

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年8月15日(15.08.2019)



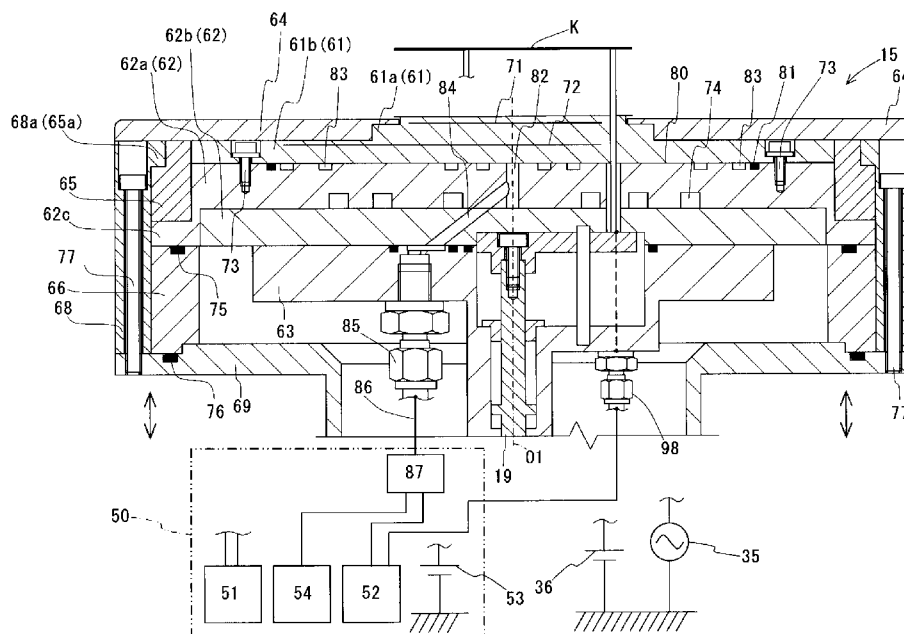
(10) 国際公開番号

WO 2019/155808 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/683 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
H01L 21/205 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/000283
- (22) 国際出願日: 2019年1月9日(09.01.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-021302 2018年2月8日(08.02.2018) JP
- (71) 出願人: S P P テクノロジーズ株式会社 (SPP TECHNOLOGIES CO., LTD.) [JP/JP];
- 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目3番2号 経団連会館15階 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 林 靖 之 (HAYASHI, Yasuyuki);
〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 S P Pテクノロジー株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 村 上 智 司 (MURAKAMI, Satoshi);
〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原5丁目1番28号 新大阪八千代ビル別館9階 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) Title: SUBSTRATE PLACEMENT PLATFORM, PLASMA PROCESSING DEVICE COMPRISING SAME, AND PLASMA PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 基板載置台及びこれを備えたプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法



(57) Abstract: Provided is a substrate placement platform (15) that makes it possible to ameliorate the effect of external factors such as the temperature in a chamber (11). The substrate placement platform (15), which is placed in the chamber (11) in a plasma processing device (1), comprises an electrostatic chuck (61) and a cooling jacket (62). The electrostatic chuck (61) comprises an upper disc part (61a) internally provided with an electrostatic-attraction electrode (71), and a lower disc part (61b) larger in diameter than the upper disc part (61a) and internally provided with a heater (72). A focus

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

ring (64) disposed radially outward on the upper disc part (61a) and covering the upper surface of the lower disc part (61b), an upper annular cover (65) for heat insulation purposes that encloses the lower disc part (61b) and at least some of the cooling jacket (62), and a lower annular cover (66) for heat insulation purposes that sandwiches the cooling jacket (62) with the upper annular cover (65) are made of a ceramic material.

(57) 要約：チャンバ（１１）内の温度等の外部要因の影響を軽減できる基板載置台（１５）を提供する。プラズマ処理装置（１）におけるチャンバ（１１）内に配置された基板載置台（１５）は、静電チャック（６１）と冷却ジャケット（６２）を備えており、静電チャック（６１）は、静電吸着用電極（７１）を内蔵する上側円盤部（６１ａ）と、上側円盤部（６１ａ）より大きい径を有し、かつヒータ（７２）を内蔵する下側円盤部（６１ｂ）とから構成されている。上側円盤部（６１ａ）の径方向外方に配置されて下側円盤部（６１ｂ）の上面を覆うフォーフォーカスリング（６４）と、冷却ジャケット（６２）の少なくとも一部及び下側円盤部（６１ｂ）を囲む断熱用の上側環状カバー（６５）と、上側環状カバー（６５）とで冷却ジャケット（６２）を挟持する断熱用の下側環状カバー（６６）とが、セラミック製である。

明 細 書

発明の名称：

基板載置台及びこれを備えたプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、チャンバ内でプラズマエッチング処理等が施される基板、たとえば半導体用のウェハを静電吸着状態で載置する基板載置台及びこれを備えたプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、チャンバ内に配置された基板載置台に、被処理ワークとして半導体用の基板を載置し、チャンバ内に所定のガスを供給してプラズマ化させ、プラズマ化した処理ガスによって、基板にエッチング処理を施すプラズマ処理装置が知られている。また、プラズマ処理に適した基板載置台として、静電吸着用の電極及び基板加熱用のヒータを内蔵する静電チャックと、この静電チャックの下側に配置された冷却ジャケットとを備えたものが開発されている（特許文献１及び２）。この種の基板載置台は、静電吸着用の電極に電圧を印加することにより、電極表面から静電チャックの上端チャック面にかけての誘電層で誘電分極を起こし、基板との間で発生する静電力により、基板をチャック面に吸着保持する。そして処理中は、ヒータ及び冷却ジャケットによる温度制御により、基板を所定温度に保った状態として、基板にエッチング処理等が施される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００１－６８５３８号公報

特許文献２：特開２００６－２３７３４８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、ヒータ及び冷却ジャケットによる静電チャック及び基板の

温度制御に関し、基板載置台の周囲環境、たとえばチャンバ内温度の影響により、静電チャック及び基板の適切な温度制御が困難になるという問題がある。たとえば、基板を載置していない非処理状態での初期昇温時や所定温度での待機時には、加熱される静電チャックの熱は下側の冷却ジャケットを介して多量に外部に逃げる。このために、大きなヒータ容量が要求され、無駄な電力消費の要因となる。一方、基板を載置してエッチング処理等を行う処理中には、温度上昇した基板から静電チャックに多くの熱が連続的に伝達されるので、大きな抜熱量が要求される。具体的に説明すると、非処理状態における静電チャックの昇温工程並びに所定温度、たとえば200℃での待機時（一定温度工程）では、ヒータによる熱が外部に逃げないようにして、静電チャックを効率良く昇温させ、または静電チャックを一定温度に保つ必要がある。一方、基板の処理中、たとえプラズマエッチング処理中には、基板が必要以上に高温にならないように、基板の熱を効率良く静電チャックを通じて抜熱する必要がある。

