

明 細 書

発明の名称：被処理体の処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板や基板上に形成された薄膜など（以下、「被処理体」と呼ぶ）を均一にエッチングすることが可能な被処理体の処理装置に関する。より詳細には、シリコン、石英、ガラスなどからなる半導体基板などにスパッタリング法やＣＶＤ法により膜を形成する場合、または、その形成された膜を含む基板をエッチングする場合や、基板表面に生じた自然酸化膜、不要物をエッチングする場合に使用される、被処理体の処理装置に関する。

本願は、２０１７年１０月１７日に日本に出願された特願２０１７－２０１０７４号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] エッチング処理は、負の自己バイアス電圧により、プラズマから生成されたイオンを加速して被処理体に衝突させる。このようなエッチング処理は、前記被処理体である基板のサイズが大型化するに連れて、基板の面内におけるエッチングの均一性を維持することが困難になりつつある。

これに対して、基板の面内で均一なプラズマ処理によるエッチングを行うために、電極を分割し、かつ、高周波電源を複数備える、プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法が開示されている（例えば、特許文献１参照）。また、異なる周波数の高周波電源を複数備えることにより、基板の面内における良好なプラズマ処理を行う、プラズマ処理方法およびプラズマ処理装置が提案されている（例えば、特許文献２参照）。

[0003] しかしながら、特許文献１や特許文献２に開示されたプラズマ処理装置は、電極の構造が複雑であり、メンテナンス性が悪く、複数の電源を配備する必要がある。このため、装置のフットプリントが増大し、装置を稼働させるために要する費用が嵩むという課題があった。

[0004] また、プラズマ処理装置のチャンバ内部への着膜防止として、石英やアル

ミナ等からなるカバー部を設ける対策が採られている（例えば、特許文献3参照）。被処理体を載置する電極上に、このようなカバー部を設ける場合、メンテナンス性を考慮して、カバー部は電極と別部品となる。このため、カバー部と電極の組合せや、カバー部と電極とが互いに接する2つの形状に起因して、その2つの面内に隙間が生じ、その隙間の空間高さに差が生じる場合がある。被処理体のプラズマ処理される表面（上面）は、この空間高さの影響を受ける。

[0005] エッチング処理では、負の自己バイアス電圧により、プラズマから生成されたイオンを加速して被処理体に衝突させる。このため、エッチング処理において、上述した空間高さの差は、被処理体のプラズマ処理される表面（上面）の面内におけるプラズマ処理の不均一を招く要因となる。これは、プラズマ処理するガスの導入量や圧力等のプロセス条件に影響を及ぼし、最適な範囲を狭める、あるいは最適な範囲を失う要因となるからである。

[0006] ゆえに、メンテナンス性に優れるとともに、特許文献1や特許文献2と同様の効果が簡便で安価に実現でき、かつ、上述した空間高さの差に起因して被処理体のプラズマ処理される面が影響を受ける問題も解消できる、プラズマ処理方法およびプラズマ処理装置の開発が期待されていた。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国特開2011-228436号公報

特許文献2：日本国特開2008-244429号公報

特許文献3：日本国特開2006-5147号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、このような従来の実情に鑑みてなされたものであり、メンテナンス性に優れるとともに、被処理体を均一にエッチングすることが可能な、プラズマ処理装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一態様に係る被処理体の処理装置は、内部空間が減圧可能で、前記内部空間において被処理体に対してプラズマ処理されるように構成されたチャンバと、前記チャンバ内に配され、前記被処理体（基板）を載置するための第一電極（支持台）と、前記第一電極に対して、負電位のバイアス電圧を印加する第一電源と、前記チャンバ内にプロセスガスを導入するガス導入装置と、前記チャンバ内を減圧する排気装置と、を備える。前記第一電極と前記被処理体との間に、前記第一電極を覆うように設けられたカバー部（電極カバー）が設けられている。前記第一電極と前記カバー部との間にあって、局所的な領域を占めるように、スペーサ部が配置されている。

本発明の一態様に係る被処理体の処理装置においては、前記スペーサ部が、肉薄構造体（極薄状部材）からなってもよい。

本発明の一態様に係る被処理体の処理装置においては、前記スペーサ部の厚さ（mm）が、0.1以上0.5以下であってもよい。

本発明の一態様に係る被処理体の処理装置においては、前記スペーサ部の厚さ（mm）が、前記第一電極と前記カバー部が向かい合う面のそれぞれの公差の和の0.5倍以上2.5倍以下であってもよい。

