

(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3月25日(25.03.2021)



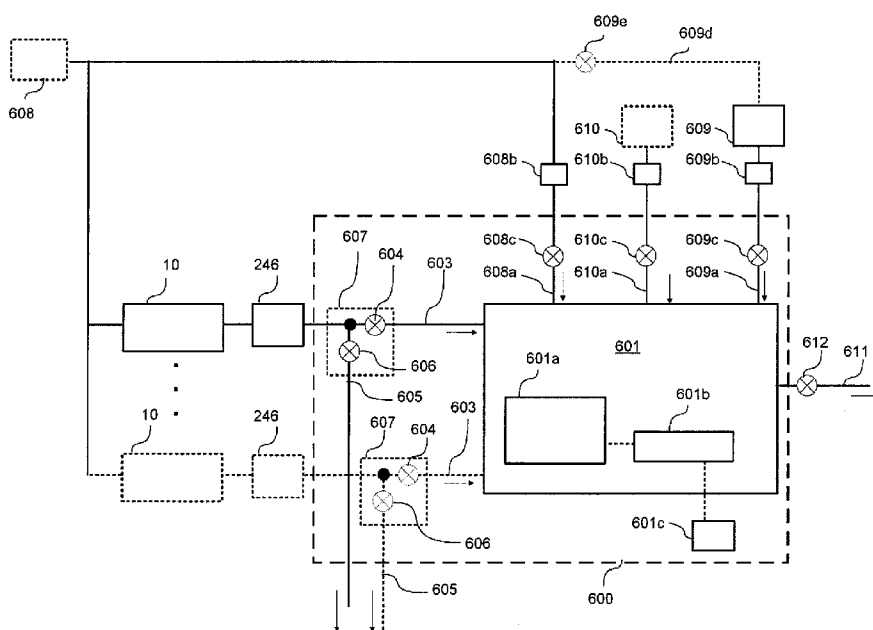
(10) 国際公開番号

WO 2021/053972 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 16/44 (2006.01) H01L 21/285 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/028905
- (22) 国際出願日: 2020年7月28日(28.07.2020)
- (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 2019-170304 2019年9月19日(19.09.2019) JP
- (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: 境 正憲(SAKAI, Masanori); 〒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). 加藤 努(KATO, Tsutomu); 〒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). 足谷 篤彦(ASHITANI, Atsuhiko); 〒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: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(54) Title: SUBSTRATE TREATMENT DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE, PROGRAM, RECORDING MEDIUM, AND EXHAUST GAS TREATMENT SYSTEM

(54) 発明の名称: 基板処理装置、半導体装置の製造方法、プログラム、記録媒体および排ガス処理システム



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to detoxify a treatment gas even when a detoxification device is failed. A substrate treatment device equipped with: a reaction tube in which a substrate is placed; a treatment gas supply section which can supply a treatment gas into the reaction tube; a gas discharge section which can discharge the treatment gas in the reaction tube; an exhaust gas treatment chamber which is connected to the gas discharge section and can treat

(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, 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, 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))

the discharged treatment gas; a first inert gas supply section which is connected to an inert gas supply source for supplying a first inert gas into the reaction tube and can supply the first inert gas into the exhaust gas treatment chamber; a second inert gas supply section which can supply a second inert gas into the exhaust gas treatment chamber; a gas discharge tube through which the gas in the exhaust gas treatment chamber can be discharged; and a control section which is so configured as to control the first inert gas supply section and the second inert gas supply section in such a manner that the first inert gas can be supplied from the first inert gas supply section into the exhaust gas treatment chamber while the treatment gas is treated in the exhaust gas treatment chamber and the second inert gas can be supplied from the second inert gas supply section into the exhaust gas treatment chamber when the treatment in the exhaust gas treatment is halted.

