

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4731755号
(P4731755)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年4月28日(2011.4.28)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/205 (2006.01) HO 1 L 21/205
 HO 1 L 21/22 (2006.01) HO 1 L 21/22 5 1 1 B
 HO 1 L 21/324 (2006.01) HO 1 L 21/324 S
 HO 1 L 21/324 T

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-225781 (P2001-225781)
 (22) 出願日 平成13年7月26日(2001.7.26)
 (65) 公開番号 特開2003-37075 (P2003-37075A)
 (43) 公開日 平成15年2月7日(2003.2.7)
 審査請求日 平成20年4月21日(2008.4.21)

(73) 特許権者 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番1号
 (74) 代理人 100078754
 弁理士 大井 正彦
 (72) 発明者 坂本 浩一
 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
 送センター 東京エレクトロン株式会社内
 (72) 発明者 戸根川 大和
 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
 送センター 東京エレクトロン株式会社内
 (72) 発明者 藤田 武彦
 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
 送センター 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移載装置の制御方法および熱処理方法並びに熱処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の被処理体が上下方向に所定間隔で保持可能とされた被処理体保持具に対して被処理体を移載する移載装置の制御方法であって、

被処理体を被処理体保持具の各々の被処理体保持部における設定移載位置に載置した状態において熱処理を行い、この熱処理によって当該被処理体の表面に形成されている膜の面領域における膜形成分布情報を取得する工程と、

取得された膜形成分布情報より、被処理体の表面における膜形成状態を評価することによって被処理体における膜形成中心位置を選定し、被処理体の形状中心位置に対する当該膜形成中心位置の偏心情報に基づいて、被処理体保持部における設定移載位置を補正すべき位置補正情報を取得する工程と、

この位置補正情報によって補正された後の目標移載位置に被処理体が移載されるよう、移載装置の動作状態を制御する工程と

を含む移載位置適正化操作が行われ、

設定移載位置を補正すべき位置補正情報は、第n回目の移載位置適正化操作においては、第(n-1)回目の移載位置適正化操作において、取得された偏心情報および位置補正情報と、第(n-2)回目の移載位置適正化操作において、取得された偏心情報および位置補正情報とにおける関係を考慮して設定されることを特徴とする移載装置の制御方法。

【請求項2】

被処理体の表面における任意の測定ライン上において選定された複数の個所について膜

厚を測定して得られる実測膜厚データを取得すると共に、互いに隣接する膜厚測定個所の間に位置される任意の予測個所における膜厚データを補間することにより、前記実測膜厚データにおける関係を満足する予測膜厚データを取得し、すべての実測膜厚データおよび予測膜厚データにおける関係を満足するよう設定される膜厚分布情報により被処理体における膜形成分布情報を得ることを特徴とする請求項 1 に記載の制御方法。

【請求項 3】

複数の被処理体が上下方向に所定間隔で保持可能とされた被処理体保持具に対して被処理体を移載する移載装置の制御方法であって、

被処理体を被処理体保持具の各々の被処理体保持部における設定移載位置に載置した状態において熱処理を行い、当該被処理体における少なくとも外周縁部に位置される複数の個所において、当該熱処理によって形成された膜の膜厚を測定して膜厚データを取得する工程と、

取得された膜厚データに基づいて、形成されるべき膜の厚みがすべての測定個所において許容範囲内で一致するよう、被処理体保持具における設定移載位置を補正すべき位置補正情報を取得する工程と、

この位置補正情報によって補正された後の目標移載位置に被処理体が移載されるよう、移載装置の動作状態を制御する工程と

を含む移載位置適正化操作が行われることを特徴とする移載装置の制御方法。

【請求項 4】

設定移載位置を補正すべき位置補正情報は、位置補正量に対する膜厚の変化量の割合に基づいて設定されることを特徴とする請求項 3 に記載の制御方法。

【請求項 5】

位置補正量に対する膜厚の変化量の割合は、移載位置適正化操作が同一の処理条件で実行されるごとに更新されることを特徴とする請求項 4 に記載の制御方法。

【請求項 6】

実行された移載位置適正化操作についての履歴情報を、当該移載位置適正化操作における処理条件と共に記憶させておき、記憶されている履歴情報における処理条件と同一の処理条件で移載位置適正化操作が行われる場合に、当該履歴情報に基づいて移載位置適正化操作が行われることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の制御方法。

【請求項 7】

移載位置適正化操作は、被処理体に対して熱処理を行うための反応容器における上下方向に区分された複数の加熱領域の各々に対応する被処理体保持具の被処理体載置領域の各々から任意に選択された被処理体について行われることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の制御方法。

【請求項 8】

移載位置適正化操作において実施される熱処理は、複数の被処理体を上下方向に所定間隔で保持する被処理体保持具が、上下方向に複数の加熱領域に区分された反応容器内に收容された後、各々の加熱領域が当該加熱領域に応じて設定された処理温度に加熱され、各々の加熱領域の処理温度が維持された状態において反応容器内に処理ガスが導入されるよう制御された処理条件で行われることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の制御方法。

【請求項 9】

移載位置適正化操作において実施される熱処理は、複数の被処理体を上下方向に所定間隔で保持する被処理体保持具が、上下方向に複数の加熱領域に区分された反応容器内に收容され、各々の加熱領域が当該加熱領域に応じて設定された第 1 の処理温度に加熱され、その後、第 1 の処理温度よりも低い第 2 の処理温度に移行しながら反応容器内に処理ガスが導入されるよう制御された処理条件で行われることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の制御方法。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載の制御方法における移載位置適正化操作が実行

10

20

30

40

50

されることにより被処理体が被処理体保持具に対して移載され、当該被処理体保持具が反応容器内に收容された状態において、当該被処理体に対して熱処理が行われることを特徴とする熱処理方法。

【請求項 1 1】

移載位置適正化操作が複数回にわたって繰り返し行われることを特徴とする請求項 1 0 に記載の熱処理方法。

【請求項 1 2】

複数の被処理体が水平となる状態で上下方向に所定間隔で保持された被処理体保持具が反応容器内に收容され、当該反応容器に設けられた加熱手段によって加熱されることにより、被処理体について所定の熱処理が行われる熱処理装置において、

被処理体保持具に対して被処理体を移載する移載装置は、上下に昇降移動されると共に、上下に伸びる回転中心軸の周りに回転可能に軸支された細長い長方形の移載ヘッドと、この移載ヘッド上にその長さ方向に進退可能に設けられた、被処理体を支持する支持アームとを備えてなり、請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載の制御方法により、移載ヘッドの回転動作および支持アームの進退動作を制御する制御装置が設けられていることを特徴とする熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、移載装置の制御方法および熱処理方法並びに熱処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造プロセスにおいては、例えば半導体ウエハなどの被処理体に対して酸化、拡散、成膜などの熱処理を行うために、各種の熱処理装置が用いられており、例えば複数の被処理体の熱処理を同時に行うことができるバッチ式の縦型熱処理装置が知られている。