[0005] 本発明の目的は、以上の実情に鑑みなされたものであって、チャンバ内温度等の外部要因が静電チャック及び冷却ジャケットに及ぼす影響を軽減し、基板及び静電チャックの温度制御を容易にすることが可能な基板載置台及びこれを備えたプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法の提供をその目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するための本発明は、
被処理用の基板を静電吸着する基板載置台であって、
前記基板を静電吸着する電極を内蔵する上側円盤部と、該上側円盤部の下側に、前記上側円盤部より大きな径を有するとともにヒータを内蔵する下側円盤部とからなる静電チャックと、
前記下側円盤部の下側に配置され、前記静電チャックを冷却する冷却ジャケットと、
前記上側円盤部の径方向外方に配置され、前記下側円盤部の上面を覆うフ

フォーカスリングと、

前記冷却ジャケットの少なくとも一部及び前記下側円盤部を囲む断熱用の上側環状カバーと、

前記上側環状カバーとで前記冷却ジャケットを挟持する断熱用の下側環状カバーとを備え、

前記フォーカスリング、前記上側環状カバー及び前記下側環状カバーは、セラミック製である基板載置台に係る。

[0007] この基板載置台によれば、静電チャック及び冷却ジャケットの上面及び径方向の外方を囲むフォーカスリング、断熱用の上下の環状カバーを、セラミック製としているので、静電チャック及び冷却ジャケットに対する外部影響を軽減でき、静電チャック及び基板に対して効率の良い温度制御が可能となる。

[0008] また、前記基板載置台において、前記ヒータの配置領域は、前記基板の径よりも大きな径を有していることが好ましい。

[0009] この基板載置台によれば、ヒータの配置領域を、基板の径よりも大きな径に設定されているので、静電チャック上の温度分布を、基板の中心部から外周端部まで均一な分布とすることができる。

[0010] また、前記基板載置台において、

前記冷却ジャケットの径方向外周面に外向きのフランジ部が一体に形成され、

前記フランジ部は、前記上側環状カバーと前記下側環状カバーとにより上下から挟持されていることが好ましい。

[0011] この基板載置台によれば、上下のセラミック製の環状カバーで冷却ジャケットの外向きフランジを挟持するので、上下の環状カバーを、静電チャック及び冷却ジャケットに対する断熱機能に加え、冷却ジャケットの保持部材としても利用できる。

[0012] さらに、前記基板載置台において、

前記静電チャックと前記冷却ジャケットとの間には、前記ヒータの配置領

域の全域に延在するとともに外部から密封された微小隙間が形成され、

前記微小隙間は、ヘリウムガス供給部と真空ポンプとに切り換え自在に接続されることにより、ヘリウムガス充填状態と真空状態との間で変更自在となるように構成されることが好ましい。

[0013] この基板載置台によれば、非処理状態における初期昇温時、一定温度での待機時には、微小隙間を真空状態とする。したがって、静電チャックの熱が下方の冷却ジャケットへ逃げるのを遮断し、効率的な初期昇温及び所定温度での待機状態を維持することができる。一方、プラズマ処理中は、微小隙間をヘリウムガス充填状態とすることにより、高温の基板の熱を、熱伝達性の良いヘリウムガスを介して速やかに冷却ジャケットへと逃がし、効率的な抜熱を行うことができる。

[0014] またさらに、前記基板載置台において、前記静電チャックは、窒化アルミニウム製であることが好ましい。

[0015] この基板載置台によれば、静電チャックとして、高熱伝導性の窒化アルミニウムを用いるので、酸化アルミニウムよりも良好な温度分布が期待でき静電チャックの熱応力による割れを防止することができる。

[0016] また、本発明は、前記基板載置台がチャンバ内に内蔵されているプラズマ処理装置を提供する。

[0017] このプラズマ処理装置によれば、基板及び静電チャックの温度制御を容易とする基板載置台を備えているので、基板の処理中での温度管理を容易に実施することができる。したがって、不安定又は不均一なウェハ温度に起因する再現性が得られない不均一な処理結果を回避することが可能となる。

[0018] さらに本発明は、基板処理方法も提供するものであり、前記基板載置台と前記冷却ジャケットとの間に微小隙間を有する基板載置台において、基板非処理状態における初期昇温時又は待機時には、前記微小隙間を真空状態とし、基板処理中は、前記微小隙間をヘリウムガス充填状態とする。

[0019] この方法によると、非処理中は、静電チャックの熱が下方の冷却ジャケットへ逃げるのを遮断し、効率的な初期昇温及び所定温度での待機状態を維持

することができる。一方、基板処理中は、高温の基板の熱を、熱伝達性の良いヘリウムガスを介して速やかに冷却ジャケットへと逃がし、効率的な抜熱を行うことができる。

発明の効果

[0020] 以上のように、本発明に係る基板載置台又は処理方法によれば、チャンバ内温度等の外部要因が静電チャック及び冷却ジャケットに及ぼす影響を軽減し、基板及び静電チャックの温度制御を容易にすることができる。また、本発明に係るプラズマ処理装置によれば、不安定又は不均一なウェハ温度に起因する再現性が得られない不均一な処理結果を回避することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の一実施形態に係るプラズマ処理装置の概略的な構成を示す縦断面図である。

[図2]図1の基板載置台の縦断面拡大図である。

[図3]図2の冷却ジャケットの平面図である。

[図4]昇温時または待機時に、微小隙間を真空状態にしている時の作用説明図である。

[図5]基板を載置した処理時において、微小隙間をヘリウムガス充填状態にしている時の作用説明図である。

[図6]非処理状態における静電チャック温度、抜熱量及びヘリウムガス圧力の時間的変化を示すグラフである。

[図7]非処理状態における静電チャック温度及びヒータ負荷率の時間的変化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明に係る実施形態について図面を参照して説明する。

[0023] 実施形態.

図1は本発明の一実施形態に係るプラズマ処理装置1の概略的な構成を示す縦断面図である。図1のプラズマ処理装置1は、閉塞空間を有するチャンバ11と、このチャンバ11内に昇降シリンダ（図示せず）により昇降自在

に配設され、ウェハ等の被処理用の基板Kが載置される基板載置台15と、該基板載置台15内にあって、ウェハリフタを昇降させる昇降シリンダ19と、チャンバ11内にエッチングガス、保護膜形成ガス及び不活性ガスを供給するガス供給装置20と、チャンバ11内に供給されたエッチングガス、保護膜形成ガス及び不活性ガスをプラズマ化するプラズマ生成装置30と、チャンバ11内の圧力を減圧する排気装置40と、基板載置台15にプラズマ処理用の高周波電力を供給する高周波電源35と、基板載置台15に静電吸着用の電圧を印加する静電吸着用電源36とを備えて構成される。さらに、基板載置台15及び基板Kの温度を調整するための各種装置からなる温度調整システム50を備える。

