

(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
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/132625 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/31 (2006.01) H01L 21/318 (2006.01)
H01L 21/3065 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053981
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 20 日(20.02.2012)
- (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 2011-080030 2011 年 3 月 31 日(31.03.2011) 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) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐野 正樹 (SANO, Masaki) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン山梨株式会社内 Yamanashi (JP). 大▲崎▼ 良規(OSAKI, Yoshinori) [JP/JP]; 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ 1 番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 勝木 二郎(KATSUKI, Jiro)

[JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン山梨株式会社内 Yamanashi (JP). 前川 浩治(MAEKAWA, Koji) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン山梨株式会社内 Yamanashi (JP).

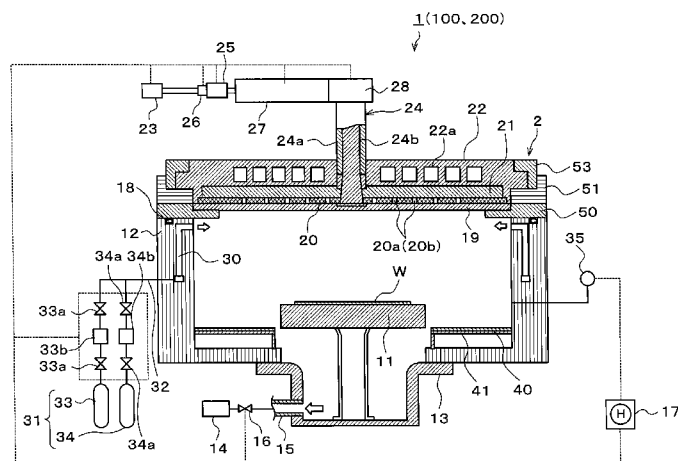
- (74) 代理人: 金本 哲男, 外(KANEMOTO, Tetsuo et al.); 〒1620065 東京都新宿区住吉町 1-20 角張ビル はづき国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR DETECTING EFFECTIVE POWER DEVIATIONS IN MICROWAVES IN PLASMA PROCESSING DEVICES, AND PLASMA PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置におけるマイクロ波の実効パワーのずれ量検出方法及びそのプラズマ処理装置

[図1]



(57) Abstract: This method finds effective power deviations in microwaves that arise among a plurality of plasma processing devices. Processing gas is supplied at a prescribed pressure to an evacuated processing vessel (12) and the vessel sealed. Microwaves are introduced into the sealed processing vessel at a prescribed electric power, and gas plasma for processing is generated. The change in the pressure in the processing vessel before plasma generation and the pressure in the processing vessel after plasma generation is measured, and the effective power deviation for the microwaves in the plasma processing device and the other plasma processing device is found on the basis of a correlative relation for the variation width for the pressure in another plasma processing device that is found in advance and forms a standard and the electric power for supplying the microwaves.

(57) 要約:

[続葉有]



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

複数のプラズマ処理装置間に生じるマイクロ波の実効パワーのずれ量を求める方法であって、排気した処理容器 1 2 内に所定の圧力で処理ガスを供給して密閉し、密閉した処理容器に所定の電力でマイクロ波を導入して処理ガスのプラズマを生成し、プラズマ生成前の処理容器内の圧力とプラズマ生成後の処理容器内の圧力との変化幅を測定し、予め求められた、基準となる他のプラズマ処理装置における圧力の変化幅とマイクロ波供給電力との相関関係に基づいて、プラズマ処理装置と他のプラズマ処理装置との間のマイクロ波の実効パワーのずれ量を求める。

明 細 書

発明の名称：

プラズマ処理装置におけるマイクロ波の実効パワーのずれ量検出方法及びそのプラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、被処理体をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、異なる複数のプラズマ処理装置間に生じるマイクロ波の実効パワーのずれ量を検出する方法、及びプラズマ処理装置に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造においては、例えばCMOSのゲート絶縁膜をはじめとする各種の用途に用いるために、シリコン酸化膜やシリコン窒化膜の形成が行われる。このシリコン酸化膜やシリコン窒化膜を形成する方法としては、シリコン基板を加熱して行う熱酸化処理、熱窒化処理や、プラズマによりシリコン基板の表面をプラズマ処理して窒化処理や酸化処理する方法が知られている（例えば特許文献1）。

[0003] 上述のプラズマ処理は、通常マイクロ波などを用いてプラズマを発生させるプラズマ処理装置において行われる。プラズマ処理装置では、マイクロ波発振器で発生したマイクロ波を、導波管、アンテナ、誘電体窓を介して処理容器に導入して、処理容器内に供給された酸素ガスや窒素ガスを含むガスのプラズマを生成する。そして、当該酸素ガスのプラズマや窒素ガスのプラズマによってシリコン基板の表面をプラズマ処理して、シリコン基板の表面にシリコン酸化膜やシリコン窒化膜を形成する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2003-115587号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] ところで、上述のようなプラズマ処理装置では、同一条件下でプラズマ処理を行っても、基板表面に形成される酸化膜の膜厚や窒素濃度等が、複数のプラズマ処理装置間でばらつくという事象が確認されている。このように、装置間でプラズマ処理後の膜厚等がばらつくと、製品の品質上問題となる。
- [0006] このような装置間での差異の要因の一つとして、処理容器内にマイクロ波を供給する場合に、そのマイクロ波の経路、プラズマ生成手段の部材、処理容器等の接合等の差異により、処理容器内でプラズマの生成に消費されるマイクロ波の電力、即ちマイクロ波の実効パワーに、何らかの原因でずれが生じているものと推察される。
- [0007] 処理容器内に供給されるマイクロ波の電力については、プラズマ処理装置の有する制御部で監視を行うことが可能であり、通常はこの監視に基づいてマイクロ波の供給電力が制御される。ところが、制御部で監視しても、実際に処理容器内にマイクロ波が導入されてプラズマが生成されるとプラズマの微妙な変化状態、例えば、マイクロ波の電力の差異等は検出できていない。そのため、この装置間で生じるプラズマ処理の差異は、導波管以降のアンテナ部や誘電体窓といったマイクロ波の伝播経路における寸法公差や、装置組み立て時の組み付け誤差により、マイクロ波の伝播過程における損失に機差が生じ、それによりマイクロ波の実効パワーに差が生じていることが原因であると考えられる。
- [0008] しかしながら、マイクロ波の実効パワーそのものを定量的に検出する方法がないため、実効パワーの機差を求めることができない。そのため、複数の処理装置間の実効パワーの機差を解消するためのオフセット調整をすることができず、プラズマ処理装置間でのプラズマ処理のばらつきを解消できないのが現状である。
- [0009] 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、プラズマ処理装置間でのマイクロ波の実効パワーのずれ量を求めることを目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するため、本発明は、被処理体をマイクロ波プラズマにより処理するプラズマ処理装置において、複数のプラズマ処理装置間に生じるマイクロ波の実効パワーのずれ量を求める方法であって、前記プラズマ処理装置は、マイクロ波を発生させるマイクロ波発生部と、上面が開口した、プラズマ処理を行うための処理容器と、前記処理容器内の圧力を測定する圧力測定機構と、前記処理容器の開口部を気密に塞ぐ誘電体窓と、前記誘電体窓の上面に配置されたアンテナと、前記マイクロ波発生部で発生させたマイクロ波を前記アンテナへ伝播させ前記処理容器に導入する導波管と、前記処理容器内にガスを供給するガス供給部と、前記処理容器内を排気する排気部と、を有し、前記プラズマ処理装置を用い、排気した前記処理容器内に所定の圧力でガスを供給して密閉し、前記処理容器内に所定の電力でマイクロ波を導入して前記ガスのプラズマを生成し、前記プラズマ処理装置におけるプラズマ生成前の処理容器内の圧力とプラズマ生成後の処理容器内の圧力との変化幅を測定し、予め求められた、基準となる他のプラズマ処理装置における圧力の変化幅とマイクロ波供給電力との相関関係に基づいて、当該プラズマ処理装置と前記他のプラズマ処理装置との間のマイクロ波の実効パワーのずれ量を求める。

