

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7199200号  
(P7199200)

(45)発行日 令和5年1月5日(2023.1.5)

(24)登録日 令和4年12月22日(2022.12.22)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 1 L 21/683(2006.01) H 0 1 L 21/68 N  
H 0 1 L 21/3065(2006.01) H 0 1 L 21/302 1 0 1 G

請求項の数 14 (全22頁)

(21)出願番号	特願2018-206647(P2018-206647)	(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
(22)出願日	平成30年11月1日(2018.11.1)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(65)公開番号	特開2020-72213(P2020-72213A)	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43)公開日	令和2年5月7日(2020.5.7)	(72)発明者	佐々木 芳彦 山梨県韮崎市藤井町北下条2381-1 東京エレクトロン テクノロジーソリュ ーションズ株式会社内
審査請求日	令和3年7月27日(2021.7.27)	(72)発明者	町山 弥 山梨県韮崎市藤井町北下条2381-1 東京エレクトロン テクノロジーソリュ ーションズ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板載置台、基板処理装置及び基板処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

処理容器内で基板を処理するに際し、前記基板を載置して温調する基板載置台であって、隙間を介して複数の温調エリアにエリア分割された金属製の第1プレートと、前記第1プレートに接して、前記第1プレートよりも低い熱伝導率を有する金属製の第2プレートと、を有し、

それぞれの前記温調エリアは、固有の温調を行う温調部を内蔵しており、前記基板を載置する上面を有する前記第1プレートが、前記第2プレートの上面に載置されており、

前記複数の温調エリアは、前記隙間の上下において連続しており、

前記第1プレートは、平面視矩形の外形を有し、隅角部がL型もしくは逆L型の前記隙間によりエリア分割されるか、又は、端辺の中央位置がUの字型もしくは逆Uの字型の前記隙間によりエリア分割される構成を含む、基板載置台。

【請求項2】

前記第1プレートがアルミニウムもしくはアルミニウム合金から形成されており、前記第2プレートがステンレス鋼から形成されている、請求項1に記載の基板載置台。

【請求項3】

前記第2プレートがオーステナイト系ステンレス鋼から形成されている、請求項2に記載の基板載置台。

【請求項4】

いずれか1つの前記温調エリアに電源が電氣的に接続されている、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の基板載置台。

【請求項5】

前記温調部は、ヒータと、温調媒体が流通する温調媒体流路の少なくともいずれか一方を有する、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の基板載置台。

【請求項6】

処理容器と、前記処理容器内において基板を載置して温調する基板載置台と、前記基板載置台の温調源と、を有する基板処理装置であって、

前記基板載置台は、

隙間を介して複数の温調エリアにエリア分割された金属製の第1プレートと、

前記第1プレートに接して、前記第1プレートよりも低い熱伝導率を有する金属製の第2プレートと、を有し、

それぞれの前記温調エリアは、固有の温調を行う温調部を内蔵しており、

前記基板を載置する上面を有する前記第1プレートが、前記第2プレートの上面に載置されており、

前記複数の温調エリアは、前記隙間の上下において連続しており、

前記第1プレートは、平面視矩形の外形を有し、隅角部がL型もしくは逆L型の前記隙間によりエリア分割されるか、又は、端辺の中央位置がUの字型もしくは逆Uの字型の前記隙間によりエリア分割される構成を含む、基板処理装置。

【請求項7】

前記第1プレートがアルミニウムもしくはアルミニウム合金から形成されており、

前記第2プレートがステンレス鋼から形成されている、請求項6に記載の基板処理装置。

【請求項8】

前記第2プレートがオーステナイト系ステンレス鋼から形成されている、請求項7に記載の基板処理装置。

【請求項9】

前記複数の温調エリアは、前記隙間の上下において連続している、請求項6乃至8のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項10】

いずれか1つの前記温調エリアに電源が電氣的に接続されている、請求項6乃至9のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項11】

前記温調部は、ヒータと、温調媒体が流通する温調媒体流路の少なくともいずれか一方を有し、

前記ヒータに対応する前記温調源はヒータ電源であり、前記温調媒体流路に対応する前記温調源はチラーである、請求項6乃至10のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項12】

前記基板処理装置は制御部をさらに有し、

前記制御部は、前記温調源に対して、それぞれの前記温調エリアの有する前記温調部が固有の温度で温調を行う処理を実行させる、請求項6乃至11のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項13】

前記基板載置台が平面視矩形の外形を有し、

前記温調エリアが、矩形棒状の外側温調エリアと、前記外側温調エリアの内側において前記隙間を介して配設される平面視矩形の内側温調エリアと、を有し、

前記外側温調エリアと前記内側温調エリアが共に温調媒体流路を内蔵し、

前記制御部は、前記温調源に対して、前記外側温調エリアの前記温調媒体流路を流通する温調媒体よりも相対的に高温の温調媒体を前記内側温調エリアの前記温調媒体流路に流通させる制御を実行する、請求項12に記載の基板処理装置。

【請求項14】

10

20

30

40

50

処理容器と、前記処理容器内において基板を載置して温調する基板載置台と、前記基板載置台の温調源と、を有する基板処理装置を用いた基板処理方法であって、

前記基板載置台は、

隙間を介して複数の温調エリアにエリア分割された金属製の第1プレートと、

前記第1プレートに接して、前記第1プレートよりも低い熱伝導率を有する金属製の第2プレートと、を有し、

それぞれの前記温調エリアは、固有の温調を行う温調部を内蔵し、

前記基板を載置する上面を有する前記第1プレートが、前記第2プレートの上面に載置されており、

前記複数の温調エリアは、前記隙間の上下において連続しており、

10

前記第1プレートは、平面視矩形の外形を有し、隅角部がL型もしくは逆L型の前記隙間によりエリア分割されるか、又は、端辺の中央位置がUの字型もしくは逆Uの字型の前記隙間によりエリア分割される構成を含み、

それぞれの前記温調エリアにおいて固有の温調を行いながら基板処理を行う、基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、基板載置台、基板処理装置及び基板処理方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

特許文献1には、金属製の基材と、基板を吸着する静電チャックとを有し、基材の少なくとも静電チャックと接触する部分が、マルテンサイト系ステンレス鋼もしくはフェライト系ステンレス鋼により構成されている基板載置台が開示されている。特許文献1に開示の基板載置台とこの基板載置台を備えた基板処理装置によれば、基材と静電チャックの熱膨張差に起因する静電チャックの破損を防止することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2017-147278号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示は、フラットパネルディスプレイ（Flat Panel Display、以下、「FPD」という）の製造過程においてFPD用の基板に対してエッチング処理等を行うに当たり、面内均一性の高い処理を行うのに有利な基板載置台及び基板処理装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の一態様による基板載置台は、

処理容器内で基板を処理するに際し、前記基板を載置して温調する基板載置台であって、隙間を介して複数の温調エリアにエリア分割された金属製の第1プレートと、

40

前記第1プレートに接して、前記第1プレートよりも低い熱伝導率を有する金属製の第2プレートと、を有し、

それぞれの前記温調エリアは、固有の温調を行う温調部を内蔵しており、

前記基板を載置する上面を有する前記第1プレートが、前記第2プレートの上面に載置されている。

【発明の効果】

【0006】

本開示によれば、FPD用の基板に対してエッチング処理等を行うに当たり、面内均一性の高い処理を行う基板載置台、基板処理装置及び基板処理方法を提供することができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施形態に係る基板載置台、基板処理装置及び基板処理方法の一例を示す断面図である。

【図2】図1のII-II矢視図であって、第1プレートの横断面図である。

【図3A】第1プレートの一例を模擬した平面図である。

【図3B】第1プレートの他の例を模擬した平面図である。

【図3C】第1プレートのさらに他の例を模擬した平面図である。

【図3D】第1プレートのさらに他の例を模擬した平面図である。

【図3E】第1プレートのさらに他の例を模擬した平面図である。

10

【図4A】温度解析にて用いた基板載置台モデルの一例の側面図である。

【図4B】温度解析にて用いた基板載置台モデルの他例の側面図である。

【図4C】図4A、図4BのC-C矢視図であって、温度調整板モデルの横断面図であり、解析温度特定箇所を示す図である。

【図5A】放電回数と電極温度の相関グラフを示す図である。

【図5B】図5AのB部を拡大した図である。

【図6】エッチングレート及び選択比を検証する実験において適用した基板載置台の平面図を模擬した図である。

【図7】SiN膜のエッチングレートの温度依存性に関する実験結果を示すグラフである。

【図8】SiO膜のエッチングレートの温度依存性に関する実験結果を示すグラフである。

20

【図9】Si膜のエッチングレートの温度依存性に関する実験結果を示すグラフである。

【図10】SiO/Si選択比の温度依存性に関する実験結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本開示の実施形態に係る基板載置台、基板処理装置及び基板処理方法について、添付の図面を参照しながら説明する。尚、本明細書及び図面において、実質的に同一の構成要素については、同一の符号を付することにより重複した説明を省く場合がある。