[0024] 図1に示すように、チャンバ11は、相互に連通した内部空間を有する上チャンバ12及び下チャンバ13から構成され、上チャンバ12は、下チャンバ13よりもその内径が小径となるように形成されている。上チャンバ12の天板の内部には、上チャンバヒータ（図示せず）が設けられる一方、下チャンバの側壁の内部には、下チャンバヒータがブロックヒータとして備えられている。このブロックヒータは、例えば、アルミニウムからなるブロック体に発熱体を組み入れることにより形成される。

[0025] ガス供給装置20は、エッチングガスとして、 SF_6 ガスを供給する SF_6 ガス供給部21と、保護膜形成ガスとして、 SiF_4 ガス及び O_2 ガスをそれぞれ供給する SiF_4 ガス供給部22及び O_2 ガス供給部23と、不活性ガスとして、例えば、Arガスを供給する不活性ガス供給部24とを備える。ガス用の供給管25は、一端が上チャンバ12の上面に接続し、他端が分岐して SF_6 ガス供給部21、 SiF_4 ガス供給部22、 O_2 ガス供給部23及び不活性ガス供給部24にそれぞれ接続している。 SF_6 ガス供給部21、 SiF_4 ガス供給部22、 O_2 ガス供給部23及び不活性ガス供給部24から供給管25を介して、チャンバ11内に SF_6 ガス、 SiF_4 ガス、 O_2 ガス及び不活性ガスを供給する。なお、本実施形態では、上述したガスを用いたが、エッチングする対象によっては、例えばHBr、 Cl_2 、 SF_6 、 O_2 、Ar、

N₂などのガスを用いてもよい。

[0026] プラズマ生成装置30は、誘導結合プラズマ（ICP）を生成する装置であって、上チャンバ12に配設された螺旋状（環状）のコイル31と、このコイル31に高周波電力を供給する高周波電源32とから構成されている。高周波電源32によってコイル31に高周波電力を供給することで、上チャンバ12内に供給されたSF₆ガス、SiF₄ガス、O₂ガス及び不活性ガスをプラズマ化する。

[0027] 基板載置台15に接続される高周波電源35は、基板載置台15の静電チャック61に高周波電力を供給することで、静電チャック61とプラズマとの間にバイアス電位を与え、SF₆ガス、SiF₄ガス、O₂ガス及び不活性ガスのプラズマ化により生成されたイオンを、基板載置台15上に載置された基板Kに入射させる。なお、本実施形態では、プラズマ化する際において、SF₆ガス、SiF₄ガス、O₂ガス等を用いたが、エッチングする対象によっては、例えばHBr、Cl₂、SF₆、O₂、Ar、N₂などのガスを用いてもよい。

[0028] 排気装置40は、チャンバ11内の気体を吸引し、排気する真空ポンプ41と、排気管42とから構成されており、排気管42は、一端が真空ポンプ41に接続し、他端が下チャンバ13の側面に接続している。この排気管42を介して、真空ポンプ41がチャンバ11内の気体を吸引し、チャンバ11内部を真空状態とする。

[0029] 温度調整システム50は、基板載置台15内の加熱用ヒータ72に電力を供給するヒータ用電源53と、基板載置台15に冷却用の冷媒を供給するチラーユニット51と、熱伝達性の良いヘリウムガス（以下、Heガスという。）を基板載置台15に供給するヘリウムガス供給部52と、基板載置台15内に断熱用の真空層（後述する図2の微小隙間80）を形成するための真空ポンプ54とを備えて構成される。この真空ポンプ54は、前述のチャンバ用の真空ポンプ41を流用することもできる。

[0030] 図2は図1の基板載置台15の縦断面拡大図である。図2の基板載置台1

5は、窒化アルミニウム製の静電チャック61と、この静電チャック61の下側に配置されたアルミニウム製の冷却ジャケット62と、この冷却ジャケット62の下側に連結され、昇降シリンダ19が駆動するウェハリフタの昇降空間を形成するブラケット63と、静電チャック61の上側に配置されたフォーカスリング64とを備えて構成される。また、静電チャック61は、静電吸着用の電極71を内蔵する上側円盤部61aと、この上側円盤部61aよりも大きな径を有し、かつ、加熱用ヒータ72を内蔵する下側円盤部61bとから構成されている。ここで、静電チャック61は、上側円盤部61aと、下側円盤部61bとから一体形成されている。

[0031] さらに、図2の基板載置台15は、冷却ジャケット62の少なくとも一部及び下側円盤部61bを囲む断熱用の上側環状カバー65と、ブラケット63の径方向の外方を囲む断熱用の下側環状カバー66と、上側環状カバー65及び下側環状カバー66の径方向の外周を囲む外郭ケース68と、この外郭ケース68の下面に連結され、基板載置台15の全体を支持する載置台支持部材69とを備えて構成される。ここで、上側環状カバー65と下側環状カバー66とで冷却ジャケット62を挟持する。

[0032] 静電吸着用の電極71は静電吸着用電源36に接続され、加熱用ヒータ72は、温度調整システム50のヒータ用電源53に接続されている。上側円盤部61aは、上面に載置される基板Kと略同じ平面形状及び同じ広さに形成されている。静電吸着用電極71に、静電吸着用電源36による電圧を印加すると、静電誘導により、基板Kが上側円盤部61aの上端チャック面に吸着保持される。加熱用ヒータ72は、下側円盤部61b内で、基板Kの径よりも大きな径の範囲に延在している。

[0033] 冷却ジャケット62は、上側のジャケット本体62aと下側の底部62bとから構成されている。ジャケット本体62aは、複数本のボルト73により静電チャック61の下面に結合されている。底部62bは、ジャケット本体62aの下側凹部に嵌合し、溶接等によりジャケット本体62aに固着されている。ジャケット本体62aの下面の溝と底部62bの上面とで冷却用

の冷媒流路 7 4 を形成している。複数本のボルト 7 3 は、載置台軸心 O 1 を中心とする一つの円周上に配列されている。冷媒流路 7 4 は、たとえば平面視で螺旋状に形成されており、チラーユニット 5 1 から供給される冷媒（ガルデン（登録商標））が、冷却ジャケット 6 2 の下面に設けられた接続口を通じて、冷媒流路 7 4 を循環することにより、ウェハの熱を奪った冷媒をチラーユニット 5 1 内へと戻るように構成されている。チラーユニット 5 1 では、冷媒は冷却され、再度冷媒流路 7 4 に戻される。ここで、抜熱とは、ウェハの熱を冷媒および冷却ジャケット 6 1 の底部 6 2 b 表面を介して外に逃がすことをいう。さらに、ウェハの熱のほとんどは冷媒を介して外に逃がされ、ウェハの熱の一部は冷却ジャケット 6 1 の底部 6 2 b 表面から放熱される。これにより、ウェハ自身の温度を下げる。なお、冷却ジャケット 6 2 の底部 6 2 b と載置台支持部材 6 9 で囲まれた空間は大気圧状態である。また、ウェハの熱を奪って高温となった冷媒はチラーユニット 5 1 内で冷却される。

