

(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
2014年1月30日(30.01.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/017130 A1

- (51) 国際特許分類:
H05H 1/46 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
C23C 16/511 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/061067
- (22) 国際出願日: 2013年4月12日(12.04.2013)
- (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 2012-164833 2012年7月25日(25.07.2012) JP
- (71) 出願人: 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: 野沢 俊久(NOZAWA Toshihisa); 〒9813137 宮城県仙台市泉区大沢3-2-1 東京エレクトロン株式会社内 Miyagi (JP). 岩尾 俊彦(IWAO Toshihiko); 〒9813137 宮城県仙台市泉区大沢3-2-1 東京エレクトロン株式会社内 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

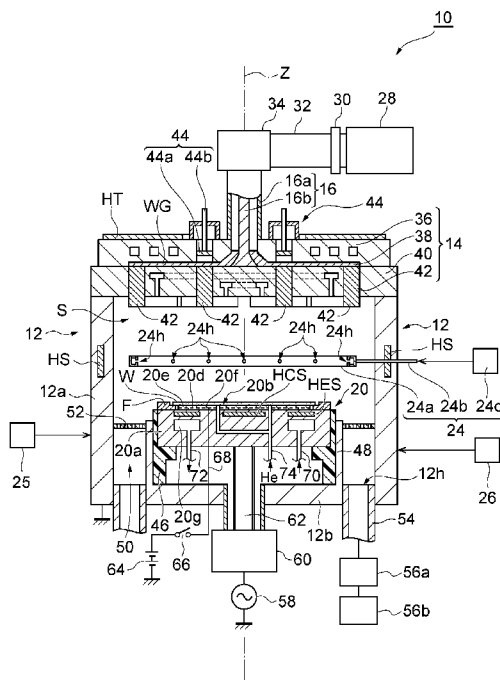
1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

- (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, BN, 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, PA, 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), 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: PLASMA TREATMENT DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置





添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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] 半導体デバイスの製造プロセスにおいては、処理ガスのプラズマを励起させることにより、被処理基体に対するエッチングや成膜が行われる。プラズマは、容量結合方式、誘導結合方式といった種々の方式で励起させることができるが、プラズマの励起源として、低電子温度且つ高密度のプラズマを発生させることができるマイクロ波が注目されてきている。かかるマイクロ波を励起源として採用したプラズマ処理装置は、特許文献 1 に記載されている。

[0003] 特許文献 1 に記載されたプラズマ処理装置は、処理容器、ステージ、処理ガスの供給部、アンテナ、及び、マイクロ波発生器を備えている。処理容器は、被処理基体を載置するステージをその内部に収容している。アンテナは、ステージの上方に設けられている。このアンテナは、ラジアルラインスロットアンテナと称されるものであり、同軸導波管を介してマイクロ波発生器に接続されている。また、アンテナは、冷却ジャケット、誘電体板、スロット板、及び誘電体窓を含んでいる。誘電体板は、略円盤形状を有しており、上下方向から金属製の冷却ジャケットとスロット板との間に挟持されている。スロット板には、複数のスロット孔が設けられている。これらスロット孔は、同軸導波管の中心軸線を中心として周方向及び径方向に配列されている。このスロット板の直下には、略円盤形状の誘電体窓が設けられている。この誘電体窓は、処理容器の上部開口を閉じている。また、供給部は、センターガス供給部及びアウターガス供給部を含んでいる。センターガス供給部は、誘電体窓の中央から処理ガスを供給している。アウターガス供給部は、誘電体窓とステージとの間において環状に設けられており、センターガス供給

部よりも下方において処理ガスを供給している。

- [0004] 特許文献1に記載されたプラズマ処理装置では、マイクロ波発生器からのマイクロ波が同軸導波管を介してアンテナに供給される。マイクロ波は、誘電体板を伝播し、スロット板のスロット孔から誘電体窓に伝播する。誘電体窓を伝播したマイクロ波は、当該誘電体窓から処理容器内に供給され、供給部から供給される処理ガスのプラズマを励起させる。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：国際公開第2011／125524号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 特許文献1に記載された装置のラジアルラインスロットアンテナによって生成されるマイクロ波プラズマの特徴は、誘電体窓直下（プラズマ励起領域と呼ばれる）で生成され比較的電子温度の高いエネルギーのプラズマが拡散し、ステージ上に載置された被処理基体上では約1～2 eV程度の低い電子温度のプラズマとなることにある。すなわち、平行平板等のプラズマとは異なり、プラズマの電子温度の分布が誘電体窓からの距離の関数として明確に生ずることに特徴がある。より詳細には、誘電体窓直下での数eV～約10 eVの電子温度が、被処理基体上では約1～2 eV程度に減衰する。したがって、被処理基体の処理はプラズマの電子温度の低い領域（拡散プラズマ領域）で行なわれるので、被処理基体へリセス等の大きなダメージを与えることがない。また、特許文献1に記載された装置では、プラズマの電子温度の高い領域（プラズマ励起領域）へ処理ガスが供給されると、処理ガスは容易に励起され、解離される。一方、プラズマの電子温度の低い領域（プラズマ拡散領域）へ処理ガスが供給されると、プラズマ励起領域近傍へ供給された場合に比べ、解離の程度は抑えられる。

- [0007] ところで、プラズマ処理装置には、被処理基体の全面に対する処理のバラ

ツキを低減することが求められる。そのためには、処理容器内で発生させるプラズマの密度分布を最適化することが必要である。

[0008] 特許文献1に記載された装置では、誘電体窓中央、即ち、センターガス供給部からの処理ガスの大流量供給により、誘電体窓直下の領域、即ちプラズマの電子温度の高い領域（プラズマ励起領域）において、高密度なプラズマが形成されはするが、プラズマがスロット近傍に著しく局在化する現象が発生してしまう。これは、マイクロ波により与えられる電子の平均自由行程が短く、当該電子はスロット近傍のガス分子とのみ衝突するからであり、その結果、容易に励起され解離されるプラズマは、スロット近傍に局在化してしまうからである。このように、特許文献1に記載された装置では、局在化したプラズマの発生位置の制御が困難であり、ウエハ面上での適切なプラズマ密度制御が困難となってしまう。

[0009] したがって、本技術分野においては、アンテナからマイクロ波を供給することにより処理容器内にプラズマを励起するプラズマ処理装置において、プラズマの発生位置の制御性を改善することが求められている。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一側面に係るプラズマ処理装置は、処理容器、アンテナ、マイクロ波発生器、及び、ステージを備えている。処理容器は、処理空間を画成している。アンテナは、処理空間の上方に設けられており、所定の軸線を中心とする円盤形状の導波路を有している。マイクロ波発生器は、アンテナに接続されている。ステージは、処理容器内に設けられており、前記所定の軸線と交差するよう処理空間を介してアンテナと対面している。アンテナは、前記導波路を下方から画成する金属板を含んでいる。この金属板には、前記所定の軸線を中心とする第1の円及び当該所定の軸線を中心とし第1の円よりも大径の第2の円に沿って複数の開口が設けられている。アンテナは、複数の開口を通して処理空間内に延び出した誘電体製の複数の突出部を含んでいる。

[0011] このプラズマ処理装置では、前記導波路から金属板の複数の開口を介して

伝播するマイクロ波が、当該複数の開口を通して処理容器内に延び出した複数の突出部に集中する。したがって、プラズマの発生位置が複数の突出部の近傍に集中する。故に、このプラズマ処理装置は、プラズマの発生位置の制御性に優れている。また、複数の突出部は、同心の第1の円及び第2の円に沿って設けられている。したがって、このプラズマ処理装置は、前記所定の軸線に対して周方向及び径方向において分散させた位置においてプラズマを発生させることができる。

[0012] 一実施形態においては、プラズマ処理装置は、プランジャを更に備え得る。プランジャは、複数の突出部のうち、第1の円及び第2の円の少なくとも一方に沿って設けられた開口を通る突出部と前記導波路を介して対峙する反射板を有する。プランジャは、前記所定の軸線が延在する方向において前記導波路からの反射板の距離を調整可能である。

[0013] この実施形態によれば、プランジャの反射板の位置を調整することにより、前記導波路における定在波のピークの位置を金属板の開口の位置に対して相対的に調整することができる。その結果、第1の円に沿って設けられた突出部に伝播するマイクロ波のパワーと、第2の円に沿って設けられた突出部に伝搬するマイクロ波のパワーの比を調整することが可能となる。これにより、前記所定の軸線に対して放射方向のプラズマの密度分布を調整することが可能となる。

