

(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 11 月 29 日(29.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/161164 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) *C23C 16/511* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/062955
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 21 日(21.05.2012)
- (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 2011-114657 2011 年 5 月 23 日(23.05.2011) 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): 石橋 清隆 (ISHIBASHI Kiyotaka) [JP/JP]; 〒9813137 宮城県仙台市泉区大沢 3-2-1 東京エレクトロン技術研究所株式会社内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命

ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

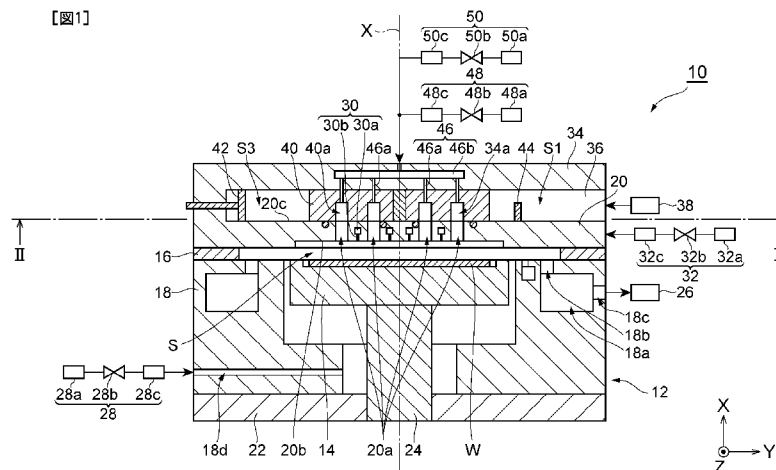
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: PLASMA PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置



(57) Abstract: One embodiment of this plasma processing device is provided with a stage, a processing vessel, a first supply means, a masking part, a dielectric member, a microwave introduction means, and a second supply means. A substrate to be processed is placed on the stage. The processing vessel encloses a processing space above the stage. A first process gas for layer deposition is supplied to the processing space by the first supply means. The masking part is electrically conductive and has a first surface, which faces the processing space, and a second surface, on the opposite side from the first surface. The masking part is provided with one or more through-holes extending from the first surface to the second surface. The dielectric member is provided so as to contact the second surface of the masking part and is provided with one or more voids that connect to the aforementioned one or more through-holes. The microwave introduction means introduces microwaves to the dielectric member. A second process gas for plasma processing is supplied into the voids in the dielectric member by the second supply means.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/161164 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

—実施形態のプラズマ処理装置は、ステージ、処理容器、第 1 の供給手段、遮蔽部、誘電体部材、マイクロ波導入手段、及び、第 2 の供給手段を備えている。ステージは、被処理基体を搭載する。処理容器は、ステージの上方に処理空間を画成する。第 1 の供給手段は、処理空間に層堆積用の第 1 のプロセスガスを供給する。遮蔽部は、導電性を有し、処理空間に面する第 1 の面、及び、当該第 1 の面と反対側の第 2 の面を有する。遮蔽部には、第 1 の面から第 2 の面まで延在する一以上の連通孔が設けられている。誘電体部材は、遮蔽部の第 2 の面に接するよう設けられている。誘電体部材には、一以上の連通孔に接続する一以上の空洞が設けられている。マイクロ波導入手段は、誘電体部材にマイクロ波を導入する。第 2 の供給手段は、誘電体部材の空洞内にプラズマ処理用の第 2 のプロセスガスを供給する。

明 細 書

発明の名称： プラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、プラズマ処理装置に関するものである。

背景技術

[0002] 被処理基体上に膜を形成する方法として、ラジカル反応を用いた原子層堆積（ALD: Atomic Layer Deposition）法が知られている。ALD法では、第1のプロセス工程において原料ガスが被処理基体上に供給される。続く第1のパージ工程において、パージが行われる。このパージにより、被処理基体上に化学吸着している層（例えば、単一の原子層又は単一の分子層）が残され、被処理基体に物理吸着又は化学吸着している残部が除去される。続く第2のプロセス工程では、被処理基体上の層にプラズマ処理が施される。このプラズマ処理では、被処理基体上の層が、例えば窒化又は酸化される。続く第2のパージ工程において、再びパージが行われる。

[0003] このようなALD法には、例えば、特許文献1の図2A等に記載されたプラズマ処理装置が用いられている。特許文献1の図2Aに記載されたプラズマ処理装置は、平行平板方式のプラズマ処理装置であり、第1のプロセス工程の処理と第2のプロセス工程のプラズマ生成が同一の空間内で行われる。また、特許文献2には、同じく平行平板方式のプラズマ処理装置において、導電性の遮蔽板により第1のプロセス工程における処理空間と第2のプロセス工程におけるプラズマ生成空間を分離することが記載されている。

[0004] また、平行平板方式のプラズマ処理装置よりも周波数が高くラジカルの生成効率が高いプラズマ源として、マイクロ波を用いたプラズマ処理装置によって、ALD法が行われることもある。このような技術は、例えば、特許文献1の図16等に記載されている。特許文献1の図16に記載されたプラズマ処理装置では、第1のプロセス工程の処理と第2のプロセス工程のプラズ

マ生成が同一の空間内で行われる。このプラズマ処理装置では、被処理基体にダメージを与えないように、誘電体窓の近傍の空間であるプラズマ生成空間と被処理基体との間に大きな距離が置かれている。

[0005] また、特許文献3には、マイクロ波を用いたプラズマ処理装置において、第1のプロセス工程における処理空間と第2のプロセス工程におけるプラズマ生成空間を導電性の部材により分離することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特表2008-538127号公報

特許文献2：米国特許第6911391号公報

特許文献3：特開2009-99583号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本願発明者は、マイクロ波を用いたプラズマ処理装置について研究を行っている。この研究において、本願発明者は、第1のプロセス工程の処理空間と第2のプロセス工程のプラズマ生成空間を導電性の部材により分離する構成を採用している。しかしながら、本願発明者は、特許文献3に記載された装置では、ラジカルが被処理基体上に到達するまでに、失活し、結果的に処理時間が長くなってしまっていることを見出している。

[0008] したがって、マイクロ波をプラズマ源に用い、且つ、ALD法に用いることができるプラズマ処理装置では、プラズマ処理の処理時間を短くすることが要請される。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一側面に係るプラズマ処理装置は、ステージ、処理容器、第1の供給手段、遮蔽部、誘電体部材、マイクロ波導入手段、及び、第2の供給手段を備えている。ステージは、被処理基体を搭載する。処理容器は、ステージの上方に処理空間を画成する。第1の供給手段は、処理空間に層堆積用の

第1のプロセスガスを供給する。遮蔽部は、導電性を有し、処理空間に面する第1の面、及び、当該第1の面と反対側の第2の面を有する。遮蔽部には、第1の面から第2の面まで延在する一以上の連通孔が設けられている。誘電体部材は、遮蔽部の第2の面に接するように設けられている。誘電体部材には、一以上の連通孔に接続する一以上の空洞が設けられている。マイクロ波導入手段は、誘電体部材にマイクロ波を導入する。第2の供給手段は、誘電体部材の空洞内にプラズマ処理用の第2のプロセスガスを供給する。

[0010] このプラズマ処理装置では、遮蔽部の直上に設けられた誘電体部材の空洞内でプラズマが生成される。即ち、プラズマの生成空間と処理空間は遮蔽部によって分離される。したがって、被処理基体に対するダメージが低減され得る。また、空洞内に第2のプロセスガスが供給され、当該第2のプロセスガスが活性化される。これにより空洞内に発生したラジカルは、遮蔽部の連通孔を介して処理空間に供給される。空洞を画成する誘電体部材は遮蔽部に接しているため、空洞から処理空間までの距離は短い。したがって、空洞内で発生され処理空間に供給されるまでに失活するラジカルの量を低減することができる。その結果、プラズマ処理の処理時間が短縮され得る。

[0011] 一実施形態では、一以上の空洞は、誘電体部材に形成された柱状の空間であってもよい。また、一実施形態においては、一以上の空洞は、前記誘電体部材に形成された環状の溝であってもよい。これらの空洞は、比較的小さな空間であるため、当該空洞におけるプラズマの生成効率が高められ得る。

[0012] 一実施形態においては、誘電体部材には、複数の空洞のうち少なくとも二つの間を連通する連通路が形成されていてもよい。この実施形態によれば、連通路によって接続された二以上の空洞において、均一にプラズマを生成することができる。

[0013] 一実施形態においては、マイクロ波導入手段は、同軸導波管を含んでもよい。一実施形態においては、同軸導波管は、誘電体部材を通過して遮蔽部に結合されていてもよい。また、一実施形態においては、マイクロ波導入手段は、同軸導波管に結合された金属製のスロット板であって周方向及び径

方向に複数のスロットが形成された当該スロット板を含み、誘電体部材は、スロット板と遮蔽部との間に設けられた誘電体窓を構成してもよい。

[0014] 一実施形態においては、一以上の連通孔の各々の断面積は、一以上の空洞の断面積よりも小さくてもよい。この実施形態によれば、空洞への第1のプロセスガスの流入を抑制し、空洞からプラズマが処理空間へ漏れ出すことをより確実に抑制することができる。