(57) 要約: 除害装置が停止した場合においても、処理ガスを無害化する。基板を収容する反応管と、反応管内に処理ガスを供給する処理ガス供給部と、反応管内の処理ガスを排気する排気部と、排気部に接続され、排気された処理ガスを処理する排ガス処理室と、反応管内に第1の不活性ガスを供給する不活性ガス供給源に接続され、排ガス処理室に第1の不活性ガスを供給する第1不活性ガス供給部と、排ガス処理室に第2の不活性ガスを供給する第2不活性ガス供給部と、排ガス処理室内のガスを排気する排気管と、排ガス処理室で処理ガスを処理している間は、第1不活性ガス供給部から排ガス処理室に第1の不活性ガスを供給し、排ガス処理室の処理が停止した時は第2不活性ガス供給部から排ガス処理室に第2の不活性ガスを供給する様に第1不活性ガス供給部と第2不活性ガス供給部とを制御可能に構成された制御部と、を有する。

明 細 書

発明の名称：

基板処理装置、半導体装置の製造方法、プログラム、記録媒体および排ガス処理システム

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、プログラム、記録媒体および排ガス処理システムに関する。

背景技術

[0002] 半導体装置の製造工程の一工程で用いられる基板処理装置では、除害装置を用いて、基板処理装置で使われた処理ガスに対して除害処理が行われている。例えば、特許文献1、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2010-073772号公報

特許文献2：特開2009-88308号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述したように除害装置が何らかの原因により、停止した場合には、処理ガスを別の手段で無害化する必要がある。

[0005] 本開示は、除害装置が停止した場合においても、処理ガスを無害化することが可能な技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様によれば、例えば、基板を収容する反応管と、反応管内に処理ガスを供給する処理ガス供給部と、反応管内の処理ガスを排気する排気部と、排気部に接続され、排気された処理ガスを処理する排ガス処理室と、反応管内に第1の不活性ガスを供給する不活性ガス供給源に接続され、排ガ

ス処理室に第１の不活性ガスを供給する第１不活性ガス供給部と、排ガス処理室に第２の不活性ガスを供給する第２不活性ガス供給部と、排ガス処理室内のガスを排気する排気管と、排ガス処理室で処理ガスを処理している間は、第１不活性ガス供給部から排ガス処理室に第１の不活性ガスを供給し、排ガス処理室の処理が停止した時は第２不活性ガス供給部から排ガス処理室に第２の不活性ガスを供給する様に第１不活性ガス供給部と第２不活性ガス供給部とを制御可能に構成された制御部と、を有する技術が提供される。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、除害装置が停止した場合においても、処理ガスを無害化させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [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]基板処理装置と排ガス処理システムの概略を示す図である。

[図4]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]基板処理工程を示すフロー図である。

[図6]ガス供給のタイミングを示す図である。

[図7]排ガス処理工程を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0009] ＜本開示の一実施形態＞

以下に本開示の一実施形態について説明する。

[0010] （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。

- [0011] ヒータ 207 の内側には、ヒータ 207 と同心円状に反応管としての反応容器（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 ）などの耐熱性材料等で構成され、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 203 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 ）などの金属材料で構成され、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。
- [0012] アウトチューブ 203 の内側には、反応管としての反応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（ 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。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 とにより反応管としての処理容器（反応容器）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。
- [0013] 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。
- [0014] 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。
- [0015] 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。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MFC512, 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。

[0016] 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。

[0017] 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。

- [0018] 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。
- [0019] ガス供給管310からは、処理ガスとして、金属元素を含む原料ガス（金属含有ガス）が、MFC312、バルブ314、ノズル410を介して処理室201内に供給される。原料としては、例えば金属元素としてのタングステン（W）を含み、ハロゲン系原料（ハロゲン化物、ハロゲン系タングステン原料）としてのフッ化タングステン（WF₆）が用いられる。
- [0020] ガス供給管320からは、処理ガスとして、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。還元ガスとしては、例えば、水素（H）を含むガスや、シリコン（Si）及び水素を含み、ハロゲンを含まないガスを用いることができる。例えば水素（H₂）ガス、モノシラン（SiH₄）ガス、ジシラン（Si₂H₆）ガス等のシラン系ガス、等を用いることができる。これらのガスは還元剤として作用する。また、これらのガスは、可燃性の性質を有し、可燃性ガスとも呼ぶ。
- [0021] ガス供給管330からは、処理ガスとして、原料ガスと反応する反応ガスが、MFC332、バルブ334、ノズル430を介して処理室201内に供給可能に構成される。反応ガスとしては、例えば窒素（N）を含むN含有ガスとしての例えばアンモニア（NH₃）ガスを用いることができる。
- [0022] ガス供給管510、520、530からは、不活性ガスとして、例えば窒素（N₂）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。

