

(43) 国際公開日  
2007 年 9 月 13 日 (13.09.2007)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2007/102464 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/054189
- (22) 国際出願日: 2007 年 3 月 5 日 (05.03.2007)
- (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2006-059078 2006 年 3 月 6 日 (06.03.2006) 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]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 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): 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). 湯浅 珠樹 (YUASA, Tamaki) [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).

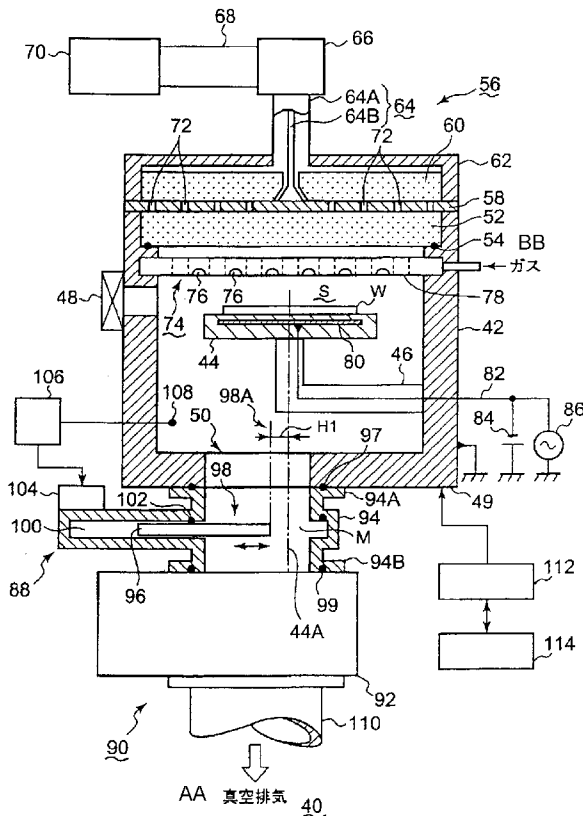
(74) 代理人: 吉武 賢次, 外(YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 富士ビル 3 2 3 号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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, 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, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 処理装置



AA... VACUUM DISCHARGE  
BB... GAS

(57) Abstract: A processing device which, when the device is used with the degree of valve opening set to a practical region, can discharge the atmosphere in a processing space to the periphery of a placement table in a uniformly dispersed manner. The processing device is of a single-wafer processing type and processes an object under a predetermined processing pressure. The processing device has a processing container (42) having a gas discharge opening (50) at its bottom and adapted so that vacuum can be drawn from the container, a placement table (44) provided in the processing container to place an object (W) on it, a pressure control valve (88) connected to the gas discharge opening (50) and where the area of the opening of a valve opening (98) can be changed by a slide-type valve body (94), and a gas discharge system (90) connected to the pressure control valve (88). The pressure control valve (88) is eccentrically positioned relative to the center axis of the placement table (44) so that the placement table (44) is positioned in the opening region formed by a practical region of the degree of opening of the pressure control valve (88).

(57) 要約: 弁解度を実用領域で使用する際に処理空間の雰囲気載置台の周囲に均等に分散させて排気することができる処理装置を提供する。底部に排気口 50 を有して真空引き可能になされた処理容器 42 と、被処理体 W を載置するために処理容器内に設けられた載置台 44 と、排気口に連結されると共にスライド式の弁体 94 により弁口 98 の開口領域の面積を変えることができる圧力制御弁 88 と、圧力制御弁に接続された排気系 90 と、を備えて被処理体に対して所定のプロセス圧力下にて所定の処理を施すようにした枚葉式の処理装置において、圧力制御弁の弁開度の実用領域によって形成される開口領域内に前記載置

台の中心軸が位置するように圧力制御弁を偏心させて設ける。

WO 2007/102464 A1



(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, MT, 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).

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。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

### 処理装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、半導体ウェハ等に対してプラズマ処理や成膜処理やエッチング処理等の各種の処理を施す際に使用される枚葉式のプラズマ処理装置に関する。

### 背景技術

[0002] 一般に、半導体集積回路等の半導体製品を製造するためには、例えば半導体ウェハに対して成膜処理、エッチング処理、酸化拡散処理、アッシング処理、改質処理等の各種の処理を繰り返し施すことが行われている。このような各種の処理は、製品歩留まり向上の観点から半導体製品の高密度化及び高微細化に伴って、処理のウェハ面内均一性を一層高くすることが求められている。

ここで従来の枚葉式の処理装置としてプラズマ処理装置を例にとつて説明する。プラズマ処理装置は、例えば特許文献1、特許文献2、特許文献3、特許文献4等を開示されている。図11は従来の一般的なプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

[0003] 図11において、このプラズマ処理装置2は、真空引き可能になされた処理容器4内に半導体ウェハWを載置する載置台6を設けており、この載置台6は容器側壁より延びるL字状の支持アーム7により支持されている。そして、この載置台6に対向する天井部にマイクロ波を透過する円板状の窒化アルミや石英等よりなる天板8を気密に設けている。そして処理容器4の側壁には、容器内へ所定のガスを導入するためのガスノズル9が設けられている。

[0004] そして、上記天板8の上面に厚さ数mm程度の円板状の平面アンテナ部材10と、この平面アンテナ部材10の半径方向におけるマイクロ波の波長を短縮するための例えば誘電体よりなる遅波材12を設置している。そして、平面アンテナ部材10には多数の、例えば長溝状の貫通孔よりなるマイクロ波放射孔14が形成されている。このマイクロ波放射孔14は一般的には、同心円状に配置されたり、或いは渦巻状に配置されている。そして、平面アンテナ部材10の中心部に同軸導波管16の中心導体18を接続してマイクロ波発生器20より発生した、例えば2.45GHzのマイクロ波をモード

変換器22にて所定の振動モードへ変換した後に導くようになっている。そして、マイクロ波をアンテナ部材10の半径方向へ放射状に伝播させつつ平面アンテナ部材10に設けたマイクロ波放射孔14からマイクロ波を放出させてこれを天板8に透過させて、下方の処理容器4内へマイクロ波を導入し、このマイクロ波により処理容器4内の処理空間Sにプラズマを立てるようになっている。

- [0005] また、処理容器4の底部4Aの中央部には排気口24が設けられており、この排気口24には圧力制御弁26が取り付けられ、この弁開度を制御することにより弁口28の開口領域の面積を変えて、処理容器4内の圧力調整するようになっている。この圧力制御弁26は、例えばゲートバルブよりなり、弁体30が矢印31に示すように例えば水平方向へスライド移動することにより、その弁開度、すなわち開口領域の面積が制御される。そして、この圧力制御弁26のガス出口側には、排気系の真空ポンプとして例えばターボ分子ポンプ32が接続されており、処理容器4内の雰囲気気を真空引きできるようになっている。そして、このような構成において、上記処理容器4内の処理空間Sにプラズマを立てて、上記半導体ウエハWにプラズマエッチングやプラズマ成膜等のプラズマ処理を施すようになっている。