[0015] 一実施形態においては、一つの空洞に対して複数の連通孔が接続されていてもよい。この実施形態によれば、処理空間へのラジカルの供給量をより増加させることが可能である。その結果、プラズマ処理の処理時間が短縮され得る。

[0016] また、一実施形態においては、被処理基体を載置するためのステージの載置面と第1の面との間の距離が5 mm～40 mmであってもよい。第1の面とステージとの間の距離をこのような距離に設定することにより、プラズマ処理の処理時間が更に短縮され得る。

[0017] また、一実施形態においては、遮蔽部及び誘電体部材は、処理空間の側方に設けられていてもよい。この実施形態においては、第1の面とステージ上に搭載される被処理基体のエッジとの最短距離が5 mm～60 mmであるように、ステージと第1の面との間の距離が設定されていてもよい。第1の面とステージとの間の距離をこのような距離に設定することにより、プラズマ処理の処理時間が更に短縮され得る。

発明の効果

[0018] 以上説明したように、本発明の一側面によれば、マイクロ波を用い、プラズマ処理による処理時間を短くすることが可能なプラズマ処理装置が提供される。このプラズマ処理装置は、ALD法に用いることが可能である。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]一実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図2]図1のⅠⅠ-ⅠⅠ線に沿った断面を示す図である。

[図3]一実施形態に係るプラズマ処理装置に適用し得る制御部を示す図である

。

[図4]別の実施形態に係る誘電体部材を示す図である。

[図5]別の実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図6]別の実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図7]別の実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図8]別の実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図9]図8に示すプラズマ処理装置の遮蔽部を示す平面図である。

[図10]別の実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図11]別の実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照して種々の実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附することとする。

[0021] 図1は、一実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。図1には、プラズマ処理装置の断面が示されている。図1に示すプラズマ処理装置10は、処理容器12、及び、ステージ14を備えている。

[0022] 処理容器12は、処理空間Sを画成する。処理容器12は、ステンレスやアルミニウムといった金属により構成され得る。一実施形態においては、処理容器12は、第1の側壁16、第2の側壁18、天板部20、及び、底部22を含む。第1の側壁16は、軸線Xに沿って延びる略円筒形状を有している。本実施形態では、第1の側壁16の内側空間が、処理空間Sとなっている。第2の側壁18は、第1の側壁16に連続して下方に延在している。この第2の側壁18も、軸線Xに沿って延びる略円筒形状を有している。

[0023] 第2の側壁18の内側の空間には、ステージ14が設けられている。ステージ14の上面（載置面）には、被処理基体Wが載置される。ステージ14は、例えば、静電力（静電気/クーロン力）によって被処理基体Wを吸着することができる。このステージ14の上方には、処理空間Sが存在している。一実施形態においては、プラズマ処理装置10は、ステージ14の下方に延在する支柱24を更に備え得る。支柱24は、ステージ14を支持すること

ができる。

[0024] 第2の側壁18には、空間18aが形成されている。空間18aは、軸線Xを中心とした環状の閉曲線に沿って延在し得る。また、第2の側壁18には、処理空間Sと空間18aとを接続する孔18bが形成されている。更に、第2の側壁18には、空間18aから当該第2の側壁18の外周まで延びる孔18cが形成されている。一実施形態においては、プラズマ処理装置10は、孔18cに接続する排気装置26を更に備え得る。この排気装置26によって、処理空間Sの減圧・排気が行なわれる。

[0025] また、第2の側壁18には、ステージ14の外周と当該第2の側壁18との間の空間から当該第2の側壁18の外周まで延在するガス経路18dが設けられている。このガス経路18dには、ガス供給系28が接続されている。ガス供給系28は、処理空間Sにパージガスを供給する。パージガスとしては、アルゴンといった不活性ガスが用いられる。ガス供給系28は、ガス源28a、弁28b、及び流量制御器28cを有している。ガス源28aは、パージガスのガス源である。弁28bは、ガス源28aに接続されており、ガス源28aからのパージガスの供給及び供給停止を切替える。流量制御器28cは、例えば、マスフローコントローラであり、処理空間Sへのパージガスの流量を制御する。

[0026] 第2の側壁18の下端には、底部22が設けられている。また、第1の側壁16の上端開口は、天板部20によって閉じられている。天板部20は、導電性を有し、処理空間Sを上方から画成している。この天板部20は、後述するプラズマ生成空間と処理空間Sとを分離する遮蔽部を構成している。

[0027] 天板部20には、第1のガス供給部30が設けられている。第1のガス供給部30は、原子層堆積用の第1のプロセスガスを処理空間Sに供給する。具体的に、第1のガス供給部30は、ガス経路30a及び複数の孔30bを含み得る。ガス経路30aは、軸線Xを中心とした環状の閉曲線に沿って延在し得る。複数の孔30bは、ガス経路30aから処理空間Sまで延びている。一実施形態においては、プラズマ処理装置10は、ガス供給系32を更

に備えることができ、当該ガス供給系 32 はガス経路 30 a に接続する。

[0028] ガス供給系 32 は、ガス源 32 a、弁 32 b、及び、流量制御器 32 c を含み得る。ガス源 32 a は、第 1 のプロセスガスのガス源である。第 1 のプロセスガスとしては、例えば、シリコン原子を含むガス、例えば BTBAS（ビスターシャルブチルアミノシラン）等のアミノシランを用いることができる。弁 32 b は、ガス源 32 a に接続されており、ガス源 32 a からのガスの供給及び供給停止を切替える。流量制御器 32 c は、例えば、マスフローコントローラであり、処理空間 S への第 1 のプロセスガスの流量を制御する。

[0029] 天板部 20 の直上には、プラズマ生成空間にマイクロ波を導入する構造が設けられている。以下、図 1 と共に図 2 の（a）を参照する。図 2 は、図 1 の I-I 線に沿って示す断面図である。

[0030] 図 1 及び図 2 の（a）に示すように、プラズマ処理装置 10 は、上板部 34 及び側板部 36 を更に備え得る。これら上板部 34 及び側板部 36 も導電性を有している。上板部 34 は、天板部 20 の上方において当該天板部 20 から離間して設けられており、軸線 X に交差する面に沿って延在している。側板部 36 は、軸線 X 方向に延在して、上板部 34 と天板部 20 とを接続している。

[0031] これら天板部 20、上板部 34、及び側板部 36 は、空間 S1、S2、及び S3 を画成している。空間 S2 は、軸線 X 方向に交差する Y 方向において、空間 S1 と空間 S3 との間に設けられている。

[0032] 天板部 20、上板部 34、及び側板部 36 は、空間 S1 を内部空間とする矩形導波管を構成している。一実施形態においては、プラズマ処理装置 10 は、マイクロ波発生器 38 を更に備えることができ、このマイクロ波発生器 38 は、矩形導波管に接続されている。マイクロ波発生器 38 は、例えば、500MHz のマイクロ波を、矩形導波管に供給する。

[0033] 空間 S2 は、略円板形状の空間である。プラズマ処理装置 10 は、誘電体部材 40 を更に備えており、この誘電体部材 40 は、空間 S2 内に設けられ

る。空間S 3には、Y方向に移動可能なプランジャ4 2が設けられている。また、空間S 1には、バンプ4 4が設けられている。プランジャ4 2とバンプ4 4は、それらの間に誘電体部材4 0が介在するように、Y方向において対峙している。これらプランジャ4 2及びバンプ4 4は金属製であり、当該プランジャ4 2とバンプ4 4の間に定在波を発生させる。このように発生される定在波（マイクロ波）は、空間S 2に收容された誘電体部材4 0に導入される。

[0034] 誘電体部材4 0は、略円板状の部材である。誘電体部材4 0は、例えば、石英といった誘電体材料から構成される。誘電体部材4 0には、複数の空洞4 0 aが形成されている。一実施形態においては、空洞4 0 aは、軸線X方向に延びる円柱形状を有し得る。これら空洞4 0 aは、軸線Xを中心とする複数の同心円に沿って配列され得る。一実施形態では、図2の（a）に示すように、複数の空洞4 0 aは、軸線Xを中心とする二つの同心円に沿って配列される。これら空洞4 0 aは、例えば、1 0～3 0 m mの直径と、1 0～3 0 m mの深さ（軸線X方向の長さ）を有し得る。

[0035] 複数の空洞4 0 aには、複数の孔4 6 aがそれぞれ接続している。複数の孔4 6 aは、誘電体部材4 0及び上板部3 4にわたって形成されている。これら複数の孔4 6 aは、上板部3 4に形成された共通のガス経路4 6 bに接続されている。複数の孔4 6 a及びガス経路4 6 bは、第2のガス供給部4 6を構成している。この第2のガス供給部4 6は、空洞4 0 aに第2のプロセスガスを供給する。

[0036] 第2のプロセスガスは、プラズマ処理用のガスである。第2のプロセスガスは、第1のプロセスガスの供給により被処理基体W上に吸着された原子層を変質させるために用いられる。例えば、原子層を窒化させる場合には、第2のプロセスガスは、 NH_3 ガス又は窒素ガスを含み得る。また、原子層を酸化させる場合には、第2のプロセスガスは、酸素ガスを含み得る。