【0003】

このような熱処理装置においては、例えば円板状の被処理体が水平となる状態で上下方向に多段に保持された被処理体保持具が反応容器内に收容され、反応容器の周囲に設けられた加熱手段によって被処理体が加熱されることにより、所定の熱処理が行われる。

【0004】

具体的には、例えば、反応容器内に被処理体を保持する被処理体保持具を收容した状態において、反応容器内を所定の減圧雰囲気とし、反応容器内に当該反応容器の下方より所定の処理ガス、例えば成膜用ガスを導入すると共に、加熱手段である筒状ヒータにより所定の処理温度に加熱することにより、被処理体を成膜する処理を一例として挙げることができる。

【0005】

而して、上記のような熱処理を行った場合には、通常、被処理体において、形成される膜の厚さが中央部と周縁部とで異なる傾向、具体的には、例えば被処理体の中央部の膜厚が周縁部の膜厚より小さくなる傾向にあり、被処理体をその面内において高い均一性で処理することが困難である。

【0006】

この理由については次のように考えられる。すなわち、上記のような縦型熱処理装置においては、被処理体とその周囲を囲むよう配置された筒状ヒータによって加熱されるため、被処理体において、周縁部が比較的急速に昇温されるのに対して、中央部が緩やかに昇温され、その結果、被処理体の面内において温度差が生ずる。また、成膜用ガスが被処理体保持具によって保持されている被処理体に対して、当該被処理体の周縁部側から供給されるため、被処理体において、周縁部が成膜用ガスのガス濃度が高い状態になるのに対して、中央部が成膜用ガスのガス濃度が低い状態となり、被処理体の面内において成膜用ガスの濃度差が生ずる。従って、被処理体において、温度が高く、しかも成膜用ガスのガス濃

10

20

30

40

50

度の高い被処理体の周縁部では、中央部よりも成膜反応が促進されて膜厚が大きくなり、結局、高い面内均一性が得られないものと考えられる。また、このような被処理体の面内において、膜厚あるいは膜質などが不均一となる傾向は、例えば酸化処理、あるいは拡散処理などにおいても現れる。

【0007】

また、近年では、半導体デバイスの微細化に伴って、被処理体に対して、高い面内均一性で処理することが要請されており、例えば形成すべき膜厚に対して許容幅が $\pm 1\%$ 以下であることが要求される場合も少なくない。

【0008】

現在、被処理体における膜厚および膜質の面内均一性を改善するための手段の一例として、反応容器内において、被処理体を保持する被処理体保持具を適宜の回転駆動手段によって回転させながら熱処理を行う方法が挙げられ、この場合には、被処理体の形状中心位置が被処理体保持具の回転中心軸と一致していることにより、面内均一性の向上効果が確実に発揮される。従って、被処理体保持具に対して被処理体を移載するに際しては、被処理体保持具に対する被処理体の移載位置を適正化することが行われており、実際には、形成された膜厚分布の中心位置が被処理体の中心位置と一致するよう、移載手段の動作状態の制御が行われる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

具体的には、例えば、被処理体に対して実際に熱処理を行い、形成された膜の膜厚を測定して被処理体の面領域における膜厚分布情報を取得することが行われる。ここに、得られる膜厚分布情報は、例えば略同心円状であり、膜厚分布における膜形成中心に対して対称性の高いものとなる。そして、取得された膜厚分布情報より、被処理体の形状中心位置に対する当該膜厚分布における膜形成中心位置の偏心量を求め、熱処理装置の動作を制御するエンジニアの経験に基づいて、取得された偏心量が減少するよう、移載装置の動作状態を制御することにより、被処理体保持具における被処理体の移載位置の適正化を図る移載位置適正化操作が行われるが、この移載位置適正化操作は、複数回例えば3～5回繰り返して行われることが必要である。

【0010】

しかしながら、上記のような方法においては、被処理体に形成される膜の膜厚測定まで含めると、1回の移載位置適正化操作に長時間、例えば4～5時間程度を要し、従って、所定の熱処理を高い作業効率で行うことが困難であることに加え、膜厚分布における膜形成中心位置の位置変化量が被処理体の移載位置の位置補正量によって一義的に決定されるものではないので、当該膜厚分布における膜形成中心位置と被処理体の形状中心位置とを一致させることが極めて困難であり、結局、被処理体をその面内において高い均一性で確実に熱処理することが困難である、という問題がある。

【0011】

本発明は、以上のような事情に基づいてなされたものであって、その目的は、被処理体に対して、その面内において高い均一性で、かつ高い作業効率で所定の熱処理を行うことができる移載装置の制御方法および熱処理方法並びに熱処理装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の移載装置の制御方法は、複数の被処理体が上下方向に所定間隔で保持可能とされた被処理体保持具に対して被処理体を移載する移載装置の制御方法であって、

被処理体を被処理体保持具の各々の被処理体保持部における設定移載位置に載置した状態において熱処理を行い、この熱処理によって当該被処理体の表面に形成されている膜の面領域における膜形成分布情報を取得する工程と、

取得された膜形成分布情報より、被処理体の表面における膜形成状態を評価することによって被処理体における膜形成中心位置を選定し、被処理体の形状中心位置に対する当該膜形成中心位置の偏心情報に基づいて、被処理体保持部における設定移載位置を補正すべ

10

20

30

40

50

き位置補正情報を取得する工程と、

この位置補正情報によって補正された後の目標移載位置に被処理体に移載されるよう、移載装置の動作状態を制御する工程とを含む移載位置適正化操作が行われ、

設定移載位置を補正すべき位置補正情報は、第 n 回目の移載位置適正化操作においては、第 (n - 1) 回目の移載位置適正化操作において、取得された偏心情報および位置補正情報と、第 (n - 2) 回目の移載位置適正化操作において、取得された偏心情報および位置補正情報とにおける関係を考慮して設定されることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

本明細書において、「熱処理」とは、被処理体の表面に対して、各種の材料膜を形成する処理だけでなく、形成された膜の膜質を改善する処理など、膜厚あるいは膜質などの物性値または特性値について分布が形成され得る処理を表現するものであり、従って、例えば、高温下においてシリコンの表面部を酸化し、これにより酸化膜（絶縁膜）を形成する酸化処理や、不純物層を表面に形成したシリコン層を加熱し、これにより不純物をシリコン層内に熱拡散する拡散処理、あるいは特性の安定化や物性の安定化を目的としたアニール処理なども包含される。

10

【 0 0 1 4 】

本発明の移載装置の制御方法においては、被処理体の表面における任意の測定ライン上において選定された複数の個所について膜厚を測定して得られる実測膜厚データを取得すると共に、互いに隣接する膜厚測定個所の間位置される任意の予測個所における膜厚データを補間することにより、前記実測膜厚データにおける関係を満足する予測膜厚データを取得し、すべての実測膜厚データおよび予測膜厚データにおける関係を満足するよう設定される膜厚分布情報により被処理体における膜形成分布情報を得ることが好ましい。

20

【 0 0 1 5 】

本発明の移載装置の制御方法は、複数の被処理体が上下方向に所定間隔で保持可能とされた被処理体保持具に対して被処理体に移載する移載装置の制御方法であって、被処理体を被処理体保持具の各々の被処理体保持部における設定移載位置に載置した状態において熱処理を行い、当該被処理体における少なくとも外周縁部に位置される複数の個所において、当該熱処理によって形成された膜の膜厚を測定して膜厚データを取得する工程と、