- [0006] 特許文献1 特開平3-191073号公報  
特許文献2 特開平5-343334号公報  
特許文献3 特開平9-181052号公報  
特許文献4 特開2002-311892号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0007] 上記したようなプラズマ処理を行う場合に、前述したように製品の歩留まりを向上させるためにはウエハ面内に均一に所定の処理を行う必要がある。この場合、上記したプラズマ処理装置に限らず、一般的な枚葉式の処理装置において、処理空間S内における処理ガスの流れ方は処理の均一性に大きな影響を与えるので、上記した排気口24及び圧力制御弁26の弁口28を容器底部4Aの中心部に位置させ、例えば載置台6の中心軸6Aと、排気口24及び弁口28の中心軸とを一致させるように設けており、これにより、処理空間Sの雰囲気気を載置台6の周辺部に均等に分散させて流し

、その下方の排気口24へガスを流下させるようにしている。

[0008] ところで、上述したような圧力制御弁26の配置構造では、弁開度が100%の時には処理空間Sの雰囲気は、載置台6の周辺部に均等に分布して流下して行くが、実際のプロセス時のように弁開度が小さい時には、ガス流に偏りが生じてしまう。すなわち、上述したような圧力制御弁26を圧力制御用に使用する場合、プロセス圧力である制御目標圧力の近辺の圧力範囲に関して制御性良く調整できることが必要であり、そのために、プロセス時の弁開度の実用領域は5～40%程度となるように設定されることが一般的である。そして、制御弁の製造会社も上述したような実用領域の弁開度を使用推奨領域としている。

[0009] 換言すれば、弁開度が過度に小さいところや、過度に大きいところでプロセス圧力の制御を行うように設計すると、弁開度の変化量に対する排気コンダクタンスの変化量が小さ過ぎたり、或いは大き過ぎたりして圧力制御を安定的に行うことが困難になる。従って、実際の処理装置では、圧力制御弁26を、その弁開度が20%近辺で使用するにより、プロセス時の制御目標圧力の近辺を安定的に制御できるように装置全体が設計されている。

[0010] しかしながら、圧力制御弁26の弁開度が20%程度のように小さい場合には、図12に示す弁口の平面図のように、弁口28の大部分を弁体30が閉じており、実際にガスが通過する領域である開口領域M(図12中では斜線で示す)は三ヶ月状になって、載置台6の中心軸6Aから遠く離れて偏在した場所に位置することになる。

このため、図11中の矢印34に示すように、載置台6の周囲を流下するガス流量に偏りが生じてしまい、この結果、載置台6の周辺部から均等に排気することができなくなることから、ウェハ処理の面内均一性が低下してしまう、と言った問題が発生していた。そして、ウェハサイズが300mmへ大型化することに伴う処理容器4の大型化によって排気口のサイズも大きくなり、上記した問題点が更に顕著になってきた。

[0011] 本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、排気口に設ける圧力制御弁を載置台の中心軸から偏心させて設けることにより、弁開度を実用領域で使用する際に処理空間の雰囲気を載置台の周囲に均等に分散させて排気することができる処理装置を提供することにある。

## 課題を解決するための手段

- [0012] 本願に係る発明は、底部に排気口を有して真空引き可能になされた処理容器と、被処理体を載置するために前記処理容器内に設けられた載置台と、前記排気口に連結されると共にスライド式の弁体により弁口の開口領域の面積を変えることができる圧力制御弁と、前記圧力制御弁に接続された排気系と、を備えて前記被処理体に対して所定のプロセス圧力下にて所定の処理を施すようにした枚葉式の処理装置において、前記圧力制御弁の弁開度の実用領域によって形成される前記開口領域内に前記載置台の中心軸が位置するように前記圧力制御弁を偏心させて設けるように構成したことを特徴とする処理装置である。
- [0013] このように、圧力制御弁の弁開度の実用領域によって形成される開口領域内に載置台の中心軸が位置するように圧力制御弁を偏心させて設けるように構成したので、排気口に設ける圧力制御弁を載置台の中心軸より偏心させて設けることにより、弁開度を実用領域で使用する際に処理空間の雰囲気を載置台の周囲に均等に分散させて排気することができ、従って、被処理体に対する処理の面内均一性を高く維持することができる。
- [0014] この場合、例えば、前記排気口は、前記載置台の中心軸に対して偏心させて設けられる。
- また例えば、前記弁開度の実用領域は5～40%の範囲内である。
- また例えば、前記載置台の中心軸が前記開口領域によって形成される平面の重心の移動軌跡上に位置するようになっている。
- また例えば、前記排気系はターボ分子ポンプを有しており、前記ターボ分子ポンプは前記圧力制御弁に連結されている。
- [0015] また例えば、前記弁体は直線状にスライド移動する。
- また例えば、前記弁体は曲線状に揺動可能にスライド移動する。
- また例えば、前記載置台は、前記処理容器の側壁より支持アームにより支持されている。
- また例えば、前記載置台は、前記処理容器の底部より支持脚により支持されている。
- 。

[0016] 本発明に係る処理装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

圧力制御弁の弁開度の実用領域によって形成される開口領域内に載置台の中心軸が位置するように圧力制御弁を偏心させて設けるように構成したので、排気口に設ける圧力制御弁を載置台の中心軸より偏心させて設けることにより、弁開度を実用領域で使用する際に処理空間の雰囲気を載置台の周囲に均等に分散させて排気することができ、従って、被処理体に対する処理の面内均一性を高く維持することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明に係る処理装置の一例を示す構成図である。

[図2]圧力制御弁の弁開度の変化を説明する説明図である。

[図3]開口領域によって形成される平面の重心の移動軌跡の一例を示す平面図である。

[図4]本発明の処理装置における排気ガスの流れを示す模式図である。

[図5]圧力制御弁の弁開度と処理容器内の圧力及び排気コンダクタとの関係の一例を示すグラフである。

[図6]圧力制御弁の変形例を示す断面図である。

[図7]図6に示す圧力制御弁の弁開度の変化を説明する説明図である。

[図8]弁開度5～40%の範囲内で開口領域によって形成される平面の重心の移動軌跡を示す平面図である。

[図9]真空ポンプの取り付け構造の変形例を示す図である。

[図10]載置台の取り付け構造の変形例を示す図である。

[図11]従来の一般的なプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

[図12]圧力制御弁の弁開度が20%程度のときの状態を示す平面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0018] 以下に、本発明に係る処理装置の一実施例の形態について添付図面を参照して説明する。

図1は本発明に係る処理装置の一例を示す構成図、図2は圧力制御弁の弁開度の

変化を説明する説明図、図3は開口領域によって形成される平面の重心の移動軌跡の一例を示す平面図、図4は本発明の処理装置における排気ガスの流れを示す模式図、図5は圧力制御弁の弁開度と処理容器内の圧力及び排気コンダクタレンスとの関係の一例を示すグラフである。ここでは処理装置としてプラズマ処理装置を例にとって説明する。

[0019] 図示するように、処理装置としてのプラズマ処理装置40は、例えば側壁や底部がアルミニウム等の導体により構成されて、全体が筒体状に成形された処理容器42を有しており、内部は密閉された処理空間として構成されて、この処理空間にプラズマが形成される。この処理容器42自体は接地されている。

[0020] この処理容器42内には、上面に被処理体としての例えば半導体ウエハWを載置する円板状の載置台44が収容される。この載置台44は、例えばアルマイト処理したアルミニウム等により平坦になされた略円板状に形成されており、例えばアルミニウム等よりなるL字状に屈曲された支持アーム46を介して容器側壁より支持されている。