本発明の一態様に係る被処理体の処理装置においては、前記スペーサ部が、中空構造体（枠状部材）からなってもよい。

本発明の一態様に係る被処理体の処理装置においては、前記スペーサ部の厚さ（mm）が、0.1以上0.5以下であってもよい。

本発明の一態様に係る被処理体の処理装置においては、前記スペーサ部の厚さ（mm）が、前記第一電極と前記カバー部が向かい合う面のそれぞれの公差の和の0.5倍以上2.5倍以下であってもよい。

本発明の一態様に係る被処理体の処理装置においては、前記第一電極と前記カバー部との間に導電性のプレート部をさらに備え、該カバー部と該プレート部との間に、前記スペーサ部が配置されてもよい。

発明の効果

[0010] 本発明の一態様に係る被処理体の処理装置においては、前記第一電極と前記被処理体（基板）との間に前記カバー部が配置されているとともに、第一電極とカバー部との間にあって、局所的な領域にスペーサ部が配置されている。これにより、第一電極とカバー部の離間距離を、局所的に制御する構成が得られる。

第一電極とカバー部とが互いに対向する2つの面の間には、各々の面の幾何公差に起因して、2つの面を組み合わせた際に隙間が生まれる。これに対して、上記構成を有する被処理体の処理装置によれば、スペーサ部を挿入する位置や、スペーサ部の形状、サイズ（特に高さ）などを変更することにより、第一電極とカバー部とが互いに対向する2つの面の間に発生した隙間にスペーサ部が挿入された状態となる。ゆえに、被処理体のプラズマ処理される面内において、第一電極とカバー部との間の空間高さ（隙間）に差が生じる問題が解消され、任意の場所におけるインピーダンスを調整することができる。よって、本発明の一態様に係る被処理体の処理装置によれば、基板の面内で均一な負電位バイアスによるプラズマ処理を行うことが可能となる。また、本発明の一態様に係る被処理体の処理装置は、スペーサ部を交換するだけで、或いは、スペーサ部の配置を変更するだけで、上記効果が自ずと得られる。これにより、メンテナンス性にも優れた被処理体の処理装置の提供に寄与する。

[0011] また、本発明の一態様に係る被処理体の処理装置は、前記第一電極と前記カバー部との間に導電性のプレート部をさらに備え、該カバー部と該プレート部との間に、前記スペーサ部を配置した構成においても、上述した作用・効果は同様に得られる。

前記スペーサ部としては、肉薄構造体や中空構造体が好適である。これにより、スペーサ部が配置され、その上下面が接触する部位（第一電極や、カバー部、プレート部）の表面プロファイルに応じた、面内における空間高さの局所的な微調整を可能とする。このようなスペーサ部の厚さは、0.1 mm以上0.5 mm以下であり、第一電極とカバー部が向かい合う面のそれぞれ

れの公差の和の0.5倍以上2.5倍以下であることが好ましい。これにより、被処理体の面内で均一なバイアスによるプラズマ処理を行うことができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]本発明の実施形態に係る被処理体の処理装置を示す模式断面図である。
- [図2]図1に示された処理装置に含まれる被処理体の載置部の一例を示す模式断面図である。
- [図3]図1に示された処理装置に含まれる被処理体の載置部の他の一例を示す模式断面図である。
- [図4]スペーサ部の一例を示す模式平面図である。
- [図5]スペーサ部の他の一例を示す模式平面図である。
- [図6]スペーサ部の他の一例を示す模式平面図である。
- [図7]スペーサ部の他の一例を示す模式平面図である。
- [図8]スペーサ部の他の一例を示す模式平面図である。
- [図9]スペーサ部の他の一例を示す模式平面図である。
- [図10]スペーサ部の他の一例を示す模式平面図である。
- [図11]スペーサ部の他の一例を示す模式平面図である。
- [図12A]規格化したエッチング・レートを示すグラフである。
- [図12B]規格化したエッチング・レートを示すグラフである。
- [図12C]エッチング・レートを示すマップである。
- [図13A]エッチング・レートを示すマップである。
- [図13B]エッチング・レートを示すマップである。
- [図13C]エッチング・レートを示すマップである。
- [図13D]エッチング・レートを示すマップである。
- [図13E]スペーサ部と基板との重なり状態を示す模式平面図である。
- [図14A]エッチング・レートを示すマップである。
- [図14B]エッチング・レートを示すマップである。
- [図14C]エッチング・レートを示すマップである。