[0037] 第2のガス供給部4 6は、ガス供給系4 8に接続されている。ガス供給系4 8は、ガス源4 8 a、弁4 8 b、及び、流量制御器4 8 cを含み得る。ガ

ス源 4 8 a は、第 2 のプロセスガスのガス源である。弁 4 8 b は、ガス源 4 8 a に接続されており、第 2 のプロセスガスの供給及び供給停止を切替える。流量制御器 4 8 c は、例えば、マスフローコントローラであり、第 2 のプロセスガスの供給量を切替える。

[0038] 一実施形態においては、第 2 のガス供給部 4 6 には、ガス供給系 5 0 が更に接続されていてもよい。ガス供給系 5 0 は、ガス源 5 0 a、弁 5 0 b、及び、流量制御器 5 0 c を含み得る。ガス源 5 0 a は、アルゴンといった不活性ガスのガス源である。弁 5 0 b は、ガス源 5 0 a に接続されており、不活性ガスの供給及び供給停止を切替える。流量制御器 5 0 c は、例えば、マスフローコントローラであり、不活性ガスの供給量を切替える。

[0039] 図 1 を参照すると、天板部 2 0 には、複数の連通孔 2 0 a が形成されている。複数の連通孔 2 0 a は、複数の空洞 4 0 a をそれぞれ、処理空間 S に接続する。これら連通孔 2 0 a は、天板部 2 0 の下面（第 1 の面）2 0 b から上面（第 2 の面）2 0 c まで延在している。上面 2 0 c は、下面 2 0 b に対向している。下面 2 0 b は、処理空間 S に面している。また、上面 2 0 c 上には、誘電体部材 4 0 が当該上面 2 0 c に接するように、載置されている。

[0040] 以上の構成を有するプラズマ処理装置 1 0 では、誘電体部材 4 0 の空洞 4 0 a に第 2 のプロセスガスが供給される。また、誘電体部材 4 0 の空洞 4 0 a には、マイクロ波が供給され、当該空洞 4 0 a においてプラズマが生成される。これにより、空洞 4 0 a 内では、第 2 のプロセスガスが活性化され、ラジカルが生成される。空洞 4 0 a、即ちプラズマ生成空間は、処理空間 S から天板部 2 0 によって分離されている。この天板部 2 0 は、導電性を有するので、空洞 4 0 a において発生するプラズマの遮蔽部として機能する。プラズマ処理装置 1 0 では、かかる遮蔽部によってプラズマ生成空間と処理空間 S が分離されているので、処理空間 S の容量、特に、遮蔽部からステージ 1 4 までの距離を小さくすることができる。

[0041] そして、空洞 4 0 a からは、連通孔 2 0 a を経由して処理空間 S 内にラジカルが供給される。プラズマ処理装置 1 0 では、空洞 4 0 a は、遮蔽部（天

板部 20) の直上に設けられているので、処理空間 S と空洞 40a との距離が短くなっている。したがって、空洞 40a において発生したラジカルの失活を抑制しつつ、当該ラジカルを処理空間 S に供給することができる。故に、このプラズマ処理装置 10 は、プラズマ処理の時間を短縮することが可能である。

[0042] また、上述したように、遮蔽部からステージ 14 までの距離、即ち、処理空間 S の軸線 X 方向の長さを短くすることができる。例えば、処理空間 S の軸線 X 方向の長さは、5 mm ~ 40 mm に設定され得る。換言すると、被処理基体 W が載置するためのステージ 14 の載置面（上面）と下面（第 1 の面）20b との間の軸線 X 方向の距離が 5 mm ~ 40 mm であるように、遮蔽部を構成する天板部 20 とステージ 14 との間の軸線 X 方向の距離が設定され得る。このような処理空間 S の軸線 X 方向の長さの設定により、プラズマ処理の時間を更に短縮することが可能である。

[0043] 以下、プラズマ処理装置 10 を用いたプラズマ処理方法の一実施形態である ALD 法について説明する。この実施形態に係る方法では、まず、被処理基体 W が、ステージ 14 上に載置される。

[0044] 次いで、第 1 のプロセス工程が実施される。第 1 のプロセス工程では、第 1 のプロセスガスが処理空間 S に供給される。この工程においては、弁 32b が開かれ、流量制御器 32c によって、第 1 のプロセスガスの流量が制御される。これにより、第 1 のプロセスガスに含まれる原料の原子又は分子からなる層が被処理基体 W に吸着される。また、第 1 のプロセス工程においては、不要なガスが排気装置 26 により排気される。この工程での処理空間 S の圧力は、例えば 5 Torr (666.5 Pa) である。この工程の終了後、弁 32b は閉じられる。

[0045] 次いで、第 1 のパージ・排気工程が実施される。第 1 のパージ・排気工程では、必要に応じて、処理空間 S にパージガスが供給され、また、処理空間 S の排気が行なわれる。この工程においては、弁 28b が開かれ、流量制御器 28c によってパージガスの供給量が制御される。また、排気装置 26 に

よる排気が行なわれる。なお、パージガスは、ガス源 50 a から弁 50 b を介して流量制御器 50 c による流量制御を経て、供給されてもよい。

[0046] 第 1 のパージ・排気工程では、第 1 のプロセス工程で形成された層以外の不要な部分（ガス成分）が除去される。この工程により、第 1 のプロセス工程で形成された層のうち被処理基体 W に化学吸着している部分（例えば単一の分子層又は単一の原子層）は残存し、第 1 のプロセス工程で形成された層のうち被処理基体 W に物理吸着又は化学吸着している残部（ガス成分）は除去される。また、この工程により、処理空間 S 内の雰囲気ガスが不活性ガスにより置換される。上述したように、処理空間 S の容量は小さいので、この置換は比較的短い時間で完了し得る。

[0047] 次いで、第 2 のプロセス工程が実施される。第 2 のプロセス工程では、マイクロ波発生器 38 によりマイクロ波が発生され、更に、第 2 のプロセスガスが空洞 40 a 内に供給される。第 2 のプロセスガスは、弁 48 b を開き、その流量を流量制御器 48 c により制御しつつ、空洞 40 a 内に供給される。また、この工程では、ガス供給系 50 から不活性ガスが供給されてもよい。なお、この工程での処理空間 S の圧力は、例えば 5 Torr (666.5 Pa) である。

[0048] 第 2 のプロセス工程では、マイクロ波により空洞 40 a 内にプラズマが発生する。これにより、空洞 40 a 内に供給された第 2 のプロセスガスが活性化され、ラジカルが生成される。生成されたラジカルは、処理空間 S に供給され、被処理基体 W に堆積された層を窒化又は酸化させる。

[0049] 次いで、第 2 のパージ・排気工程が実施される。第 2 のパージ・排気工程では、必要に応じて、処理空間 S にパージガスが供給され、また、処理空間 S の排気が行なわれる。この工程においては、弁 28 b が開かれ、流量制御器 28 c によってパージガスの供給量が制御される。また、排気装置 26 による排気が行なわれる。なお、パージガスは、ガス源 50 a から弁 50 b を介して流量制御器 50 c による流量制御を経て、供給されてもよい。この第 2 のパージ・排気工程により、処理空間 S 内の雰囲気ガスが不活性ガスにより置

換される。上述したように、処理空間 S の容量は小さいので、この置換は比較的短い時間で完了し得る。

[0050] 一実施形態に係るプラズマ処理方法では、第 1 のプロセス工程、第 1 のパージ・排気工程、第 2 のプロセス工程、及び、第 2 のパージ・排気工程が所定回数繰り返される。これにより、被処理基体上に酸化又は窒化された原子層又は分子層が形成される。

[0051] 以上説明した一実施形態のプラズマ処理方法を実施するために、プラズマ処理装置 10 は、制御部を更に備えていてもよい。図 3 は、一実施形態に係るプラズマ処理装置に適用し得る制御部を示す図である。図 3 に示す制御部 52 は、例えば、中央処理装置（CPU）及びメモリを有するコンピュータであってもよい。この場合に、制御部 52 では、CPU がメモリに格納されたプログラムに従って各種制御信号を出力する。

[0052] 制御部 52 によって出力される各種制御信号は、例えば、排気装置 26、弁 28 b、流量制御器 28 c、弁 32 b、流量制御器 32 c、弁 48 b、流量制御器 48 c、弁 50 b、及び、流量制御器 50 c に出力される。これにより、排気装置 26、弁 28 b、流量制御器 28 c、弁 32 b、流量制御器 32 c、弁 48 b、流量制御器 48 c、弁 50 b、及び、流量制御器 50 c は、上述した第 1 のプロセス工程、第 1 のパージ・排気工程、第 2 のプロセス工程、及び、第 2 のパージ・排気工程での状態に移行するよう制御される。

