

20

間経過後、基板を載置台に載置して加熱することで行われることを特徴とする、基板処理方法。

【請求項 2】

前記ポリマー分離工程では、第 1 の温度で加熱して前記ブロック共重合体の第 1 のポリマーと第 2 のポリマーを拡散させ、その後前記第 1 の温度より低い第 2 の温度で加熱して第 1 のポリマーと第 2 のポリマーを相分離させることを特徴とする、請求項 1 に記載の基板処理方法。

【請求項 3】

前記相分離したブロック共重合体から、前記第 1 のポリマー又は前記第 2 のポリマーのいずれかを選択的に除去するポリマー除去工程を有していることを特徴とする、請求項 2 に記載の基板処理方法。

10

【請求項 4】

前記ポリマー除去工程では、プラズマエッチング処理、または有機溶剤の供給によって、前記第 1 のポリマー又は前記第 2 のポリマーのいずれかを選択的に除去することを特徴とする、請求項 3 に記載の基板処理方法。

【請求項 5】

前記ポリマー分離工程では、内部を密閉可能な処理容器内に設けられた、基板を載置面に載置して熱処理する載置台から、当該基板を所定の距離離間した状態で前記載置面を所定の期間加熱し、

前記所定の期間経過後、基板を前記載置台に載置して加熱することを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の基板処理方法。

20

【請求項 6】

前記ポリマー分離工程では、前記処理容器内の酸素濃度を測定し、前記処理容器内の酸素濃度が所定の濃度以下となった後に、基板を載置台に載置して加熱することを特徴とする、請求項 5 に記載の基板処理方法。

【請求項 7】

前記ポリスチレンの所定の温度での加熱においては、前記処理容器内の酸素濃度を測定し、前記処理容器内の酸素濃度が所定の濃度以下となった後に、基板を前記載置台に載置して加熱することを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の基板処理方法。

30

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の基板処理方法を基板処理システムによって実行させるために、当該基板処理システムを制御する制御部のコンピュータ上で動作するプログラム。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のプログラムを格納した読み取り可能なコンピュータ記憶媒体。

【請求項 10】

第 1 のポリマーと第 2 のポリマーとを含むブロック共重合体を用いて、基板を処理するシステムであって、

前記ブロック共重合体を、基板上に塗布された下地膜上に塗布するブロック共重合体塗布装置と、

40

前記基板上的の前記ブロック共重合体を非酸化性ガス雰囲気中で熱処理して、前記ブロック共重合体を前記第 1 のポリマーと前記第 2 のポリマーに相分離させるポリマー分離装置と、を有し、

前記第 1 のポリマーは親水性を有する親水性ポリマーであり、前記第 2 のポリマーは、疎水性を有する疎水性ポリマーであり、

前記親水性ポリマーはポリメタクリル酸メチルであり、前記疎水性ポリマーはポリスチレンであり、または、

前記親水性ポリマーはポリジメチルシロキサンであり、前記疎水性ポリマーはポリスチレンであり、

50

前記下地膜は、前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに対して中間の親和性を有する中性層を所定の温度で加熱したものであり、

ブロック共重合体が塗布される前の基板上に中性剤を塗布して中性層を形成する中性層形成装置と、

前記中性層を所定の温度で加熱して前記下地膜を形成する下地膜形成装置と、をさらに有し、

前記下地膜形成装置は、

内部を密閉可能な処理容器と、

前記処理容器内に設けられ、基板を載置する載置台と、

前記載置台における基板の載置面を加熱する加熱機構と、

前記処理容器内に非酸化性ガスを供給するガス供給源と、

基板を保持し、当該保持した基板を、前記載置台の載置面に対して相対的に上下動させる昇降機構と、

前記昇降機構との間で基板の受け渡しを行う搬送機構と、

前記処理容器内に非酸化性ガスを供給するようにガス供給源を制御すると共に、前記昇降機構に基板を受け渡すように前記搬送機構を制御し、

次いで、基板が載置台の載置面から所定の距離離間した状態で、前記載置台の載置面を所定の期間加熱するように、前記昇降機構及び前記加熱機構を制御し、

前記所定の期間経過後、基板を載置台に載置して加熱するように、前記昇降機構及び前記加熱機構をさらに制御する制御を行う、制御部と、を有することを特徴とする、基板処理システム。

【請求項 1 1】

前記ポリマー分離装置では、第 1 の温度で加熱して前記ブロック共重合体の第 1 のポリマーと第 2 のポリマーを拡散させ、その後前記第 1 の温度より低い第 2 の温度で加熱して第 1 のポリマーと第 2 のポリマーを相分離させることを特徴とする、請求項 1 0 に記載の基板処理システム。

【請求項 1 2】

前記相分離したブロック共重合体から、前記第 1 のポリマー又は前記第 2 のポリマーのいずれかを選択的に除去するポリマー除去装置を有していることを特徴とする、請求項 1 1 に記載の基板処理システム。

【請求項 1 3】

前記ポリマー除去装置は、プラズマエッチング処理装置、または有機溶剤を供給して前記第 1 のポリマー又は前記第 2 のポリマーのいずれかを選択的に除去する溶剤供給装置であることを特徴とする、請求項 1 2 に記載の基板処理システム。

【請求項 1 4】

前記ポリマー分離装置は、

内部を密閉可能な処理容器と、

前記処理容器内に設けられ、基板を載置する載置台と、

前記載置台における基板の載置面を加熱する加熱機構と、

前記処理容器内に非酸化性ガスを供給するガス供給源と、

基板を保持し、当該保持した基板を、前記載置台の載置面に対して相対的に上下動させる昇降機構と、

前記昇降機構との間で基板の受け渡しを行う搬送機構と、

前記処理容器内に非酸化性ガスを供給するようにガス供給源を制御すると共に、前記昇降機構に基板を受け渡すように前記搬送機構を制御し、

次いで、基板が載置台の載置面から所定の距離離間した状態で、前記載置台の載置面を所定の期間加熱するように、前記昇降機構及び前記加熱機構を制御し、

前記所定の期間経過後、基板を載置台に載置して加熱するように、前記昇降機構及び前記加熱機構をさらに制御する制御を行う、制御部と、を有することを特徴とする、請求項 1 0 ~ 1 3 のいずれか一項に記載の基板処理システム。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

前記ポリマー分離装置は、前記処理容器内の酸素濃度を検出する酸素濃度検出機構をさらに有し、

前記制御部は、前記処理容器内の酸素濃度が所定の濃度以下となった後に、基板を載置台に載置して加熱するように、前記昇降機構及び前記加熱機構を制御することを特徴とする、請求項 14 に記載の基板処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、親水性を有する親水性ポリマーと疎水性を有する疎水性ポリマーとを含むブロック共重合体を用いた基板処理方法、プログラム、コンピュータ記憶媒体及び基板処理システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

例えば半導体デバイスの製造工程では、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」という。）上にレジスト液を塗布してレジスト膜を形成するレジスト塗布処理、当該レジスト膜に所定のパターンを露光する露光処理、露光されたレジスト膜を現像する現像処理などを順次行うフォトリソグラフィ処理が行われ、ウェハ上に所定のレジストパターンが形成される。そして、このレジストパターンをマスクとして、ウェハ上の被処理膜のエッチング処理が行われ、その後レジスト膜の除去処理などが行われて、被処理膜に所定のパターンが形成される。

20

【0003】

ところで、近年、半導体デバイスのさらなる高集積化を図るため、上述した被処理膜のパターンの微細化が求められている。このため、レジストパターンの微細化が進められており、例えばフォトリソグラフィ処理における露光処理の光を短波長化することが進められている。しかしながら、露光光源の短波長化には技術的、コスト的な限界があり、光の短波長化を進める方法のみでは、例えば数ナノメートルオーダーの微細なレジストパターンを形成するのが困難な状況にある。

【0004】

そこで、2種類のブロック鎖（ポリマー）から構成されたブロック共重合体を用いたウェハ処理方法が提案されている（特許文献1）。かかる方法では、まず、ウェハ上に2種類のポリマーに対して中間の親和性を有する中性層を下地膜として形成し、当該中性層上に例えばレジストによりガイドパターンを形成する。その後、中性層上にブロック共重合体を塗布し、ブロック共重合体を相分離させる。その後、いずれか一方のポリマーを、例えばエッチング等により選択的に除去することで、ウェハ上に他方のポリマーにより微細なパターンが形成される。そして、このポリマーのパターンをマスクとして被処理膜のエッチング処理が行われ、被処理膜に所定のパターンが形成される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

40

【特許文献1】特開2008-36491号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上述のブロック共重合体は、所定以上の温度で熱処理することで徐々に相分離し、相分離後のポリマーが所定の形状に配列する。また、ポリマーの結合を促進させてポリマーによるパターンの長さを長くするにはポリマーを拡散させる必要があり、そのためにはより高温で熱処理する必要がある。

【0007】

しかしながら、ポリマーによるパターンを長くするために熱処理温度を高くした場合、

50

温度が高いほど、また熱処理時間が長いほど、相分離後のポリマーによるパターンにばらつきが生じることが確認されている。

【0008】

この点について本発明者らが鋭意検討したところ、パターンのばらつきは熱処理によりブロック共重合体のポリマーが酸化すること、または下地膜として用いる中性層が酸化すること、あるいはブロック共重合体のポリマーと中性層の双方が酸化することが原因であると推察された。そこで、ブロック共重合体を相分離させるための熱処理を酸素濃度が低い雰囲気で行ったところ、ポリマーや下地膜としての中性層の酸化を防止してばらつきのないパターンを形成できることが確認された。