[図15]互いに対向する2つの面を組み合わせた際に、幾何公差に起因して2つの面に発生する隙間を示す模式断面図である。

[図16A]フレーム型のスペーサ部をプレート部に載置した状態を表す平面図である。

[図16B]図16Aに示すスペーサ部の付近の領域を表す拡大平面図である。

[図17A]図16A及び図16Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

[図17B]図16A及び図16Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

[図17C]図16A及び図16Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

[図17D]図16A及び図16Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

[図17E]図16A及び図16Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

[図18A]ブラケット型のスペーサ部をプレート部に載置した状態を表す平面図である。

[図18B]図18Aに示すスペーサ部の付近の領域を表す拡大平面図である。

[図19A]図18A及び図18Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

[図19B]図18A及び図18Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

[図19C]図18A及び図18Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

[図19D]図18A及び図18Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

[図19E]図18A及び図18Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

[図20]実験例1の評価結果を示す一覧表である。

[図21]実験例2の評価結果を示す一覧表である。

[図22]実験例3の評価結果を示す一覧表である。

[図23]実験例4の評価結果を示す一覧表である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下では、本発明の一実施形態に係る被処理体の処理装置を示す模式断面図について、図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の実施形態に係る被処理体の処理装置を示す模式断面図である。

図1に示す被処理体の処理装置は、内部空間が減圧可能で、その内部空間において被処理体（基板S）に対してプラズマ処理されるように構成されたチャンバ17を備えている。チャンバ17は、マルチチャンバ型装置（不図示）に、仕切りバルブDを介して接続されている。

チャンバ17は、チャンバの内部にプロセスガスを導入するガス導入装置Gと、チャンバの内部を減圧する排気装置Pとを備えている。

[0014] チャンバ17の内部の下方には、前記被処理体を載置するための第一電極（支持台）11が配置されている。チャンバ17の外部には、第一のマッチングボックス（M/B）16aと第一電極11とが配置されている。第一電源16bは、第一のマッチングボックス（M/B）16aを介して、第一電極11と電氣的に接続されており、第一電極11に負電位のバイアス電圧を印加する。

[0015] チャンバ17の内部において、第一電極11上には、プレート部（調整プレート）12とカバー部（電極カバー）13が順に重ねて配置されている。第一電極11、プレート部12、及びカバー部13は、被処理体の載置部10を構成している。被処理体である基板Sは、カバー部（電極カバー）13に載置される。たとえば、仕切りバルブDを開閉動作して、ロボットハンド（不図示）を用い、マルチチャンバ型装置（不図示）とチャンバ17との間で、基板Sは搬入出される。

[0016] チャンバ 17 の上蓋には、第一電極 11 と対向するチャンバ 17 の外部の位置に、螺旋状の第二電極（アンテナコイル）AT が配置されている。第二電極 AT には、第二のマッチングボックス（M/B）18a を介して高周波の電圧を第二電極 AT に印加する第二電源 18b が、電氣的に接続されている。第二電源 18b は、高周波の電圧が印加されたプロセスガスによりプラズマを生成するための高周波電源（1MHz～100MHz）である。

[0017] 図 2 は、図 1 に示された処理装置に含まれる被処理体の載置部の一例を拡大して示す模式断面図である。図 2 に示された載置部 10A（10）の構成例においては、第一電極 11A（11）の上にカバー部 13A（13）を重ねて配置されている。さらに、第一電極 11A とカバー部 13A との間に、本発明の特徴部であるスペーサ部 12A（12）を備えている。

カバー部 13A は、絶縁性の部材（たとえば、石英など）から構成されている。カバー部 13A は、第一電極 11A に膜の付着などを防止する機能を有する。

[0018] 図 2 に示された構成においては、第一電極 11A とカバー部 13A との組み合わせにより、第一電極 11A とカバー部 13A とが互いに重なる 2 つの面の間には、僅かな空間（本発明では、その高さを「空間高さ」と呼称する）が生まれる。この空間 SP の存在が、第一電極 11A の面内において、バイアス効果によるプラズマ中からのイオンの引き込みに、差を生じさせる。これが、被処理体（基板 S）の面内における均一な処理を妨げる。本発明の実施形態では、第一電極 11A とカバー部 13A との間に、スペーサ部 12A を挿入して配置することにより、前記空間 SP の制御を行い、基板 S 上において均一な分布となるプラズマ処理を実現する。

[0019] 図 3 は、図 1 に示された処理装置に含まれる被処理体の載置部の他の一例を拡大して示す模式断面図である。図 3 に示された載置部 10B（10）の構成例においては、第一電極 11B（11）の上に、プレート部 15B（15）とカバー部 13B（13）とが順に重ねて配置されている。さらに、プレート部 15B とカバー部 13B との間に、本発明の特徴部であるスペーサ

