

明 細 書

発明の名称：真空処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、真空チャンバ内に配置されて、被処理基板が設置されるステージを備える真空処理装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造工程においては、被処理基板としてのシリコンウエハ（以下、「基板」という）の処理面に対し、真空成膜装置やドライエッチング装置といった真空処理装置を用いて、CVD法、スパッタリング法または真空蒸着法による成膜処理やドライエッチング処理などの各種の真空処理が実施される。真空処理装置の真空チャンバ内には、一般に、基板が設置されるステージが設けられている。ステージには、静電チャックや加熱冷却機構などの各種の機器が組み付けられ、真空処理の際、基板を静電吸着し、または、基板を所定温度に維持できるようにしている。

[0003] 上記真空処理装置では、基板が設置（載置）されるステージを含め、一定の公差を持って組み立てられるものの、ステージ上面に設置される基板の中心に対し、真空処理装置を機械的、電氣的に点対称となるように組み立てることは困難である。また、真空チャンバ内に導入される処理ガスの流れが基板中心に対して点対称ではなく一定の偏りを持つことが一般である。このような状態で、例えば、スパッタリング法により成膜処理を施す場合、真空処理（成膜）装置の非対称性に起因して基板面内における膜厚分布に偏りができるという問題がある。このことから、ステージ上の基板をその中心回りに所定の回転角ずつ回転させて（即ち、基板の位相を周方向にずらして）、成膜処理を段階的に施すことが知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 上記従来例のものでは、成膜処理中に、これを一旦中断して真空チャンバから基板を取り出して他の真空チャンバに移送し、当該他の真空チャンバ内にて基板を所定の回転角だけ回転させて位相をずらし、この状態で元の真空

チャンバのステージ上に再度設置して成膜処理を再開するため、生産性が著しく悪い。そこで、ステージ内に上下動自在及び回転自在な基板支持体を組み付け、基板支持体を用いて基板の位相をずらすことが考えられる。然し、例えば、基板支持体を基板の中央領域に当接させて持ち上げるように構成すると、基板支持体の持上げ時や回転時に基板が位置ずれを起こし易いという問題がある（基板が大径かつ薄肉のもので反りが生じているものであれば、より顕著になる）。このような場合、基板支持体の基板との接触面積を増加させればよいが、上記機器が組み付けられているような場合、基板を吸着する機能や基板を面内均一性よく加熱するといった機能が害されないようにすると、然程、面積を増加させることはできない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2018-104738号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、以上の点に鑑み、被処理基板が位置ずれを起こすことなく、その中心回りに所定の回転角ずつ回転させることができるステージを持つ真空処理装置を提供することをその課題とするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、真空チャンバ内に配置されて、被処理基板が設置されるステージを備える本発明の真空処理装置は、ステージ上の被処理基板をステージ上面から持上げ、この持上位置にて被処理基板をその基板中心回りに所定の回転角で回転可能な昇降回転機構を更に備え、昇降回転機構が、ステージ内に組み込まれて上下動及び回転する駆動ロッドと、基板中心を含む被処理基板の中央領域に当接可能な基端板部及び基端板部からその外方へのびて被処理基板の径方向に沿う部分に当接可能な少なくとも2個のアーム板部と含む基板支持体とを有し、常時は、基板支持体がステージ内に没

入し、駆動ロッドの上動により持上げられる基端板部とアーム板部とで被処理基板が支持されることを特徴とする。

[0008] 本発明において、前記ステージの前記被処理基板との当接面に静電チャック用のチャックプレートが設けられるような場合には、チャックプレートの上面に、基板支持体の輪郭に合致してこの基板支持体の没入を可能とする格納空間が凹設され、基板支持体の没入状態では、基板支持体の上面をチャックプレートの上面と面一とすることが好ましい。

[0009] 以上によれば、基板支持体によりステージ上から被処理基板を持上げる際に、基端板部を基板中央領域に当接させることに加えて、径方向にのびるアーム板部が当接して被処理基板が支持されるため、被処理基板が薄肉で大径のものであっても、その持上げ時や回転時に被処理基板の位置ずれが生じ難い構成を実現することができる。この場合、アーム板部を比較的幅狭で細長い形状とし、基端板部回りに所定間隔で設けられる各アーム板部の本数を適宜設定すれば、静電チャックや加熱冷却機構などの機器が組み付けられることができるため、被処理基板を静電吸着し、または、被処理基板を所定温度に維持できるという機能を損なうことが防止できる。しかも、基板支持体の没入状態では、基板支持体がチャックプレートの格納空間に嵌合してそれらの上面と面一としたため、例えば、真空処理時に被処理基板にバイアス電位を印加するような場合、所謂バイアスむらが生じることを抑制することができる。なお、アーム板部を、例えば2個として基端板部回りに180度間隔で設けた場合、被処理基板が薄肉で大径のものであると、持上げ時や回転時に位置ずれが生じる虞がある。このような場合には、例えば、アーム板部の先端に副アーム板部を回転対称に設けておけばよい。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第1実施形態のスパッタリング装置を示す模式的図。