[0014] 一実施形態においては、金属板には、処理空間に処理ガスを供給するための複数のガス噴射口が設けられていてもよい。この実施形態によれば、ステージの上方から処理ガスを供給することが可能となる。

[0015] 一実施形態においては、複数のガス噴射口は、前記所定の軸線を中心とする少なくとも二つの同心円に沿って設けられていてもよい。この実施形態によれば、前記所定の軸線に対して放射方向の処理ガスの流量分布を調整することが可能となる。

[0016] 一実施形態においては、プラズマ処理装置は、前記導波路の上に設けられた冷却ジャケットと、金属板を加熱するヒータと、を更に備えていてもよい。

。この実施形態によれば、冷却ジャケットによりアンテナを冷却することにより、アンテナ内の誘電体製の部品が熱応力により破壊することを抑制することが可能となる。また、ヒータによって金属板を加熱することにより、処理容器内で発生したイオン及びラジカル、並びに、処理の副生成物が金属板に再付着することを抑制することが可能となる。

[0017] 一実施形態においては、複数の突出部は、前記所定の軸線が延在する方向に延びる棒状の誘電体により構成されていてもよく、当該複数の突出部は、第1の円及び第2の円において所定の軸線に対して軸対称となるように配列されていてもよい。また、別の実施形態においては、複数の突出部は、前記所定の軸線に直交する断面において弧状の形状を有し、当該複数の突出部は、第1の円及び第2の円において所定の軸線に対して軸対称となるように配列されていてもよい。これら実施形態によれば、所定の軸線に対して周方向のプラズマの分布を均一化することが可能となる。

発明の効果

[0018] 以上説明したように、本発明の種々の側面及び実施形態によれば、アンテナからマイクロ波を供給することにより処理容器内に励起するプラズマの発生位置の制御性を改善したプラズマ処理装置が提供される。

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断面図である。

[図2]図1に示すアンテナを下方から見た平面図である。

[図3]図1に示すアンテナの金属板及び複数の突出部を拡大して示す断面図である。

[図4]別の実施形態に係るアンテナを下方から見た平面図である。

[図5]別の実施形態に係るアンテナの金属板及び複数の突出部を拡大して示す断面図である。

[図6]実験例に用いたプラズマ処理装置の構成を示す斜視図である。

[図7]実験例1のプラズマの発光状態の画像を示している。

[図8]実験例2のプラズマの発光状態の画像を示している。

[図9]シミュレーションによって求めた図6に示すプラズマ処理装置の電界強度の比を示す図である。

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断面図である。図1に示すプラズマ処理装置10は、処理容器12及びアンテナ14を備えている。処理容器12は、被処理基体Wを収容するための処理空間Sを画成している。処理容器12は、側壁12a、及び底部12bを含み得る。側壁12aは、所定の軸線Zが延びる方向（以下、「軸線Z方向」という）に延在する略筒形状を有している。底部12bは、側壁12aの下端側に設けられている。底部12bには、排気用の排気孔12hが設けられている。側壁12aの上端部は開口している。処理容器12の上端部開口は、アンテナ14によって閉じられている。

[0022] プラズマ処理装置10は、処理容器12内に設けられたステージ20を更に備えている。ステージ20は、アンテナ14の下方に設けられており、軸線Zに交差するように処理空間Sを介してアンテナ14と対面している。ステージ20上には、被処理基体Wの中心が軸線Zと略一致するように、被処理基体Wが載置され得る。一実施形態においては、ステージ20は、台20a、及び、静電チャック20bを含んでいる。

[0023] 台20aは、筒状支持部46に支持されている。筒状支持部46は、絶縁性の材料で構成されており、底部12bから垂直上方に延びている。また、筒状支持部46の外周には、導電性の筒状支持部48が設けられている。筒状支持部48は、筒状支持部46の外周に沿って処理容器12の底部12bから垂直上方に延びている。この筒状支持部48と側壁12aとの間には、環状の排気路50が形成されている。

[0024] 排気路50の上部には、複数の貫通孔が設けられた環状のバッフル板52が取り付けられている。排気路50は、排気孔12hを提供する排気管54

に接続しており、当該排気管 5 4 には、圧力調整器 5 6 a を介して排気装置 5 6 b が接続されている。排気装置 5 6 b は、ターボ分子ポンプなどの真空ポンプを有している。圧力調整器 5 6 a は、排気装置 5 6 b の排気量を調整して、処理容器 1 2 内の圧力を調整する。これら圧力調整器 5 6 a 及び排気装置 5 6 b により、処理容器 1 2 内の処理空間 S を所望の真空度まで減圧することができる。また、排気装置 5 6 b を動作させることにより、ステージ 2 0 の外周から排気路 5 0 を介して処理ガスを排気することができる。

[0025] 台 2 0 a は、高周波電極を兼ねている。台 2 0 a には、マッチングユニット 6 0 及び給電棒 6 2 を介して、R F バイアス用の高周波電源 5 8 が電氣的に接続されている。高周波電源 5 8 は、被処理基体 W に引き込むイオンのエネルギーを制御するのに適した一定の周波数、例えば、1 3 . 6 5 M H z の高周波電力を所定のパワーで出力する。マッチングユニット 6 0 は、高周波電源 5 8 側のインピーダンスと、主に電極、プラズマ、処理容器 1 2 といった負荷側のインピーダンスとの間で整合をとるための整合器を収容している。この整合器の中に自己バイアス生成用のブロッキングコンデンサが含まれている。

[0026] 台 2 0 a の上面には、静電チャック 2 0 b が設けられている。一実施形態においては、静電チャック 2 0 b の上面は、被処理基体 W を載置するための載置領域を構成している。この静電チャック 2 0 b は、被処理基体 W を静電吸着力で保持する。静電チャック 2 0 b の径方向外側には、被処理基体 W の周囲を環状に囲むフォーカスリング F が設けられている。静電チャック 2 0 b は、電極 2 0 d、絶縁膜 2 0 e、及び、絶縁膜 2 0 f を含んでいる。電極 2 0 d は、導電膜によって構成されており、絶縁膜 2 0 e と絶縁膜 2 0 f の間に設けられている。電極 2 0 d には、高圧の直流電源 6 4 がスイッチ 6 6 及び被覆線 6 8 を介して電氣的に接続されている。静電チャック 2 0 b は、直流電源 6 4 から印加される直流電圧により発生するクーロン力によって、その上面に被処理基体 W を吸着保持することができる。

[0027] 台 2 0 a の内部には、周方向に延びる環状の冷媒室 2 0 g が設けられてい

る。この冷媒室20gには、チラーユニットから配管70, 72を介して所定の温度の冷媒、例えば、冷却水が循環供給される。静電チャック20b上の被処理基体Wの処理温度は、冷媒の温度によって制御され得る。さらに、伝熱ガス供給部からの伝熱ガス、例えば、Heガスがガス供給管74を介して静電チャック20bの上面と被処理基体Wの裏面との間に供給される。

[0028] 一実施形態においては、プラズマ処理装置10は、温度制御機構として、ヒータHS、HCS、及び、HESを更に備え得る。ヒータHSは、側壁12a内に設けられており、環状に延在している。ヒータHSは、例えば、処理空間Sの高さ方向（即ち、軸線Z方向）の中間に対応する位置に設けられ得る。ヒータHCSは、台20a内に設けられている。ヒータHCSは、台20a内において、上述した載置領域の中央部分の下方、即ち軸線Zに交差する領域に設けられている。また、ヒータHESは、台20a内に設けられており、ヒータHCSを囲むように環状に延在している。ヒータHESは、上述した載置領域の外縁部分の下方に設けられている。

[0029] また、プラズマ処理装置10は、ガス供給部24を更に備えている。ガス供給部24は、環状管24a、配管24b、及びガス源24cを含んでいる。環状管24aは、処理空間Sの軸線Z方向の中間位置において軸線Z中心に環状に延在するよう、処理容器12内に設けられている。この環状管24aには、軸線Zに向けて開口された複数のガス噴射口24hが形成されている。これら複数のガス噴射口24hは、軸線Z中心に環状に配列されている。この環状管24aには配管24bが接続している。配管24bは、処理容器12の外部まで延びており、ガス源24cに接続されている。ガス源24cは、処理ガスのガス源であり、当該処理ガスを流量制御して配管24bに供給する。ガス源24cは、例えば、開閉弁及びマスフローコントローラを含み得る。

