

(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
2021年9月16日(16.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/181450 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/31 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/009978

(22) 国際出願日: 2020年3月9日(09.03.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社 KOKUSAI ELECTRIC (KOKUSAI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1010045 東京都千代田区神田鍛冶町三丁目4番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 原 大介 (HARA Daisuke); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社 KOKUSAI ELECTRIC 内 Toyama (JP). 八幡 橘 (YAHATA Takashi); 〒9392393 富山県

富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社 KOKUSAI ELECTRIC 内 Toyama (JP). 竹田 剛 (TAKEDA Tsuyoshi); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社 KOKUSAI ELECTRIC 内 Toyama (JP).

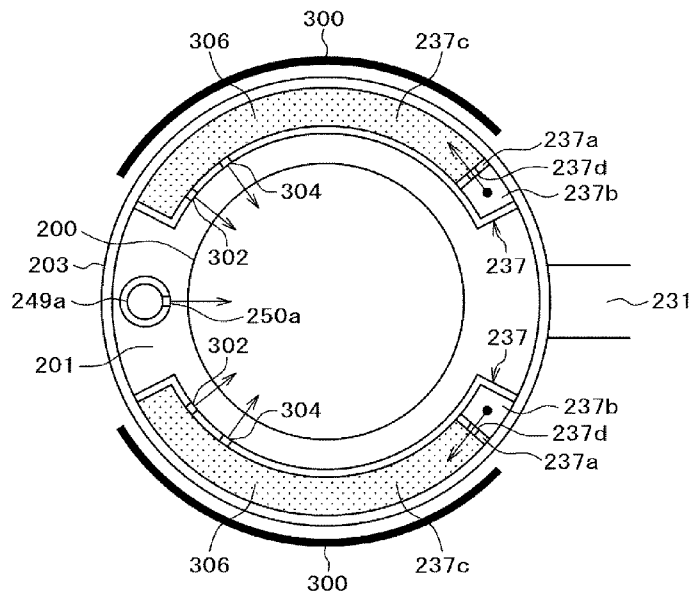
(74) 代理人: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.); 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三丁目3番5号 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: SUBSTRATE TREATMENT DEVICE, PRODUCTION METHOD FOR SEMICONDUCTOR DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 基板処理装置、半導体装置の製造方法及びプログラム

図 2



(57) Abstract: Provided is a technology comprising: a treatment chamber in which a substrate is treated; a substrate support tool that supports a plurality of substrates at multiple levels in the vertical direction; and a plasma generation unit having a buffer structure that is provided inside the treatment chamber and that turns a gas into a plasma, and an external electrode that generates plasma and that is provided on the outside of the treatment chamber at a position corresponding to the position to which the buffer structure is provided.



WO 2021/181450 A1

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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：基板を処理する処理室と、複数の基板を垂直方向に多段に保持する基板支持具と、処理室内に設けられ、ガスをプラズマ化するバッファ構造と、該バッファ構造が設けられている位置に対応する前記処理室の外側に設けられているプラズマを生成する外部電極と、を有するプラズマ生成部と、を備える技術が提供される。

明 細 書

発明の名称：

基板処理装置、半導体装置の製造方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、基板処理装置、半導体装置の製造方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 半導体装置の製造工程の1つに、基板処理装置の処理室内に搬入した基板に対して、原料ガスや反応ガスなどをプラズマにより活性化させて供給し、基板上に絶縁膜や半導体膜、導体膜等の各種膜を形成したり、各種膜を除去したりする基板処理が行われることがある。例えば、特許文献1では、反応管内にプラズマを生成するバッファ室を設けている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-106415号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示の目的は、基板に対して高効率で形成されたプラズマ活性種ガスを供給することが可能な技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様によれば、
基板を処理する処理室と、
複数の前記基板を垂直方向に多段に保持する基板支持部と、
前記処理室内に設けられ、ガスをプラズマ化するバッファ構造と、該バッファ構造が設けられている位置に対応する前記処理室の外側に設けられるプラズマを生成する外部電極と、を有するプラズマ生成部と、

を備える技術が提供される。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板に対して高効率で形成されたプラズマ活性種ガスを供給することが可能な技術を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本開示の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の概略構成図であり、処理炉部分を縦断面図で示す図である。

[図2]本開示の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の概略構成図であり、処理炉部分を図1のA－A線断面図で示す図である。

[図3]（a）本開示の実施形態で好適に用いられる基板処理装置のバッファ構造を説明するための横断面拡大図である。（b）本開示の実施形態で好適に用いられる基板処理装置のバッファ構造を説明するための模式図である。

[図4]本開示の実施形態で好適に用いられる基板処理装置のコントローラの概略構成図であり、コントローラの制御系をブロック図で示す図である。

[図5]本開示の実施形態に係る基板処理工程のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0008] ＜本開示の実施形態＞

以下、本開示の一実施形態について図1から図5を参照しながら説明する。

[0009] （1）基板処理装置の構成（加熱装置）

図1に示すように、基板処理装置に使用される処理炉202は基板を垂直方向多段に収容することが可能な、いわゆる縦型炉であり、加熱装置（加熱機構）としてのヒータ207を有する。ヒータ207は円筒形状であり、保持板としてのヒータベース（図示せず）に支持されることにより垂直に据え付けられている。ヒータ207は、後述するようにガスを熱で活性化（励起）させる活性化機構（励起部）としても機能する。

[0010] （処理室）

ヒータ207の内側には、ヒータ207と同心円状に反応管203が配設

されている。反応管 203 は、例えば石英 (SiO_2) または炭化シリコン (SiC) 等の耐熱性材料で構成され、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されている。反応管 203 の下方には、反応管 203 と同心円状に、マニホールド (インレットフランジ) 209 が配設されている。マニホールド 209 は、例えばステンレス (SUS) 等の金属で構成され、上端および下端が開口した円筒形状に形成されている。マニホールド 209 の上端部は、反応管 203 の下端部に係合しており、反応管 203 を支持するように構成されている。マニホールド 209 と反応管 203 との間には、シール部材としての O リング 220a が設けられている。マニホールド 209 がヒータベースに支持されることにより、反応管 203 は垂直に据え付けられた状態となる。主に、反応管 203 とマニホールド 209 とにより処理容器 (反応容器) が構成されている。処理容器の内側である筒中空部には処理室 201 が形成されている。処理室 201 は、複数枚の基板としてのウエハ 200 を収容可能に構成されている。なお、処理容器は上記の構成に限らず、反応管 203 のみを処理容器と称する場合もある。

[0011] 処理室 201 内には、ノズル 249a、配管 249b が、マニホールド 209 の側壁を貫通するように設けられている。ノズル 249a、配管 249b には、ガス供給管 232a、232b が、それぞれ接続されている。このように、処理室 201 には 1 本のノズル 249a と、1 本の配管 249b と、2 本のガス供給管 232a、232b とが設けられており、処理室 201 内へ複数種類のガスを供給することが可能となっている。

[0012] ガス供給管 232a、232b には、ガス流の上流側から順に、流量制御器 (流量制御部) であるマスフローコントローラ (MFC) 241a、241b および開閉弁であるバルブ 243a、243b がそれぞれ設けられている。ガス供給管 232a、232b のバルブ 243a、243b よりも下流側には、不活性ガスを供給するガス供給管 232c、232d がそれぞれ接続されている。ガス供給管 232c、232d には、ガス流の上流側から順に、MFC 241c、241d およびバルブ 243c、243d がそれぞれ

設けられている。

[0013] ノズル 249 a は、図 2 に示すように、反応管 203 の内壁とウエハ 200 との間における空間に、反応管 203 の内壁の下部より上部に沿って、ウエハ 200 の積載方向上方に向かって立ち上がるように設けられている。すなわち、ノズル 249 a は、ウエハ 200 が配列（載置）されるウエハ配列領域（載置領域）の側方の、ウエハ配列領域を水平に取り囲む領域に、ウエハ配列領域に沿うように設けられている。すなわち、ノズル 249 a は、処理室 201 内へ搬入された各ウエハ 200 の端部（周縁部）の側方にウエハ 200 の表面（平坦面）と垂直となる方向に設けられている。ノズル 249 a の側面には、ガスを供給するガス供給孔 250 a が設けられている。ガス供給孔 250 a は、反応管 203 の中心を向くように開口しており、ウエハ 200 に向けてガスを供給することが可能となっている。ガス供給孔 250 a は、反応管 203 の下部から上部にわたって複数設けられ、それぞれが同一の開口面積を有し、更に同じ開口ピッチで設けられている。

[0014] ガス供給管 232 b の先端部には、配管 249 b が接続されている。配管 249 b は、バッファ構造 237 内に接続されている。本実施形態においては、平面視で 2 つのバッファ構造 237 が、反応管 203（処理室 201）の中心とノズル 249 a とを通る直線を挟んで配置、または、反応管 203（処理室 201）の中心と排気管（排気部）231 とを通る直線を挟んで配置され、2 つのバッファ構造 237 をノズル 249 a と排気管 231 を結ぶ線に対して対称に配置している。バッファ構造 237 には仕切り板 237 a が設けられ、仕切り板 237 a により配管 249 b からガスを導入するガス導入エリア 237 b とガスをプラズマ化するプラズマエリア 237 c に仕切られている。プラズマエリア 237 c はガス分散空間であるバッファ室 237 c ともいう。バッファ室 237 c はノズル 249 a 側に配置され、ガス導入エリア 237 b は排気管 231 側に配置されている。