[0034] ジャケット本体 6 2 a の径方向外周端の下端部には、外向きのフランジ部 6 2 c が一体に形成されており、このフランジ部 6 2 c は、断熱用のセラミック製の上側環状カバー 6 5 と下側環状カバー 6 6 とにより、上下から挟持されている。

[0035] 上側環状カバー 6 5 の上端部には、環状の切り欠き 6 5 a が形成されており、この切り欠き 6 5 a には外郭ケース 6 8 に形成された内向きフランジ部 6 8 a が係合している。下側環状カバー 6 6 の上端面はリング 7 5 を介してフランジ部 6 2 c の下面に当接し、下側環状カバー 6 6 の下端面はリング 7 6 を介して載置台支持部材 6 9 の上面に当接している。外郭ケース 6 8 の外周端部のボルト挿通孔に挿通したボルト 7 7 を、載置台支持部材 6 9 のめねじ孔に螺着することにより、上側環状カバー 6 5 及び下側環状カバー 6 6 を上下から締め付けている。この構成により、上下の環状カバー 6 5、6 6 及び冷却ジャケット 6 2 のフランジ部 6 2 c を上下から固定しており、かつ、下側環状カバー 6 6 の上下の両リング 7 5、7 6 を圧縮することによ

り、下チャンバ13を密封している。なお、冷却ジャケット62と載置台支持部材69で囲まれた空間は大気圧状態である。

[0036] フォーカスリング64は、静電チャック61の上側円盤部61a径方向の外方において、下側円盤部61bの上面を覆っている。上側円盤部61aの上端チャック面に載置される基板Kは、フォーカスリング64の上面と略同一高さに位置している。

[0037] 冷却ジャケット62のジャケット本体62aの上面と静電チャック61の下面との間には、ジャケット本体62aの上面の面粗度を大きくすることにより、微小隙間80が形成されている。ジャケット本体62aの上面には、静電チャック固定用の複数のボルト73で構成する円周の内側に、リング81もしくは環状メタルシールが配置されており、このリング81により、微小隙間80を平面視で密封状態の円形に構成している。また、ジャケット本体62aの上面には、軸芯O1部分の中央ガス通路82に連通するガス通路網83が形成されている。中央ガス通路82は、底部62bに形成されたガス通路84を介して、ブラケット63に螺着された継手85に連通している。

[0038] 継手85は、吸引管を兼ねるガス管86及び切り換えバルブ87を介して、前述の温度調整システム50の真空ポンプ54及びヘリウムガス供給部52に切り換え自在に連通している。

[0039] また、ヘリウムガス供給部52は、ブラケット63に螺着された継手98及びガス通路を介して上側円盤部61aの上面（チャック面）に連通しており、基板Kの裏面にHeガスを供給できるように構成されている。

[0040] 図3は図2の冷却ジャケット62の平面図である。図3に示すように、リング81で囲まれた円形の微小隙間80に形成されたガス通路網83は、外側環状通路83aと、内側環状通路83bと、両環状通路83a、83bを相互に連通するY字形通路83cと、内側環状通路83bを中央ガス通路82に連通する通路83d等を有しており、中央ガス通路82から供給されるHeガスを、円形の微小隙間80の全体に均等に供給できるように構成さ

れている。

[0041] また、図3に示すように、冷却ジャケット62には各電源用の配線を通す穴が複数設けられている。具体的には、静電チャック電源用の配線を通す穴90、96、ヒータ電源用の配線を通す穴93、94、温度モニタセンサ用の穴89、97、および載置台の電極に高周波電力を印加する高周波電源用の配線を通す穴92が設けられている。さらに、基板Kの裏面を持ち上げるリフタ用の穴88、91、95が設けられている。

[0042] 図4は昇温時または待機時に微小隙間80を真空状態にしている時の作用説明図であり、図5は基板Kを載置した処理時において微小隙間80をHeガス充填状態にしている時の作用説明図である。ここで、図4及び図5は、微小隙間80内の状態の変化を示す作用説明図であり、実線の矢印は熱の伝達状態を示し、白抜き矢印はHeガスの移動状態を示し、破線の矢印は断熱状態を示している。なお、図中、微小隙間80は、実際には数 μm ～数十 μm の厚みであるが、大きく誇張した状態で表現している。図4のように微小隙間80を真空ポンプ54に接続し、微小隙間80内のHeガスを吸引することにより、微小隙間80内を真空状態とすることができる。したがって、微小隙間80は断熱層の役割を担い、ヒータ72からの熱が冷却ジャケット62側へ抜けるのを阻止することが可能となる。

[0043] 一方、図5のように、微小隙間80をヘリウムガス供給部52に接続すると、微小隙間80には熱伝達性の良いHeガスが供給されるとともに圧力も上昇し、Heガス充填状態となる。ここで、Heガスは、静電チャック61の裏面の熱を冷却ジャケット62表面に熱移動させる。これにより、冷却ジャケット62の熱は冷媒を通して外部に放出される。このように、処理中に発熱する基板Kの熱は、微小隙間80を速やかに通過して冷却ジャケット62に到達することができるので、基板Kの熱を速やかに抜熱することが可能となる。

[0044] 本実施形態の基板載置台15及びプラズマ処理装置1の作用効果を説明する。

- [0045] プラズマエッチング処理の前工程において、図1の昇降シリンダ19を下降させ基板載置台15に基板（ウェハ）Kを載せ、静電チャック61により吸着保持する。この時、チャンバ11内はたとえば120℃に加熱され、基板Kは静電チャック61のヒータ72により200℃に加熱される。
- [0046] プラズマ生成装置30において、高周波電源32によってコイル31に高周波電力を供給することにより、ガス供給装置20から上チャンバ12内に供給されたSF₆ガス、SiF₄ガス、O₂ガス及び不活性ガス等をプラズマ化する。一方、静電チャック61にも高周波電源35から高周波電圧を印加する。これにより、静電チャック61とチャンバ11内のプラズマとの間で電位差が生じ、この電位差により、プラズマ中のイオンが静電チャック61に向けて移動し、基板Kの表面に衝突することで、基板Kの表面にエッチング処理が施される。なお、本実施形態では、プラズマ化する際において、SF₆ガス、SiF₄ガス、O₂ガス等を用いたが、エッチングする対象によっては、例えばHBr、Cl₂、SF₆、O₂、Ar、N₂などのガスを用いてもよい。
- [0047] 図4の非処理状態において、ヒータ72による基板載置台15の昇温時または200℃を維持した状態の待機時には、微小隙間80は、Heガスを真空ポンプ54で吸引していることにより、真空状態となっている。これにより、微小隙間80は断熱層の役割を担い、ヒータ72からの熱が冷却ジャケット62側へ抜けるのを阻止し、かつ、熱が上方に抜けるのをフォーカスリング64により阻止する。さらに、熱が外方に抜けるのを上側環状カバー65により阻止する。これにより、ヒータ72からの熱を中央の上側円盤部61へと集めることができる。すなわち、ヒータ62の熱を効率良く上側円盤部61に集めることが可能となる。したがって、効率の良い昇温が達成でき、ヒータ72の消費電力を軽減でき、省エネを達成できる。
- [0048] 図5の処理状態において、微小隙間80はHeガス充填状態となっている。処理中は、基板Kの発熱量が大きく、所定の温度200℃より高くなろうとする。ところが、微小隙間80には、熱伝達性の良いHeガスが充填され