部 1 2 B (1 2) を備えている。

[0020] 図 3 に示された構成も、上述した図 2 に示された構成と同様の作用・効果をもたらす。すなわち、図 3 に示された構成においては、プレート部 1 5 B とカバー部 1 3 B との組み合わせにより、プレート部 1 5 B とカバー部 1 3 B とが互いに重なる 2 つの面の間には、僅かな空間（本発明では、その高さを「空間高さ」と呼称する）が生まれる。この空間 S P の存在が、第一電極 1 1 B の面内において、バイアス効果によるプラズマ中からのイオンの引き込みに、差を生じさせる。これが、被処理体（基板 S）の面内における均一な処理を妨げる。本発明の実施形態では、プレート部 1 5 B とカバー部 1 3 B との間に、スペーサ部 1 2 B を挿入して配置することにより、前記空間 S P の制御を行い、基板 S 上において均一な分布となるプラズマ処理を実現する。

[0021] 図 4 から図 1 1 は、図 2 や図 3 に示された被処理体の載置部において用いられる、各種スペーサ部を示す模式平面図である。以下において、リング形状は「フレーム型（枠のみタイプ）」あるいは中空構造体（枠形状）とも呼称する。円形状と矩形形状は「ブランケット型（シートタイプ）」あるいは「肉薄構造体（極薄状）」とも呼称する。

[0022] 図 4 に示されたスペーサ部 1 2 C は、所定の幅を備えたリング形状のうち周方向の半分である半円部分を切り取って得られた形状を有する。

図 5 に示されたスペーサ部 1 2 D は、所定の幅を備えたリング形状の 1 / 4 円部分を切り取って得られた形状を有する。図 6 に示されたスペーサ部 1 2 E は、円形状を有する。図 7 に示されたスペーサ部 1 2 F は、矩形形状を有する。図 8 に示されたスペーサ部 1 2 G は、円形状の半円部分を切り取って得られた形状を有する。図 9 に示されたスペーサ部 1 2 H は、円形状の 1 / 4 円部分を切り取って得られた形状を有する。

図 4 から図 9 に示されたスペーサ部は、いずれも、シートであり、スペーサ部において中央部に切り取られた領域を持たない「フレーム型（シートタイプ）」である。

[0023] 図10に示されたスペーサ部12Iは、所定の幅を備えたリング形状を有する。図11に示されたスペーサ部12Jは、所定の幅を備えたリング形状の1/4円部分となる輪郭を有するフレーム12Jaである。スペーサ部12Jは、フレーム12Jaの内部に形成された空隙部12Jbを有する。

図10、図11に示されたスペーサ部は、いずれも、シートであり、所定の外形輪郭となるフレームの中央に切り取られた空隙部を有する「フレーム型（枠のみタイプ）」である。

[0024] 本実施形態に係る被処理体の処理装置により、被処理体である基板Sにプラズマエッチング処理をおこなって、スペーサ部による基板Sの面内におけるエッチング・レートの分布の均一性を検証した。

図12A及び図12Bは、規格化したエッチング・レートを示すグラフである。図12Aおよび図12Bは、被処理体の処理装置において上述したようにスペーサ部の挿入によって得られた効果を示す。図12Aは、スペーサ部が無い場合（w/o spacer）を表している。図12Bは、スペーサ部が有る場合（w spacer）を表している。図12Cは、図12Bに対応する、エッチング・レートを示すマップである。

図12Aと図12Bにおいて、横軸は「基板（被処理体）中心からの距離R（mm）」であり、縦軸は「規格化したエッチング・レート（a. u.）」である。図12Aと図12Bにおける、4つの角度（0°、45°、90°、315°）は、図12Cに示した、基板（被処理体）においてエッチング・レートを測定した方向である。

[0025] 図12Aおよび図12Bのエッチング・レートを測定した際の主な処理条件は、高周波電源の周波数が13.56MHz、バイアス電力（Bias Power）が150W、Arガス流量が250sccm、プロセス圧力が0.4Paである。

[0026] 図12Aに示す結果から、スペーサ部が無い場合は、エッチング・レートが4つの角度方向において異なり、被処理体の面内において処理にバラツキが生じたことが分かる。

図 1 2 B に示す結果から、スペーサ部の挿入によって、エッチング・レートが 4 つの角度方向において同レベルとなり、被処理体の面内における処理のバラツキが解消されたことが分かる。

以上の結果から、本実施形態のスペーサ部を挿入して配置することにより、上述した空間高さの制御を行い、基板上において均一な分布となるプラズマ処理をもたらすことが確認された。

[0027] 本実施形態に係る被処理体の処理装置により、被処理体である基板 S にプラズマエッチング処理をおこなって、スペーサ部による基板 S の面内におけるエッチング・レートの分布の均一性を検証した。