【0009】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、親水性ポリマーと疎水性ポリマーとを含むブロック共重合体を用いた基板処理において、基板上に所定のパターンを適切に形成することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記の目的を達成するため、本発明は、第1のポリマーと第2のポリマーとを含むブロック共重合体を用いて、基板を処理する方法であって、前記ブロック共重合体を基板上に塗布された下地膜上に塗布するブロック共重合体塗布工程と、前記基板上の前記ブロック共重合体を非酸化性ガス雰囲気中で熱処理して、前記ブロック共重合体を前記第1のポリマーと前記第2のポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、を有し、前記第1のポリマーは親水性を有する親水性ポリマーであり、前記第2のポリマーは、疎水性を有する疎水性ポリマーであり、前記親水性ポリマーはポリメタクリル酸メチルであり、前記疎水性ポリマーはポリスチレンであり、または、前記親水性ポリマーはポリジメチルシロキサンであり、前記疎水性ポリマーはポリスチレンであり、前記下地膜は、ブロック共重合体塗布工程の前に基板上にポリスチレンを塗布し、当該ポリスチレンを非酸化性ガス雰囲気において所定の温度で加熱して形成されたものであり、前記ポリスチレンの所定の温度での加熱は、内部を密閉可能な処理容器内に設けられた、基板を載置面に載置して熱処理する載置台から、当該基板を所定の距離離間した状態で前記載置面を所定の期間加熱し、前記所定の期間経過後、基板を載置台に載置して加熱することで行われることを特徴としている。

【0011】

本発明によれば、ポリマー分離工程において、基板上の前記ブロック共重合体を非酸化性ガス雰囲気中で熱処理する。したがって、熱処理によりブロック共重合体のポリマーや下地膜が酸化することを防止でき、ばらつきのないパターンを形成できる。このように基板上に所定の微細なパターンを適切に形成することができるので、当該親水性ポリマー又は疎水性ポリマーのパターンをマスクとした被処理膜のエッチング処理を適切に行うことができ、被処理膜に所定のパターンを形成することができる。

【0012】

前記ポリマー分離工程では、第1の温度で加熱して前記ブロック共重合体の第1のポリマーと第2のポリマーを拡散させ、その後前記第1の温度より低い第2の温度で加熱して第1のポリマーと第2のポリマーを相分離させてもよい。

【0013】

前記相分離したブロック共重合体から、前記第1のポリマー又は前記第2のポリマーのいずれかを選択的に除去するポリマー除去工程を有していてもよい。

【0014】

前記ポリマー除去工程では、プラズマエッチング処理、または有機溶剤の供給によって、前記第1のポリマー又は前記第2のポリマーのいずれかを選択的に除去してもよい。

【0019】

前記ポリマー分離工程では、内部を密閉可能な処理容器内に設けられた、基板を載置面に載置して熱処理する載置台から、当該基板を所定の距離離間した状態で前記載置面を所

10

20

30

40

50

定の期間加熱し、前記所定の期間経過後、基板を前記載置台に載置して加熱してもよい。

【 0 0 2 0 】

前記ポリマー分離工程では、前記処理容器内の酸素濃度を測定し、前記処理容器内の酸素濃度が所定の濃度以下となった後に、基板を載置台に載置して加熱してもよい。

【 0 0 2 3 】

前記ポリスチレンの所定の温度での加熱においては、前記処理容器内の酸素濃度を測定し、前記処理容器内の酸素濃度が所定の濃度以下となった後に、基板を前記載置台に載置して加熱してもよい。

【 0 0 2 4 】

別な観点による本発明によれば、前記基板処理方法を基板処理システムによって実行させるために、当該基板処理システムを制御する制御部のコンピュータ上で動作するプログラムが提供される。

【 0 0 2 5 】

また別な観点による本発明によれば、前記プログラムを格納した読み取り可能なコンピュータ記憶媒体が提供される。

【 0 0 2 6 】

さらに別な観点による本発明は、第1のポリマーと第2のポリマーとを含むブロック共重合体を用いて、基板を処理するシステムであって、前記ブロック共重合体を、基板上に塗布された下地膜上に塗布するブロック共重合体塗布装置と、前記基板上の前記ブロック共重合体を非酸化性ガス雰囲気中で熱処理して、前記ブロック共重合体を前記第1のポリマーと前記第2のポリマーに相分離させるポリマー分離装置と、を有し、前記第1のポリマーは親水性を有する親水性ポリマーであり、前記第2のポリマーは、疎水性を有する疎水性ポリマーであり、前記親水性ポリマーはポリメタクリル酸メチルであり、前記疎水性ポリマーはポリスチレンであり、または、前記親水性ポリマーはポリジメチルシロキサンであり、前記疎水性ポリマーはポリスチレンであり、前記下地膜は、前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに対して中間の親和性を有する中性層を所定の温度で加熱したものであり、ブロック共重合体が塗布される前の基板上に中性剤を塗布して中性層を形成する中性層形成装置と、前記中性層を所定の温度で加熱して前記下地膜を形成する下地膜形成装置と、をさらに有し、前記下地膜形成装置は、内部を密閉可能な処理容器と、前記処理容器内に設けられ、基板を載置する載置台と、前記載置台における基板の載置面を加熱する加熱機構と、前記処理容器内に非酸化性ガスを供給するガス供給源と、基板を保持し、当該保持した基板を、前記載置台の載置面に対して相対的に上下動させる昇降機構と、前記昇降機構との間で基板の受け渡しを行う搬送機構と、前記処理容器内に非酸化性ガスを供給するようにガス供給源を制御すると共に、前記昇降機構に基板を受け渡すように前記搬送機構を制御し、次いで、基板が載置台の載置面から所定の距離離間した状態で、前記載置台の載置面を所定の期間加熱するように、前記昇降機構及び前記加熱機構を制御し、前記所定の期間経過後、基板を載置台に載置して加熱するように、前記昇降機構及び前記加熱機構をさらに制御する制御を行う、制御部と、を有することを特徴としている。

【 0 0 2 7 】

前記ポリマー分離装置では、第1の温度で加熱して前記ブロック共重合体の第1のポリマーと第2のポリマーを拡散させ、その後前記第1の温度より低い第2の温度で加熱して第1のポリマーと第2のポリマーを相分離させてもよい。

【 0 0 2 8 】

前記相分離したブロック共重合体から、前記第1のポリマー又は前記第2のポリマーのいずれかを選択的に除去するポリマー除去装置を有していてもよい。

【 0 0 2 9 】

前記ポリマー除去装置は、プラズマエッチング処理装置、または有機溶剤を供給して前記第1のポリマー又は前記第2のポリマーのいずれかを選択的に除去する溶剤供給装置であってもよい。

【 0 0 3 4 】

前記ポリマー分離装置は、内部を密閉可能な処理容器と、前記処理容器内に設けられ、基板を載置する載置台と、前記載置台における基板の載置面を加熱する加熱機構と、前記処理容器内に非酸化性ガスを供給するガス供給源と、基板を保持し、当該保持した基板を、前記載置台の載置面に対して相対的に上下動させる昇降機構と、前記昇降機構との間で基板の受け渡しを行う搬送機構と、前記処理容器内に非酸化性ガスを供給するようにガス供給源を制御すると共に、前記昇降機構に基板を受け渡すように前記搬送機構を制御し、次いで、基板が載置台の載置面から所定の距離離間した状態で、前記載置台の載置面を所定の期間加熱するように、前記昇降機構及び前記加熱機構を制御し、前記所定の期間経過後、基板を載置台に載置して加熱するように、前記昇降機構及び前記加熱機構をさらに制御する制御を行う、制御部と、を有していてもよい。

10

【0035】

前記ポリマー分離装置は、前記処理容器内の酸素濃度を検出する酸素濃度検出機構をさらに有し、前記制御部は、前記処理容器内の酸素濃度が所定の濃度以下となった後に、基板を載置台に載置して加熱するように、前記昇降機構及び前記加熱機構を制御してもよい。

【発明の効果】

【0038】

本発明によれば、親水性ポリマーと疎水性ポリマーとを含むブロック共重合体を用いた基板処理において、基板上に所定のパターンを適切に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0039】

【図1】本実施の形態にかかる基板処理システムの構成の概略を示す説明図である。

【図2】塗布現像処理装置の構成の概略を示す平面図である。

【図3】塗布現像処理装置の内部構成の概略を示す側面図である。

【図4】塗布現像処理装置の内部構成の概略を示す側面図である。

【図5】エッチング処理装置の構成の概略を示す平面図である。

【図6】ポリマー分離装置の構成の概略を示す横断面図である。

【図7】ポリマー分離装置の構成の概略を示す縦断面図である。

【図8】ウェハ処理の主な工程を説明したフローチャートである。

【図9】ウェハ上に反射防止膜と中性層が形成された様子を示す縦断面の説明図である。

30

【図10】ウェハ上にレジストパターンが形成された様子を示す縦断面の説明図である。

【図11】ウェハ上の中性層の露出面を親水化した様子を示す縦断面の説明図である。

【図12】レジストパターンを除去した様子を示す縦断面の説明図である。

【図13】ウェハ上にブロック共重合体を塗布した様子を示す縦断面の説明図である。

【図14】ポリマー分離装置における熱処理温度を示す説明図である。

【図15】ブロック共重合体を親水性ポリマーと疎水性ポリマーに相分離した様子を示す縦断面の説明図である。

【図16】ブロック共重合体を親水性ポリマーと疎水性ポリマーに相分離した様子を示す平面の説明図である。

【図17】親水性ポリマーを除去した様子を示す縦断面の説明図である。

40

【図18】他の実施の形態においてレジストパターンが形成されたウェハ上にブロック共重合体を塗布した様子を示す平面の説明図である。

【図19】他の実施の形態においてブロック共重合体を親水性ポリマーと疎水性ポリマーに相分離した様子を示す平面の説明図である。

【図20】疎水性ポリマーを除去した様子を示す縦断面の説明図である。

【図21】他の実施の形態にかかるポリマー分離装置の構成の概略を示す縦断面図である。

。

【図22】他の実施の形態にかかるポリマー分離装置の構成の概略を示す横断面図である。

。

【図23】ウェハが冷却板に受け渡された状態を示す説明図である。

50

【図 2 4】冷却板が熱板上に移動した状態を示す説明図である。

【図 2 5】ウェハが冷却板から昇降ピンに受け渡された状態を示す説明図である。

【図 2 6】ウェハが熱板から所定の距離離間した状態で昇降ピンを保持した状態を示す説明図である。

【図 2 7】ウェハが昇降ピンから熱板に受け渡された状態を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下、本発明の実施の形態について説明する。図 1 は、本実施の形態にかかる基板処理システム 1 の構成の概略を示す説明図である。