【0009】

[実施形態]

&lt;基板載置台、基板処理装置及び基板処理方法&gt;

30

はじめに、本開示の実施形態に係る基板処理装置と基板処理方法、及び基板処理装置を構成する基板載置台の一例について、図1及び図2を参照して説明する。ここで、図1は、実施形態に係る基板載置台と基板処理装置の一例を示す断面図である。また、図2は、図1のII-II矢視図であって、第1プレートの横断面図である。

【0010】

図1に示す基板処理装置100は、FPD用の平面視矩形の基板（以下、単に「基板」という）Gに対して、各種の基板処理方法を実行する誘導結合型プラズマ（Inductive Coupled Plasma: ICP）処理装置である。基板の材料としては、主にガラスが用いられ、用途によっては透明の合成樹脂などが用いられることもある。ここで、基板処理には、エッチング処理や、CVD（Chemical Vapor Deposition）法を用いた成膜処理等が含まれる。FPDとしては、液晶ディスプレイ（Liquid Crystal Display: LCD）やエレクトロルミネセンス（Electro Luminescence: EL）、プラズマディスプレイパネル（Plasma Display Panel: PDP）等が例示される。また、FPD用基板の平面寸法は世代の推移と共に大規模化しており、基板処理装置100によって処理される基板Gの平面寸法は、例えば、第6世代の1500mm×1800mm程度の寸法から、第10世代の2800mm×3000mm程度の寸法までを少なくとも含む。また、基板Gの厚みは0.5mm乃至数mm程度である。

40

【0011】

図1に示す基板処理装置100は、直方体状の箱型の処理容器10と、処理容器10内に配設されて基板Gが載置される平面視矩形の外形の基板載置台60と、制御部90とを

50

有する。

【 0 0 1 2 】

処理容器 1 0 は誘電体板 1 1 により上下 2 つの空間に区画されており、上側空間はアンテナ室を形成するアンテナ容器 1 2 となり、下方空間は処理室を形成するチャンバー 1 3 となる。処理容器 1 0 において、チャンバー 1 3 とアンテナ容器 1 2 の境界となる位置には矩形環状の支持枠 1 4 が処理容器 1 0 の内側に突設するようにして配設されており、支持枠 1 4 に誘電体板 1 1 が載置されている。処理容器 1 0 は、接地線 1 3 c により接地されている。

【 0 0 1 3 】

処理容器 1 0 はアルミニウム等の金属により形成されており、誘電体板 1 1 はアルミナ (  $Al_2O_3$  ) 等のセラミックスや石英により形成されている。

10

【 0 0 1 4 】

チャンバー 1 3 の側壁 1 3 a には、チャンバー 1 3 に対して基板 G を搬出入するための搬出入口 1 3 b が開設されており、搬出入口 1 3 b はゲートバルブ 2 0 により開閉自在となっている。チャンバー 1 3 には搬送機構を内包する搬送室 ( いずれも図示せず ) が隣接しており、ゲートバルブ 2 0 を開閉制御し、搬送機構にて搬出入口 1 3 b を介して基板 G の搬出入が行われる。

【 0 0 1 5 】

また、チャンバー 1 3 の底部には複数の排気口 1 3 d が開設されており、排気口 1 3 d にはガス排気管 5 1 が接続され、ガス排気管 5 1 は開閉弁 5 2 を介して排気装置 5 3 に接続されている。ガス排気管 5 1、開閉弁 5 2 及び排気装置 5 3 により、ガス排気部 5 0 が形成される。排気装置 5 3 はターボ分子ポンプ等の真空ポンプを有し、プロセス中にチャンバー 1 3 内を所定の真空度まで真空引き自在となっている。尚、チャンバー 1 3 の適所に圧力計 ( 図示せず ) が設置されており、圧力計によるモニター情報が制御部 9 0 に送信されるようになっている。

20

【 0 0 1 6 】

誘電体板 1 1 の下面において、誘電体板 1 1 を支持するための支持梁が設けられており、支持梁はシャワーヘッド 3 0 を兼ねている。シャワーヘッド 3 0 は、アルミニウム等の金属により形成されており、陽極酸化による表面処理が施されていてよい。シャワーヘッド 3 0 内には、水平方向に延設するガス流路 3 1 が形成されており、ガス流路 3 1 には、下方に延設してシャワーヘッド 3 0 下方にある処理空間 S に臨むガス吐出孔 3 2 が連通している。

30

【 0 0 1 7 】

シャワーヘッド 3 0 の上面にはガス流路 3 1 に連通するガス供給管 4 1 が接続されており、処理ガス供給源 4 4 に接続されている。ガス供給管 4 1 の途中位置には開閉バルブ 4 2 とマスフローコントローラのような流量制御器 4 3 が介在している。ガス供給管 4 1、開閉バルブ 4 2、流量制御器 4 3 及び処理ガス供給源 4 4 により、処理ガス供給部 4 0 が形成される。尚、ガス供給管 4 1 は途中で分岐しており、各分岐管には開閉バルブと流量制御器、及び処理ガス種に応じた処理ガス供給源が連通している ( 図示せず )。プラズマ処理においては、処理ガス供給部 4 0 から供給される処理ガスがガス供給管 4 1 を介してシャワーヘッド 3 0 に供給され、ガス吐出孔 3 2 を介して処理空間 S に吐出される。

40

【 0 0 1 8 】

アンテナ容器 1 2 内には、高周波アンテナ 1 5 が配設されている。高周波アンテナ 1 5 は、銅やアルミニウム等の良導電性の金属から形成されるアンテナ線 1 5 a を、環状もしくは渦巻き状に巻装することにより形成される。例えば、環状のアンテナ線 1 5 a を多重に配設してもよい。

【 0 0 1 9 】

アンテナ線 1 5 a の端子にはアンテナ容器 1 2 の上方に延設する給電部材 1 6 が接続されており、給電部材 1 6 の上端には給電線 1 7 が接続され、給電線 1 7 はインピーダンス整合を行う整合器 1 8 を介して高周波電源 1 9 に接続されている。高周波アンテナ 1 5 に

50

対して高周波電源 19 から例えば 13.56 MHz の高周波電力が印加されることにより、チャンバー 13 内に誘導電界が形成される。この誘導電界により、シャワーヘッド 30 から処理空間 S に供給された処理ガスがプラズマ化されて誘導結合型プラズマが生成され、プラズマ中のイオン及びラジカルが基板 G に提供される。高周波電源 19 はプラズマ発生用のソース源であり、以下で詳説するように基板載置台 60 に接続されている高周波電源 73 (電源の一例) は、発生したイオンを引き付けて運動エネルギーを付与するバイアス源となる。このように、イオンソース源には誘導結合を利用してプラズマを生成し、別電源であるバイアス源を基板載置台 60 に接続してイオンエネルギーの制御を行うことにより、プラズマの生成とイオンエネルギーの制御が独立して行われ、プロセスの自由度を高めることができる。高周波電源 19 から出力される高周波電力の周波数は、0.1 乃至 500 MHz の範囲内で設定されるのが好ましい。

10

#### 【0020】

次に、基板載置台 60 について説明する。図 1 に示すように、基板載置台 60 は、複数の温調エリア 61a、61b によりエリア分割された金属製の第 1 プレート 61 と、それぞれの温調エリア 61a、61b に接する 1 枚の金属製の第 2 プレート 63 とを有する。第 1 プレート 61 を形成する各温調エリア 61a、61b は隙間 66 を介してエリア分割されており、隙間 66 の上下位置において各温調エリア 61a、61b は連続している。即ち、隙間 66 は第 1 プレート 61 の内部において空洞を形成している。また、第 1 プレート 61 の下面において、第 2 プレート 63 が接続されている。

20

#### 【0021】

第 1 プレート 61 の平面視形状は矩形であり、基板載置台 60 に載置される FPD と同程度の平面寸法を有する。例えば、図 2 に示す第 1 プレート 61 は、載置される基板 G と同程度の平面寸法を有し、長辺の長さ t2 は 1800 mm 乃至 3000 mm 程度であり、短辺の長さ t3 は 1500 mm 乃至 2800 mm 程度の寸法に設定できる。この平面寸法に対して、第 1 プレート 61 と第 2 プレート 63 の厚みの総計は、例えば 50 mm 乃至 100 mm 程度となり得る。

