

(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
2023年10月5日(05.10.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/188014 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/285 (2006.01) *C23C 16/455* (2006.01)
C23C 16/08 (2006.01) *H01L 21/28* (2006.01)
C23C 16/34 (2006.01)

(72) 発明者: 小川 有人(OGAWA Arito); 〒9392393

富山県富山市八尾町保内二丁目1番地
株式会社KOKUSAI ELECTRIC
T R I C内 Toyama (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/015579

(22) 国際出願日: 2022年3月29日(29.03.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

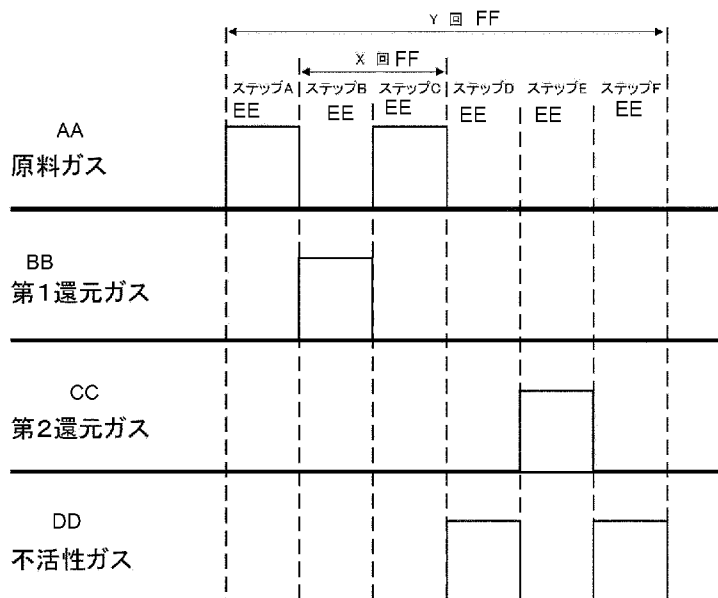
(26) 国際公開の言語: 日本語

(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).

(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, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

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

(54) 発明の名称: 基板処理方法、半導体装置の製造方法、プログラム及び基板処理装置



AA Starting material gas
BB First reducing gas
CC Second reducing gas
DD Inert gas
EE Step
FF times

(57) Abstract: The present technology improves the characteristics of a film that is formed on a substrate. The present technology involves (a) a first step for supplying a starting material gas that includes a first element and a halogen to a substrate, (b) a step for supplying a first reducing gas to the substrate, (c) a step for supplying a second reducing gas to the substrate, (d) a second step for supplying the starting material gas to the substrate, (e) a step for performing (b) and (d) X times without purging, and (f) a step for performing (e) and (c) Y times.

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, SC, 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: 基板上に形成される膜の特性を向上させる。(a) 基板に第1元素とハロゲンを含む原料ガスを供給する第1工程と、(b) 基板に第1還元ガスを供給する工程と、(c) 基板に第2還元ガスを供給する工程と、(d) 基板に原料ガスを供給する第2工程と、を有し、(e) パージを行うことなく、(b) と (d) とをX回行う工程と、(f) (e) と (c) とをY回行う工程と、を有する技術。

明 細 書

発明の名称：

基板処理方法、半導体装置の製造方法、プログラム及び基板処理装置

技術分野

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

背景技術

[0002] 3次元構造を持つ3DNAND型フラッシュメモリやDRAMのワードラインとして例えば低抵抗な金属膜が用いられている。また、この金属膜と絶縁膜との間にバリア膜を形成することがある（例えば特許文献1及び特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-252221号公報
特許文献2：特開2017-069407号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、基板上に形成される膜の特性を向上させることが可能な技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様によれば、
（a）基板に第1元素とハロゲンを含む原料ガスを供給する第1工程と、
（b）基板に第1還元ガスを供給する工程と、（c）基板に第2還元ガスを供給する工程と、（d）基板に原料ガスを供給する第2工程と、を有し、
（e）パージを行うことなく、（b）と（d）とをX回行う工程と、（f）

(e) と (c) とを Y 回行う工程と、を有する技術が提供される。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板上に形成される膜の特性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本開示の一実施形態における基板処理装置の縦型処理炉の概略を示す縦断面図である。

[図2]図 1 における A - A 線概略横断面図である。

[図3]本開示の一実施形態におけ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4]本開示の一実施形態における基板処理シーケンスを示す図である。

[図5]本開示の一実施形態における基板処理シーケンスの変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図 1 ～ 4 を参照しながら説明する。なお、以下の説明において用いられる図面は、いずれも模式的なものであり、図面に示される、各要素の寸法の関係、各要素の比率等は、現実のものとは必ずしも一致していない。また、複数の図面の相互間においても、各要素の寸法の関係、各要素の比率等は必ずしも一致していない。

[0009] (1) 基板処理装置の構成

基板処理装置 10 は、加熱手段（加熱機構、加熱系）としてのヒータ 207 が設けられた処理炉 202 を備える。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。

[0010] ヒータ 207 の内側には、ヒータ 207 と同心円状に処理容器を構成するアウトチューブ 203 が配設されている。アウトチューブ 203 は、例えば石英（ SiO_2 ）、炭化シリコン（ SiC ）など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。アウトチューブ 20

3の下方には、アウトチューブ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）などの金属で構成され、上端及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の上端部と、アウトチューブ203との間には、シール部材としてのリング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、アウトチューブ203は垂直に据え付けられた状態となる。

[0011] アウトチューブ203の内側には、処理容器を構成するインナチューブ204が配設されている。インナチューブ204は、例えば石英（SiO₂）、炭化シリコン（SiC）など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。主に、アウトチューブ203と、インナチューブ204と、マニホールド209とにより処理容器が構成されている。処理容器の筒中空部（インナチューブ204の内側）には処理室201が形成されている。

[0012] 処理室201は、基板としてのウエハ200を後述するボート217によって水平姿勢で鉛直方向に多段に配列した状態で収容可能に構成されている。

[0013] 処理室201内には、ノズル410、420、430がマニホールド209の側壁及びインナチューブ204を貫通するように設けられている。ノズル410、420、430には、ガス供給管310、320、330が、それぞれ接続されている。ただし、本実施形態の処理炉202は上述の形態に限定されない。

[0014] ガス供給管310、320、330には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）312、322、332がそれぞれ設けられている。また、ガス供給管310、320、330には、開閉弁であるバルブ314、324、334がそれぞれ設けられている。また、ガス供給管310のMFC312の下流側であってバルブ314の上流側の、MFC312とバルブ314の間には、ガスを溜める貯留部315

が設けられている。すなわち、ガスを供給する前に、貯留部に所定量のガスを溜めておき、ガス供給時において貯留部に溜めたガスを用いることができるように構成されている。ガス供給管 310, 320, 330 のバルブ 314, 324, 334 の下流側には、不活性ガスを供給するガス供給管 510, 520, 530 がそれぞれ接続されている。ガス供給管 510, 520, 530 には、上流側から順に、流量制御器（流量制御部）である MFC 512, 522, 532 及び開閉弁であるバルブ 514, 524, 534 がそれぞれ設けられている。

[0015] ガス供給管 310, 320, 330 の先端部にはノズル 410, 420, 430 がそれぞれ連結接続されている。ノズル 410, 420, 430 は、L 字型のノズルとして構成されており、その水平部はマニホールド 209 の側壁及びインナチューブ 204 を貫通するように設けられている。ノズル 410, 420, 430 の垂直部は、インナチューブ 204 の径方向外向きに突出し、かつ鉛直方向に延在するように形成されているチャンネル形状（溝形状）の予備室 201a の内部に設けられており、予備室 201a 内にてインナチューブ 204 の内壁に沿って上方（ウエハ 200 の配列方向上方）に向かって設けられている。