【0041】

基板処理システム 1 は、図 1 に示すように基板としてのウェハにフォトリソグラフィ処理を行う塗布現像処理装置 2 と、ウェハにエッチング処理を行うエッチング処理装置 3 とを有している。なお、基板処理システム 1 で処理されるウェハ上には、予め被処理膜（図示せず）が形成されている。

【0042】

塗布現像処理装置 2 は、図 2 に示すように例えば外部との間で複数枚のウェハ W を収容したカセット C が搬入出されるカセットステーション 10 と、フォトリソグラフィ処理の中で枚葉式に所定の処理を施す複数の各種処理装置を備えた処理ステーション 11 と、処理ステーション 11 に隣接する露光装置 12 との間でウェハ W の受け渡しを行うインターフェイスステーション 13 とを一体に接続した構成を有している。

【0043】

カセットステーション 10 には、カセット載置台 20 が設けられている。カセット載置台 20 には、複数、例えば 4 つのカセット載置板 21 が設けられている。カセット載置板 21 は、水平方向の X 方向（図 2 中の上下方向）に並べて設けられている。これらのカセット載置板 21 には、塗布現像処理装置 2 の外部に対してカセット C を搬入出する際に、カセット C を載置することができる。

【0044】

カセットステーション 10 には、図 2 に示すように X 方向に延びる搬送路 22 上を移動自在なウェハ搬送装置 23 が設けられている。ウェハ搬送装置 23 は、上下方向及び鉛直軸周り（方向）にも移動自在であり、各カセット載置板 21 上のカセット C と、後述する処理ステーション 11 の第 3 のブロック G3 の受け渡し装置との間でウェハ W を搬送できる。

【0045】

処理ステーション 11 には、各種装置を備えた複数例えば 4 つのブロック G1、G2、G3、G4 が設けられている。例えば処理ステーション 11 の正面側（図 2 の X 方向負方向側）には、第 1 のブロック G1 が設けられ、処理ステーション 11 の背面側（図 2 の X 方向正方向側）には、第 2 のブロック G2 が設けられている。また、処理ステーション 11 のカセットステーション 10 側（図 1 の Y 方向負方向側）には、第 3 のブロック G3 が設けられ、処理ステーション 11 のインターフェイスステーション 13 側（図 2 の Y 方向正方向側）には、第 4 のブロック G4 が設けられている。

【0046】

例えば第 1 のブロック G1 には、図 3 に示すように複数の液処理装置、例えばウェハ W を現像処理する現像装置 30、ウェハ W 上に有機溶剤を塗布してウェハ W を洗浄する洗浄装置 31、ウェハ W 上に反射防止膜を形成する反射防止膜形成装置 32、ウェハ W 上に中性剤を塗布して下地膜としての中性層を形成する中性層形成装置 33、ウェハ W 上にレジスト液を塗布してレジスト膜を形成するレジスト塗布装置 34、ウェハ W 上にブロック共重合体を塗布するブロック共重合体塗布装置 35 が下から順に重ねられている。

【0047】

例えば現像装置 30、洗浄装置 31、反射防止膜形成装置 32、中性層形成装置 33、レジスト塗布装置 34、ブロック共重合体塗布装置 35 は、それぞれ水平方向に 3 つ並べ

10

20

30

40

50

て配置されている。なお、これら現像装置 30、洗浄装置 31、反射防止膜形成装置 32、中性層形成装置 33、レジスト塗布装置 34、ブロック共重合体塗布装置 35 の数や配置は、任意に選択できる。

【0048】

これら現像装置 30、洗浄装置 31、反射防止膜形成装置 32、中性層形成装置 33、レジスト塗布装置 34、ブロック共重合体塗布装置 35 では、例えばウェハ W 上に所定の塗布液を塗布するスピニングが行われる。スピニングでは、例えば塗布ノズルからウェハ W 上に塗布液を吐出すると共に、ウェハ W を回転させて、塗布液をウェハ W の表面に拡散させる。

【0049】

なお、ブロック共重合体塗布装置 35 でウェハ W 上に塗布されるブロック共重合体は、第 1 のポリマーと第 2 のポリマーとを有する。第 1 のポリマーとしては、疎水性を有する（極性を有さない）疎水性（無極性）ポリマーが用いられ、第 2 のポリマーとしては、親水性（極性）を有する親水性（有極性）ポリマーが用いられる。本実施の形態では、親水性ポリマーとして例えばポリメタクリル酸メチル（PMMA）が用いられ、疎水性ポリマーとしては例えばポリスチレン（PS）が用いられる。また、ブロック共重合体における親水性ポリマーの分子量の比率は、例えば 40%～60%であり、ブロック共重合体における疎水性ポリマーの分子量の比率は 60%～40%である。そして、ブロック共重合体は、これら親水性ポリマーと疎水性ポリマーが、直線的に化合した高分子である。

【0050】

また、中性層形成装置 33 でウェハ W 上に形成される中性層は、親水性ポリマーと疎水性ポリマーに対して中間の親和性を有する。本実施の形態では、中性層として例えばポリメタクリル酸メチルとポリスチレンとのランダム共重合体や交互共重合体が用いられる。以下において、「中性」という場合は、このように親水性ポリマーと疎水性ポリマーに対して中間の親和性を有することを意味する。

【0051】

例えば第 2 のブロック G2 には、図 4 に示すようにウェハ W の熱処理を行う熱処理装置 40、ウェハ W 上の中性層に紫外線を照射して当該中性層を表面処理する中性層処理装置としての紫外線照射装置 41、ウェハ W を疎水化処理するアドヒージョン装置 42、ウェハ W の外周部を露光する周辺露光装置 43、ブロック共重合体塗布装置 35 でウェハ W 上に塗布されたブロック共重合体を親水性ポリマーと疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離装置 44 が上下方向と水平方向に並べて設けられている。このポリマー分離装置 44 の構成については後述する。熱処理装置 40 は、ウェハ W を載置して加熱する熱板と、ウェハ W を載置して冷却する冷却板を有し、加熱処理と冷却処理の両方を行うことができる。紫外線照射装置 41 は、ウェハ W を載置する載置台と、載置台上のウェハ W に対して、例えば波長が 172 nm の紫外線を照射する紫外線照射部を有している。また、熱処理装置 40、紫外線照射装置 41、アドヒージョン装置 42、周辺露光装置 43、ポリマー分離装置 44 の数や配置は、任意に選択できる。

【0052】

例えば第 3 のブロック G3 には、複数の受け渡し装置 50、51、52、53、54、55、56 が下から順に設けられている。また、第 4 のブロック G4 には、複数の受け渡し装置 60、61、62 が下から順に設けられている。

【0053】

図 1 に示すように第 1 のブロック G1～第 4 のブロック G4 に囲まれた領域には、ウェハ搬送領域 D が形成されている。ウェハ搬送領域 D には、例えばウェハ搬送装置 70 が配置されている。

【0054】

ウェハ搬送装置 70 は、例えば Y 方向、X 方向、 方向及び上下方向に移動自在な搬送アームを有している。ウェハ搬送装置 70 は、ウェハ搬送領域 D 内を移動し、周囲の第 1 のブロック G1、第 2 のブロック G2、第 3 のブロック G3 及び第 4 のブロック G4 内の

10

20

30

40

50

所定の装置にウェハWを搬送できる。

【0055】

ウェハ搬送装置70は、例えば図4に示すように上下に複数台配置され、例えば各ブロックG1～G4の同程度の高さの所定の装置にウェハWを搬送できる。

【0056】

また、ウェハ搬送領域Dには、第3のブロックG3と第4のブロックG4との間で直線的にウェハWを搬送するシャトル搬送装置80が設けられている。

【0057】

シャトル搬送装置80は、例えばY方向に直線的に移動自在になっている。シャトル搬送装置80は、ウェハWを支持した状態でY方向に移動し、第3のブロックG3の受け渡し装置52と第4のブロックG4の受け渡し装置62との間でウェハWを搬送できる。

10

【0058】

図1に示すように第3のブロックG3のX方向正方向側の隣には、ウェハ搬送装置100が設けられている。ウェハ搬送装置100は、例えばX方向、Y方向及び上下方向に移動自在な搬送アームを有している。ウェハ搬送装置100は、ウェハWを支持した状態で上下に移動して、第3のブロックG3内の各受け渡し装置にウェハWを搬送できる。

【0059】

インターフェイスステーション13には、ウェハ搬送装置110と受け渡し装置111が設けられている。ウェハ搬送装置110は、例えばY方向、X方向及び上下方向に移動自在な搬送アームを有している。ウェハ搬送装置110は、例えば搬送アームにウェハWを支持して、第4のブロックG4内の各受け渡し装置、受け渡し装置111及び露光装置12との間でウェハWを搬送できる。

20

【0060】

エッチング処理装置3は、図5に示すようにエッチング処理装置3に対するウェハWの搬入出を行うカセットステーション200、ウェハWの搬送を行う共通搬送部201、ウェハW上で相分離したブロック共重合体にエッチング処理を行い、親水性ポリマーまたは疎水性ポリマーのいずれかを選択的に除去するポリマー除去装置としてのエッチング装置202、203、ウェハW上の被処理膜を所定のパターンにエッチングするエッチング装置204、205を有している。

