

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006 年 9 月 8 日 (08.09.2006)

PCT

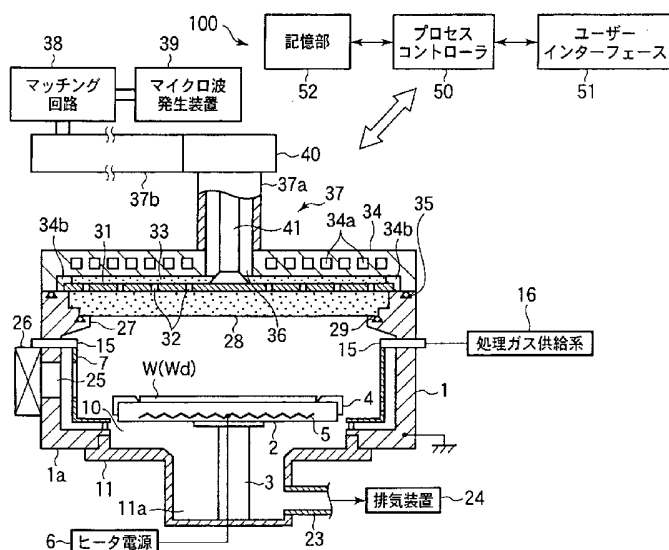
(10) 国際公開番号
WO 2006/092985 A1

- (51) 国際特許分類:
H05H 1/46 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)
C23C 16/511 (2006.01) H01L 21/302 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/303048
- (22) 国際出願日: 2006 年 2 月 21 日 (21.02.2006)
- (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 2005-060151 2005 年 3 月 4 日 (04.03.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 田 才忠 (TIAN, Caizhong) [CN/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町 1-8 東京エレクトロン株式会社内 Hyogo (JP). 石橋 清隆 (ISHIBASHI, Kiyotaka) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町 1-8 東京エレクトロン株式会社内 Hyogo (JP). 野沢 俊久 (NOZAWA, Toshihisa) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町 1-8 東京エレクトロン株式会社内 Hyogo (JP). 山本 伸彦 (YAMAMOTO, Nobuhiko) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町 1-8 東京エレクトロン A T 株式会社内 Hyogo (JP).

/ 続葉有 /

(54) Title: MICROWAVE PLASMA PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: マイクロ波プラズマ処理装置



- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| 38 MATCHING CIRCUIT | 51 USER INTERFACE |
| 39 MICROWAVE GENERATOR | 16 PROCESSING GAS SUPPLYING SYSTEM |
| 52 STORING UNIT | 6 EATER POWER SUPPLY |
| 50 PROCESS CONTROLLER | 24 EXHAUST DEVICE |

(57) Abstract: A microwave plasma processing device comprising a chamber housing therein a material to be processed, a processing gas supplying means for supplying processing gas into the chamber, a microwave generating source for generating microwave forming the processing gas plasma in the chamber, a wave guiding means for guiding microwave generated in the microwave generating source toward the chamber, a flat antenna consisting of a conductor having a plurality of microwave radiating holes for radiating microwave guided by the wave guiding means toward the chamber, a microwave transmitting plate constituting the top wall of the chamber, transmitting microwave passed through the microwave radiating holes of the flat antenna and consisting of a dielectrics, and a delay plate provided on the opposite side of the microwave transmitting plate of the flat antenna, having a function of shortening the wavelength of microwave reaching the flat antenna and consisting of a dielectrics. The flat antenna and the microwave transmitting plate are substantially in close contact with each other with no air therebetween, the delay plate and the microwave transmitting plate are formed of the same material, and the delay plate, the flat antenna, the microwave transmitting plate and an equivalent circuit formed by the processing gas plasma formed in the chamber satisfy a resonance condition.

(57) 要約: 本発明は、被処理体が収容されるチャンバーと、前記チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、前記チャンバー内で前記処理ガスのプラズマを形成するマイクロ波を発生させるマイクロ波発生源と、マイクロ波発生源で発生されるマイクロ波を前

/ 続葉有 /



WO 2006/092985 A1



(74) 代理人: 吉武 賢次, 外(YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

記チャンバーに向けて導く導波手段と、前記導波手段によって導かれるマイクロ波を前記チャンバーに向けて放射する複数のマイクロ波放射孔を有する導体からなる平面アンテナと、前記チャンバーの天壁を構成し、前記平面アンテナのマイクロ波放射孔を通過したマイクロ波を透過する、誘電体からなるマイクロ波透過板と、前記平面アンテナの前記マイクロ波透過板に対して反対側に設けられ、前記平面アンテナに到達するマイクロ波の波長を短くする機能を有する、誘電体からなる遅波板と、を備えたマイクロ波プラズマ処理装置である。前記平面アンテナと前記マイクロ波透過板とは、実質的に空気を介さずに密着しており、前記遅波板と前記マイクロ波透過板とは、同じ材質で形成され、前記遅波板、前記平面アンテナ、前記マイクロ波透過板、及び、前記チャンバー内で形成される前記処理ガスのプラズマ、によって形成される等価回路が、共振条件を満たす。

明 細 書

マイクロ波プラズマ処理装置

技術分野

- [0001] 本発明は、被処理体にマイクロ波プラズマによる処理を施すマイクロ波プラズマ装置に関する。

背景技術

- [0002] プラズマ処理は、半導体デバイスの製造に不可欠な技術である。近時、LSIの高集積化及び高速化の要請から、LSIを構成する半導体素子のデザインルールが益々微細化されている。また、半導体ウエハは大型化されてきている。それにともなって、プラズマ処理装置においても、このようなデザインルールの微細化および半導体ウエハの大型化に対応するものが求められている。
- [0003] ところが、従来から多用されてきた平行平板型や誘導結合型のプラズマ処理装置では、利用する電子温度が高いために、微細素子にプラズマダメージが生じてしまう。また、プラズマ密度の高い領域が限定されるため、大型の半導体ウエハを均一かつ高速にプラズマ処理することが困難である。
- [0004] そこで、高密度かつ低電子温度のプラズマを均一に形成することができるRLSA (Radial Line Slot Antenna) マイクロ波プラズマ処理装置が注目されている(例えば特開2000-294550号公報)。
- [0005] RLSAマイクロ波プラズマ処理装置は、チャンバーの上部に、所定のパターンの多数のスロットが形成された平面アンテナ(Radial Line Slot Antenna)を備えている。そして、マイクロ波発生源から導かれるマイクロ波が、平面アンテナのスロットからチャンバーに向けて放射される。当該マイクロ波は、平面アンテナの下に設けられた誘電体からなるマイクロ波透過板を介して、真空中に保持されたチャンバー内に放射される。このマイクロ波電界により、チャンバー内に導入されるガスはプラズマ化される。このようにして形成されるプラズマにより、半導体ウエハ等の被処理体がプラズマ処理される。
- [0006] このRLSAマイクロ波プラズマ処理装置によれば、アンテナ直下の広い領域に亘っ

て高いプラズマ密度を実現することができ、短時間で均一なプラズマ処理を行うことが可能である。また、低電子温度のプラズマが形成されるため、素子へのダメージも小さい。

[0007] このRLSAマイクロ波プラズマ処理装置においては、マイクロ波透過板におけるマイクロ波電界分布を調整して、プラズマモードを安定させるために、平面アンテナとマイクロ波透過板との間にエアーギャップを設ける技術が知られている(Jpn. Appl. Phys. Vol.38 (1999) pp.2082-2088 Part I, No. 4A, April 1999)。

[0008] しかしながら、平面アンテナとマイクロ波透過板との間にエアーギャップを設けると、マイクロ波透過板を構成する誘電体よりもエアーギャップの方がインピーダンスが高いため、エアーギャップでのマイクロ波パワーロスが大きくなってしまう。その結果、マイクロ波パワー効率が低下したり、アンテナ内部での異常放電が発生しやすくなってしまう。