[0016] ノズル 410, 420, 430 は、処理室 201 の下部領域から処理室 201 の上部領域まで延在するように設けられており、ウエハ 200 と対向する位置にそれぞれ複数のガス供給孔 410a, 420a, 430a が設けられている。これにより、ノズル 410, 420, 430 のガス供給孔 410a, 420a, 430a からそれぞれウエハ 200 に処理ガスを供給する。このガス供給孔 410a, 420a, 430a は、インナチューブ 204 の下部から上部にわたって複数設けられ、それぞれ同一の開口面積を有し、さらに同一の開口ピッチで設けられている。ただし、ガス供給孔 410a, 420a, 430a は上述の形態に限定されない。例えば、インナチューブ 204 の下部から上部に向かって開口面積を徐々に大きくしてもよい。これにより、ガス供給孔 410a, 420a, 430a から供給されるガスの流量

をより均一化することが可能となる。

[0017] ノズル410、420、430のガス供給孔410a、420a、430aは、後述するポート217の下部から上部までの高さの位置に複数設けられている。そのため、ノズル410、420、430のガス供給孔410a、420a、430aから処理室201内に供給された処理ガスは、ポート217の下部から上部までに収容されたウエハ200の全域に供給される。ノズル410、420、430は、処理室201の下部領域から上部領域まで延在するように設けられていればよいが、ポート217の天井付近まで延在するように設けられていることが好ましい。

[0018] ガス供給管310からは、処理ガスとして、第1元素とハロゲンを含む原料ガスが、MFC312、貯留部315、バルブ314、ノズル410を介して処理室201内に供給される。

[0019] ガス供給管320からは、処理ガスとして、第1還元ガスが、MFC322、バルブ324、ノズル420を介して処理室201内に供給される。

[0020] ガス供給管330からは、処理ガスとして、第2還元ガスが、MFC332、バルブ334、ノズル430を介して処理室201内に供給される。本開示では、第2還元ガスを、原料ガスと反応させる反応ガスとして用いる。

[0021] ガス供給管510、520、530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MFC512、522、532、バルブ514、524、534、ノズル410、420、430を介して処理室201内に供給される。以下、不活性ガスとして N_2 ガスを用いる例について説明するが、不活性ガスとしては、 N_2 ガス以外に、例えば、アルゴン(Ar)ガス、ヘリウム(He)ガス、ネオン(Ne)ガス、キセノン(Xe)ガス等の希ガスを用いてもよい。

[0022] 主に、ガス供給管310、320、330、MFC312、322、332、バルブ314、324、334、ノズル410、420、430により処理ガス供給系が構成されるが、ノズル410、420、430のみを処理ガス供給系と考えてもよい。処理ガス供給系は単にガス供給系と称してもよ

い。ガス供給管 310 から原料ガスを流す場合、主に、ガス供給管 310、MFC 312、貯留部 315、バルブ 314 により原料ガス供給系が構成されるが、ノズル 410 を原料ガス供給系に含めて考えてもよい。また、ガス供給管 320 から第 1 還元ガスを流す場合、主に、ガス供給管 320、MFC 322、バルブ 324 により第 1 還元ガス供給系が構成されるが、ノズル 420 を第 1 還元ガス供給系に含めて考えてもよい。また、ガス供給管 330 から第 2 還元ガスを流す場合、主に、ガス供給管 330、MFC 332、バルブ 334 により第 2 還元ガス供給系が構成されるが、ノズル 430 を第 2 還元ガス供給系に含めて考えてもよい。ガス供給管 330 から反応ガスとして第 2 還元ガスを供給する場合、第 2 還元ガス供給系を反応ガス供給系と称することもできる。また、主に、ガス供給管 510、520、530、MFC 512、522、532、バルブ 514、524、534 により不活性ガス供給系が構成される。

[0023] 本実施形態におけるガス供給の方法は、インナチューブ 204 の内壁と、複数枚のウエハ 200 の端部とで定義される円環状の縦長の空間内の予備室 201a 内に配置したノズル 410、420、430 を経由してガスを搬送している。そして、ノズル 410、420、430 のウエハと対向する位置に設けられた複数のガス供給孔 410a、420a、430a からインナチューブ 204 内にガスを噴出させている。より詳細には、ノズル 410 のガス供給孔 410a、ノズル 420 のガス供給孔 420a、ノズル 430 のガス供給孔 430a により、ウエハ 200 の表面と平行方向に向かって処理ガス等を噴出させている。

[0024] 排気孔（排気口）204a は、インナチューブ 204 の側壁であってノズル 410、420、430 に対向した位置に形成された貫通孔であり、例えば、鉛直方向に細長く開設されたスリット状の貫通孔である。ノズル 410、420、430 のガス供給孔 410a、420a、430a から処理室 201 内に供給され、ウエハ 200 の表面上を流れたガスは、排気孔 204a を介してインナチューブ 204 とアウトチューブ 203 との間に形成された

隙間で構成された排気路206内に流れる。そして、排気路206内へと流れたガスは、排気管231内に流れ、処理炉202外へと排出される。

[0025] 排気孔204aは、複数のウエハ200と対向する位置に設けられており、ガス供給孔410a、420a、430aから処理室201内のウエハ200の近傍に供給されたガスは、水平方向に向かって流れた後、排気孔204aを介して排気路206内へと流れる。排気孔204aはスリット状の貫通孔として構成される場合に限らず、複数個の孔により構成されていてもよい。

[0026] マニホールド209には、処理室201内の雰囲気気を排気する排気管231が設けられている。排気管231には、上流側から順に、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、APC（Auto Pressure Controller）バルブ243、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243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内の真空排気及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。主に、排気孔204a、排気路206、排気管231、APCバルブ243及び圧力センサ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。

[0027] 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の下端に鉛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等の金属で構成され、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Oリング220bが設けられている。シールキャップ219における処理室201の反対側には、ウエハ200を収容するポート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、アウトチューブ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によって鉛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内外に搬入及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及びポート217に収容されたウエハ200を、処理室201内外に搬送する搬送装置（搬送系）として構成されている。

[0028] 基板支持具としてのポート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鉛直方向に間隔を空けて配列させるように構成されている。ポート217は、例えば石英やSiC等の耐熱性材料で構成される。ポート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が水平姿勢で多段（図示せず）に支持されている。この構成により、ヒータ207からの熱がシールキャップ219側に伝わりにくくなっている。ただし、本実施形態は上述の形態に限定されない。例えば、ポート217の下部に断熱板218を設けずに、石英やSiC等の耐熱性材料で構成される筒状の部材として構成された断熱筒を設けてもよい。

[0029] 図2に示すように、インナチューブ204内には温度検出器としての温度センサ263が設置されており、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への通電量を調整することで、処理室201内の温度が所望の温度分布となるように構成されている。温度センサ263は、ノズル410、420、430と同様にL字型に構成されており、インナチューブ204の内壁に沿って設けられている。

[0030] 図3に示すように、制御部（制御手段）であるコントローラ121は、CPU（Central Processing Unit）121a、RAM（Random Access Memory）121b、記憶装置12

1 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。RAM121 b、記憶装置121 c、I/Oポート121 dは、内部バスを介して、CPU121 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。

[0031] 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、後述する半導体装置の製造方法の手順や条件などが記載されたプロセスレシピなどが、読み出し可能に格納されている。プロセスレシピは、後述する半導体装置の製造方法における各工程（各ステップ）をコントローラ121に実行させ、所定の結果を得ることができるよう組み合わせられたものであり、プログラムとして機能する。以下、このプロセスレシピ、制御プログラム等を総称して、単に、プログラムともいう。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、プロセス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、プロセスレシピ及び制御プログラムの組み合わせを含む場合がある。RAM121 bは、CPU121 a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。