【0061】

30

カセットステーション200は、ウェハWを搬送するウェハ搬送機構210が内部に設けられた搬送室211を有している。ウェハ搬送機構210は、ウェハWを略水平に保持する2つの搬送アーム210a、210bを有しており、これら搬送アーム210a、210bのいずれかによってウェハWを保持しながら搬送する構成となっている。搬送室211の側方には、ウェハWを複数枚並べて収容可能なカセットCが載置されるカセット載置台212が備えられている。図示の例では、カセット載置台212には、カセットCを複数、例えば3つ載置できるようになっている。

【0062】

搬送室211と共通搬送部201は、真空引き可能な2つのロードロック装置213a、213bを介して互いに連結させられている。

40

【0063】

共通搬送部201は、例えば上方からみて略多角形状（図示の例では六角形状）をなすように形成された密閉可能な構造の搬送室チャンバー214を有している。搬送室チャンバー214内には、ウェハWを搬送するウェハ搬送機構215が設けられている。ウェハ搬送機構215は、ウェハWを略水平に保持する2つの搬送アーム215a、215bを有しており、これら搬送アーム215a、215bのいずれかによってウェハWを保持しながら搬送する構成となっている。

【0064】

搬送室チャンバー214の外側には、エッチング装置202、203、204、205、ロードロック装置213b、213aが、搬送室チャンバー214の周囲を囲むように

50

配置されている。エッチング装置 202、203、204、205、ロードロック装置 213b、213aは、例えば上方からみて時計回転方向においてこの順に並ぶように、また、搬送室チャンバー 214の6つの側面部に対してそれぞれ対向するようにして配置されている。

【0065】

なお、エッチング装置 202～205としては、例えば例えば R I E (R e a c t i v e I o n E t c h i n g) 装置が用いられる。すなわち、エッチング装置 202～205では、例えば酸素 (O_2) などの反応性の気体 (エッチングガス) やイオン、ラジカルによって、疎水性ポリマーや被処理膜をエッチングするドライエッチングが行われる。

【0066】

次に、上述したポリマー分離装置 44の構成について説明する。図 6 は、ポリマー分離装置 44の構成の概略を示す横断面図であり、図 7 は、ポリマー分離装置 44の構成の概略を示す縦断面図である。

【0067】

例えばポリマー分離装置 44は、内部を閉鎖可能な処理容器 170を有し、処理容器 170のウェハ搬送装置 70に対向する側面には、ウェハWの搬入出口 171が形成されている。また、ポリマー分離装置 44は、処理容器 170内に、ウェハWを載置して加熱する熱板 172と、ウェハWを載置して温度調節する冷却板 173を有する熱処理装置であり、加熱処理と冷却処理の両方を行うことができる。

【0068】

熱板 172は、厚みのある略円盤形状を有している。熱板 172は、水平な上面を有し、当該上面には、例えばウェハWを吸引する吸引口 (図示せず) が設けられている。この吸引口からの吸引により、ウェハWを熱板 172上に吸着保持できる。

【0069】

熱板 172の内部には、図 7 に示すように、加熱機構としての電気ヒータ 174が設けられており、後述する制御部 300により電気ヒータ 174への電力の供給量を制御することにより、熱板 172を所定の設定温度に制御することができる。

【0070】

熱板 172には、上下方向に貫通する複数の貫通孔 175が形成されている。貫通孔 175には、昇降ピン 176が設けられている。昇降ピン 176は、シリンダなどの昇降駆動機構 177によって上下動できる。昇降ピン 176は、貫通孔 175内を挿通して熱板 172の上面に突出し、ウェハWを支持して昇降できる。

【0071】

熱板 172には、当該熱板 172の外周部を保持する環状の保持部材 178が設けられている。保持部材 178には、当該保持部材 178の外周を囲み、昇降ピン 176を収容する筒状のサポートリング 179が設けられている。

【0072】

冷却板 173は、厚みのある略円盤形状を有している。冷却板 173は、水平な上面を有し、当該上面には、例えばウェハWを吸引する吸引口 (図示せず) が設けられている。この吸引口からの吸引により、ウェハWを冷却板 173上に吸着保持できる。

【0073】

冷却板 173の内部には、例えばペルチェ素子などの冷却部材 (図示せず) が内蔵されており、冷却板 173を所定の設定温度に調整できる。

【0074】

冷却板 173のその他の構成は、熱板 172と同様の構成を有している。すなわち、冷却板 173には、上下方向に貫通する複数の貫通孔 180が形成されている。貫通孔 180には、昇降ピン 181が設けられている。昇降ピン 181は、シリンダなどの昇降駆動機構 182によって上下動できる。昇降ピン 181は、貫通孔 180内を挿通して冷却板 173の上面に突出し、ウェハWを支持して昇降できる。

【0075】

冷却板 173 には、当該冷却板 173 の外周部を保持する環状の保持部材 183 が設けられている。保持部材 183 には、当該保持部材 183 の外周を囲み、昇降ピン 181 を収容する筒状のサポートリング 184 が設けられている。

【0076】

処理容器 170 の搬入出口 171 と反対側の側面には、処理容器 170 内に処理ガスを供給するガス供給口 190 が形成されている。ガス供給口 190 にはガス供給管 191 を介してガス供給源 192 が接続されている。ガス供給管 191 には流量調整機構 193 が設けられ、ガス供給源 192 から処理容器 170 内に供給する処理ガスの量を調整できる。流量調整機構 193 は、後述する制御部 300 により制御される。処理ガスには、ウェハ W を熱処理してブロック共重合体塗布装置 35 でウェハ W 上に塗布されたブロック共重合体を親水性ポリマーと疎水性ポリマーに相分離させる際に、当該ポリマーを酸化させない非酸化性ガスが用いられる。非酸化性ガスとしては、例えば窒素ガスやアルゴンガスといった、酸素を含んでいないガスが用いられる。なお、熱処理装置 40 の構成は、処理容器 170 にガス供給口 190 が形成されていない点を除いてポリマー分離装置 44 と同様の構成を有している。

【0077】

以上の基板処理システム 1 には、図 1 に示すように制御部 300 が設けられている。制御部 300 は、例えばコンピュータであり、プログラム格納部（図示せず）を有している。プログラム格納部には、基板処理システム 1 におけるウェハ W の処理を制御するプログラムが格納されている。また、プログラム格納部には、上述の各種処理装置や搬送装置などの駆動系の動作を制御して、基板処理システム 1 における後述の基板処理を実現させるためのプログラムも格納されている。なお、前記プログラムは、例えばコンピュータ読み取り可能なハードディスク（HD）、フレキシブルディスク（FD）、コンパクトディスク（CD）、マグネットオプティカルディスク（MO）、メモリーカードなどのコンピュータに読み取り可能な記憶媒体に記録されていたものであって、その記憶媒体から制御部 300 にインストールされたものであってもよい。

【0078】

次に、以上のように構成された基板処理システム 1 を用いて行われるウェハ処理について説明する。図 8 は、かかるウェハ処理の主な工程の例を示すフローチャートである。

【0079】

まず、複数のウェハ W を収納したカセット C が、塗布現像処理装置 2 のカセットステーション 10 に搬入され、所定のカセット載置板 21 に載置される。その後、ウェハ搬送装置 23 によりカセット C 内の各ウェハ W が順次取り出され、処理ステーション 11 の受け渡し装置 53 に搬送される。

【0080】

次にウェハ W は、ウェハ搬送装置 70 によって熱処理装置 40 に搬送され、温度調節される。その後ウェハ W は、ウェハ搬送装置 70 によって反射防止膜形成装置 32 に搬送され、図 9 に示すようにウェハ W 上に反射防止膜 400 が形成される（図 8 の工程 S1）。その後ウェハ W は、熱処理装置 40 に搬送され、加熱され、温度調節される。

【0081】

次にウェハ W は、ウェハ搬送装置 70 によって中性層形成装置 33 に搬送される。中性層形成装置 33 では、図 9 に示すようにウェハ W の反射防止膜 400 上に中性剤が塗布されて、下地膜としての中性層 401 が形成される（図 8 の工程 S2）。その後ウェハ W は、熱処理装置 40 に搬送され、加熱され、温度調節され、その後受け渡し装置 53 に戻される。なお、熱処理装置 40 における中性層 401 形成後のウェハ W の加熱温度は、概ね 200 ～ 300 が好ましく、本実施の形態では、例えば約 250 である。

【0082】

次にウェハ W は、ウェハ搬送装置 100 によって受け渡し装置 54 に搬送される。その後ウェハ W は、ウェハ搬送装置 70 によってアドヒージョン装置 42 に搬送され、アドヒージョン処理される。その後ウェハ W は、ウェハ搬送装置 70 によってレジスト塗布装置

10

20

30

40

50

34に搬送され、ウェハWの中性層401上にレジスト液が塗布されて、レジスト膜が形成される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって熱処理装置40に搬送されて、プリベーク処理される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって受け渡し装置55に搬送される。

【0083】

次にウェハWは、ウェハ搬送装置70によって周辺露光装置43に搬送され、周辺露光処理される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって受け渡し装置56に搬送される。

【0084】

次にウェハWは、ウェハ搬送装置100によって受け渡し装置52に搬送され、シャトル搬送装置80によって受け渡し装置62に搬送される。

【0085】

その後ウェハWは、インターフェイスステーション13のウェハ搬送装置110によって露光装置12に搬送され、露光処理される。

【0086】

次にウェハWは、ウェハ搬送装置110によって露光装置12から受け渡し装置60に搬送される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって熱処理装置40に搬送され、露光後ベーク処理される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって現像装置30に搬送され、現像される。現像終了後、ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって熱処理装置40に搬送され、ポストベーク処理される。こうして、図10に示すようにウェハWの中性層401上に所定のレジストパターン402が形成される(図8の工程S3)本実施の形態では、レジストパターン402は、平面視において直線状のライン部402aと直線状のスペース部402bを有し、いわゆるラインアンドスペースのレジストパターンである。なお、スペース部402bの幅は、後述するようにスペース部402bに親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406が交互に奇数層に配置されるように設定される。