また、この処理容器42の側壁には、この内部に対してウエハWを搬入・搬出する時に開閉するゲートバルブ48が設けられている。また、容器底部49には、容器内の雰囲気を排出する排気口50が設けられる。

[0021] そして、処理容器42の天井部は開口されて、ここに例えば $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等のセラミック材や石英よりなるマイクロ波に対しては透過性を有する天板52がOリング等のシール部材54を介して気密に設けられる。この天板52の厚さは耐圧性を考慮して例えば20 mm程度に設定される。

[0022] そして、この天板52の上面に上記処理容器42内でプラズマを立てるためのプラズマ形成手段56が設けられている。具体的には、このプラズマ形成手段56は、上記天板52の上面に設けられた円板状の平面アンテナ部材58を有しており、この平面アンテナ部材58上に遅波材60が設けられる。この遅波材60は、マイクロ波の波長を短縮するために高誘電率特性を有している。上記平面アンテナ部材58は、上記遅波材60の上方全面を覆う導電性の中空円筒状容器よりなる導波箱62の底板として構成され、前記処理容器42内の上記載置台44に対向させて設けられる。

[0023] この導波箱62及び平面アンテナ部材58の周辺部は共に処理容器42に導通され

ると共に、この導波箱62の上部の中心には、同軸導波管64の外管64Aが接続され、内部導体64Bは、上記遅波材60の中心の貫通孔を通して上記平面アンテナ部材58の中心部に接続される。そして、この同軸導波管64は、モード変換器66及び導波管68及びマッチング機能を有するマッチングボックス(図示せず)を介して例えば2.45GHzのマイクロ波発生器70に接続されており、上記平面アンテナ部材58へマイクロ波を伝搬するようになっている。

[0024] 上記平面アンテナ部材58は、例えば表面が銀メッキされた銅板或いはアルミ板よりなり、この円板には、例えば長溝状の貫通孔よりなる多数のマイクロ波放射孔72が形成されている。このマイクロ波放射孔72の配置形態は、特に限定されず、例えば同心円状、渦巻状、或いは放射状に配置させてもよい。

[0025] また上記載置台44の上方には、この処理容器42内へ処理に必要な処理ガスを供給するためのガス供給手段74が設けられている。具体的には、このガス供給手段74は、例えば石英製のガス流路を格子状に形成してこのガス流路の途中に多数のガス噴射孔76を形成してなるシャワーヘッド部78を有している。

[0026] また、上記載置台44には、ウェハWの搬出入時にこれを昇降させる複数、例えば3本の図示しない昇降ピンが設けられている。また上記載置台44の全体は耐熱材料、例えばアルミナ等のセラミックにより構成されている。

[0027] また、この載置台44の上面側には、内部に例えば網目状に配設された導体線を有する薄い静電チャック80が設けられており、この載置台44上、詳しくはこの静電チャック80上に載置されるウェハWを静電吸着力により吸着できるようになっている。そして、この静電チャック80の上記導体線は、上記静電吸着力を発揮するために配線82を介して直流電源84に接続されている。またこの配線82には、例えば13.56MHzのバイアス用の高周波電力を上記静電チャック80の導体線へ印加するためにバイアス用高周波電源86が接続されている。

[0028] そして、この処理容器42の底部49に設けられる上記排気口50は円形に成形され、上記円板状の載置台44の中心を垂直方向に通る中心軸44Aから偏心させて形成されている。そして、この排気口50に、上記処理容器42内の圧力を制御する圧力制御弁88のガス入口側が直接的に連結されると共に、この圧力制御弁88のガス出口

側には、排気系90を構成する真空ポンプ92が直接的に連結されている。

[0029] 具体的には、この処理容器42が、300mmサイズのウエハWを処理する大きさの場合には、上記排気口50の直径は、例えば200～350mm程度に設定されている。そして、この排気口50に接続される上記圧力制御弁88は、例えばゲートバルブにより形成されており、例えば短い円筒状に成形されたケーシング94と、この中にスライド移動される円板状の弁体96を有している。上記ケーシング94のガス入口側フランジ94Aが上記排気口50にOリング等のシール部材97を介して図示しないボルトで気密に接合され、またガス出口側フランジ94Bが上記真空ポンプ92にOリング等のシール部材99を介して図示しないボルトで気密に接合される。

[0030] そして、このケーシング94内には、上記排気口50と同じ大きさで円形の弁口98が形成されており、この弁口98に対して上記円形の弁体96が、排気ガスの流れ方向に対して直交する方向へスライド移動可能に設けられている。上記ケーシング94の一侧には、弁体収容空間100が設けられ、上記弁体96が弁口98側から退避できるようになっている。

[0031] また弁口98の周辺部の区画壁には、Oリング等よりなるシール部材102が設けられており、全閉時には、このシール部材102が弁体96と接して弁口96を完全に気密状態で閉じるようになっている。そして、ケーシング94の一侧にはアクチュエータ104が設けられており、このアクチュエータ104と上記弁体96とを図示しない作動ロッドで連結して、上述したように上記弁体96を直線状にスライド移動可能としている。そして、このアクチュエータ104は、例えばコンピュータ等よりなる弁制御部106により制御され、上記処理容器42内に設けた圧力検出器108の検出値に基づいて上記圧力制御弁88の弁開度を制御するようになっている。図2では弁開度が0%～100%まで変化する状態を模式的に示しており、具体的には、弁開度に関して図2(A)は0%(全閉状態)を示し、図2(B)は5%を示し、図2(C)は40%を示し、図2(D)は100%(全開状態)を示している。

[0032] ここで本発明の特徴として、上記圧力制御弁88の弁開度の実用領域によって形成される開口領域M内に上記載置台44の中心軸44Aが位置するようにこの圧力制御弁88を偏心させて設けている。ここで開口領域Mとは、弁口98において実際に排気

ガスが流れる領域を示しており(図12参照)、図2では弁口98を平面的に見た状態が示されて、開口領域Mを斜線で示している。従って、この開口領域Mの面積は弁開度によって種々変わることになる。

[0033] また弁開度の実用領域とは、先に説明したように、この圧力制御弁88を処理容器42内の圧力制御用に使用する場合、プロセス圧力である制御目標圧力の近辺の圧力範囲に関して制御性良く調整できるような弁開度の範囲を示し、一般的には弁製造会社の使用推奨領域として提示されている。ここでは弁開度の実用領域は例えば5～40%の範囲である。従って、ウエハに対するプロセス時には、弁開度5%の図2(B)に示す開口領域Mから弁開度40%の図2(C)に示す開口領域Mの範囲内で使用されることになる。従って、上記載置台44の中心軸44Aが図2(C)に示す弁開度40%の時の開口領域M内に位置するように、この圧力制御弁88はオフセットされて取り付けられることになる。

[0034] 図1中において、円形の弁口98の中心軸98A(排気口50の中心軸と一致)と載置台44の中心軸44Aとの間の距離H1がオフセット量(偏心量)となっている。

図2中において”×”印は弁口98の中心軸98Aの位置を示し、”・”印は開口領域Mによって形成される平面の重心Gの位置を示している。そして、処理空間Sの雰囲気載置台44の周辺部からより均等に排気するためには、上記開口領域Mによって形成される平面の重心の移動軌跡上に、上記載置台44の中心軸44Aを位置させるのがよい。