[0032] I/Oポート121 dは、上述のMFC312、322、332、512、522、532、バルブ314、324、334、514、524、534、貯留部315、圧力センサ245、APCバルブ243、真空ポンプ246、ヒータ207、温度センサ263、回転機構267、ボートエレベータ115等に接続されている。

[0033] CPU121 aは、記憶装置121 c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121 cからレシピ等を読み出すように構成されている。CPU121 aは、読み出したレシピの内容に沿うように、MFC312、322、332、512、522、532による各種ガスの流量調整動作、バルブ314

、 3 2 4、 3 3 4、 5 1 4、 5 2 4、 5 3 4の開閉動作、貯留部 3 1 5 による原料ガスの貯留動作、A P Cバルブ 2 4 3の開閉動作及びA P Cバルブ 2 4 3による圧力センサ 2 4 5に基づく圧力調整動作、温度センサ 2 6 3に基づくヒータ 2 0 7の温度調整動作、真空ポンプ 2 4 6の起動及び停止、回転機構 2 6 7によるポート 2 1 7の回転及び回転速度調節動作、ポートエレベータ 1 1 5によるポート 2 1 7の昇降動作、ポート 2 1 7へのウエハ 2 0 0の収容動作等を制御することが可能なように構成されている。

[0034] コントローラ 1 2 1は、外部記憶装置（例えば、磁気テープ、フレキシブルディスクやハードディスク等の磁気ディスク、C DやD V D等の光ディスク、M O等の光磁気ディスク、U S Bメモリやメモリカード等の半導体メモリ） 1 2 3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 1 2 1 cや外部記憶装置 1 2 3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は、記憶装置 1 2 1 c単体のみを含む場合、外部記憶装置 1 2 3単体のみを含む場合、または、その両方を含む場合がある。コンピュータへのプログラムの提供は、外部記憶装置 1 2 3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。

[0035] （２）基板処理工程

半導体装置（デバイス）の製造工程の一工程として、ウエハ 2 0 0に対して第 1 元素を含む膜を形成する工程の一例について、図 4 を用いて説明する。本工程は、上述した基板処理装置 1 0の処理炉 2 0 2を用いて実行される。以下の説明において、基板処理装置 1 0を構成する各部の動作はコントローラ 1 2 1により制御される。

[0036] 本実施形態による基板処理工程（半導体装置の製造工程）では、

（a）ウエハ 2 0 0に第 1 元素とハロゲンを含む原料ガスを供給する第 1 工程と、

（b）ウエハ 2 0 0に第 1 還元ガスを供給する工程と、

- (c) ウエハ200に第2還元ガスを供給する工程と、
- (d) ウエハ200に原料ガスを供給する第2工程と、を有し、
- (e) パージを行うことなく、(b)と(d)とをX回行う工程と、
- (f) (e)と(c)とをY回行うことにより、ウエハ200に対して、第1元素を含む膜を形成する工程を有する。

[0037] 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等との積層体」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や膜等の表面」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。

[0038] (ウエハ搬入)

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、図1に示されているように、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内に搬入(ポートロード)され、処理容器内に収容される。この状態で、シールキャップ219はリング220を介してアウトチューブ203の下端開口を閉塞した状態となる。

[0039] (圧力調整および温度調整)

処理室201内、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243がフィードバック制御される(圧力調整)。真空ポンプ246は、少なくともウエハ200に対する処理が完了するまでの間は常時作動させた状態を維持する。また、処理室201内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への通電量がフィードバック制御される（温度調整）。ヒータ207による処理室201内の加熱は、少なくともウエハ200に対する処理が完了するまでの間は継続して行われる。

[0040] （原料ガス供給（第1工程）、ステップA）

バルブ314を開き、ガス供給管310内に原料ガスを流す。MFC312により流量調整されて貯留部315に貯留された原料ガスが、ノズル410のガス供給孔410aから処理室201内に供給され、排気管231から排気される。このとき同時にバルブ514を開き、ガス供給管510内にN₂ガス等の不活性ガスを流す。また、ノズル420, 430内への原料ガスの侵入を防止するために、バルブ524, 534を開き、ガス供給管520, 530内に不活性ガスを流す。なお、本ステップにおいては、貯留部315に溜めないで（貯留時間ゼロで）そのまま原料ガスを処理室201内に供給するようにしてもよい。

[0041] このときAPCバルブ243を調整して、処理室201内の圧力を、例えば1～3990Paの範囲内の圧力とする。MFC312で制御する原料ガスの供給流量は、例えば0.01～3slmの範囲内の流量とする。MFC512, 522, 532で制御する不活性ガスの供給流量は、それぞれ例えば0.1～30slmの範囲内の流量とする。以下において、ヒータ207の温度は、ウエハ200の温度が、例えば300～600℃の範囲内の温度となるような温度に設定して行う。なお、本開示における「1～3990Pa」のような数値範囲の表記は、下限値および上限値がその範囲に含まれることを意味する。よって、例えば、「1～3990Pa」とは「1Pa以上3990Pa以下」を意味する。他の数値範囲についても同様である。

[0042] このとき、ウエハ200に対して原料ガスと不活性ガスが供給されることとなる。原料ガスとしては、第1元素とハロゲンを含むガスである、例えばチタン（Ti）と塩素（Cl）を含むガスである四塩化チタン（TiCl₄）ガスを用いることができる。原料ガスとして、TiCl₄ガスを用いた場合、TiCl₄ガスの供給により、ウエハ200（表面の下地膜）上に、TiCl

x (X は Ti の場合、例えば、4以下の整数)が吸着し、 Ti 含有層が形成される。

[0043] (第1還元ガスの供給、ステップB)

原料ガスの供給を開始してから所定時間経過後に、バルブ314を閉じるとともに、バルブ324を開き、ガス供給管320内に、第1還元ガスの供給を開始する。つまり、原料ガスの供給を停止した後に、第1還元ガスの供給を開始する。第1還元ガスは、MFC322により流量調整され、ノズル420のガス供給孔420aから処理室201内に供給され、排気管231から排気される。なお、このとき同時にバルブ514, 524を開き、ガス供給管510, 520内に不活性ガスを流す。また、ノズル430内への原料ガス、第1還元ガスの侵入を防止するために、バルブ534を開き、ガス供給管530内に不活性ガスを流す。

[0044] このときAPCバルブ243を調整して、処理室201内の圧力を、例えば1〜3990Paの範囲内の圧力とする。MFC322で制御する第1還元ガスの供給流量は、例えば0.1〜5slmの範囲内の流量とする。MFC512, 522, 532で制御する不活性ガスの供給流量は、それぞれ例えば0.1〜30slmの範囲内の流量とする。

[0045] このとき、ウエハ200に対して第1還元ガスと不活性ガスが供給されることとなる。第1還元ガスとしては、例えばシリコン(Si)と水素(H)を含むガスであるシラン(SiH_4)ガスを用いることができる。

[0046] 第1還元ガスの供給により、反応副生成物であり、吸着阻害物である例えば塩化水素(HCl)が除去され、 HCl が吸着していた吸着サイトが空いて、ウエハ200表面に、 $TiCl_x$ が吸着可能な吸着サイトを形成することができる。吸着阻害物が HCl の様なハロゲン化物で、第1還元ガスが、 SiH_4 の様なシラン系化合物の場合、 HCl と SiH_4 とが反応し、 $SiCl_4$ と H_2 とが生成され、排気される。

[0047] なお、原料ガスの供給(ステップA)後にパージを行うことなく、この第1還元ガスの供給(ステップB)を行うことが好ましい。原料ガスの供給の後

にパージを行うことなく、第1還元ガスを供給することで、原料ガスの供給により生成した反応副生成物がウエハ200に吸着する量を低減することができる。

[0048] (原料ガス供給(第2工程)、ステップC)