30

取得された膜厚データに基づいて、形成されるべき膜の厚みがすべての測定個所において許容範囲内で一致するよう、被処理体保持具における設定移載位置を補正すべき位置補正情報を取得する工程と、

この位置補正情報によって補正された後の目標移載位置に被処理体に移載されるよう、移載装置の動作状態を制御する工程と

を含む移載位置適正化操作が行われることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

上記の移載装置の制御方法においては、設定移載位置を補正すべき位置補正情報は、位置補正量に対する膜厚の変化量の割合に基づいて設定されるよう制御することができる。

【 0 0 1 7 】

以上の移載装置の制御方法においては、実行された移載位置適正化操作についての履歴情報を、当該移載位置適正化操作における処理条件と共に記憶させておき、記憶されている履歴情報における処理条件と同一の処理条件で移載位置適正化操作が行われる場合に、当該履歴情報に基づいて移載位置適正化操作が行われるよう制御することができる。

40

【 0 0 1 8 】

また、移載位置適正化操作は、被処理体に対して熱処理を行うための反応容器における上下方向に区分された複数の加熱領域の各々に対応する被処理体保持具の被処理体載置領域の各々から任意に選択された被処理体について行われることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

また、移載位置適正化操作において実施される熱処理は、複数の被処理体を上下方向に所

50

定間隔で保持する被処理体保持具が、上下方向に複数の加熱領域に区分された反応容器内に収容された後、各々の加熱領域が当該加熱領域に応じて設定された処理温度に加熱され、各々の加熱領域の処理温度が維持された状態において反応容器内に処理ガスが導入されるよう制御された処理条件で行われることが好ましく、さらに、反応容器における各々の加熱領域が当該加熱領域に応じて設定された第1の処理温度に加熱され、その後、第1の処理温度よりも低い第2の処理温度に移行しながら反応容器内に処理ガスが導入されるよう制御された処理条件で行われることが好ましい。

【0020】

本発明の熱処理方法は、上記に記載の移載位置適正化操作が実行されることにより被処理体が被処理体保持具に対して移載され、当該被処理体保持具が反応容器内に収容された状態において、当該被処理体に対して熱処理が行われることを特徴とする。

10

【0021】

また、本発明の熱処理方法においては、移載位置適正化操作が複数回にわたって繰り返行われることが好ましい。

【0022】

本発明の熱処理装置は、複数の被処理体が水平となる状態で上下方向に所定間隔で保持された被処理体保持具が反応容器内に収容され、当該反応容器に設けられた加熱手段によって加熱されることにより、被処理体について所定の熱処理が行われる熱処理装置において、

被処理体保持具に対して被処理体を移載する移載装置は、上下に昇降移動されると共に、上下に伸びる回転中心軸の周りに回転可能に軸支された細長い長方形の移載ヘッドと、この移載ヘッド上にその長さ方向に進退可能に設けられた、被処理体を支持する支持アームとを備えてなり、

20

上記に記載の制御方法により、移載ヘッドの回転動作および支持アームの進退動作を制御する制御装置が設けられていることを特徴とする。

【0023】

【作用】

本発明によれば、被処理体保持具における被処理体の移載位置が、被処理体に対して実際に行われた熱処理についての膜形成状態に即して適正化された状態とされるので、所定の熱処理が行われた被処理体は、その面内において高い均一性を有するものとなる。

30

さらに、移載位置適正化操作において実施される熱処理が、被処理体に対して温度制御が行われるよう制御された処理条件で行われることにより、移載位置適正化操作による均一性向上効果に加え、温度制御による均一性向上効果が発揮されるので、さらに高い面内均一性を得ることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について、図面を参照しながら、熱処理として例えばCVD法による成膜処理を被処理体に対して行うための熱処理装置を例に挙げて説明する。

図1は、本発明の熱処理装置の一例における構成の概略を示す説明用断面図である。

この熱処理装置においては、高さ方向(図1において、上下方向)に伸びるよう配置された、上端が開放されている直管状の内管11Aと、この内管11Aの周囲に筒状空間11Cが形成されるよう所定の間隔を隔てて同心状に配置された、上端が閉塞されている外管11Bとからなる二重管構造を有する反応容器(プロセスチューブ)11を備えており、反応容器11の下方空間は、後述する被処理体保持具としてのウエハポート17に対して、被処理体である半導体ウエハWの移載等が行われるローディングエリアとされている。そして、内管11Aおよび外管11Bは、いずれも耐熱性および耐食性に優れた材料、例えば高純度の石英ガラスにより形成されている。

40

【0025】

この反応容器11における外管11Bの下端部には、上端にフランジ部分12Aを有する短円筒状のマニホール12が設けられており、当該フランジ部分12Aには、例えばO

50

リングなどのシール手段（図示せず）を介して外管 1 1 B の下端部に設けられた下端フランジ部分 1 1 1 が接合されて、反応容器 1 1 の外管 1 1 B が気密に固定された状態とされている。

反応容器 1 1 における内管 1 1 A は、外管 1 1 B の下端面より下方に延出して、マニホールド 1 2 内に挿入された状態で、このマニホールド 1 2 の内面に設けられた環状の内管支持部 1 4 により支持されている。

【 0 0 2 6 】

この熱処理装置の反応容器 1 1 の縦断面において、マニホールド 1 2 の一方の側壁には、反応容器 1 1 内に処理用ガスを導入するためのガス供給配管 1 5 A および不活性ガスを導入するためのガス供給配管 1 5 B が、当該マニホールド 1 2 の側壁を気密に貫通して、内管 1 1 A 内を上方に伸びるよう設けられており、各々のガス供給配管 1 5 A、1 5 B には、図示しないガス供給源が接続されている。

10

また、マニホールド 1 2 の他方の側壁には、反応容器 1 1 内を排気する排気管 1 6 が内管 1 1 A と外管 1 1 B との間の筒状空間 1 1 C に連通して設けられており、この排気管 1 6 には、例えば真空ポンプおよび圧力制御機構を有する排気機構（図示せず）が接続され、これにより、反応容器 1 1 内が所定の圧力に制御される。

【 0 0 2 7 】

反応容器 1 1 の下方には、上下方向に駆動されてウエハポート 1 7 を反応容器 1 1 内に搬入、搬出する昇降機構（図示せず）が設けられており、この昇降機構は、反応容器 1 1 の下端開口 1 1 D を開閉する円板状の蓋体 2 0 を備えている。

20

蓋体 2 0 の下部には、回転駆動手段 2 3 が、その回転駆動軸 2 3 A が蓋体 2 0 を気密に貫通する状態で設けられており、この回転駆動軸 2 3 A は、保温筒（断熱体）2 4 の下面に接続されている。