発明の要旨

[0009] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、マイクロ波パワーのロスが小さく、マイクロ波パワー効率が低下せず、アンテナ内部での異常放電が発生し難いマイクロ波プラズマ処理装置を提供することを目的とする。

[0010] 上記課題を解決するために、本発明は、被処理体が収容されるチャンバーと、前記チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、前記チャンバー内で前記処理ガスのプラズマを形成するマイクロ波を発生させるマイクロ波発生源と、マイクロ波発生源で発生されるマイクロ波を前記チャンバーに向けて導く導波手段と、前記導波手段によって導かれるマイクロ波を前記チャンバーに向けて放射する複数のマイクロ波放射孔を有する導体からなる平面アンテナと、前記チャンバーの天壁を構成し、前記平面アンテナのマイクロ波放射孔を通過したマイクロ波を透過する、誘電体からなるマイクロ波透過板と、前記平面アンテナの前記マイクロ波透過板に対して反対側に設けられ、前記平面アンテナに到達するマイクロ波の波長を短くする機能を有する、誘電体からなる遅波板と、を備え、前記平面アンテナと前記マイクロ波透過板とは、実質的に空気を介さずに密着しており、前記遅波板と前記マイクロ波透過板とは、同じ材質で形成され、前記遅波板、前記平面アンテナ、前記マイクロ波透過板、及び、

前記チャンバー内で形成される前記処理ガスのプラズマ、によって形成される等価回路が、共振条件を満たすことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置である。

[0011] 本発明によれば、平面アンテナとマイクロ波透過板との間が密着しており、従来のようなエアーギャップが形成されないため、エアーギャップによってマイクロ波パワーロスが生じることがなく、マイクロ波パワー効率の低下やアンテナ内部での異常放電を発生し難くすることができる。

[0012] ここで、単にエアーギャップをなくしただけでは、マイクロ波の反射が大きくなり、プラズマの安定性が悪くなるおそれがある。しかしながら、本発明によれば、遅波板、平面アンテナ、マイクロ波透過板、およびプラズマで形成される等価回路が共振するようになっているので、マイクロ波の反射は極小にされ、また、遅波板とマイクロ波透過板とを同じ材質としているためにマイクロ波の界面反射が防止され、プラズマを安定に維持することができる。

[0013] また、本発明は、被処理体が収容されるチャンバーと、前記チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、前記チャンバー内で前記処理ガスのプラズマを形成するマイクロ波を発生させるマイクロ波発生源と、マイクロ波発生源で発生されるマイクロ波を前記チャンバーに向けて導く導波手段と、前記導波手段によって導かれるマイクロ波を前記チャンバーに向けて放射する複数のマイクロ波放射孔を有する導体からなる平面アンテナと、前記チャンバーの天壁を構成し、前記平面アンテナのマイクロ波放射孔を通過したマイクロ波を透過する、誘電体からなるマイクロ波透過板と、前記平面アンテナの前記マイクロ波透過板に対して反対側に設けられ、前記平面アンテナに到達するマイクロ波の波長を短くする機能を有する、誘電体からなる遅波板と、を備え、前記平面アンテナと前記マイクロ波透過板とは、実質的に空気を介さずに密着しており、前記遅波板と前記マイクロ波透過板とは、これらの誘電率の値の比が70%～130%となるような材質で形成され、前記遅波板、前記平面アンテナ、前記マイクロ波透過板、及び、前記チャンバー内で形成される前記処理ガスのプラズマ、によって形成される等価回路が、共振条件を満たすことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置である。

[0014] 本発明によれば、平面アンテナとマイクロ波透過板との間が密着しており、従来のよ

うなエアーギャップが形成されないため、エアーギャップによってマイクロ波パワーロスが生じることがなく、マイクロ波パワー効率の低下やアンテナ内部での異常放電を発生し難くすることができる。

[0015] ここで、単にエアーギャップをなくしただけでは、マイクロ波の反射が大きくなり、プラズマの安定性が悪くなるおそれがある。しかしながら、本発明によれば、遅波板、平面アンテナ、マイクロ波透過板、およびプラズマで形成される等価回路が共振するようになっているので、マイクロ波の反射は極小にされ、また、遅波板とマイクロ波透過板とをこれらの誘電率の値の比が70%～130%となるような材質としているためにマイクロ波の界面反射が防止され、プラズマを安定に維持することができる。

[0016] 上記いずれの発明においても、前記マイクロ波透過板の厚さは、導入されるマイクロ波の波長の $1/2 \sim 1/4$ の範囲、より好ましくは $1/2 \sim 1/3$ の範囲であり、前記平面アンテナのマイクロ波反射率は、0.4～0.8の範囲である。これらの条件によれば、上記等価回路が共振条件を満たし得る。

[0017] 前記導波手段としては、前記マイクロ波発生源から発生されるマイクロ波をTEモードで伝搬する矩形導波管と、TEモードをTEMモードに変換するモード変換器と、TEMモードに変換されたマイクロ波を前記平面アンテナに向けて伝搬する同軸導波管と、を有するものを採用することができる。

[0018] また、前記平面アンテナに形成された複数のマイクロ波放射孔の各々は、長溝状をなし、隣接する二つのマイクロ波放射孔は、互いに交差する方向に配置されて、一つのマイクロ波放射孔対を形成し、複数のマイクロ波放射孔対が、同心円状に配置されていることが好適である。

[0019] また、前記遅波板および平面アンテナを覆う蓋体を更に備えることができる。この場合、当該蓋体に冷媒流路が設けられ、この冷媒流路に冷媒を通流させることにより、前記遅波板、平面アンテナ、前記マイクロ波透過板が冷却されるようになっていることが好ましい。このような構成では、エアーギャップが存在しないために、従来エアーギャップの存在により熱伝導性が低く冷却効率が悪かったマイクロ波透過板の冷却を、十分に行うことができる。

[0020] 例えば、マイクロ波の周波数は、2.45GHzであり、遅波板とマイクロ波透過板との

比誘電率は、3.5～4.5であり、マイクロ波放射孔は、二重に配されている。

[0021] 例えば、遅波板とマイクロ波透過板とは、石英であり、マイクロ波プラズマ装置は、プラズマエッチング装置あるいはプラズマ表面改質装置であることが好ましい。

[0022] あるいは、遅波板とマイクロ波透過板とは、アルミナであり、マイクロ波プラズマ装置は、プラズマCVD装置であることが好ましい。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、本発明の一実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置を模式的に示す断面図である。

[図2]図2は、平面アンテナの構造を示す平面図である。

[図3]図3は、遅波板、平面アンテナ、マイクロ波透過板、およびプラズマで形成される等価回路を示す図である。

[図4]図4(a)及び図4(b)は、マイクロ波透過板の厚さを説明するための図である。

[図5]図5は、本発明のマイクロ波プラズマ処理装置におけるプラズマ透過板表面の電界分布のシミュレーション結果を示す図である。

[図6]図6は、本発明のマイクロ波プラズマ処理装置における電子温度分布例の測定結果を示すグラフである。

[図7]図7は、本発明のマイクロ波プラズマ処理装置における電子密度分布例を示す図である。

[図8]図8(a)は、本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置について、マイクロ波透過板表面でのマイクロ波電界強度をシミュレーションした結果を示す図である。図8(b)は、従来のマイクロ波プラズマ処理装置について、マイクロ波透過板表面でのマイクロ波電界強度をシミュレーションした結果を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0024] 以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について具体的に説明する。

図1は、本発明の一実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置を模式的に示す断面図である。

[0025] このマイクロ波プラズマ処理装置100は、所定のパターンで多数のスロットが形成された平面アンテナ(Radial Line Slot Antenna)を利用して、マイクロ波発生源から導か