[0030] かかるガス供給部24は、配管24b、環状管24a、及びガス噴射口24hを介して、処理ガスを軸線Zに向けて処理空間S内に導入する。処理ガスは、プラズマ処理装置10において被処理基体Wに対して行われる処理に

よって適宜選択されるものである。処理ガスは、例えば、被処理基体Wのエッチングを行う場合には、エッチャントガス及び／又は不活性ガス等を含み得る。或いは、被処理基体W上に成膜を行う場合には、原料ガス及び／又は不活性ガス等を含み得る。

[0031] 図1に示すように、プラズマ処理装置10は、アンテナ14と共に、同軸導波管16、マイクロ波発生器28、チューナ30、導波管32、及び、モード変換器34を更に備えている。マイクロ波発生器28は、例えば2.45GHzの周波数のマイクロ波を発生する。マイクロ波発生器28は、チューナ30、導波管32、及びモード変換器34を介して、同軸導波管16の上部に接続されている。

[0032] 同軸導波管16は、その中心軸線である軸線Zに沿って延在している。同軸導波管16は、外側導体16a及び内側導体16bを含んでいる。外側導体16aは、軸線Z方向に延びる筒形状を有している。外側導体16aの下端は、導電性の表面を有する冷却ジャケット36の上部に電氣的に接続され得る。内側導体16bは、外側導体16aの内側に設けられている。内側導体16bは、軸線Zに沿って延びる略円柱状の形状を有している。内側導体16bの下端は、アンテナ14の金属板40に接続している。

[0033] 一実施形態においては、アンテナ14は、処理容器12の上端開口内に配置され得る。アンテナ14は、軸線Zを中心とする略円盤形状の導波路WGを画成している。このアンテナ14は、一実施形態においては、冷却ジャケット36、誘電体板38、金属板40、及び複数の突出部42を含み得る。冷却ジャケット36は、導波路WGの上に設けられている。一実施形態においては、冷却ジャケット36の金属製の下面が、導波路WGを上方から画成している。金属板40は、略円盤形状の金属製の部材であり、導波路WGを下方から画成している。冷却ジャケット36と金属板40との間には、誘電体板38が挟持されている。誘電体板38は、マイクロ波の波長を短縮させるものであり、例えば、石英又はアルミナから構成されており、略円盤形状を有している。この誘電体板38は、冷却ジャケット36と金属板40との

間において、導波路WGを構成している。

[0034] 以下、図1と共に、図2及び図3を参照する。図2は、図1に示すアンテナを下方から見た平面図である。図3は、図1に示すアンテナの金属板及び複数の突出部を拡大して示す断面図である。なお、図1及び図3には、図2のⅠⅠⅠーⅠⅠⅠ線に沿ってとった金属板40の断面が示されている。図1～図3に示すように、金属板40には、当該金属板40を軸線Z方向に貫通する複数の開口40hが形成されている。

[0035] 複数の開口40hのうち一部（図2では、四つの開口40h）は、軸線Zを中心とする第1の円CC1に沿って延在している。即ち、第1の円CC1に沿った複数の開口40hは、軸線Zに直交する面内での平面形状として第1の円CC1に沿った弧状且つ帯状の形状を有している。また、複数の開口40hのうち他の一部（図2では、別の四つの開口40h）は、軸線Zを中心とし第1の円CC1の直径より大径の第2の円CC2に沿って延在している。即ち、第2の円CC2に沿った複数の開口40hは、軸線Zに直交する面内での平面形状として第2の円CC2に沿った弧状且つ帯状の形状を有している。一実施形態においては、複数の開口40hは、軸線Zに対して軸対称に設けられている。

[0036] また、アンテナ14は、これら複数の開口40hを通して処理空間Sまで延び出した複数の突出部42を更に含んでいる。これら突出部42は、一実施形態においては、その上端において誘電体板38に接しており、金属板40の下面よりも下方まで延在している。

[0037] また、複数の突出部42の各々は、軸線Zに直交する面内での断面形状として、複数の開口40hのうち対応の開口に倣った平面形状を有している。即ち、第1の円CC1に沿って設けられた開口40hを通る突出部42は、第1の円CC1に沿って設けられた対応の開口の平面形状に倣った弧状且つ帯状の断面形状を有している。また、第2の円CC2に沿って設けられた開口40hを通る突出部42は、第2の円CC2に沿って設けられた対応の開口の平面形状に倣った弧状且つ帯状の断面形状を有している。これら複数の

突出部 42 は、誘電体製であり、例えば、石英から構成されている。なお、金属板 40 の下面、特に、処理空間 S に面する金属板 40 の領域には、 Y_2O_3 或いは石英製の膜が設けられていてもよい。

[0038] かかる構成のアンテナ 14 を有するプラズマ処理装置 10 では、マイクロ波発生器 28 によって発生されたマイクロ波は、チューナ 30、導波管 32、モード変換器 34 及び同軸導波管 16 を経由して導波路 WG、即ち、誘電体板 38 に伝播する。誘電体板 38 を伝播したマイクロ波は、導波路 WG において定在波となる。そして、マイクロ波は、導波路 WG から、金属板 40 の複数の開口 40h を通る複数の突出部 42 に漏れ出して、処理空間 S に供給される。このように、プラズマ処理装置 10 では、金属板 40 から漏れ出すマイクロ波が、金属板 40 の下方の全領域ではなく、複数の突出部 42 に集中する。その結果、処理ガスのプラズマの発生位置が、複数の突出部 42 の近傍に集中する。したがって、プラズマ処理装置 10 は、プラズマ発生位置の制御性に優れている。

[0039] また、複数の突出部 42 は、同心の第 1 の円及び第 2 の円に沿って設けられており、且つ、軸線 Z に対して軸対称に設けられている。したがって、プラズマ処理装置 10 では、プラズマの発生位置を、軸線 Z に対して放射方向に分布させることができ、また、軸線 Z に周方向に分布させることが可能である。その結果、プラズマ処理装置 10 によれば、軸線 Z に対して周方向及び放射方向におけるプラズマの密度分布を均一化することが可能となる。また、プラズマ処理装置 10 によれば、処理ガスをアンテナ 14 直下に大量供給するときによって生じ得るアンテナ 14 直下のプラズマ局在化に対応できるだけでなく、中低流量の処理ガスの供給においても、より最適なプラズマ密度制御が実現できる。

[0040] 一実施形態においては、図 1 に示すように、プラズマ処理装置 10 は、複数のプランジャ 44 を更に備え得る。複数のプランジャ 44 の各々は、反射板 44a 及び位置調整機構 44b を含んでいる。図 1 に示す実施形態では、複数のプランジャ 44 の反射板 44a はそれぞれ、第 1 の円 CC1 に沿って

設けられた複数の突出部42と、導波路WGを介して対峙するように設けられている。

[0041] また、図1に示すように、プランジャ44の反射板44aは、その軸線Z方向における位置を調整するための位置調整機構44bに接続されている。プラズマ処理装置10では、位置調整機構44bを用いて反射板44aの位置を調整することにより、導波路WGにおける定在波のピークの位置を調整することができる。その結果、第1の円CC1に沿って設けられた突出部42に漏れ出すマイクロ波のパワーと、第2の円CC1に沿って設けられた突出部42に漏れ出すマイクロ波のパワーとの比を調整することが可能となる。これにより、軸線Zに対して放射方向のプラズマの密度分布を調整することが可能となる。

[0042] なお、別の実施形態では、複数のプランジャ44は、第2の円CC2に沿って設けられた複数の突出部42と反射板44aが対峙するように設けられていてもよく、或いは、全ての突出部42と反射板44aが対峙するように設けられていてもよい。

[0043] 再び図1～図3を参照する。一実施形態においては、金属板40には、処理空間Sに処理ガスを供給するための複数のガス噴射口40iが設けられている。これらガス噴射口40iは、下方に向けて開口している。図1～図3に示す例では、複数のガス噴射口40iは、軸線Zを中心とする二つの同心円に沿って配列されている。また、金属板40には、二つの同心円のうち内側の円に沿って配列されたガス噴射口40iに接続する環状のガスライン40bが形成されている。ガスライン40bには、金属板40の周縁部に向けて延びるガスライン40cが接続されている。ガスライン40cは金属板40の下面に設けられたポート40dに接続している。このポート40dには、処理容器12の側壁12a内に設けられたガスラインを介して、ガス源25が接続されている。ガス源25は、ガス源24cと同様に、処理ガスのガス源であり、当該処理ガスの流量を制御可能なように構成されている。