図 1 3 A から図 1 3 E は、エッチング・レートを示すマップであり、スペーサ部の厚さ依存性を示す。

図 1 3 A は、スペーサ部が無い場合 (w/o) を表す。図 1 3 B から図 1 3 D は、順にスペーサ部の厚さが 0. 2 mm、0. 3 mm、0. 4 mm の場合を表している。図 1 3 A から図 1 3 D において、黒色領域から白色領域に向けた濃淡 (灰色の濃さの変化) は、その領域におけるエッチング・レートが小さい状態から大きい状態までの変化を表している。

図 1 3 E は、スペーサ部と基板との重なり状態を示す模式平面図である。スペーサ部としては、図 4 に示した所定の幅を備えたリング形状のうち周方向の半分である半円部分を切り取って得られた形状を有するスペーサ部、即ち、の「ブラケット型 (シートタイプ)」 (内径 9 5 mm、外径 1 7 7 mm) を用いた。

[0028] 図 1 3 A に示す結果から、スペーサ部が無い場合には、エッチング・レートの大きな領域 (白色領域) が図 1 3 A 中の右下側に偏って分布していることが分かる。

図 1 3 B に示す結果から、スペーサ部の厚さが 0. 2 mm の場合には、エッチング・レートの大きな領域 (白色領域) が、図 1 3 B 中の右側中央から上側中央に分布しており、図 1 3 A に示したエッチング・レートの偏った分布が解消する傾向にあることが分かる。

図13Cに示す結果から、スペーサ部の厚さが0.3mmの場合には、エッチング・レートの大きな領域（白色領域）が、図13C中の右下側、右上側、上側、左側の4つの方向に、バランス良く分布していることが分かる。

図13Dに示す結果から、スペーサ部の厚さが0.4mmの場合には、エッチング・レートの大きな領域（白色領域）が、図13D中の左上側から下側に亘って偏って分布していることが分かる。

[0029] 以上の結果から、本実施形態のスペーサ部の厚さを変化させることにより、基板の面内におけるエッチング・レートの分布の傾向を変えることができることが確認された。前述の条件においては、スペーサ部の厚さ0.3mmの場合（図13C）が最も良い結果を得ることが分かった。このように、エッチング・レートが小さい部位（図13Aにおいて黒色領域）に、「ブランケット型（シートタイプ）」のスペーサ部を挿入することにより、基板の面内におけるエッチング・レートの分布の均一化が図れることが明らかとなった。

[0030] 本実施形態に係る被処理体の処理装置により、被処理体である基板Sにプラズマエッチング処理をおこなって、スペーサ部による基板Sの面内におけるエッチング・レートの分布の均一性を検証した。

図14Aから図14Cは、エッチング・レートを示すマップであり、スペーサ部の形状の違いによる効果を示す。

図14Aは、スペーサ部が無い場合（w/o）を示す。図14Bは、スペーサ部が「ブランケット型（シートタイプ）」の場合（b l a n k e t）を示す。図14Cは、スペーサ部が「フレーム型（枠のみタイプ）」の場合（f r a m e（r i n g））を示す。

図14Bと図14Cにおいて、点線で囲んだ領域がスペーサ部を配置した領域を表している。

[0031] 図14Bと図14Cに示す結果から、スペーサ部の形状を変えることにより、スペーサ部が挿入される位置に関係なく、基板の面内におけるエッチング・レートの分布の傾向を変えることができることが確認された。

[0032] 図15は、互いに対向するカバー部13と第一電極11（図2参照）の2つの面を組み合わせた際に、或いは、互いに対向するカバー部13とプレート部15（図3参照）の2つの面を組み合わせた際に、2つの面の各々の幾何公差に起因する隙間を示す模式断面図である。図15は、カバー部13の下面13dfと、第一電極11Aの上面11ufとの間に、空間（隙間）SPが存在する状態を表している。

この空間SPの大きさは、カバー部13の下面13dfにおける凹凸形状（凹凸状態）、及び、第一電極11Aの上面11ufにおける凹凸形状（凹凸状態）、の組み合わせによって決まる。このため、空間SPの大きさは、カバー部13および第一電極11Aの上面11ufにおける面内の場所によって異なる。たとえば、カバー部13の下面13dfにおける凹凸差が0.1mmであり、第一電極11Aの上面11ufにおける凹凸差が0.1mmである場合は、空間の大きさは最大0.2mmとなることを、図15は示している。