図3はこの時の上記重心Gの変化状態を示しており、図中、G(5)は弁開度が5%の時の重心を示し、G(10)は弁開度が10%の時の重心を示し、G(20)は弁開度が20%の時の重心を示し、G(40)は弁開度が40%の時の重心を示す。

[0035] このように、重心Gは、弁開度が変化するに従って直線状に移動し、弁開度の実用領域が5～40%であるので、重心G(5)～G(40)とを結ぶ直線上に上記載置台44の中心軸44Aが位置するように取り付けるのが望ましい。更に望ましくは、実際のウエハ処理時には、弁開度が10～20%程度の範囲で成膜処理やエッチング処理等を行うので、重心G(10)～G(20)とを結ぶ直線上に上記中心軸44Aが位置するように取り付けるのがよい。

[0036] 図1に戻って、排気系90に用いる真空ポンプ92は、例えば高真空が得られるターボ分子ポンプを用いることができ、この真空ポンプ92に接続した排気管110を介してガスが排気されて行く。尚、この排気管110の下流には、図示しないが広範囲の圧力帯域に対応できる主真空ポンプや除害装置等が介設される。

そして、このプラズマ処理装置40の全体の動作は、例えばマイクロコンピュータ等よりなる制御手段112により制御されるようになっており、この動作を行うコンピュータのプログラムはフロッピやCD(Compact Disc)やHDD(Hard Disk Drive)やフラッシュメモリ等の記憶媒体114に記憶されている。具体的には、この制御手段112からの指令により、各処理ガスの供給や流量制御、マイクロ波や高周波の供給や電力制御、プロセス温度やプロセス圧力の制御等が行われる。

[0037] 次に、以上のように構成されたプラズマ処理装置40を用いて行なわれる処理方法について説明する。

まず、ゲートバルブ48を介して半導体ウエハWを搬送アーム(図示せず)により処理容器42内に収容し、図示しない昇降ピンを上下動させることによりウエハWを載置台44の上面の載置面に載置し、そして、このウエハWを静電チャック80により静電吸着する。

[0038] このウエハWは加熱手段を設けている場合には、これにより所定のプロセス温度に維持され、必要な処理ガス、例えばエッチング処理の場合にはエッチングガスを、プラズマCVDの場合には成膜用のガスを所定の流量で流してシャワーヘッド部78よりなるガス供給手段74より処理容器42内へ供給し、これと同時に排気系90の真空ポンプ92が駆動されており、圧力制御弁88を制御して処理容器42内を所定のプロセス圧力に維持する。これと同時に、プラズマ形成手段56のマイクロ波発生器70を駆動することにより、このマイクロ波発生器70にて発生したマイクロ波を、導波管68及び同軸導波管64を介して平面アンテナ部材58に供給して処理空間Sに、遅波材60によって波長が短くされたマイクロ波を導入し、これにより処理空間Sにプラズマを発生させて所定のプラズマを用いたエッチング処理を行う。

[0039] このように、平面アンテナ部材58から処理容器42内へマイクロ波が導入されると、各ガスがこのマイクロ波によりプラズマ化されて活性化され、この時発生する活性種

によってウエハWの表面にエッチング処理や成膜処理等のプラズマ処理が施される。またプラズマ処理に際しては、バイアス用高周波電源86より静電チャック80中の導体線へバイアス用の高周波が印加されており、これにより、活性種等をウエハ表面に対して直進性良く引き込むようにしている。

[0040] ここで上述したプラズマ処理中においては、上述したように処理容器42内の雰囲気は、排気系90の真空ポンプ92を駆動して真空引きされているので、処理空間Sから拡散しつつ載置台44の周辺部を下方に流れ、更に排気口50から圧力制御弁88の弁口98の開口領域M(図2中の斜線で示される部分)を通過し、例えばターボ分子ポンプよりなる真空ポンプ92側へ流れて行く。そして、処理容器42内の圧力は、圧力検出器108で検出され、弁制御部106はアクチュエータ104を駆動して弁体96の弁開度を調整し、所望のプロセス圧力を維持するようにフィードバック制御する。

[0041] ここで上記プロセス圧力は、処理の態様によって種々の圧力範囲内になるように設定され、例えばプラズマエッチング処理の場合には0.5～3Pa程度の範囲内に設定され、プラズマCVD処理の場合には5～500Pa程度の範囲内に設定される。いずれにしても、ここでは弁開度の実用領域、例えば弁開度5～40%の範囲によって形成される開口領域M(図2(C)中の斜線部分)内に、好ましくは図3中の重心G(10)～G(20)とを結ぶ重心の移動軌跡上に、上記載置台44の中心軸44Aが位置するように、圧力制御弁88を中心軸44Aに対して偏心させて取り付けられているので、図4に示すように載置台44の中心部の直下に、上記開口領域Mの面積中心が略位置することになる。この結果、図4中の矢印116に示すように、処理容器42内の処理空間Sにおける雰囲気は載置台44の周辺部に略均等に引かれるので、この周辺部に均等に分散させて流して流下させることができる。従って、処理空間Sにおけるガスの流れに従来装置で生じていたような偏流が生ずることを防止することができるので、ウエハWの処理の面内均一性を高く維持することができる。

[0042] ここでゲートバルブよりなる圧力制御弁88の実際の特性の一例について図5を参照して説明する。図5(A)は弁開度と処理容器内の圧力との関係を示し、図5(B)は弁開度と排気コンダクタンスとの関係を示している。ここではN<sub>2</sub>ガスを25sccmの流量で供給し、真空ポンプ92としてターボ分子ポンプを用いている(ポンプ能力:800リ

ットル/sec, 最低排気コンダクタンス:5.0リットル/sec)。

- [0043] 図5(A)に示すように、弁開度が0～20%程度の範囲内は、弁開度の変化に対する容器内圧力変化も大きいので、この弁開度範囲では圧力コントロールが比較的行い易い。そして、弁開度が20～40%程度の範囲内では弁開度の変化に対する容器内圧力変化は急激に少なくなっており、特に弁開度が40%を越えて大きくなると、容器内圧力変化はほとんどなくなってしまつて飽和してしまい、この弁開度領域では容器内圧力を制御することがほとんどできない。ちなみに、図5(B)に示すように排気コンダクタンスは、弁開度が大きくなるに従つて、指数関数的に増大している。

従つて、図5(A)に示すような特性より、この圧力制御の弁開度の実用領域は5～40%程度の範囲内であり、好ましくは10～20%程度の範囲内である。尚、この場合、圧力制御弁の製造会社の弁開度使用推奨領域は5～40%である。

- [0044] このように本発明では、圧力制御弁88の弁開度の実用領域によって形成される開口領域内に載置台44の中心軸44Aが位置するように圧力制御弁44を偏心させて設けるように構成したので、排気口50に設ける圧力制御弁88を載置台44の中心軸44Aより偏心させて設けることにより、弁開度を実用領域で使用する際に処理空間Sの雰囲気載置台44の周囲に均等に分散させて排気することができ、従つて、ウェハWに対する処理の面内均一性を高く維持することができる。

- [0045] <圧力制御弁の変形例>

次に、スライド式の圧力制御弁の変形例について説明する。

図6は圧力制御弁の変形例を示す断面図、図7は図6に示す圧力制御弁の弁開度の変化を説明する説明図、図8は弁開度5～40%の範囲内で開口領域によって形成される平面の重心の移動軌跡を示す平面図である。尚、図1及び図2に示す構成部分と同一構成部分については同一符号を付してその説明を省略する。

