場合、前の動作からのツールデータの観測を用いたプロセスパフォーマンスデータの予測は、不安定なプロセスを補正するために、プロセス方法を更新するのに用いることができる。

【誤訳訂正7】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0065

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0065】

プロセスパフォーマンス予測モデル110及び前の動作の既知のエッティング時間を使った、平均(mean)トレンチエッティング速度の予測に続いて、補正したエッティング時間を、プロセス方法補正フィルタ120を用いて決めることができる。プロセス方法補正フィルタ120は、エッティング時間の古い値、該エッティング時間の予測値及びフィルタ係数を用いた、該プロセス方法におけるエッティング時間を補正する指數関数的に重み付けされた移動アベレージ(exponentially weighted moving average; EWMA)、すなわち、

【数7】

$$\tau_{new} = (1 - \lambda)\tau_{old} + \lambda(\tau_{predicted} - \tau_{old}), \quad (5)$$

【誤訛訂正8】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0066

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0066】

を含むことができ、ただし、 τ は E W M A フィルタ係数 (0 1) であり、 τ_{old} は、前の動作の (古い) プロセス方法エッチング時間であり、 $\tau_{predicted}$ は、(ダマシン) トレーニング構造の場合の、既知のエッチング深さ d 及び予測エッチング速度 (すなわち、 $\tau_{predicted} = d / \tau_{predicted}$) を用いた予測エッチング時間であり、 τ_{new} は、次の動作に対する (新たな) プロセス方法エッチング時間である。 $\lambda = 0$ の場合には、新たなエッチング時間は、古いエッチング時間と等しく、 $\lambda = 1$ の場合には、新たなエッチング時間は、上記予測エッチング時間に等しいことに注意する。

【誤訛訂正9】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0074

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0074】

ステップ 750において、上記プロセス方法補正フィルタは、プロセス方法補正を判断することにより該プロセス方法を補正するために、E W M A フィルタ及びプロセスパフォーマンスデータのモデル予測を用いる。該プロセス方法に対する補正は、例えば、エッチング時間に対する補正を含むことができる。該 E W M A フィルタは、フィルタ係数を用い、好ましくは、選択されたフィルタ係数は、最適なフィルタ係数である。ステップ 760において、該プロセス方法は、ステップ 770において、他のプロセスが 動作されるか否かを判断する前に、上記プロセスコントローラを用いて更新される。