[0015] バッファ室 237 c は、図 2 に示すように、反応管 203 の内壁とウエハ 200 との間における平面視において円環状の空間に、また、反応管 203

の内壁の下部より上部にわたる部分に、ウエハ２００の積載方向に沿って設けられている。すなわち、バッファ室２３７ｃは、ウエハ配列領域の側方のウエハ配列領域を水平に取り囲む領域に、ウエハ配列領域に沿うようにバッファ構造２３７によって形成されている。バッファ構造２３７は、石英またはＳｉＣ等の耐熱性材料である絶縁物によって構成されており、バッファ構造２３７の円弧状に形成された壁面には、ガスを供給するガス供給口３０２，３０４が形成されている。ガス供給口３０２，３０４は、積載されている複数枚のウエハ２００の水平方向に複数設けられており、反応管２０３の中心を向くように開口しており、ウエハ２００に向けてガスを供給することが可能となっている。ガス供給口３０２，３０４は、反応管２０３の下部から上部にわたってウエハ２００の積載方向に沿って複数設けられ、それぞれが同一の開口面積を有し、更に同じ開口ピッチで設けられている。

[0016] ガス導入エリア２３７ｂは、反応管２０３の内壁の下部より上部に沿って、ウエハ２００の積載方向上方に向かって立ち上がるように設けられている。仕切り板２３７ａには、ガス導入エリア２３７ｂからプラズマエリア２３７ｃへガスを供給するガス供給孔２３７ｄが設けられている。これにより、ガス導入エリア２３７ｂに供給された反応ガスがバッファ室２３７ｃ内で分散される。ガス供給孔２３７ｄは、ガス供給孔２５０ａと同様に、反応管２０３の下部から上部にわたって複数設けられている。なお、配管２４９ｂおよびガス導入エリア２３７ｂに代えて、ノズル、例えばノズル２４９ａと同様な多孔ノズルをバッファ室２３７ｃ内に設け処理ガスを供給するようにしてもよい。

[0017] このように、本実施形態では、反応管２０３の側壁の内壁と、反応管２０３内に配列された複数枚のウエハ２００の端部で定義される平面視において円環状の縦長の空間内、すなわち、円筒状の空間内に配置したノズル２４９ａおよびバッファ室２３７ｃを経由してガスを搬送している。そして、ノズル２４９ａおよびバッファ室２３７ｃにそれぞれ開口されたガス供給孔２５０ａ、ガス供給口３０２，３０４から、ウエハ２００の近傍で初めて反応管

203内にガスを噴出させている。そして、反応管203内におけるガスの主たる流れを、ウエハ200の表面と平行な方向、すなわち、水平方向としている。このような構成とすることで、各ウエハ200に均一にガスを供給でき、各ウエハ200に形成される膜の膜厚の均一性を向上させることが可能となる。ウエハ200の表面上を流れたガス、すなわち、反応後の残ガスは、排気口、すなわち、後述する排気管231の方向に向かって流れる。但し、この残ガスの流れの方向は、排気口の位置によって適宜特定され、垂直方向に限ったものではない。

[0018] ガス供給管232aからは、所定元素を含む原料として、例えば、所定元素としてのシリコン(Si)を含むシラン原料ガスが、MFC241a、バルブ243a、ノズル249aを介して処理室201内へ供給される。

[0019] 原料ガスとは、気体状態の原料、例えば、常温常圧下で液体状態である原料を気化することで得られるガスや、常温常圧下で気体状態である原料等のことである。本明細書において「原料」という言葉を用いた場合は、「液体状態である液体原料」を意味する場合、「気体状態である原料ガス」を意味する場合、または、それらの両方を意味する場合がある。

[0020] シラン原料ガスとしては、例えば、Siおよびハロゲン元素を含む原料ガス、すなわち、ハロシラン原料ガスを用いることができる。ハロシラン原料とは、ハロゲン基を有するシラン原料のことである。ハロゲン元素は、塩素(Cl)、フッ素(F)、臭素(Br)、ヨウ素(I)からなる群より選択される少なくとも1つを含む。すなわち、ハロシラン原料は、クロロ基、フルオロ基、ブロモ基、ヨード基からなる群より選択される少なくとも1つのハロゲン基を含む。ハロシラン原料は、ハロゲン化合物の一種ともいえる。

[0021] ハロシラン原料ガスとしては、例えば、SiおよびClを含む原料ガス、すなわち、クロロシラン原料ガスを用いることができる。クロロシラン原料ガスとしては、例えば、ジクロロシラン(SiH_2Cl_2 、略称:DCS)ガスを用いることができる。

[0022] ガス供給管232bからは、上述の所定元素とは異なる元素を含むリアク

タント（反応体）として、例えば、反応ガスとしての窒素（N）含有ガスが、MFC 241 b、バルブ 243 b、配管 249 b、ガス導入エリア 237 b を介してバッファ室 237 c 内へ供給されるように構成されている。N 含有ガスとしては、例えば、窒化水素系ガスを用いることができる。窒化水素系ガスは、N および H の 2 元素のみで構成される物質ともいえ、窒化ガス、すなわち、N ソースとして作用する。窒化水素系ガスとしては、例えば、アンモニア（ NH_3 ）ガスを用いることができる。

[0023] ガス供給管 232 c、232 d からは、不活性ガスとして、例えば、窒素（ N_2 ）ガスが、それぞれ MFC 241 c、241 d、バルブ 243 c、243 d、ガス供給管 232 a、232 b、ノズル 249 a、配管 249 b を介して処理室 201 内へ供給される。

[0024] 主に、ガス供給管 232 a、MFC 241 a、バルブ 243 a により、第 1 のガス供給系としての原料供給系が構成される。主に、ガス供給管 232 b、MFC 241 b、バルブ 243 b により、第 2 のガス供給系としての反応体供給系（リアクタント供給系）が構成される。主に、ガス供給管 232 c、232 d、MFC 241 c、241 d、バルブ 243 c、243 d により、不活性ガス供給系が構成される。原料供給系、反応体供給系および不活性ガス供給系を総称して単にガス供給系（ガス供給部）とも称する。

[0025] （プラズマ生成部）

次にプラズマ生成部について、図 1 から図 3 を用いて説明する。

[0026] 図 2 に示すように、プラズマは容量結合プラズマ（Capacitively Coupled Plasma、略称：CCP）を用い、反応ガス供給時に石英などで作製された真空隔壁である反応管 203（処理室 201）の内部のバッファ構造 237 で生成する。

[0027] 図 2 および図 3（a）に示すように、外部電極 300 は、ウエハ 200 の配列方向に長い矩形形状を有する薄板で構成されている。図 1 及び図 3（b）に示すように、外部電極 300 は、整合器 272 を介して高周波電源 273 が接続される第 1 の外部電極（Hot 電極）300-1 と、基準電位 0 V

でありアースに接地されている第2の外部電極（Ground電極）300-2が、等間隔で配置されている。本開示では特に区別して説明する必要のない場合には、外部電極300として記載して説明する。

[0028] 外部電極300は反応管203とヒータ207との間に、バッファ構造237が設けられている位置に対応する処理室201の外側に設けられている。具体的には、バッファ構造は、ガスをプラズマ化するためのエリアとしてプラズマエリア（バッファ室）237cを設け、外部電極300は、バッファ室237cが設けられている位置に対応する反応管203の外壁（処理室201の外側）に沿うように略円弧状に配置される。外部電極300は、例えば、中心角が30度以上240度以下となる円弧状に形成された石英カバールの内壁面に固定されて配置される。すなわち、外部電極300はバッファ室（プラズマエリア）237cが設けられている位置に対応する反応管203の外周（処理室201の外側）に配置される。また、バッファ構造237は、バッファ室237cにガスを供給するためのエリアとしてガス供給部（ガス導入エリア）237bが設けられている。外部電極300は、ガス導入エリア（ガス供給部）237bが設けられている位置に対応する反応管203の外周（処理室201の外側）には配置されていない。外部電極300には、高周波電源273から整合器272を介し、例えば周波数13.56MHzの高周波が入力されることによってバッファ室237c内にプラズマ活性種306が生成される。このように生成されたプラズマによって、ウエハ200の周囲から基板処理のためのプラズマ活性種306をウエハ200の表面に供給することが可能となる。主に、バッファ構造237と外部電極300と高周波電源273によってプラズマ生成部が構成される。

[0029] 外部電極300は、アルミニウムや銅、ステンレスなどの金属で構成することもできるが、ニッケルなどの耐酸化材料で構成することにより、電気伝導率の劣化を抑制しつつ、基板処理が可能となる。特に、アルミニウムが添加されたニッケル合金材料で構成することにより、耐熱性および耐腐食性の高い酸化被膜であるAl₂O₃膜が電極表面に形成される。この被膜形成の効果

により、電極内部への劣化の進行を抑止できるため、電気伝導率の低下によるプラズマ生成効率の低下を抑制することが可能となる。

[0030] (電極固定治具)

次に外部電極300を固定する電極固定治具としての石英カバー301について、図3を用いて説明する。図3(a), (b)で示すように、複数本設けられた外部電極300は、その切欠き部(不図示)を湾曲形状の電極固定治具である石英カバー301の内壁面に設けられた突起部310に引掛け、スライドさせて固定し、この石英カバー301と一体となるようユニット化(フック式電極ユニット)して反応管203の外周に設置されている。ここで、外部電極300と電極固定治具である石英カバー301とを含めて電極固定ユニットという。なお、石英カバー301と外部電極300の材料として、それぞれ、石英とニッケル合金を採用している。