第1還元ガスの供給を開始してから所定時間経過後に、バルブ324を閉じ、第1還元ガスの供給を停止するとともにバルブ314を開き、原料ガスの供給を開始する。言い換えれば、第1還元ガスの供給を停止してすぐに、パージしないで原料ガスの供給を開始する。MFC312により流量調整されて貯留部315に貯留された原料ガスは、ノズル410のガス供給孔410aから処理室201内に供給され、排気管231から排気される。すなわち、本ステップの前に貯留部315に原料ガスを溜めて貯留しておき、本ステップでは、貯留部315に貯留した原料ガスを処理室201内に供給しても良い。なお、このとき同時にバルブ514を開き、ガス供給管510内に不活性ガスを流す。また、ノズル420, 430内への原料ガスの侵入を防止するために、バルブ524, 534を開き、ガス供給管520, 530内に不活性ガスを流す。ここで、パージとは、少なくとも、ウエハ200上に存在するガスを低減(除去)することを意味する。ガスの除去は、例えば、処理室201内の雰囲気(未反応のガス、副生成物、等)を排気することで行われる。また、処理室201内に、不活性ガスを供給することにより、処理室201内に存在するガスを押し出すことによって行われても良い。また、この様な排気と、不活性ガスの押し出しを組み合わせても良い。

[0049] このときAPCバルブ243を調整して、処理室201内の圧力を、例えば1~3990Paの範囲内の圧力とする。MFC312で制御する原料ガスの供給流量は、例えば0.01~3slmの範囲内の流量とする。MFC512, 522, 532で制御する不活性ガスの供給流量は、それぞれ例えば0.1~30slmの範囲内の流量とする。このとき原料ガスをウエハ200に対して供給する時間は、例えば0.01~20秒の範囲内の時間とする。

- [0050] このとき、ウエハ200に対して上述した第1工程の原料ガスと同じ原料ガスと不活性ガスが供給されることとなる。ステップBの後、パージした場合、処理室201内が真空排気され、処理室201内を高圧に戻すのに時間がかかり、生産性が低下する。本ステップのように、ステップBの後、パージしないで本ステップにおける原料ガス供給を開始することにより、ステップA～Bにおける状態と同じ高圧状態に処理室201内を保持して本ステップを開始することが可能となり、生産性が向上される。
- [0051] ステップCの原料ガスの供給により、ウエハ200表面であって、原料ガスに含まれる第1元素の吸着可能な吸着サイトに、第1元素を含むガスが吸着する。
- [0052] なお、ステップC（第2工程）における原料ガスの供給量は、ステップA（第1工程）における原料ガスの供給量と異なる。具体的には、ステップCにおける原料ガスの供給時間は、ステップAにおける原料ガスの供給時間以下とする。また、ステップCにおける原料ガスの供給流量は、ステップAにおける原料ガスの供給流量以下とすることが好ましい。ここで、供給量は、例えば、供給時間と供給流量の積である。それ故、供給量の調整は、供給時間と供給流量の少なくともいずれかで行われる。好ましくは、供給時間で供給量の調整が行われる。供給時間を短くすることで、基板処理時間を短縮させることができるためである。
- [0053] なお、ステップBの後は、パージを行うこと無く、ステップCを行うことが好ましい。ステップBの後にパージした場合、次の原料ガス供給（ステップC）までに時間を要し、処理室201内に残留する SiCl_x や HCl 等の反応副生成物がウエハ200上に再付着する場合がある。本ステップのように、ステップBの後、パージしないで本ステップにおける原料ガス供給を開始することにより、 SiCl_x や HCl 等の反応副生成物がウエハ200上に再付着する前に TiCl_x をウエハ200上に吸着させることが可能となる。ここで、 x は、例えば、整数である。なお、ステップBとステップCとを繰り返し行う場合に、ステップCの後はパージを行うこと無く、ステップBが

行われる。

[0054] (X回数実施)

上述したステップBとステップCを順に行うサイクルを所定回数(X回、Xは1以上の自然数)、1回以上実行することにより、ウエハ200上に、所定の厚さの第1元素を含む層を形成する。すなわち、ステップBとステップCとをX回行う工程を、ステップAの後に行われる。ここで、第1元素を含む層とは、原料ガスに含まれる第1元素とハロゲンを含む層である。ステップBを行うことにより、ステップAとステップCの少なくとも1つ以上で生成される反応副生成物を除去し吸着可能なサイトを形成し、ステップCで、ステップBで生成された吸着可能なサイトに原料ガスに含まれる第1元素を含みリガンドを吸着させることができる。

[0055] なお、Xが2以上の数である場合に、ステップCを行った回数に応じて、ステップCにおける原料ガスの供給時間を短くしても良い。ステップCを1回行う毎に、ステップCの原料ガスの供給時間を短くしても良いし、ステップCを複数回行う毎にステップCの原料ガスの供給時間を短くしても良い。ステップBにより空いた吸着可能なサイトは、ステップBの後のステップCにより、少なくなっていくため、ステップCを行う回数に応じて、ステップCにおける原料ガスの供給時間を短くすることで、吸着可能なサイトに応じた原料ガスの供給を行うことができる。即ち、原料ガスをウエハ200に均一に吸着させつつ、原料ガスの消費量や、基板処理時間を短縮させることができる。言い換えると、ステップCは、ウエハ200表面に対する原料ガスの吸着量が飽和した状態に近付ける工程である。それ故、Xが2以上の複数回の場合、後に行われるステップCは、飽和状態に近い状態で原料ガスが供給されることとなるためウエハ200に供給される原料ガスの大部分は、層の形成に寄与する事無く、排気されてしまうことになる。このように供給量を調整することにより、原料ガスの消費量の最適化を行うことが可能となる。更に、言い換えると、ステップBとステップCの繰り返しは、本来、飽和特性を示さない原料ガスで、飽和特性を得る工程と言える。ここで、飽和特

性とは、例えば、供給時間に対するサイクル毎の膜厚の特性であり、供給時間が有る程度増えると、サイクル毎の膜厚が所定の値から増加しないことを意味する。ここで飽和特性が得られないとは、この所定の値が、理論値をよりも小さいことと、所定の値から増加し続ける特性の少なくとも一つ以上を意味する。また、理論値とは、例えば、膜を構成する材料の1分子辺りの格子距離である。

[0056] (ページ、ステップD)

第2工程における原料ガスの供給を開始してから所定時間経過後に、バルブ314を閉じ、原料ガスの供給を停止する。このとき、排気管231のAPCバルブ243は開いたままとして、真空ポンプ246により処理室201内を真空排気し、ウエハ200上から残留ガスを除去して、処理室201内に残留する未反応の原料ガスや第1還元ガスや反応副生成物を処理室201内から排除する。このとき、バルブ514, 524, 534を開き、ページガスとしての不活性ガスを処理室201内へ供給する。不活性ガスはページガスとして作用し、ウエハ200上から残留ガスを除去して、処理室201内に残留する未反応の原料ガスや第1還元ガスや反応副生成物等を処理室201内から排除する効果を高めることができる。MFC512, 522, 532で制御する不活性ガスの供給流量は、それぞれ例えば0.1~30slmとする。

[0057] (第2還元ガス供給、ステップE)

ページを開始してから所定時間経過後に、バルブ334を開き、ガス供給管330内に、第2還元ガスを流す。第2還元ガスは、MFC332により流量調整され、ノズル430のガス供給孔430aから処理室201内に供給され、排気管231から排気される。なお、このとき同時にバルブ534を開き、ガス供給管530内に不活性ガスを流す。また、ノズル410, 420内への第2還元ガスの侵入を防止するために、バルブ514, 524を開き、ガス供給管510, 520内に不活性ガスを流す。