[0011] 本発明によれば、処理ガスを供給して密閉した処理容器でプラズマを生成した際に、処理容器内に生じる圧力変化の幅を測定するので、基準となる他のプラズマ処理装置における圧力の変化幅とマイクロ波供給電力との相関関係に基づいて、複数のプラズマ処理装置間のマイクロ波の実効パワーのずれ量を求めることができる。その結果、各処理装置間に生じるマイクロ波の実効パワーのずれを解消するためのオフセット調整が可能となり、プラズマ処理装置間の機差を解消することができる。

[0012] 別な観点による本発明は、被処理体をマイクロ波プラズマにより処理するプラズマ処理装置であって、マイクロ波を発生させるマイクロ波発生部と、上面が開口した、プラズマ処理を行うための処理容器と、前記処理容器内に前記マイクロ波を透過させて導入する誘電体窓と、前記誘電体窓を支持し、

前記処理容器の開口を塞ぐ蓋部材と、前記誘電体窓の上面に配置されたアンテナと、前記アンテナの上面に配置された誘電体板と、前記誘電体板の上方を覆うように配置されたカバープレートと、前記カバープレートに接続し、マイクロ波を前記アンテナへ伝播させて前記処理容器に導入する導波管と、を有し、前記カバープレートは、その下面に形成された前記誘電体板を収容する窪み部を備え、且つ前記カバープレートの外周縁部には、その外周方向に突出して形成された外周突出部と、当該外周突出部の下方に突出して形成された下方突出部と、を備え、前記蓋部材に支持され、前記カバープレートの前記外周突出部を支持するＬ字型の環状の固定部材と、前記カバープレートの前記外周突出部の上面を押さえる環状の押え部材と、前記押え部材と前記カバープレートの外周突出部を挿通して前記固定部材に固定する第１の接合部材と、前記固定部材を挿通して前記蓋部材に固定する第２の接合部材と、をさらに有し、前記押え部材の垂直部は、内周面が前記カバープレートの前記外周突出部と当接し、且つ当該押え部材の垂直部の外周面が前記固定部材の垂直部と当接するように形成されていることを特徴としている。

発明の効果

- [0013] 本発明によれば、プラズマ処理（マイクロ波の実効パワー）の異なるプラズマ処理装置において、基準のプラズマ処理装置の圧力とマイクロ波のパワーを予め測定して置き、その結果から、そのマイクロ波パワーのオフセットを算出し、プラズマ処理装置間でのマイクロ波の実効パワーのずれ量を求めることができる。この結果、機差のあるプラズマ処理装置の圧力マイクロ波パワーを測定し、その測定結果に対するオフセット値を設定して用いることで、機差のないプラズマ処理が可能となる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明を実施するプラズマ処理装置の構成の一例を示す概略縦断面図である。

[図2]本実施の形態にかかるプラズマ処理装置で用いられるアンテナの形態を示す平面図である。

[図3]プラズマ処理装置におけるプラズマの供給電力と窒素濃度との相関関係を表したグラフである。

[図4]プラズマ処理装置におけるプラズマの電力と圧力の変化幅との相関関係を表したグラフである。

[図5]プラズマ処理装置における窒素濃度と圧力の変化幅との相関関係を表したグラフである。

[図6]マイクロ波の実効パワーのずれ量を求める工程のフロー図である。

[図7]処理容器上部の構成の概略を示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施の形態の一例について、図を参照して説明する。図1は、本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置1の概略構成を示す。プラズマ処理装置1は、シリコン基板であるウェハWを保持するウェハ保持台11が設けられた処理容器12を有している。ウェハ保持台11の内部にはヒータ（図示せず）が設けられ、ウェハWを所定の温度に加熱することができる。処理容器12の底部には、処理容器12の内部を均一に排気する排気部としての排気室13が設けられている。排気室13には、真空ポンプなどの排気装置14に通じる排気管15が接続されている。排気管15には、弁体16が設けられ、例えば制御部17からの信号により開閉操作が可能となっている。

[0016] 処理容器12の上方は、ウェハ保持台11上のウェハWに対応して開口する開口部を有している。この開口部には、当該開口部を塞ぎ、処理容器内にマイクロ波を供給するマイクロ波供給部2を配置している。マイクロ波供給部2は、気密性を確保するためのOリングなどのシール材18を介して、石英や Al_2O_3 からなる誘電体窓19を支持し、処理容器12を開閉する機能を有する蓋部材(Lid)50によって気密に塞がれている。誘電体窓19の上(外側)には、アンテナ20が配置されている。このアンテナ20は、導電性を有する材質、たとえば銅、アルミニウム、ニッケル等の金属製の薄い円板からなり、アンテナ20の表面には、例えば図2に示すように複数の