[0031] 基板温度500℃以下で高い処理能力を得るためには、石英カバー301の専有率を中心角30度以上240度以下の円弧形状とし、また、パーティクルの発生を避けるために排気口である排気管231やノズル249aなどを避けた配置が望ましい。30度よりも小さい中心角となるように構成すると、配置する外部電極300の本数が少なくなってしまう、プラズマの生産量が減少してしまう。240度よりも大きい中心角となるように構成すると、反応管203の側面を石英カバー301が覆う面積が大きくなり過ぎてしまい、ヒータ207からの熱エネルギーを遮断してしまう。本実施形態においては中心角110度の石英カバーを2台で左右対称に配置している。

[0032] 反応管203には、処理室201内の雰囲気気を排気する排気部としての排気管231が設けられている。排気管231には、処理室201内の圧力を検出する圧力検出器(圧力検出部)としての圧力センサ245および排気バルブ(圧力調整部)としてのAPC(Auto Pressure Controller)バルブ244を介して、真空排気装置としての真空ポンプ246が接続されている。APCバルブ244は、真空ポンプ246を作動させた状態で弁を開閉することで、処理室201内の真空排気および真空排気

停止を行うことができ、更に、真空ポンプ246を作動させた状態で、圧力センサ245により検出された圧力情報に基づいて弁開度を調節することで、処理室201内の圧力を調整することができるよう構成されているバルブである。主に、排気管231、APCバルブ244、圧力センサ245により、排気系が構成される。真空ポンプ246を排気系に含めて考えてもよい。排気管231は、反応管203に設ける場合に限らず、ノズル249aと同様にマニホールド209に設けてもよい。

[0033] マニホールド209の下方には、マニホールド209の下端開口を気密に閉塞可能な炉口蓋体としてのシールキャップ219が設けられている。シールキャップ219は、マニホールド209の下端に垂直方向下側から当接されるように構成されている。シールキャップ219は、例えばSUS等の金属により構成され、円盤状に形成されている。シールキャップ219の上面には、マニホールド209の下端と当接するシール部材としてのリング220bが設けられている。シールキャップ219の処理室201と反対側には、後述するポート217を回転させる回転機構267が設置されている。回転機構267の回転軸255は、シールキャップ219を貫通してポート217に接続されている。回転機構267は、ポート217を回転させることでウエハ200を回転させるように構成されている。シールキャップ219は、反応管203の外部に垂直に設置された昇降機構としてのポートエレベータ115によって垂直方向に昇降されるように構成されている。ポートエレベータ115は、シールキャップ219を昇降させることで、ポート217を処理室201内外に搬入および搬出することが可能なように構成されている。ポートエレベータ115は、ポート217すなわちウエハ200を、処理室201内外に搬送する搬送装置（搬送機構）として構成されている。また、マニホールド209の下方には、ポートエレベータ115によりシールキャップ219を降下させている間、マニホールド209の下端開口を気密に閉塞可能な炉口蓋体としてのシャッタ219sが設けられている。シャッタ219sは、例えばSUS等の金属により構成され、円盤状に形成さ

れている。シャッタ 219 s の上面には、マニホールド 209 の下端と当接するシール部材としてのリング 220 c が設けられている。シャッタ 219 s の開閉動作（昇降動作や回動動作等）は、シャッタ開閉機構 115 s により制御される。

[0034] （基板支持具）

図 1 に示すように基板支持具としてのボート 217 は、複数枚、例えば 25 ～ 200 枚のウエハ 200 を、水平姿勢で、かつ、互いに中心を揃えた状態で垂直方向に整列させて多段に支持するように、すなわち、所定の間隔を空けて配列させるように構成されている。ボート 217 は、例えば石英や SiC 等の耐熱性材料で構成される。ボート 217 の下部には、例えば石英や SiC 等の耐熱性材料で構成される断熱板 218 が多段に支持されている。

[0035] 図 1 に示すように反応管 203 の内部には、温度検出器としての温度センサ 263 が設置されている。温度センサ 263 により検出された温度情報に基づきヒータ 207 への通電具合を調整することで、処理室 201 内の温度を所望の温度分布とする。温度センサ 263 は、ノズル 249 a と同様に反応管 203 の内壁に沿って設けられている。

[0036] （制御装置）

次に制御装置について図 4 を用いて説明する。図 4 に示すように、制御部（制御装置）であるコントローラ 121 は、CPU（Central Processing Unit）121 a、RAM（Random Access Memory）121 b、記憶装置 121 c、I/Oポート 121 d を備えたコンピュータとして構成されている。RAM 121 b、記憶装置 121 c、I/Oポート 121 d は、内部バス 121 e を介して、CPU 121 a とデータ交換可能なように構成されている。コントローラ 121 には、例えばタッチパネル等として構成された入出力装置 122 が接続されている。

[0037] 記憶装置 121 c は、例えばフラッシュメモリ、HDD（Hard Disk Drive）等で構成されている。記憶装置 121 c 内には、基板処理装置の動作を制御する制御プログラムや、後述する成膜処理の手順や条件等が

記載されたプロセスレシピ等が、読み出し可能に格納されている。プロセスレシピは、後述する各種処理（成膜処理）における各手順をコントローラ 121 に実行させ、所定の結果を得ることが出来るように組み合わされたものであり、プログラムとして機能する。以下、プロセスレシピや制御プログラム等を総称して、単に、プログラムともいう。また、プロセスレシピを、単に、レシピともいう。本明細書においてプログラムという言葉を用いた場合は、レシピ単体のみを含む場合、制御プログラム単体のみを含む場合、または、それらの両方を含む場合がある。RAM 121b は、CPU 121a によって読み出されたプログラムやデータ等が一時的に保持されるメモリ領域（ワークエリア）として構成されている。

[0038] I/Oポート 121d は、上述のMFC 241a～241d、バルブ 243a～243d、圧力センサ 245、APCバルブ 244、真空ポンプ 246、ヒータ 207、温度センサ 263、整合器 272、高周波電源 273、回転機構 267、ボートエレベータ 115、シャッタ開閉機構 115s 等に接続されている。

[0039] CPU 121a は、記憶装置 121c から制御プログラムを読み出して実行すると共に、入出力装置 122 からの操作コマンドの入力等に応じて記憶装置 121c からレシピを読み出すように構成されている。CPU 121a は、読み出したレシピの内容に沿うように、回転機構 267 の制御、MFC 241a～241d による各種ガスの流量調整動作、バルブ 243a～243d の開閉動作、インピーダンス監視に基づく高周波電源 273 の調整動作、APCバルブ 244 の開閉動作および圧力センサ 245 に基づく APCバルブ 244 による圧力調整動作、真空ポンプ 246 の起動および停止、温度センサ 263 に基づくヒータ 207 の温度調整動作、回転機構 267 によるボート 217 の正逆回転、回転角度および回転速度調節動作、ボートエレベータ 115 によるボート 217 の昇降動作、高周波電源 273 および外部電極 300 によるプラズマ生成等を制御するように構成されている。

[0040] コントローラ 121 は、外部記憶装置（例えば、ハードディスク等の磁気

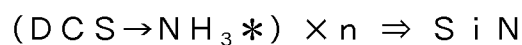
ディスク、CD等の光ディスク、MO等の光磁気ディスク、USBメモリ等の半導体メモリ) 123に格納された上述のプログラムを、コンピュータにインストールすることにより構成することができる。記憶装置121cや外部記憶装置123は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体として構成されている。以下、これらを総称して、単に、記録媒体ともいう。本明細書において記録媒体という言葉を用いた場合は、記憶装置121c単体のみを含む場合、外部記憶装置123単体のみを含む場合、または、それらの両方を含む場合がある。なお、コンピュータへのプログラムの提供は、外部記憶装置123を用いず、インターネットや専用回線等の通信手段を用いて行ってもよい。

[0041] (2) 基板処理工程

次に、基板処理装置を使用して、半導体装置の製造工程の一工程として、ウエハ200上に薄膜を形成する工程について、図5を参照しながら説明する。以下の説明において、基板処理装置を構成する各部の動作はコントローラ121により制御される。

[0042] ここでは、原料ガスとしてDCSガスを供給するステップと、反応ガスとしてプラズマ励起させたNH₃ガスを供給するステップとを非同時に、すなわち同期させることなく所定回数(1回以上)行うことで、ウエハ200上に、SiおよびNを含む膜として、シリコン窒化膜(SiN膜)を形成する例について説明する。また、例えば、ウエハ200上には、予め所定の膜が形成されていてもよい。また、ウエハ200または所定の膜には予め所定のパターンが形成されていてもよい。

[0043] 本明細書では、図5に示す成膜処理のプロセスフローを、便宜上、以下のよう示すこともある。



[0044] 本明細書において「ウエハ」という言葉を用いた場合は、ウエハそのものを意味する場合や、ウエハとその表面に形成された所定の層や膜との積層体を意味する場合がある。本明細書において「ウエハの表面」という言葉を用