[図2]図1に示す基板支持体の平面図。

[図3]成膜処理を説明する図。

[図4]第2実施形態における基板支持体の平面図。

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、図面を参照して、真空処理装置をスパッタリング装置、被処理基板をシリコンウエハ（以下「基板Sw」という）として、本発明の第1実施形態の真空処理装置について説明する。以下において、上、下といった方向を示す用語は、スパッタリング装置の設置姿勢で示す図1を基準とする。
- [0012] 図1を参照して、スパッタリング装置SMは、真空チャンバ1を備える。真空チャンバ1の側壁には、流量制御弁としてのマスフローコントローラ12が介設されたガス管11が接続され、流量制御されたスパッタガスを真空チャンバ1内に導入できる。真空チャンバ1の側壁にはまた、真空ポンプ13に通じる排気管14が接続され、真空チャンバ1内を所定の真空度まで真空排気できる。真空チャンバ1の上部には、カソードユニットCuが着脱自在に設けられている。カソードユニットCuは、基板Swに成膜しようとする薄膜に応じた材料製のターゲット2と、ターゲット2上方に配置される磁石ユニット3とで構成されている。ターゲット2は、スパッタ面2aと背向する側にバックングプレート21が装着され、バックングプレート21の外周部が絶縁体22を介して真空チャンバ1上壁に取り付けられている。また、ターゲット2には、スパッタ電源Psの出力が接続され、ターゲット種に応じて、負の電位を持つ直流電力や所定周波数の高周波（交流）電力が投入される。磁石ユニット3としては、スパッタ面2aの下方空間に漏洩磁場を発生させる公知のものが利用できるため、ここでは詳細な説明を省略する。
- [0013] 真空チャンバ1の下部には、ターゲット中心2cを通る中心線Cl上に位置させてステージ4が同心状に対向配置されている。ステージ4は、真空チャンバ1の下壁内面に絶縁体41aを介して設けられる、基板Swの輪郭に対応する上面を持つ基台41を有する。金属製の基台41には、冷却水を循環させる冷媒循環路（図示省略）が形成されて基板Swを冷却できるようにしている。また、基台41には、バイアス電源Pbからの出力が接続され、成膜時には、必要に応じて基板Swにバイアス電位を印加できるようにして

いる。基台41の上面には、これと同等の輪郭を持つホットプレート42とチャックプレート43とが配置されている。ホットプレート42は、比較的熱伝導率の高い2枚の金属製板材間に、所定のパターンでシースヒータ42aが配置されて構成される。そして、図示省略の電源からシースヒータ42aに所定電力を投入すると、基板Swをその全面に亘って均等な温度に加熱することができる。チャックプレート43は誘電体で構成され、その内部には、所定のパターンで静電チャック用の電極43aが設けられている。そして、図示省略のチャック電源から電極43aに電力投入すると、そのときに発生する静電気力で基板Swを静電吸着することができる。ステージ4にはまた、チャックプレート43上の基板Swを持上げ、持上位置にて基板Swを中心線C1回りに所定の回転角ずつ回転させる昇降回転機構Rmが組み込まれている。

[0014] 図2も参照して、昇降回転機構Rmは、駆動ロッド5と基板Swの裏面に当接する基板支持体6とを備える。ステージ4には、中心線C1上に位置させて、基台41、ホットプレート42及びチャックプレート43を貫通して上下にのびる格納孔44が形成され、格納孔44に駆動ロッド5が挿設されている。駆動ロッド5の下端は、基台41に設けた磁性流体シールなどの軸受兼用シール手段Brを介して真空チャンバ1外に突出し、この突出した駆動ロッド5の部分には駆動ユニットDuが連結されている。駆動ユニットDuは、基台41の下面に吊設した支持フレーム71を備え、支持フレーム71の支持板部71aには、中心線C1上を上下動する駆動軸72aを備えるエアシリンダや直動モータなどの昇降手段72が設けられている。駆動軸72aはスプライン軸として形成され、支持板部71aに取り付けたボールスプラインナット73に係合している。ボールスプラインナット73の外周面には第1歯車74が外挿され、支持フレーム71の支持板部71aに設けたステッピングモータなどの回転手段75の回転軸75aに外挿される第2歯車76と噛み合っている。そして、駆動軸72aの上端が、これと駆動ロッド5とを電氣的に縁切りする縁切部材77を介して駆動ロッド5の下端に