#### 【0022】

第 1 プレート 61 の下方に配設される第 2 プレート 63 は、第 1 プレート 61 よりも低い熱伝導率を有する金属製のプレートである。例えば、第 1 プレート 61 は、アルミニウムもしくはアルミニウム合金から形成される。一方、第 2 プレート 63 は、ステンレス鋼から形成される。

30

#### 【0023】

第 1 プレート 61 の形成材料であるアルミニウムは熱伝導率の高い金属材料であり、JIS 規格として、A5052、A6061、A1100 等が挙げられる。A5052 の熱伝導率は 138 W/m・K であり、A6061 の熱伝導率は 180 W/m・K であり、A1100 の熱伝導率は 220 W/m・K である。

#### 【0024】

一方、第 2 プレート 63 の形成材料であるステンレス鋼は熱伝導率の低い金属材料である。ステンレス鋼には、マルテンサイト系ステンレス鋼やフェライト系ステンレス鋼、オーステナイト系ステンレス鋼が含まれる。

40

#### 【0025】

マルテンサイト系ステンレス鋼は、金属組織が主としてマルテンサイト相からなり、JIS 規格として、SUS403、SUS410、SUS420J1、SUS420J2 が好適である。また、その他のマルテンサイト系ステンレス鋼として、SUS410S、SUS440A、SUS410F2、SUS416、SUS420F2、SUS431 等を挙げることができる。マルテンサイト系ステンレス鋼の熱伝導率に関し、SUS403 の熱伝導率は 25.1 W/m・K、SUS410 の熱伝導率は 24.9 W/m・K、SUS420J1 の熱伝導率は 30 W/m・K、SUS440C の熱伝導率は 24.3 W/m・K である。

#### 【0026】

50

一方、フェライト系ステンレス鋼は、金属組織が主としてフェライト相からなり、JIS規格としてSUS430が好適である。また、その他のフェライト系ステンレス鋼として、SUS405、SUS430LX、SUS430F、SUS443J1、SUS434、SUS444等を挙げることができる。フェライト系ステンレス鋼の熱伝導率に関し、SUS430の熱伝導率は $26.4 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ である。

【0027】

さらに、オーステナイト系ステンレス鋼は、金属組織が主としてオーステナイト相からなり、JIS規格として、SUS303、SUS304、SUS316が好適である。オーステナイト系ステンレス鋼の熱伝導率に関し、SUS303及びSUS316の熱伝導率は $15 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ であり、SUS304の熱伝導率は $16.3 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ である。

10

【0028】

このように、アルミニウムの熱伝導率に対してステンレス鋼の熱伝導率は $1/5$ 乃至 $1/10$ 程度と低い熱伝導率を有する。

【0029】

第1プレート61と第2プレート63の積層体は、絶縁材料からなる矩形部材68上に載置されており、矩形部材68はチャンバー13の底板上に固定されている。

【0030】

基板Gを載置する第1プレート61の上には、基板Gが直接載置される載置面を備えた静電チャック67が形成されている。静電チャック67は、アルミナ等のセラミックスを溶射して形成される誘電体被膜であり、静電吸着機能を有する電極67aを内蔵する。電極67aは、給電線74を介して直流電源75に接続されている。制御部90により、給電線74に介在するスイッチ(図示せず)がオンされると、直流電源75から電極67aに直流電圧が印加されることによりクーロン力が発生する。このクーロン力により、基板Gが静電チャック67の上面に静電吸着され、第1プレート61の上面に載置された状態で保持される。

20

【0031】

基板載置台60は、第1プレート61と第2プレート63、及び静電チャック67により構成される。静電チャック67の上面(基板Gの載置面)もしくは第1プレート61には、熱電対(図示せず)等の温度センサが配設されて、温度センサが静電チャック67の上面もしくは第1プレート61及び基板Gの温度を随時モニターするようにしてもよい。基板載置台60には、基板Gの受け渡しを行うための複数のリフトピン(図示せず)が基板載置台60の上面(静電チャック67の上面)に対して突没自在に設けられている。

30

【0032】

図2に示すように、第1プレート61は、矩形枠状の隙間66の外側にある外側温調エリア61bと、隙間66の内側にある内側温調エリア61aとを有し、隙間66の上下において外側温調エリア61bと内側温調エリア61aは連続している。

【0033】

内側温調エリア61aには、矩形平面の全領域をカバーするように蛇行した温調媒体流路62aが設けられている。図示例の温調媒体流路62aでは、例えば温調媒体流路62aの一端62a1が温調媒体の流入部であり、他端62a2が温調媒体の流出部である。

40

【0034】

一方、外側温調エリア61bには、矩形枠状の全領域をカバーするように、温調媒体が流通する往路と復路が連続する温調媒体流路62bが設けられている。図示例の温調媒体流路62bでは、例えば温調媒体流路62bの一端62b1が温調媒体の流入部であり、他端62b2が温調媒体の流出部である。

【0035】

温調媒体としては液体状の熱媒体、例えば冷媒が適用され、この冷媒には、ガルデン(登録商標)やフロリナート(登録商標)等が適用される。

【0036】

内側温調エリア61aの内蔵する温調媒体流路62aと外側温調エリア61bの内蔵す

50

る温調媒体流路 6 2 b は、いずれも「温調部」の一例である。温調部には、温調媒体が流通する温調媒体流路 6 2 a、6 2 b の他、ヒータ等も含まれる。より具体的には、内側温調エリア 6 1 a と外側温調エリア 6 1 b の双方が、温調部として、温調媒体流路のみを有する図示例の形態の他、ヒータのみを有する形態、さらには温調媒体流路とヒータの双方を有する形態などがある。また、用途によっては、一方が温調媒体流路を有して他方がヒータを有する形態であってもよい。そして、温調部は、図示例におけるチラー 8 1、8 4 等の温調源を含んでおらず、あくまでも基板載置台 6 0 を構成する第 1 プレート 6 1 に内蔵される温調部材のみを指称する。尚、抵抗体であるヒータは、タングステンやモリブデン、もしくはこれらの金属のいずれか一種とアルミナやチタン等との化合物から形成される。

10

## 【 0 0 3 7 】

図 1 に戻り、内側温調エリア 6 1 a に内蔵されている温調媒体流路 6 2 a の両端には、温調媒体流路 6 2 a に対して温調媒体が供給される送り配管 6 4 a と、温調媒体流路 6 2 a を流通して昇温された温調媒体が排出される戻り配管 6 4 b とが連通している。送り配管 6 4 a と戻り配管 6 4 b にはそれぞれ、送り流路 8 2 と戻り流路 8 3 が連通しており、送り流路 8 2 と戻り流路 8 3 はチラー 8 1 に連通している。チラー 8 1 は、温調媒体の温度や吐出流量を制御する本体部と、温調媒体を圧送するポンプとを有する（いずれも図示せず）。

## 【 0 0 3 8 】

チラー 8 1 と、送り流路 8 2 及び戻り流路 8 3 とにより、内側温調エリア 6 1 a に固有の温調源 8 0 A が形成される。

20

## 【 0 0 3 9 】

一方、外側温調エリア 6 1 b に内蔵されている温調媒体流路 6 2 b の両端には、温調媒体流路 6 2 b に対して温調媒体が供給される送り配管 6 4 c と、温調媒体流路 6 2 b を流通して昇温された温調媒体が排出される戻り配管 6 4 d とが連通している。送り配管 6 4 c と戻り配管 6 4 d にはそれぞれ、送り流路 8 5 と戻り流路 8 6 が連通しており、送り流路 8 5 と戻り流路 8 6 はチラー 8 4 に連通している。チラー 8 4 は、温調媒体の温度や吐出流量を制御する本体部と、温調媒体を圧送するポンプとを有する（いずれも図示せず）。

## 【 0 0 4 0 】

チラー 8 4 と、送り流路 8 5 及び戻り流路 8 6 とにより、外側温調エリア 6 1 b に固有の温調源 8 0 B が形成される。

30

## 【 0 0 4 1 】

基板載置台 6 0 は、内側温調エリア 6 1 a に対応する中心エリアと、外側温調エリア 6 1 b に対応する端辺エリアとに対して、それぞれ異なる温度の温調媒体を供給することにより、各エリアを異なる温度に温調する、エリア分割温調を行う載置台である。そのため、内側温調エリア 6 1 a と外側温調エリア 6 1 b は、それぞれに固有の温調源 8 0 A、8 0 B を有する。