れるマイクロ波をチャンバー内に放射してプラズマを形成するRLSAマイクロ波プラズマ処理装置として構成されている。

[0026] このマイクロ波プラズマ処理装置100は、気密に構成されかつ接地された略円筒状のチャンバー1を有している。チャンバー1の底壁1aの略中央部には円形の開口部10が形成されている。底壁1aには、この開口部10と連通すると共に下方に向けて突出する排気室11が設けられている。チャンバー1内には、被処理基板であるウエハWを水平に支持するためのサセプタ2が設けられている。サセプタ2は、AIN等のセラミックスからなる。このサセプタ2は、排気室11の底部中央から上方に延びる円筒状の支持部材3により支持されている。支持部材3もAIN等のセラミックスからなる。サセプタ2の外縁部には、ウエハWをガイドするためのガイドリング4が設けられている。また、サセプタ2には、抵抗加熱型のヒータ5が埋め込まれている。このヒータ5は、ヒータ電源6から給電されることにより、サセプタ2を加熱する。サセプタ2の当該熱が被処理体であるウエハWを加熱する。また、チャンバー1の内周壁には、石英からなる円筒状のライナー7が設けられている。

[0027] サセプタ2には、ウエハWを支持して昇降させるためのウエハ支持ピン(図示せず)が、サセプタ2の表面に対して突没可能に設けられている。

[0028] チャンバー1の側壁には、環状をなすガス導入部材15が設けられている。このガス導入部材15には、処理ガス供給系16が接続されている。これにより、処理ガス供給系16から所定の処理ガスがガス導入部材15を介してチャンバー1内に導入される。ガス導入部材は、シャワー状に配置してもよい。処理ガスとしては、プラズマ処理の種類に応じて適宜のガスが用いられる。例えば、タングステン系ゲート電極の選択酸化処理のような酸化処理を行う場合には、Arガス、H₂ガス、O₂ガス等が用いられる。

[0029] 排気室11の側面には、排気管23が接続されている。この排気管23には、高速真空ポンプを含む排気装置24が接続されている。そして、この排気装置24を作動させることにより、チャンバー1内のガスは排気室11の下方空間11a内へ均一に排出され、更に排気管23を介して排気される。これにより、チャンバー1内は所定の真空度、例えば0.133Pa、まで高速に減圧され得る。

[0030] チャンバー1の側壁には、プラズマ処理装置100に隣接する搬送室(図示せず)と

の間でウエハWの搬入出を行うための搬入出口25と、この搬入出口25を開閉するゲートバルブ26と、が設けられている。

[0031] チャンバー1の上部は、開口部となっている。この開口部の周縁部に沿って、リング状の支持部27が設けられている。この支持部27の上に、マイクロ波を透過するマイクロ波透過板28がシール部材29を介して気密に設けられている。これにより、チャンバー1内は気密に保持されている。マイクロ波透過板28は、誘電体、例えば石英や Al_2O_3 等のセラミックスからなる。

[0032] マイクロ波透過板28の上方には、円板状の平面アンテナ31が設けられている。平面アンテナ31は、マイクロ波透過板28を介してサセプタ2と対向するように配置されている。この平面アンテナ31は、チャンバー1の側壁の上端に係合されている。平面アンテナ31は、導体、例えば表面が金メッキされた銅板またはアルミニウム板からなる。平面アンテナ31は、多数のマイクロ波放射孔(スロット)32が所定のパターンで形成された構成となっている。すなわち、平面アンテナ31はRLSAアンテナを構成している。マイクロ波放射孔32は、例えば図2に示すように、長溝状である。図2の例では、隣接する二つのマイクロ波放射孔32が交差する方向に、典型的には図示のように直交する方向に(「T」字状に)配置され、これらマイクロ波放射孔32の対(組)が同心円状に配置されている。各マイクロ波放射孔32の長さやマイクロ波放射孔32の対(組)の配列間隔は、マイクロ波の波長等に応じて決定される。図2において、同心円状に配置されたマイクロ波放射孔32の対(組)同士の径方向間隔 Δr を後述する遅波板33中におけるマイクロ波の波長とし、平面アンテナ31の中心から最内周のマイクロ波放射孔32までの長さも Δr に一致させると、平面アンテナ31から強い電界が放射されることとなり好ましい。図2の例では、4ターン(四重円)のマイクロ波放射孔32が配置されている。各マイクロ波放射孔32は、円形状、円弧状等の任意の形状であってよい。また、マイクロ波放射孔32(の組)の配置形態も特に限定されず、同心円状の他、例えば、螺旋状、放射状に配置することもできる。

[0033] この平面アンテナ31の上面には、真空よりも大きい誘電率を有する誘電体からなる遅波板33が設けられている。この遅波板33は、真空中におけるマイクロ波の波長と比較して遅波板中におけるマイクロ波の波長を短くする機能を有している。

- [0034] チャンバー1の上面には、平面アンテナ31および遅波板33を覆うように、シールド蓋体34が設けられている。シールド蓋体34は、例えばアルミニウムやステンレス鋼等の金属材からなる。チャンバー1の上面とシールド蓋体34とは、シール部材35によりシールされている。
- [0035] シールド蓋体34には、冷却水流路34aが形成されている。冷却水流路34aに冷却水を通流させることにより、平面アンテナ31、マイクロ波透過板28、遅波板33及びシールド蓋体34が冷却され得る。シールド蓋体34は、接地されている。
- [0036] シールド蓋体34の中央には、開口部36が形成されている。この開口部36に導波管37が接続されている。この導波管37の端部には、マッチング回路38を介して、マイクロ波発生装置39が接続されている。これにより、マイクロ波発生装置39で発生される例えば周波数2.45GHzのマイクロ波が、導波管37を介して上記平面アンテナ部材31へ伝搬されるようになっている。なお、マイクロ波の周波数としては、8.35GHz、1.98GHz等を用いることもできる。
- [0037] 導波管37は、シールド蓋体34の開口部36から上方へ延出する断面円形状の同軸導波管37aと、この同軸導波管37aの上端部に接続された水平方向に延びる断面矩形状の矩形導波管37bと、を有している。矩形導波管37bの同軸導波管37aとの接続部側の端部には、モード変換器40が設けられている。同軸導波管37aの中心には、内導体41が延在している。この内導体41の下端部は、平面アンテナ31の中心部に接続固定されている。
- [0038] プラズマ処理装置100の各構成部は、プロセスコントローラ50に接続され、当該プロセスコントローラ50によって制御されるようになっている。プロセスコントローラ50には、工程管理者がプラズマ処理装置100の各構成部を管理するためにコマンドの入力操作等を行うためのキーボードやプラズマ処理装置100の各構成部の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等を含むユーザーインタフェース51と、プラズマ処理装置100で実行される各種処理をプロセスコントローラ50の制御にて実現するための制御プログラムや処理条件データ等が記録されたレシピが格納された記憶部52と、が接続されている。
- [0039] そして、必要に応じて、ユーザーインタフェース51からの指示等に基づいて、任意

のレシピが記憶部52から呼び出されて、プロセスコントローラ50に実行される。これにより、プロセスコントローラ50の制御下で、プラズマ処理装置100において所望の処理が行われる。

[0040] 次に、本実施形態における遅波板33、平面アンテナ31及びマイクロ波透過板28についてさらに詳細に説明する。

[0041] 本実施の形態においては、図1に示すように、平面アンテナ31とマイクロ波透過板28とが密着しており、従来のようなエアーギャップが形成されていない。また、遅波板33と平面アンテナ31との間も密着している。しかし、単にエアーギャップをなくしただけでは、モード変換器40から見たマイクロ波の反射が大きくなり、プラズマの安定性が悪くなるとともに、マイクロ波パワーの効率も劣るものとなる。

[0042] そこで、本実施の形態においては、遅波板33、平面アンテナ31、マイクロ波透過板28及び形成されるプラズマで構成される図3に示すような等価回路が共振条件を満たすようになっており、かつ、遅波板33とマイクロ波透過板28とが同じ材質からなっている。上記等価回路が共振条件を満たすようになっていることにより、マイクロ波の反射を極小にすることができる。また、遅波板33とマイクロ波透過板28とが同じ材質からなっていることにより、マイクロ波の界面反射を防止することができる。これらにより、プラズマの安定性を高くしつつ、マイクロ波パワーの効率を高く維持することができる。