[0044] また、金属板40には、二つの同心円のうち外側の円に沿って配列された

ガス噴射口 40 i に接続する環状のガスライン 40 e が形成されている。ガスライン 40 e には、金属板 40 の周縁部に向けて延びるガスライン 40 f が接続されている。ガスライン 40 f は金属板 40 の下面に設けられたポート 40 g に接続している。このポート 40 g には、処理容器 12 の側壁 12 a 内に設けられたガスラインを介して、ガス源 26 が接続されている。ガス源 26 は、ガス源 24 c と同様に、処理ガスのガス源であり、当該処理ガスの流量を制御可能なように構成されている。

[0045] このプラズマ処理装置 10 では、処理空間 S の高さ方向の中間位置において環状に配列された複数のガス噴射口 24 h に加えて、処理空間 S の上から下方に向けて処理ガスを供給するための複数のガス噴射口 40 i が設けられている。また、これらガス噴射口 40 i は、二つの同心円に沿って配列されている。したがって、プラズマ処理装置 10 では、処理空間 S の上方から被処理基体 W に向けて処理ガスを供給することができ、更に、軸線 Z に対して放射方向の処理ガスの流量分布を調整することが可能である。なお、別の実施形態においては、複数のガス噴射口 40 i は、三つ以上の同心円に沿って配列されていてもよい。

[0046] 再び図 1 を参照する。プラズマ処理装置 10 では、図 1 に示すように、冷却ジャケット 36 上にヒータ HT が設けられている。このヒータ HT は、冷却ジャケット 36 を介して、金属板 40 を加熱する。これにより、処理容器 12 内で発生したイオン及びラジカル、並びに、処理の副生成物が金属板 40 に再付着することを抑制することが可能となる。また、プラズマ処理装置 10 では、冷却ジャケット 36 によりアンテナ 14 を冷却することも可能である。これにより、誘電体板 38 や誘電体製の突出部 42 が熱応力により破壊することを抑制することが可能である。

[0047] 以上、一実施形態に係るプラズマ処理装置 10 について詳細してきた。上述したように、プラズマ処理装置 10 は、プラズマの発生位置の制御性に優れるという効果を有しているが、この効果は、処理容器 12 内の圧力が 1 Torr (133.3 Pa) 以上といった高圧である場合に特に有効に発揮さ

れる。以下、この理由を説明する。

[0048] 下記の（１）式に示すように、処理容器１２内でのプラズマを構成する電子、イオンの流れの振る舞いは、下記の輸送方程式によって表わすことができる。

[数1]

$$\Gamma = \Gamma_e = \Gamma_i = -D \nabla n \quad \dots(1)$$

ここで、プラズマは負イオンを含まないプラズマであるとする。（１）式において、 Γ 、 Γ_e 、 Γ_i はそれぞれプラズマ、電子、イオンの流束を示しており、 D は両極性拡散係数であり、 n は、プラズマ密度である。また、両極性拡散係数 D は、下記の（２）式で表わすことができる。

[数2]

$$D = \frac{\mu_i D_e + \mu_e D_i}{\mu_i + \mu_e} \quad \dots(2)$$

（２）式において、 μ_e 、 μ_i はそれぞれ、電子、イオンの移動度であり、 D_e 、 D_i はそれぞれ電子、イオンの拡散係数である。粒子種 s の移動度、拡散係数はそれぞれ以下の（３）式、（４）式で表される。

[数3]

$$\mu_s = \frac{|q_s|}{m_s \nu_{sm}} \quad \dots(3)$$

[数4]

$$D_s = \frac{k_B T_s}{m_s \nu_{sm}} \quad \dots(4)$$

（３）、（４）式において、 q_s は粒子種 s の電荷量、 k_B はボルツマン定数、 T_s は粒子種 s の温度、 m_s は粒子種 s の質量、 ν_{sm} は粒子種 s と中性粒子との

衝突周波数である。イオンはすべて 1 価の陽イオンであると仮定し、(2) 式に (3)、(4) 式を代入すると、

[数5]

$$D = k_B \frac{T_i + T_e}{m_e \nu_{em} + m_i \nu_{im}} \quad \dots(5)$$

となる。

[0049] ここで、処理容器 1 2 内の圧力が高い場合と低い場合の双方において同じパワーのマイクロ波が投入され、電子、イオンの生成量が等しいものとする。また、プラズマの巨視的な流束 Γ は双方の場合において等しく保たれる。また、処理容器 1 2 内の圧力が高くなると、粒子種 s と中性粒子との衝突頻度 ν_{sm} は大きくなり、(5) 式から、処理容器 1 2 内の圧力が高くなると、両極性拡散係数 D は、処理容器 1 2 内の圧力が低い場合の拡散係数よりも小さくなる。したがって、(1) 式の関係より、処理容器 1 2 内の圧力が高い場合のプラズマの流束 Γ を、処理容器 1 2 内の圧力が低い場合のプラズマの流束 Γ と等しくするためには、強いプラズマの密度勾配が必要となる。また、電子が励起衝突や電離衝突などの非弾性衝突を起こす頻度も高くなり、電子が生成されてから非弾性衝突によりエネルギーを失うまでの移動距離が短くなる。このために、処理容器 1 2 内の圧力が高くなると、広い領域においてプラズマを拡散させようとしても、プラズマが局在化するという現象が生じ得る。また、マイクロ波が大面積平板誘電体を通して処理容器内でプラズマを発生させる場合、プラズマの発生位置は誘電体内の定在波モードにより決定され、スロット板などでマイクロ波投入位置を規定しても、十分なプラズマ発生位置制御性を得ることが難しい。

[0050] 一方、プラズマ処理装置 10 では、処理空間 S に接する面積が制限された複数の突出部 42 にマイクロ波を集中させているので、高い圧力下においても、プラズマの発生位置を突出部 42 の近傍に制御することが可能である。よって、プラズマ処理装置 10 は、高い圧力下においても、プラズマの発生位置の制御性に優れている。

[0051] 以下、図4及び図5を参照してアンテナの別の実施形態について説明する。図4は、別の実施形態に係るアンテナを下方から見た平面図である。図5は、別の実施形態に係るアンテナの金属板及び複数の突出部を拡大して示す断面図であり、図4のV-V線に沿った断面を示している。図4に示すアンテナ14Aの金属板40Aには、複数の開口40Ahが設けられている。複数の開口40Ahは、同心円CC1及びCC2に沿って配列されており、軸線Zに対して軸対称に設けられている。複数の開口40Ahは、金属板40の開口40hとは異なり、軸線Zに直交する面内での平面形状として円形の形状を有している。

[0052] また、アンテナ14Aは、複数の開口40Ahを通る棒状、即ち円柱形状の複数の突出部42Aを有している。これら突出部42Aは、その上端において誘電体板38に接しており、金属板40Aの下面よりも下方まで軸線Z方向に延在している。かかる構成のアンテナ14Aは、円柱形状の複数の突出部42Aを有しているが、アンテナ14によって発揮される効果と同様の効果を発揮することができる。したがって、複数の突出部は、制限された面積で処理空間Sに接するよう、アンテナの金属板に設けられた開口から金属板の下方まで延びだしていれば、任意の形状を有し得る。

[0053] 以下、制限された面積で処理空間Sに接する誘電体にマイクロ波を集中させることにより、プラズマの発生位置を制御できることを検証した実験例1及び2、並びにシミュレーションについて説明する。図6は、実験例に用いたプラズマ処理装置の構成を示す斜視図である。

[0054] 図6に示すプラズマ処理装置100は、処理容器112の上部に、四つの誘電体製のロッドSP1～SP4を備えている。ロッドSP1～SP4は、40mmの直径及び353mmの長さを有し、100mm間隔で互いに平行に配列されている。また、図6に示すように、これらロッドは、ロッドSP1、SP3、SP2、SP4の順で一方向に配列されている。