- [0046] 図1及び図2に示す圧力制御弁88にあつては、弁体96が直線状にスライド移動した場合を例にとつて説明したが、ここでは弁体が曲線状、例えば円弧状に、いわば水平面内を振子のように揺動可能にスライド移動するようになっている。具体的には、図6及び図7に示すように、この圧力制御弁120においては、ケーシング94内に設けられる弁体96の一侧からはアーム122が延びており、このアーム122の基端部は、

弁体収容空間100の区画壁に取り付けた例えば回転モータよりなるアクチュエータ104の回転軸104Aに固定され、この回転軸104Aを往復旋回することにより、上記弁体96を曲線状、すなわちここでは円弧を描くように移動できるようになっている。

[0047] また上記回転軸104Aがケーシング94を貫通する部分には、気密性を保持するための磁性流体シール123が介設されている。そして、この弁口98を区画するケーシング94の内壁には、断面L字状になされたリング状のシールリング124が、上記弁体96の方向に対して矢印126に示すようにスライド移動可能に設けられており、このシールリング124と上記ケーシング94の内壁との間及びこのシールリング124の弁体96に対する当接面には、Oリング等よりなるシール部材128及びシール部材130がそれぞれ設けられている。そして、このシールリング124の一端には、弁制御部106(図1参照)側からの指示で動作する例えばエアシリンダ等よりなる第2のアクチュエータ132が設けられており、上記シールリング124を弁全閉時に上記弁体96側に押し付けて弁開度ゼロに設定できるようになっている。尚、弁を開く時には、まず、このシールリング124を弁体96から離間させ、その後、弁開度に応じて弁体96の旋回角度が制御されることになる。

[0048] ここで図7中において、図7(A)は弁開度が5%の場合を示し、図7(B)は弁開度が40%の場合を示し、図7(C)は弁開度が100%の場合を示している。この場合にも、載置台44の中心軸44Aが通る位置が弁開度40%の時の開口領域M(図7(B))の範囲内になるように圧力制御弁120を偏心させて取り付ける。

[0049] 更に、この場合には、開口領域Mによって形成される平面の重心の移動軌跡は曲線状、すなわち略円弧状になる。従って、より好ましくは図8に示すように、載置台44の中心軸44Aを、弁開度が5%の時の重心G(5)と40%の時の重心G(40)との間で形成される移動軌跡上に位置させるように設定するのがよい。

[0050] また、以上の実施例においては、排気系90の真空ポンプ92を上記圧力制御弁88に直接的に接続した場合を例にとって説明したが、これに限定されず、図9に示す真空ポンプの取り付け構造の変形例に示すように、排気系90の排気管110を上記圧力制御弁88に直接的に取り付けて接続し、この排気管110の途中に真空ポンプ92を介設するようにしてもよい。

[0051] 更に、ここでは載置台44をL字状の支持アーム46で処理容器42の側壁に支持させた場合を例にとって説明したが、これに限定されず、例えば図10に示す載置台の取り付け構造の変形例に示すように、末広がり状態になされた複数本の支持脚140により容器底部49に支持させるようにしてもよい。

また容器底部49に形成した排気口50に関しては、圧力制御弁88の弁口98を、処理容器42内より完全に臨むことができる状態であるならば、その排気口50の大きさ及び位置は特に問わない。

[0052] また更に、ここでは枚葉式の処理装置としてプラズマ処理装置を例にとって説明したが、プラズマに関係なく、容器底部に排気口を設けた処理装置ならば、成膜処理、エッチング処理、スパッタ処理、酸化拡散処理、改質処理等の処理の態様に関係なく全ての処理装置に適用することができる。

また、ここでは被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、これに限定されず、ガラス基板、LCD基板、セラミック基板等にも本発明を適用することができる。