[0043] 図3に示すように、遅波板33およびプラズマ透過板28はコンデンサーとして機能し、平面アンテナ31は抵抗として機能し、プラズマはコイルとして機能する。図3の等価回路に示すように、遅波板33のキャパシタンスをC1、プラズマ透過板28のキャパシタンスをC2、平面アンテナ31の抵抗をR、プラズマのインダクタンスをLとし、さらにマイクロ波の周波数をfとすると、共振状態となるためには、以下の(1)式が成り立つ必要がある。

[数1]

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \dots\dots (1)$$

ここで、Cは、 $C=1/\{(1/C1)+(1/C2)\}$ である。

[0044] このような共振条件を満たすためには、キャパシタンスを規定するマイクロ波透過板28の厚さが、マイクロ波透過板28中におけるマイクロ波の波長の $1/2 \sim 1/4$ ($1/2\lambda \sim 1/4\lambda$)の範囲であること、および、平面アンテナ31のモード変換器40から見たマイクロ波反射率(パワー反射係数)が0.4~0.8の範囲内であること、が有効である。

[0045] 共振条件を規定する上記(1)式に含まれているキャパシタンスの大きさは、構成要素部材の厚さに反比例する。ここで、遅波板33については、薄い方が平面アンテナ31及びマイクロ波透過板28を効率良く冷却することができるので、マイクロ波透過板28の厚さ(キャパシタンスCの大きさに対して、より支配的となるキャパシタンスC2)を共振となり得る範囲に規定する。マイクロ波透過板28の厚さが導入されるマイクロ波の波長の $1/2$ より大きいか $1/3$ より小さいと、共振条件を満たす領域が狭くなる。さらに $1/4$ より小さくなると、共振することは困難となる。

[0046] ここで、マイクロ波透過板28の厚さとしては、図4(a)に示すように、その形状が平坦な場合には、その実際の厚さd1が用いられる。その際のマイクロ波透過板28のキャパシタンスをCF、その比誘電率を ϵ_0 とし、表面積をS1とすると、以下の(2)式が成り立つ。

$$CF = \epsilon_0 (S1/d1) \quad \dots (2)$$

一方、マイクロ波透過板28が複雑形状の場合には、その厚さとしては、キャパシタンスの計算式から求めた相当厚さd2が用いられる。すなわち、複雑形状のマイクロ波透過板28のキャパシタンスをCC、表面積をS2とすると、以下の(3)式が成り立つ。ここで、表面積S2は必ず求められる。従って、複雑形状でd2が求めにくい場合は、キャパシタンスCCを実測した後、(3)式から逆算して相当厚さd2を求めて、これをマイクロ波透過板28の厚さとすることができる。

$$CC = \epsilon_0 (S2/d2) \quad \dots (3)$$

なお、この際の相当厚さd2は、図4(b)に示すように、凹凸の平均厚さに相当する。

[0047] 平面アンテナ31のマイクロ波反射率については、それが0.4より低いと、周波数が変化した際の位相の変化が大きいために共振条件に調整することが困難であり、一

方、それが0.8を超えると、本質的に共振条件を満たし難くなる。

- [0048] なお、遅波板33とマイクロ波透過板28とは、同一材質であることが好ましい。しかし、異なる材質であっても、それらの誘電率の比が70%乃至130%の範囲であれば、必ず共振条件に調整できるということがシミュレーションにより確認されている。
- [0049] このように構成されたプラズマ処理装置100においては、まず、ゲートバルブ26が開とされて、搬入出口25から被処理体であるウエハWがチャンバー1内に搬入される。ウエハWは、サセプタ2上に載置される。
- [0050] そして、ガス供給系16から所定の処理ガスがガス導入部材15を介してチャンバー1内に導入され、所定の圧力に維持される。例えば、タングステン系ゲート電極の選択酸化処理のような酸化処理を行う場合には、処理ガスとしてArガス、H₂ガス、O₂ガス等がチャンバー1内に導入され、チャンバー1内の圧力は例えば3～700Paとされる。
- [0051] 次に、マイクロ波発生装置39からのマイクロ波がマッチング回路38を経て導波管37に導かれる。マイクロ波は、矩形導波管37b、モード変換器40、同軸導波管37a及び遅波板33を順次通って、平面アンテナ部材31に供給される。マイクロ波は、更に、平面アンテナ部材31からマイクロ波透過板28を経てチャンバー1内におけるウエハWの上方空間に放射される。マイクロ波は、矩形導波管37b内ではTEモードで伝搬される。このTEモードのマイクロ波は、モード変換器40でTEMモードに変換される。このTEMモードのマイクロ波は、同軸導波管37a内を平面アンテナ部材31に向けて伝搬されていく。
- [0052] 平面アンテナ部材31からマイクロ波透過板28を経てチャンバー1に放射されるマイクロ波により、チャンバー1内では導入された処理ガスがプラズマ化される。このプラズマにより、酸化処理等の所定の処理が行われる。
- [0053] 本実施の形態のマイクロ波プラズマ処理装置100は、略 $10^{12}/\text{cm}^3$ 以上の高プラズマ密度で、かつ、略1.5eV以下の低電子温度プラズマを実現することができる。このため、低温かつ短時間でプラズマ処理を行うことができ、しかも下地膜へのイオン等のプラズマダメージが小さい等のメリットがある。
- [0054] また、本実施の形態においては、図1に示すように、平面アンテナ31とマイクロ波透

過板28との間が密着した状態となっており、従来のようなエアーギャップが形成されていないため、エアーギャップでマイクロ波パワーロスが生じることがない。また、マイクロ波パワー効率の低下や、アンテナ内部におけるマイクロ波放射孔(スロット)32のギャップ間及び遅波板33周辺にて発生しやすい異常放電を防止することができる。

[0055] しかし、単にエアーギャップをなくしただけでは、モード変換器40から見たマイクロ波の反射が大きくなり、プラズマの安定性が悪くなるおそれがある。これに対して、本実施の形態においては、遅波板33、平面アンテナ31、マイクロ波透過板28及び形成されるプラズマで構成される等価回路が共振するようになっていることにより、マイクロ波の反射を極小にすることができる。また、遅波板33とマイクロ波透過板28とが同じ材質からなっていることにより、マイクロ波の界面反射を防止することができる。これらにより、プラズマを安定に維持しつつ、マイクロ波パワー効率の低下やアンテナ内部での異常放電を発生し難くすることができる。なお、平面アンテナ31とマイクロ波透過板28とは、その間に実質的に空気を介さずに密着していればよい。すなわち、密着誤差や熱膨張等によるわずかな隙間があっても、0.1mm以下であれば許容される(本発明に含まれる)。

[0056] また、平面アンテナ31とマイクロ波透過板28の間には、熱伝導性の低いエアーギャップが存在しない。このため、シールド蓋体34に形成された冷却水流路34aに冷却水を通流させて、平面アンテナ31、マイクロ波透過板28、遅波板33及びシールド蓋体34を冷却する際に、従来冷却効率が悪かったマイクロ波透過窓28を効率良く冷却することができる。

[0057] 次に、本発明の効果を確認するために行われた実験について説明する。

ここでは、以下のような遅波板33、平面アンテナ31及びプラズマ透過板28が用いられた。

遅波板:石英製、径 ϕ 329mm、厚さ7mm

平面アンテナ:径 ϕ 344mm、厚さ0.3mm

プラズマ透過板:石英製、径 ϕ 362mm、厚さ31.3mm($=1/2\lambda$)、

フラットタイプ、平面アンテナに密着した一体型

また、電気特性は以下のように設定された。

周波数:2.45GHz

パワー密度: $2.67\text{W}/\text{cm}^2$ (at 2750W)、 $2.91\text{W}/\text{cm}^2$
(at 3000W)

入力インピーダンス: 50Ω (2.45GHz)