ゆえに、上述したスペーサ部の肉厚は、この空間SPの大きさの最高値を考慮して選定することが好ましい。つまり、後述する実験結果から示されるように、スペーサ部の肉厚（厚さ）は、0.1mm以上0.5mm以下であり、向かい合う面のそれぞれの公差の和の0.5倍以上2.5倍以下であることが好ましい。

なお、上述した対向する2つの面に発生する隙間は、カバー部13の下面13dfと、第一電極11Aの上面11ufとの間に限定されない。第一電極11Aの上面11ufに代えて、プレート部15Bの上面15ufが採用された場合も、上記と同様の条件が適用される。すなわち、カバー部13の下面13dfと、プレート部15Bの上面15ufに置き換えてもよい。

[0033] 本実施形態に係る被処理体の処理装置により、被処理体である基板Sにプラズマエッチング処理をおこなって、スペーサ部による基板Sの面内におけるエッチング・レート分布の均一性を検証した。

図16A及び図16Bは、「フレーム型（枠のみタイプ）」のスペーサ部

をプレート部に載置した状態を表す平面図である。図16Aは、プレート部の全体を示す平面図である。図16Bは、図16Aに示すプレート部の一部を拡大した平面図である。

図16A及び図16Bは、図16A及び図16Bにおける一点鎖線で囲む領域に、複数個のスペーサ部を配置した場合である。スペーサ部(Sim)の厚さtは、0.1~0.5mmの範囲とした。

[0034] 図17Aから図17Eは、図16Aおよび図16Bに対応する、エッチング・レートを示すマップであり、スペーサ部の厚さ依存性を示す。図17Aはスペーサ部が無い場合、図17Bから図17Eは、順にスペーサ部の厚さtが、0.1mm、0.2mm、0.3mm、0.5mmの場合、を各々表している。

[0035] 図17Aに示す結果から、スペーサ部が無い場合には、エッチング・レートが大きな領域(白色領域)が図17A中の下側に偏って分布していることが分かる。

図17Bに示す結果から、スペーサ部の厚さが0.1mmの場合には、エッチング・レートの大きな領域(白色領域)が、図17B中の下側から上側へ広がっており、図17Aに示すエッチング・レートの偏った分布が解消する傾向にあることが分かる。

図17Cに示す結果から、スペーサ部の厚さが0.2mmの場合には、エッチング・レートの大きな領域(白色領域)が、リング状となり、バランス良く分布していることが分かる。

図17Dに示す結果から、スペーサ部の厚さが0.3mmの場合には、エッチング・レートの大きな領域(白色領域)が、まだリング状を維持しているが、図17D中のやや上側に偏って分布した状態へ移行しつつあることが分かる。

図17Eに示す結果から、スペーサ部の厚さが0.5mmの場合には、エッチング・レートの大きな領域(白色領域)が、図17E中の上側に偏って分布していることが分かる。

[0036] 以上の結果から、本実施形態では、スペーサ部の厚さを変化させることにより、基板の面内におけるエッチング・レート分布の傾向を変えることができることが確認された。前述の条件においては、スペーサ部の厚さ t が $0.2\text{ mm} \sim 0.3\text{ mm}$ の場合（図 17 C、図 17 D）が最も良い結果を得ることが分かった。このように、エッチング・レートが大きい部位（図 17 A における白色領域）に、「フレーム型（枠のみタイプ）」のスペーサ部を挿入することにより、基板の面内における分布の均一化が図れることが明らかとなった。

[0037] 本実施形態に係る被処理体の処理装置により、被処理体である基板 S にプラズマエッチング処理をおこなって、スペーサ部による基板 S の面内におけるエッチング・レート分布の均一性を検証した。

図 18 A および図 18 B は、「ブランケット型（シートタイプ）」のスペーサ部をプレート部に載置した状態を表す写真である。図 18 A はプレート部の全体を示す平面図である。図 18 B は、プレート部の一部を拡大した平面図である。

図 18 A および図 18 B は、図 18 A および図 18 B における一点鎖線で囲む領域に、1 個のスペーサ部 12 C を配置した場合である。スペーサ部 12 C (Sheet) の厚さ t は、 $0.1 \sim 0.4\text{ mm}$ の範囲とした。

[0038] 図 19 A から図 19 E は、図 18 A および図 18 B に対応する、エッチング・レートを示すマップである。図 19 A ～図 19 E は、スペーサ部の厚さ依存性を示す。図 19 A は、スペーサ部が無い場合、図 19 B から図 19 E は、順にスペーサ部の厚さ t が 0.1 mm 、 0.2 mm 、 0.3 mm 、 0.4 mm の場合、を各々表している。