[0058] このときAPCバルブ243を調整して、処理室201内の圧力を、例え

ば1～3990Paの範囲内の圧力とする。MFC332で制御する第2還元ガスの供給流量は、例えば0.1～30slmの範囲内の流量とする。MFC512, 522, 532で制御する不活性ガスの供給流量は、それぞれ例えば0.1～30slmの範囲内の流量とする。第2還元ガスをウエハ200に対して供給する時間は、例えば0.01～30秒の範囲内の時間とする。

[0059] このとき、ウエハに対して第2還元ガスと不活性ガスが供給されることとなる。ここで、第2還元ガスとしては、例えばアンモニア（ NH_3 ）ガスを用いることができる。第2還元ガスとして、 NH_3 ガスを用いた場合、ウエハ200上に形成されたTi含有層の少なくとも一部と置換反応する。置換反応の際には、Ti含有層に含まれるTiと NH_3 ガスに含まれるNとが結合して、ウエハ200上にTiN層が形成される。具体的には、ウエハ200上に吸着した TiCl_x と NH_3 が反応することにより、表面に酸化膜が形成されたウエハ200上にTiN膜が形成され、TiN膜の被覆率を向上させることができる。また、置換反応の際には、 HCl 、塩化アンモニウム（ NH_4Cl ）、 H_2 等の反応副生成物が生じる。

[0060] （ページ、ステップF）

第2還元ガスの供給を開始してから所定時間経過後に、バルブ334を閉じて、第2還元ガスの供給を停止する。このとき、排気管231のAPCバルブ243は開いたままとして、真空ポンプ246により処理室201内を真空排気し、ウエハ200上から残留ガスを除去して、処理室201内に残留する未反応もしくは膜の形成に寄与した後の第2還元ガスや反応副生成物を処理室201内から排除する。このとき、バルブ514, 524, 534を開き、パージガスとしての不活性ガスを処理室201内へ供給する。不活性ガスはパージガスとして作用し、ウエハ200上から残留ガスを除去して、処理室201内に残留する未反応の第2還元ガスや上述の反応副生成物等を処理室201内から排除する効果を高めることができる。MFC512, 522, 532で制御する不活性ガスの供給流量は、それぞれ例えば0.1

～30s/mとする。

[0061] (Y回数実施)

上述したステップA～ステップFを順に行うサイクルを所定回数(Y回、Yは1以上の自然数)、1回以上実行することにより、ウエハ200上に、所定の厚さの第1元素を含む膜を形成する。ここでは、例えば窒化チタン(TiN)膜が形成される。

[0062] (アフターパージおよび大気圧復帰)

ガス供給管510～530のそれぞれから不活性ガスを処理室201内へ供給し、排気管231から排気する。不活性ガスはパージガスとして作用し、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内に残留するガスや反応副生成物が処理室201内から除去される(アフターパージ)。その後、処理室201内の雰囲気の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(大気圧復帰)。

[0063] (ウエハ搬出)

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、アウトチューブ203の下端が開口される。そして、処理済ウエハ200がボート217に支持された状態でアウトチューブ203の下端からアウトチューブ203の外部に搬出(ボートアンロード)される。その後、処理済のウエハ200は、ボート217より取り出される(ウエハディスチャージ)。

[0064] (3) 本実施形態による効果

本実施形態によれば、主に、以下に示す1つまたは複数の効果を得ることができる。

(a) 膜の被覆率を向上させることができる。

(b) 膜の連続性を向上させることができる。ここで、連続性とは、膜の材料の結晶が連なっていること、結晶の間隔が小さいこと等を意味する。

(c) 基板上に形成される膜の特性を向上させることができる。

(d) ステップBとステップCとをX回数行うことにより、ウエハ200へ

の原料ガスの吸着量を増やすことができる。

(d) ステップBとステップCとをX回数行うことにより、ウエハ200に飽和吸着しない原料ガスであっても、飽和吸着状態に近付けることができる。

[0065] (4) 他の実施形態

以上、本開示の実施形態を具体的に説明した。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。

[0066] 例えば、図5に示す基板処理シーケンスがある。この基板処理シーケンスでは、上述したステップAの原料ガスの供給途中で、バルブ324を開き、第1還元ガス供給を開始する。すなわち、ステップA（第1工程）を終了する前に、第1還元ガスを供給する。この場合であっても、上述と同様の効果であって、 $TiCl_x$ の被覆率を向上させ、 Ti 含有膜の連続性を向上させ、溝内に形成する膜のステップカバレッジ性能を改善することができる。さらには、ステップAの間に生成される反応副生成物をステップAから除去することが可能となる。

[0067] また、上記実施形態では、第1還元ガス供給後にパージしないで第2工程における原料ガス供給を行う場合について説明したが、本開示はこれに限定されるものではなく、第1還元ガス供給後に短時間でパージした後、第2工程における原料ガス供給を行っても良い。

[0068] また、上記実施形態では、原料ガスとして、第1元素とハロゲンを含むガスとして例えば Ti と Cl を含む $TiCl_4$ ガスを用いる場合を用いて説明したが、本開示はこれに限定されるものではなく、他の金属元素、遷移金属元素、第14族元素の少なくとも1つ以上と、ハロゲンを含むガスを用いる場合にも、好適に適用できる。

[0069] 第14族元素は、例えば、シリコン(Si)やゲルマニウム(Ge)である。 Si である場合には、 Si およびハロゲンを含むガス、すなわち、ハロシランガスを用いることができる。ハロゲンには、塩素(Cl)、フッ素(F)

F)、臭素(Br)、ヨウ素(I)等が含まれる。ハロシランガスとしては、例えば、SiおよびClを含むクロロシランガスを用いることができる。

[0070] 具体的には、原料ガスとしては、例えば、モノクロロシラン(SiH_3Cl 、略称:MCS)ガス、ジクロロシラン(SiH_2Cl_2 、略称:DCS)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)ガス等のクロロシランガスを用いることができる。原料ガスとしては、これらのうち1以上を用いることができる。

[0071] また、他の金属元素(遷移元素を含む)としては、ハフニウム(Hf)、ジルコニウム(Zr)、アルミニウム(Al)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、等がある。これら金属元素の少なくとも1つ以上と、ハロゲンを含むガスを用いる場合にも好適に適用できる。

[0072] この様なガスとしては、例えば、四塩化ハフニウム(HfCl_4)ガス、四塩化ジルコニウム(ZrCl_4)ガス、三塩化アルミニウム(AlCl_3)ガス、二塩化二酸化モリブデン(MoO_2Cl_2)ガス、六フッ化タングステン(WF_6)ガス、等のガスを用いることができる。

[0073] また、上記実施形態では、第1還元ガスとして、 SiH_4 ガスを用いる場合を用いて説明したが、本開示はこれに限定されるものではなく、第1還元ガスとして、水素(H)を含むガスで有れば良く、例えば、ジシラン(Si_2H_6)、トリシラン(Si_3H_8)等のシラン系ガス、モノボラン(BH_3)、ジボラン(B_2H_6)、等のボラン系ガスを用いる場合にも、好適に適用できる。

[0074] また、上記実施形態では、第2還元ガスとして、 NH_3 ガスを用いる場合を用いて説明したが、本開示はこれに限定されるものではなく、第2還元ガスとして、水素(H)を含むガスで有れば良く、例えば、ジアゼン(N_2H_2)、トリアゼン(N_3H_3)、ヒドラジン(N_2H_4)等の窒素含有ガスを用いる場合にも、好適に適用できる。

[0075] また、上述の実施の形態では、一度に複数枚の基板を処理するバッチ式の縦型装置である基板処理装置を用いて成膜する例について説明したが、本開示はこれに限定されず、一度に1枚または数枚の基板を処理する枚葉式の基板処理装置を用いて成膜する場合にも、好適に適用できる。