【 0 0 2 8 】

ウエハポート 1 7 は、例えば高純度の石英ガラスよりなり、図 2 に示すように、複数枚例えば 1 0 0 ~ 1 5 0 枚程度の円板状の半導体ウエハ W が水平となる状態で、例えば 5 . 2 ~ 2 0 . 8 mm の範囲内の所定間隔（ピッチ）で上下に多段に保持されるよう、例えば被処理体保持用溝などの被処理体保持部が支柱 1 7 A に形成されており、蓋体 2 0 が最下位置にある状態において、移載装置 3 0 により半導体ウエハ W の移載が行われる。

【 0 0 2 9 】

移載装置 3 0 は、上下に昇降移動されると共に、上下に伸びる回転軸 3 1 の周りに回動可能に設けられた細長い長方形の移載ヘッド 3 2 を備えており、この移載ヘッド 3 2 には、例えば 1 ~ 5 枚の薄板フォーク状の支持アーム 3 3 が、移載ヘッド 3 2 の長さ方向に進退可能に設けられている。

30

移載装置 3 0 は、その動作状態、具体的には、移載ヘッド 3 2 の上下動作および回転動作、並びに支持アーム 3 3 の進退動作が図示しない制御装置により制御される。

【 0 0 3 0 】

反応容器 1 1 の外側には、反応容器 1 1 内に収容された半導体ウエハ W を加熱するための加熱手段としての筒状ヒータ 2 5 が反応容器 1 1 の周囲を取り囲む状態で設置されている。

40

筒状ヒータ 2 5 には、線状の抵抗発熱体が内面に螺旋状または蛇行状に配設された円筒状の断熱材（図示せず）が設けられており、この抵抗発熱体は、半導体ウエハ W が予め設定された温度状態となるよう供給すべき電力の大きさを制御する制御装置に接続されている。

【 0 0 3 1 】

この筒状ヒータ 2 5 は、例えば、図 1 に示されているように、反応容器 1 1 内を高さ方向に複数、図示の例では 5 つの加熱領域（ゾーン）Z 1 ~ Z 5 に分けて、各々の加熱領域 Z 1 ~ Z 5 について独立して温度制御が可能な状態、すなわちゾーン制御が可能な状態とされている。

【 0 0 3 2 】

50

ここに、半導体ウエハWに対してなされる成膜処理における処理条件の一例を示すと、例えばウエハ径が300mmの半導体ウエハWにおいて、半導体ウエハWが処理されるべき処理温度が530～620、反応容器11内の圧力が13～170Pa(0.1～1.3Torr)である。

【0033】

以上の構成からなる熱処理装置においては、以下に詳細に説明するように、半導体ウエハWに対して実際に成膜処理を行い、成膜された半導体ウエハWが、その表面における膜の面内均一性が低いものである場合には、ウエハポート17に対する新たな半導体ウエハWの移載位置を適正化する移載位置適正化操作が行われ、その後、再び、成膜処理が新たな半導体ウエハWに対して同一の処理条件で行われる。

10

【0034】

具体的には、まず、移載ヘッド32の上下方向および回転方向における移動、並びに支持アーム33の進退動作が制御された状態で行われることにより、適宜の搬送手段(図示せず)により搬送されてきた、内部に多数枚の半導体ウエハWが収容されている収納容器から半導体ウエハWが取出され、蓋体20が最下位置にある状態において、蓋体20上で待機するウエハポート17に順次移載される。ここに、ウエハポート17における被処理体保持部の各々において、半導体ウエハWが移載される移載位置は、例えば、半導体ウエハWが、その形状中心位置が回転駆動手段23によって回転駆動されるウエハポート17の回転中心位置と一致する状態とされる位置(以下、「設定移載位置」とする。)である。また、ウエハポート17における最上部および最下部の被処理体保持部には、例えば模擬的な半導体ウエハ(ダミーウエハ)が載置される。

20

【0035】

そして、昇降機構により蓋体20が上方向に駆動されてウエハポート17が下端開口11Cから反応容器11内に搬入されると共に、蓋体20により反応容器11の下端開口11Cが気密に閉塞された状態とされた後、排気手段が作動されて反応容器11内が所定の圧力に減圧されると共に、筒状ヒータ25が作動されて反応容器11における各々の加熱領域Z1～Z5が半導体ウエハWが処理されるべき目標温度に加熱され、この状態において、ガス供給配管15Aより反応容器11内に適宜の成膜用ガスが導入されることにより、半導体ウエハWに対して成膜処理が行われる。

【0036】

そして、成膜された半導体ウエハWが、その表面における膜の面内均一性が低いものである場合には、ウエハポート17における半導体ウエハWの設定移載位置を適正化する移載位置適正化操作が行われる。

30

【0037】

移載位置適正化操作は、例えば以下に示す(1)～(3)の工程を含むものである。

(1)半導体ウエハWをウエハポート17の各々の被処理体保持部における設定移載位置に載置した状態において成膜処理を行い、これにより半導体ウエハWの表面に形成されている膜の面領域における膜形成分布情報としての膜厚分布情報を取得する工程。

(2)取得された膜厚分布情報より、半導体ウエハWの表面における膜形成状態を評価すること、例えば膜厚が最小または最大となる個所を算出することにより、当該個所の半導体ウエハWにおける座標位置を膜形成中心位置として選定し、半導体ウエハの形状中心位置に対する膜形成中心位置の偏心情報に基づいて、被処理体保持部における設定移載位置を補正すべき位置補正情報を取得する工程。

40

(3)取得された位置補正情報によって補正された後の目標移載位置に半導体ウエハWが移載されるよう移載装置30の動作状態を制御する工程。

【0038】

具体的には、例えば、実際に成膜処理が行われた半導体ウエハWについて、その面内の任意の測定ライン上における複数の個所において膜厚の測定が行われ、各々の測定個所において得られた実測膜厚データは、各々の測定個所の半導体ウエハWにおける座標位置と関連づけられた後、すべての実測膜厚データにおける関係を満足する、普遍的な関係を有す

50

る曲面を近似することにより、膜形成分布情報としての半導体ウエハWにおける面領域の膜厚分布が取得される。ここに、取得される膜厚分布は、例えば略同心円状であり、膜厚分布における膜形成中心に対して対称性の高いものとなる。

【0039】

膜厚の測定箇所およびその数は、特に制限されるものではなく、取得されるべき膜厚分布の精度あるいは時間的効率を考慮して目的に応じて適宜選択することができる。半導体ウエハWにおける膜厚の測定箇所の一設定例を図3に示す。

図3においては、半導体ウエハWの形状中心位置C1を含み、この形状中心位置C1を中心として等間隔で位置される複数、例えば3つの同心円状の測定ラインL1、L2、L3の各々において、半導体ウエハWの形状中心位置C1を中心として等角度間隔毎に位置される箇所とされており、具体的には、例えば半導体ウエハWの形状中心位置C1、測定ラインL1上に8箇所、測定ラインL2上に16箇所および測定ラインL3上に24箇所の合計49箇所において膜厚の測定が行われる。また、半導体ウエハWの外周縁側に選定される測定ラインL3上の測定箇所の各々は、半導体ウエハWの外周縁より例えば3mm程度内方に位置されていることが好ましい。