[0053] 以下、別の実施形態について説明する。図 2 の（b）に示すように、誘電体部材 40 には、二つの空洞 40 a を連通させる連通路 40 c が形成されていてもよい。連通路 40 c は、例えば、二つの空洞 40 a の間において誘電体部材 40 に形成された溝である。連通路 40 c は、空洞 40 a に均等にガスを供給するので、連通させた二以上の空洞 40 a 内においてプラズマを均一に発生させることに寄与する。なお、図 2 の（b）に示すように、複数の連通路 40 c によって全ての空洞 40 a が連通されていてもよいが、連通される空洞 40 a の個数は、任意である。

[0054] また、図2の(c)に示すように、連通路40cは、二つの同心円の間にわたって形成された環状の溝であってもよい。より具体的に説明すると、図2の(c)に示す実施形態では、複数の空洞40aはこれら二つの同心円に沿って配列されている。環状の連通路40cは、これら二つの同心円の間にわたって形成されており、その軸線X方向の深さは、複数の空洞40aの軸線X方向の深さよりも小さくなっている。かかる連通路40cによっても、複数の空洞40aを連通させることが可能である。

[0055] 次に図4を参照する。図4は、別の実施形態に係る誘電体部材を示す図である。図4の(a)に示すように、誘電体部材40に形成された空洞40aは、軸線Xを中心とする複数の同心円に沿って形成された環状の溝であってもよい。環状の溝は、例えば、10～30mmの幅と、10～30mmの深さを有し得る。また、図4の(b)に示すように、環状の溝として構成された複数の空洞40aは、連通路40cによって連通されていてもよい。

[0056] また、図4の(c)に示すように、連通路40cは、同心の二つの環状の空洞40aの間にわたって設けられた環状の溝であってもよい。図4の(c)に示す実施形態においては、連通路40cの軸線X方向の深さは、空洞40aの軸線X方向の深さよりも小さくなっている。かかる連通路40cによっても、二つの環状の空洞40aを互いに連通させることが可能である。

[0057] 次に図5を参照する。図5は、別の実施形態に係るプラズマ処理装置を示す図である。図5に示すプラズマ処理装置10Aは、一つの空洞40aに複数の連通孔20aが接続している点において、プラズマ処理装置10とは異なっている。また、プラズマ処理装置10Aでは、連通孔20aの断面積が空洞40aの断面積より小さくなっている。なお、「断面積」とは、軸線X方向に直交する面での空洞40aの面積又は連通孔20aの面積である。

[0058] プラズマ処理装置10Aでは、各連通孔20aのコンダクタンスが小さくなっている。したがって、空洞40aへの第1のプロセスガスの流入が抑制され、空洞40aからプラズマが処理空間へ漏れ出すことをより確実に抑制することができる。一方、一つの空洞40aに複数の連通孔20aが接続し

ているので、処理空間へのラジカルの供給量を維持することが可能である。
なお、処理空間Sと空洞40aとの間におけるコンダクタンスを低くために、空洞40aは、下方に向かうにつれて面積が小さくなるテーパ形状を有していてもよい。

[0059] 次に図6を参照する。図6は、別の実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。図6に示すプラズマ処理装置100は、マイクロ波を導入する手段として同軸導波管154を備えている点においてプラズマ処理装置10とは異なっている。また、プラズマ処理装置100は、天板部20、上板部34、及び誘電体部材40に代えて、天板部120、上板部134、誘電体部材140を備えている。

[0060] 天板部120は、第1の側壁16の直上に設けられている。天板部120は、処理空間Sを上方から画成している、天板部120は、導電性を有しており、遮蔽部として機能する。天板部120には、第1のガス供給部130が形成されている。第1のガス供給部130は、ガス経路130a及び複数の孔130bを含み得る。ガス経路130aは、軸線Xを中心とした環状の閉曲線に沿って延在し得る。複数の孔130bは、ガス経路130aから処理空間Sまで延びている。ガス経路130aには、ガス供給系32が接続されている。

[0061] 上板部134は、金属から構成されており、天板部120上に設けられている。上板部134と天板部120は、それらの間に略円板形状の空間を画成している。この空間は、軸線Xに沿っており、当該空間には誘電体部材140が収容されている。

[0062] 誘電体部材140には、空洞140aが形成されている。空洞140aは、一以上の環状の溝であってもよく、また、一以上の柱状の空間であってもよい。空洞140aは、連通孔120aを介して、処理空間Sに接続されている。連通孔120aは、天板部120の下面120bから上面120cまで延在している。誘電体部材140は、この上面120cに接するように、天板部120上に載置されている。

- [0063] また、空洞 140 a には、第 2 のガス供給部 146 が接続している。第 2 のガス供給部 146 は、上板部 134 及び誘電体部材 140 にわたって形成されており、第 2 のプロセスガスの供給経路を構成している。第 2 のガス供給部 146 には、ガス供給系 48 及び 50 が接続されている。
- [0064] 同軸導波管 154 は、外側導体 154 a 及び内側導体 154 b を含んでいる。外側導体 154 a は、軸線 X に沿って延在する筒状の導体である。外側導体 154 a の一端は、マイクロ波発生器 138 に接続されており、その他端は、上板部 134 に接続されている。内側導体 154 b は、軸線 X に沿って延在する導体であり、外側導体 154 a の内孔を通っている。内側導体 154 b の一端は、マイクロ波発生器 138 に接続されており、その他端は、上板部 134 及び誘電体部材 140 を突き抜けて、天板部 120 に接続している。
- [0065] プラズマ処理装置 100 では、マイクロ波発生器 138 によって発生されたマイクロ波が同軸導波管 154 を介して誘電体部材 140 に供給される。この誘電体部材 140 は、所謂遅波板として機能する。誘電体部材 140 に供給されたマイクロ波は、空洞 140 a 内にプラズマを発生させる。これにより、空洞 140 a 内に供給された第 2 のプロセスガスが活性化され、当該空洞 140 a 内にラジカルが生成される。生成されたラジカルは、連通孔 120 a を経由して処理空間 S に供給される。かかるプラズマ処理装置 100 も、プラズマ処理装置 10 と同様に、ALD 法に用いることが可能である。
- [0066] 次に図 7 を参照する。図 7 は、別の実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。図 7 に示すプラズマ処理装置 200 は、同軸導波管 254、誘電体板 256、及び、スロット板 258 を備えている点で、プラズマ処理装置 10 と異なっている。また、プラズマ処理装置 200 は、天板部 220、上板部 34、及び誘電体部材 40 に代えて、天板部 220、上板部 234、誘電体部材 240 を備えている。
- [0067] 天板部 220 は、第 1 の側壁 16 の直上に設けられている。天板部 220 は、処理空間 S を上方から画成している、天板部 220 は、導電性を有して

おり、遮蔽部として機能する。天板部 220 には、第 1 のガス供給部 230 が形成されている。第 1 のガス供給部 230 は、ガス経路 230 a 及び複数の孔 230 b を含み得る。ガス経路 230 a は、軸線 X を中心とした環状の閉曲線に沿って延在し得る。複数の孔 230 b は、ガス経路 230 a から処理空間 S まで延びている。ガス経路 230 a には、ガス供給系 32 が接続されている。

[0068] 上板部 234 は、金属から構成されており、天板部 220 上に設けられている。上板部 234 と天板部 220 は、それらの間に略円板形状の空間を画成している。この空間は、軸線 X に沿っており、当該空間には誘電体部材 240、誘電体板 256、及びスロット板 258 が収容されている。

[0069] スロット板 258 は、略円板上の導体である。スロット板 258 には、互いに交差又は直交する方向に延びる二つのスロットをそれぞれ含む複数のスロット対が形成されている。これらスロット対は、軸線 X 中心に径方向に所定の間隔で配置され、また、周方向に所定の間隔で配置されている。このスロット板 258 と上板部 234 との間には、誘電体板 256 が設けられている。スロット板 258、上板部 234、及び、誘電体板 256 は、ラジアルラインスロットアンテナを構成する。

[0070] 同軸導波管 254 は、外側導体 254 a 及び内側導体 254 b を含んでいる。外側導体 254 a は、軸線 X に沿って延在する筒状の導体である。外側導体 254 a の一端は、モード変換器 260 に接続されている。モード変換器 260 は、導波管 262 及びチューナ 264 を介してマイクロ波発生器 238 に接続されている。また、外側導体 254 a の他端は、上板部 234 に接続されている。

[0071] 内側導体 254 b は、軸線 X に沿って延在する筒状の導体であり、外側導体 254 a の内孔を通っている。内側導体 254 b の一端は、モード変換器 260 に接続されており、その他端は、上板部 134 及び誘電体板 256 を突き抜けて、スロット板 258 に接続されている。

[0072] スロット板 258 と天板部 220 の上面 220 c との間には、誘電体部材

240が設けられている。誘電体部材240は、所謂誘電体窓としての機能を有する。誘電体部材240には、空洞240aが形成されている。空洞240aは、一以上の環状の溝であってもよく、また、一以上の柱状の空間であってもよい。空洞240aは、連通孔220aを介して、処理空間Sに接続されている。連通孔220aは、天板部220の下面220bから上面220cまで延在している。誘電体部材240は、この上面220cに接するように、天板部220上に載置されている。