## 【 0 0 4 2 】

尚、チラーを共通にした上で、例えば送り流路 8 2、8 5 にヒータ等の温調機構を設け、各温調機構で温調媒体の温度を変化させた後に各温調媒体流路 6 2 a、6 2 b に異なる温度の温調媒体を供給する形態であってもよい。また、温調部がヒータを含む場合は、ヒータに給電線を介して接続される直流電源（ヒータ電源）が温調源に含まれる。

40

## 【 0 0 4 3 】

静電チャック 6 7 の上面もしくは第 1 プレート 6 1 に熱電対等の温度センサが配設されている場合、温度センサによるモニター情報は、制御部 9 0 に随時送信される。そして、送信されたモニター情報に基づいて、基板載置台 6 0（の静電チャック 6 7）もしくは第 1 プレート 6 1 及び基板 G の温調制御が制御部 9 0 により実行される。より具体的には、制御部 9 0 により、チラー 8 1、8 4 から送り流路 8 2、8 5 に供給される温調媒体の温度や流量が調整される。そして、温度調整や流量調整が行われた温調媒体が温調媒体流路 6 2 a、6 2 b に循環されることにより、基板載置台 6 0 の中心エリアと端辺エリアをそ

50



れぞれ固有の温度にて温調制御することができる。静電チャック 67 と基板 G の間には、伝熱ガス供給部から供給流路（いずれも図示せず）を介して、例えば He ガス等の伝熱ガスが供給されるようになっている。静電チャック 67 には多数の貫通孔（図示せず）が開設され、第 2 プレート 63 等には供給流路（図示せず）が埋設されている。供給流路や貫通孔を介し、静電チャック 67 の有する貫通孔を介して基板 G の下面に伝熱ガスを供給することにより、温調制御される基板載置台 60 の温度が伝熱ガスを介して基板 G に速やかに熱伝達され、基板 G の温調制御が行われる。

【 0 0 4 4 】

図 1 に示すように、静電チャック 67 及び第 1 プレート 61 の外周と、矩形部材 68 の上面とにより段部が形成され、この段部には、矩形棒状のフォーカスリング 69 が載置されている。段部にフォーカスリング 69 が設置された状態において、フォーカスリング 69 の上面の方が静電チャック 67 の上面よりも低くなるよう設定されている。フォーカスリング 69 は、アルミナ等のセラミックスもしくは石英等から形成される。基板 G が静電チャック 67 の載置面に載置された状態において、フォーカスリング 69 の上端面の内側端部は基板 G の外周縁部に覆われる。

10

【 0 0 4 5 】

第 2 プレート 63 には貫通孔 63 a が開設されており、給電部材 70 は、貫通孔 63 a を貫通して内側温調エリア 61 a の下面に接続されている。給電部材 70 の下端には給電線 71 が接続されており、給電線 71 はインピーダンス整合を行う整合器 72 を介してバイアス電源である高周波電源 73 に接続されている。即ち、第 1 プレート 61 を構成する内側温調エリア 61 a が高周波電源 73 に対して電氣的に接続されている。基板載置台 60 に対して高周波電源 73 から例えば 13.56 MHz の高周波電力が印加されることにより、プラズマ発生用のソース源である高周波電源 19 にて生成されたイオンを基板 G に引き付けてイオンにイオンエネルギーを付与することができる。エッチングレートのイオンエネルギー依存性はエッチング対象膜を構成する材料によって異なり、従って、プラズマエッチング処理においては、エッチングレートとエッチング選択比を共に高めることが可能になる。尚、第 2 プレート 63 の下面に給電部材 70 が接続され、第 2 プレート 63 を介して第 1 プレート 61 に高周波電力が印加される形態であってもよい。

20

【 0 0 4 6 】

このように、高周波電源 73 から給電され、温調制御が実行される第 1 プレート 61 は、温度調整板と称することもできる。以下、「温度調整板」と称する場合は、アルミニウム等の熱伝導率の高い金属により形成され、温調制御が実行される第 1 プレート 61 を意味する。

30

【 0 0 4 7 】

図 1 に示すように、高周波電源 73 は内側温調エリア 61 a にのみ接続されており、内側温調エリア 61 a と外側温調エリア 61 b の下面には例えばステンレス鋼からなる第 2 プレート 63 が接続されている。第 2 プレート 63 は、チャンバー 13 を構成する矩形部材 68 に対して温度調整板である第 1 プレート 61 を固定する部材である。また、第 2 プレート 63 に給電線 71 が接続される場合は、導電性のある第 2 プレート 63 を介して高周波電源 73 から高周波電力を温度調整板に提供する部材となる。さらに、第 2 プレート 63 は、He ガス等の伝熱ガスを静電チャック 67 の全面に拡散させるための拡散流路（図示せず）を有する部材である。このように、第 2 プレート 63 は、基板載置台 60 を構成する構造部材であると同時に、場合によっては通電性能を必要とされる部材である。以下、第 2 プレート 63 を「伝熱調整板」と称する場合がある。

40

【 0 0 4 8 】

基板載置台 60 は、内側温調エリア 61 a と外側温調エリア 61 b のそれぞれに対して、例えば異なる温度の温調媒体を流通させることにより、基板載置台 60 の中心エリアと端辺エリアを個別に温調制御する載置台である。そのために、内側温調エリア 61 a と外側温調エリア 61 b の間に隙間 66 を設け、双方を熱的に伝え難くしている。例えば、外側温調エリア 61 b に対して内側温調エリア 61 a が相対的に高温に制御され得る。第 1

50

プレート61が熱伝導率の高いアルミニウムから形成されている場合は、第1プレート61が隙間66を有することにより、例えば、内側温調エリア61aの全体を均一な高温状態とすることができ、外側温調エリア61bの全体を均一な低温状態とすることができる。尚、隙間66の上下それぞれにおいて内側温調エリア61aと外側温調エリア61bは連続部を介して連続しているが、連続部の厚みは隙間66以外における第1プレート61の厚みよりも薄く構成される。そのため、内側温調エリア61aと外側温調エリア61bの間の熱伝達は極力抑えることができる。従って、連続部の材質は連続部以外の材質と同様にアルミニウムで構成されてよく、そのため、隙間66は第1プレート61内部に空洞として形成されてよい。

【0049】

仮に、内側温調エリア61aと外側温調エリア61bに接続される第2プレート63の熱伝導率が高いと、それぞれ異なる温度で温調されていた内側温調エリア61aと外側温調エリア61bの温調状態が阻害され得る。具体的には、例えば相対的に高温の内側温調エリア61aから相対的に低温の外側温調エリア61bへの熱伝導が促進され、双方のエリアの温度が近づけられる作用が生じ得る。そこで、基板載置台60においては、第1プレート61よりも低い熱伝導率を有する第2プレート63が配設される。そして、第2プレート63の熱伝導率が低くなるに従い内側温調エリア61aから外側温調エリア61bへの伝熱作用が少なくなることから、第2プレート63は、ステンレス鋼の中でも熱伝導率の最も低いオーステナイト系ステンレス鋼から形成されるのが好ましい。

【0050】

第1プレート61の厚みは、例えば25mm乃至50mmの範囲に設定できる。第1プレート61を構成する内側温調エリア61aと外側温調エリア61bはそれぞれ、温調媒体流路62a、62bを内部に有することから、ある程度の厚みが必要となる。一方で、内側温調エリア61aと外側温調エリア61bの間の温度差を付け易くできるという観点から、第1プレート61は可及的に薄厚であることが好ましい。より詳細には、第1プレート61における温調媒体流路62a、62bの間隙間66部上下の厚みが可及的に薄くなるように第1プレート61内に温調媒体流路62a、62bが設けられることにより、内側温調エリア61aと外側温調エリア61bの間の温度差を付け易くすることができる。

【0051】

一方、第2プレート63の厚みは、例えば20mm乃至45mmの範囲に設定できる。第2プレート63は、伝熱作用を少なくするためにはその厚みを薄くすることが望まれる。しかしながら、FPD用の基板Gと同程度の平面寸法を有していることから、第2プレート63の厚みが20mmよりも薄くなると、撓みによる変形など、剛性不足に起因した強度上の問題が生じ得ることより、第2プレート63の厚みを20mm以上に設定するのがよい。一方、基板載置台の材料として汎用性の高いステンレス鋼は45mm程度であること(材料コスト)と、伝熱作用との観点から、第2プレート63の厚みを45mm以下に設定するのがよい。