パワー反射係数:0.75 (2.45GHz)

[0058] 以上の条件で、プラズマ透過板の中における電界分布のシミュレーションが行われた。解析条件として、プラズマ放射孔(スロット)は、図5に示すように、各々は長溝状とされ、隣接する二つのマイクロ波放射孔32同士は「L」字状に配置され、これら「L」字状のマイクロ波放射孔32の対(組)が同心円状に二重に配置され、プラズマ密度は $1 \times 10^{12}/\text{cm}^3$ とされた。その結果、図5に示すように、電界分布は比較的均一であり、 $3 \times 10^2 \text{ V}/\text{m}$ 以上の高い電界強度の部分が多く、 $4 \times 10^2 \text{ V}/\text{m}$ 以上の部分も見られ、マイクロ波パワーのロスが少ないことが確認された。

[0059] 次に、以上の条件で、実際にプラズマが形成され、電子温度分布および電子密度分布が求められた。その際、処理ガスとしてはArが用いられ、チャンバー内圧力は1 Torr(133Pa)とされ、マイクロ波パワーは2750Wとされた。図6に電子温度分布を示し、図7に電子密度分布を示す。

[0060] 図6に示すように、電子温度は1.6eV以下で、かつ、その分布のばらつきは小さい。また、図7に示すように、電子密度はほぼ $1 \times 10^{12}/\text{cm}^3$ 以上で、かつ、その分布のばらつきも小さい。すなわち、低電子温度かつ高密度のプラズマが安定して形成されていることが確認された。

[0061] 次に、本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置と、従来のエアーギャップを有するマイクロ波プラズマ処理装置とについて、マイクロ波透過板の中におけるマイクロ波電界強度のシミュレーション結果を説明する。本発明のマイクロ波プラズマ処理装置の場合、遅波板33、平面アンテナ31、プラズマ透過板28および電気特性は、上記実験と同様とされ、プラズマ密度は $1 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ とされた。従来のマイクロ波プラズマ処理装置の場合には、これらに加えて、エアーギャップの長さ(厚さ)が20mmとされた。それぞれの結果を図8(a)および図8(b)に示す。図8(a)に示すように、本発明の装置では、 $1.75 \times 10^1 \text{ V}/\text{m}$ 以上という高いマイクロ波電界強度の部分が見ら

れる。しかし、図8(b)に示すように、従来の装置では、5V/m以下の低い部分が多い。すなわち、本発明により従来よりもマイクロ波電解強度が著しく高められることがわかった。なお、マイクロ波電界強度の均一性については、本発明と従来技術とで大きな差がみられないことが判明した。

[0062] いままで述べてきたような本発明の思想に基づく好適な半導体製造装置として、マイクロ波透過板28と遅波板33とがアルミナ(Al_2O_3)により構成される装置、あるいは、これらが石英(SiO_2)により構成される装置を挙げることができる。

[0063] マイクロ波透過板28と遅波板33とがアルミナにより構成される装置が好適に適用される例としては、プラズマCVD装置を挙げることができる。マイクロ波透過板28とプラズマの活性種等とが反応してマイクロ波透過板28を構成する元素を含むガスが発生する場合、当該ガスが被処理体上に成膜される膜中に取り込まれて膜質を劣化させる可能性がある。ここで、マイクロ波透過板28がアルミナ製であれば、アルミナは緻密であるため、例えば石英等に比べて、酸素の放出量を1桁程度低く抑えることができる。また、例えば、アルミナと他の材料を積層してなる、アルミナに近い誘電率を持つ異なる材料にて、マイクロ波透過板28と遅波板33とを構成してもよい。この場合には、誘電率の値の比が共振条件を満足させ得る70%から130%の間となるように、比誘電率が7.4から9.6の範囲にある材料が種々組み合わせられ得る。

[0064] 一方、マイクロ波透過板28と遅波板33とが石英により構成される装置が好適に適用される例としては、プラズマエッチング装置あるいはプラズマ表面改質装置を挙げることができる。エッチングや表面改質用のプロセス条件では、イオン衝撃によってマイクロ波透過板28がスパッタされる。この時、マイクロ波透過板28を構成する元素が金属を含んでいると、被処理体に金属汚染を引き起こす可能性がある。従って、例えばアルミナ等は使用できない。このような場合に、マイクロ波透過板28が石英製であれば、多くの場合被処理体もシリコンウエハやガラス基板であってこれらと石英とは同じ元素Siを主成分とするものであるから、金属汚染を引き起こすことはない。

[0065] さらに、マイクロ波透過板28と遅波板33とが石英により構成される装置において、同心円状に配置されるマイクロ波放射孔32の径方向間隔と、平面アンテナ31の中心から最内周のマイクロ波放射孔32までの長さとを Δr とし(図2参照)、 Δr =(遅波

板中でのマイクロ波の波長)とすると、マイクロ波周波数が2.45GHzの場合、マイクロ波放射孔32は2ターン形成(配置)される。ここで、平面アンテナ31としては、現在の主流である300mmウェハを処理する装置を想定しており、すなわち、平面アンテナ31の直径も略300mmとしている。これに対して、マイクロ波透過板28と遅波板33とがアルミナであれば、マイクロ波放射孔32は3ターン形成(配置)される。両者を比較するに、3ターンの装置は、2ターンの装置に比べて、スロットの設計や調整が極めて困難である。例えば、3ターンの装置では、中間ターンのスロットの数を増やしても、その直下のプラズマ密度が上がるわけではなく、プラズマ空間の中心の密度が減少して外周の密度が高くなったり、その逆もありうる。中間ターンのスロットから放射されるマイクロ波は、内周ターンおよび外周ターンのスロットから放射される電磁波と、互いに干渉するからである。このような観点からは、マイクロ波透過板28と遅波板33とを構成する材料として、マイクロ波放射孔32が2ターン形成される石英が好ましい。また、例えば、石英と他の材料を積層してなる、石英に近い誘電率を持つ異なる材料にて、マイクロ波透過板28と遅波板33とを構成してもよい。この場合には、誘電率の値の比が共振条件を満足させ得る70%から130%の間となるように、比誘電率が3.5から4.5の範囲にある材料が種々組み合わせられ得る。この場合にも、マイクロ波透過板28と遅波板33とが石英の場合と同様、マイクロ波周波数が2.45GHzの場合、マイクロ波放射孔32は2ターン形成(配置)される。

[0066] なお、本発明は、上記実施の形態に限定されることなく、種々変形可能である。たとえば、処理装置の構成は、本発明の構成要件を満たす限り、上記実施の形態に限るものではない。また、対象のプラズマ処理は、酸化処理に限らず、成膜処理、エッチング処理等、種々の処理に適用可能である。さらに、プラズマ処理を行う被処理体としては、半導体ウェハに限らず、フラットパネルディスプレイ基板等、他のものであってもよい。

[0067] 以上のような本発明は、半導体デバイスの製造工程における酸化処理、成膜処理、エッチング処理等、低電子温度および高密度のプラズマが求められるプラズマ処理に好適である。

請求の範囲

- [1] 被処理体が収容されるチャンバーと、
前記チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、
前記チャンバー内で前記処理ガスのプラズマを形成するマイクロ波を発生させるマイクロ波発生源と、
マイクロ波発生源で発生されるマイクロ波を前記チャンバーに向けて導く導波手段と、
前記導波手段によって導かれるマイクロ波を前記チャンバーに向けて放射する複数のマイクロ波放射孔を有する導体からなる平面アンテナと、
前記チャンバーの天壁を構成し、前記平面アンテナのマイクロ波放射孔を通過したマイクロ波を透過する、誘電体からなるマイクロ波透過板と、
前記平面アンテナの前記マイクロ波透過板に対して反対側に設けられ、前記平面アンテナに到達するマイクロ波の波長を短くする機能を有する、誘電体からなる遅波板と、
を備え、
前記平面アンテナと前記マイクロ波透過板とは、実質的に空気を介さずに密着しており、
前記遅波板と前記マイクロ波透過板とは、同じ材質で形成され、
前記遅波板、前記平面アンテナ、前記マイクロ波透過板、及び、前記チャンバー内で形成される前記処理ガスのプラズマ、によって形成される等価回路が、共振条件を満たすことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。
- [2] 被処理体が収容されるチャンバーと、
前記チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、
前記チャンバー内で前記処理ガスのプラズマを形成するマイクロ波を発生させるマイクロ波発生源と、
マイクロ波発生源で発生されるマイクロ波を前記チャンバーに向けて導く導波手段と、