対のスロット 20 a、20 b が同心円状に形成されている、いわゆるラジアルラインスロットアンテナである。各スロット 20 a、20 b は略方形の貫通した溝であり、隣接するスロット 20 a、20 b 同士は互いに直交して略アルファベットの「T」の文字を形成するように配設されている。スロット 20 a、20 b の長さや配列間隔は、供給されるマイクロ波の波長に応じて決定されている。

[0017] アンテナ 20 の上面には、図 1 に示すように、石英、アルミナ、窒化アルミニウム等からなる誘電体板(遅波板) 21 が配置されている。この誘電体板 21 は、遅波板として機能する。誘電体板 21 の上方には、アルミニウム等の導電性のカバープレート 22 が誘電体板 21 を覆うように配置されている。また、アンテナ 20 は、その外周部をカバープレート 22 に系止されて設置されている。

[0018] カバープレート 22 の内部には、冷媒が流れる冷媒路 22 a が設けられている。また、カバープレート 22 の中央には同軸導波管 24 が接続されている。同軸導波管 24 の上端部には、矩形導波管 27 およびモード変換機 28 を介して、マイクロ波発生部としてのマイクロ波発生装置 23 が接続されている。

[0019] マイクロ波発生装置 23 は、処理容器 12 の外部に設置されており、例えば 2.45 GHz のマイクロ波を発生させることができる。また、マイクロ波発生装置 23 には、モード変換機 28 を介してインピーダンス整合器 25 が接続されており、マイクロ波のインピーダンスのマッチングが行われる。同軸導波管 24 は、外側導体 24 a と内側導体 24 b とからなり、内側導体 24 b はアンテナ 20 に接続されている。かかる構成により、マイクロ波発生装置 23 から発生したマイクロ波は、インピーダンス整合器 25、矩形導波管 27、モード変換機 28 及び同軸導波管 24 内を伝播し、遅波板としての誘電体板 21 で圧縮されて短波化された後、アンテナ 20 から円偏波状のマイクロ波が誘電体窓 19 から処理容器 12 内に導入される。

[0020] またインピーダンス整合器 25 の上流側には、マイクロ波発生装置 23 か

ら供給されるマイクロ波の電力を測定するための電力測定機構 26 が設けられている。電力測定機構 26 は制御部 17 に電氣的に接続されており、測定結果が制御部 17 に入力される。

[0021] 処理容器 12 の上部の内周面には、プラズマ生成用のガスを供給するためのガス供給口 30 が形成されている。ガス供給口 30 は、例えば処理容器 12 の内周面に沿って複数箇所形成されている。ガス供給口 30 には、例えば処理容器 12 の外部に設置されたガス供給部 31 に連通するガス供給管 32 が接続されている。本実施の形態におけるガス供給部 31 は、不活性ガス供給部 33 と窒素ガス供給部 34 を有し、各々バルブ 33 a、34 a、マスフローコントローラ 33 b、34 b を介して、ガス供給口 30 に接続されている。ガス供給口 30 から供給されるガスの流量は、マスフローコントローラ 33 b、34 b によって制御される。また、処理容器 12 の内周面には、ガス供給口 30 のほかに、当該処理容器 12 内の圧力を測定する圧力測定機構 35 が設けられている。圧力測定機構 35 は制御部 17 に電氣的に接続されており、測定結果が制御部 17 に入力される。なお、本実施の形態においては、ガス供給部 31 に、希ガスであるアルゴン (Ar) ガスや、ウェハ W のプラズマ窒化処理に用いる窒素ガスが貯留されている場合を例にして説明する。

[0022] 処理容器 12 内のウェハ保持台 11 の周囲には、例えば石英からなるガスバッフル板 40 と、石英製のガスバッフル板 40 を支持するアルミニウムなどの金属製の支持部材 41 が設けられている。

[0023] 以上のプラズマ処理装置 1 には、既述のように制御部 17 が設けられている。制御部 17 は、例えばコンピュータであり、プログラム格納部 (図示せず) を有している。プログラム格納部には、マイクロ波発生装置 23 や弁体 16 などを制御して、プラズマ処理装置 1 を動作させるためのプログラムも格納されている。なお、前記プログラムは、例えばコンピュータ読み取り可能なハードディスク (HD)、フレキシブルディスク (FD)、コンパクトディスク (CD)、マグネットオプティカルディスク (MO)、メモリーカー

ドなどのコンピュータに読み取り可能な記憶媒体Hに記録されていたものであって、その記憶媒体Hから制御部17にインストールされたものであってもよい。

[0024] <第1の実施形態>

本実施の形態にかかるプラズマ処理装置1は以上のように構成されており、次に、本実施の形態にかかるプラズマ処理装置1におけるマイクロ波の実効パワーのずれ量検出方法について、その原理を説明する。

[0025] 既述のように、同一の構成のプラズマ処理装置1に同一の電力でマイクロ波を供給してプラズマ処理を行った場合でも、複数のプラズマ処理装置1間で基板表面に形成される窒化膜の膜厚や窒素濃度等にばらつきが生じる。

[0026] このばらつきについて、プラズマ処理装置1と同一の構成の2台のプラズマ処理装置100、200を用いて、以下の2種類の確認試験を行った。

[0027] 先ず、第1の確認試験として、2台のプラズマ処理装置100、200でのプラズマ窒化処理のばらつきについて確認した。確認にあたって、ウェハ保持台11にシリコン基板のウェハWを載置して、アルゴンガスと窒素ガスを供給した処理容器12内にマイクロ波を1400W～1700Wの電力の範囲で供給してウェハWをプラズマ窒化処理した。このプラズマ窒化処理を2台のプラズマ処理装置100、200それぞれで行った。図3にプラズマ窒化処理の結果を示す。図3は、横軸をマイクロ波発生装置23から供給するマイクロ波の電力、縦軸をプラズマ窒化処理によりウェハWの表面に形成されたシリコン窒化膜における窒素濃度とし、2台のプラズマ処理装置100、200におけるプラズマの供給電力と窒素濃度との相関関係をそれぞれA、Bで表したグラフである。

[0028] 図3に示すように、シリコン窒化膜の窒素濃度は、プラズマ電力1400W～1700Wの範囲の全域で、プラズマ処理装置100によるもの（図3のグラフA）の方が、プラズマ処理装置200によるもの（図3のグラフB）よりも高いことが確認された。