【0052】

制御部90は、基板処理装置100の各構成部、例えば、温調源80A、80Bを構成するチラー81、84や、高周波電源19、73、処理ガス供給部40、圧力計から送信されるモニター情報に基づくガス排気部50等の動作を制御する。制御部90は、CPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)及びRAM(Random Access Memory)を有する。CPUは、RAM等の記憶領域に格納されたレシピ(プロセスレシピ)に従い、所定の処理を実行する。レシピには、プロセス条件に対する基板処理装置100の制御情報が設定されている。制御情報には、例えば、ガス流量や処理容器10内の圧力、処理容器10内の温度や第1プレート61を構成する内側温調エリア61aと外側温調エリア61bの温度、プロセス時間等が含まれる。例えば、内側温調エリア61aと外側温調エリア61bのそれぞれの温度をプラズマエッチング処理等に好適な固有の温度に制御する処理がレシピに含まれる。ここで、「プラズマエッチング処理等に好

10

20

30

40

50

適な固有の温度」とは、FPD用の広幅の基板Gの全範囲における絶縁膜や電極膜等のエッチングレートが同程度となり、面内均一性の高い処理が行われるのに好適なエリアごとに固有の温度のことである。

#### 【0053】

レシピ及び制御部90が適用するプログラムは、例えば、ハードディスクやコンパクトディスク、光磁気ディスク等に記憶されてもよい。また、レシピ等は、CD-ROM、DVD、メモリカード等の可搬性のコンピュータによる読み取りが可能な記憶媒体に収容された状態で制御部90にセットされ、読み出される形態であってもよい。制御部90はその他、コマンドの入力操作等を行うキーボードやマウス等の入力装置、基板処理装置100の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等の表示装置、及びプリンタ等の出力装置といったユーザーインターフェイスを有している。

10

#### 【0054】

基板処理装置100を用いた基板処理方法によれば、エリアごとに固有の温調制御が行われることにより、FPD用の広幅の基板Gにおいて、面内均一性の高い処理を実現することができる。さらに、以下で詳説するように、温調制御が行われる熱伝導率の高い温度調整板(第1プレート61)の上に基板Gが載置されることから、良好な熱応答性(もしくは温度応答性)の下でプラズマ処理を実行することができる。そのため、処理される基板Gの枚数(言い換えれば、プラズマのON-OFFの実施回数)が少ない段階で、温度調整板の温度を安定させることが可能になる。

#### 【0055】

(第1プレートの変形例)

次に、複数の温調エリアを有する第1プレートの変形例について、図3を参照して説明する。図3A乃至図3Eは、第1プレートの変形例を模擬した平面図である。

20

#### 【0056】

図3Aに示す第1プレート61Aは、平面視矩形の金属製プレートが中心から外周側に向かって2つの矩形枠状の隙間66により3つのエリアに分割され、内側エリア61c、中間エリア61d、及び外側エリア61eを有する。内側エリア61c、中間エリア61d、及び外側エリア61eは、それぞれ固有の温調媒体流路やヒータ等の温調部を内蔵し、それぞれの温調部は固有の温調源を有する(いずれも図示せず)。例えば、内側エリア61c、中間エリア61d、及び外側エリア61eの順に温度が低くなるように3エリアの温調制御が行われる。

30

#### 【0057】

一方、図3Bに示す第1プレート61Bは、平面視矩形の金属製プレートの4つの隅角部がL型もしくは逆L型の隙間66により5つのエリアに分割され、中央エリア61fと4つの隅角エリア61gを有する。例えば、隅角エリア61gに対して中央エリア61fが相対的に高温となるように2エリアの温調制御が行われる。

#### 【0058】

一方、図3Cに示す第1プレート61Cは、平面視矩形の金属製プレートの4つの端辺の中央位置がUの字型もしくは逆Uの字型の隙間66にて5つのエリアに分割され、中央エリア61hと4つの端辺中央エリア61jを有する。例えば、端辺中央エリア61jに対して中央エリア61hが相対的に高温となるように2エリアの温調制御が行われる。

40

#### 【0059】

一方、図3Dに示す第1プレート61Dは、平面視矩形の金属製プレートが格子状の隙間66にて9エリアに分割され、中央エリア61k、角エリア61m、辺中央エリア61nを有する。中央エリア61k、角エリア61m、及び辺中央エリア61nは、それぞれ固有の温調媒体流路やヒータ等の温調部を内蔵し、それぞれの温調部は固有の温調源を有する(いずれも図示せず)。例えば、中央エリア61k、角エリア61m、及び辺中央エリア61nの順に温度が低くなるように3エリアの温調制御が行われる。尚、辺中央エリア61nは、長辺における辺中央エリアと短辺における辺中央エリアを異なる温調制御としてもよい。

50

## 【 0 0 6 0 】

さらに、図 3 E に示す第 1 プレート 6 1 E は、平面視矩形の金属製プレートが中心から外周側に向かって 2 つの矩形棒状の隙間 6 6 により大きく 3 つのエリアに分割される。具体的には、内側エリア 6 1 p、中間エリア 6 1 q を有し、さらに、外側のエリアは、4 つの隅角部にある隅角エリア 6 1 r と、4 つの端辺中央エリア 6 1 s、6 1 t が隙間 6 6 によりエリア分割された形態である。尚、4 つの端辺のうち、2 つの長辺における端辺中央エリアを 6 1 s とし、2 つの短辺における端辺中央エリアを 6 1 t としてもよい。内側エリア 6 1 p、中間エリア 6 1 q、隅角エリア 6 1 r、端辺中央エリア 6 1 s、6 1 t は、それぞれ固有の温調媒体流路やヒータ等の温調部を内蔵し、それぞれの温調部は固有の温調源を有する（いずれも図示せず）。

10

## 【 0 0 6 1 】

この第 1 プレート 6 1 E では、各エリアの温調制御の形態も複数存在する。第 1 プレート 6 1 E における第一の温度制御形態は、例えば、内側エリア 6 1 p、中間エリア 6 1 q、隅角エリア 6 1 r、端辺中央エリア 6 1 s、6 1 t の順に温度が低くなるように 4 エリアの温調制御が行われる。ここで、端辺中央エリア 6 1 s、6 1 t は同一温度に制御される。

## 【 0 0 6 2 】

一方、第 1 プレート 6 1 E における第 2 の温度制御形態は、例えば、内側エリア 6 1 p、中間エリア 6 1 q、隅角エリア 6 1 r、端辺中央エリア 6 1 s、端辺中央エリア 6 1 t の順に温度が低くなるように 5 エリアの温調制御が行われる。ここで、端辺中央エリア 6 1 s、6 1 t は異なる温度に制御される。

20

## 【 0 0 6 3 】

いずれの変形例に係る第 1 プレートにおいても、エリアごとに固有の温調制御が行われることにより、F P D 用の広幅の基板 G において、面内均一性の高い処理を実現することができる。

## 【 0 0 6 4 】

## 〔 温度解析 〕

次に、図 4 と表 1 を参照して、温度解析の結果を説明する。本温度解析では、温調媒体流路を有する温度調整板と、温度調整板に接続される伝熱調整板との金属種を変化させ、さらに、温度調整板と伝熱調整板の上下位置を反転させて 4 種の解析モデルを作成し、各解析モデルに対して温度解析を実行した。本温度解析により温度調整板の複数箇所における温度を特定し、最高温度及び最低温度の温度差を検証した。ここで、図 4 A と図 4 B はいずれも、温度解析にて用いた基板載置台モデルの一例の側面図であり、図 4 C は、図 4 A 及び図 4 B の C - C 矢視図であって、温度調整板モデルの横断面図であり、解析温度特定箇所を示す図である。

30

## 【 0 0 6 5 】

## （ 解析概要 ）

本発明者等は、コンピュータ内において、以下、4 種の解析モデルを作成した。以下の解析モデル 1 乃至 3 はそれぞれ比較例 1 乃至比較例 3 であり、解析モデル 4 は実施例である。尚、便宜上、上下いずれに配置されるかにかかわらず、温調媒体流路を有する方を温度調整板モデル、有さない方を伝熱調整板モデルとして表記する。

40

## 【 0 0 6 6 】

## &lt; 解析モデル 1 &gt;

解析モデル 1 は、図 4 A に示す解析モデル M 1 であり、下方に温度調整板モデル M b を有し、上方に伝熱調整板モデル M a を有する。温度調整板モデル M b は A 5 0 5 2 を素材として厚み 4 5 m m とし、伝熱調整板モデル M a は S U S 3 0 4 を素材として厚み 2 5 m m とした。温度調整板モデル M b は、図 4 C に示すように、矩形棒状の隙間 G を介して内側温調エリア M b 1 と外側温調エリア M b 2 を有する。内側温調エリア M b 1 は温調媒体流路モデル M b 1 1 を有し、外側温調エリア M b 2 は温調媒体流路モデル M b 2 1 を有する。