ているので、基板Kの熱は、微小隙間80を速やかに通過して冷却ジャケット62に到達する（逃がす）ことができる。したがって、基板Kの熱を速やかに抜熱し、基板Kを冷却することが可能となる。即ち、基板Kの効率の良い抜熱が可能となる。また、基板Kの裏面に熱伝達性の良いHeガスが充填されているので、基板Kの表面の温度分布を均一化することが可能となる。したがって、基板Kの表面の温度分布のバラツキによるエッチング形状やエッチング速度等のバラツキを抑制することが可能となる。

[0049] 図2の静電チャック61及び冷却ジャケット62は、基板Kの載置領域を除く上面全域と、冷却ジャケット62の径方向の外方全域とが、断熱性の高いセラミック製のフォーカスリング64及びセラミック製の上下の環状カバー65、66により覆われている。これらのセラミックの材質として、例えば、酸化アルミニウム（アルミナ）、イットリア、石英が挙げられる。この構成により、冷却ジャケット62への熱放射や熱伝導による外乱の入熱を減少させることができチャンバ11内温度が基板載置台15の内部に影響を及ぼすことを阻止できる。したがって、効率良く基板載置台15内の温度調節を行うことが可能となる。たとえば、チャンバ11内の温度が120℃に対し、冷却ジャケット62を容易に70℃程度に維持することが可能となる。これにより、200℃の静電チャック62との間で大きな温度勾配を形成でき、冷却ジャケット62による冷却作用を静電チャック61に集中させることができ、基板Kの温度上昇を抑制することが可能となる。なお、冷却ジャケット62の下面は、大気圧状態であるが、下側環状カバー66及び載置台支持部材69とで囲まれているため、対流による冷却ジャケット62からの放熱量はごく僅かである。

[0050] 図6は非処理状態における静電チャック温度、抜熱量及びHeガス圧力の時間的変化を示すグラフである。図6は、静電チャック61の加熱工程T1から、静電チャック61が温度200℃に維持される一定温度工程T2を経て、冷却ジャケット62による冷却工程T3へと続く非処理状態での時間経過において、静電チャック温度（℃）の変化を実線の曲線S1で示し、微小

隙間80内のHeガス圧力(Pa)の変化を破線の曲線S2で示し、抜熱量(W)S3の変化を二点鎖線の曲線S3で示している。

[0051] 加熱工程T1及び一定温度工程T2では、微小隙間80のHeガス圧力(Pa)は、絶対真空に近い100Pa程度まで低下させている。これにより、微小隙間80は断熱層として機能し、図4のように冷却ジャケット62への抜熱を極力抑制することができる。実際に試験を行った結果、加熱工程T1で静電チャック61の温度が50℃から200℃へと到達する昇温時間は約17分であった。この加熱工程T1ではHeガス圧力(Pa)を低下させることにより抜熱量(W)を削減することができた。

[0052] 冷却工程T3では、図2のヒータ72を止め、図6のように、微小隙間80を略1000PaのHeガス充填状態としている。これにより、冷却ジャケット62への抜熱量(W)は最大P1まで上がる。

[0053] 図7は非処理状態における静電チャック温度及びヒータ負荷率の時間的変化を示すグラフである。図7は、図6と同様、加熱工程T1から、静電チャック61が温度200℃に維持される一定温度工程T2を経て、冷却ジャケット62による冷却工程T3に続く非処理状態での時間経過において、静電チャック温度(℃)と、ヒータ72の負荷率(%)の変化を示している。静電チャック温度の変化を実線の曲線S1で示し、ヒータ72の負荷率(%)の変化を実線の曲線S4で示している。現状のヒータ上限が1kWのものにおいて、昇温工程T1の最大負荷率が40%程度に抑制されており、ヒータ72の小容量化が可能となることが理解できる。

[0054] 本実施形態による効果を簡単に纏めると以下の通りとなる。

[0055] (1) 図2において、静電チャック61及び冷却ジャケット62の上面及び径方向の外方を囲むフォーカスリング64、断熱用の上下の環状カバー65、66を、セラミックとしているので、静電チャック61及び冷却ジャケット62に対するジャケット11内の温度等の外部影響を軽減でき、静電チャック61及び基板Kに対して効率の良い温度制御が可能となる。

[0056] (2) 図2において、ヒータ72の配置領域を、基板Kの径よりも大きな

径に設定されているので、静電チャック 61 上の温度分布を、基板 K の中心部から外周端部まで均一な分布とすることができる。

[0057] (3) 図 4 において、上下のセラミック製の環状カバー 65、66 で、冷却ジャケット 62 の外向きフランジ部 62c を挟持しているので、上下の環状カバー 65、66 を、静電チャック 61 及び冷却ジャケット 62 に対する外部からの断熱機能に加え、冷却ジャケット 62 の保持部材としての役割も担っている。

[0058] (4) He ガス充填状態と真空状態とに切り換え自在な微小隙間 80 を、静電チャック 61 の下面と冷却ジャケット 62 の上面との接合部に形成しているので、図 4 に示す非処理状態における初期昇温時、一定温度での待機時には、微小隙間 80 を真空状態とすることにより、静電チャック 61 の熱が下方の冷却ジャケット 62 へ逃げるのを遮断し、効率的な初期昇温及び所定温度での待機状態を維持することができる。一方、プラズマ処理中は、微小隙間 80 を He ガス充填状態とすることにより、高温の基板 K の熱を、熱伝達性の良い He ガスを介して速やかに冷却ジャケット 62 へと逃がし、効率的な抜熱を行うことが可能となる。

[0059] (5) 静電チャック 61 として、高熱伝導性の窒化アルミニウムを用いているので、酸化アルミニウムよりも良好な温度分布が期待でき静電チャック 61 の熱応力による割れを防止することができる。

[0060] (6) さらに、プラズマ処理装置 1 は、基板 K 及び静電チャック 61 の温度制御を容易とする基板載置台 15 を備えているので、基板 K の処理中での温度管理を容易に実施することができる。したがって、不安定又は不均一なウェハ温度に起因する再現性が得られない不均一な処理結果を回避することが可能となる。

[0061] なお、本実施形態では、静電チャックの下面と冷却ジャケットとを直接に接合しているが、本発明はこれに限定されない。例えば、冷却ジャケットと静電チャックとの間に熱伝導性の低い断熱板（たとえば石英板）を配置し、断熱板の上面と静電チャックの下面との間、断熱板の下面と冷却ジャケット