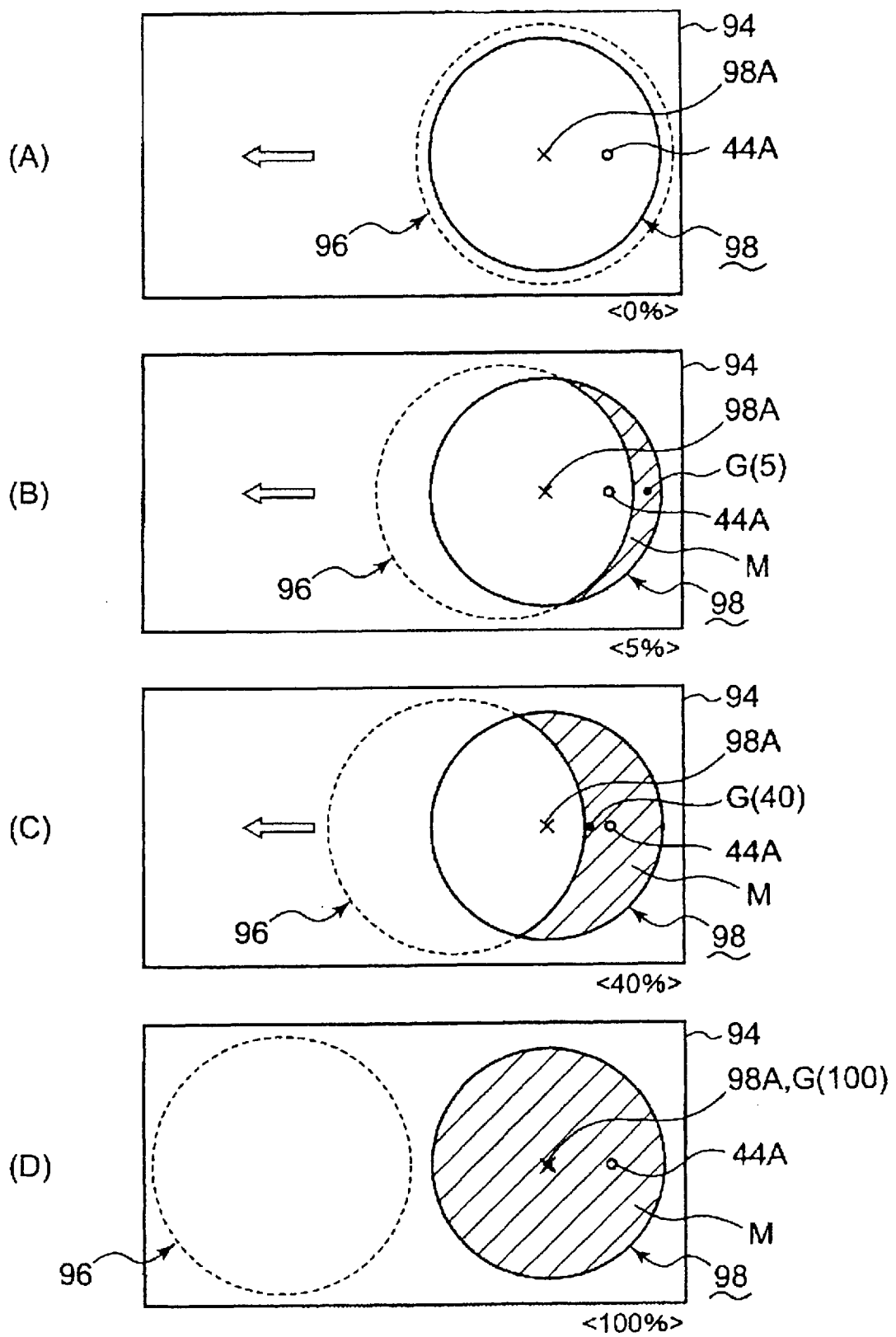
### 請求の範囲

- [1] 底部に排気口を有して真空引き可能になされた処理容器と、  
被処理体を載置するために前記処理容器内に設けられた載置台と、  
前記排気口に連結されると共にスライド式の弁体により弁口の開口領域の面積を変えることができる圧力制御弁と、  
前記圧力制御弁に接続された排気系と、  
を備えて前記被処理体に対して所定のプロセス圧力下にて所定の処理を施すようにした枚葉式の処理装置において、  
前記圧力制御弁の弁開度の実用領域によって形成される前記開口領域内に前記載置台の中心軸が位置するように前記圧力制御弁を偏心させて設けるように構成したことを特徴とする処理装置。
- [2] 前記排気口は、前記載置台の中心軸に対して偏心させて設けられることを特徴とする請求項1記載の処理装置。
- [3] 前記弁開度の実用領域は5～40%の範囲内であることを特徴とする請求項1記載の処理装置。
- [4] 前記載置台の中心軸が前記開口領域によって形成される平面の重心の移動軌跡上に位置するようになっていることを特徴とする請求項1記載の処理装置。
- [5] 前記排気系はターボ分子ポンプを有しており、前記ターボ分子ポンプは前記圧力制御弁に連結されていることを特徴とする請求項1記載の処理装置。
- [6] 前記弁体は直線状にスライド移動することを特徴とする請求項1記載の処理装置。
- [7] 前記弁体は曲線状に揺動可能にスライド移動することを特徴とする請求項1記載の処理装置。
- [8] 前記載置台は、前記処理容器の側壁より支持アームにより支持されていることを特徴とする請求項1記載の処理装置。

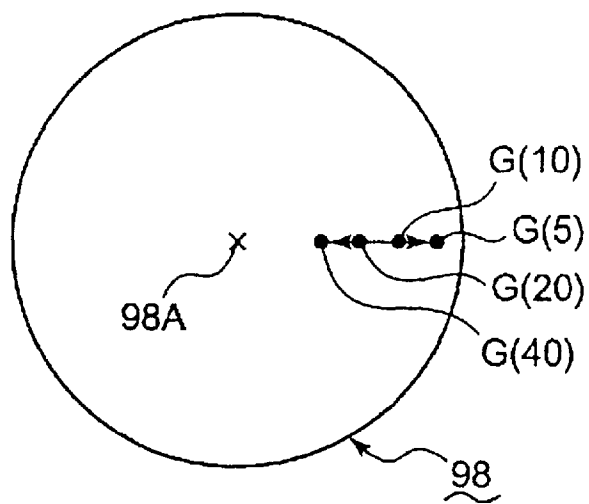
- [9] 前記載置台は、前記処理容器の底部より支持脚により支持されていることを特徴とする請求項1記載の処理装置。



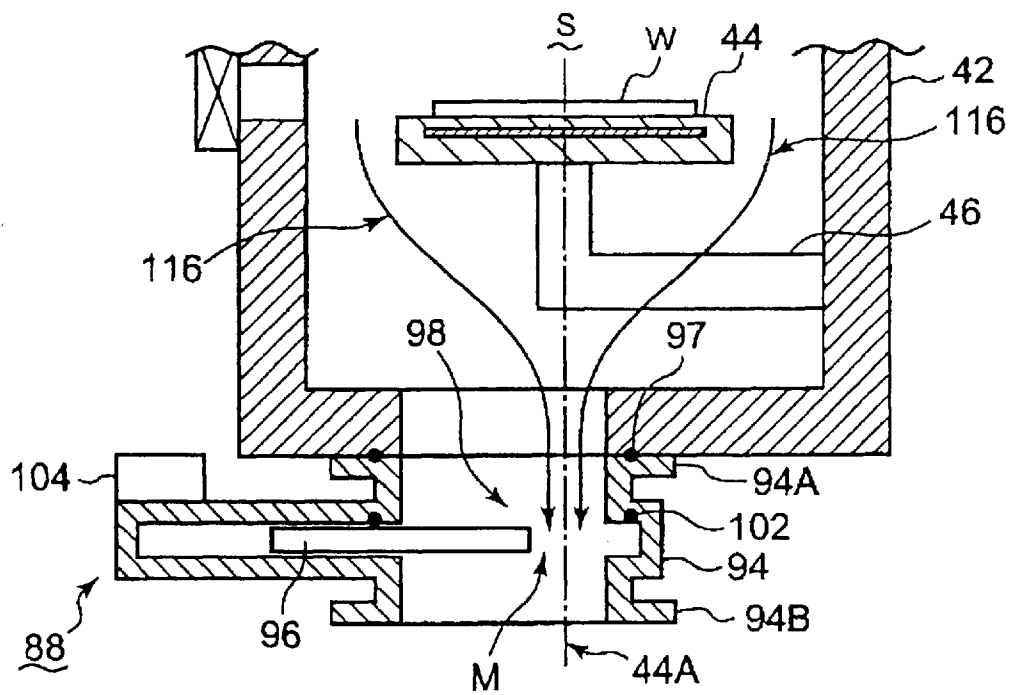
[図2]



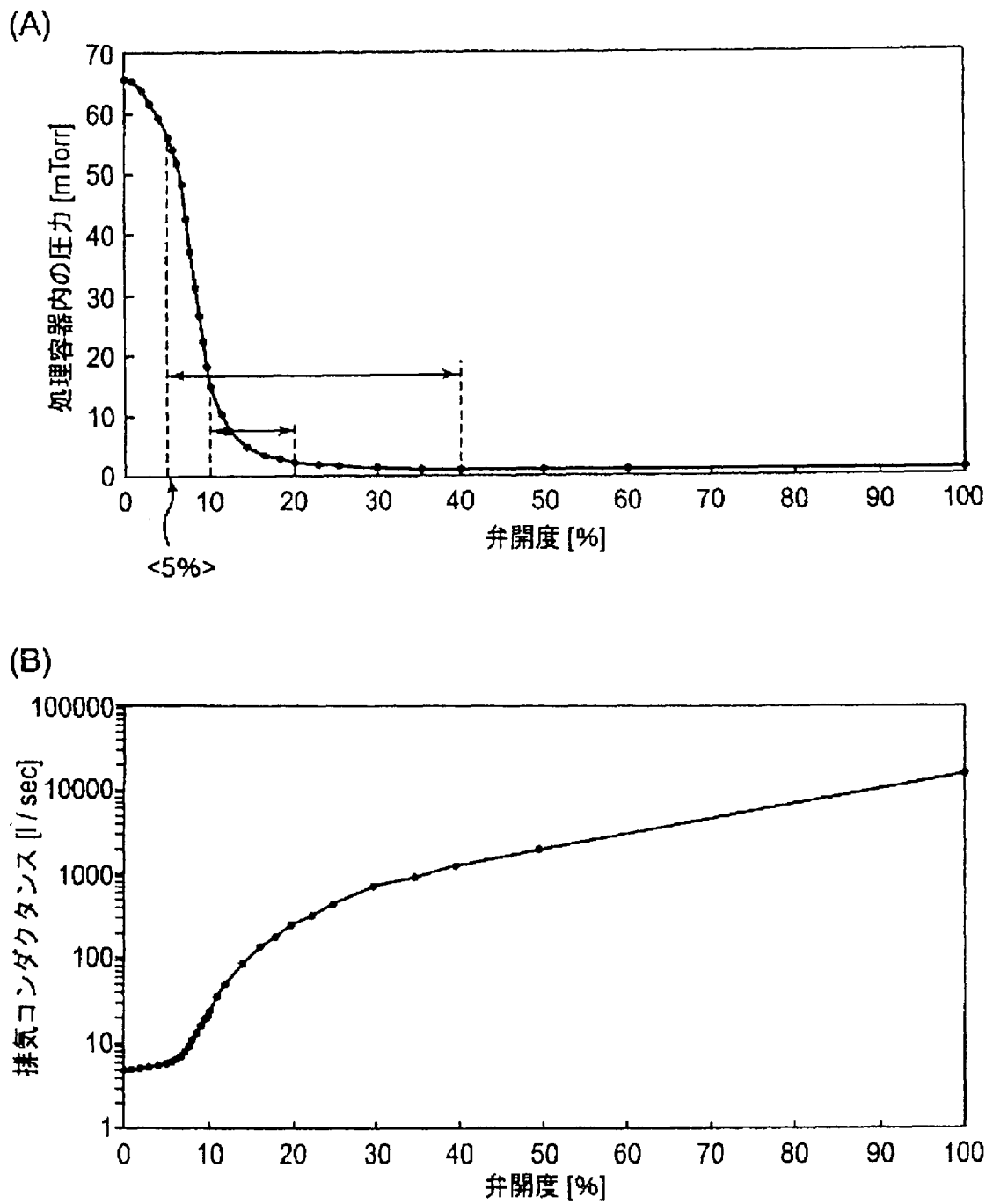
[図3]