【0087】

レジストパターン402が形成されたウェハWは、ウェハ搬送装置70によって紫外線照射装置41に搬送される。紫外線照射装置41では、図11に示すようにレジストパターン402(スペース部402b)から露出した中性層401の露出面に紫外線が照射される。このとき、172nmの波長を有する紫外線が照射される。そうすると、当該中性層401の露出面が酸化して親水化される(図8の工程S4)。以下、このように親水化された中性層401の領域を親水性領域403という場合がある。

【0088】

なお、発明者らが鋭意検討した結果、中性層401に親水性領域403を形成するための紫外線の波長は300nm以下であればよいことが分かった。具体的には、300nm以下の波長を有する紫外線を照射すると、処理雰囲気中の酸素から活性酸素を生成でき、この活性酸素によって中性層401の露出面が酸化して親水化する。なお、活性酸素をより容易に生成するためには、処理雰囲気としてオゾンを用いたほうがよいことが分かっている。また、特に紫外線の波長が172nmである場合、処理雰囲気としてオゾンを用いた場合はもちろんのこと、処理雰囲気が大気雰囲気であっても、当該大気雰囲気中の酸素から効率よく活性酸素を生成できることも分かっている。

【0089】

次にウェハWは、ウェハ搬送装置70によって洗浄装置31に搬送される。洗浄装置31では、ウェハW上に有機溶剤が供給され、図12に示すようにウェハW上のレジストパターン402が除去される(図8の工程S5)。そうすると、中性層401において、親水性領域403の表面は親水性を有し、その他の領域の表面は中性を有する。そして、中性層401の表面は平坦に維持される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって受け渡し装置50に搬送される。

【0090】

10

20

30

40

50

次にウェハWは、ウェハ搬送装置100によって受け渡し装置55に搬送される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によってブロック共重合体塗布装置35に搬送される。ブロック共重合体塗布装置35では、図13に示すようにウェハWの中性層401上にブロック共重合体404が塗布される(図8の工程S6)。このとき、中性層401の表面は平坦に維持されているので、ブロック共重合体404もその膜厚が均一になるように塗布される。

【0091】

次にウェハWは、ウェハ搬送装置70によってポリマー分離装置44に搬送され、熱板172に載置される。それ共に、ポリマー分離装置44の処理容器170内に非酸化性ガスとして窒素ガスが供給される。この際、制御部300により流量調整機構193が制御され、処理容器170内の酸素濃度が30ppm~50ppmに調整される。

10

【0092】

ポリマー分離装置44では、まず熱板172によりウェハWが熱処理される。この熱処理においては、例えば図14に示す温度パターンが用いられる。図14の縦軸は熱板172の温度、横軸は熱処理の時間である。図14に示すように、熱処理においては熱板172を第1の温度T1まで昇温し一定時間保持する。この第1の温度T1での熱処理により、ポリマーを拡散させる。本実施の形態における第1の温度は、例えば350である。なお、ポリマーを拡散させパターンを長くするという観点からは、第1の温度をブロック共重合体の秩序無秩序転移温度(TOD)以上の温度とすることが好ましいが、通常、ブロック共重合体のポリマーはTOD以下の温度で揮発してしまう。そのため、第1の温度はポリマーの揮発温度以下で極力高い温度とすることが好ましい。

20

【0093】

ウェハWが第1の温度T1で所定時間熱処理されると、図14に示すように熱板172が第1の温度T1より低い第2の温度T2に降温され、一定時間維持される。この第2の温度T2で所定の時間熱処理することで、図15及び図16に示すようにウェハW上のブロック共重合体404が親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406に相分離される(図8の工程S7)。本実施の形態における第2の温度は、例えば170である。ウェハWが第2の温度T2で所定時間熱処理されると、ポリマー分離装置44での熱処理を終了し、熱板172が降温される。

【0094】

30

ここで、上述したようにブロック共重合体404において、親水性ポリマー405の分子量の比率は40%~60%であり、疎水性ポリマー406の分子量の比率は60%~40%である。そうすると、工程S6において、図15及び図16に示すように親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406はラメラ構造に相分離される。また、上述した工程S3においてレジストパターン402のスペース部402bの幅が所定の幅に形成されているので、中性層401の親水性領域403上には、親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406が交互に奇数層、例えば3層に配置される。具体的には、親水性領域403の表面は親水性を有するので、当該親水性領域403上の真中に親水性ポリマー405が配置され、その両側に疎水性ポリマー406、406が配置される。そして、中性層401のその他の領域上にも、親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406が交互に配置される。

40

【0095】

その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって受け渡し装置50に搬送され、その後カセットステーション10のウェハ搬送装置23によって所定のカセット載置板21のカセットCに搬送される。

【0096】

塗布現像処理装置2においてウェハWに所定の処理が行われると、ウェハWを収納したカセットCは、塗布現像処理装置2から搬出され、次にエッチング処理装置3に搬入される。

【0097】

50

エッチング処理装置 3 では、まず、ウェハ搬送機構 2 1 0 によって、カセット載置台 2 1 2 上のカセット C から 1 枚のウェハ W が取り出され、ロードロック装置 2 1 3 a 内に搬入される。ロードロック装置 2 1 3 a 内にウェハ W が搬入されると、ロードロック装置 2 1 3 a 内が密閉され、減圧される。その後、ロードロック装置 2 1 3 a 内と所定の真空中に排気された搬送室チャンバー 2 1 4 内とが連通させられる。そして、ウェハ搬送機構 2 1 5 によって、ウェハ W がロードロック装置 2 1 3 a から搬出され、搬送室チャンバー 2 1 4 内に搬入される。

【 0 0 9 8 】

搬送室チャンバー 2 1 4 内に搬入されたウェハ W は、次にウェハ搬送機構 2 1 5 によってエッチング装置 2 0 2 に搬送される。エッチング装置 2 0 2 では、ウェハ W にエッチング処理を行い、図 1 7 に示すように親水性ポリマー 4 0 5 を選択的に除去し、疎水性ポリマー 4 0 6 の所定のパターンが形成される（図 8 の工程 S 8 ）。このとき、ブロック共重合体 4 0 4 の膜厚は均一であるので、疎水性ポリマー 4 0 6 のパターン高さも均一になる。

10

【 0 0 9 9 】

その後ウェハ W は、ウェハ搬送機構 2 1 5 によってエッチング装置 2 0 4 に搬送される。エッチング装置 2 0 4 では、ウェハ W 上の疎水性ポリマー 4 0 6 をマスクとして、ウェハ W 上の被処理膜がエッチングされる。その後、疎水性ポリマー 4 0 6 及び反射防止膜が除去されて、被処理膜に所定のパターンが形成される（図 8 の工程 S 9 ）。

【 0 1 0 0 】

20

その後ウェハ W は、ウェハ搬送機構 2 1 5 によって再び搬送室チャンバー 2 1 4 内に戻される。そして、ロードロック装置 2 1 3 b を介してウェハ搬送機構 2 1 0 に受け渡され、カセット C に収納される。その後、ウェハ W を収納したカセット C がエッチング処理装置 3 から搬出されて一連のウェハ処理が終了する。

【 0 1 0 1 】

以上の実施の形態によれば、工程 S 7 において、ウェハ W 上のブロック共重合体 4 0 4 を非酸化性ガス雰囲気中で熱処理するので、ブロック共重合体 4 0 4 の親水性ポリマー 4 0 5 及び疎水性ポリマー 4 0 6 が酸化することを防止できる。したがって、親水性ポリマー 4 0 5、疎水性ポリマー 4 0 6 の酸化によるパターンのばらつきを防止し、ウェハ W 上に所定の微細なパターンを形成することができる。その結果、工程 S 9 において当該パターンをマスクとした被処理膜のエッチング処理を適切に行うことができ、被処理膜に所定のパターンを形成することができる。

30

【 0 1 0 2 】

また、工程 S 7 において、ウェハ W 上のブロック共重合体 4 0 4 をまず第 1 の温度 T 1 で熱処理するので、ポリマー 4 0 5、4 0 6 の拡散を促進してより長いパターンを形成できる。特に、上述のようにラメラ構造を形成する場合、ポリマー 4 0 5、4 0 6 がレジストパターン 4 0 2 のライン部 4 0 2 a の長手方向に沿ってばらつきなく配列させることが要求されるので、第 1 の温度 T 1 で熱処理することが有効である。

【 0 1 0 3 】

ここで、従来、工程 S 4 のようにウェハ W 上に親水性を有する領域と中性を有する領域とを形成するため、レジストパターンをマスクとして中性層をエッチングすることも行われていた。そうすると、中性層が除去された面は反射防止膜が露出して親水性を有し、中性層が残存する面は中性を有する。しかしながら、かかる場合、中性層をエッチングするため、ウェハ W を一旦塗布現像処理装置 2 から搬出し、エッチング処理装置 3 に搬送する必要があった。

40

【 0 1 0 4 】

以上の実施の形態では、工程 S 4 において塗布現像処理装置 2 内の紫外線照射装置 4 1 で中性層 4 0 1 の露出面に紫外線照射を照射し、それにより中性層 4 0 1 を表面処理して親水化している。ここで、従来、工程 S 4 のようにウェハ W 上に親水性を有する領域と中性を有する領域とを形成するため、レジストパターンをマスクとして中性層をエッチング

50

することも行われていた。そうすると、中性層が除去された面は反射防止膜が露出して親水性を有し、中性層が残存する面は中性を有する。しかしながら、かかる場合、中性層をエッチングするため、ウェハWを一旦塗布現像処理装置2から搬出し、エッチング処理装置3に搬送する必要があった。この点本実施の形態では紫外線照射を照射して中性層401を親水化するので、上述した塗布現像処理装置2からエッチング処理装置3へのウェハWの搬送を省略することができる。そして、工程S1～S7のウェハ処理は一の塗布現像処理装置2で行われる。したがって、基板処理システム1におけるウェハ処理のスループットを向上させることができる。