[0055] また、プラズマ処理装置100は、二つの矩形導波管114及び116を備えている。矩形導波管114及び116の断面サイズは、E1A規格WR

− 430準拠の109、2mm×54、6mmである。導波管114及び116は、ロッドSP1〜SP4の延在方向と直交する方向に延在しており、それらの間にロッドSP1〜SP4が介在するように設けられている。導波管114は、その反射端にプランジャ118を有しており、導波管116は、その反射端にプランジャ120を有している。導波管114の導波路内には、ロッドSP1及びSP2の一端が位置しており、ロッドSP1及びSP2の他端は、導波管116の導波路の手前で終端している。具体的には、ロッドSP1及びSP2それぞれの一端は、30mmの長さで導波管114内に入り込んでいる。また、導波管116の導波路内には、ロッドSP3及びSP4の一端が位置しており、ロッドSP3及びSP4の他端は、導波管114の導波路の手前で終端している。具体的には、ロッドSP3及びSP4それぞれの一端は、30mmの長さで導波管116内に入り込んでいる。

[0056] 導波管114には、プランジャ122及び124が取り付けられている。プランジャ122は、反射板122a及び位置調整機構122bを有している。反射板122aは、導波管114の導波路を介してロッドSP1の一端に対峙している。位置調整機構122bは、導波路を画成する導波管114の一面（参照符号114aで示す）からの反射板122aの位置を調整する機能を有する。また、プランジャ124は、反射板124a及び位置調整機構124bを有している。反射板124aは、導波管114の導波路を介してロッドSP2の一端に対峙している。位置調整機構124bは、導波管114の一面114aからの反射板124aの位置を調整することができる。

[0057] また、導波管116には、プランジャ126及び128が取り付けられている。プランジャ126は、反射板126a及び位置調整機構126bを有している。反射板126aは、導波管116の導波路を介してロッドSP3の一端に対峙している。位置調整機構126bは、導波路を画成する導波管116の一面（参照符号116aで示す）からの反射板126aの位置を調整することができる。また、プランジャ128は、反射板128a及び位置調整機構128bを有している。反射板128aは、導波管116の導波路

を介してロッドSP4の一端に対峙している。位置調整機構128bは、導波路を画成する導波管116の一面116aからの反射板128aの位置を調整することができる。

[0058] 実験例1及び2では、上記構成を有するプラズマ処理装置100の処理容器112内にArガスを供給し、導波管114に周波数2.45GHz且つパワー1kWのマイクロ波を供給した。また、実験例1及び2では、導波管114の一面114aからの反射板122aの距離d1、及び、導波管114の一面114aからの反射板124aの距離d2をパラメータとして変化させた。また、実験例1及び2では、ロッドSP1とロッドSP2の間の距離は、200mmに設定した。また、実験例1では、処理容器112内の圧力を100mTorr(13.33Pa)に設定し、実験例2では、処理容器112内の圧力を1Torr(133.3Pa)に設定した。また、プランジャ118の反射板118aと、ロッドSP1の軸線との距離は85mmとした。

[0059] そして、実験例1及び実験例2の双方において、ロッドSP1及びSP2の下方からプラズマの発光状態を撮影した。図7は、実験例1のプラズマの発光状態の画像を示している、図8は、実験例2のプラズマの発光状態の画像を示している。図7及び図8では、距離d1及び距離d2の設定値に対応づけて、当該距離d1及び距離d2の設定値の下でのプラズマの発光状態を撮影した画像がマトリクス状に示されている。

[0060] 図7及び図8に示す画像では、比較的に輝度の高い部分が、ロッドSP1及びSP2の近傍のプラズマの発光を示している。したがって、実験例1及び実験例2の結果、プラズマの発生位置をロッドSP1及びSP2の近傍に制御できることが確認された。このことから、導波路から延在する誘電体製の部材が制限された面積で処理容器内の処理空間に接する構成により、プラズマの発生位置を当該誘電体製の部材の近傍に集中させることができることが確認された。

[0061] また、図7及び図8に示すように、距離d1及びd2、即ち、導波管11

4の導波路からの反射板122aの距離、及び、導波管114の導波路からの反射板124aの距離を調整することにより、ロッドSP1の近傍のプラズマの輝度とロッドSP2の近傍のプラズマの輝度の比が相対的に変化することが確認された。したがって、実験例1及び2の結果、距離d1及びd2を調整することにより、ロッドSP1の近傍でのプラズマの密度とロッドSP2の近傍でのプラズマの密度の比を調整できることが確認された。このことから、導波路から延在する誘電体製の複数の部材が制限された面積で処理容器内の処理空間に接する構成において、プランジャの反射板の導波路からの距離を調整することにより、誘電体製の部材の近傍に集中させたプラズマの密度分布を調整できることが確認された。

[0062] また、シミュレーションにより、実験例1及び実験例2と同様の設定でプラズマ処理装置100の電界強度を計算した。このシミュレーションでは、距離d1及び距離d2をパラメータとして変化させ、ロッドSP1内の電界強度P1とロッドSP2内の電界強度P2を計算し、 $P1 / (P1 + P2)$ を電界強度の比として求めた。この結果を図9に示す。図9において、横軸は距離d1の設定値を示しており、縦軸は距離d2の設定値を示している。図9では、距離d1の設定値と距離d2の設定値に対応づけて、当該距離d1の設定値と距離d2の設定値の下で計算した電界強度の比 $P1 / (P1 + P2)$ を示している。また、図9では、実験例1及び2の距離d1及び距離d2の設定値と同一の設定値の電界強度の比 $P1 / (P1 + P2)$ を示す部分を円で囲んでいる。このシミュレーションの結果、図9の円で囲まれた部分の電界強度の比 $P1 / (P1 + P2)$ は、実験例1及び2のプラズマの発光状態に整合していることが確認された。また、図9に示すように、このシミュレーションの結果からも、プランジャの反射板の導波路からの距離を調整することにより、誘電体製の複数の部材の近傍に集中させたプラズマの密度分布を調整できることが確認された。

[0063] 以上、種々の実施形態について説明してきたが、上述した実施形態に限定されることなく種々の変形態様を構成可能である。例えば、上述した実施形

態では、誘電体製の複数の突出部が二つの同心円、即ち第１の円ＣＣ１及び第２の円ＣＣ２に沿って配列されているが、複数の突出部は、三つ以上の同心円に沿って設けられていてもよい。

符号の説明

[0064] １０…プラズマ処理装置、１２…処理容器、１４…アンテナ、２８…マイクロ波発生器、３６…冷却ジャケット、３８…誘電体板、４０…金属板、４０ｈ…開口、４０ｉ…ガス噴射口、４２…突出部、４４…プランジャ、４４ａ…反射板、４４ｂ…位置調整機構、ＣＣ１…第１の円、ＣＣ２…第２の円、ＨＴ…ヒータ、ＷＧ…導波路、Ｚ…軸線、１４Ａ…アンテナ、４０Ａ…金属板、４０Ａｈ…開口、４２Ａ…突出部。