連結されている。基板 S_w にバイアス電位を印加して成膜するような場合、特に図示して説明しないが、ブラシなどの導電性部材を用いて昇降回転機構 R_m が基台 4 1 と同電位となるようにしている。

[0015] 基板支持体 6 は、中心線 C_1 上に中心を持つ円形の輪郭を持つ基端板部 6 1 と、基端板部 6 1 の周囲に周方向に 90 度間隔で設けられて径方向外方に向けて線状にのびる所定厚さの 4 本のアーム板部 6 2 とを有して、全体として十字状の輪郭を持つように形成されている。基端板部 6 1 とアーム板部 6 2 とは、チャックプレート 4 3 と同一の材料製により例えば一体に形成することができる。この場合、チャックプレート 4 3 の上面には、基板支持体 6 の輪郭に合致する格納空間 4 5 が凹設され、常時は、基板支持体 6 が格納空間 4 5 に嵌合する没入状態となり、このとき、基板支持体 6 の上面はチャックプレート 4 3 の上面と面一となるように格納空間 4 5 の深さが設定されている。各アーム板部 6 2 は、比較的幅狭で細長い形状とされ、例えば、各アーム板部 6 2 の長さ d_1 、幅 d_2 や基端板部 6 1 の周囲に設けるアーム板部 6 2 の本数は、シースヒータ 4 2 a のパターンや静電チャック用の電極 4 3 a のパターンに応じて（言い換えると、シースヒータ 4 2 a や電極 4 3 a の投影領域を避けるように）適宜設定される。そして、各アーム板部 6 2 の長さ d_1 、幅 d_2 や本数に応じて、基板支持体 6 によりステージ 4 上から基板 S_w を所定高さ位置に持上げる時や持上位置にて回転させる時に位置ずれが生じないように、基端板部 6 1 の面積、基端板部 6 1 及びアーム板部 6 2 の板厚が適宜設定される。以下に、図 3 を参照して、上記スパッタリング装置 SM を用いて基板 S_w 表面に目標膜厚で所定の薄膜を段階的に成膜する手順を説明する。

[0016] 常時は、基板支持体 6 が格納空間 4 5 に没入した位置にある。この状態で、図外の搬送ロボットにより基板 S_w をそのノッチ N_t が図 3 中の下方を向く姿勢としてチャックプレート 4 3 上に設置する（以下、この状態を「第 1 位相」という）。この状態では、基板支持体 6 の基端板部 6 1 と 4 本のアーム板部 6 2 とが基板 S_w の裏面に当接した状態となり、電極 4 3 a に電力投

入すると、チャックプレート43の上面に基板Swが静電吸着される。チャックプレート43に基板Swが静電吸着されると、シースヒータ42aに電力投入してホットプレート42による基板Swの加熱を開始する。そして、真空チャンバ1内が所定圧力まで真空排気されると共に基板Swが所定温度まで加熱されると、真空チャンバ1内にスパッタガス（放電用の希ガスや反応性ガスを含む）を所定流量で導入し、スパッタ電源Psによりターゲット2に電力投入する。必要に応じてバイアス電源Pbにより基台41を通して基板Swにバイアス電位を印加する。これにより、ターゲット2のスパッタ面2aがスパッタリングされ、スパッタ面2aから飛散するスパッタ粒子が基板Swの表面に付着、堆積されて所定の薄膜が成膜される。このとき、投入電力や成膜時の真空チャンバ1内の圧力といったスパッタ条件から求められる成膜レートからスパッタ時間が算出され、目標膜厚の1/4の膜厚で成膜される。

[0017] 第1位相での成膜が終了すると、スパッタガスの導入、ターゲット2や電極43aへの電力投入を一旦停止する。この場合、真空ポンプ13の作動は停止せずに、真空チャンバ1内は真空雰囲気維持される。電極43aへの電力投入が停止されると、公知の方法でチャックプレート43上の基板Swが除電される。基板Swが除電されると、昇降手段72により基板支持体6が上動される。すると、格納空間45から上方に突出する基板支持体6の基端板部61と4本のアーム板部62とで支持されて基板Swがチャックプレート43上方の持上位置（図1中、二点鎖線で示す位置）に持ち上げられる。そして、回転手段75により基板支持体6、ひいては、基板Swが中心線C1回りに90度回転され、昇降手段72により基板支持体6が下動させる。このとき、基板支持体6の基端板部61と4本のアーム板部62とは格納空間45に再度嵌合し、基板SwのノッチNtが図3中の右側を向く第2位相で基板Swがチャックプレート43上に再度設置される。そして、第2位相の基板Swに対して上記と同一の手順で目標膜厚の1/4の膜厚で成膜される。この手順で第3位相、第4位相の基板Swに対して成膜することで、