10

【0040】

半導体ウエハWにおける座標位置は、例えば、移載装置30における支持アーム33がウエハポート17の回転中心軸に向かって進退動作が行われるとき、当該支持アーム33の進退方向(図3においては上下方向)が「Y軸方向」、半導体ウエハWの面内において、これと直交する方向(図3においては左右方向)が「X軸方向」とされる。

20

【0041】

また、例えば最小二乗法などにより各々の測定ラインL1~L3上における互いに隣接する測定箇所の間に位置される予測箇所における膜厚データを補間することにより、実測データにおける関係を満足する予測膜厚データを取得し、すべての実測膜厚データおよび予測膜厚データにおける関係を満足するよう膜厚分布を取得することが好ましい。これにより、半導体ウエハWにおける面領域の膜厚分布をより高い信頼性で取得することができ、従って、ウエハポート17における基準移載位置を補正すべき位置補正量を高い信頼性で設定することができることに加え、実際に膜厚測定を行うべき測定箇所の数が少なくてもよいので、時間的な効率を向上させることができる。

【0042】

そして、取得された膜厚分布における傾向、具体的には、半導体ウエハWにおける中心部が周縁部より膜厚が厚い場合が「凸型」、周縁部が中心部より膜厚が厚い場合が「凹型」として認識され、図4に示すように、当該膜厚分布における、膜厚が最小または最大となる半導体ウエハW上の座標位置(以下、「特定座標位置」という。)が、当該膜厚分布における膜形成中心位置C2として選定される。そして、半導体ウエハWの形状中心位置C1に対する特定座標位置C2のX軸方向の偏心率 D_x およびY軸方向の偏心率 D_y が求められ、得られた偏心率 D_x 、 D_y に基づいてウエハポート17における設定移載位置を補正すべき位置補正量が設定される。

30

【0043】

「特定座標位置C2」を選定するに際して、膜厚が最大または最小となる座標位置が複数個所存在する場合には、これらの座標位置が含まれる、膜厚が所定の範囲内にある略円形状の等膜厚領域における中心位置を特定座標位置として選定すればよい。

40

【0044】

このようにして得られた、X軸方向およびY軸方向のそれぞれに対する位置補正量により、ウエハポート17の被処理体保持部における設定移載位置を補正して新たな目標移載位置が設定され、目的とする処理が行われるべき半導体ウエハWが設定された目標移載位置に移載されるよう、移載装置30の動作状態、具体的には、移載装置30における移載ヘッド32の回転方向に対する動作量および支持アーム33の進退方向に対する動作量が制御される。

【0045】

50

以上においては、設定移載位置を補正すべき位置補正量は、例えば、第1回目の移載位置適正化操作においては、特定座標位置C2におけるX軸方向の偏心率 D_x およびY軸方向の偏心率 D_y と同じ大きさに設定される。

而して、特定座標位置C2の偏心率と同じ大きさの位置補正量により設定移載位置を補正した場合であっても、実際には、その偏心率が実質的に零にならない場合が多く、以上のような移載位置適正化操作は、実際上、例えば3~4回程度繰り返して行われて、移載装置30の動作状態がフィードバック制御される。

【0046】

第n回目以降の移載位置適正化操作においては、X軸方向に対する位置補正量 (T_{x_n}) は、第 $(n-1)$ 回目の移載位置適正化操作において、取得された偏心率 $(D_{x_{n-1}})$ および位置補正量 $(T_{x_{n-1}})$ と、第 $(n-2)$ 回目の移載位置適正化操作において、取得された偏心率 $(D_{x_{n-2}})$ および位置補正量 $(T_{x_{n-2}})$ とにおける関係を考慮して設定され、具体的には、例えば下記(1)式により設定することができる。

また、Y軸方向に対する位置補正量 (T_{y_n}) についても同様にして、下記(2)式により設定することができる。

【0047】

【数1】

$$(1) ; T_{x_n} = \frac{D_{x_0}}{\{ (D_{x_{n-2}} - D_{x_{n-1}}) / (T_{x_{n-2}} - T_{x_{n-1}}) \}} \quad 20$$

$$(2) ; T_{y_n} = \frac{D_{y_0}}{\{ (D_{y_{n-2}} - D_{y_{n-1}}) / (T_{y_{n-2}} - T_{y_{n-1}}) \}}$$

【0048】

上記(1)式における D_{x_0} および(2)式における D_{y_0} は、ウエハポート17の設定移載位置に保持された状態、すなわち位置補正量が $(T_{x_0}, T_{y_0}) = (0 \text{ mm}, 0 \text{ mm})$ の状態において成膜処理がなされた半導体ウエハWについての、半導体ウエハWの形状中心位置C1に対する特定座標位置C2のX軸方向およびY軸方向の偏心率であり、nは移載位置適正化操作の実施回数である。

【0049】

具体的な数値例を用いて説明すると、例えば、半導体ウエハWが基準移載位置に載置された状態において、第1回目の成膜処理を行った結果、半導体ウエハWの形状中心位置C1における座標位置を $(x, y) = (0 \text{ mm}, 0 \text{ mm})$ とした場合の半導体ウエハWにおける特定座標位置(偏心率 (D_{x_0}, D_{y_0}))が $(x, y) = (5 \text{ mm}, 5 \text{ mm})$ であるとき、位置補正量が $(T_{x_1}, T_{y_1}) = (-5 \text{ mm}, -5 \text{ mm})$ に設定して行った第2回目の成膜処理においては、半導体ウエハWについての特定座標位置が $(x, y) = (1 \text{ mm}, 1 \text{ mm})$ となったとすると、この場合においては、第3回目の成膜処理を行うに際して行われる移載位置適正化操作における位置補正量 (T_{x_2}, T_{y_2}) は、上記(1)式および(2)式より、 $(T_{x_2}, T_{y_2}) = (-6.25 \text{ mm}, -6.25 \text{ mm})$ に設定される。

【0050】

以上のような移載位置適正化操作は、反応容器11における各々の加熱領域Z1~Z5に対応するウエハポート17における被処理体載置領域の各々から、例えば1枚ずつ任意に選ばれた半導体ウエハWの各々について行われ、これにより、各々の加熱領域Z1~Z5について、ウエハポート17の被処理体保持部における最適な移載位置が設定される。従って、ウエハポート17に対するすべての半導体ウエハWの偏心率が実質上解消された状態、すなわち半導体ウエハWが各々の被処理体保持部における最適な移載位置に保持された状態において、成膜処理が移載位置適正化操作における処理条件と同一の処理条件で行わ

10

20

30

40

50

れる。

【 0 0 5 1 】

以上の移載位置適正化操作においては、実際に成膜処理がなされた半導体ウエハWについて、その面領域における膜厚分布情報を取得し、半導体ウエハWの形状中心位置C1に対する膜厚分布における特定座標位置C2（膜形成中心位置）の偏心率を求めることにより、ウエハポート17に対する半導体ウエハWの移載位置を補正すべき位置補正量を算出したが、例えば半導体ウエハWの面内における、少なくとも周縁部における複数の個所において膜厚の測定を行い、各々の測定個所において測定された実測膜厚データに基づいて、形成されるべき膜の厚みがすべての測定個所において許容範囲内で一致するよう、位置補正量を設定することができる。