[0039] 図 19 A に示す結果から、スペーサ部が無い場合には、エッチング・レートが大きな領域（白色領域）が、図 19 A 中の下側に偏って分布していることが分かる。

図 19 B に示す結果から、スペーサ部の厚さが 0.1 mm の場合には、エッチング・レートの大きな領域（白色領域）が、リング状となり、バランス

良く分布していることが分かる。

図 19 C に示す結果から、スペーサ部の厚さが 0.2 mm の場合には、エッチング・レートのかな領域（白色領域）が、リング状を維持するとともに、リング状の中心まで広がり、さらにバランス良く分布していることが分かる。

図 19 D に示す結果から、スペーサ部の厚さが 0.3 mm の場合には、エッチング・レートのかな領域（白色領域）が、まだリング状を維持しているが、リング状の中心にはエッチング・レートの小さな領域（黒色領域）が生じつつあることが分かる。

図 19 E に示す結果から、スペーサ部の厚さが 0.4 mm の場合には、エッチング・レートのかな領域（白色領域）が、図 19 E 中の右側に偏って分布していることが分かる。

[0040] 以上の結果から、本実施形態では、スペーサ部の厚さを変化させることにより、基板の面内におけるエッチング・レートの分布の傾向を変えることができることが確認された。前述の条件においては、スペーサ部の厚さ 0.2 mm の場合（図 19 C）が最も良い結果を得ることが分かった。このように、エッチング・レートが小さな部位（図 19 A において黒色領域）に、「ブラケット型（シートタイプ）」のスペーサ部を挿入することにより、基板の面内における分布の均一化が図れることが明らかとなった。

[0041] 本実施形態に係る被処理体の処理装置により、被処理体である基板 S にプラズマエッチング処理をおこなって、スペーサ部による基板 S の面内におけるエッチング・レートの分布の均一性を検証した。

図 20 から図 23 は、スペーサ部が設置される位置を変更して評価した結果である。図 20 は実験例 1（スペーサ部が無い場合）、図 21 は実験例 2（スペーサ部を全周に配置した場合）、図 22 は実験例 3（スペーサ部を右側の半円部分に配置した場合）、図 23 は実験例 4（スペーサ部を左側の半円部分に配置した場合）、を各々表わしている。

[0042]（実験例 1）

図20は、実験例1（スペーサ部が無い場合）の評価結果を示す一覧表である。図20における（a）は、エッチング・レートを示すマップを示している。図20における（b）は、規格化したエッチング・レートを示すグラフを示している。図20における（c）は、スペーサ部の挿入位置を示している。図20Dは、効果を示している。図20の（b）における、4つの角度（0°、45°、90°、315°）は、図20における（a）に示した、基板（被処理体）においてエッチング・レートを測定した方向である。

実験例1の場合は、図20における（b）から明らかなように、規格化したエッチング・レートが、4つの角度で大きく異なる。すなわち、実験例1では、被処理体に対するエッチング・レートは角度依存性が強く、基板（被処理体）の面内におけるエッチング・レートの分布が不均一であることが分かる。

[0043]（実験例2）

図21は、実験例2（スペーサ部を全周に配置した場合）の評価結果を示す一覧表である。図21における（a）は、エッチング・レートを示すマップを示している。図21における（b）は、規格化したエッチング・レートを示すグラフを示している。図21における（c）は、スペーサ部の挿入位置を示している。図21における（d）は、効果を示している。図21の（b）における、4つの角度（0°、45°、90°、315°）は、図21における（a）に示した、基板（被処理体）においてエッチング・レートを測定した方向である。

実験例2の場合は、図21における（b）から明らかなように、規格化したエッチング・レートが、4つの角度で大きく異なる。すなわち、被処理体に対するエッチング・レートは角度依存性が強く、基板（被処理体）の面内におけるエッチング・レートの分布が不均一であることが分かる。実験例2では、図21の（c）におけるスペーサ部を全周に配置しても、実験例1と同様であり、エッチング・レートの角度依存性は変わらないことが確認された。

[0044] (実験例3)

図22は、実験例3（スペーサ部を右側の半円部分に配置した場合）の評価結果を示す一覧表である。図22における（a）は、エッチング・レートを示すマップを示している。図22における（b）は、規格化したエッチング・レートを示すグラフを示している。図22における（c）は、スペーサ部の挿入位置を示している。図22における（d）は、効果を示している。