基板 S w 表面に目標膜厚で所定の薄膜が成膜される。

[0018] 以上の第 1 実施形態によれば、基板 S w の持上げ時や回転時に、基板 S w は、基端板部 6 1 に加えて各アーム板部 6 2 が当接した状態で基板 S w が支持されるため、基板 S w が薄肉で大径のものであっても基板 S w の位置ずれが生じ難い構成にできる。しかも、静電チャック用の電極 4 3 a や基板加熱用のシースヒータ 4 2 a を避けて配置することができるように、基板支持体 6 が十字状の輪郭を持つようにしたため、基板 S w を静電吸着し、または、基板 S w を所定温度に維持できるという機能は損なわれない。その上、基板支持体 6 の没入状態では、基板支持体 6 がチャックプレート 4 3 の格納空間 4 5 に嵌合してそれらの上面と面一としたため、基板 S w にバイアス電位を印加しても、所謂バイアスむらが生じることも抑制できる。

[0019] 以上、本発明の第 1 実施形態について説明したが、本発明は第 1 実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術思想の範囲を逸脱しない限り、種々の変形が可能である。上記第 1 実施形態では、真空処理装置としてスパッタリング装置 S M を例に説明したが、これに限定されるものではなく、真空処理に際して、基板 S w の処理面がステージ 4 の上面に対して傾いていることで、基板 S w に対する真空処理に偏りが生じるような場合には、本発明は、真空蒸着装置、ドライエッチング装置といった他の真空処理装置にも広く適用することができる。

[0020] また、上記第 1 実施形態では、基板支持体 6 が十字状の輪郭を持つものを例に説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、真空処理しようとする基板 S w (その板厚やサイズ) や、成膜時の基板 S w の回転角 (位相数) によっては、アーム板部 6 2 は少なくとも 2 本あればよく、また、アーム板部 6 2 を 3 本 (例えば、3 本のアーム板部 6 2 を 1 2 0 度間隔で設ける) として 3 点で支持するようにしてもよい。更には、アーム板部 6 2 を 5 本以上とすることもできる。但し、基板 S w にバイアス電位を印加して真空処理を実施するような場合には、基板 S w のいずれの位相でも、基板支持体 6 が格納空間 4 5 に嵌合する没入状態となるように各アーム板部が回転対称と

なるように形成しておく必要がある。

- [0021] 例えば、2本のアーム板部62を例えば180度間隔で設けると、基板Swの持上げ時や回転時に基板Swの位置ずれが生じ易くなる虞があるので、図4に示す第2実施形態のように、基板支持体60の各アーム板部62の先端に周方向両方にのびる弧状の副アーム板部63を夫々設けてもよい。副アーム板部63の各アーム板部62への取付位置、本数や形状などは、これに限定されるものではないが、副アーム板部63を含む各アーム板部62が回転対称となっていることが好ましい。また、基板Swに当接するアーム板部62や副アーム板部63の表面を粗面加工して摩擦抵抗を高めるようにしてもよい。更に、上記実施形態では、駆動ロッド5の下端が軸受兼用シール手段Brを介して支承するものを例に説明したが、真空雰囲気中の真空チャンバ内で駆動ロッド5の昇降及び回転できるものであれば、これに限定されるものではなく、例えばベローズ管など公知の方法を用いることもできる。

符号の説明

- [0022] SM…スパッタリング装置（真空処理装置）、Sw…基板（被処理基板）、4…ステージ、43…チャックプレート、45…格納空間、Rm…昇降回転機構、5…駆動ロッド、6…基板支持体、61…基端板部、62…アーム板部。

請求の範囲

- [請求項1] 真空チャンバ内に配置されて、被処理基板が設置されるステージを備える真空処理装置において、
- ステージ上の被処理基板をステージ上面から持上げ、この持上位置にて被処理基板をその基板中心回りに所定の回転角で回転可能な昇降回転機構を更に備え、
- 昇降回転機構が、ステージ内に組み込まれて上下動及び回転する駆動ロッドと、基板中心を含む被処理基板の中央領域に当接可能な基端板部及び基端板部からその外方へのびて被処理基板の径方向に沿う部分に当接可能な少なくとも2個のアーム板部と含む基板支持体とを有し、常時は、基板支持体がステージ内に没入し、駆動ロッドの上動により持上げられる基端板部とアーム板部とで被処理基板が支持されることを特徴とする真空処理装置。
- [請求項2] 請求項1記載の真空処理装置であって、前記ステージの前記被処理基板との当接面に静電チャック用のチャックプレートが設けられるものにおいて、
- チャックプレートの上面に、基板支持体の輪郭に合致してこの基板支持体の没入を可能とする格納空間が凹設され、基板支持体の没入状態では、基板支持体の上面をチャックプレートの上面と面一としたことを特徴とする真空処理装置。