10

【 0 0 5 2 】

具体的には、例えば、図3に示す半導体ウエハWの測定ラインL3上において、半導体ウエハWの形状中心位置C1に対して対称に位置されるA点およびD点、並びにB点およびE点の4個所において膜厚の測定が行われ、各々の測定個所A、B、D、Eにおいて得られた実測膜厚データは、各々の測定個所A、B、D、Eの半導体ウエハWにおける座標位置と関連づけられる。

そして、測定個所Aおよび測定個所Dの各々における膜厚が比較されて、測定個所Aにおける膜厚および測定個所Dにおける膜厚が一致するよう、ウエハポート17における設定移載位置を補正すべきX軸方向の位置補正量が求められると共に、測定個所Bおよび測定個所Eについても同様に、測定個所Bにおける膜厚および測定個所Eにおける膜厚が一致

20

【 0 0 5 3 】

また、膜厚の測定が測定ラインL3上におけるさらに多数の位置において行われてもよく、また、半導体ウエハWの形状中心位置C1と測定ラインL3との間に位置される測定ライン、例えば測定ラインL1または測定ラインL2上においても同様にして膜厚の測定が行われてもよい。この場合には、実測膜厚データの数が多くなるので、半導体ウエハWにおける面領域の膜厚分布をより高い信頼性で取得することができ、これにより、ウエハポート17における設定移載位置を補正すべき位置補正量を高い信頼性で設定することができる。

【 0 0 5 4 】

上記のようにして設定された、X軸方向およびY軸方向に対する位置補正量により、ウエハポート17の被処理体保持部における設定移載位置が補正されて新たな目標移載位置が設定され、半導体ウエハWが設定された目標移載位置に移載されるよう、移載装置30の動作状態が制御される。

30

【 0 0 5 5 】

以上においては、基準移載位置を補正すべき位置補正量は、例えば第2回目の成膜処理が行われるに際して実行される移載位置適正化操作においては、位置補正量に対して予測される膜厚の変化量の割合（以下、「予測ゲイン」という。）を設定し、この予測ゲインに基づいて、膜厚が比較されるべき測定個所の各々における膜厚の差を考慮して位置補正量が設定される。ここに、「予測ゲイン」は、既述のように、位置補正量に対して一定の膜厚の変化量が確実に補償されとは限られないので、ある大きさの位置補正量に対しては、ある程度の大きさの膜厚の変化量が期待される、という処理条件などによる経験的な予測に基づいて設定されるものである。

40

【 0 0 5 6 】

2回目以降の移載位置適正化操作においては、直前に実施された移載位置適正化操作における、実際の位置補正量および膜厚の変化量より実測ゲインを求め、この実測ゲインに基づいて位置補正量が設定される。この実測ゲインは、例えば、同一の処理条件で処理を行う場合に、移載位置適正化操作を実施する度ごとに更新されるよう設定することができる。

【 0 0 5 7 】

50

上記構成の熱処理装置においては、実際に実行された移載位置適正化操作についての履歴情報、例えば位置補正量に対する、偏心量の変化の程度あるいは膜厚の変化の程度（ゲイン）などを、例えば処理温度、目的とする膜の厚み、処理用ガスの種類、あるいはその他の処理条件と共に制御装置に記憶させておき、記憶されている履歴情報における処理条件と同一の処理条件で移載位置適正化操作が実行される場合に、この履歴情報に基づいて移載位置適正化操作を実行する、いわゆる学習制御が行なわれる。これにより、例えば熱処理装置のメンテナンス後など、記憶された履歴情報と同一の処理条件で移載位置適正化操作を行う場合において、移載位置適正化操作に要する時間を短縮化することができ、高い作業効率で所定の熱処理を行うことができる。

ここに、記憶されるべき移載位置適正化操作についての履歴情報は、1回の操作毎に最新の情報に更新されて記憶させてもよく、また、半導体ウエハの移載位置が適正化されるまでの一連の情報を記憶させてもよい。

【0058】

また、位置補正量に対する偏心量の変化の程度あるいは膜厚の変化の程度（ゲイン）などの履歴情報は、処理条件等によって異なるものであり、処理条件に応じた履歴情報を取得して、これらを処理条件と共に制御装置に別個に記憶させておくこと、すなわちデータベース化しておくこともできる。この場合には、半導体ウエハに対して行われるべき熱処理の処理条件に応じて履歴情報を適宜選択することにより、ウエハポート17に対する半導体ウエハWの移載位置を高い作業効率で適正化することができる。

【0059】

以上のような移載装置の制御方法によれば、移載装置30の動作状態が、実際に半導体ウエハWに対して行われた成膜処理についての成膜結果に即してフィードバック制御されることによって、形成されるべき膜の膜厚分布における特定座標位置（膜形成中心位置）C2の、半導体ウエハWの形状中心位置C1に対する偏心量が確実に一定以下の小さいものとなる結果、半導体ウエハWをウエハポート17に対する熱処理上での偏心が実質上解消された状態でウエハポート17に保持させることができる。

また、上記のような移載位置適正化操作を行うことにより偏心量を確実に小さくすることができるので、ウエハポート17に対する半導体ウエハWの移載位置が適正化された状態を実現するために要する時間を短縮すること、すなわち移載位置適正化操作の実行回数を減らすことができ、従って、高い作業効率を得られる。

【0060】

従って、ウエハポート17に対する半導体ウエハWの移載位置が半導体ウエハWにおける実際の膜形成状態に即して適正化された状態において、所定の熱処理が行われる上記の熱処理方法によれば、半導体ウエハWに対する所期の熱処理を、半導体ウエハWの面内において高い均一性で行うことができ、しかも処理ガスが各々の半導体ウエハWの周囲から実質上均一に供給されるので、処理ガスの濃度差に起因する膜の均一性の程度を小さくすることができる。

【0061】

上記の熱処理装置によれば、上記の熱処理方法が確実に実行されるので、半導体ウエハWに対して、その面内において高い均一性で、しかも高い作業効率で所期の熱処理を行うことができる。

【0062】

以上のように、上記の熱処理装置においては、ウエハポート17に対する半導体ウエハWの移載位置を適正化することにより、半導体ウエハWをその面内において高い均一性で所定の熱処理を行うことができるが、さらに、加熱手段の動作状態を制御して半導体ウエハWに対する温度制御が行われた状態において熱処理がなされた半導体ウエハWについて、その表面における膜形成状態に即して移載位置適正化操作が行われることにより、半導体ウエハWを、その面内において一層高い均一性で熱処理することができる。