いた場合は、ウエハそのものの表面を意味する場合や、ウエハ上に形成された所定の層等の表面を意味する場合がある。本明細書において「ウエハ上に所定の層を形成する」と記載した場合は、ウエハそのものの表面上に所定の層を直接形成することを意味する場合や、ウエハ上に形成されている層等の上に所定の層を形成することを意味する場合がある。本明細書において「基板」という言葉を用いた場合も、「ウエハ」という言葉を用いた場合と同義である。

[0045] (搬入ステップ：S1)

複数枚のウエハ200がポート217に装填（ウエハチャージ）されると、シャッタ開閉機構115sによりシャッタ219sが移動させられて、マニホールド209の下端開口が開放される（シャッタオープン）。その後、図1に示すように、複数枚のウエハ200を支持したポート217は、ポートエレベータ115によって持ち上げられて処理室201内へ搬入（ポートロード）される。この状態で、シールキャップ219は、リング220bを介してマニホールド209の下端をシールした状態となる。

[0046] (圧力・温度調整ステップ：S2)

処理室201の内部、すなわち、ウエハ200が存在する空間が所望の圧力（真空度）となるように、真空ポンプ246によって真空排気（減圧排気）される。この際、処理室201内の圧力は圧力センサ245で測定され、この測定された圧力情報に基づきAPCバルブ244がフィードバック制御される。真空ポンプ246は、少なくとも後述する成膜ステップが終了するまでの間は常時作動させた状態を維持する。

[0047] また、処理室201内のウエハ200が所望の温度となるようにヒータ207によって加熱される。この際、処理室201内が所望の温度分布となるように、温度センサ263が検出した温度情報に基づきヒータ207への通電具合がフィードバック制御される。ヒータ207による処理室201内の加熱は、少なくとも後述する成膜ステップが終了するまでの間は継続して行われる。ただし、成膜ステップを室温以下の温度条件下で行う場合は、ヒ-

タ 207 による処理室 201 内の加熱は行わなくてもよい。なお、このような温度下での処理だけを行う場合には、ヒータ 207 は不要となり、ヒータ 207 を基板処理装置に設置しなくてもよい。この場合、基板処理装置の構成を簡素化することができる。

続いて、回転機構 267 によるボート 217 およびウエハ 200 の回転を開始する。回転機構 267 によるボート 217 およびウエハ 200 の回転は、少なくとも成膜ステップが終了するまでの間は継続して行われる。

[0048] (原料ガス供給ステップ: S3, S4)

ステップ S3 では、処理室 201 内のウエハ 200 に対して DCS ガスを供給する。バルブ 243a を開き、ガス供給管 232a 内へ DCS ガスを流す。DCS ガスは、MFC 241a により流量調整され、ノズル 249a を介してガス供給孔 250a から処理室 201 内へ供給され、排気管 231 から排気される。このとき同時にバルブ 243c を開き、ガス供給管 232c 内へ N₂ ガスを流す。N₂ ガスは、MFC 241c により流量調整され、DCS ガスと一緒に処理室 201 内へ供給され、排気管 231 から排気される。

[0049] また、配管 249b 内への DCS ガスの侵入を抑制するため、バルブ 243d を開き、ガス供給管 232d 内へ N₂ ガスを流す。N₂ ガスは、ガス供給管 232b、配管 249b を介して処理室 201 内へ供給され、排気管 231 から排気される。

[0050] MFC 241a で制御する DCS ガスの供給流量は、例えば 1 sccm 以上、6000 sccm 以下、好ましくは 3000 sccm 以上、5000 sccm 以下の範囲内の流量とする。MFC 241c, 241d で制御する N₂ ガスの供給流量は、それぞれ例えば 100 sccm 以上、10000 sccm 以下の範囲内の流量とする。処理室 201 内の圧力は、例えば 1 Pa 以上、2666 Pa 以下、好ましくは 665 Pa 以上、1333 Pa の範囲内の圧力とする。DCS ガスにウエハ 200 を晒す時間は、例えば 1 サイクルあたり 20 秒程度の時間とする。なお、DCS ガスにウエハ 200 を晒す時間は膜厚によって異なる。

[0051] ヒータ207の温度は、ウエハ200の温度が、例えば0℃以上700℃以下、好ましくは室温（25℃）以上550℃以下、より好ましくは40℃以上500℃以下の範囲内の温度となるような温度に設定する。本実施形態のように、ウエハ200の温度を700℃以下、さらには550℃以下、さらには500℃以下とすることで、ウエハ200に加わる熱量を低減させることができ、ウエハ200が受ける熱履歴の制御を良好に行うことができる。

[0052] 上述の条件下でウエハ200に対してDCSガスを供給することにより、ウエハ200（表面の下地膜）上に、Si含有層が形成される。Si含有層はSi層の他、ClやHを含み得る。Si含有層は、ウエハ200の最表面に、DCSが物理吸着したり、DCSの一部が分解した物質が化学吸着したり、DCSが熱分解することでSiが堆積したりすること等により形成される。すなわち、Si含有層は、DCSやDCSの一部が分解した物質の吸着層（物理吸着層や化学吸着層）であってもよく、Siの堆積層（Si層）であってもよい。

[0053] Si含有層が形成された後、バルブ243aを閉じ、処理室201内へのDCSガスの供給を停止する。このとき、APCバルブ244を開いたままとし、真空ポンプ246により処理室201内を真空排気し、処理室201内に残留する未反応もしくはSi含有層の形成に寄与した後のDCSガスや反応副生成物等を処理室201内から排除する（S4）。また、バルブ243c、243dは開いたままとして、処理室201内へのN₂ガスの供給を維持する。N₂ガスはパージガスとして作用する。なお、このステップS4を省略してもよい。

[0054] 原料ガスとしては、DCSガスのほか、テトラキスジメチルアミノシラン（Si[N(CH₃)₂]₄、略称：4DMAS）ガス、トリスジメチルアミノシラン（Si[N(CH₃)₂]₃H、略称：3DMAS）ガス、ビスジメチルアミノシラン（Si[N(CH₃)₂]₂H₂、略称：BDMAS）ガス、ビスジエチルアミノシラン（Si[N(C₂H₅)₂]₂H₂、略称：BDEAS）、

ビスターシャリーブチルアミノシラン ($\text{SiH}_2[\text{NH}(\text{C}_4\text{H}_9)]_2$ 、略称：BTBAS) ガス、ジメチルアミノシラン (DMAS) ガス、ジエチルアミノシラン (DEAS) ガス、ジプロピルアミノシラン (DPAS) ガス、ジイソプロピルアミノシラン (DIPAS) ガス、ブチルアミノシラン (BAS) ガス、ヘキサメチルジシラザン (HMDS) ガス等の各種アミノシラン原料ガスや、モノクロロシラン (SiH_3Cl 、略称：MCS) ガス、トリクロロシラン (SiHCl_3 、略称：TCS) ガス、テトラクロロシラン (SiCl_4 、略称：STC) ガス、ヘキサクロロジシラン (Si_2Cl_6 、略称：HCDS) ガス、オクタクロロトリシラン (Si_3Cl_8 、略称：OCTS) ガス等の無機系ハロシラン原料ガスや、モノシラン (SiH_4 、略称：MS) ガス、ジシラン (Si_2H_6 、略称：DS) ガス、トリシラン (Si_3H_8 、略称：TS) ガス等のハロゲン基非含有の無機系シラン原料ガスを好適に用いることができる。

[0055] 不活性ガスとしては、 N_2 ガスの他、Ar ガス、He ガス、Ne ガス、Xe ガス等の希ガスを用いることができる。

[0056] (反応ガス供給ステップ：S5，S6)

成膜処理が終了した後、処理室201内のウエハ200に対して反応ガスとしてのプラズマ励起させた NH_3 ガスを供給する(S5)。

[0057] このステップでは、バルブ243b～243dの開閉制御を、ステップS3におけるバルブ243a，243c，243dの開閉制御と同様の手順で行う。 NH_3 ガスは、MFC241bにより流量調整され、配管249bを介してバッファ室237c内へ供給される。このとき、外部電極300に高周波電力を供給する。バッファ室237c内へ供給された NH_3 ガスはプラズマ状態に励起され(プラズマ化して活性化され)、活性種(NH_3^*)として処理室201内へ供給され、排気管231から排気される。

[0058] MFC241bで制御する NH_3 ガスの供給流量は、例えば100sccm以上、10000sccm以下、好ましくは1000sccm以上、2000sccm以下の範囲内の流量とする。外部電極300に印加する高周波電

力は、例えば50W以上、600W以下の範囲内の電力とする。処理室201内の圧力は、例えば1Pa以上、500Pa以下の範囲内の圧力とする。プラズマを用いることで、処理室201内の圧力をこのような比較的低い圧力帯としても、NH₃ガスを活性化させることが可能となる。NH₃ガスをプラズマ励起することにより得られた活性種をウエハ200に対して供給する時間、すなわち、ガス供給時間（照射時間）は、例えば1秒以上、180秒以下、好ましくは1秒以上、60秒以下の範囲内の時間とする。その他の処理条件は、上述のS3と同様な処理条件とする。

[0059] 上述の条件下でウエハ200に対してNH₃ガスを供給することにより、ウエハ200上に形成されたSi含有層がプラズマ窒化される。この際、プラズマ励起されたNH₃ガスのエネルギーにより、Si含有層が有するSi-C結合、Si-H結合が切断される。Siとの結合を切り離されたC、Hは、Si含有層から脱離することとなる。そして、C等が脱離することで未結合手（ダングリングボンド）を有することとなったSi含有層中のSiが、NH₃ガスに含まれるNと結合し、Si-N結合が形成されることとなる。この反応が進行することにより、Si含有層は、SiおよびNを含む層、すなわち、シリコン窒化層（SiN層）へと変化させられる（改質される）。