[0029] 次に、第2の確認試験として、2台のプラズマ処理装置100、200に

において、プラズマ電力と処理容器 1 2 内の圧力との関係について確認した。第 2 の確認試験においては、排気した状態の処理容器 1 2 にアルゴンガスを供給し、処理容器 1 2 を内部の圧力 2 4 0 P a とした状態で密閉した後に、当該処理容器 1 2 内にマイクロ波を 1 4 0 0 W ~ 1 7 0 0 W の電力の範囲で供給してプラズマを生成した。その後、プラズマ生成により処理容器 1 2 内に生じる圧力変化の値を測定した。図 4 に第 2 の確認試験の結果を示す。図 4 は、横軸をマイクロ波発生装置 2 3 から供給するマイクロ波の電力、縦軸を処理容器 1 2 内におけるプラズマ生成前の圧力とプラズマ生成後の圧力との変化幅とし、2 台のプラズマ処理装置 1 0 0、2 0 0 におけるプラズマの電力と圧力の変化幅との相関関係をそれぞれ C、D で表したグラフである。

[0030] 図 4 に示すように、処理容器 1 2 内の圧力の変化幅は、プラズマ電力 1 4 0 0 W ~ 1 7 0 0 W の範囲の全域で、プラズマ処理装置 1 0 0 (図 4 のグラフ C) の方が、プラズマ処理装置 2 0 0 (図 4 のグラフ D) よりも高いことが確認された。

[0031] 一般に、プラズマ生成時の処理容器 1 2 内の圧力は、マイクロ波の実効パワーに依存する。したがって、2 台のプラズマ処理装置 1 0 0、2 0 0 の間に同一の電力でマイクロ波を供給しても、処理容器 1 2 内の圧力の変化幅が異なる図 4 の結果からは、プラズマ処理装置 1 0 0、2 0 0 間でマイクロ波の実効パワーにずれが生じていることがわかる。

[0032] 次に、圧力の変化幅とシリコン窒化膜の窒素濃度との相関を調べるために、図 3 及び図 4 の結果から、図 5 に示すような、横軸を圧力の変化幅、縦軸をシリコン窒化膜における窒素濃度としたグラフを作成した。図 5 に示すように、プラズマ処理装置 1 0 0 によるプラズマ処理 (図 5 のグラフ E) か、プラズマ処理装置 2 0 0 によるプラズマ処理 (図 5 のグラフ F) かによらず、圧力の変化幅と窒素濃度とはほぼ一致することが確認された。

[0033] したがって、図 4 に示されるマイクロ波の供給電力と処理容器 1 2 内の圧力の変化幅との相関関係から、2 台のプラズマ処理装置 1 0 0、2 0 0 間の実効パワーのずれ量を求めれば、ずれ量に応じてマイクロ波の供給電力にオ

フセットを設定することができる。その結果、2台のプラズマ処理装置100、200間の機差を実質的になくすることができる。

[0034] 本発明は、このような点に着目したものであり、次に、本実施の形態にかかる、マイクロ波の実効パワーのずれ量を求める方法について具体的に説明する。図6は、本実施の形態にかかる、マイクロ波の実効パワーのずれ量検出方法のプロセスを示すフロー図である。

[0035] 複数のプラズマ処理装置100、200において、マイクロ波の実効パワーのずれ量を求めるにあたっては、先ず、例えばプラズマ処理装置100において、プラズマの供給電力と圧力の変化幅との相関関係を求める。

[0036] 相関関係を求めるにあたっては、先ず処理容器12の内部を排気する（図6の工程S1）。次いで、処理容器12内にガス供給口30を介してアルゴンガスを供給する（図6の工程S2）。

[0037] その後、処理容器12内の圧力を、例えば240Paにしてアルゴンガスの供給を停止し、それと共に弁体16を閉止して、アルゴンガスの圧力を240Paにした状態で処理容器12を密閉する（図6の工程S3）。続いて、処理容器12内にマイクロ波を、例えば1400W～1700Wの電力の範囲で供給してプラズマを生成する（図6の工程S4）。なお、マイクロ波の供給電力の監視は、電力測定機構26により行われる。

[0038] その後、プラズマ生成により処理容器12内に生じる圧力変化の幅を測定し、図4にグラフCで示すような、プラズマの供給電力と処理容器12内の圧力の変化幅との相関関係を求める（図6の工程S5）。

[0039] 次に、プラズマ処理装置200についても、プラズマ処理装置100と同様に、マイクロ波の供給電力と処理容器12内の圧力の変化幅との相関関係を求める。この場合、上述のプラズマ処理装置100の場合と同様に、処理容器12の内部を排気し（図6の工程S6）、次いで、処理容器12内にアルゴンガスを供給し（図6の工程S7）、処理容器12内にアルゴンガスを240Paの圧力で密閉する（図6の工程S8）。そして、密閉した処理容器12内に、やはり1400W～1700Wの電力でマイクロ波を供給して

プラズマを生成し（図6の工程S9）、その後、プラズマの生成により処理容器12内に生じる圧力変化の幅を測定する。これにより、図4にグラフDで示すような、プラズマの供給電力と処理容器12内の圧力の変化幅との相関関係を求める（図6の工程S10）。

[0040] そして、プラズマ処理装置100における相関関係と、プラズマ処理装置200における相関関係とに基づいて、プラズマ処理装置100とプラズマ処理装置200との間に生じるマイクロ波の実行パワーのずれ量を求める（図6の工程S11）。具体的には、図4のグラフDから、プラズマ処理装置200においてマイクロ波の供給電力を例えば1600Wとした場合の圧力の変化幅を求める。この場合の変化幅は概ね60.7Paである。そして、図4のグラフCから、プラズマ処理装置100において圧力の変化幅が、同じく60.7Paとなる場合の電力を求めると、約1480Wとなる。このことから、プラズマ処理装置200を基準とすると、プラズマ処理装置100におけるマイクロ波の実効パワーは、マイクロ波の供給電力120Wに相当する分だけプラズマ処理装置200よりも高いことがわかる。したがって、プラズマ処理装置100において、マイクロ波発生装置23から供給するマイクロ波の設定を120Wだけオフセットさせることで機差を解消し、プラズマ処理装置100により、プラズマ処理装置200と同じプラズマ処理を行うことができる。