前記導波手段によって導かれるマイクロ波を前記チャンバーに向けて放射する複数のマイクロ波放射孔を有する導体からなる平面アンテナと、

前記チャンバーの天壁を構成し、前記平面アンテナのマイクロ波放射孔を通過したマイクロ波を透過する、誘電体からなるマイクロ波透過板と、

前記平面アンテナの前記マイクロ波透過板に対して反対側に設けられ、前記平面アンテナに到達するマイクロ波の波長を短くする機能を有する、誘電体からなる遅波板と、

を備え、

前記平面アンテナと前記マイクロ波透過板とは、実質的に空気を介さずに密着しており、

前記遅波板と前記マイクロ波透過板とは、これらの誘電率の値の比が70%～130%となるような材質で形成され、

前記遅波板、前記平面アンテナ、前記マイクロ波透過板、及び、前記チャンバー内で形成される前記処理ガスのプラズマ、によって形成される等価回路が、共振条件を満たす

ことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

- [3] 前記マイクロ波透過板の厚さは、導入されるマイクロ波の波長の $1/2 \sim 1/4$ の範囲であり、

前記平面アンテナのマイクロ波反射率は、0.4～0.8の範囲である

ことを特徴とする請求項1または2に記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

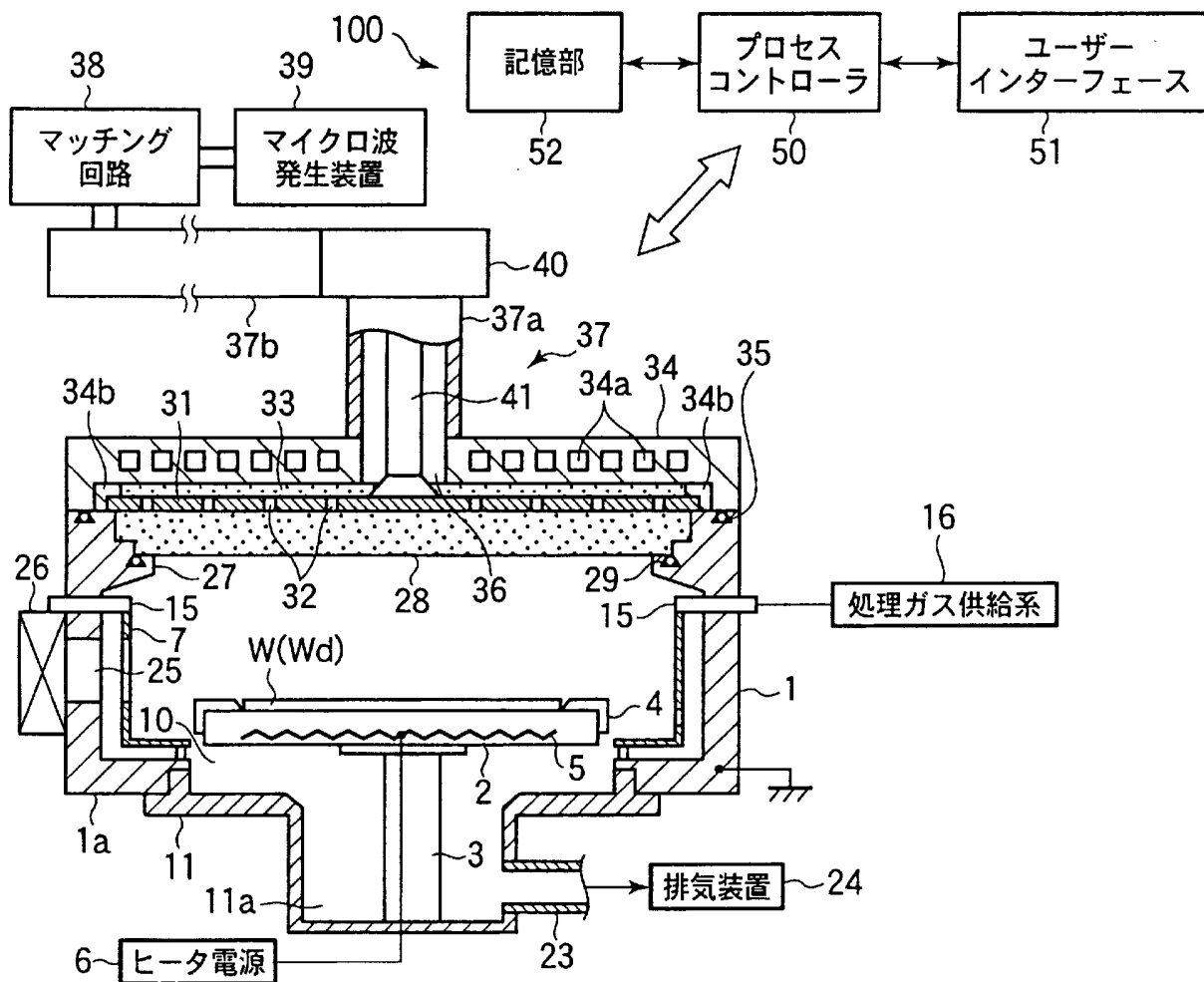
- [4] 前記導波手段は、前記マイクロ波発生源から発生されるマイクロ波をTEモードで伝搬する矩形導波管と、TEモードをTEMモードに変換するモード変換器と、TEMモードに変換されたマイクロ波を前記平面アンテナに向けて伝搬する同軸導波管と、を有する

ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

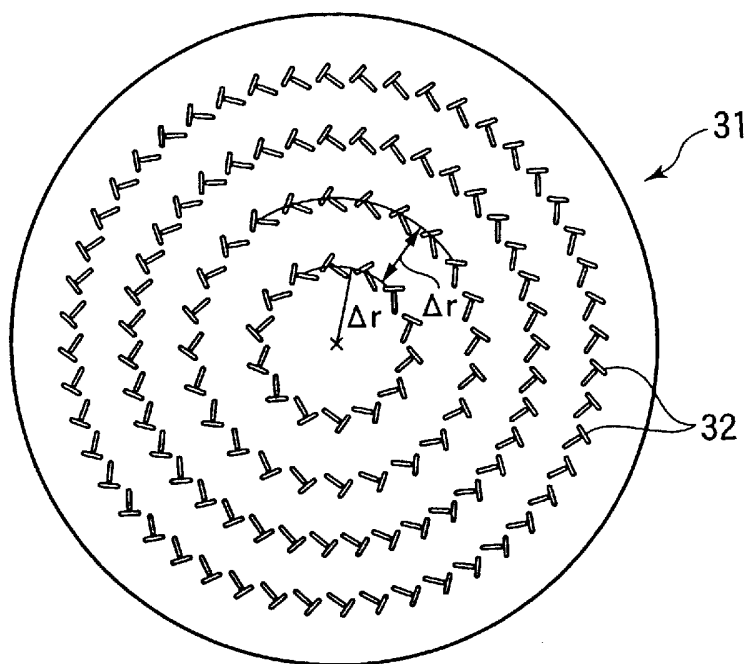
- [5] 前記平面アンテナに形成された複数のマイクロ波放射孔の各々は、長溝状をなし、隣接する二つのマイクロ波放射孔は、互いに交差する方向に配置されて、一つのマイクロ波放射孔対を形成し、