50

## 【 0 0 6 7 】

## &lt; 解析モデル 2 &gt;

解析モデル 1 と基本構成は同様であるが、温度調整板モデル M b、伝熱調整板モデル M a とともに A 5 0 5 2 を素材とした。

## 【 0 0 6 8 】

## &lt; 解析モデル 3 &gt;

解析モデル 3 は、図 4 B に示す解析モデル M 2 であり、上方に温度調整板モデル M c を有し、下方に伝熱調整板モデル M d を有する。温度調整板モデル M c は A 5 0 5 2 を素材として厚み 2.5 mm とし、伝熱調整板モデル M d は A 5 0 5 2 を素材として厚み 2.5 mm とした。温度調整板モデル M c は、図 4 C に示すように、矩形枠状の隙間 G を介して内側温調エリア M c 1 と外側温調エリア M c 2 を有する。内側温調エリア M c 1 は温調媒体流路モデル M c 1 1 を有し、外側温調エリア M c 2 は温調媒体流路モデル M c 2 1 を有する。

10

## 【 0 0 6 9 】

## &lt; 解析モデル 4 &gt;

解析モデル 3 と基本構成は同様であるが、温度調整板モデル M c は A 5 0 5 2 を素材とし、伝熱調整板モデル M d は S U S 3 0 4 を素材とした。

## 【 0 0 7 0 】

本温度解析では、温調媒体流路モデル M b 1 1、M c 1 1 に 5 0 の温調媒体を流通させ、温調媒体流路モデル M b 2 1、M c 2 1 に 0 の温調媒体を流通させた。

## 【 0 0 7 1 】

## ( 解析結果 )

図 4 C における複数の解析温度特定箇所を点 O 乃至点 C で示す。ここで、点 O は解析モデル M 1、M 2 の中心点であり、点 A は短辺の中央位置であり、点 C は隅角部位置であり、点 B は点 O と点 C を結ぶ直線上の隙間 G に対応する位置である。各解析モデルともに、点 O が最高温度を示し、点 C が最低温度を示しており、それらの差分値を求めた。その結果を以下の表 1 に示す。

20

## 【 0 0 7 2 】

## 【 表 1 】

	比較例1 (解析モデル1)	比較例2 (解析モデル2)	比較例3 (解析モデル3)	実施例 (解析モデル4)
O点温度 (°C)	51.3	40.1	37.9	43.7
A点温度 (°C)	18.9	26.8	15.7	13.9
B点温度 (°C)	24.8	27.4	15.5	14.6
C点温度 (°C)	14.6	23.1	14.2	11.6
O点-C点 差分値 (°C)	36.7	17.0	23.7	32.1

30

40

## 【 0 0 7 3 】

50

表 1 より、最高温度と最低温度の差分値の最も大きな比較例 1 と実施例の 2 ケースが好ましいエリア温調形態であることが分かった。

【 0 0 7 4 】

そこで、次に、熱応答性に関する検証を以下で行う。

【 0 0 7 5 】

[ 熱応答性に関する一考察 ]

図 5 を参照して、熱応答性に関する一考察について説明する。ここで、図 5 A は、上記温度解析における実施例と比較例 1 の放電回数と電極温度の相関グラフを示す図であり、図 5 B は、図 5 A の B 部を拡大した図である。

【 0 0 7 6 】

熱応答性（もしくは温度応答性）とは、電極板の温調後、プラズマ処理が繰り返される過程における電極板の温度安定性のことであり、温度が安定するまでの時間（もしくは放電回数）が短い（少ない）方が熱応答性が良好となる。

【 0 0 7 7 】

基板処理枚数の増加、言い換えればプラズマの ON - OFF の繰り返し回数（放電回数）により、温度調整板の温度は徐々に上昇していく。実施例の温度調整板は熱伝導率の高いアルミニウム製であることから、良好な熱応答性の下でプラズマ処理を実行することができる。そのため、図 5 A に示すように、放電回数が少ない段階で、温度調整板の温度を安定させることが可能になり、処理される基板 G の枚数に依存しないプロセスを実現できる。

【 0 0 7 8 】

一方、比較例 1 の伝熱調整板は熱伝導率の低いステンレス製であることから、表 1 に示すように面内の温度差は高いものの、熱応答性は実施例よりも劣るため、伝熱調整板の温度が安定するまでの時間は実施例よりも長くなる。尚、図 5 B に示すように、X 1 の位置でプラズマが ON され、X 2 の位置でプラズマが OFF され、このような放電が繰り返されることにより温度は安定していくことになるが、比較例 1 と比べて実施例は温度が安定するまでの放電回数が少なくてもよい。

【 0 0 7 9 】

このように、上記する温度解析の結果と熱応答性に関する考察の双方を勘案すると、実施例の温度調整板と伝熱調整板の構成が好ましいと結論付けることができる。

【 0 0 8 0 】

[ エッチングレート及び選択比の温度依存性に関する実験 ]

次に、複数の絶縁膜のエッチングレート及び選択比の温度依存性に関する実験について、図 6 乃至図 10 を参照して説明する。ここで、図 6 は、実験にて適用した基板載置台の平面図を模擬した図である。

【 0 0 8 1 】

( 実験概要 )

本実験においては、載置台の温度を変えて、それぞれの領域におけるプロセス性能について評価した。実験では、内側温調エリアに対応する中央の平面視矩形エリアを中心点 O を含むセンターエリア CA とし、外側温調エリアに対応する外側の平面視矩形棒状のエリアをエッジ E を含むエッジエリア EA とする。さらに、センターエリア CA とエッジエリア EA の中間ラインをミドルエリア MA とする。

【 0 0 8 2 】

本実験において、基板載置台が収容される基板処理装置は誘導結合型プラズマ処理装置であり、チャンパー内の圧力を 5 m T o r r 乃至 1 5 m T o r r ( 0 . 6 6 5 P a 乃至 1 . 9 9 5 P a ) に設定し、ICP ソース電力とバイアス電力を共に 5 k W 乃至 1 5 k W に設定した。そして、エッチングガスとして、F 系ガス、例えば C H F <sub>3</sub>、C H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>、C H <sub>3</sub> F、C F <sub>4</sub>、C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>、C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> などから選択されるガスと、希釈ガス、例えば H e、A r、X e などから選択されるガスとからなる混合ガスを適用してプラズマエッチング処理を行った。

10

20

30

40

50

## 【0083】

本実験では、基板上にSiN膜が成膜されている試験体、基板上にSiO膜が成膜されている試験体、基板上にゲート電極用のSi膜(Poly-Si膜)が成膜されている試験体について、それぞれの絶縁膜や電極膜のエッチングレートの温度依存性を検証した。さらに、基板上にSi膜とSiO膜が成膜されている多層膜において、SiO/Si選択比(SiO膜の選択性)の温度依存性についても検証した。

## 【0084】

(実験結果)

図7は、SiN膜のエッチングレートの温度依存性に関する実験結果を示すグラフである。また、図8は、SiO膜のエッチングレートの温度依存性に関する実験結果を示すグラフである。また、図9は、Si膜のエッチングレートの温度依存性に関する実験結果を示すグラフである。さらに、図10は、SiO/Si選択比の温度依存性に関する実験結果を示すグラフである。

10

## 【0085】

各グラフ共に、実線グラフは図6に示す基板載置台のエッジエリアにおけるエッチングレートおよび選択比の温度依存性に関するグラフであり、点線グラフは図6に示すセンターエリアにおけるエッチングレート及び選択比の温度依存性に関するグラフである。さらに、一点鎖線は、図6に示すミドルエリアにおけるエッチングレート及び選択比の温度依存性に関するグラフである。

## 【0086】

図7より、SiN膜は温度依存性を有することが実証されている。エッジエリアのエッチングレートに関しては、低温と高温の間で大きなエッチングレートの差がないことが分かる。一方、センターエリアにおけるエッチングレートに関しては、低温でエッチングレートが低く、高温でエッチングレートが高くなり、エッジエリアの低温時のエッチングレートと同程度になることが分かる。

20

## 【0087】

図7に示す実験結果より、SiN膜のエッチング処理に関しては、基板載置台のエッジエリアを低温に温調し、センターエリアを高温に温調する制御を行うことにより、基板載置台の全範囲に亘って可及的に均一で高いエッチングレートが得られることが実証されている。