実験例3の場合は、図22における（b）から明らかなように、規格化したエッチング・レートが、4つの角度で異なる。すなわち、実験例3では、被処理体に対するエッチング・レートは、実験例1や実験例2に比べて、角度依存性が弱まっているが、基板の面内におけるエッチング・レートの分布がまだ不均一であることが分かる。実験例3のようにスペーサ部を図22の（c）における右側の半円部分に配置しても、実験例1と同様であり、エッチング・レートの角度依存性は残っていることが確認された。

[0045] (実験例4)

図23は、実験例4（スペーサ部を左側の半円部分に配置した場合）の評価結果を示す一覧表である。図23における（a）は、エッチング・レートを示すマップを示している。図23における（b）は、規格化したエッチング・レートを示すグラフを示している。図23における（c）は、スペーサ部の挿入位置を示している。図23における（d）は、効果を示している。

実験例4の場合は、図23における（b）から明らかなように、規格化したエッチング・レートが、4つの角度で殆ど同じ傾向を示した。すなわち、実験例4では、被処理体に対するエッチング・レートは、実験例1や実験例2に比べて、角度依存性が殆ど無くなり、基板の面内におけるエッチング・レートの分布の均一化が図れたことが分かる。実験例4のようにスペーサ部を図23の（c）における左側の半円部分に配置することにより、実験例1のエッチング・レートの角度依存性は解消されたことが確認された。

[0046] 図20から図23に示す結果から、本実施形態では、スペーサ部が設置される位置を変化させることにより、基板の面内におけるエッチング・レート

の分布の傾向を変えることができることが確認された。前述の条件においては、実験例4（スペーサ部を図23の（b）における左側の半円部分に配置した場合）が最も良い結果を得ることが分かった。このように、エッチング・レートが小さい部位（図20の（a）における黒色領域）に、「ブラケット型（シートタイプ）」のスペーサ部を挿入することにより、基板の面内におけるエッチング・レートの分布の均一化が図れることが明らかとなった。

[0047] 以上、本発明の実施形態に係る被処理体の処理装置について説明してきたが、本発明はこれに限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で、適宜変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0048] 本発明は、被処理体の処理装置に広く適用可能である。たとえば、被処理体が大面積の場合や、被処理体をエッチング処理する条件（プロセス圧力、プロセスガス）に合わせ込む必要がある場合などに、本発明の被処理体の処理装置は好適である。

符号の説明

[0049] A T 第二電極（アンテナコイル）、D 仕切りバルブ、G ガス導入装置、P 排気装置、S 被処理体（基板）、10（10A、10B） 載置部、11（11A、11B） 第一電極（支持台）、12 プレート部（調整プレート）、12A～12J スペーサ部、13（13A、13B） カバー部（電極カバー）、16a 第一のマッチングボックス（M／B）、16b 第一電源、17 チャンバ、18a 第二のマッチングボックス（M／B）、18b 第二電源。

請求の範囲

- [請求項1] 内部空間が減圧可能で、前記内部空間において被処理体に対してプラズマ処理されるように構成されたチャンバと、
前記チャンバ内に配され、前記被処理体を載置するための第一電極と、
前記第一電極に対して、負電位のバイアス電圧を印加する第一電源と、
前記チャンバ内にプロセスガスを導入するガス導入装置と、
前記チャンバ内を減圧する排気装置と、
を備え、
前記第一電極と前記被処理体との間に、前記第一電極を覆うように設けられたカバー部が設けられており、
前記第一電極と前記カバー部との間にあって、局所的な領域を占めるように、スペーサ部が配置されている、
被処理体の処理装置。
- [請求項2] 前記スペーサ部が、肉薄構造体からなる、
請求項1に記載の被処理体の処理装置。
- [請求項3] 前記スペーサ部の厚さ（mm）が、0.1以上0.5以下である、
請求項2に記載の被処理体の処理装置。
- [請求項4] 前記スペーサ部の厚さ（mm）が、前記第一電極と前記カバー部が向かい合う面のそれぞれの公差の和の0.5倍以上2.5倍以下である、
請求項2に記載の被処理体の処理装置。
- [請求項5] 前記スペーサ部が、中空構造体からなる、
請求項1に記載の被処理体の処理装置。
- [請求項6] 前記スペーサ部の厚さ（mm）が、0.1以上0.5以下である、
請求項5に記載の被処理体の処理装置。
- [請求項7] 前記スペーサ部の厚さ（mm）が、前記第一電極と前記カバー部が

向かい合う面のそれぞれの公差の和の 0.5 倍以上 2.5 倍以下である、

請求項 5 に記載の被処理体の処理装置。

[請求項 8]

前記第一電極と前記カバー部との間に導電性のプレート部をさらに備え、該カバー部と該プレート部との間に、前記スペーサ部が配置されている、

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の被処理体の処理装置

。