- 複数のマイクロ波放射孔対が、同心円状に配置されている
ことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載のマイクロ波プラズマ処理装置。
- [6] 前記遅波板および平面アンテナを覆う蓋体
を更に備えたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載のマイクロ波プラズマ処理装置。
- [7] 前記蓋体には冷媒流路が設けられており、この冷媒流路に冷媒を通流させることにより、前記遅波板、平面アンテナ、前記マイクロ波透過板が冷却されるようになっている
ことを特徴とする請求項6に記載のマイクロ波プラズマ処理装置。
- [8] マイクロ波の周波数は、2.45GHzであり、
遅波板とマイクロ波透過板との比誘電率は、3.5～4.5であり、
マイクロ波放射孔は、二重に配されている
ことを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のマイクロ波プラズマ処理装置。
- [9] 遅波板とマイクロ波透過板とは、石英であり、
マイクロ波プラズマ装置は、プラズマエッチング装置あるいはプラズマ表面改質装置である
ことを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載のマイクロ波プラズマ処理装置。
- [10] 遅波板とマイクロ波透過板とは、アルミナであり、
マイクロ波プラズマ装置は、プラズマCVD装置である
ことを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

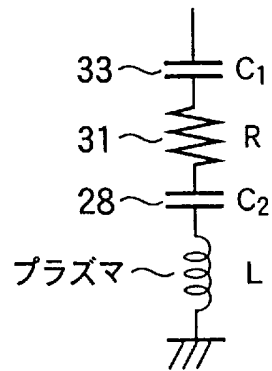
[図1]



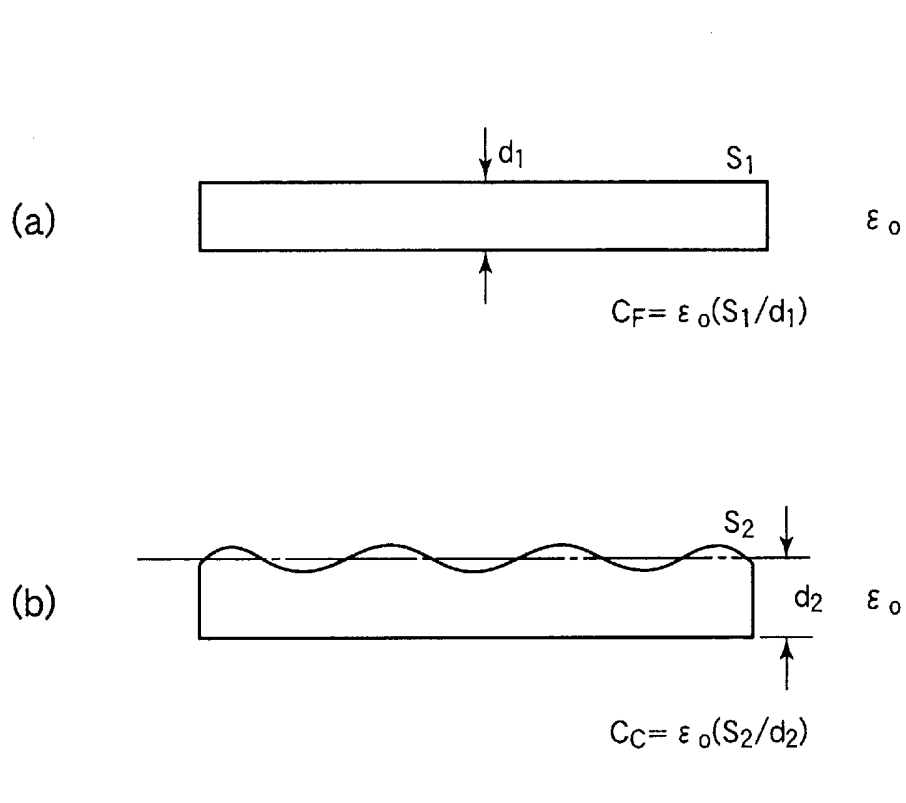
[図2]



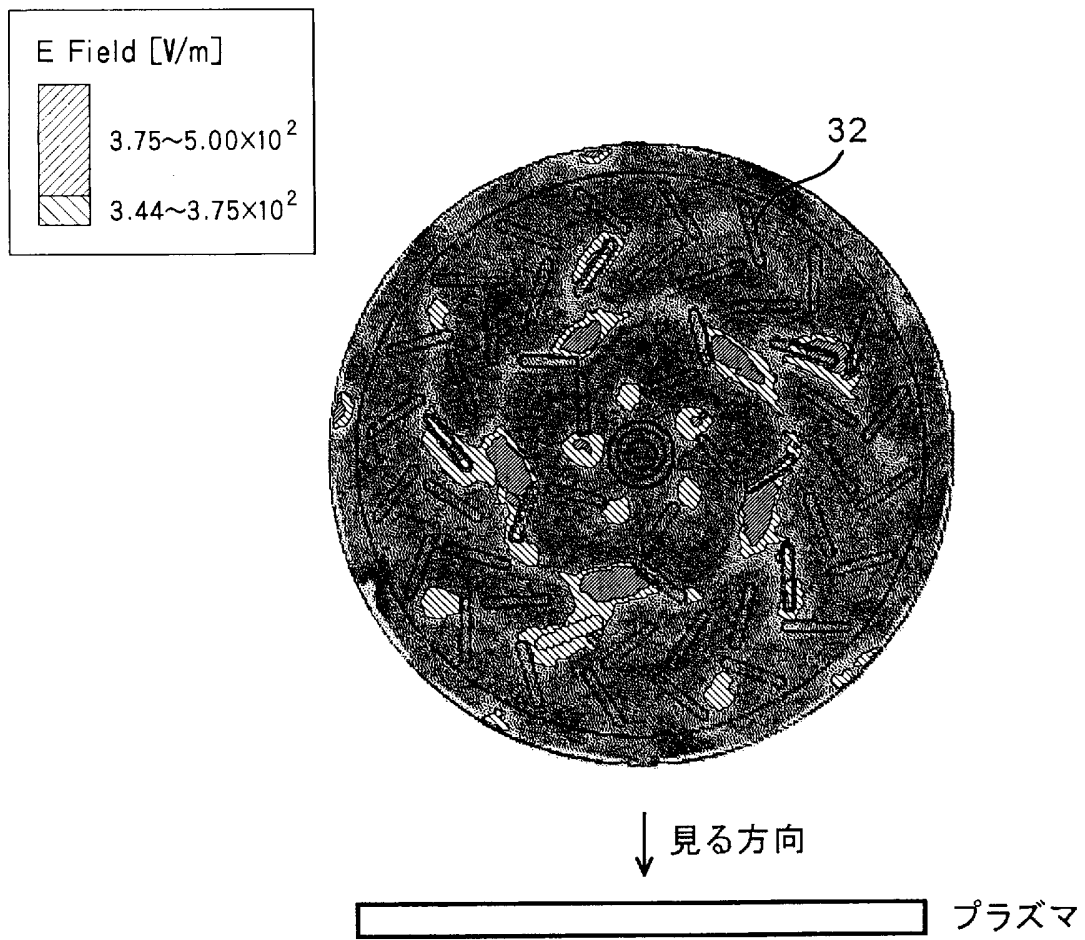
[図3]



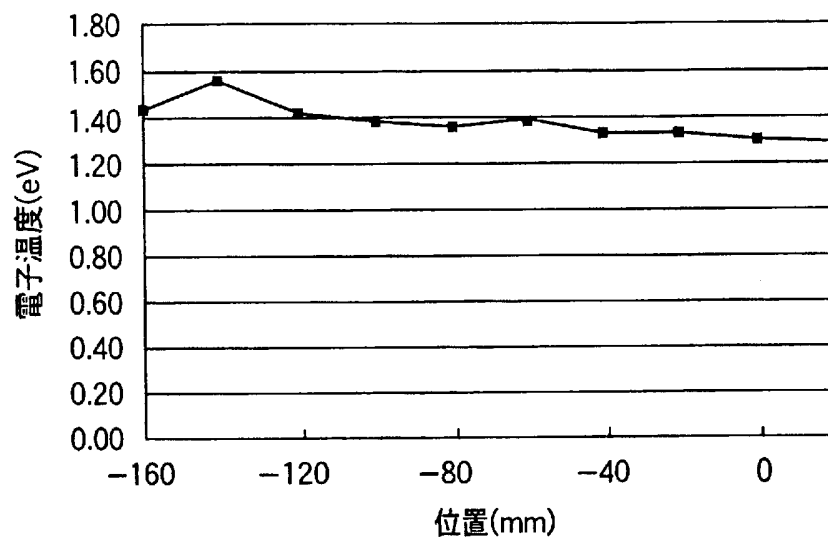
[図4]