【0105】

以上の実施の形態では、工程S4において中性層401の露出面に紫外線を照射して当該露出面を親水化していたが、露出面を親水化する手段はこれに限定されない。例えば中性層401の露出面に親水性を有する親水膜を形成してもよい。

【0106】

また、以上の実施の形態では、中性層401の露出面を親水化していたが、表面処理として当該露出面を疎水化するようにしてもよい。中性層401の露出面を疎水化する場合、疎水化された領域の真中に疎水性ポリマー406が配置され、その両側に親水性ポリマー405、405が配置される。そして、ウェハW上には、中性層401の露出面を親水化した場合と反対の配置で、親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406が交互に配置される。

【0107】

以上の実施の形態では、親水性ポリマー405を選択的に除去するにあたりエッチング処理装置3においていわゆるドライエッチング処理を行ったが、親水性ポリマー405の除去は、ウェットエッチング処理により行ってもよい。

【0108】

具体的には、工程S7においてブロック共重合体404を相分離したウェハWを、工程S8においてエッチング処理装置3に変えて紫外線照射装置41に搬送する。そして、ウェハWに紫外線を照射することで、親水性ポリマー405であるポリメタクリル酸メチルの結合鎖を切断すると共に、疎水性ポリマー406であるポリスチレンを架橋反応させる。その後、ウェハWを洗浄装置31に搬送し、当該洗浄装置31においてウェハWに例えばイソプロピルアルコール（IPA）を供給する。これにより、紫外線照射で結合鎖が切断された親水性ポリマー405が溶解除去される。

【0109】

親水性ポリマー405をいわゆるドライエッチング処理により除去する場合、親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406の選択比は例えば3～7：1程度であるため、疎水性ポリマー406の膜ベリが避けられない。その一方、親水性ポリマー405を、有機溶剤を用いたいわゆるウェットエッチングにより除去する場合は、疎水性ポリマー406はほとんど有機溶剤に溶解しないため、膜ベリを避けることができる。その結果、その後の工程において疎水性ポリマー406のパターンをマスクとして被処理膜のエッチング処理を行なう際に、マスクとしての十分な膜厚を確保することができる。

【0110】

また、親水性ポリマー405をウェットエッチングにより除去することで、上述した塗布現像処理装置2からエッチング処理装置3へのウェハWの搬送を省略することができる。したがって、基板処理システム1におけるウェハ処理のスループットを向上させることができる。

【0111】

以上の実施の形態では、親水性ポリマーとしてポリメタクリル酸メチルを用いたが、親水性ポリマーとして他のポリマーを用いてもよい。ポリメタクリル酸メチルに代わるポリマーとしては、例えばポリジメチルシロキサン（PDMS）を用いることができる。親水性ポリマー405としてポリジメチルシロキサンを用いる場合、ブロック共重合体404における親水性ポリマー405の分子量の比率が20%～40%であり、疎水性ポリマー

10

20

30

40

50

406の分子量の比率が80%～60%である。なお、本実施の形態でも、上記実施の形態と同様の構造を有する基板処理システム1が用いられる。

【0112】

かかる場合、工程S3で形成されるレジストパターンをガイドとしてポリマー405、406のパターンを形成するので、工程S4での中性層401の表面処理（親水化）及び工程S5でのレジストパターン除去は行わず、工程S3で形成したレジストパターンに、図18に示すように、直接ブロック共重合体404が塗布される（工程S6）。

【0113】

その後、工程S7においてブロック共重合体404をポリマー分離装置44で熱処理する。この際、ポリマー分離装置44の処理容器170内は非酸化性の雰囲気である。これにより、図19に示すように、断面形状が疎水性ポリマー406の上下を親水性ポリマー405により挟まれ且つ疎水性ポリマー406の内部に親水性ポリマー405が円形状に配置された、シリンダ構造の親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406に相分離される。図19のようなシリンダ構造となるのは、親水性ポリマー405に用いるポリジメチルシロキサンの表面張力が疎水性ポリマー406として用いるポリスチレンに比べて非常に小さく、中性層401の表面に沿って層状に相分離するためである。また、表面張力が小さいことから、親水性ポリマー405は大気側にも層状に相分離し、疎水性ポリマー406は親水性ポリマー405の間に挟まれた形で相分離する。そして、ブロック共重合体404において親水性ポリマー405の分子量の比率は40%～60%であり、疎水性ポリマー406の分子量の比率は60%～40%であるので、残りの親水性ポリマー405が疎水性ポリマー406の内部でシリンダ形状となる。

【0114】

その後、工程S8では、例えば洗浄装置31で大気側に層状に形成された親水性ポリマー405に有機溶剤が供給されて当該親水性ポリマー405が除去される。次いで、ウェハWはエッチング処理装置3でレジストパターン402及び疎水性ポリマー406を選択的に除去し、図20に示すように、シリンダ状の親水性ポリマー405と当該の下部に残った疎水性ポリマー406によりパターンが形成される。

【0115】

なお、その他の工程S1、S2、S9の工程は上記実施の形態と同様であるので説明を省略する。

【0116】

本実施の形態によれば、ブロック共重合体404をシリンダ構造の親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406に適切に相分離することができ、被処理膜のエッチング処理を適切に行うことができる。

【0117】

以上の実施の形態では、工程S9においてウェハW上の被処理膜をエッチングしていたが、本発明のウェハ処理方法はウェハW自体をエッチングする際にも適用することができる。

【0118】

なお、以上の実施の形態のポリマー分離装置44は、熱板172と冷却板173が処理容器170内に配置されていたが、非酸化性ガス雰囲気とするのは、熱板172でウェハW上のブロック共重合体404を熱処理する場合のみで足りるので、例えば熱板172のみを内部を閉鎖可能な処理容器内に配置するようにしてもよい。かかる場合、非酸化性ガスの供給量を低減させることができるので、ポリマー分離装置のランニングコストを低減することができる。

【0119】

このポリマー分離装置の一例について説明する。図21は、他の実施の形態にかかるポリマー分離装置500の構成の概略を示す縦断面図であり、図22は、ポリマー分離装置500の構成の概略を示す横断面図である。なお、ポリマー分離装置44と同じ構成を有するものについては、図21及び図22において、同一の符号を付すことでその説明につ

10

20

30

40

50

いては省略し、以下では図 6 及び図 7 に示されるポリマー分離装置 4 4 との主な相違点について記載する。

【 0 1 2 0 】

ポリマー分離装置 5 0 0 は、筐体 5 0 1 を有し、筐体 5 0 1 のウェハ搬送装置 7 0 側にはウェハ W を載置して温度調節する冷却板 5 0 2 が設けられ、冷却板 5 0 2 を挟んでウェハ搬送装置 7 0 側と反対の側には、熱板 1 7 2 が設けられている。筐体 5 0 1 の冷却板 5 0 2 側は、例えば天井部が全面にわたって開口しており、熱板 1 7 2 側のみが天井を有する容器状に形成されている。筐体 5 0 1 の冷却板 5 0 2 と熱板 1 7 2 との間には冷却板 5 0 2 が通過する搬送口 5 0 3 が形成されている。

【 0 1 2 1 】

冷却板 5 0 2 は、図 2 2 に示すように略方形の平板形状を有し、熱板 1 7 2 側の端面が円弧状に湾曲している。冷却板 5 0 2 には、Y 方向に沿った 2 本のスリット 5 1 0 が形成されている。スリット 5 1 0 は、冷却板 5 0 2 の熱板 1 7 2 側の端面から冷却板 5 0 2 の中央部付近まで形成されている。このスリット 5 1 0 により、冷却板 5 0 2 が、昇降ピン 1 7 6、1 8 1 と干渉するのを防止できる。また、冷却板 5 0 2 には、例えばペルチェ素子などの温度調節部材（図示せず）が内蔵されている。

【 0 1 2 2 】

冷却板 5 0 2 は、図 2 1 に示すように支持アーム 5 1 1 に支持されている。支持アーム 5 1 1 には、駆動部 5 1 2 が取り付けられている。駆動部 5 1 2 は、Y 方向に延伸するレール 5 1 3 に取り付けられている。レール 5 1 3 は、冷却板 5 0 2 の下方から搬送口 5 0 3 の下方近傍まで延伸している。この駆動部 5 1 2 により、冷却板 5 0 2 は、レール 5 1 3 に沿って熱板 1 7 2 の上方まで移動可能になっている。このような構成により、冷却板 5 0 2 は熱板 1 7 2 との間でウェハ W の受け渡しを行う搬送機構としても機能する。

【 0 1 2 3 】

熱板 1 7 2 の上方には、例えばサポートリング 1 7 9 と同じ径を有する筒状の蓋体 5 2 0 が設けられている。蓋体 5 2 0 の天井部であって、中央部近傍にはガス供給口 1 9 0 が形成されており、ガス供給口 1 9 0 にはガス供給源 1 9 2 が接続されている。ガス供給口 1 9 0 には略円盤状に形成された供給ノズル 5 2 1 が設けられている。供給ノズル 5 2 1 の外周部には、図示しない供給口が形成されており、ガス供給源 1 9 2 から供給された非酸化性ガスをウェハの直径方向に放射状に供給できる。