[0073] また、空洞240aには、第2のガス供給部246が接続している。第2のガス供給部246は、誘電体部材240の内部に形成されている。第2のガス供給部246は、内側導体254bの内孔を介して、ガス供給系48及び50に接続されている。

[0074] プラズマ処理装置200では、誘電体部材240に供給されたマイクロ波が、空洞240a内にプラズマを発生させる。これにより、空洞240a内に供給された第2のプロセスガスが活性化され、当該空洞240a内にラジカルが生成される。生成されたラジカルは、連通孔220aを経由して処理空間Sに供給される。かかるプラズマ処理装置200も、プラズマ処理装置10と同様に、ALD法に用いることが可能である。

[0075] 次に、図8を参照する。図8に示すプラズマ処理装置300は、処理容器312、及び、ステージ14を備えている。処理容器312は、処理空間Sを画成している。処理容器312は、金属製であり、側壁318、天板部320、及び、底部322を含んでいる。側壁318は、軸線Xに沿って延在する略筒形状を有している。側壁318の上端開口は、天板部320によって閉じられている。側壁318の下端には、底部322が設けられている。側壁318の内側空間には、ステージ14が設けられており、当該ステージ14は、その下方に設けられた支柱24によって支持されている。このステージ14の上方に処理空間Sが存在している。

[0076] 処理空間Sは、処理容器312の外部に設けられた排気装置26に接続されている。また、側壁318にはガス経路318dが形成されている。この

ガス経路 318d には、ガス供給系 28 が接続されている。

[0077] また、天板部 320 には、第 1 のガス供給部 330 が形成されている。第 1 のガス供給部は 330、天板部 320 内に形成された空間 330a、当該空間 330a と処理空間 S を接続する孔 330b、当該空間 330a を処理容器 312 の外部に接続するガス経路 330c を含んでいる。このガス経路 330c には、ガス供給系 32 が接続されている。

[0078] プラズマ処理装置 300 では、処理空間 S の側方、即ち、処理空間 S に対して軸線 X に交差する方向に、遮蔽部 370、及び誘電体部材 340 が設けられている。図 9 は、図 8 に示すプラズマ処理装置の遮蔽部を示す平面図である。以下、図 8 と共に図 9 を参照して説明する。

[0079] 遮蔽部 370 は、導電性を有し、板状をなしている。遮蔽部 370 は、第 1 の面 370a 及び第 2 の面 370b を含んでいる。第 1 の面 370a は、処理空間 S に面している。第 1 の面 370a とステージ 14 との間の距離は、例えば、当該第 1 の面 370a とステージ 14 上に載置される被処理基体 W のエッジとの最短距離（Y 方向の距離）が 5 ～ 60 mm となるように設定され得る。かかる距離設定により、プラズマ処理の処理時間が更に短縮され得る。

[0080] 第 2 の面 370b は、第 1 の面 370a とは反対側の面である。遮蔽部 370 には、第 1 の面 370a から第 2 の面 370b まで延びる連通孔 370c が形成されている。一実施形態においては、遮蔽部 370 に複数の連通孔 370c が形成されている。誘電体部材 340 は、この遮蔽部 370 の第 2 の面 370b に接するように設けられている。

[0081] 誘電体部材 340 は、軸線 X に対して遮蔽部 370 より外側に設けられている。誘電体部材 340 には、空洞 340a が設けられている。空洞 340a は、連通孔 370c を介して処理空間 S に連通している。この誘電体部材 340 及び遮蔽部 370 は、側壁 318 及び天板部 320 の内部に埋め込まれている。

[0082] 処理容器 312 には、誘電体部材 340 の空洞 340a に接続する第 2 の

ガス供給部 346 が形成されている。第 2 のガス供給部 346 は、処理容器 312 に形成されたガス経路であり得る。第 2 のガス供給部 346 には、ガス供給系 48 及び 50 が接続されている。

[0083] 図 8 に示すように、処理容器 312 の外面には、導波管 372 が取り付けられている。この導波管 372 には、マイクロ波発生器 338 が接続している。マイクロ波発生器 338 によって発生されたマイクロ波は、導波管 372 及び誘電体部材 340 を介して、誘電体部材 340 の空洞 340a に導入される。また、空洞 340a には、第 2 のプロセスガスが供給される。これにより、空洞 340a においては、第 2 のプロセスガスが活性化され、ラジカルが生成される。生成されたラジカルは、処理空間 S に供給される。

[0084] また、プラズマ処理装置 300 でも、当該空洞 340a と処理空間 S との間の距離が短くなっている。したがって、失活する量を抑制しつつ、ラジカルを処理空間 S に供給することができる。故に、このプラズマ処理装置 300 も、プラズマ処理（第 2 のプロセス工程）の処理時間を短くすることができる。

[0085] 次に図 10 を参照する。図 10 は、別の実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。図 10 に示すプラズマ処理装置 400 は、マイクロ波を導入する手段として導波管 472 を備えている。また、プラズマ処理装置 400 は、天板部 20、及び誘電体部材 40 に代えて、天板部 420、及び誘電体部材 440 を備えている。

[0086] 天板部 420 は、第 1 の側壁 16 の直上に設けられている。天板部 420 は、処理空間 S を上方から画成している、天板部 420 は、導電性を有しており、遮蔽部として機能する。天板部 420 には、第 1 のガス供給部 430 が形成されている。第 1 のガス供給部 430 は、ガス経路 430a 及び複数の孔 430b を含み得る。ガス経路 430a は、軸線 X を中心とした環状の閉曲線に沿って延在し得る。複数の孔 430b は、ガス経路 430a から処理空間 S まで延びている。ガス経路 430a には、ガス供給系 32 が接続されている。

- [0087] プラズマ処理装置400は、また、上板部434を更に備えている。上板部434は、金属から構成されており、天板部420上に設けられている。上板部434と天板部420は、それらの間に略円板形状の空間を画成している。この空間は、軸線Xに沿っており、当該空間には誘電体部材440が収容されている。
- [0088] 誘電体部材440には、空洞440aが形成されている。空洞440aは、一以上の環状の溝であってもよく、また、一以上の柱状の空間であってもよい。空洞440aは、連通孔420aを介して、処理空間Sに接続されている。連通孔420aは、天板部420の下面420bから上面420cまで延在している。誘電体部材440は、この上面420cに接するように、天板部420上に載置されている。
- [0089] また、空洞440aには、第2のガス供給部446が接続している。第2のガス供給部446は、上板部434及び誘電体部材440にわたって形成されており、第2のプロセスガスの供給経路を構成している。第2のガス供給部446には、ガス供給系48及び50が接続されている。
- [0090] 誘電体部材440上には、導波管472が設けられている。導波管472は、第1の導波部472a及び第2の導波部472bを含んでいる。第1の導波部472aは、軸線Xに交差する方向に延在する矩形導波管を構成している。この第1の導波部472aの一端には、マイクロ波発生器438が接続されている。また、第1の導波部472aの他端には第2の導波部472bが接続されている。
- [0091] 第2の導波部472bは、誘電体部材440上に載置されている。この第2の導波部472bは、軸線Xを中心とする環状の閉曲線に沿って延在する導波管を構成している。第2の導波部472bの下壁部には、複数のスロット472cが形成されている。これらスロット472cは、周方向に配列されている。一実施形態においては、スロット472cは、軸線X方向において、空洞440aの上に設けられ得る。これにより、空洞440aにおけるプラズマの生成効率が高められる。

[0092] プラズマ処理装置400では、マイクロ波発生器438によって発生されたマイクロ波が誘電体部材440に供給される。誘電体部材440に供給されたマイクロ波は、空洞440a内にプラズマを発生させる。これにより、空洞440a内に供給された第2のプロセスガスが活性化され、当該空洞440a内にラジカルが生成される。生成されたラジカルは、連通孔420aを経由して処理空間Sに供給される。かかるプラズマ処理装置400も、プラズマ処理装置10と同様に、ALD法に用いることが可能である。

[0093] 次に図11を参照する。図11は、別の実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。図11に示すプラズマ処理装置500は、マイクロ波を導入する手段として導波管572を備えている。また、プラズマ処理装置500は、天板部20、及び誘電体部材40に代えて、天板部520、及び誘電体部材540を備えている。

[0094] 天板部520は、第1の側壁16の直上に設けられている。天板部520は、処理空間Sを上方から画成している、天板部520は、導電性を有しており、遮蔽部として機能する。天板部520には、第1のガス供給部530が形成されている。第5のガス供給部430は、ガス経路530a及び複数の孔530bを含み得る。ガス経路530aは、軸線Xを中心とした環状の閉曲線に沿って延在し得る。複数の孔530bは、ガス経路530aから処理空間Sまで延びている。ガス経路530aには、ガス供給系32が接続されている。

[0095] プラズマ処理装置500は、また、上板部534を更に備えている。上板部534は、金属から構成されており、天板部520上に設けられている。上板部534と天板部520は、それらの間に略円板形状の空間を画成している。この空間は、軸線Xに沿っており、当該空間には誘電体部材540が収容されている。

[0096] 誘電体部材540には、空洞540aが形成されている。空洞540aは、一以上の環状の溝であってもよく、また、一以上の柱状の空間であってもよい。空洞540aは、連通孔520aを介して、処理空間Sに接続されて