[0060] なお、Si含有層をSiN層へと改質させるには、NH₃ガスをプラズマ励起させて供給する必要がある。NH₃ガスをノンプラズマの雰囲気下で供給しても、上述の温度帯では、Si含有層を窒化させるのに必要なエネルギーが不足しており、Si含有層からCやHを十分に脱離させたり、Si含有層を十分に窒化させてSi-N結合を増加させたりすることは、困難なためである。

[0061] Si含有層をSiN層へ変化させた後、バルブ243bを閉じ、NH₃ガスの供給を停止する。また、外部電極300への高周波電力の供給を停止する。そして、ステップS4と同様の処理手順、処理条件により、処理室201内に残留するNH₃ガスや反応副生成物を処理室201内から排除する（S6

）。なお、このステップS 6を省略してもよい。

[0062] 窒化剤、すなわち、プラズマ励起させるN含有ガスとしては、 NH_3 ガスの他、ジアゼン(N_2H_2)ガス、ヒドラジン(N_2H_4)ガス、 N_3H_8 ガス等を用いてもよい。

[0063] 不活性ガスとしては、 N_2 ガスの他、例えば、ステップS 4で例示した各種希ガスを用いることができる。

[0064] (所定回数実施：S 7)

上述したS 3, S 4, S 5, S 6をこの順番に沿って非同時に、すなわち、同期させることなく行うことを1サイクルとし、このサイクルを所定回数(n回)、すなわち、1回以上行う(S 7)ことにより、ウエハ200上に、所定組成および所定膜厚のSiN膜を形成することができる。上述のサイクルは、複数回繰り返すことが好ましい。すなわち、1サイクルあたりに形成されるSiN層の厚さを所望の膜厚よりも小さくし、SiN層を積層することで形成されるSiN膜の膜厚が所望の膜厚になるまで、上述のサイクルを複数回繰り返すことが好ましい。

[0065] (大気圧復帰ステップ：S 8)

上述の成膜処理が完了したら、ガス供給管232c, 232dのそれぞれから不活性ガスとしての N_2 ガスを処理室201内へ供給し、排気管231から排気する。これにより、処理室201内が不活性ガスでパージされ、処理室201内に残留するガス等が処理室201内から除去される(不活性ガスパージ)。その後、処理室201内の雰囲気 gas が不活性ガスに置換され(不活性ガス置換)、処理室201内の圧力が常圧に復帰される(S 8)。

[0066] (搬出ステップ：S 9)

その後、ボートエレベータ115によりシールキャップ219が下降されて、マニホールド209の下端が開口されるとともに、処理済のウエハ200が、ボート217に支持された状態でマニホールド209の下端から反応管203の外部に搬出(ボートアンロード)される(S 9)。ボートアンロードの後、シャッタ219sが移動させられ、マニホールド209の下端

開口がＯリング２２０ｃを介してシャッタ２１９ｓによりシールされる（シャッタクローズ）。処理済のウエハ２００は、反応管２０３の外部に搬出された後、ポート２１７より取り出されることとなる（ウエハディスチャージ）。なお、ウエハディスチャージの後は、処理室２０１内へ空のポート２１７を搬入するようにしてもよい。

[0067] （３）本実施形態による効果

本実施形態によれば、以下に示す１つ又は複数の効果が得られる。

[0068] （ａ）処理ガスをプラズマ化するプラズマ生成部が形成されている位置に対応する反応管の外周に外部電極を設けることにより、この外部電極により反応管内に供給された処理ガスをプラズマで活性化し、この活性化した処理ガスを基板へ供給することができる。

[0069] （ｂ）外部電極は、プラズマ生成部が形成されている位置であって、プラズマ生成部にガスを供給するガス供給部を除く位置に設けられることにより、ガス供給部内でのプラズマ形成を防止することができる。

[0070] （ｃ）反応管の内壁に沿ってバッファ室を設け、バッファ室が設けられている位置に対応する反応管の外周にプラズマを形成する外部電極を設け、この外部電極によりバッファ室内に供給された処理ガスをプラズマで活性化し、この活性化した処理ガスを基板へ供給することにより、バッファ室内での高効率のプラズマを形成することができ、基板に対して高効率で形成されたプラズマ活性種ガスを供給することができる。

[0071] （ｄ）活性化した処理ガスを基板へ供給する処理ガス供給口が、基板中央へ向けて、基板水平方向に対して複数設けられていることにより、基板の中央へ対してプラズマ化されたガスの供給量を増加することができる。

[0072] （ｅ）バッファ室を形成するバッファ構造には、仕切り板が設けられ、この仕切り板により処理ガス導入エリアとバッファ室としてのプラズマエリアとに仕切られることにより、処理ガス導入エリアとプラズマエリアとを分離することができる。

[0073] （ｆ）仕切り板には、処理ガス導入エリアからプラズマエリアへガスを供

給するガス供給孔が設けられることにより、処理ガス導入エリアとプラズマエリアとを分離した状態で、処理ガスをプラズマエリアへガスを供給することができる。

[0074] (g) 仕切り板にはプラズマエリアに処理ガスを供給する複数の孔が設けられおり、処理ガス導入エリアの下部から処理ガスが供給されて、複数の孔からプラズマエリアに処理ガスが供給されることにより、バッファ室内のガス濃度を均一化することができる。

[0075] (h) 処理ガス導入エリアが設けられている位置に対応する反応管の外周に外部電極を設けないことにより、処理ガス導入エリア内でのプラズマ形成を防止することができる。

[0076] (i) プラズマエリアが設けられている位置に対応する反応管の外周に外部電極を設けることにより、プラズマエリア内にプラズマを形成することができる。

[0077] (j) バッファ構造は、処理室側の内壁の上部より下部にわたる部分に、基板の積載方向に沿って設けられ、処理室内にプラズマ化されたガスを供給するガス供給口が設けられることにより、処理室内のガス濃度を均一化することができる。

[0078] (k) 平面視において、原料ガス供給ノズルを挟んでバッファ室が設けられ、それぞれのバッファ室が設けられている位置に対応する反応管の外周にプラズマを形成する外部電極を設けることにより、プラズマエリアの拡大することができる。

[0079] 以上、本開示の実施形態について具体的に説明した。しかしながら、本開示は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

[0080] 例えば、上述の実施形態では、原料を供給した後に反応ガスを供給する例について説明した。本開示はこのような態様に限定されず、原料、反応ガスの供給順序は逆でもよい。すなわち、反応ガスを供給した後に原料を供給するようにしてもよい。供給順序を変えることにより、形成される膜の膜質や

組成比を変化させることが可能となる。

[0081] 上述の実施形態等では、ウエハ200上にSiN膜を形成する例について説明した。本開示はこのような態様に限定されず、ウエハ200上に、シリコン酸化膜(SiO膜)、シリコン酸炭化膜(SiOC膜)、シリコン酸炭窒化膜(SiOCN膜)、シリコン酸窒化膜(SiON膜)等のSi系酸化膜を形成する場合や、ウエハ200上にシリコン炭窒化膜(SiCN膜)、シリコン硼窒化膜(SiBN膜)、シリコン硼炭窒化膜(SiBCN膜)等のSi系窒化膜を形成する場合にも、好適に適用可能である。これらの場合、反応ガスとしては、O含有ガスの他、 C_3H_6 等のC含有ガスや、 NH_3 等のN含有ガスや、 BCl_3 等のB含有ガスを用いることができる。

[0082] また、本開示は、ウエハ200上に、チタン(Ti)、ジルコニウム(Zr)、ハフニウム(Hf)、タンタル(Ta)、ニオブ(Nb)、アルミニウム(Al)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)等の金属元素を含む酸化膜や窒化膜、すなわち、金属系酸化膜や金属系窒化膜を形成する場合においても、好適に適用可能である。すなわち、本開示は、ウエハ200上に、TiO膜、TiN膜、TiOC膜、TiOCN膜、TiON膜、TiBN膜、TiBCN膜、ZrO膜、ZrN膜、ZrOC膜、ZrOCN膜、ZrON膜、ZrBN膜、ZrBCN膜、HfO膜、HfN膜、HfOC膜、HfOCN膜、HfON膜、HfBN膜、HfBCN膜、TaO膜、TaOC膜、TaOCN膜、TaON膜、TaBN膜、TaBCN膜、NbO膜、NbN膜、NbOC膜、NbOCN膜、NbON膜、NbBN膜、NbBCN膜、AlO膜、AlN膜、AlOC膜、AlOCN膜、AlON膜、AlBN膜、AlBCN膜、MoO膜、MoN膜、MoOC膜、MoOCN膜、MoON膜、MoBN膜、MoBCN膜、WO膜、WN膜、WOC膜、WOCN膜、WON膜、MWBN膜、WBCN膜等を形成する場合にも、好適に適用することが可能となる。

[0083] これらの場合、例えば、原料ガスとして、テトラキス(ジメチルアミノ)チタン($Ti[N(CH_3)_2]_4$ 、略称:TDMAT)ガス、テトラキス(エ