請求の範囲

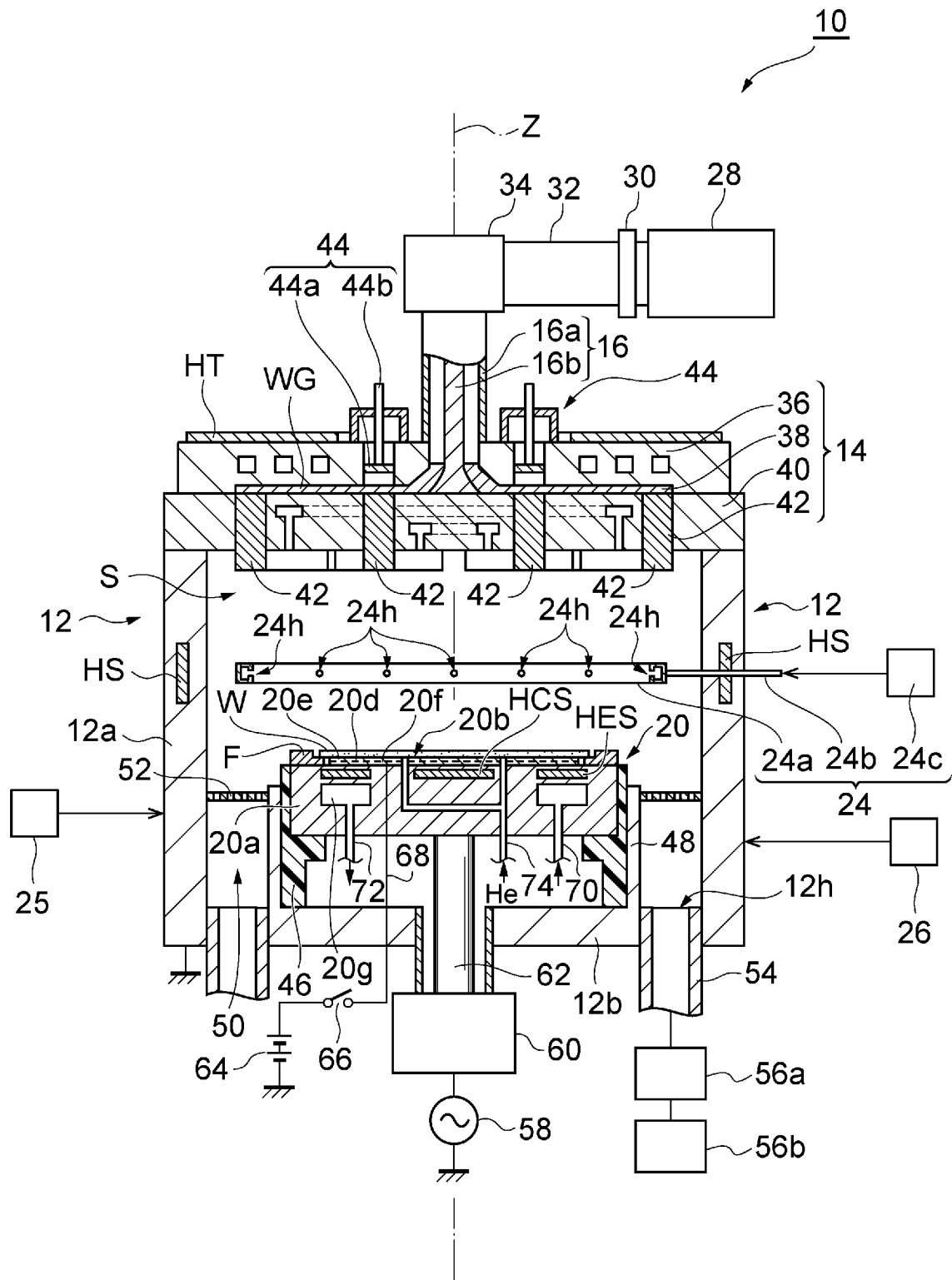
- [請求項1] 処理空間を画成する処理容器と、
前記処理空間の上方に設けられたアンテナであり、所定の軸線を中心とする円盤形状の導波路を有する該アンテナと、
前記アンテナに接続されたマイクロ波発生器と、
前記処理容器内に設けられたステージであり、前記所定の軸線と交差するよう前記処理空間を介して前記アンテナと対面する該ステージと、
を備え、
前記アンテナは、前記導波路を下方から画成する金属板を含み、
前記金属板には、前記所定の軸線を中心とする第1の円及び該所定の軸線を中心とし前記第1の円よりも大径の第2の円に沿って複数の開口が設けられており、
前記アンテナは、前記複数の開口を通して前記処理空間内に延び出した誘電体製の複数の突出部を含む、
プラズマ処理装置。
- [請求項2] 前記複数の突出部のうち、前記第1の円及び第2の円の少なくとも一方に沿って設けられた開口を通る突出部と前記導波路を介して対峙する反射板を有し、前記所定の軸線が延在する方向において前記導波路からの前記反射板の距離を調整可能なプランジャを更に備える、請求項1に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項3] 前記金属板には、前記処理空間に処理ガスを供給するための複数のガス噴射口が設けられている、請求項1又は2に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項4] 前記複数のガス噴射口は、前記所定の軸線を中心とする少なくとも二つの同心円に沿って設けられている、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] 前記導波路の上に設けられた冷却ジャケットと、

前記金属板を加熱するヒータと、
を更に備える、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] 前記複数の突出部は、前記所定の軸線が延在する方向に延びる棒状の誘電体により構成されており、該複数の突出部は、前記第 1 の円及び前記第 2 の円において前記所定の軸線に対して軸対称となるように配列されている、請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

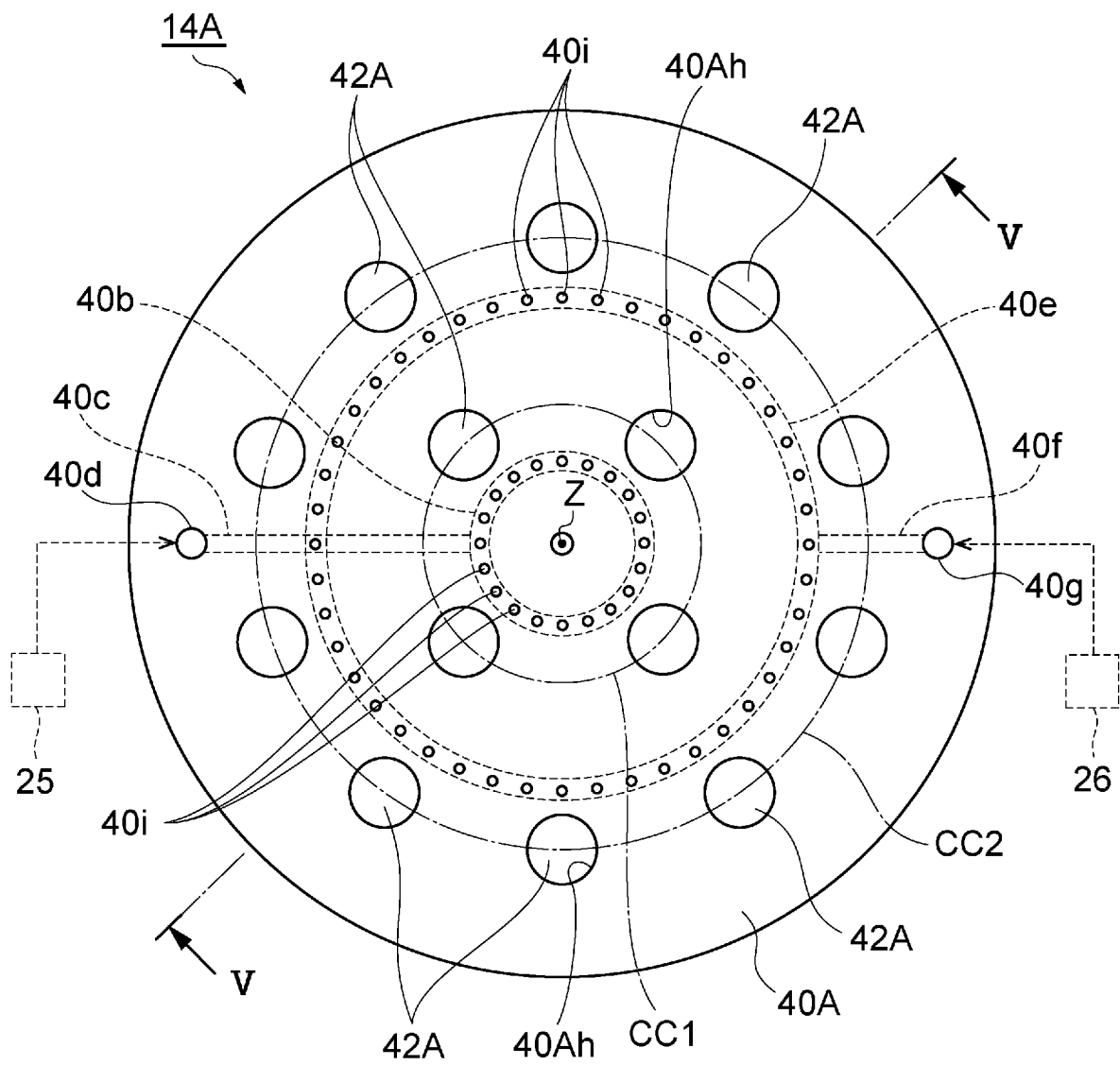
[請求項7] 前記複数の突出部は、前記所定の軸線に直交する断面において弧状の形状を有し、該複数の突出部は、前記第 1 の円及び前記第 2 の円において前記所定の軸線に対して軸対称となるように配列されている、請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[図1]