いる。連通孔520aは、天板部520の下面520bから上面520cまで延在している。誘電体部材540は、この上面520cに接するように、天板部520上に載置されている。

[0097] また、空洞540aには、第2のガス供給部546が接続している。第2のガス供給部546は、上板部534及び誘電体部材540にわたって形成されており、第2のプロセスガスの供給経路を構成している。第2のガス供給部546には、ガス供給系48及び50が接続されている。

[0098] 天板部520上には、導波管572が設けられている。導波管572は、第1の導波部572a及び第2の導波部572bを含んでいる。第1の導波部572aは、軸線Xに交差する方向に延在する矩形導波管を構成している。この第1の導波部572aの一端には、マイクロ波発生器538が接続されている。また、第1の導波部572aの他端には第2の導波部572bが接続されている。

[0099] 第2の導波部572bは、軸線Xを中心とする環状の閉曲線に沿って延在する導波管を構成している。第2の導波部572bは、誘電体部材540の外周面を囲むように設けられている。第2の導波部572bの内側壁部には、複数のスロット572cが形成されている。これらスロット572cは、周方向に配列されている。

[0100] プラズマ処理装置500では、マイクロ波発生器538によって発生されたマイクロ波が誘電体部材540に供給される。誘電体部材540に供給されたマイクロ波は、空洞540a内にプラズマを発生させる。これにより、空洞540a内に供給された第2のプロセスガスが活性化され、当該空洞540a内にラジカルが生成される。生成されたラジカルは、連通孔520aを経由して処理空間Sに供給される。かかるプラズマ処理装置500も、プラズマ処理装置10と同様に、ALD法に用いることが可能である。

[0101] 以上、種々の実施形態について説明したが、本発明は、これら実施形態に限定されるものではなく、種々の変形態様を構成し得る。例えば、上述した種々の実施形態における各部の構成等は、本発明の思想を逸脱しない範囲で

、組み合わせることが可能である。

符号の説明

[0102] 10…プラズマ処理装置、12…処理容器、14…ステージ、20…遮蔽部（天板部）、20a…連通孔、20b…下面（第1の面）、20c…上面（第2の面）、30…第1のガス供給部、40…誘電体部材、40a…空洞、40c…連通路、46…第2のガス供給部、S…処理空間。

請求の範囲

- [請求項1] ステージと、
 前記ステージの上方に処理空間を画成する処理容器と、
 前記処理空間に層堆積用の第1のプロセスガスを供給する第1の供給手段と、
 前記処理空間に面する第1の面、及び、該第1の面と反対側の第2の面を有し、導電性を有し、前記第1の面から前記第2の面まで延在する一以上の連通孔が設けられた遮蔽部と、
 前記遮蔽部の前記第2の面に接するように設け、前記一以上の連通孔に接続する一以上の空洞が設けられた誘電体部材と、
 前記誘電体部材にマイクロ波を導入するマイクロ波導入手段と、
 前記誘電体部材の前記空洞内にプラズマ処理用の第2のプロセスガスを供給する第2の供給手段と、
 を備えるプラズマ処理装置。
- [請求項2] 前記一以上の空洞は、前記誘電体部材に形成された柱状の空間である、請求項1に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項3] 前記一以上の空洞は、前記誘電体部材に形成された環状の溝である、請求項1に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項4] 前記誘電体部材には、複数の前記空洞のうち少なくとも二つの間を連通する連通路が形成されている、請求項1～3の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項5] 前記マイクロ波導入手段は、同軸導波管を含む、請求項1～4の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項6] 前記同軸導波管は、前記誘電体部材を通過して前記遮蔽部に結合されている、請求項5に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項7] 前記マイクロ波導入手段は、前記同軸導波管に結合された金属製のスロット板であって、周方向及び径方向に複数のスロットが形成された該スロット板を含み、

前記誘電体部材は、前記スロット板と前記遮蔽部との間に設けられ、マイクロ波透過する誘電体窓を構成する、請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

[請求項 8] 前記一以上の連通孔の各々の断面積は、前記一以上の空洞の断面積よりも小さい、請求項 1 ～ 7 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

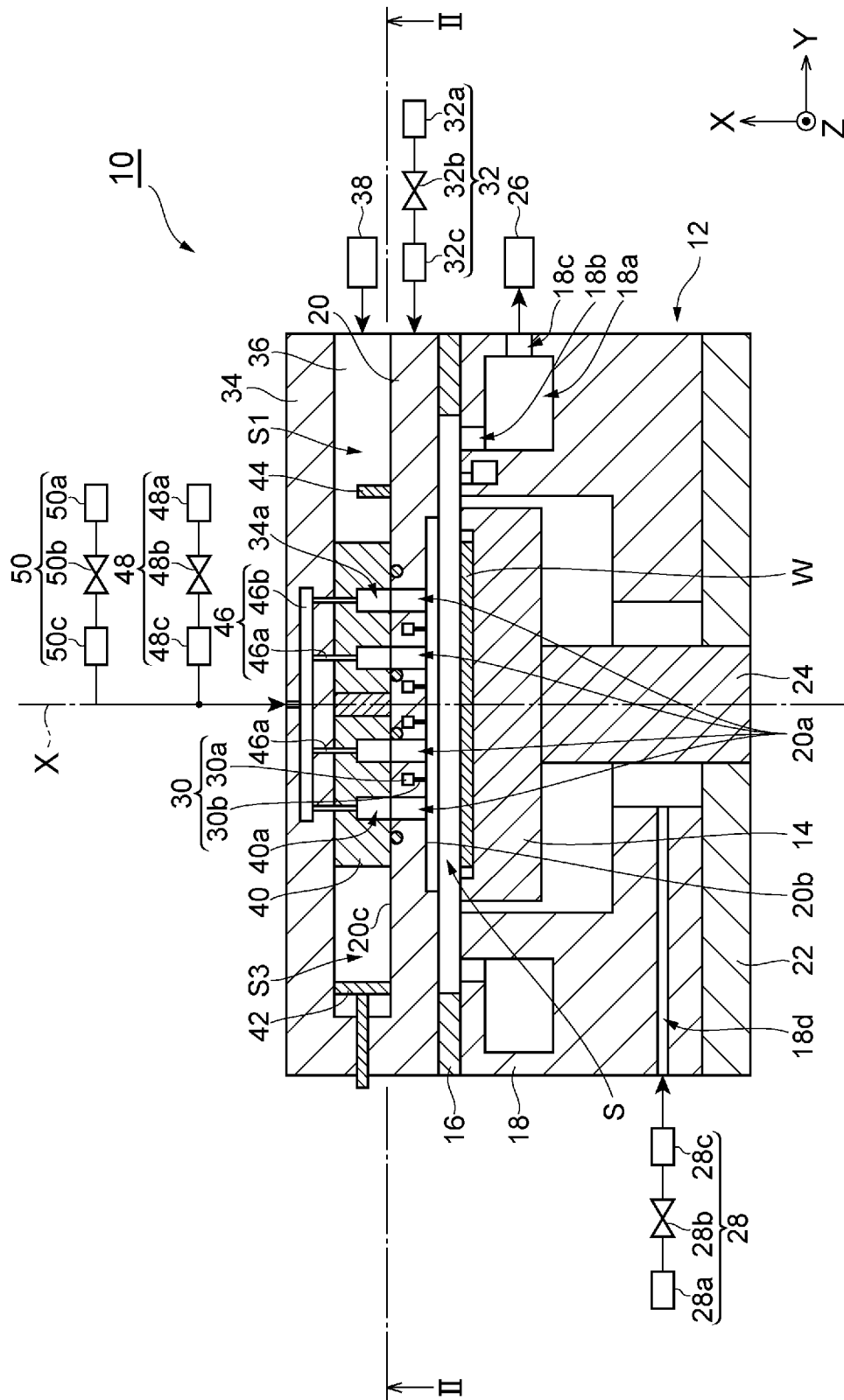
[請求項 9] 一つの前記空洞に対して複数の前記連通孔が接続されている、請求項 1 ～ 8 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項 10] 被処理基体を載置するための前記ステージの載置面と前記第 1 の面との間の距離が 5 mm ～ 40 mm である、請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