の上面との間に、それぞれ微小隙間を形成するように構成されてもよい。この場合においても本実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0062] また、本実施形態では、図2及び図3に示すように、微小隙間80の径方向の外周端部分をリングでシールしているが、本発明はこれに限定されない。例えば、微小隙間80の径方向の外周端部分を熱に強いメタルシールでシールするように構成されてもよい。この場合においても本実施形態と同様の効果を得ることができる。また、本実施形態では、上側環状カバー65と下側環状カバー66とが別体で形成されたが、これらが一体で形成されるように構成されてもよい。この場合においても本実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、本実施形態では、エッチング処理について説明したが、本発明はこれに限定されず、CVD法（化学気相成長法）などを用いた成膜処理にも利用することが可能である。この成膜処理においても反応熱が生じることがあり、特に、成膜処理の低温領域である100～300℃程度の温度で、正確な温度制御が必要なときに有用である。

[0063] 上述の実施形態は例示に過ぎず、この発明の範囲から逸脱することなく種々の変形が可能である。

符号の説明

- [0064]
- | | |
|-----|-----------|
| 1 | プラズマ処理装置 |
| 15 | 基板載置台 |
| 50 | 温度調整システム |
| 52 | ヘリウムガス供給部 |
| 54 | 真空ポンプ |
| 61 | 静電チャック |
| 61a | 上側円盤部 |
| 61b | 下側円盤部 |
| 62 | 冷却ジャケット |
| 62c | フランジ部 |
| 64 | フォーカスリング |

- 6 5 上側環状カバー
- 6 6 下側環状カバー
- 7 1 静電吸着用電極
- 7 2 ヒータ
- 7 4 冷媒流路
- 8 0 微小隙間
- 8 1 Oリング

請求の範囲

- [請求項1] 被処理用の基板を静電吸着する基板載置台であって、
前記基板を静電吸着する電極を内蔵する上側円盤部と、該上側円盤部の下側に、前記上側円盤部より大きな径を有するとともにヒータを内蔵する下側円盤部とからなる静電チャックと、
前記下側円盤部の下側に配置され、前記静電チャックを冷却する冷却ジャケットと、
前記上側円盤部の径方向外方に配置され、前記下側円盤部の上面を覆うフォーカスリングと、
前記冷却ジャケットの少なくとも一部及び前記下側円盤部を囲む断熱用の上側環状カバーと、
前記上側環状カバーとで前記冷却ジャケットを挟持する断熱用の下側環状カバーとを備え、
前記フォーカスリング、前記上側環状カバー及び前記下側環状カバーは、セラミック製であることを特徴とする基板載置台。
- [請求項2] 前記ヒータの配置領域は、前記基板の径よりも大きな径を有していることを特徴とする請求項1記載の基板載置台。
- [請求項3] 前記冷却ジャケットの径方向外周面に外向きのフランジ部が一体に形成され、
前記フランジ部は、前記上側環状カバーと前記下側環状カバーとにより上下から挟持されていることを特徴とする請求項1または2記載の基板載置台。
- [請求項4] 前記静電チャックと前記冷却ジャケットとの間には、前記ヒータの配置領域の全域に延在するとともに外部から密封された微小隙間が形成され、
前記微小隙間は、ヘリウムガス供給部と真空ポンプとに切り換え自在に接続されることにより、ヘリウムガス充填状態と真空状態との間で変更自在となることを特徴とする請求項1～3のうちのいずれか1

つに記載の基板載置台。

[請求項5] 前記静電チャックは、窒化アルミニウム製であることを特徴とする請求項1～4のうちのいずれか1つに記載の基板載置台。

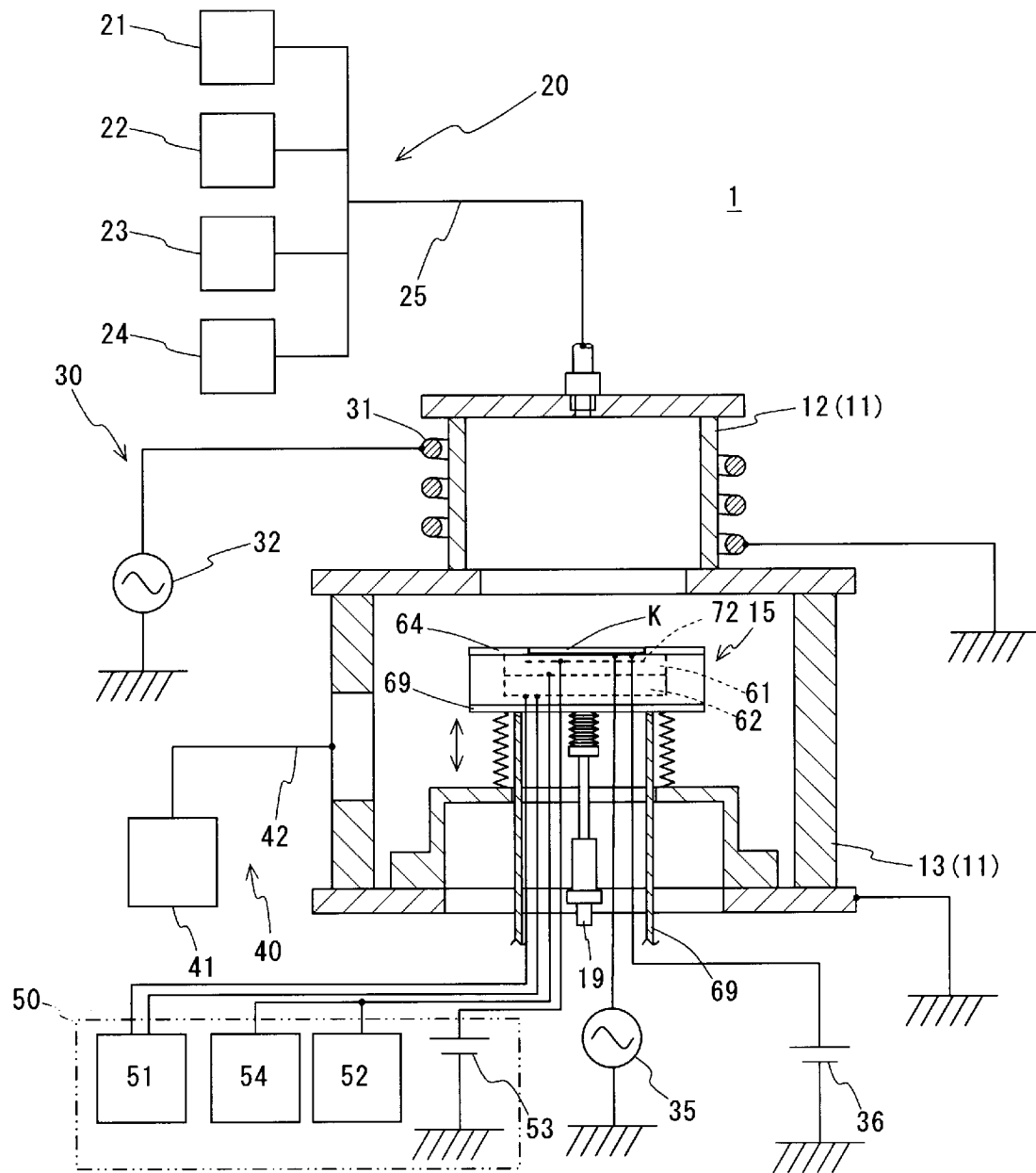
[請求項6] 請求項1～5のうちのいずれか1つに記載の基板載置台をチャンバ内に備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