[0023] 主に、ガス供給管310、320、MFC312、322、バルブ314、324、ノズル410、420により処理ガス供給部（処理ガス供給系とも呼ぶ）が構成されるが、ノズル410、420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、MFC312、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から還元ガスを流す場合、主に、ガス供給管320、MFC322、バルブ324により還元ガス供給系が構成されるが、ノズル420を還元ガス供給系に含めて考えてもよい。また、主に、ガス供給管510、520、MFC512、522、バルブ514、524により不活性ガス供給系が構成される。なお、ガス供給管330、MFC332、バルブ334を処理ガス供給系に含めて考えても良い。成膜に必要なガス種分だけ、ガス供給管、MFC、バルブを適宜追加すれば良い。ガス供給管330から反応ガスを流す場合、主に、ガス供給管330、MFC332、バルブ334により反応ガス供給系が構成されるが、ノズル430を反応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窒素含有ガスを供給する場合、反応ガス供給系を窒素含有ガス供給系と称することもできる。なお、ガス供給管530、MFC532、バルブ534を不活性ガス供給系に加えても良い。なお、本開示における処理ガス供給部は、反応ガス（還元ガス）を供給する構成のみで構成しても良い。具体的には、ノズル420で構成しても良いし、ノズル420にガスを供給する構成（還元ガス供給系）を含めて構成しても良い。

[0024] 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を経由してガスを搬送している。そして、ノズル410、420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により、ウエハ200の表面と平行方向に向かって原料ガス等を噴出させている。

[0025] 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のガス供給孔410a、420a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る排気路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。

[0026] 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。

[0027] 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、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、排気部（排気系とも

呼ぶ)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。

[0028] 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等の金属材料で構成され、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を収容するボート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を貫通してボート217に接続されている。回転機構267は、ボート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、アウタチューブ203の外部に垂直に設置された昇降機構としてのボートエレベータ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。ボートエレベータ115は、シールキャップ219を昇降させることで、ボート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。ボートエレベータ115は、ボート217及びボート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(搬送機構)として構成されている。

[0029] 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。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、ボート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。

[0030] 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及び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。

[0031] 図3に示す様に、基板処理装置10の排気部に接続された真空ポンプ246の下流側には、排ガス処理室601を含む排ガス処理システム600が接続される。真空ポンプ246と排ガス処理室601は、排気管603により接続される。排気管603には、上流側（真空ポンプ側）から第1のバルブとしてのバルブ604が設けられている。なお、バルブ604の上流側には、設備排気系統に排気ガスをバイパス排気させるバイパス排気管605が接続されている。バイパス排気管605には、第2のバルブとしてのバルブ606が設けられる。なお、バルブ604とバルブ606は、別々のバルブでは無く、同一のバルブ、即ち三方弁607により構成しても良い。基板処理装置10の排気ガスは、真空ポンプ246、バルブ604、排気管603を介して、排ガス処理室601に供給（排気）される様に構成される。

[0032] なお、排ガス処理室601には、複数の基板処理装置10の排気ガスが供給可能に構成されていることが有る。複数の基板処理装置10を有する場合、図3の点線に示す様に、排気管603、バルブ604、606、バイパス排気管605、等を基板処理装置10の台数分増やせば良い。

[0033] <排ガス処理システム>

排ガス処理システムは、少なくとも排ガス処理室601が設けられている。排ガス処理室601には、排ガス処理室601に供給される排ガスを無害化する処理部601aと処理部601aの動作を検出する検出部601bが設けられている。また、検出部601bは、検出したデータ（測定値）を排ガスコントローラ601c又は、後述のコントローラ121に送信可能に構

成されている。ここで、処理部601aは、排ガス処理室601内に、炎又はプラズマを発生させる電極又は、加熱源で構成される。検出部601bは、炎センサ、光センサ、マッチングボックス、等で構成され、排ガス処理室601内での処理が行われているか否かを検出可能に構成されている。具体的には、炎やプラズマが発生しているか否かを光や、電極に引火される電力等を測定可能に構成される。