30

## 【0088】

次に、図8より、SiO膜は温度依存性がないことが実証されている。従って、SiO膜のエッチングの際に、エリア別の温調制御は必ずしも必要でないことが分かる。

## 【0089】

次に、図9より、Si膜は温度依存性を有することが実証されている。エッジエリアのエッチングレートに関しては、低温と高温の間でエッチングレートにある程度の差がある一方、センターエリアにおけるエッチングレートに関しては、低温と高温の間でエッジエリアほどのエッチングレートの差がないことが分かる。

## 【0090】

図9に示す実験結果より、Si膜のエッチング処理に関しては、基板載置台のエッジエリアを低温に温調し、センターエリアを高温に温調する制御を行うことにより、基板載置台の全範囲に亘って可及的に均一なエッチングレートが得られることが実証されている。尚、図7及び図8と図9を比較することにより、Si膜のエッチングレートは、SiN膜やSiO膜等の絶縁膜のエッチングレートと比べて低いことが分かる。このことは、図10に示すSiO/Si選択比が高くなることに繋がる。

40

## 【0091】

図10より、SiO/Si選択比は温度依存性を有することが実証されている。エッジエリアの選択比に関しては、低温で高く、高温に行くに従い急激に低くなることが分かり、図7及び図9に示す端辺グラフと逆の傾向を示す。一方、センターエリアの選択比に関しては、低温で高く(エッジグラフよりも高い)、高温に行くに従い徐々に低くなるもの

50

の、エッジグラフの低温時の選択比と同程度になることが分かる。

【0092】

図10に示す実験結果より、Si膜上に成膜されているSiO膜のエッチング処理に関しては、基板載置台のエッジエリアを低温に温調し、センターエリアを高温に温調することにより、基板載置台の全範囲に亘って可及的に均一で高いSiO選択性が得られることが実証されている。

【0093】

本実験により、SiN膜のエッチング処理、Si膜のエッチング処理のいずれにおいても、基板載置台のエッジエリアを低温に温調し、センターエリアを高温に温調する制御を行うことにより、基板の全範囲に亘って可及的に均一なエッチング処理を行うことができる。特に、SiN膜の場合、基板の全範囲に亘って可及的に均一なエッチング処理を行うことに加えて、高いエッチングレートが得られることになる。また、Si膜上に成膜されているSiO膜のエッチング処理に関しても、基板載置台のエッジエリアを低温に温調し、センターエリアを高温に温調する制御を行うことにより、基板の全範囲に亘って可及的に均一で高いSiO/Si選択比が得られることになる。

【0094】

尚、SiN膜やSiO膜等の絶縁膜、Si膜等の導電膜の種類により、エッジエリアとセンターエリアのそれぞれに好適な温調温度は相違し得ることから、絶縁膜種や導電膜種に応じて、それぞれに好適な温調温度にてエリアごとの温調制御を行うことが望ましい。

【0095】

上記実施形態に挙げた構成等に対し、その他の構成要素が組み合わされるなどした他の実施形態であってもよく、また、本開示はここで示した構成に何等限定されるものではない。この点に関しては、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で変更することが可能であり、その応用形態に応じて適切に定めることができる。

【0096】

例えば、図示例の基板処理装置100は誘電体窓を備えた誘導結合型のプラズマ処理装置として説明したが、誘電体窓の代わりに金属窓を備えた誘導結合型のプラズマ処理装置であってもよく、他の形態のプラズマ処理装置であってもよい。具体的には、電子サイクロトロン共鳴プラズマ(Electron Cyclotron resonance Plasma; ECP)やヘリコン波励起プラズマ(Helicon Wave Plasma; HWP)、平行平板プラズマ(Capacitively coupled Plasma; CCP)が挙げられる。また、マイクロ波励起表面波プラズマ(Surface Wave Plasma; SWP)が挙げられる。これらのプラズマ処理装置は、ICPを含めて、いずれもイオンフラックスとイオンエネルギーを独立に制御でき、エッチング形状や選択性を自由に制御できると共に、 $10^{11}$ 乃至 $10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 程度と高い電子密度が得られる。

【0097】

また、基板処理装置100は、基板Gの対向面に高周波アンテナ15に接続された高周波電源19による高周波電極を有し、基板載置台60にも第1プレート61に接続された高周波電源73による高周波電極を有する装置であるが、いずれか一方の高周波電極のみを有する基板処理装置であってもよい。

【0098】

また、基板処理装置100の第1プレート61を構成する各温調エリアが温調部としてヒータを内蔵し、熱CVD法を用いて成膜処理を行う場合には、プラズマの生成は必ずしも必要ない。

【0099】

また、第1プレート61の上面に静電チャック67や、矩形部材68の上面にフォーカスリング69を備えていない基板載置台が適用されてもよい。

【符号の説明】

【0100】

10 処理容器

10

20

30

40

50



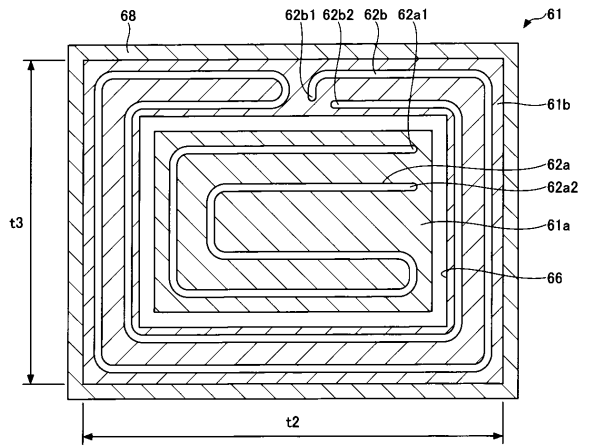
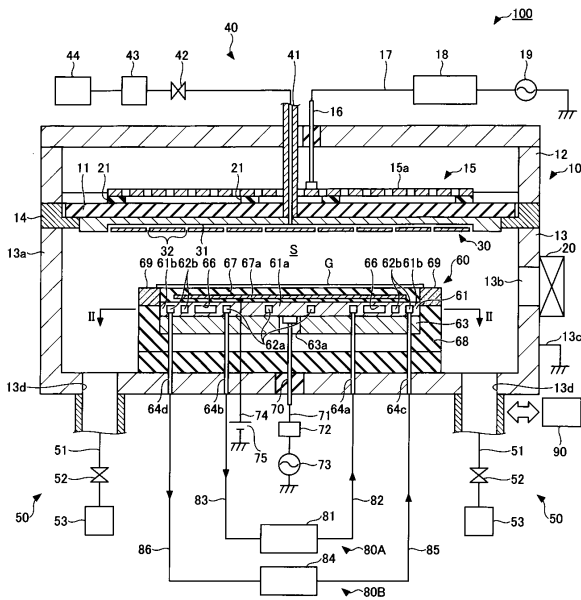
- 6 0                    基板載置台
- 6 1                    第 1 プレート ( 温度調整板 )
- 6 1 a                 温調エリア ( 内側温調エリア )
- 6 1 b                 温調エリア ( 外側温調エリア )
- 6 2 a , 6 2 b        温調媒体流路 ( 温調部 )
- 6 3                    第 2 プレート ( 伝熱調整板 )
- 6 6                    隙間
- 8 0 A , 8 0 B        温調源
- 1 0 0                 基板処理装置
- G                     基板