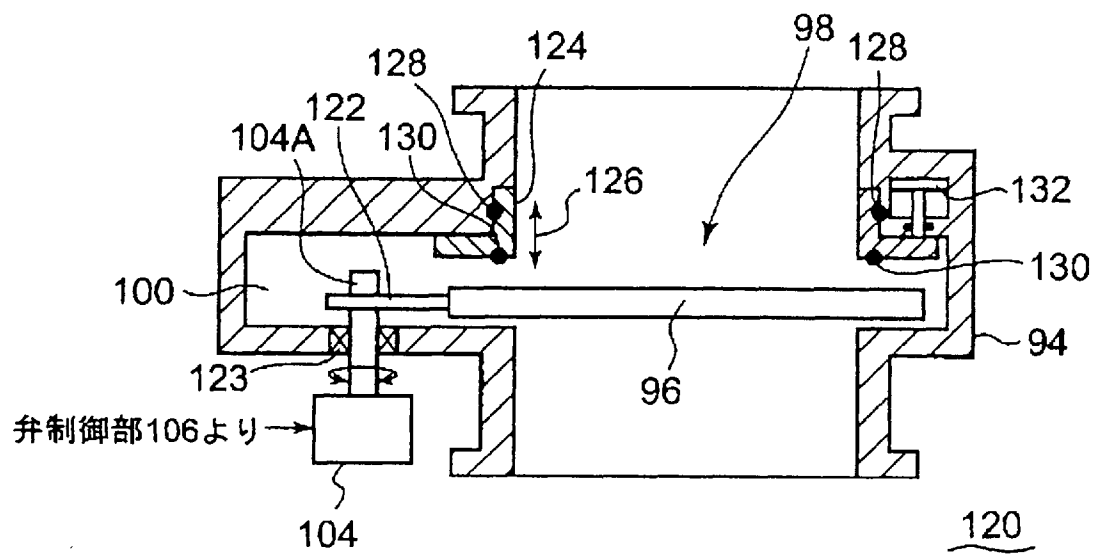
[図4]



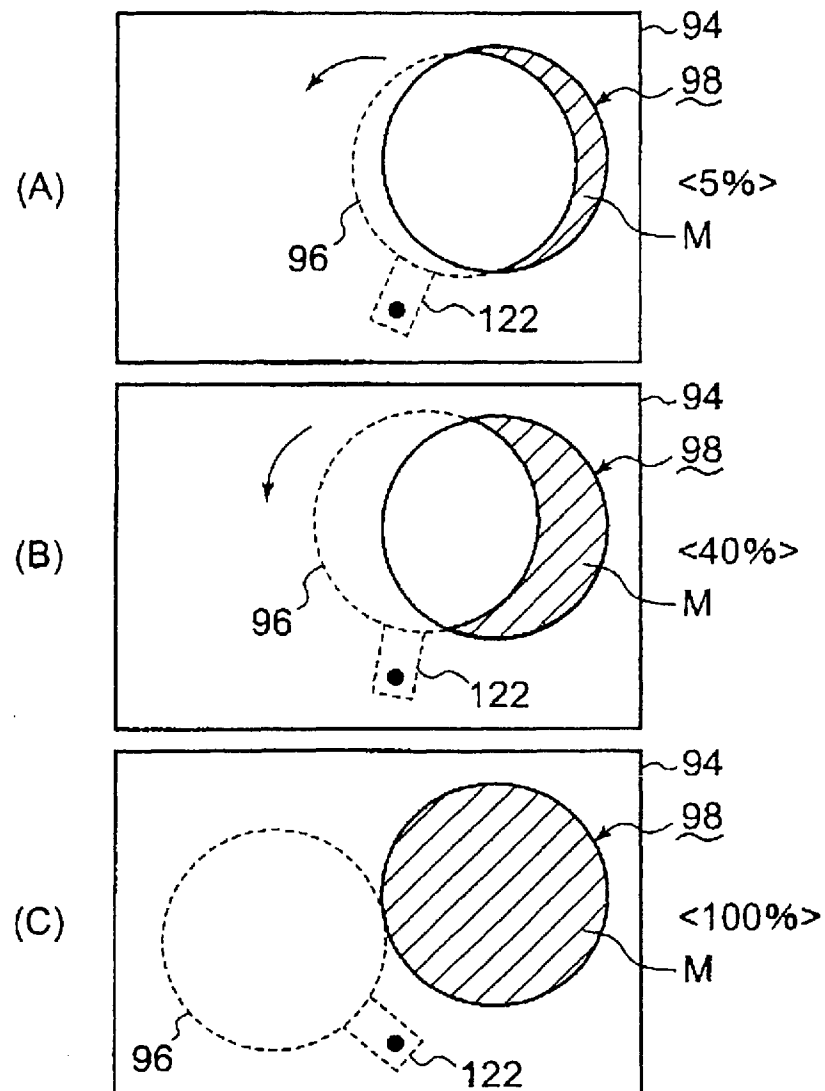
[図5]



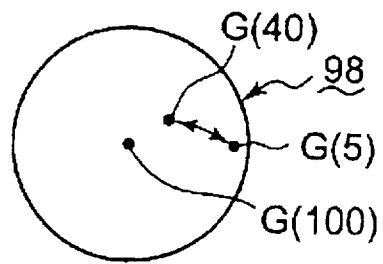
[図6]