[0041] 以上の実施の形態によれば、プラズマ処理装置100の処理容器12にアルゴンガスを供給して密閉し、その状態で処理容器12内にマイクロ波を供給してプラズマを生成した際に、処理容器12内に生じる圧力変化の幅を測定するので、予め求められた、基準となるプラズマ処理装置200における圧力の変化幅とマイクロ波供給電力との相関関係に基づいて、プラズマ処理装置100、200の間に生じるマイクロ波の実効パワーのずれ量を求めることができる。それにより、プラズマ処理装置100、200間に生じるマイクロ波の実効パワーのずれを解消するためのマイクロ波のパワーのオフセット調整が可能となり、プラズマ処理の機差を解消することができる。

[0042] 以上の実施の形態においては、プラズマ処理装置100とプラズマ処理装置200の両方について、例えば1400W～1700Wのマイクロ波電力の範囲で圧力の変化幅を測定したが、プラズマ処理装置100については、1400W～1700Wの任意の範囲で、1点のみ圧力変化幅を測定すれば足りる。なぜなら、プラズマ処理装置100については、例えばマイクロ波の電力を1600Wとした場合についてのみ圧力変化を測定すれば、基準となるプラズマ処理装置200との間のマイクロ波の実効パワーのずれ量が、マイクロ波の供給電力の120W分に相当することが求められるからである。なお、プラズマ処理装置100、200のいずれを基準とするかは、当然ながら任意に決定が可能である。実際は、例えば、製品の生産に既に使用されているプラズマ処理装置を用いる、即ち既に処理後の窒素濃度が分かっている装置を基準にすることがより好ましい。

[0043] また、以上の実施の形態においては、プラズマ処理装置100で所定のマイクロ波電力でプラズマを生成し、それにより処理容器12に生じる圧力の変化幅を測定して、基準となるプラズマ処理装置200における電力と圧力との相関関係から機差を求めたが、例えばプラズマ窒化処理を行うにあたり、予め所望の窒素濃度が決定している場合は、図5のグラフEから当該所望の窒素濃度に対応するマイクロ波の供給電力を直接求めてもよい。具体的には、例えばプラズマ窒化処理における窒素濃度を13%とする場合、図5のグラフEからその際の処理容器12内の圧力変化幅を概ね62Paとすればよいことがわかる。したがって、プラズマ処理装置100において処理容器12内に240Paでアルゴンガスを封入し、次いで供給するマイクロ波の電力を変化させて圧力測定機構35における測定値が62Paとなった場合の電力を求めれば、プラズマ処理装置100において窒素濃度を13%とするためのマイクロ波電力を直接求めることができる。かかる場合、目標とする窒素濃度を得るためのマイクロ波の電力を直接求めるので、より厳密にプラズマ処理装置100、200間の処理結果を一致させることができる。

[0044] <第2の実施形態>

なお、以上の実施の形態においては、複数のプラズマ処理装置１００、２００間のマイクロ波の実効パワーのずれを解消する方法について説明したが、単一のプラズマ処理装置１であっても、メンテナンス等でプラズマ処理装置１を分解、組み立てした場合は、組み付け誤差によりメンテナンスの前後でマイクロ波の実効パワーにずれが生じる場合がある。

[0045] かかる組み付け誤差を低減するには、メンテナンスの前後で、処理容器１２に対するアンテナ２０や誘電体窓１９の相対的な位置が変わらないようにプラズマ処理装置１を構成することが有効である。以下、具体的な構成について説明する。

[0046] 図７は、プラズマ処理装置１の処理容器１２の上部の蓋部材５０、誘電体窓１９、アンテナ２０、誘電体板(遅波板)２１及びカバープレート２２近傍の構成の部分的な概略を示す縦断面図である。なお、以下の説明以外の構成については、上記の説明と同様であるので、説明は省略する。

[0047] 誘電体窓１９は、蓋部材５０の内周面から内側に段差状に突出して設けられた支持部５０ａの上面に、Ｏリングなどのシール部材（図示せず）を介して気密に支持されている。誘電体窓１９の上面には、アンテナ２０が配置されている。アンテナ２０の上面には、誘電体板２１が配置されている。

[0048] アンテナ２０及び遅波板である誘電体板２１を覆うように対応するカバープレート２２の下面位置には、カバープレート２２の外周部が下方へ突出する下方突出部２２ｂが形成され、且つ、上方に窪んだ窪み部２２ｃが形成されている。誘電体板２１はこの窪み部２２ｃに密着して収容されている。また、カバープレート２２の外周縁部における高さ方向の中央付近には、外周方向に突出する外周突出部２２ｄが形成されている。

[0049] 蓋部材５０の上面５０ｂには、断面形状が略Ｌ字型をした円環状の固定部材５１が、当該固定部材５１の垂直部５１ａを鉛直方向に貫通するボルトなどの接合部材５２により固定されている。

[0050] カバープレート２２の外周突出部２２ｄの下面は、固定部材５１の上面に支持されている。外周突出部２２ｄの上面外周部には断面形状がＬ字を９０

度左に回転させた略L字型の円環状の押え部材53が密着し、押え部材53の水平部53aの上面から押え部材53、外周突出部22dを貫通して、ボルトなどの接合部材54で誘電体窓19、アンテナ20、誘電体板21がカバープレート22と共に固定される。また、押え部材53の垂直部53bは、内周面がカバープレート22の外周突出部22dと当接し、且つ当該垂直部53bの外周面が固定部材51の垂直部51aと当接するように構成されている。また、カバープレート22の下方突出部22bの外周面と固定部材51の内周面の間に環状の隙間（クリアランス）を形成することで、メンテナンスの際センタリングをし易くすることができる。このため、固定部材51の垂直部51aにより、カバープレート22及び押え部材53が水平方向へ移動することを防止できる。それと共に、誘電体窓19、アンテナ20、誘電体板21及びカバープレート（冷却プレート）22をセルフアライメントすることができる。このため、メンテナンスの前後で処理容器12とアンテナ20等との相対的な位置が変わることがない。したがって、プラズマ処理装置1の処理容器12の上端部近傍を、図7のように構成することで、メンテナンスの前後でマイクロ波の実効パワーにずれが生じるのを最小限にすることができる。