[0076] これらの各種薄膜の形成に用いられるプロセスレシピ（処理手順や処理条件等が記載されたプログラム）は、基板処理の内容（形成する薄膜の膜種、組成比、膜質、膜厚、処理手順、処理条件等）に応じて、それぞれ個別に用意する（複数用意する）ことが好ましい。そして、基板処理を開始する際、基板処理の内容に応じて、複数のプロセスレシピの中から、適正なプロセスレシピを適宜選択することが好ましい。具体的には、基板処理の内容に応じて個別に用意された複数のプロセスレシピを、電気通信回線や当該プロセスレシピを記録した記録媒体（外部記憶装置123）を介して、基板処理装置が備える記憶装置121c内に予め格納（インストール）しておくことが好ましい。そして、基板処理を開始する際、基板処理装置が備えるCPU121aが、記憶装置121c内に格納された複数のプロセスレシピの中から、基板処理の内容に応じて、適正なプロセスレシピを適宜選択することが好ましい。このように構成することで、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、再現性よく形成できるようになる。また、オペレータの操作負担（処理手順や処理条件等の入力負担等）を低減でき、操作ミス回避しつつ、基板処理を迅速に開始できるようになる。

[0077] また、本開示は、例えば、既存の基板処理装置のプロセスレシピを変更することでも実現できる。プロセスレシピを変更する場合は、本開示に係るプロセスレシピを電気通信回線や当該プロセスレシピを記録した記録媒体を介して既存の基板処理装置にインストールしたり、また、既存の基板処理装置の入出力装置を操作し、そのプロセスレシピ自体を本開示に係るプロセスレシピに変更したりすることも可能である。

[0078] また、本開示は、例えば、3次元構造を持つNAND型フラッシュメモリやDRAM等のワードライン部分に用いることができる。

[0079] 以上、本開示の種々の典型的な実施形態を説明してきたが、本開示はそれらの実施形態に限定されず、適宜組み合わせて用いることもできる。

符号の説明

[0080] 1 0 基板処理装置 1 2 1 コントローラ 2 0 0 ウエハ（基板） 2 0 1
処理室

請求の範囲

- [請求項1] (a) 基板に第1元素とハロゲンを含む原料ガスを供給する第1工程と、
 (b) 前記基板に第1還元ガスを供給する工程と、
 (c) 前記基板に第2還元ガスを供給する工程と、
 (d) 前記基板に前記原料ガスを供給する第2工程と、
 を有し、
 (e) パージを行うことなく、(b)と(d)とをX回行う工程と、
 、
 (f) (e)と(c)とをY回行う工程と、
 を有する基板処理方法。
- [請求項2] (e)は、(a)の後に行われる
 請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項3] (b2) (e)の前であって、(a)の間に、前記第1還元ガスを供給する工程と、
 を有する請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項4] (e)では(b)の後に(d)を行う
 請求項1～3のいずれか一項に記載の基板処理方法。
- [請求項5] (a)の後、パージを行うことなく、(b)が行われる
 請求項1～4のいずれか一項に記載の基板処理方法。
- [請求項6] (a)と(d)とで、前記原料ガスの供給量を異ならせる
 請求項1～5のいずれか一項に記載の基板処理方法。
- [請求項7] (d)の前記原料ガスの供給時間は、(a)の前記原料ガスの供給時間以下とする
 請求項1～6のいずれか一項に記載の基板処理方法。
- [請求項8] (d)の前記原料ガスの供給流量は、(a)の前記原料ガスの供給流量以下とする
 請求項1～7のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項9] (e)において、(d)を行った回数に応じて、(d)における前記原料ガスの供給時間を短くする

請求項1～8のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項10] (a) 基板に第1元素とハロゲンを含む原料ガスを供給する第1工程と、