【0063】

図5は、移載位置適正化操作において熱処理を行うに際して実行される反応容器の温度制

10

20

30

40

50

御の一例における温度レシピ（温度プロファイル）を示す説明図である。

予め所定の温度 T_0 〔 〕に加熱された反応容器内にウエハポート 17 が搬入された状態において、反応容器 11 内の各加熱領域 Z 1 ~ Z 5 の温度がそれぞれ筒状ヒータ 25 により所定の処理温度 T_A 〔 〕まで加熱され、半導体ウエハ W の温度がほぼ一定に維持されるよう予め設定された温度プロファイルに基づいて筒状ヒータ 25 の動作状態が制御され、その後、例えば予備加熱状態における温度 T_0 〔 〕まで降温される。ここに、処理ガス、例えば成膜用ガスは、半導体ウエハ W の温度がほぼ一定に維持されている状態において導入される。

また、各々の加熱領域 Z 1 ~ Z 5 においては、いずれも同様の温度制御が行われても、互いに異なる温度で独立して温度制御が行われてもよい。

【 0 0 6 4 】

また、例えば図 6 に示すように、予め所定の温度 T_0 〔 〕に加熱された反応容器 11 内にウエハポート 17 が搬入された状態において、反応容器 11 内の各加熱領域 Z 1 ~ Z 5 の温度がそれぞれ筒状ヒータ 25 により、一旦、第 1 の処理温度 T_1 〔 〕まで加熱され、その後、第 1 の処理温度 T_1 と、この第 1 の処理温度 T_1 よりも低い第 2 の処理温度 T_2 との間の温度範囲で昇温と降温とを繰り返すよう温度制御（以下、「特定の温度制御」ともいう。）が行われてもよい。

この場合には、成膜用ガスは、各々の加熱領域 Z 1 ~ Z 5 の温度が第 1 の処理温度 T_1 から第 2 の処理温度 T_2 に移行される降温時において導入され、加熱領域の温度が第 2 の処理温度 T_2 から第 1 の処理温度 T_1 に移行される昇温時において成膜用ガスの導入が停止される。

【 0 0 6 5 】

特定の温度制御が行われる場合においては、処理条件によっても異なるが、第 1 の処理温度 T_1 から第 2 の処理温度 T_2 に移行される際の昇温速度は、例えば $0.5 \sim 1 \text{ / min}$ であることが好ましく、第 2 の処理温度 T_2 から第 1 の処理温度 T_1 に移行される際の降温速度は、例えば $3 \sim 8 \text{ / min}$ であることが好ましい。

【 0 0 6 6 】

以上のようにして温度制御が行われるよう制御された処理条件で熱処理が行われた半導体ウエハ W について、上記のような移載位置適正化操作が行われることにより、移載位置適正化操作による半導体ウエハについての面内均一性の向上効果に加え、半導体ウエハに対して温度制御を行うことによる面内均一性の向上効果が発揮されるので、一層高い面内均一性を得ることができる。

特に、第 1 の処理温度と第 2 の処理温度との間の温度範囲で昇温と降温とを繰り返すよう温度制御が行われるよう制御された処理条件で処理された半導体ウエハについては、更に高い面内均一性を得ることができる。

【 0 0 6 7 】

この理由は、図 1 に示す反応容器 11 内の半導体ウエハ W においては、周縁部の方が中央部よりも急速に昇温および降温される温度特性を示すため、反応容器 11 における各々の加熱領域 Z 1 ~ Z 5 を一旦第 1 の処理温度 T_1 まで加熱した後、第 2 の処理温度 T_2 に移行させることにより、降温時においては、半導体ウエハ W の中央部の方が周縁部より温度が高い状態となる。一方、反応容器 11 内では、半導体ウエハ W の周縁部の方が中央部より成膜用ガスのガス濃度が高い状態となる。従って、半導体ウエハ W の中央部および周縁部における、温度差およびガス濃度差に起因する膜厚の変化量が互いに相殺されて、半導体ウエハ W の面内において実質的に均一に成膜されるからであると考えられる。

【 0 0 6 8 】

例えば（ 1 ）移載位置適正化操作を行わない場合、（ 2 ）上記の移載位置適正化操作を行った場合、（ 3 ）上記の移載位置適正化操作において、特定の温度制御が行われるよう制御された処理条件で成膜処理を行った場合のそれぞれの場合について、半導体ウエハについての膜形成状態を調べたところ、半導体ウエハの移載位置適正化操作を行うことなしに成膜された半導体ウエハにおいては、目的とする膜厚に対して $\pm 5\%$ の範囲（許容幅）で

10

20

30

40

50

成膜されるのに対して、移載位置適正化操作が行われた半導体ウエハにおいては、 $\pm 3\%$ 以下の範囲で成膜することができ、更に移載位置適正化操作において、特定の温度制御が行われるよう制御された処理条件で成膜された半導体ウエハにおいては、 $\pm 1\%$ 以下の範囲で成膜することができることが確認された。

【0069】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は、上記の態様に限定されるものではなく、以下に示すような種々の変形を加えることができる。

例えば、熱処理としては、CVD法による成膜処理の他に、高温下においてシリコンの表面部を酸化しこれにより酸化膜（絶縁膜）を形成する酸化処理や、不純物層を表面に形成したシリコン層を加熱し、これにより不純物をシリコン層内に熱拡散する拡散処理などに適用することができる。

被処理体に対して拡散処理が行われる場合においては、膜形成分布情報として、シリコン層内における不純物の含有割合についての分布情報（膜厚分布情報）を取得し、この分布情報から被処理体における特定座標位置を設定し、膜厚分布情報より位置補正情報を取得する場合と同様に、被処理体保持具における被処理体の移載位置を補正すべき位置補正情報を取得すればよい。

【0070】

また、本発明において処理される被処理体は、半導体ウエハに限定されるものではなく、例えばガラスウエハなどに対しても好適に用いられる。

【0071】

<実験例>

ウエハ径が300mmの半導体ウエハを、移載位置適正化操作を実行することなしに、ウエハポートの被処理体保持部における設定移載位置に保持させた状態において成膜処理を行ったところ、半導体ウエハの表面における膜形成状態は、目的とする膜厚に対して $\pm 5\%$ の膜厚範囲であった。そして、1回目の移載位置適正化操作を実行して成膜処理を行ったところ、半導体ウエハの表面における膜形成状態を、目的とする膜厚に対して $\pm 4\%$ の範囲とすることができ、さらに2回目の移載位置適正化操作を実行して成膜処理を行ったところ、半導体ウエハの表面における膜形成状態を、目的とする膜厚に対して $\pm 3.5\%$ の範囲とすることができた。結局、3回目の移載位置適正化操作を実行した状態において成膜処理が行われた半導体ウエハは、目的とする膜厚に対する許容範囲内で成膜することができ、作業効率が従来より50%程度向上すること、例えば、従来の方法であれば2時間要していた作業を1時間で行うことができることが確認された。

【0072】

【発明の効果】

本発明の移載装置の制御方法によれば、移載装置が、実際に被処理体に対して行われた熱処理についての処理結果に即して制御された状態において作動されることによって、被処理体保持具に対する被処理体の偏心量が確実に一定以下の小さいものとなる結果、被処理体を被処理体保持具に対する熱処理上の偏心が実質上解消された状態で被処理体保持具に保持させることができる。

また、移載位置適正化操作を行うことにより偏心量を確実に小さくすることができるので、被処理体保持具に対する被処理体の移載位置が適正化された状態を実現するのに要する時間を短縮すること、例えば移載位置適正化操作の実行回数を減らすことができ、従って、高い作業効率が得られる。