チルメチルアミノ) ハフニウム ($\text{Hf} [\text{N} (\text{C}_2\text{H}_5) (\text{CH}_3)]_4$ 、略称: TEMAH) ガス、テトラキス (エチルメチルアミノ) ジルコニウム ($\text{Zr} [\text{N} (\text{C}_2\text{H}_5) (\text{CH}_3)]_4$ 、略称: TEMAZ) ガス、トリメチルアルミニウム ($\text{Al} (\text{CH}_3)_3$ 、略称: TMA) ガス、チタニウムテトラクロライド (TiCl_4) ガス、ハフニウムテトラクロライド (HfCl_4) ガス等を用いることができる。反応ガスとしては、上述の反応ガスを用いることができる。

[0084] すなわち、本開示は、半金属元素を含む半金属系膜や金属元素を含む金属系膜を形成する場合に、好適に適用することができる。これらの成膜処理の処理手順、処理条件は、上述の実施形態や変形例に示す成膜処理と同様な処理手順、処理条件とすることができる。これらの場合においても、上述の実施形態や変形例と同様の効果が得られる。

[0085] 成膜処理に用いられるレシピは、処理内容に応じて個別に用意し、電気通信回線や外部記憶装置 123 を介して記憶装置 121c 内に格納しておくことが好ましい。そして、各種処理を開始する際、CPU 121a が、記憶装置 121c 内に格納された複数のレシピの中から、処理内容に応じて適正なレシピを適宜選択することが好ましい。これにより、1 台の基板処理装置で様々な膜種、組成比、膜質、膜厚の薄膜を汎用的に、かつ、再現性よく形成することができるようになる。また、オペレータの負担を低減でき、操作ミスを回避しつつ、各種処理を迅速に開始できるようになる。

[0086] 上述のレシピは、新たに作成する場合に限らず、例えば、基板処理装置に既にインストールされていた既存のレシピを変更することで用意してもよい。レシピを変更する場合は、変更後のレシピを、電気通信回線や当該レシピを記録した記録媒体を介して、基板処理装置にインストールしてもよい。また、既存の基板処理装置が備える入出力装置 122 を操作し、基板処理装置に既にインストールされていた既存のレシピを直接変更するようにしてもよい。

符号の説明

- [0087] 2 0 0 : ウエハ（基板）
 2 0 1 : 処理室
 2 1 7 : ボート（基板支持具）
 3 0 0 : 外部電極

請求の範囲

- [請求項1] 基板を処理する処理室と、
 複数の前記基板を垂直方向に多段に保持する基板支持具と、
 前記処理室内に設けられ、ガスをプラズマ化するバッファ構造と、
 該バッファ構造が設けられている位置に対応する前記処理室の外側に
 設けられるプラズマを生成する外部電極と、を有するプラズマ生成部
 と、
 を備える基板処理装置。
- [請求項2] 前記バッファ構造は前記ガスを供給するガス供給部を備え、
 前記外部電極は、前記バッファ構造が設けられている位置であって
 、前記ガス供給部を除く位置に設けられる請求項1に記載の基板処理
 装置。
- [請求項3] 前記バッファ構造には、前記ガスをプラズマ化するエリアとしてバ
 ッファ室が設けられる請求項2に記載の基板処理装置。
- [請求項4] 前記バッファ構造には、仕切り板が設けられ、該仕切り板により、
 前記ガス供給部と前記バッファ室に仕切られている請求項3に記載の
 基板処理装置。
- [請求項5] 前記仕切り板には、前記ガス供給部から前記バッファ室へ前記ガス
 を供給するガス供給孔が設けられる請求項4に記載の基板処理装置。
- [請求項6] 前記仕切り板には、前記ガス供給孔が垂直方向に複数設けられる請
 求項5に記載の基板処理装置。
- [請求項7] 前記バッファ構造は、前記処理室の内壁の上部より下部にわたる部
 分に、前記基板の積載方向に沿って設けられ、前記処理室内にプラズ
 マ化された前記ガスを供給するガス供給口が設けられる請求項1に記
 載の基板処理装置。
- [請求項8] 前記ガス供給口は、前記基板の中央に向けて、前記基板の水平方向
 に対して複数設けられる請求項7に記載の基板処理装置。
- [請求項9] 原料ガスを供給する原料ガス供給部と、複数の前記プラズマ生成部

とを備え、

平面視において、複数の前記プラズマ生成部が、前記処理室の中心と前記原料ガス供給部とを通る直線を挟んで配置される請求項 1 に記載の基板処理装置。

[請求項10]

ガスを排気する排気部と、複数の前記プラズマ生成部を備え、

平面視において、複数の前記プラズマ生成部が、前記処理室の中心と前記排気部とを通る直線を挟んで配置される請求項 1 に記載の基板処理装置。

[請求項11]

基板を処理する処理室と、複数の前記基板を垂直方向に多段に保持する基板支持具と、前記処理室内に設けられ、ガスをプラズマ化するバッファ構造と、該バッファ構造が設けられている位置に対応する前記処理室の外側に設けられるプラズマを生成する外部電極と、を有するプラズマ生成部と、を備える基板処理装置の前記処理室に前記基板を搬入する工程と、

前記ガスをプラズマ化する工程と、

前記基板に対して、プラズマ化された前記ガスを供給する工程と、
を有する半導体装置の製造方法。

[請求項12]

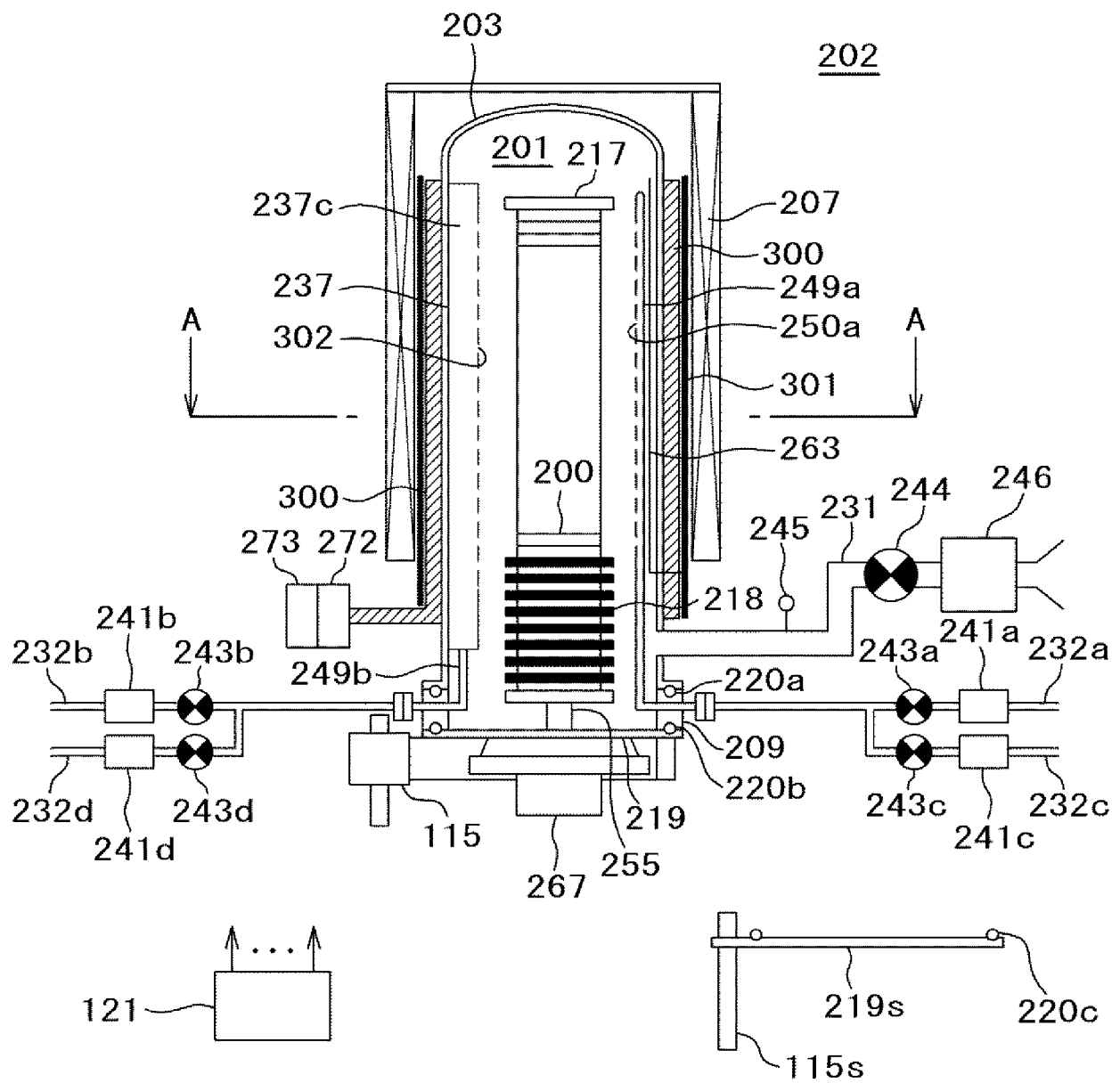
基板を処理する処理室と、複数の前記基板を垂直方向に多段に保持する基板支持具と、前記処理室内に設けられ、ガスをプラズマ化するバッファ構造と、該バッファ構造が設けられている位置に対応する前記処理室の外側に設けられるプラズマを生成する外部電極と、を有するプラズマ生成部と、を備える基板処理装置の前記処理室に前記基板を搬入する手順と、