(b) 前記基板に第1還元ガスを供給する工程と、

(c) 前記基板に第2還元ガスを供給する工程と、

(d) 前記基板に前記原料ガスを供給する第2工程と、

を有し、

(e) パージを行うことなく、(b)と(d)とをX回行う工程と

、

(f) (e)と(c)とをY回行う工程と、

を有する半導体装置の製造方法。

[請求項11] (a) 基板に第1元素とハロゲンを含む原料ガスを供給させる第1手順と、

(b) 前記基板に第1還元ガスを供給させる手順と、

(c) 前記基板に第2還元ガスを供給させる手順と、

(d) 前記基板に前記原料ガスを供給させる第2手順と、

を有し、

(e) パージを行うことなく、(b)と(d)とをX回行わせる手順と、

(f) (e)と(c)とをY回行わせる手順と、

をコンピュータによって基板処理装置に実行させるプログラム。

[請求項12] 基板を収容する処理容器と、

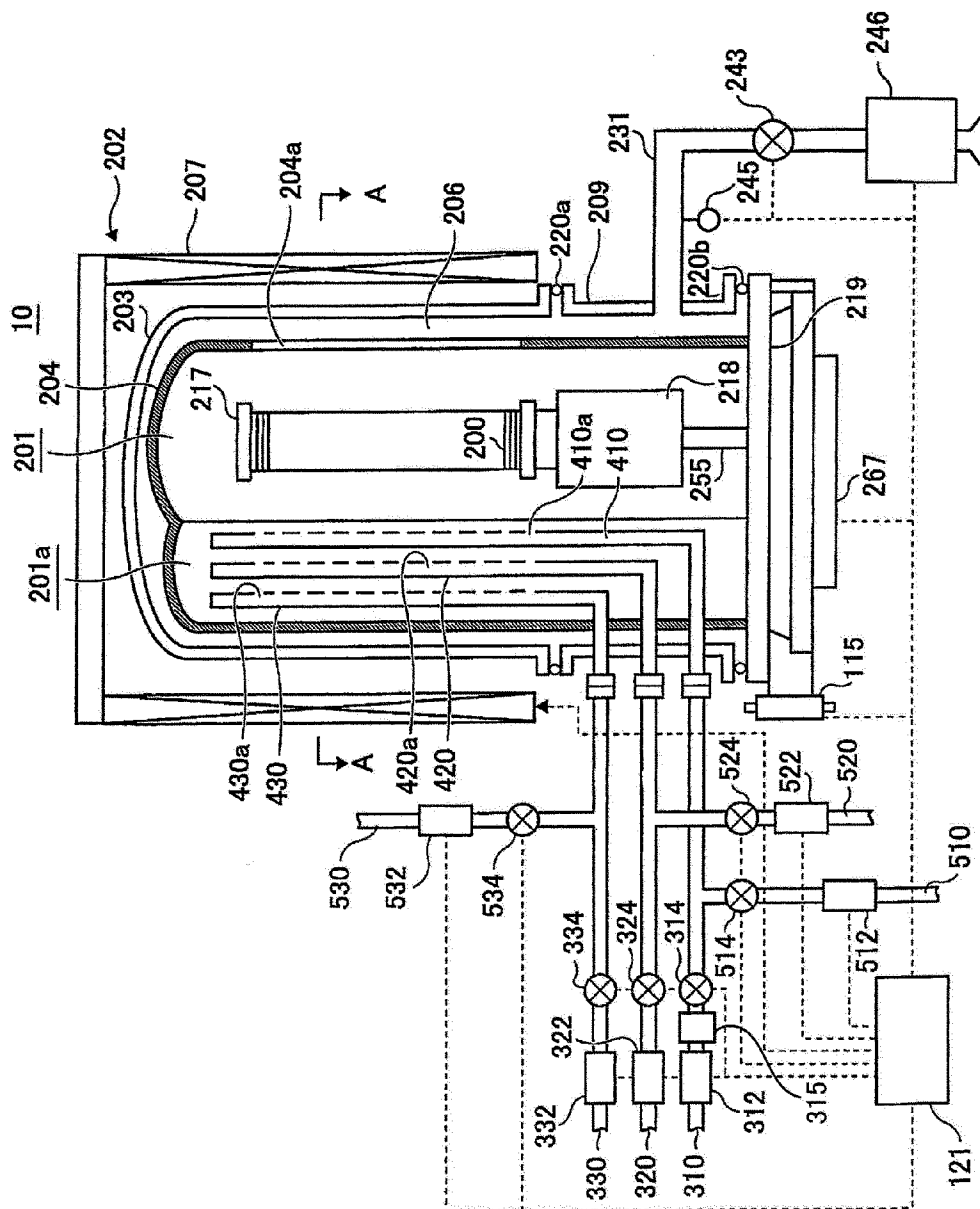
前記基板に第1元素とハロゲンを含む原料ガスを供給する第1ガス供給系と、

前記基板に第1還元ガスを供給する第2ガス供給系と、

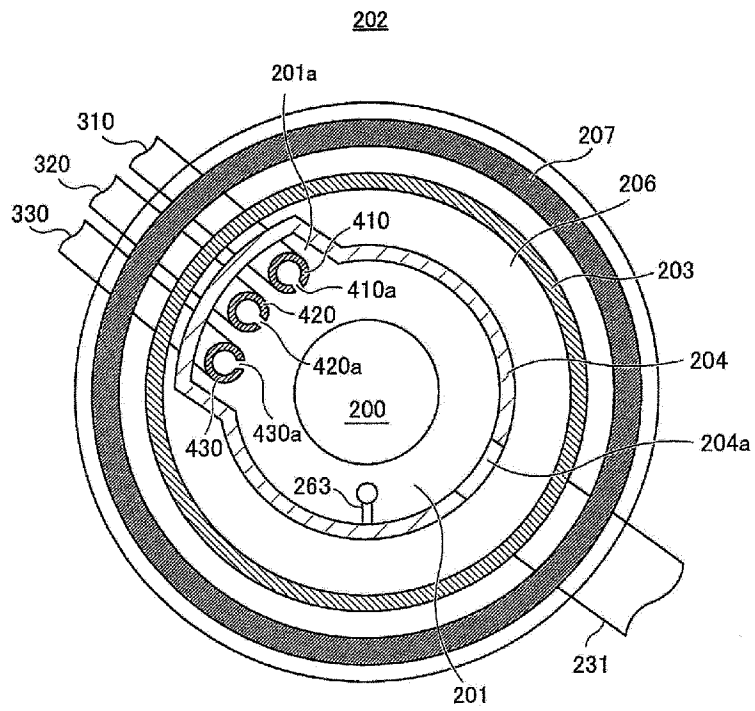
前記基板に第2還元ガスを供給する第3ガス供給系と、

- (a) 基板に第1元素とハロゲンを含む原料ガスを供給する第1処理と、
- (b) 前記基板に第1還元ガスを供給する処理と、
- (c) 前記基板に第2還元ガスを供給する処理と、
- (d) 前記基板に前記原料ガスを供給する第2処理と、
- を有し、
- (e) パージを行うことなく、(b)と(d)とをX回行う処理と、
- 、
- (f) (e)と(c)とをY回行う処理と、
- を実行させる様に前記第1ガス供給系と前記第2ガス供給系と前記第3ガス供給系とを制御することが可能な制御部と、
- を有する基板処理装置。

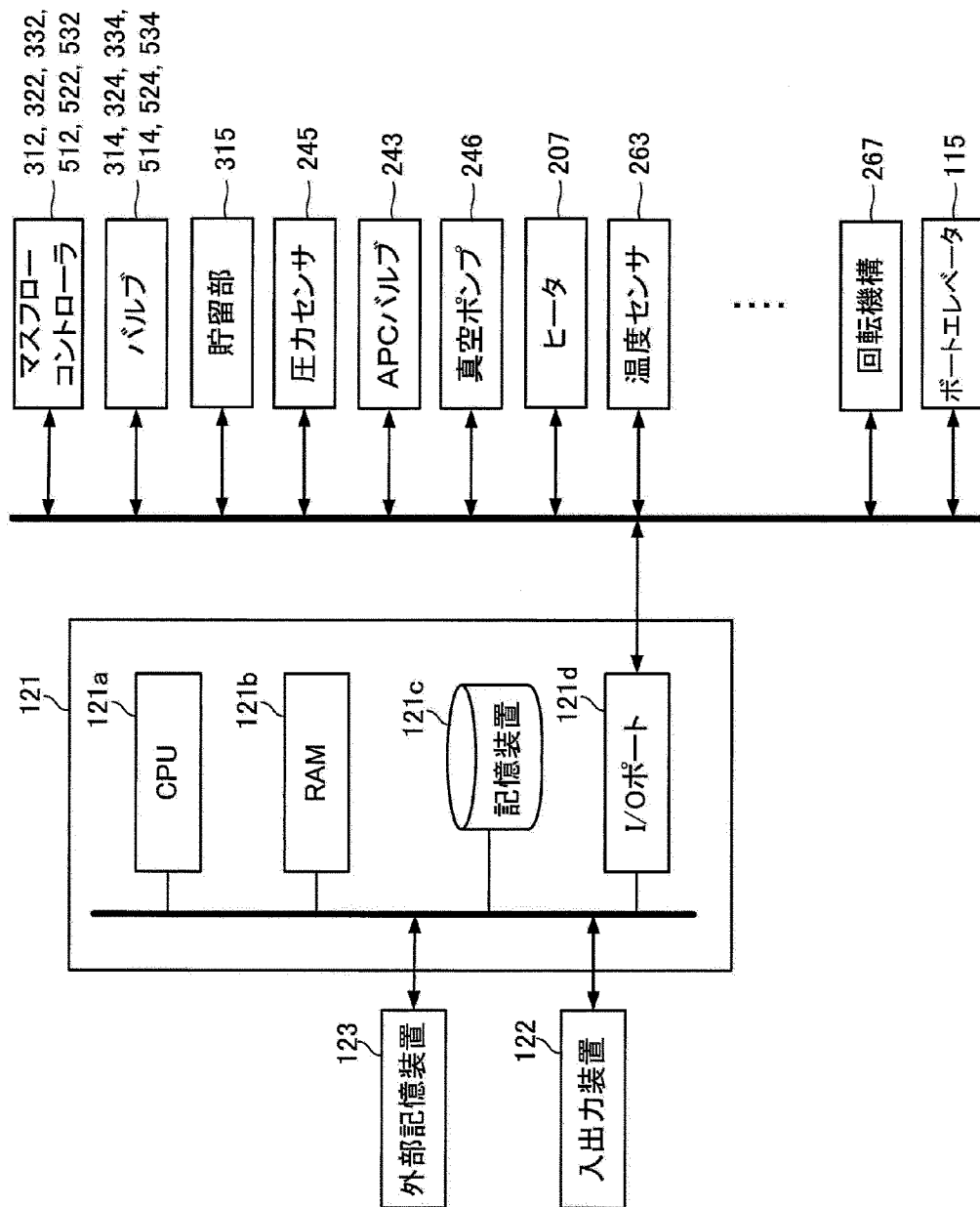
[図1]