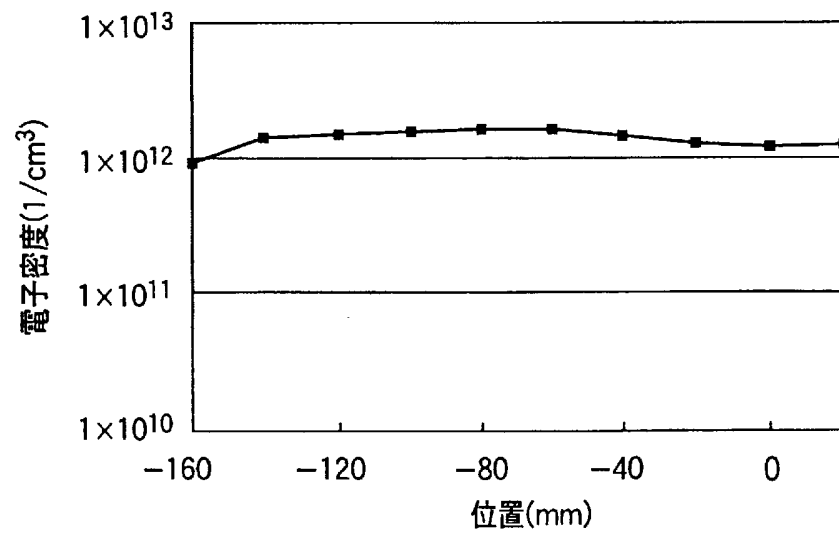
[図5]



[図6]

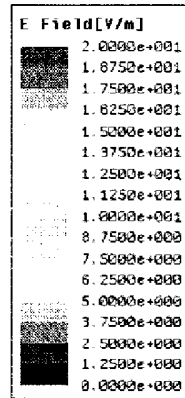


[図7]

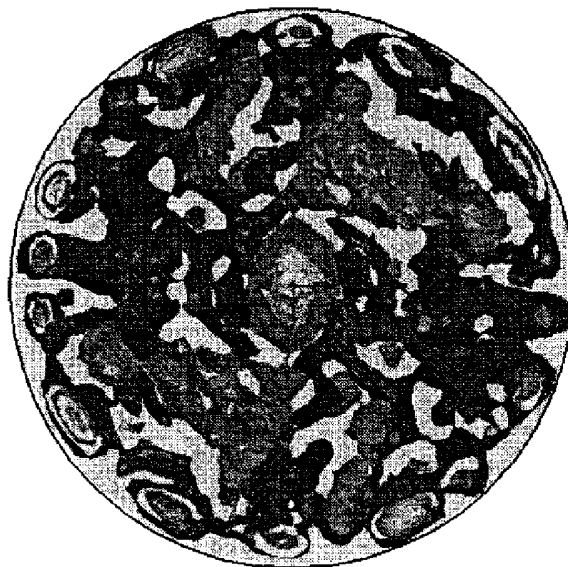
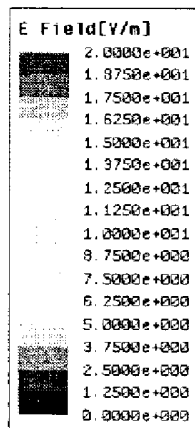


[図8]

(a) 本発明



(b) 従来



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/303048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H05H1/46 (2006.01), C23C16/511 (2006.01), H01L21/205 (2006.01), H01L21/302 (2006.01) 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) H05H1/46 (2006.01), C23C16/511 (2006.01), H01L21/205 (2006.01), H01L21/302 (2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006 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.
Y	JP 2004-265916 A (Tokyo Electron Ltd.), 24 September, 2004 (24.09.04), Par. Nos. [0014] to [0016]	1-10
Y	JP 11-195499 A (Anelva Corp.), 21 July, 1999 (21.07.99), Par. No. [0031]	1-10
Y	JP 2004-266268 A (Tokyo Electron Ltd.), 24 September, 2004 (24.09.04), Par. Nos. [0034], [0035], [0042]	3, 8
Y	JP 2004-55614 A (Tokyo Electron Ltd.), 19 February, 2004 (19.02.04), Par. No. [0026]	4
☒ 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 23 May, 2006 (23.05.06)		Date of mailing of the international search report 06 June, 2006 (06.06.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/303048

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-39972 A (Tadahiro OMI), 05 February, 2004 (05.02.04), Par. Nos. [0009] to [0011]	5
Y	JP 2002-280361 A (Hitachi, Ltd.), 27 September, 2002 (27.09.02), Par. Nos. [0001], [0009] to [0011]	9
Y	JP 2004-303958 A (Sharp Corp.), 28 October, 2004 (28.10.04), Par. Nos. [0069] to [0071]	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2006/303048

JP 2004-265916 A	2004.09.24	WO 2004/070815 A1
JP 11-195499 A	1999.07.21	(Family: none)
JP 2004-266268 A	2004.09.24	WO 2004/073363 A1
JP 2004-55614 A	2004.02.19	US 2004/0011465 A1
JP 2004-39972 A	2004.02.05	US 0092437 A EP 001521297 A1 WO 2004/006319 A1 CN 001533596 A
JP 2002-280361 A	2002.09.27	US 2002/0129904 A1 US 2003/0203641 A1 TW 000520537 B
JP 2004-303958 A	2004.10.28	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H05H1/46(2006.01), C23C16/511(2006.01), H01L21/205(2006.01), H01L21/302(2006.01),			
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. H05H1/46(2006.01), C23C16/511(2006.01), H01L21/205(2006.01), H01L21/302(2006.01),			
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 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1922-1996年 1971-2006年 1996-2006年 1994-2006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 請求の範囲の番号	
Y	JP 2004-265916 A （東京エレクトロン株式会社）2004.09.24, 段落【0014】～【0016】	1-10	
Y	JP 11-195499 A （アネルバ株式会社）1999.07.21, 段落【0031】	1-10	
Y	JP 2004-266268 A （東京エレクトロン株式会社）2004.09.24, 段落【0034】、【0035】、【0042】	3, 8	
☒ 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 23.05.2006		国際調査報告の発送日 06.06.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 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） 林 靖	21 3489
		電話番号 03-3581-1101	内線 3273

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-55614 A (東京エレクトロン株式会社) 2004.02.19, 段落【0026】	4
Y	JP 2004-39972 A (大見忠弘) 2004.02.05, 段落【0009】～【0011】	5
Y	JP 2002-280361 A (株式会社日立製作所) 2002.09.27, 段落【0001】、【0009】～【0011】	9
Y	JP 2004-303958 A (シャープ株式会社) 2004.10.28, 段落【0069】～【0071】	10

JP 2004-265916 A	2004.09.24	WO 2004/070815 A1
JP 11-195499 A	1999.07.21	ファミリーなし
JP 2004-266268 A	2004.09.24	WO 2004/073363 A1
JP 2004-55614 A	2004.02.19	US 2004/0011465 A1
JP 2004-39972 A	2004.02.05	US 0092437 A EP 001521297 A1 WO 2004/006319 A1 CN 001533596 A
JP 2002-280361 A	2002.09.27	US 2002/0129904 A1 US 2003/0203641 A1 TW 000520537 B
JP 2004-303958 A	2004.10.28	ファミリーなし