前記ガスをプラズマ化する手順と、

前記基板に対して、プラズマ化された前記ガスを供給する手順と、
をコンピュータにより前記基板処理装置に実行させるプログラム。

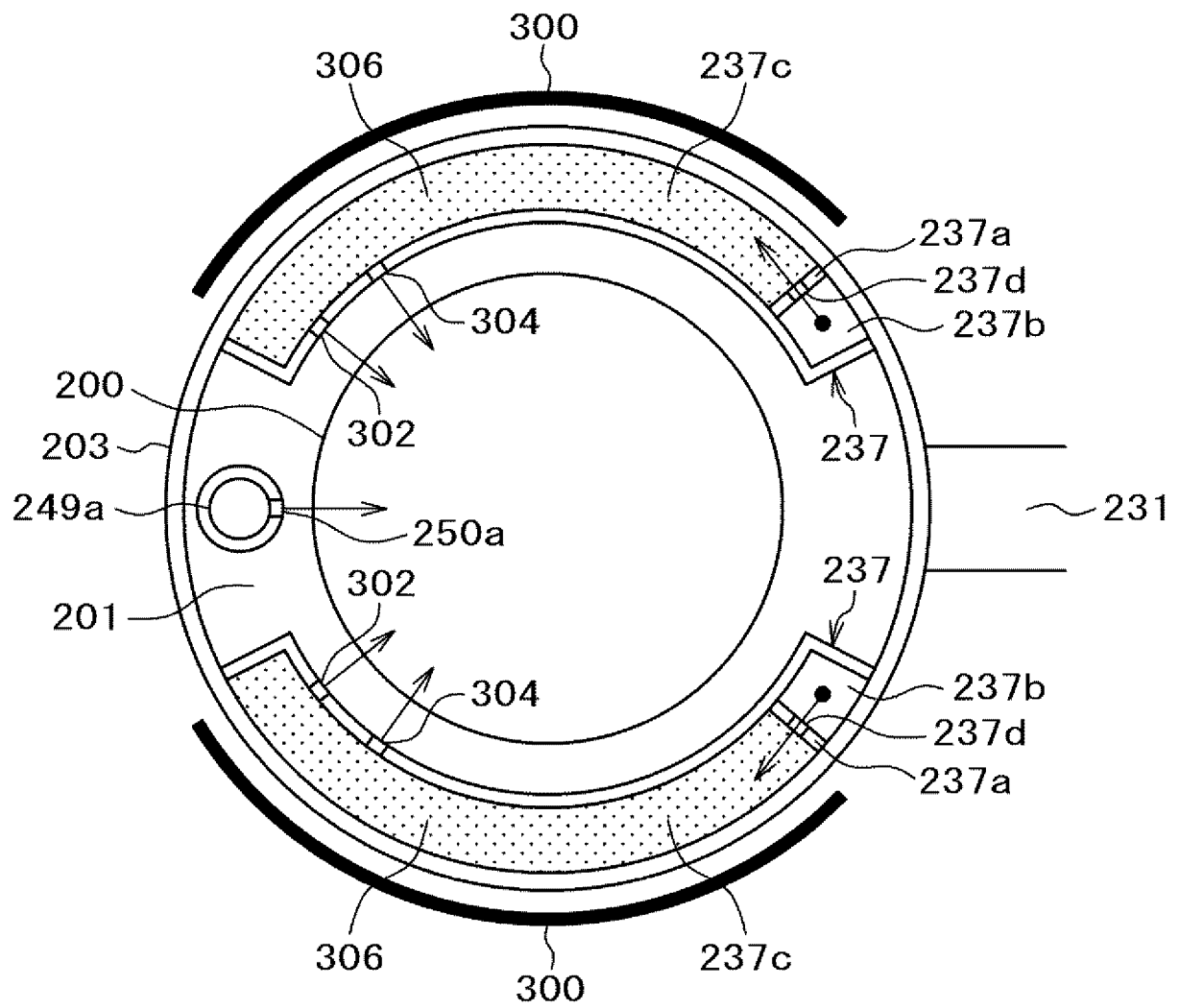
[図1]

図 1



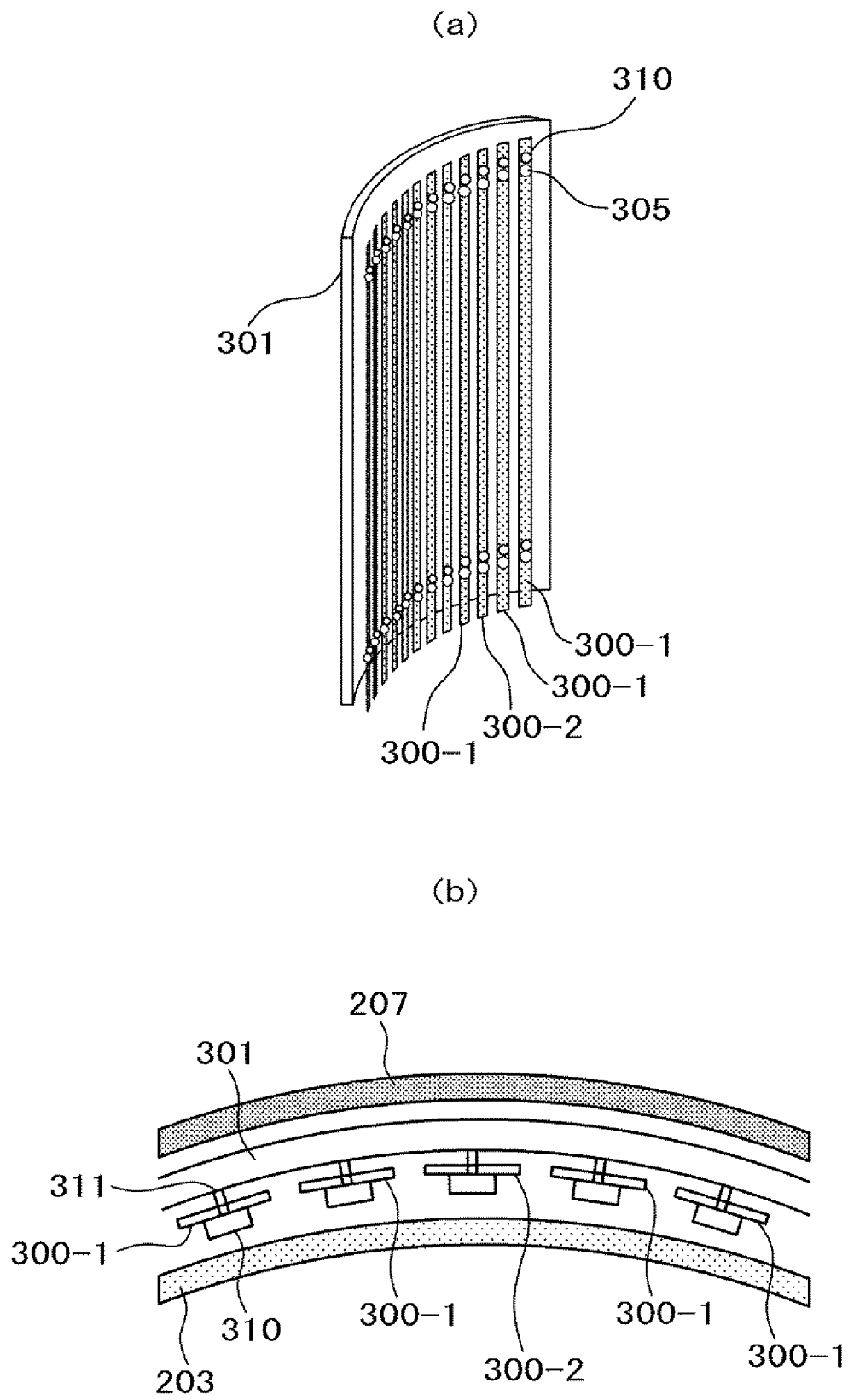
[図2]