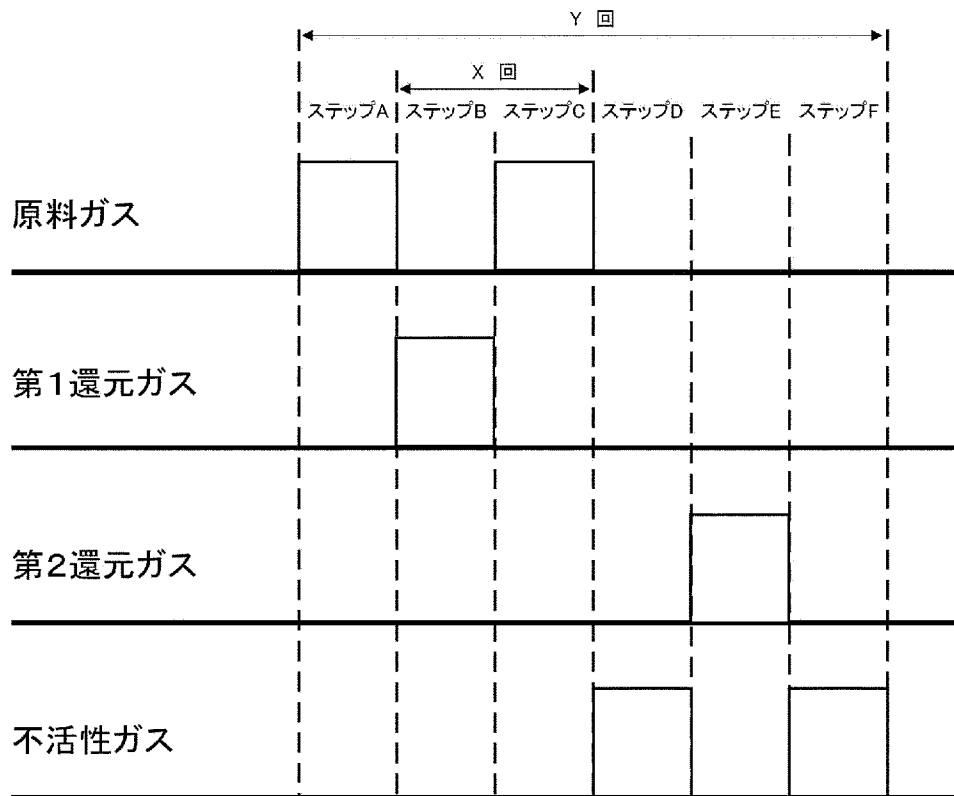
[図2]



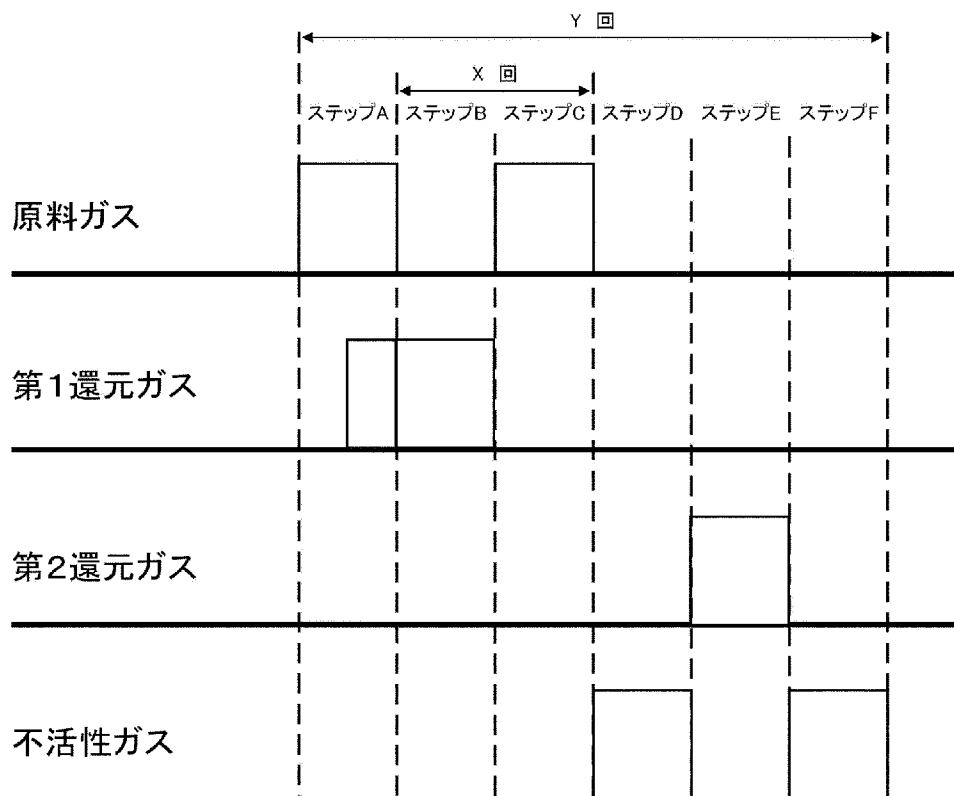
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/015579

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/285(2006.01)i; **C23C 16/08**(2006.01)i; **C23C 16/34**(2006.01)i; **C23C 16/455**(2006.01)i; **H01L 21/28**(2006.01)i
 FI: H01L21/285 C; H01L21/28 301R; C23C16/455; C23C16/08; C23C16/34

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)

H01L21/285; C23C16/08; C23C16/34; C23C16/455; H01L21/28

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2021-120472 A (KOKUSAI ELECTRIC CORP) 19 August 2021 (2021-08-19) paragraphs [0010]-[0072], fig. 1-3, 5	1-5, 10-12
A		6-9
A	WO 2017/168600 A1 (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 05 October 2017 (2017-10-05) entire text, all drawings	1-12
A	WO 2019/058608 A1 (KOKUSAI ELECTRIC CORP) 28 March 2019 (2019-03-28) entire text, all drawings	1-12

☐ 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

27 June 2022

Date of mailing of the international search report

05 July 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 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/JP2022/015579

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-120472	A	19 August 2021	US 2021/0242026 A1	paragraphs [0012]-[0080], fig. 1-3, 5
				CN 113206000 A	
				KR 10-2021-0097633 A	
WO	2017/168600	A1	05 October 2017	US 2019/0019673 A1	
				US 2020/0335328 A1	
				KR 10-2018-0118683 A	
				KR 10-2020-0090946 A	
				KR 10-2021-0111331 A	
WO	2019/058608	A1	28 March 2019	US 2020/0194269 A1	
				KR 10-2020-0033921 A	
				CN 111066124 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/285(2006.01)i; C23C 16/08(2006.01)i; C23C 16/34(2006.01)i; C23C 16/455(2006.01)i; H01L 21/28(2006.01)i FI: H01L21/285 C; H01L21/28 301R; C23C16/455; C23C16/08; C23C16/34		
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）） H01L21/285; C23C16/08; C23C16/34; C23C16/455; H01L21/28 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年 国際調査で利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 2021-120472 A（株式会社KOKUSAI ELECTRIC）19.08.2021 （2021-08-19） 段落[0010]-[0072]，図1-3，5	1-5，10-12
A		6-9
A	WO 2017/168600 A1（株式会社日立国際電気）05.10.2017（2017-10-05） 全文，全図	1-12
A	WO 2019/058608 A1（株式会社KOKUSAI ELECTRIC）28.03.2019 （2019-03-28） 全文，全図	1-12
☐ 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、一般的な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 27.06.2022		国際調査報告の発送日 05.07.2022
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） 早川 朋一 50 9733 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/JP2022/015579

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2021-120472	A	19.08.2021	US	2021/0242026	A1	
				段落[0012]-[0080], 図1-3, 5			
				CN	113206000	A	
				KR	10-2021-0097633	A	
WO	2017/168600	A1	05.10.2017	US	2019/0019673	A1	
				US	2020/0335328	A1	
				KR	10-2018-0118683	A	
				KR	10-2020-0090946	A	
				KR	10-2021-0111331	A	
WO	2019/058608	A1	28.03.2019	US	2020/0194269	A1	
				KR	10-2020-0033921	A	
				CN	111066124	A	