【0073】

本発明の熱処理方法によれば、被処理体保持具に対する被処理体の移載位置が当該被処理体における実際の膜形成状態に即して適正化された状態において行われるので、被処理体に対して、その面内において高い均一性で熱処理を行うことができ、しかも、各々の被処理体に対して、処理ガスが各々の被処理体の周囲から実質上均一に供給されるので、処理ガスの濃度差に起因する膜の不均一性の程度を小さくすることができる。

【0074】

本発明の熱処理装置によれば、上記の熱処理方法が確実に実行されるので、被処理体に対して、その面内において高い均一性で、しかも高い作業効率で所定の熱処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の熱処理装置の一例における構成の概略を示す説明用断面図である。

【図 2】図 1 に示す熱処理装置における移載装置の動作状態をウエハポートとの関係において示す説明用斜視図である。

【図 3】半導体ウエハに形成された膜の膜厚分布を取得する際の膜厚測定個所を示す説明図である。

【図 4】半導体ウエハについての膜形成状態（膜厚分布）の一例を示す説明図である。

10

【図 5】半導体ウエハに対して行われる温度制御の一例における温度レシピ（温度プロファイル）を示す説明図である。

【図 6】半導体ウエハに対して行われる温度制御の他の例における温度レシピ（温度プロファイル）を示す説明図である。

【符号の説明】

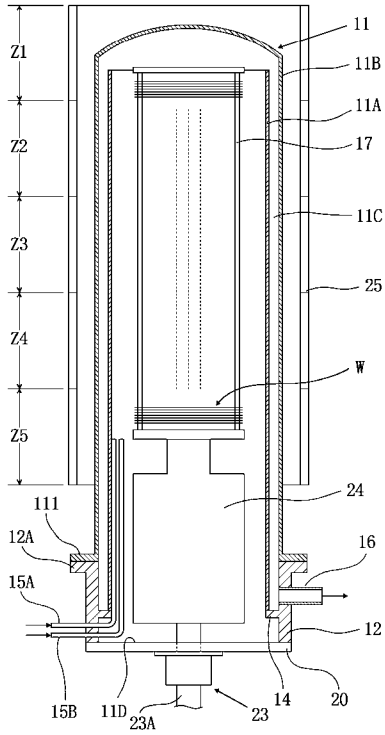
- 1 1 反応容器
- 1 1 A 内管
- 1 1 B 外管
- 1 1 C 筒状空間
- 1 1 D 下端開口
- 1 1 1 下端フランジ部分
- 1 2 マニホールド
- 1 2 A フランジ部分
- 1 4 内管支持部
- 1 5 A、1 5 B ガス供給配管
- 1 6 排気管
- 1 7 ウエハポート
- 1 7 A 支柱
- 2 0 蓋体
- 2 3 回転駆動手段
- 2 3 A 回転駆動軸
- 2 4 保温筒
- 2 5 筒状ヒータ
- 3 0 移載装置
- 3 1 回転軸
- 3 2 移載ヘッド
- 3 3 支持アーム
- W 半導体ウエハ
- Z 1 ~ Z 5 加熱領域（ゾーン）
- L 1 ~ L 3 測定ライン
- A, B, D, E 膜厚測定個所
- C 1 半導体ウエハの形状中心位置
- C 2 半導体ウエハの特定座標位置（膜形成中心位置）
- T A 処理温度
- T 1 第 1 の処理温度
- T 2 第 2 の処理温度

20

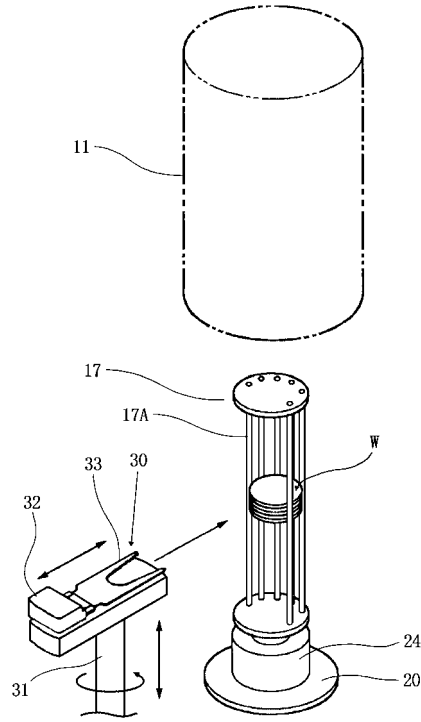
30

40

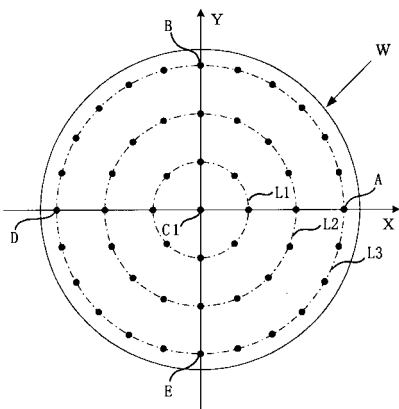
【 図 1 】



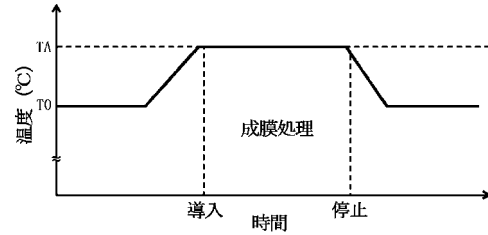
【 図 2 】



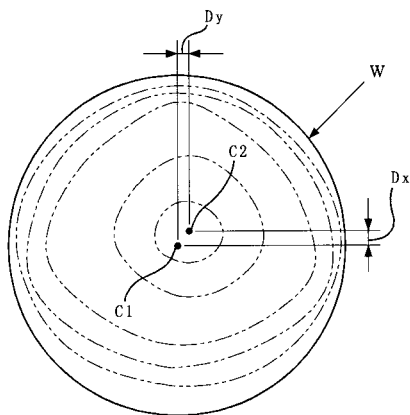
【 図 3 】



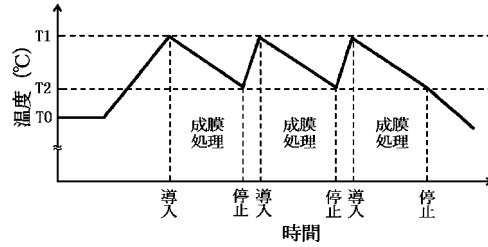
【 図 5 】



【 図 4 】



【 図 6 】



フロントページの続き

審査官 大塚 徹

- (56)参考文献 特開平11-150069(JP,A)
特開昭62-221128(JP,A)
特開2001-155998(JP,A)
特開平05-275343(JP,A)
特開平10-303278(JP,A)
特開平10-012707(JP,A)
特開平08-148437(JP,A)
特開平06-061158(JP,A)
特開2000-091251(JP,A)
特開平07-045548(JP,A)
特開平04-206943(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205