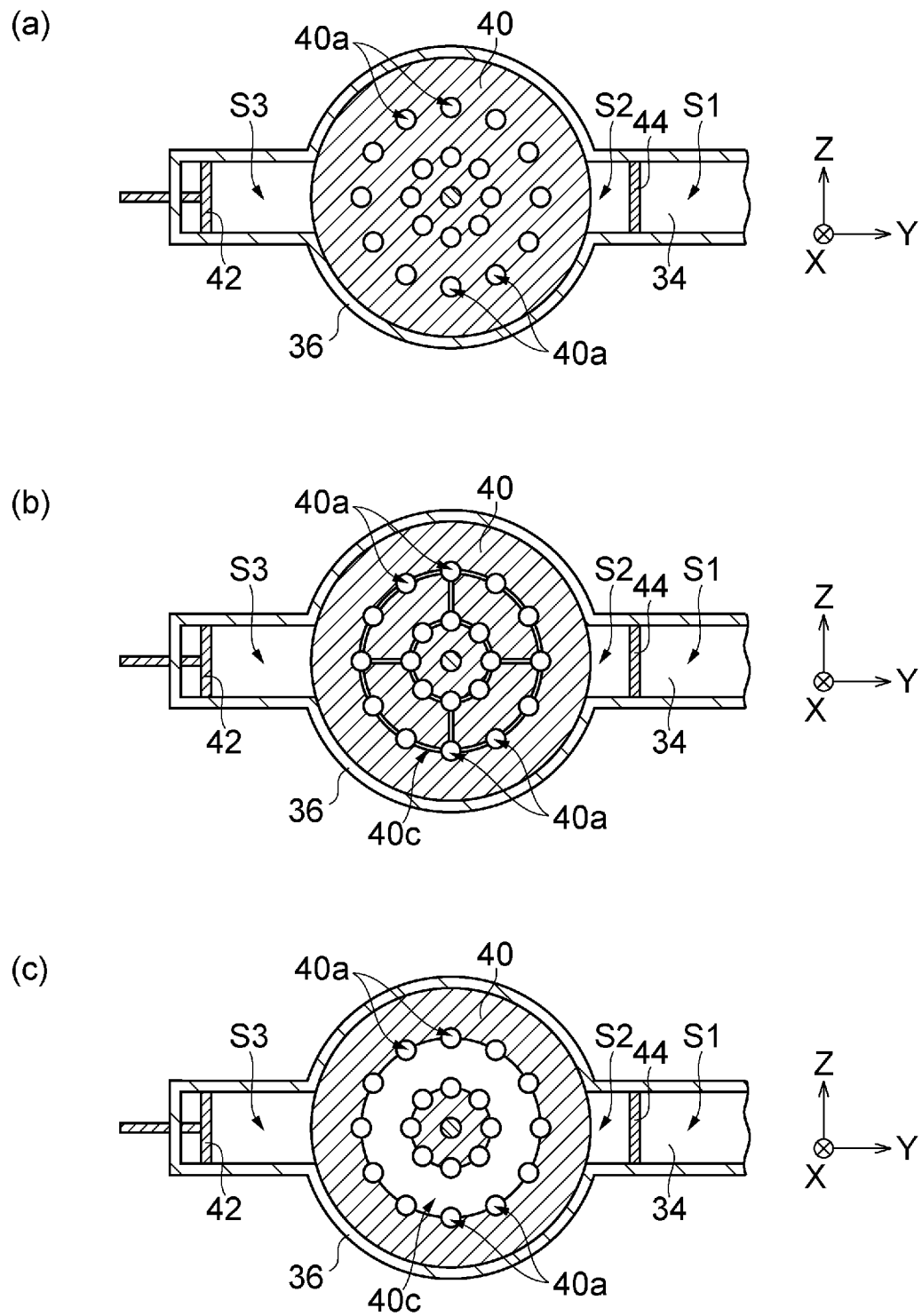
[請求項 11] 前記遮蔽部及び前記誘電体部材は、前記処理空間の側方に設けられている、請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

[請求項 12] 前記第 1 の面と前記ステージ上に搭載される被処理基体のエッジとの最短距離が 5 mm ～ 60 mm であるように、前記ステージと前記第 1 の面との間の距離が設定されている、請求項 11 に記載のプラズマ処理装置。

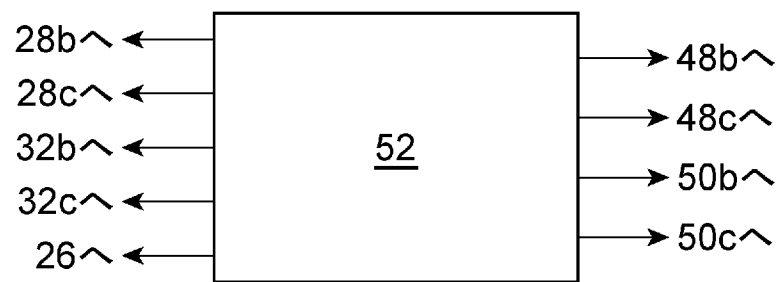
[図1]



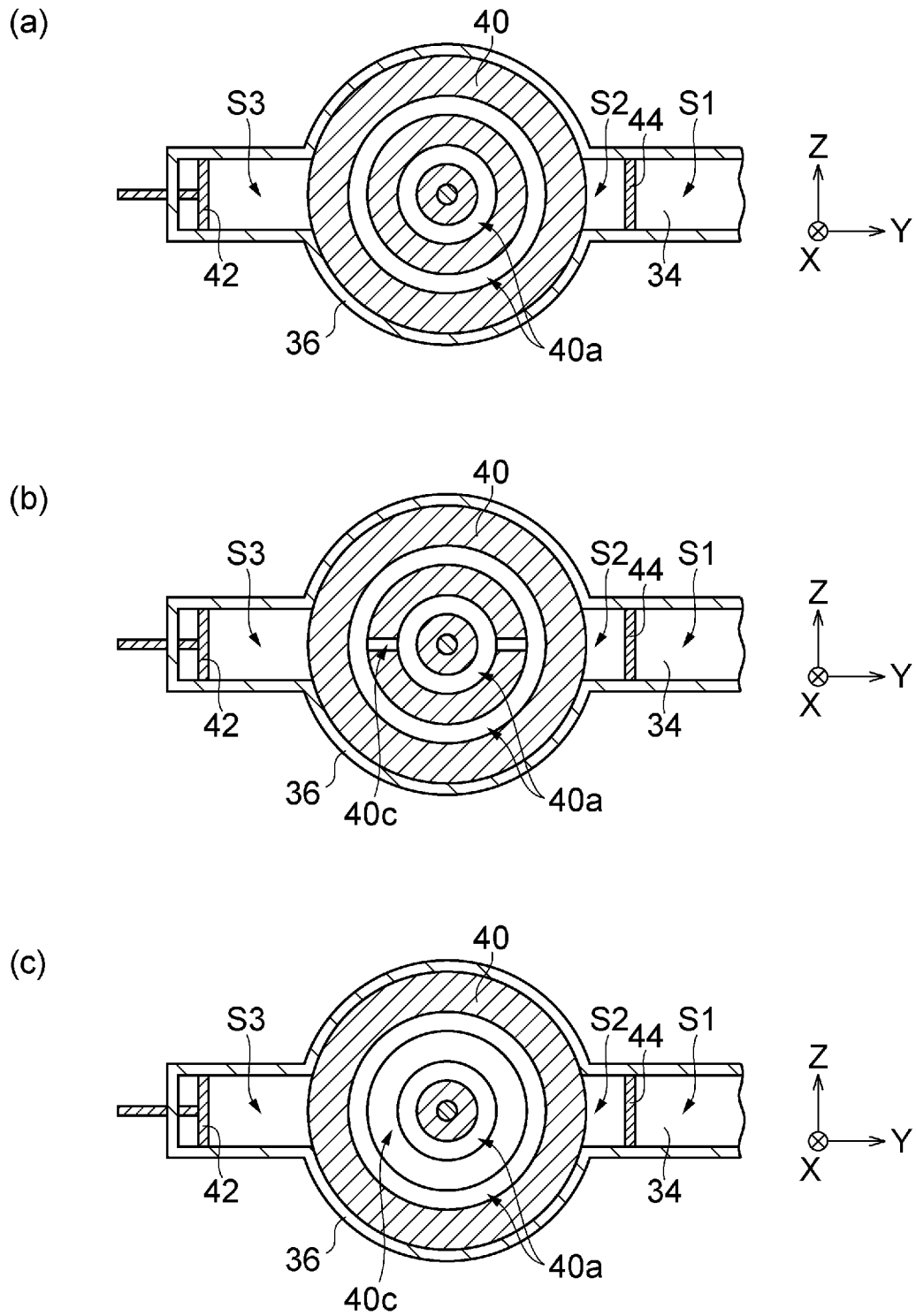
[図2]