[0051] なお、同軸導波管24から鉛直方向に伝播するマイクロ波は、アンテナ20へ導入した際、誘電体板21内を外周方向に向かっても伝播する。そのため、マイクロ波供給部2の外周部の固定部材51の接合部より漏洩してマイクロ波の損失が生じる。これらの損失は最小限に抑えることが好ましい。かかる場合、例えば図7に示すように、接合部材54よりも処理容器12の内側の位置、カバープレート22の外周突出部22dの上面と押え部材53の下面との接合面、外周突出部22dの下面と固定部材51の上面との接合面、及び固定部材51の下面と蓋部材50の上面部との接合面に、それぞれ金属製で円環状のマイクロ波の遮蔽部材60を設けることで、誘電体板21内を外周方向に伝播するマイクロ波が外部に漏洩することを防止できる。遮蔽部材60としては、金属製のスパイラルシールリングなどが用いられる。な

お、図 7 に示すように、遮蔽部材 60 は、接合部材 54 よりも処理容器の外側の位置に設けられていてもよい。かかる場合、カバープレート 22、固定部材 51、押え部材 53 及び接合部材 54 が接する面からマイクロ波が漏洩することを防止するために、接合部材 54 よりも外側であって外周突出部 22d の上面と押え部材 53 の水平部 53a の下面との接合面、及び押え部材 53 の垂直部 53b の下端部と固定部材 51 の上面との接合面に遮蔽部材 60 をそれぞれ配置することが好ましい。

[0052] 以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。他のマイクロ波プラズマ装置、例えば、ECR プラズマ装置、表面はプラズマ装置などに適用可能である。また、業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到しうることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

符号の説明

- [0053]
- 1 プラズマ処理装置
 - 2 マイクロ波供給部
 - 11 ウェハ保持台
 - 12 処理容器
 - 13 排気室
 - 17 制御部
 - 18 シール材
 - 19 誘電体窓
 - 20 アンテナ
 - 21 誘電体板（遅波板）
 - 22 カバープレート
 - 23 マイクロ波発生装置
 - 24 同軸導波管
 - 27 矩形導波管

- 2 8 モード変換器
- 3 0 ガス供給口
- 3 1 ガス供給部
- 3 2 ガス供給管
- 3 3 不活性ガス供給部
- 3 4 窒素ガス供給部
- 3 5 圧力測定機構
- 4 0 バッフル板
- 4 1 支持部材
- 5 0 蓋部材 (L i d)
- 5 1 固定部材
- 5 2 接合部材
- 5 3 押え部材
- 6 0 遮蔽部材
- W ウェハ

請求の範囲

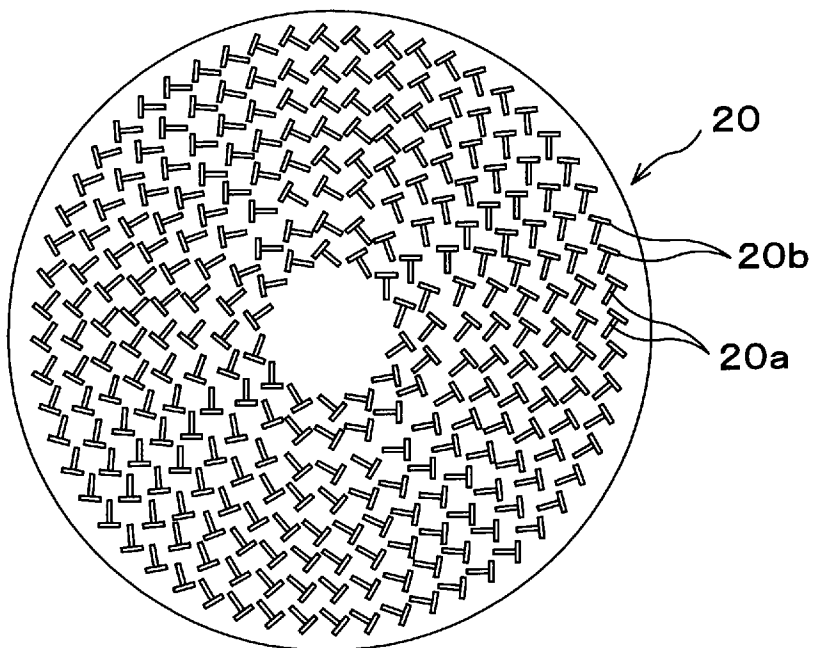
- [請求項1] 被処理体をマイクロ波プラズマにより処理するプラズマ処理装置において、複数のプラズマ処理装置間に生じるマイクロ波の実効パワーのずれ量検出方法であって、
前記プラズマ処理装置は、
マイクロ波を発生させるマイクロ波発生部と、
上面が開口した、プラズマ処理を行うための処理容器と、
前記処理容器内の圧力を測定する圧力測定機構と、
前記処理容器の開口部を気密に塞ぐ誘電体窓と、
前記誘電体窓の上面に配置されたアンテナと、
前記マイクロ波発生部で発生させたマイクロ波を前記アンテナへ伝播させ前記処理容器に導入する導波管と、
前記処理容器内にガスを供給するガス供給部と、
前記処理容器内を排気する排気部と、を有し、
前記プラズマ処理装置を用い、排気した前記処理容器内に所定の圧力でガスを供給して密閉し、
前記処理容器内に所定の電力でマイクロ波を導入して前記ガスのプラズマを生成し、
前記プラズマ処理装置におけるプラズマ生成前の処理容器内の圧力とプラズマ生成後の処理容器内の圧力との変化幅を測定し、
予め求められた、基準となる他のプラズマ処理装置における圧力の変化幅とマイクロ波供給電力との相関関係に基づいて、当該プラズマ処理装置と前記他のプラズマ処理装置との間のマイクロ波の実効パワーのずれ量を求める。
- [請求項2] 請求項1に記載のプラズマ処理装置におけるマイクロ波の実効パワーのずれ量検出方法において、
前記基準となる他のプラズマ処理装置は、製品の生産に既に使用されているプラズマ処理装置である。