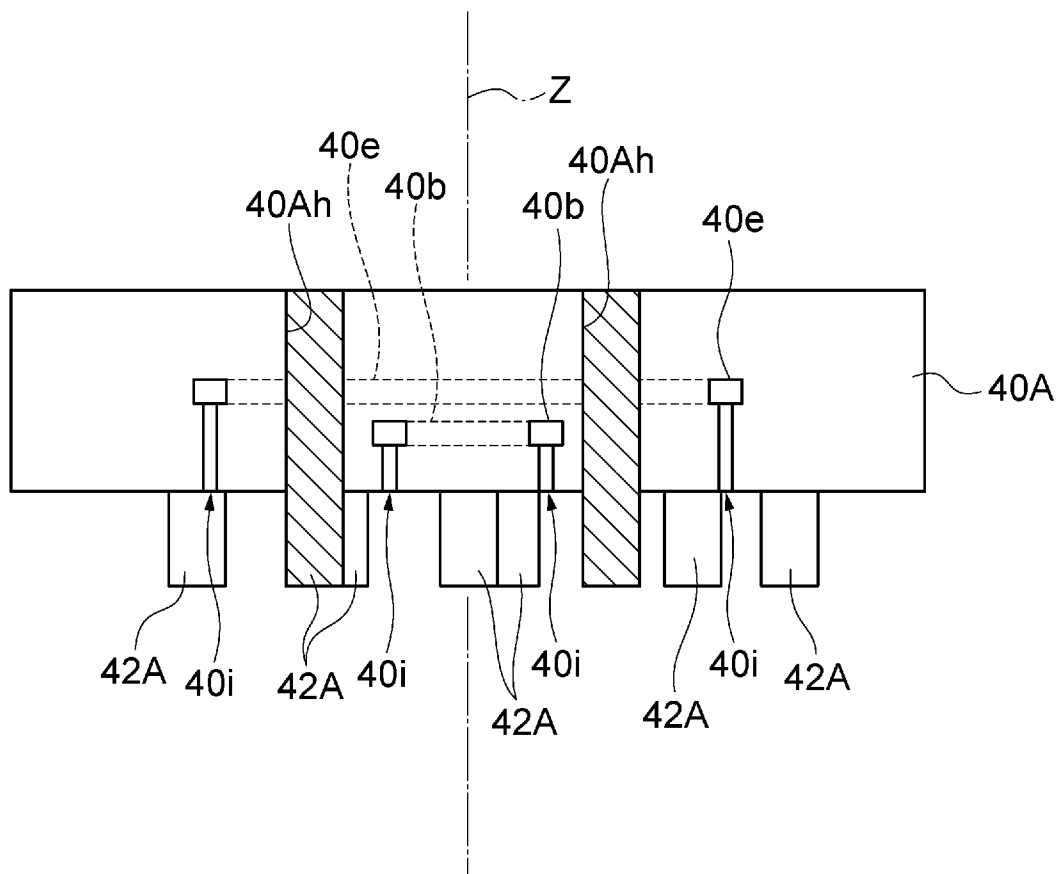


A cross-sectional view of a semiconductor device 40 along a Z-axis. The device features a central channel region 40b flanked by barrier regions 40h. Within the channel region, there are three gate structures 40e, each consisting of a gate stack 40i and a gate contact 40j. The gate stacks 40i are positioned on a substrate 42, and the gate contacts 40j are positioned on a top layer 40. The barrier regions 40h are also positioned on the top layer 40. The Z-axis is indicated by a vertical dashed line passing through the center of the device.

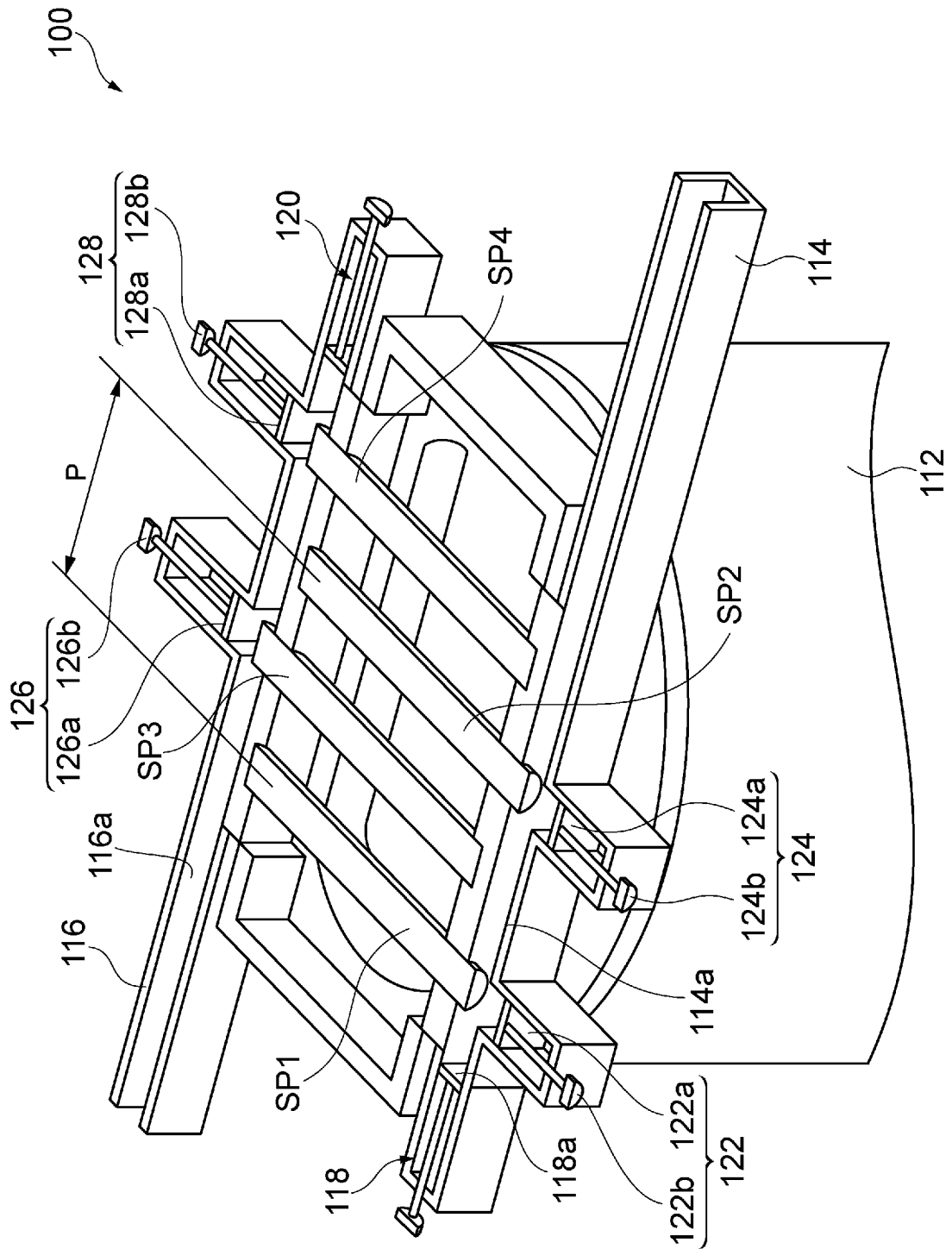
[図4]



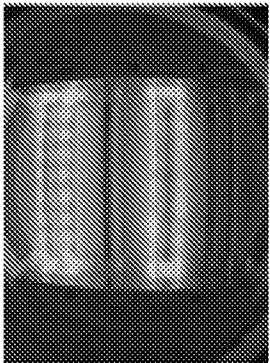
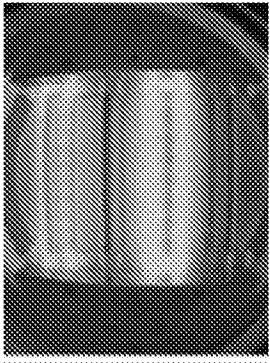
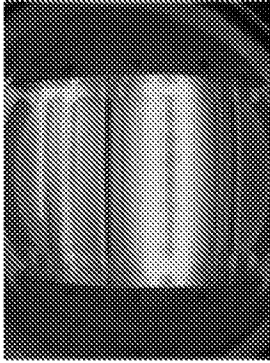
[図5]