[請求項7] 被処理用の基板を加熱する静電チャックと、該静電チャックを冷却する冷却ジャケットとを備え、前記静電チャックと前記冷却ジャケットとの間には外部から密封された微小隙間が形成されたプラズマ処理装置におけるプラズマ処理方法であって、

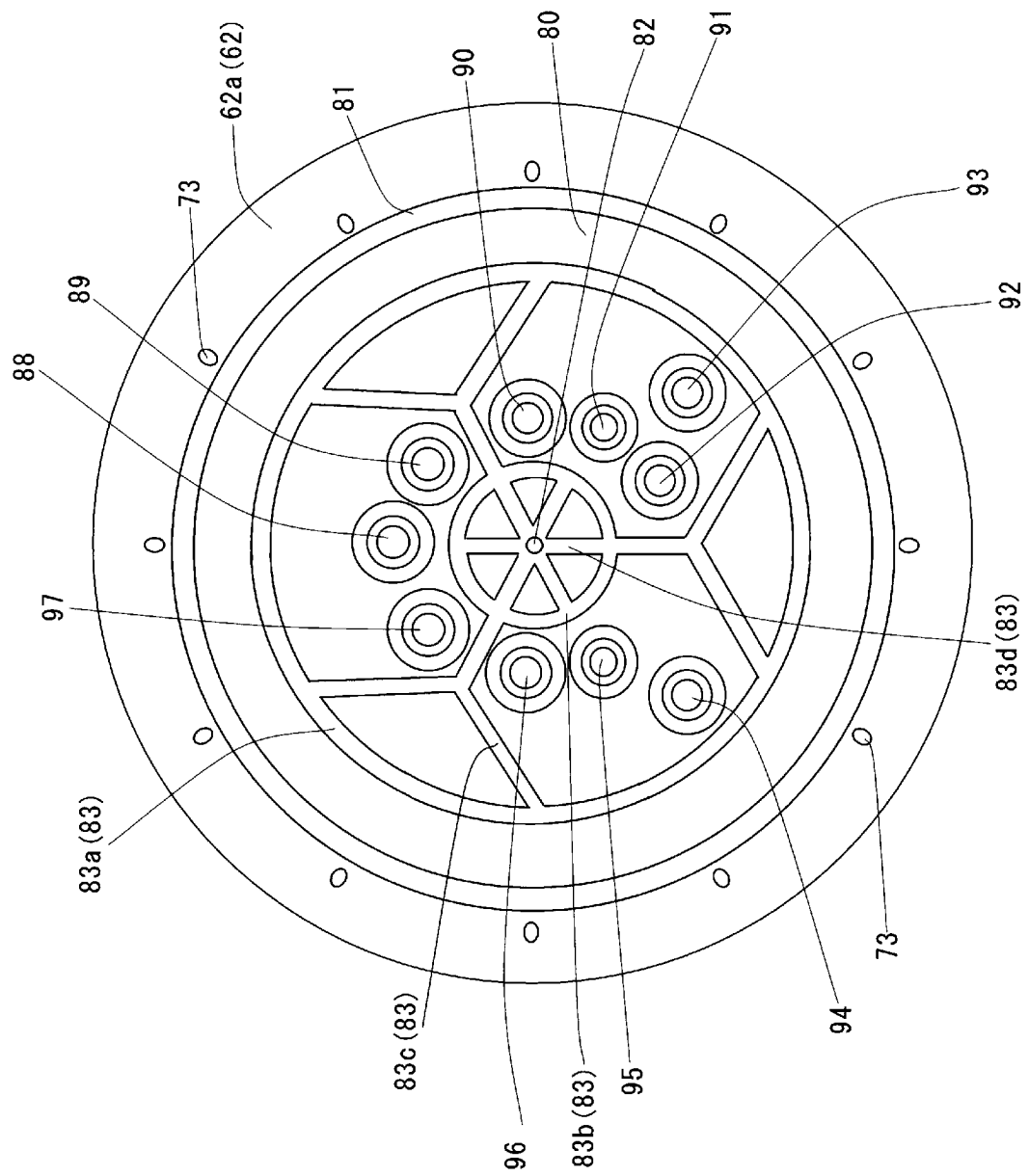
前記基板を前記静電チャックにより加熱するときは、前記静電チャックと前記冷却ジャケットとの間の微小隙間を真空状態とし、

前記加熱されて高温となった前記基板をエッチングするときは、前記静電チャックと前記冷却ジャケットとの間の微小隙間にヘリウムガスを充填させることにより前記基板の熱を前記冷却ジャケットに逃がして前記基板を冷却することを特徴とするプラズマ処理方法。

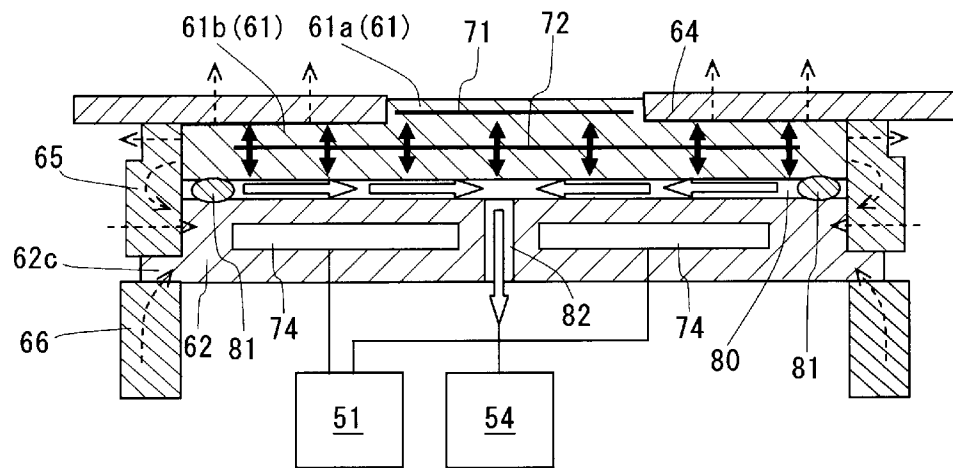
[図1]