10

【 図面 】

【 図 1 】

【 図 2 】



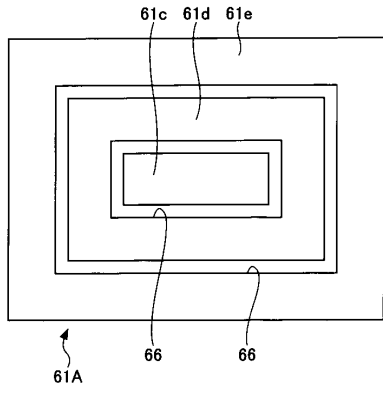
20

30

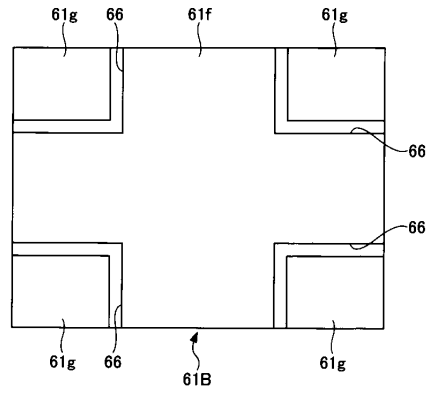
40

50

【 3 A 】

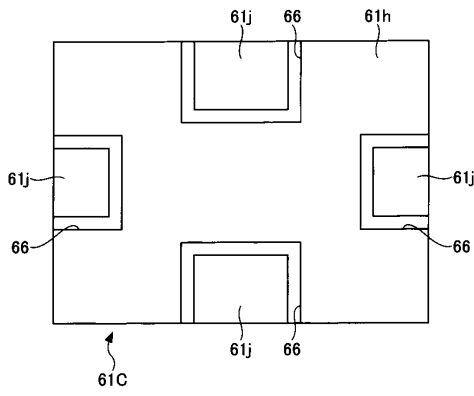


【 3 B 】

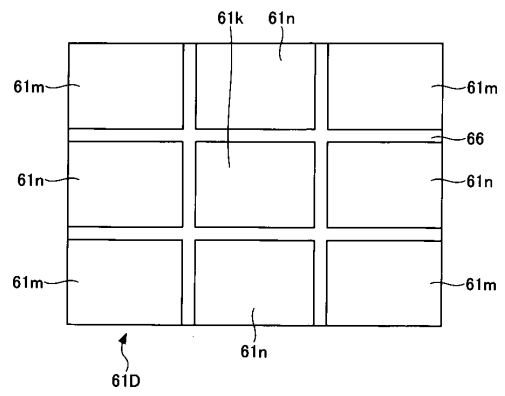


10

【 3 C 】



【 3 D 】



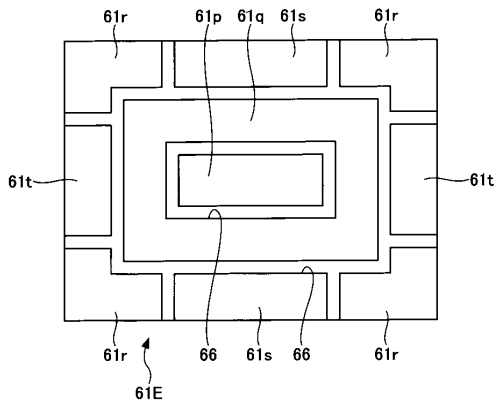
20

30

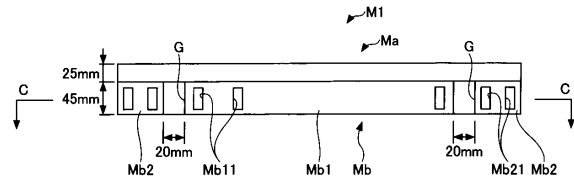
40

50

【 図 3 E 】

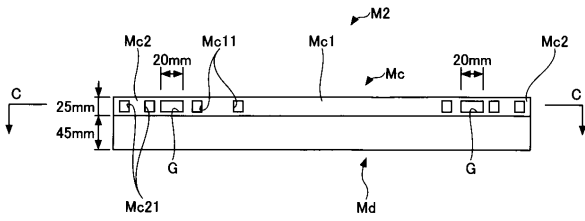


【 図 4 A 】

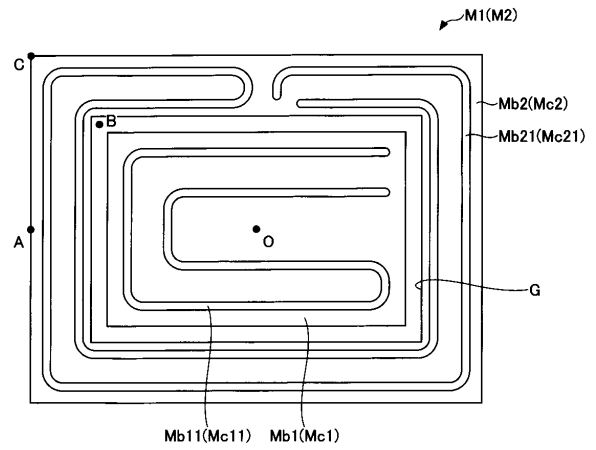


10

【 図 4 B 】



【 図 4 C 】



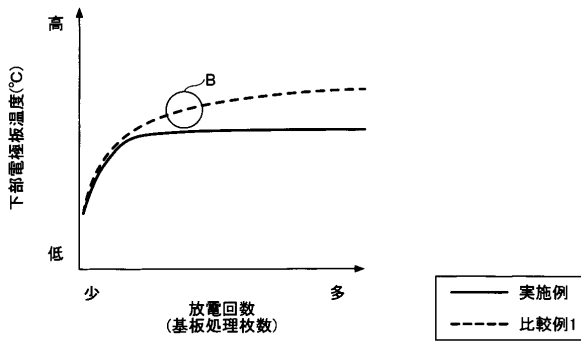
20

30

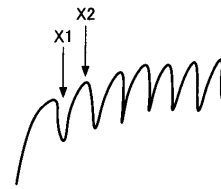
40

50

【図 5 A】

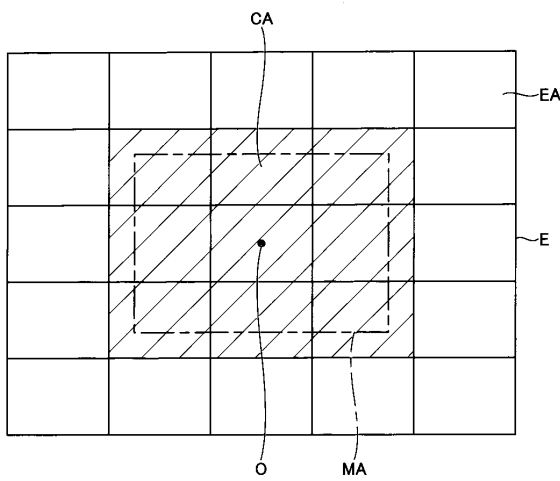


【図 5 B】

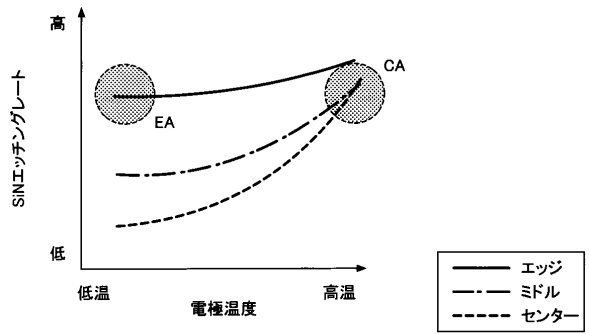


10

【図 6】



【図 7】



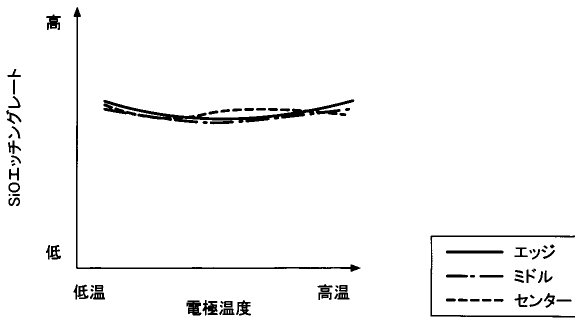
20

30

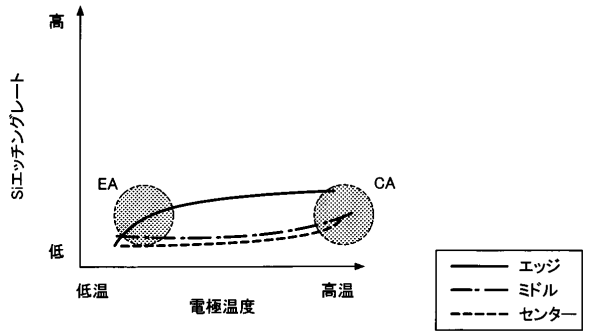
40

50

【 図 8 】

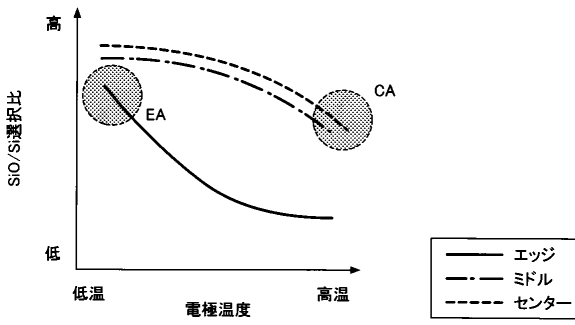


【 図 9 】



10

【 図 10 】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

(72)発明者 南 雅人

山梨県韮崎市藤井町北下条2381-1 東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社内

審査官 空 哲次

(56)参考文献 特開2003-243371(JP,A)  
特開2017-147278(JP,A)  
特開2006-245621(JP,A)  
特開2005-333114(JP,A)  
登録実用新案第3066144(JP,U)  
特開2013-88792(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/683

H01L 21/3065