- [請求項3] 被処理体をマイクロ波プラズマにより処理するプラズマ処理装置であって、
マイクロ波を発生させるマイクロ波発生部と、
上面が開口した、プラズマ処理を行うための処理容器と、
前記処理容器内に前記マイクロ波を透過させて導入する誘電体窓と、
前記誘電体窓を支持し、前記処理容器の開口を塞ぐ蓋部材と
前記誘電体窓の上面に配置されたアンテナと、
前記アンテナの上面に配置された誘電体板と、
前記誘電体板の上方を覆うように配置されたカバープレートと、
前記カバープレートに接続し、マイクロ波を前記アンテナへ伝播させて前記処理容器に導入する導波管と、を有し、
前記カバープレートは、その下面に形成された前記誘電体板を収容する窪み部を備え、且つ前記カバープレートの外周縁部には、その外周方向に突出して形成された外周突出部と、当該外周突出部の下方に突出して形成された下方突出部と、を備え、
前記蓋部材に支持され、前記カバープレートの前記外周突出部を支持するL字型の環状の固定部材と、前記カバープレートの前記外周突出部の上面を押さえる環状の押え部材と、前記押え部材と前記カバープレートの外周突出部を挿通して前記固定部材に固定する第1の接合部材と、前記固定部材を挿通して前記蓋部材に固定する第2の接合部材と、をさらに有し、
前記押え部材の垂直部は、内周面が前記カバープレートの前記外周突出部と当接し、且つ当該押さえ部材の垂直部の外周面が前記固定部材の垂直部と当接するように形成されている。
- [請求項4] 請求項3に記載のプラズマ処理装置において、
前記接合部材よりも処理容器の内側の位置、前記冷却プレートの外周突出部の上面と押え部材の水平部の下面との間の位置、前記下方突出部の下面と前記固定部材の上面との間の位置、及び固定部材の下面と

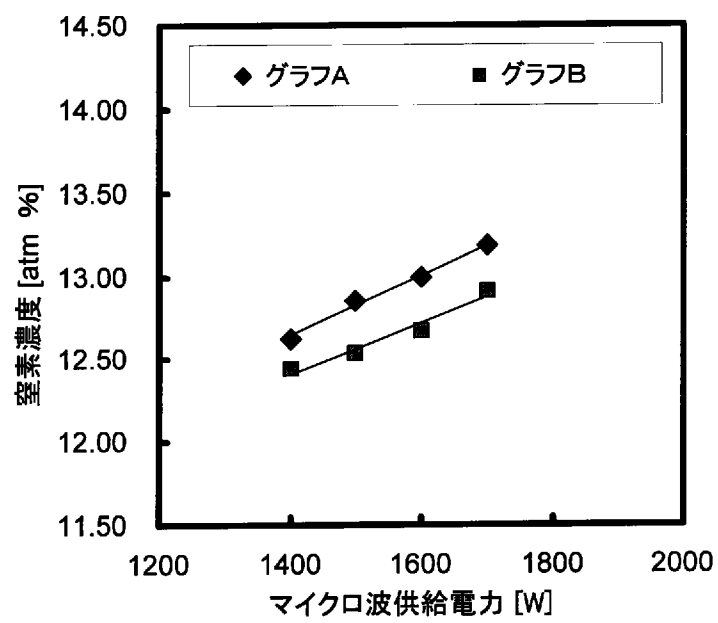
処理容器の上面部との間の位置に、それぞれ円環状のマイクロ波の遮蔽部材が設けられている。

[請求項5] 請求項3または4のいずれかに記載のプラズマ処理装置において、前記カバープレートの前記下方突出部の外周面と前記固定部材の内周面とに形成する隙間を有する。

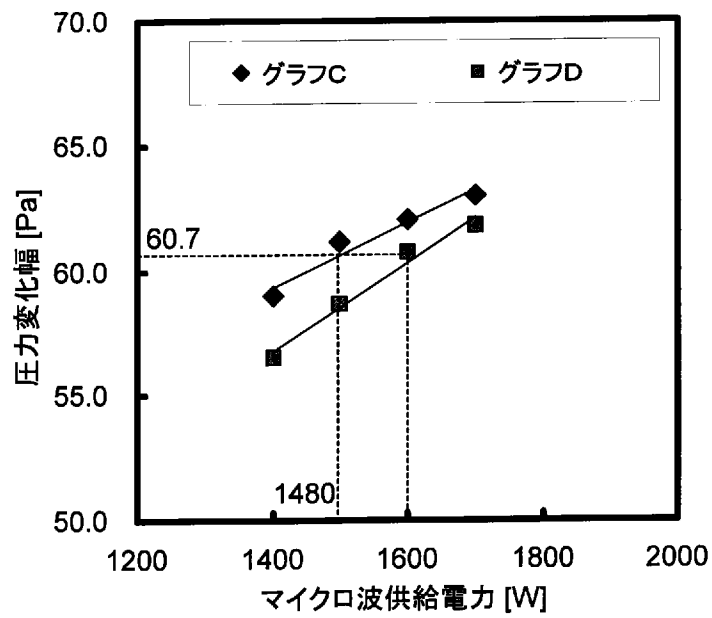
[図2]



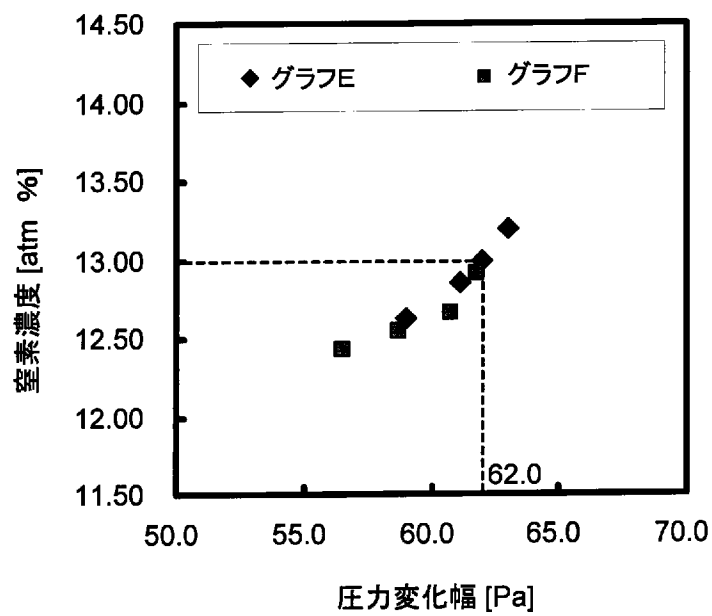
[図3]