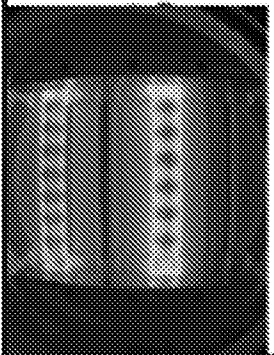
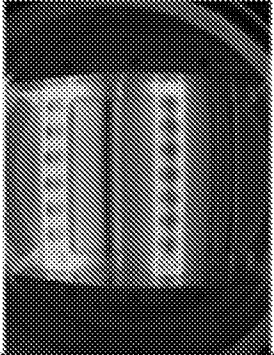
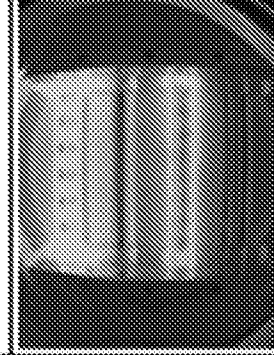
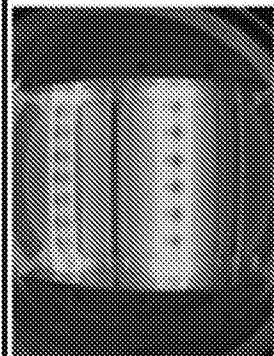
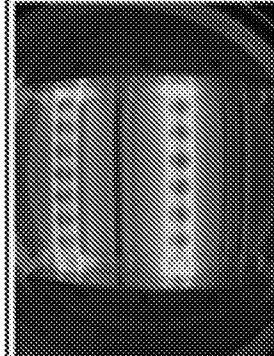
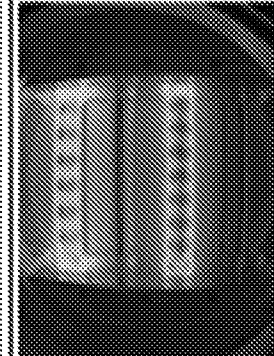
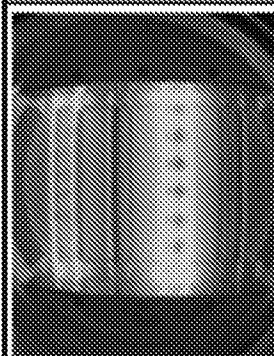
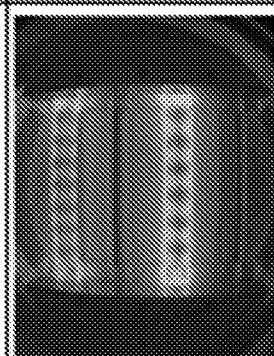
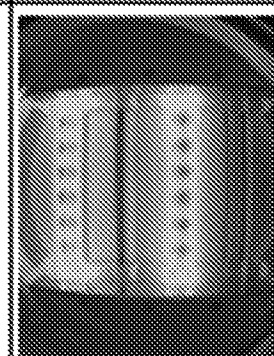
[図6]



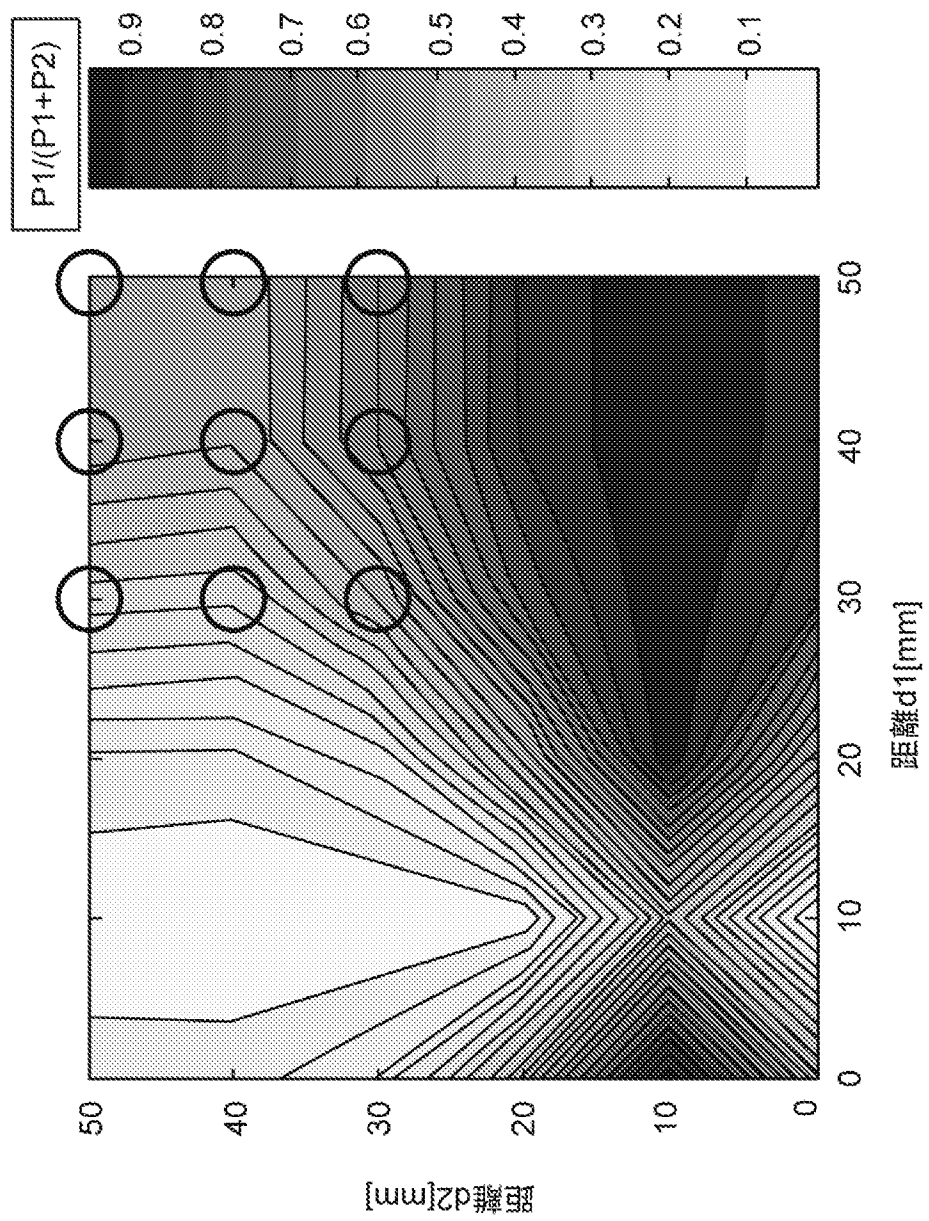
[図7]

距離d2[mm] 50 40 30						50	距離d1[mm]
						40	
						30	

[図8]

距離d2[mm]			距離d1[mm]		
			50	40	30
50					
40					
30					

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061067

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05H1/46(2006.01) i, C23C16/511(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)

H05H1/46, C23C16/511, H01L21/3065

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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	WO 2010/140526 A1 (Tokyo Electron Ltd.), 09 December 2010 (09.12.2010), paragraphs [0027] to [0085]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-7
Y	JP 2007-188722 A (Tokyo Electron Ltd.), 26 July 2007 (26.07.2007), paragraphs [0024] to [0051]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-7
Y	JP 10-134995 A (Toshiba Corp.), 22 May 1998 (22.05.1998), paragraphs [0032] to [0036]; fig. 4 (Family: none)	5, 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
03 July, 2013 (03.07.13)Date of mailing of the international search report
16 July, 2013 (16.07.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061067

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 2006-40609 A (Tohoku University), 09 February 2006 (09.02.2006), paragraph [0091] & WO 2006/009281 A1 & TWB 00I309961	5, 7
Y	JP 2004-186303 A (Tokyo Electron Ltd.), 02 July 2004 (02.07.2004), paragraphs [0019] to [0024]; fig. 1 to 3 (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H05H1/46(2006.01)i, C23C16/511(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 (I P C))

Int.Cl. H05H1/46, C23C16/511, 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	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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
Y	WO 2010/140526 A1 (東京エレクトロン株式会社) 2010.12.09, 第【0027】 - 【0085】段落および第1 - 7図 (ファミリーなし)	1 - 7
Y	JP 2007-188722 A (東京エレクトロン株式会社) 2007.07.26, 第【0024】 - 【0051】段落および第1 - 7図 (ファミリーなし)	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

0 3 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 7 . 2 0 1 3

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)

藤本 加代子

2 I

4 4 5 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3

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
Y	JP 10-134995 A (株式会社東芝) 1998.05.22, 第【0032】－【0036】段落および第4図 (ファミリーなし)	5、7
Y	JP 2006-40609 A (国立大学法人東北大学) 2006.02.09, 第【0091】段落 & WO 2006/009281 A1 & TWB 00I309961	5、7
Y	JP 2004-186303 A (東京エレクトロン株式会社) 2004.07.02, 第【0019】－【0024】段落および第1－3図 (ファミリーなし)	7