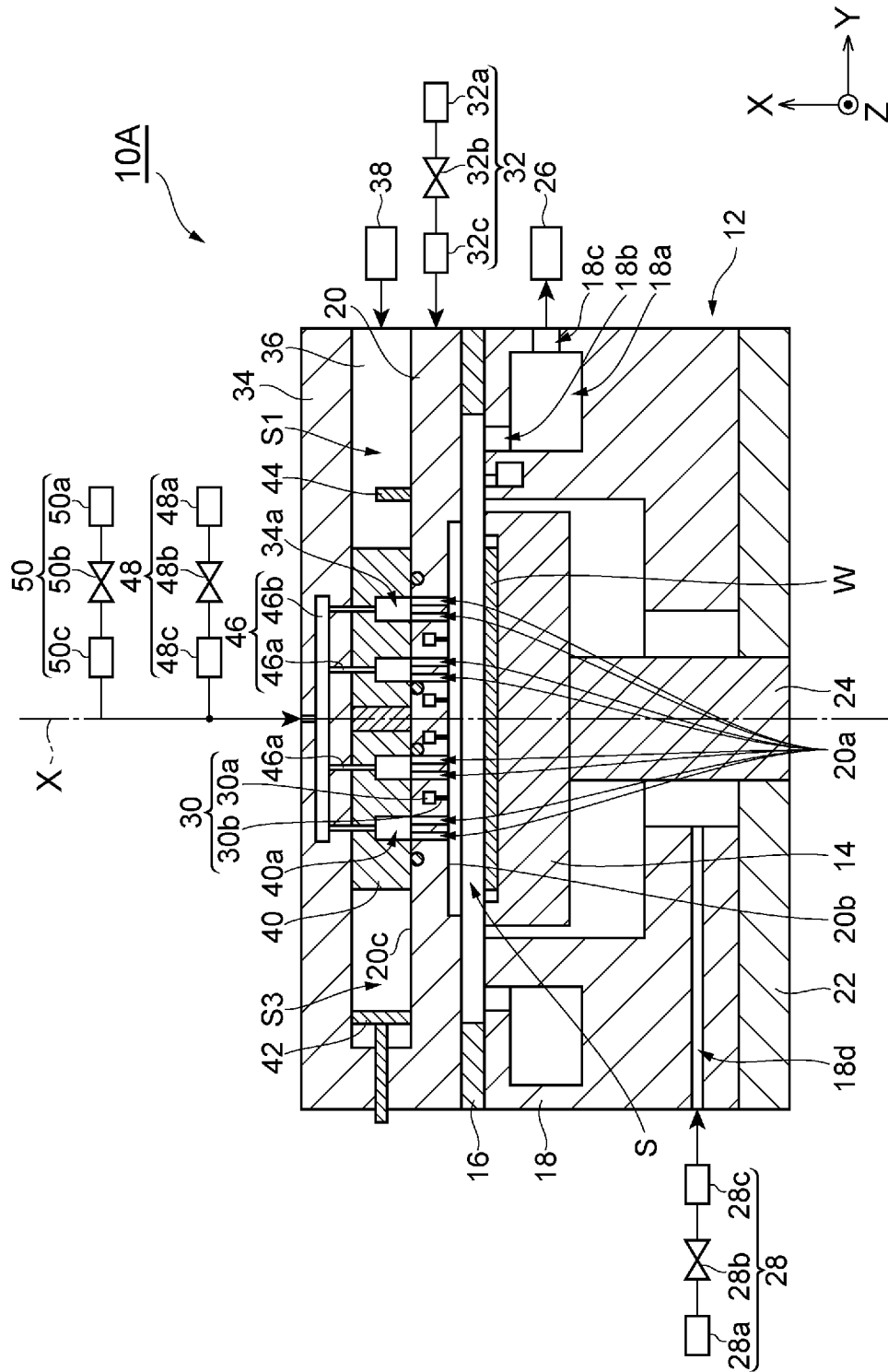
[図3]



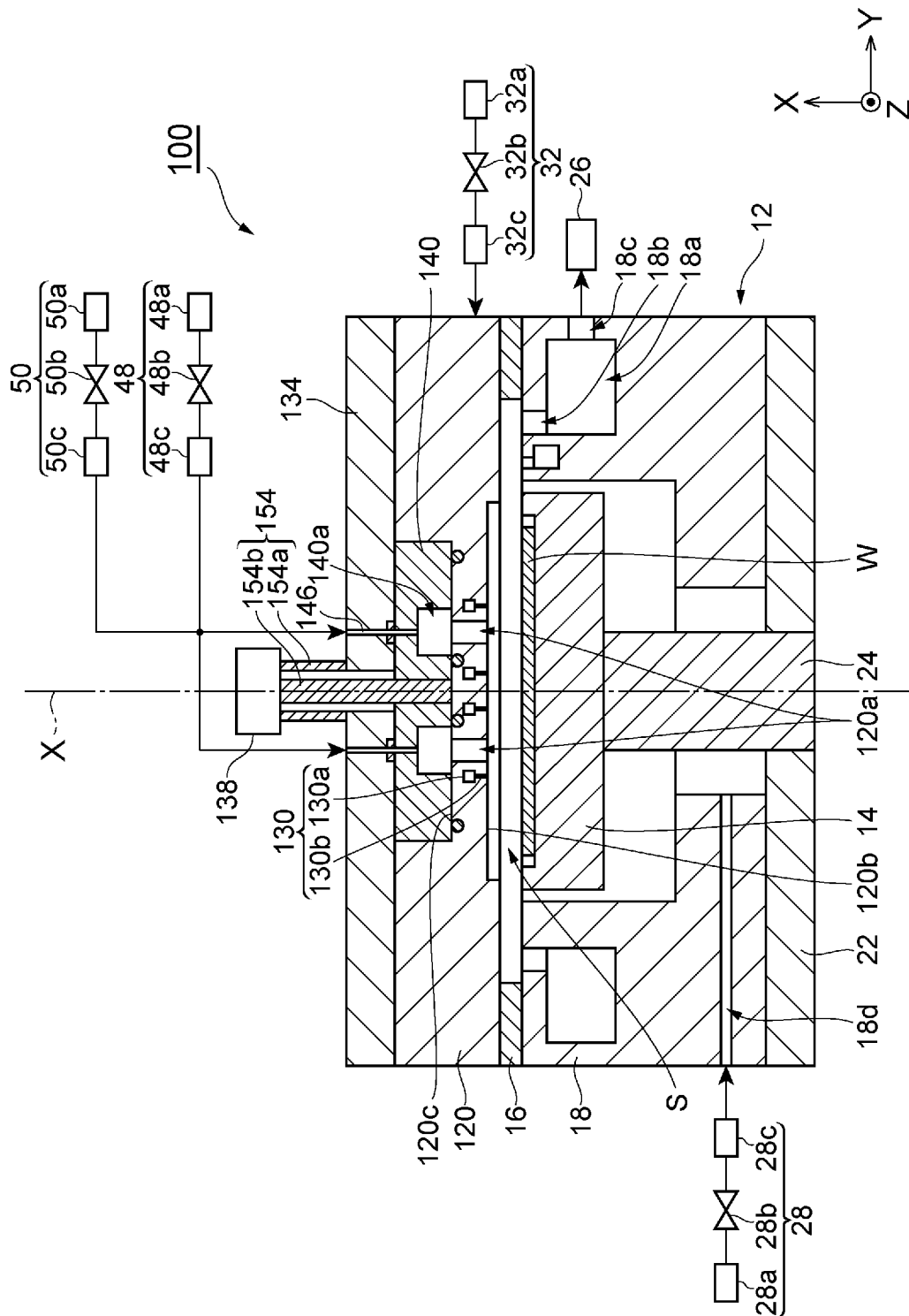
[図4]



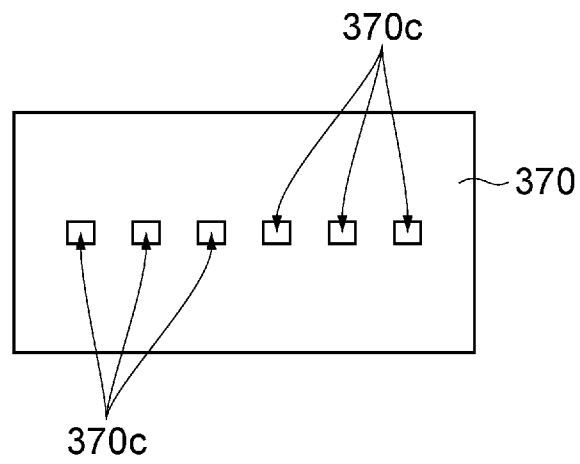
[図5]



[図6]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062955

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/205(2006.01) i, C23C16/511(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)

H01L21/205, C23C16/511

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.
X Y	JP 01-23537 A (Hitachi, Ltd.), 26 January 1989 (26.01.1989), page 4, lower left column, line 11 to page 6, lower left column, line 12 (Family: none)	1, 2, 10 5, 6, 7, 11, 12
Y	JP 2009-231611 A (Tokyo Electron Ltd.), 08 October 2009 (08.10.2009), paragraphs [0020] to [0073] (Family: none)	5, 6, 7
Y A	JP 08-124861 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 17 May 1996 (17.05.1996), paragraphs [0012] to [0016] (Family: none)	11, 12 3, 4, 8, 9

☐ 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
06 August, 2012 (06.08.12)Date of mailing of the international search report
21 August, 2012 (21.08.12)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. H01L21/205 (2006.01)i, C23C16/511 (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. H01L21/205, C23C16/511

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
X Y	JP 01-23537 A（株式会社日立製作所）1989.01.26, 第4頁左下欄第11行～第6頁左下欄第12行（ファミリーなし）	1, 2, 10 5, 6, 7, 11, 12
Y	JP 2009-231611 A（東京エレクトロン株式会社）2009.10.08, 【0020】～【0073】（ファミリーなし）	5, 6, 7
Y A	JP 08-124861 A（住友金属工業株式会社）1996.05.17, 【0012】～【0016】（ファミリーなし）	11, 12 3, 4, 8, 9

☐ 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

0 6 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 8 . 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

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

4 R

9 0 5 5