【 0 1 2 4 】

蓋体 5 2 0 は図示しない昇降機構により昇降自在に形成されており、例えば、図 2 2 に示すように、蓋体 5 2 0 を下降させて、当該蓋体 5 2 0 の下端面をサポートリング 1 7 9 の上面に当接させることで、保持部材 1 7 8、サポートリング 1 7 9 及び熱板 1 7 2 と蓋体 5 2 0 とで囲まれる空間をほぼ密閉状態とすることができる。したがって、蓋体 5 2 0 をサポートリング 1 7 9 に当接させた状態でガス供給源 1 9 2 から非酸化性ガスを供給することで、最小限の非酸化性ガスで熱板 1 7 2 上のウェハ W を非酸化性ガスの雰囲気で覆うことができる。かかる場合、保持部材 1 7 8、サポートリング 1 7 9 及び熱板 1 7 2 と蓋体 5 2 0 は、内部を密閉可能な処理容器として機能する。なお、例えば保持部材 1 7 8 の上面には、図示しない排気口が形成されており、ガス供給源 1 9 2 から供給された非酸化性ガスを排気することができる。

【 0 1 2 5 】

また、蓋体 5 2 0 の例えば天井部の下面には、酸素濃度検出機構 5 2 2 が設けられている。酸素濃度検出機構 5 2 2 の検出結果は制御部 3 0 0 に入力される。

【 0 1 2 6 】

ポリマー分離装置 5 0 0 は以上のように構成されており、次に、このポリマー分離装置 5 0 0 におけるウェハ W の処理について、図 2 3 ~ 図 2 7 を用いて説明する。なお、図 2 3 ~ 図 2 7 では、主要な機器のみを記載している。

【 0 1 2 7 】

ポリマー分離装置 5 0 0 で熱処理を行うにあたっては、まず、ウェハ搬送装置 7 0 によ

10

20

30

40

50

り、図 23 に示すように、冷却板 502 にウェハ W が受け渡される。次いで、図 24 に示すように、搬送口 503 を介して冷却板 502 を熱板 172 の上方向に移動させる。この際、蓋体 520 は、当該蓋体 520 の下方を熱板 172 が通過できるように、熱板 172 の上方で待機している。また、熱板 172 は予め、第 1 の温度 T_1 まで昇温されている。

【0128】

その後、図 25 に示すように昇降ピン 176 が上昇してウェハ W が昇降ピンに 175 受け渡され、次いで冷却板 502 が蓋体 520 の下方から退避する。その後、蓋体 520 が下降して、蓋体 520 の下端面とサポートリング 179 の上面とが当接する。その後、供給ノズル 521 から非酸化性ガスとしての窒素ガスが供給される。蓋体 520 と熱板 172 とで囲まれた空間内が徐々に非酸化性ガスに置換される。蓋体 520 の下降と並行して昇降ピン 176 が下降する。この際、昇降ピン 176 は、例えば図 26 に示すように、ウェハ W が熱板 172 の上面から所定の距離離間した状態で一定時間維持される。この際のウェハ W と熱板 172 との距離は、例えばウェハ W の温度が 200 を超えないような距離に調整される。これにより、ウェハ W 周囲の雰囲気为非酸化性ガスに置換される前にウェハ W が熱板 172 に載置されて、ブロック共重合体 404 の親水性ポリマー 405 及び疎水性ポリマー 406 が酸化することを防止できる。

【0129】

その後、酸素濃度検出機構 522 により検出された値に基づき、例えば制御部 300 において酸素濃度が例えば 50 ppm 以下となったと判定されると、昇降ピン 176 がさらに降下し、図 27 に示すように、ウェハ W が熱板 172 上に載置される。なお、ウェハ W が熱板 172 の上面から所定の距離離間した状態で維持する時間は、酸素濃度検出機構 522 による測定結果に基づいて定めてもよいし、予め行われる試験等に基づいて、酸素濃度が 50 ppm 以下となる時間を求めて定めてもよい。その後、ウェハ W が第 1 の温度 T_1 及び第 2 の温度 T_2 で所定の時間加熱されると、蓋体 520 と昇降ピン 176 が上昇し、ポリマー分離装置 500 での熱処理が終了する。次いで、図 23 ~ 図 25 と逆の順序で各機器が動作が動作することで、ウェハ W が冷却板 502 に受け渡される。その後、ウェハ W が冷却板 502 で所定の時間冷却されて温度調整され、ポリマー分離装置 500 での処理が終了する。

【0130】

かかるポリマー分離装置 500 によれば、蓋体 520 と熱板 172 とで囲まれた空間内のみ非酸化性ガスが供給されるので、ポリマー分離装置 44 と比較して非酸化性ガスの消費量を低減し、ランニングコストを低減することができる。

【0131】

また、ウェハ W が熱板 172 の上面から所定の距離離間した状態で一定時間維持される、より具体的には、蓋体 520 と熱板 172 とで囲まれた空間内に酸素濃度が所定の値となるまでは、ウェハ W が熱板 172 に載置されないの、ブロック共重合体 404 の親水性ポリマー 405 及び疎水性ポリマー 406 が酸化することを防止できる。

【0132】

なお、以上の実施の形態では、ブロック共重合体 404 の下地膜として中性層 401 が用いられたが、下地膜の種類は本実施の形態に限定されない。例えば、疎水性ポリマーであるポリスチレンを所定の温度、例えば 350 で加熱して架橋させたものを、下地膜として用いてもよい。

【0133】

なお、下地膜として用いる中性層 401 やポリスチレンは、加熱により酸化すると、表面状態の物性にばらつきが生じる。その結果、例えば中性層 401 であれば、中性層 401 上に中性の部分と中性でない部分とが生じたり、ポリスチレンであれば、例えば疎水性を有する部分と疎水性を有さない部分とが生じたりすることがある。したがって、下地膜としての中性層 401 やポリスチレン膜の酸化をより効率的に抑えるために、工程 S2 の後であって工程 S3 の前に行われる加熱処理において、非酸化性ガス雰囲気で加熱処理を行う、例えば下地膜形成装置を用いて加熱処理を行ってもよい。かかる下地膜形成装置と

10

20

30

40

50

しては、上述のポリマー分離装置 4 4 やポリマー分離装置 5 0 0 を用いてもよく、ポリマー分離装置 4 4、5 0 0 と同一の構成を有する他の熱処理装置を用いてもよい。なお、パターンのばらつきの原因として、下地膜の酸化が支配的である場合は、例えば工程 S 2 の後であって工程 S 3 の前に下地膜形成装置で行われる加熱処理のみを非酸化性ガス雰囲気で行い、工程 S 7 における加熱処理は非酸化性ガス以外の雰囲気で行うようにしてもよい。

【 0 1 3 4 】

また、ウェハ W にポリスチレンを塗布するにあたっては、例えば中性層形成装置 3 3 等の液処理装置にポリスチレンを供給するノズルを設けてもよいし、ポリスチレンを塗布してポリスチレン膜を形成するポリスチレン塗布装置を別途設けるようにしてもよい。なお、ポリスチレン塗布装置の構成は、中性層形成装置 3 3 やブロック共重合体塗布装置 3 5 といった、他の液処理装置と同様の構成であてよい。

【 0 1 3 5 】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。本発明はこの例に限らず種々の態様を採りうるものである。本発明は、基板がウェハ以外の F P D (フラットパネルディスプレイ)、フォトマスク用のマスクレチクルなどの他の基板である場合にも適用できる。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 3 6 】

本発明は、例えば親水性を有する親水性ポリマーと疎水性を有する疎水性ポリマーとを含むブロック共重合体を用いて、基板を処理する際に有用である。

【符号の説明】

【 0 1 3 7 】

- 1 基板処理システム
- 2 塗布現像処理装置
- 3 エッチング処理装置
- 3 0 現像装置
- 3 1 洗浄装置
- 3 2 反射防止膜形成装置
- 3 3 中性層形成装置
- 3 4 レジスト塗布装置
- 3 5 ブロック共重合体塗布装置
- 4 0 熱処理装置
- 4 1 紫外線照射装置
- 4 2 アドヒージョン装置
- 4 3 周辺露光装置
- 4 4 ポリマー分離装置
- 2 0 2 ~ 2 0 5 エッチング装置
- 3 0 0 制御部
- 4 0 0 反射防止膜
- 4 0 1 中性層
- 4 0 2 レジストパターン
- 4 0 2 a ライン部
- 4 0 2 b、4 0 2 c スペース部
- 4 0 3 親水性領域
- 4 0 4 ブロック共重合体
- 4 0 5 親水性ポリマー