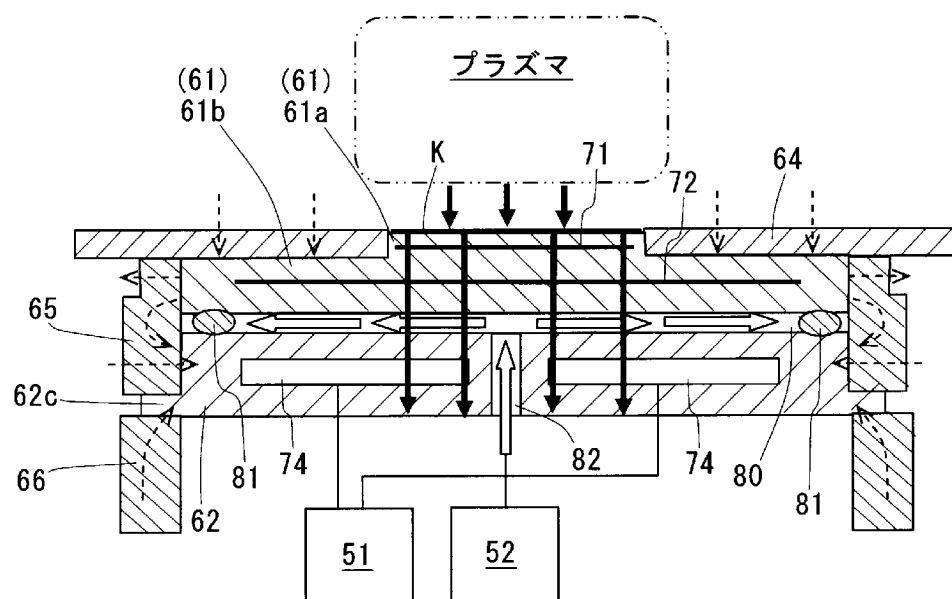
[図3]



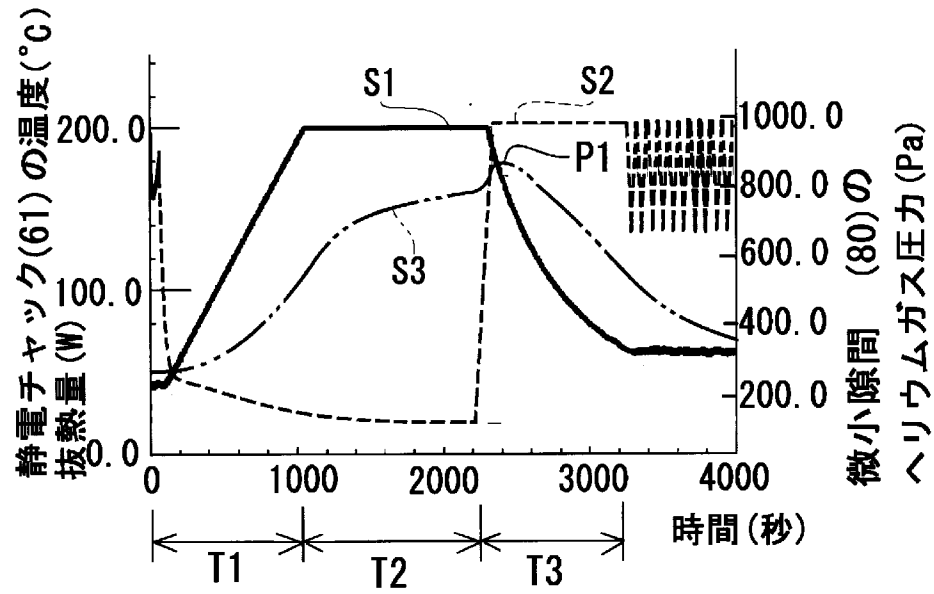
[図4]



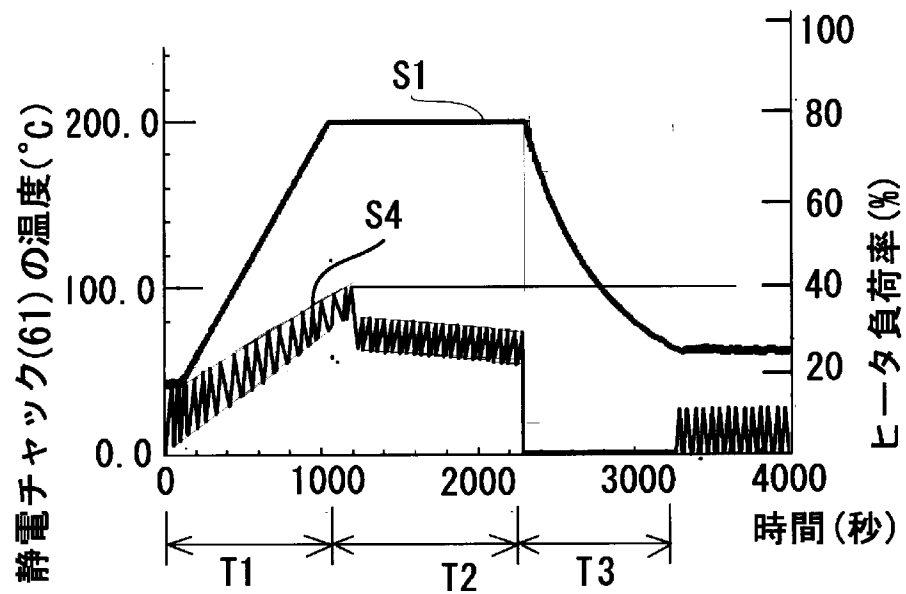
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/000283

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/683 (2006.01) i, H01L21/205 (2006.01) i, H01L21/3065 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01L21/683, H01L21/205, H01L21/3065

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2017-174889 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 28 September 2017, paragraphs [0023]-[0102], fig. 1, 2 & US 2017/0278737 A1, paragraphs [0030]-[0124], fig. 1, 2 & KR 10-2017-0110025 A & TW 201737408 A	7 1-6
A	JP 2013-172013 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 02 September 2013, fig. 2 & US 2013/0228323 A1, fig. 2	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15.02.2019

Date of mailing of the international search report
26.02.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/000283

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017/0358475 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 14 December 2017, paragraphs [0018]-[0038], fig. 1 & KR 10-2017-0140926 A	1-7
A	JP 2010-123809 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 03 June 2010, paragraph [0018], fig. 2 & US 2010/0122774 A1, paragraph [0063], fig. 2	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/683(2006.01)i, H01L21/205(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/683, H01L21/205, H01L21/3065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2017-174889 A（東京エレクトロン株式会社） 2017.09.28, 段落[0023]-[0102], 図1, 2 & US 2017/0278737 A1, paragraphs[0030]-[0124], FIGs. 1-2 & KR 10-2017-0110025 A & TW 201737408 A	7 1-6
A	JP 2013-172013 A（東京エレクトロン株式会社） 2013.09.02, 図2 & US 2013/0228323 A1, FIG. 2	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.02.2019

国際調査報告の発送日

26.02.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

井上 和俊

50

3455

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2017/0358475 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2017.12.14, paragraphs[0018]-[0038], FIG. 1 & KR 10-2017-0140926 A	1-7
A	JP 2010-123809 A (東京エレクトロン株式会社) 2010.06.03, 段落[0018], 図 2 & US 2010/0122774 A1, paragraph[0063], FIG. 2	1-7