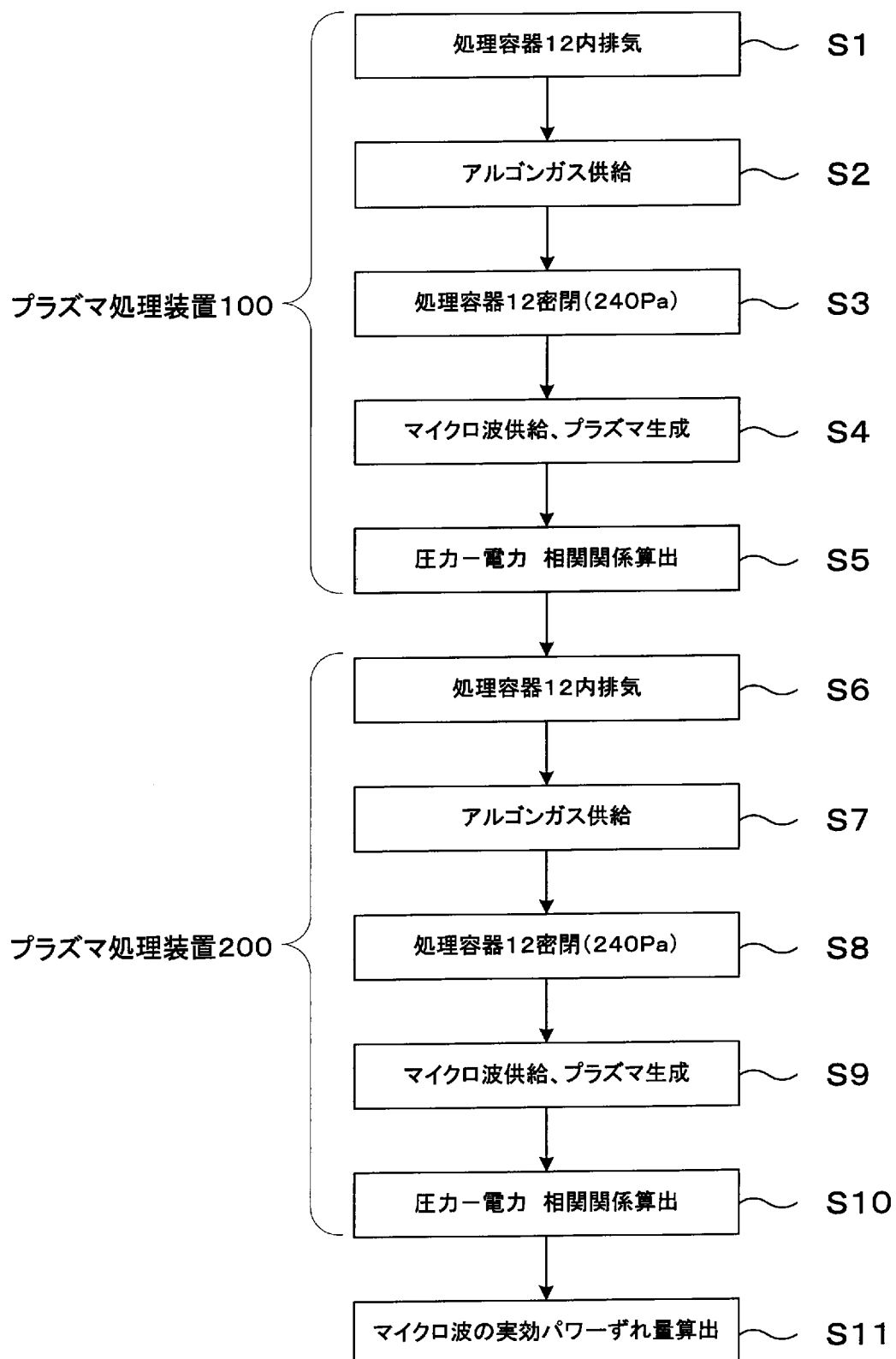
[図4]



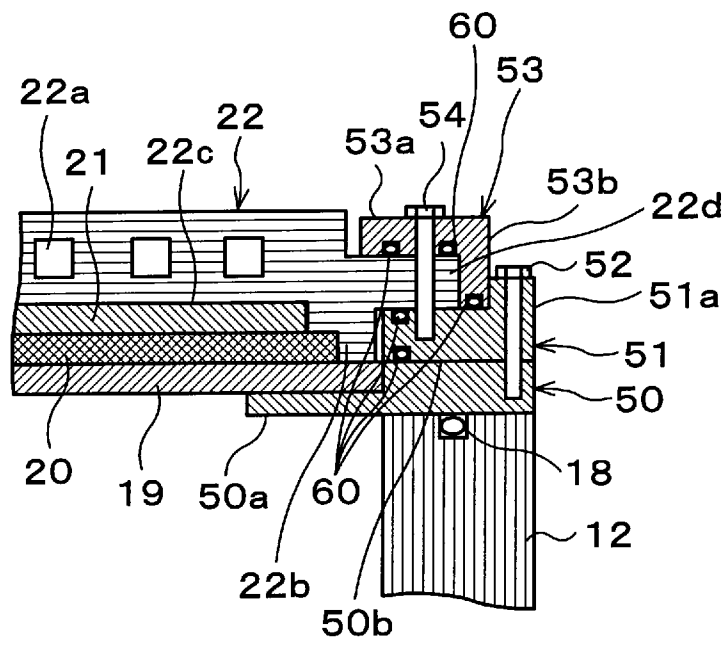
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053981

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/31(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i, H01L21/318(2006.01)i,
H05H1/46(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)

H01L21/31, H01L21/3065, H01L21/318, H05H1/46

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	JP 5-121332 A (Canon Inc.), 18 May 1993 (18.05.1993), paragraphs [0009] to [0077] (Family: none)	1, 2
A	JP 2004-14262 A (Tokyo Electron Ltd.), 15 January 2004 (15.01.2004), paragraphs [0008] to [0048] & US 2005/0172901 A1 & EP 1536671 A1 & WO 2003/105544 A1 & TW 239795 B & CN 1659934 A & KR 10-2008-0075928 A	3, 4, 5



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

14 May, 2012 (14.05.12)

Date of mailing of the international search report

29 May, 2012 (29.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/31 (2006.01) i, H01L21/3065 (2006.01) i, H01L21/318 (2006.01) i, H05H1/46 (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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/31, H01L21/3065, H01L21/318, H05H1/46

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
A	JP 5-121332 A (キヤノン株式会社) 1993. 05. 18, 【0009】～【0077】 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 2004-14262 A (東京エレクトロン株式会社) 2004. 01. 15, 【0008】 ～【0048】 & US 2005/0172901 A1 & EP 1536671 A1 & WO 2003/105544 A1 & TW 239795 B & CN 1659934 A & KR 10-2008-0075928 A	3, 4, 5

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

1 4 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

今井 淳一

4 R

9 0 5 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1