10

20

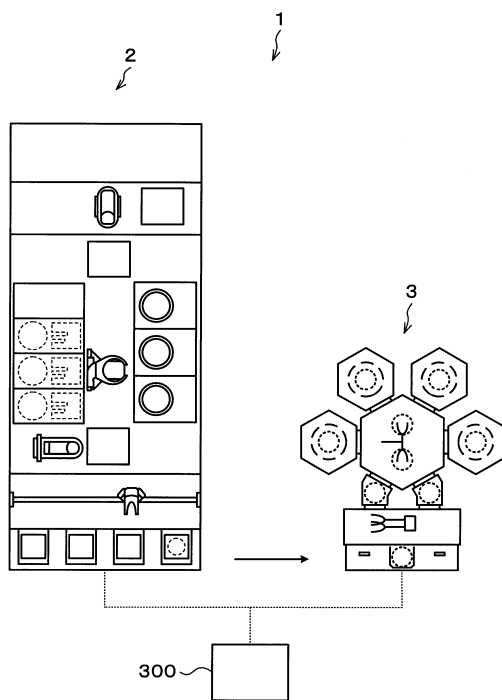
30

40

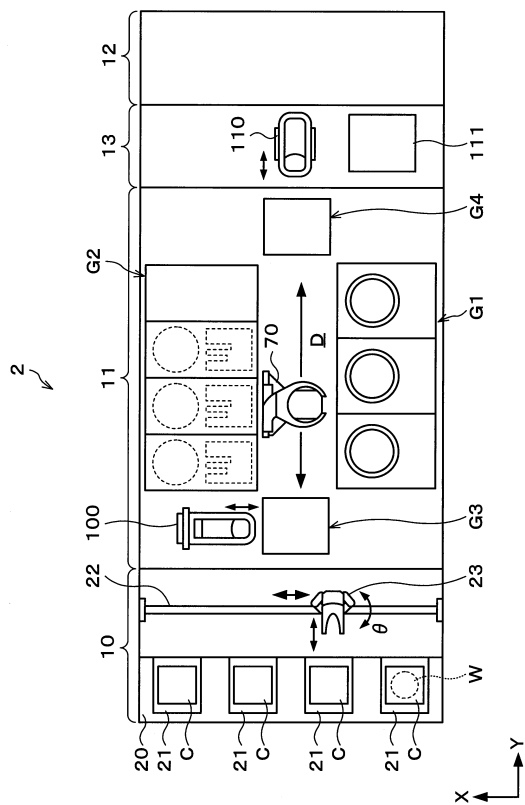
50

4 0 6 疎水性ポリマー
W ウェハ

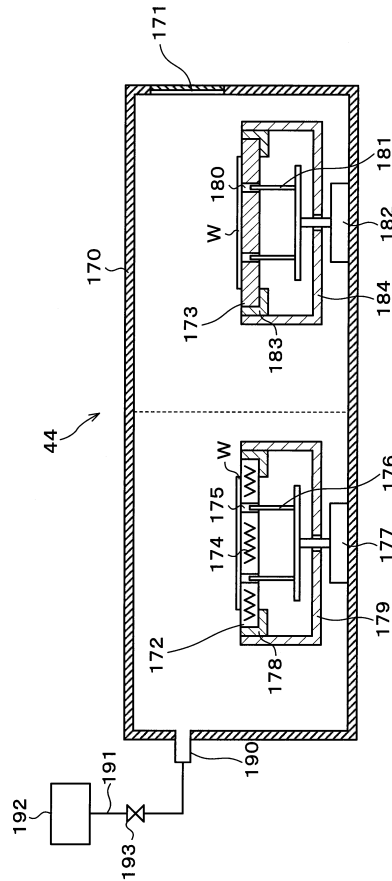
【図 1】



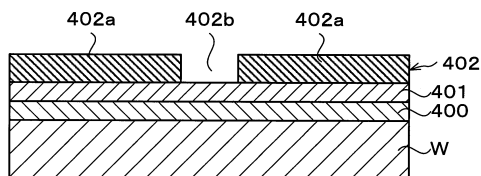
【図 2】



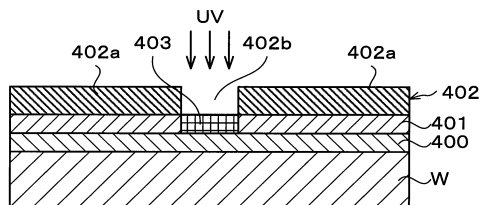
【図 7】



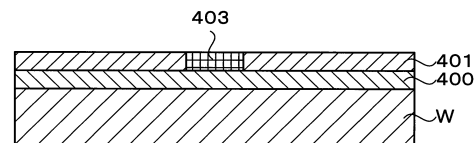
【図 10】



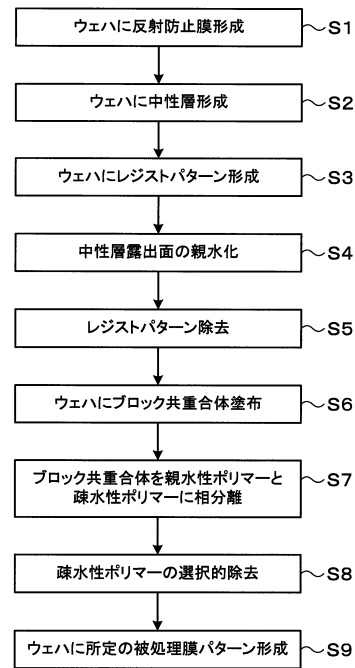
【図 11】



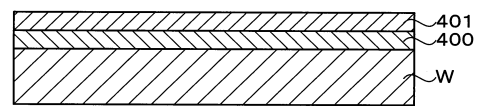
【図 12】



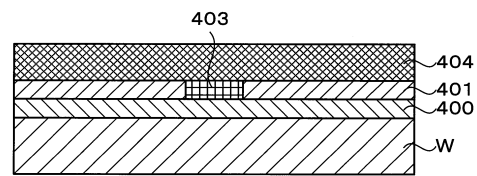
【図 8】



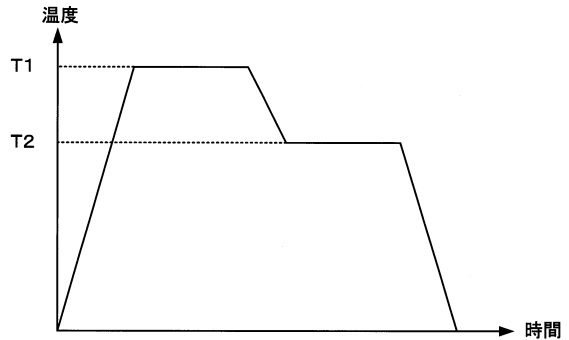
【図 9】



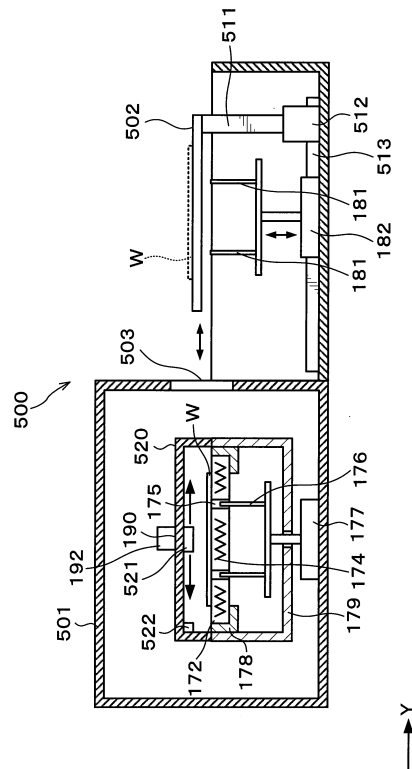
【図 13】



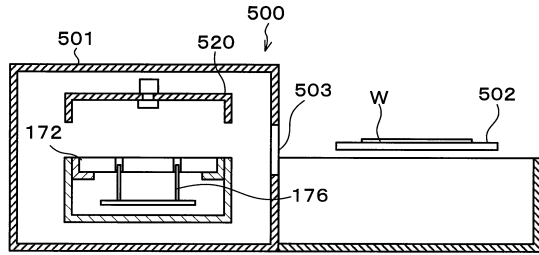
【図 14】



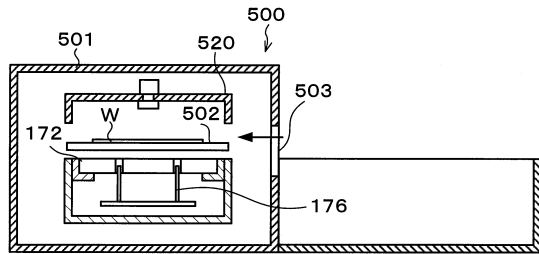
【図 2 2】



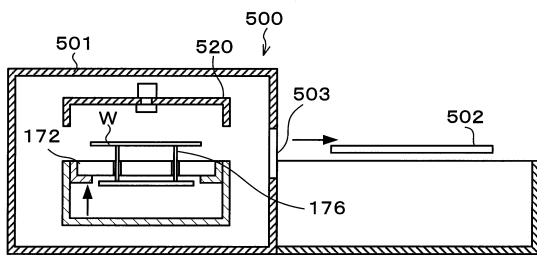
【図 2 3】



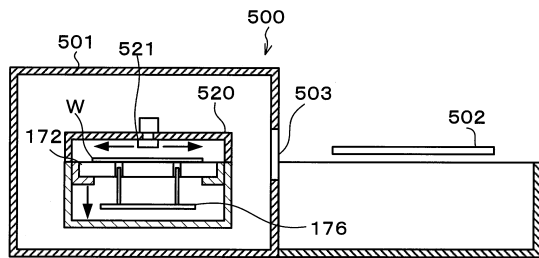
【図 2 4】



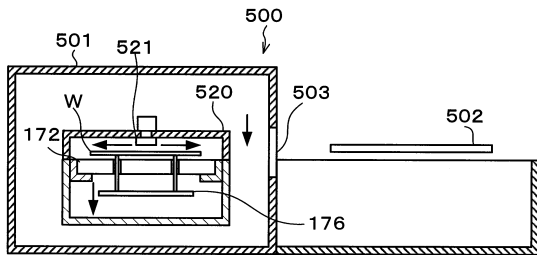
【図 2 5】



【図 2 7】



【図 2 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 0 5 D	3/12	(2006.01)	B 0 5 D	3/10	N
B 0 5 C	9/14	(2006.01)	B 0 5 D	3/12	E
B 0 5 C	13/00	(2006.01)	B 0 5 C	9/14	
G 0 5 B	19/04	(2006.01)	B 0 5 C	13/00	
G 0 5 B	19/12	(2006.01)	G 0 5 B	19/04	
			G 0 5 B	19/12	H

- (72)発明者 北野 高広
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i z タワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 富田 忠利
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i z タワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 田内 啓士
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i z タワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 矢野 和利
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i z タワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 重富 賢一
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i z タワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 豊澤 聡大
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i z タワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 横島 隆裕

- (56)参考文献 特開2007-313568(JP,A)
特開2008-036491(JP,A)
特開2004-099667(JP,A)
特開2007-138052(JP,A)
特開2010-234703(JP,A)
特開2007-208255(JP,A)
特開2002-137321(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 0 5 D 1 / 0 0 - 7 / 2 6
B 0 5 C 7 / 0 0 - 2 1 / 0 0
G 0 5 B 1 9 / 0 0 - 1 9 / 4 6