図 2



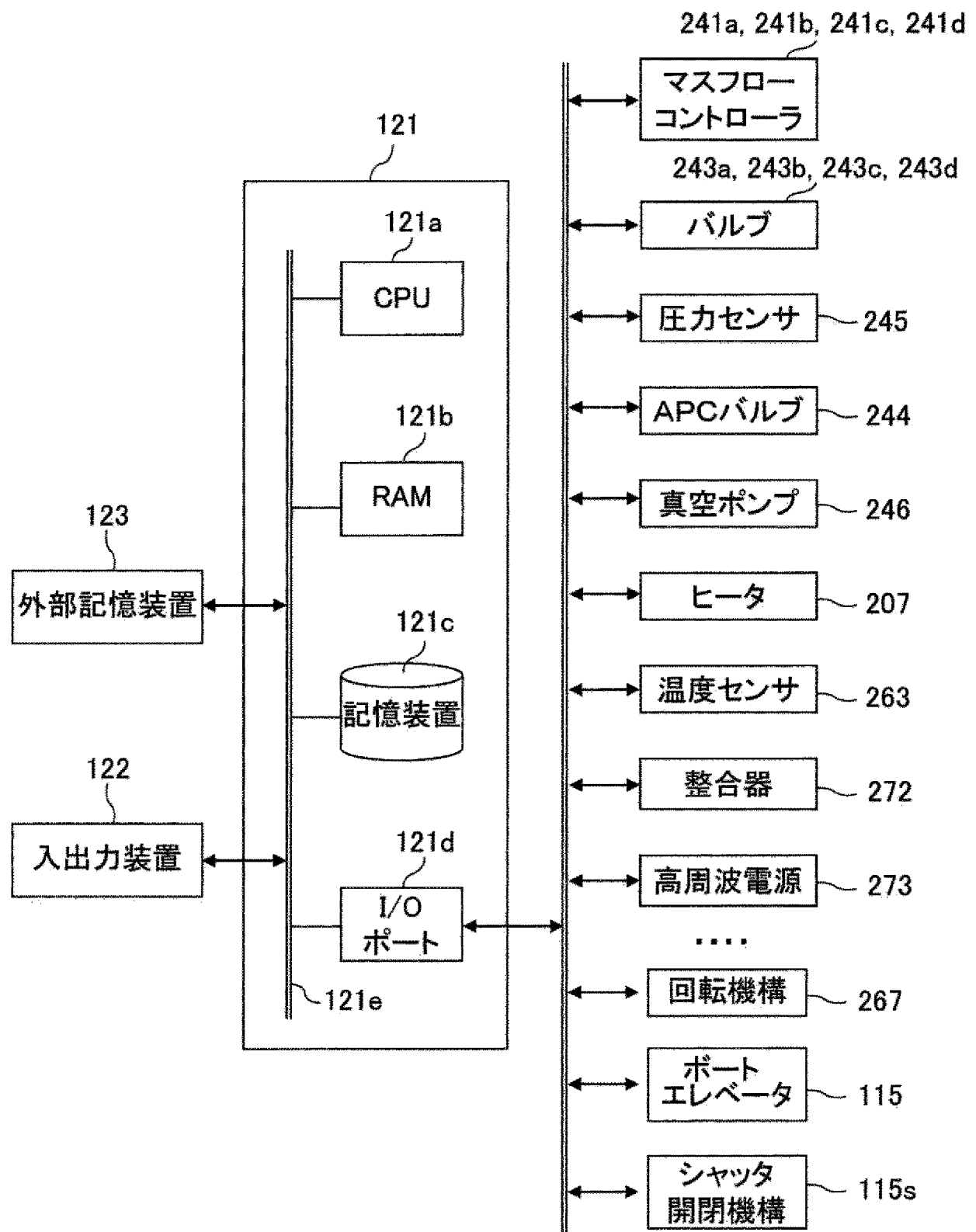
[図3]

図 3



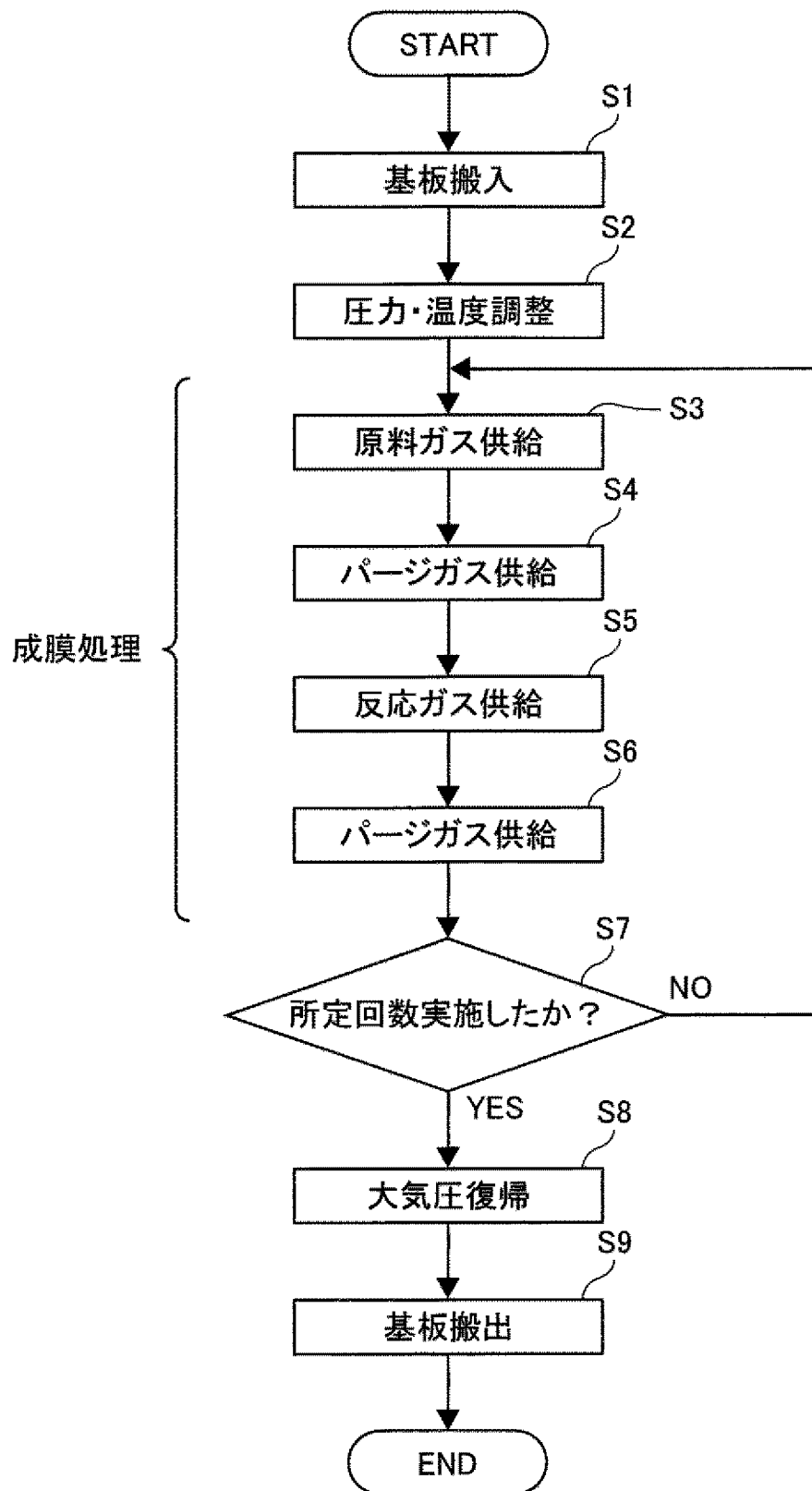
[図4]

図4



[図5]

図5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/009978

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L21/31 (2006.01) i

FI: H01L21/31 C

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)

Int. Cl. H01L21/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	JP 2004-124234 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.)	1-3, 7, 11-12
Y	22 April 2004, paragraphs [0019]-[0076], fig. 2-6, paragraphs [0019]-[0076], fig. 2-6	4-6, 8-10
Y	JP 2003-297818 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.)	4-6
	17 October 2003, paragraphs [0043]-[0056], fig. 5, 6	
Y	JP 2007-258580 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 04 October 2007, paragraph [0033], fig. 1-3	8
Y	JP 2012-094652 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.)	9-10
	17 May 2012, paragraphs [0030]-[0079], fig. 3	

☐ 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
01.04.2020

Date of mailing of the international search report
14.04.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/009978

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2004-124234 A	22.04.2004	(Family: none)	
JP 2003-297818 A	17.10.2003	US 2004/0025786 A1 paragraphs [0136]- [0162], fig. 5, 6 TW 200307998 A CN 1455434 A	
JP 2007-258580 A	04.10.2007	KR 10-2003-0079786 A US 2007/0240644 A1 paragraph [0068], fig. 1-3 KR 10-2007-0096875 A CN 101042992 A TW 200802549 A	
JP 2012-094652 A	17.05.2012	US 2012/0100722 A1 paragraphs [0099]- [0149], fig. 3 TW 201222637 A KR 10-2012-0105339 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/31(2006.01)i FI: H01L21/31 C		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L21/31		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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	JP 2004-124234 A（株式会社日立国際電気）22.04.2004（2004-04-22） [0019]-[0076], 図2-6	1-3, 7, 11-12
Y	[0019]-[0076], 図2-6	4-6, 8-10
Y	JP 2003-297818 A（株式会社日立国際電気）17.10.2003（2003-10-17） [0043]-[0056], 図5-6	4-6
Y	JP 2007-258580 A（東京エレクトロン株式会社）04.10.2007（2007-10-04） [0033], 図1-3	8
Y	JP 2012-094652 A（株式会社日立国際電気）17.05.2012（2012-05-17） [0030]-[0079], 図3	9-10
☐ 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抵触するものではなく、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 01.04.2020		国際調査報告の発送日 14.04.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 鈴木 智之 50 1163 電話番号 03-3581-1101 内線 3559

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/009978

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2004-124234	A	22.04.2004	(ファミリーなし)	
JP	2003-297818	A	17.10.2003	US 2004/0025786 A1	
				[0136]-[0162], 図5-6	
				TW 200307998 A	
				CN 1455434 A	
				KR 10-2003-0079786 A	
JP	2007-258580	A	04.10.2007	US 2007/0240644 A1	
				[0068], 図1-3	
				KR 10-2007-0096875 A	
				CN 101042992 A	
				TW 200802549 A	
JP	2012-094652	A	17.05.2012	US 2012/0100722 A1	
				[0099]-[0149], 図3	
				TW 201222637 A	
				KR 10-2012-0105339 A	