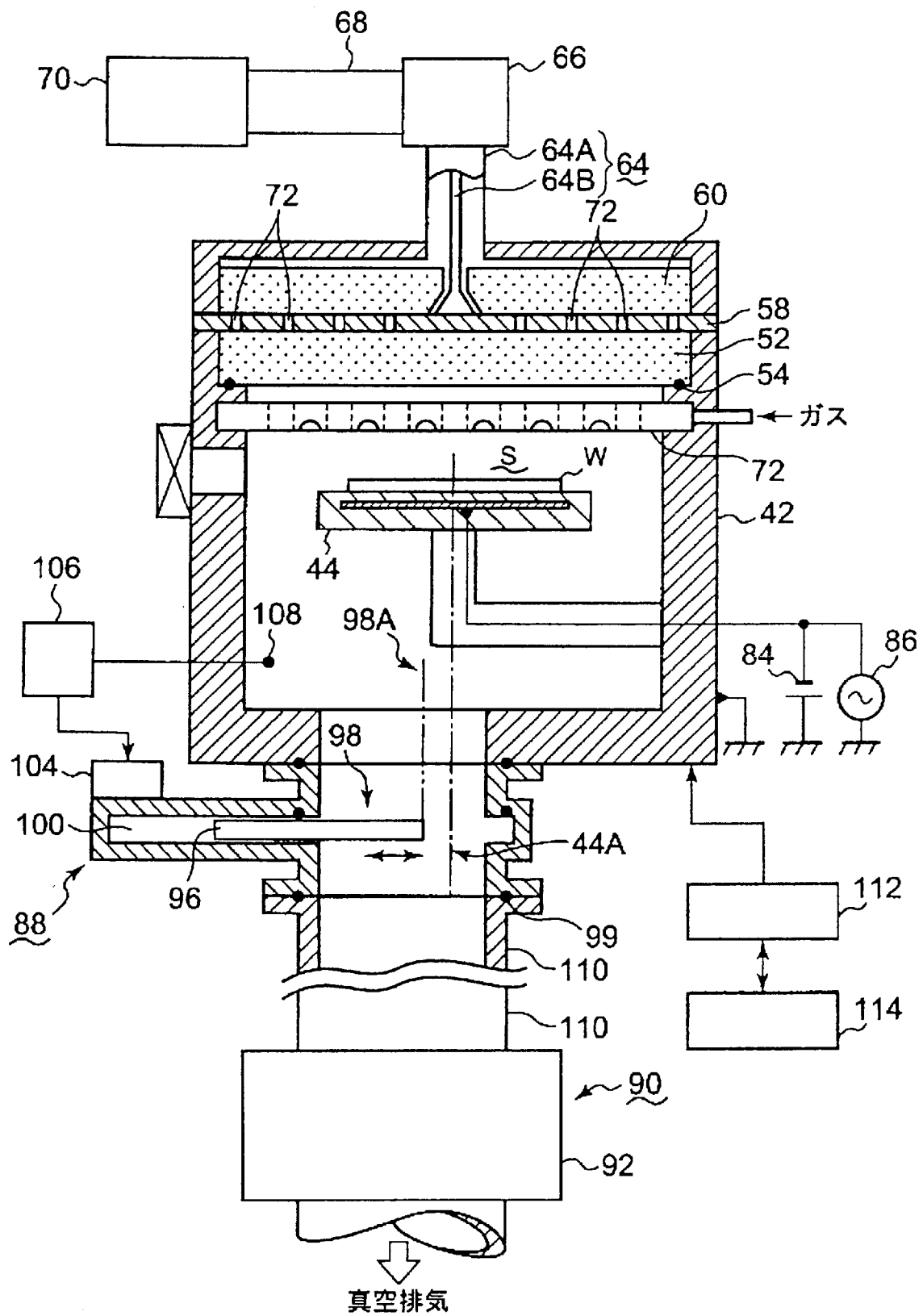


[図7]



[図8]









# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/054189

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/3065(2006.01)i, H01L21/205(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)

H01L21/3065, H01L21/205, H01L21/02, C23C16/44, B01J3/02

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 | 1996-2007 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2007 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2007 |

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<br>Y<br>— | JP 2001-313289 A (Applied Materials, Inc.),<br>09 November, 2001 (09.11.01),<br>Par. Nos. [0021] to [0029]; Fig. 1<br>& US 2003/0164224 A1 | 1, 3-8<br><u>1-7, 9</u> |
| Y           | JP 08-074041 A (Mitsubishi Electric Corp.),<br>19 March, 1996 (19.03.96),<br>Par. Nos. [0002], [0019]; Figs. 1, 2<br>(Family: none)        | 1-7, 9                  |
| A           | JP 2001-131751 A (NEC Corp.),<br>15 May, 2001 (15.05.01),<br>Par. No. [0008]; Fig. 1<br>(Family: none)                                     | 1-9                     |

☒ 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  
23 May, 2007 (23.05.07)

Date of mailing of the international search report  
05 June, 2007 (05.06.07)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/054189

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2003-229417 A (Tokyo Electron Ltd.),<br>15 August, 2003 (15.08.03),<br>Par. No. [0002]; Fig. 5<br>& US 2005/0167049 A1         | 1-9                   |
| A         | JP 2003-161281 A (Tokyo Electron Ltd.),<br>06 June, 2003 (06.06.03),<br>Par. No. [0028]; Fig. 1<br>& US 2005/0167049 A1           | 1-9                   |
| A         | JP 2000-079336 A (Tokyo Electron Ltd.),<br>21 March, 2000 (21.03.00),<br>Par. Nos. [0014] to [0019]; Figs. 1, 2<br>(Family: none) | 1-9                   |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））  
Int.Cl. H01L21/3065(2006.01)i, H01L21/205(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. H01L21/3065, H01L21/205, H01L21/02, C23C16/44, B01J3/02

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 0 7 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 0 7 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 0 7 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<br>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<br>請求の範囲の番号        |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| X               | JP 2 0 0 1 - 3 1 3 2 8 9 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 2 0 0 1 . 1 1 . 0 9 , 段落【0 0 2 1】 - 【0 0 2 9】、第1図 & US 2 0 0 3 / 0 1 6 4 2 2 4 A1 | 1, 3-8<br><u>1-7, 9</u> |
| Y               | JP 0 8 - 0 7 4 0 4 1 A (三菱電機株式会社) 1 9 9 6 . 0 3 . 1 9 , 段落【0 0 0 2】、【0 0 1 9】、第1、2図（ファミリーなし）                                           | 1-7, 9                  |
| A               | JP 2 0 0 1 - 1 3 1 7 5 1 A (日本電気株式会社) 2 0 0 1 . 0 5 . 1 5 , 段落【0 0 0 8】、第1図（ファミリーなし）                                                   | 1-9                     |

☒ 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

2 3 . 0 5 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 6 . 2 0 0 7

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）

長谷部 智寿

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

4 R

3 3 3 9

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                               |                  |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求の範囲の番号 |
| A                     | JP 2003-229417 A (東京エレクトロン株式会社) 2003.08.15, 段落【0002】、第5図 & US 2005/0167049 A1 | 1-9              |
| A                     | JP 2003-161281 A (東京エレクトロン株式会社) 2003.06.06, 段落【0028】、第1図 & US 2005/0167049 A1 | 1-9              |
| A                     | JP 2000-079336 A (東京エレクトロン株式会社) 2000.03.21, 段落【0014】 - 【0019】、第1、2図 (ファミリーなし) | 1-9              |