[0034] 排ガス処理室601には、第1の不活性ガスとしての窒素(N_2)ガスを供給する第1不活性ガス供給源608と、第2の不活性ガスとしての窒素(N_2)ガスを供給する第2不活性ガス供給源609から、それぞれ不活性ガスとしての N_2 ガスが供給可能に構成される。ここで、第1不活性ガス供給源608は、半導体装置の製造工場の設備に設けられる N_2 ガスラインを意味し、第2不活性ガス供給源609は、基板処理装置10と排ガス処理システム600のいずれか又は両方に設けられる、 N_2 ガスボンベまたは、 N_2 ガスを貯留可能なタンクを意味する。第1不活性ガス供給源608と排ガス処理室601とは、ガス供給管608aで接続される。ガス供給管608aには、上流側からMFC608bとバルブ608cが設けられる。ここで、第1不活性ガス供給部は、ガス供給管608a、MFC608b、バルブ608cで構成される。第2不活性ガス供給源609と排ガス処理室601とは、ガス供給管609aで接続される。ガス供給管609aには、上流側から流量調整部609bとバルブ609cが設けられる。流量調整部609bは、MFC、ニードルバルブ、オリフィス、のいずれかで構成される。好ましくは、ニードルバルブ、オリフィスのいずれかで構成され、更に好ましくは、オリフィスで構成される。ニードルバルブや、オリフィス、等の流量調整手段は、電力や圧縮空気を用いずに流量調整できるため、何等かの原因で、電力や圧縮空気を供給できなくなったとしても排ガス処理室に不活性ガスを供給することが可能となる。ここで、第2不活性ガス供給部は、ガス供給管609a、流量調整部609b、バルブ609cで構成される。

[0035] なお、第2不活性ガス供給源609を、不活性ガスを貯留可能なタンクで

構成する場合、図3の点線で示す様に、第1不活性ガス供給源608と、第2不活性ガス供給源609とをガス供給管609dで接続し、ガス供給管609dにバルブ609eを設けて、第1不活性ガス供給源608から、第2不活性ガス供給源609に不活性ガスを供給可能に構成しても良い。この場合、第2不活性ガス供給源609への不活性ガスの貯留は、例えば、基板処理装置10での処理前に行われる。

[0036] また、排ガス処理室601には、排ガス処理を促進させる効果のある、添加ガスが供給可能に構成される。ここで、添加ガスとは、燃焼やプラズマの発生を促進させるガスである。燃焼を促進させるガスとしては、例えば、プロパン(C_3H_8)ガス、水素(H_2)ガス、酸素(O_2)ガス、ドライエア、等の少なくともいずれかが用いられる。主に、プロパンガスが用いられる。好ましくは、還元ガスとは異なる種類のガスが用いられる。プラズマの生成を促進させるガスとしては、アルゴン(Ar)ガス、ヘリウム(He)ガス、ネオン(Ne)ガス、等の希ガスがある。添加ガスは、添加ガス源610からガス供給管610aを介して、排ガス処理室601に供給される。ガス供給管610aには、上流側からMFC610b、バルブ610cが設けられている。

[0037] 排ガス処理室601には、排ガス処理室601で処理された排ガスを排気する排気管611が接続され、半導体装置の製造工場の排気設備に排気可能に構成される。排気管611には、バルブ612が設けられている。

[0038] 排ガス処理システム600は、少なくとも排ガス処理室601、排気管603、611、バイパス排気管605、バルブ604、606、608c、609c、612で構成される。上述のその他の構成を排ガス処理システム600に加えても良い。

[0039] 図4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121c、I/Oポート121dを備えたコンピュータとして構成されている。

R A M 1 2 1 b、記憶装置 1 2 1 c、I/Oポート 1 2 1 dは、内部バスを介して、C P U 1 2 1 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 1 2 1 には、例えばタッチパネル等として構成されたデータを入出力する入出力装置 1 2 2 が接続されている。

[0040] 記憶装置 1 2 1 c は、例えばフラッシュメモリ、H D D (H a r d D i s k D r i v e) 等で構成されている。記憶装置 1 2 1 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 1 2 1 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。R A M 1 2 1 b は、C P U 1 2 1 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。

[0041] I/Oポート 1 2 1 d は、上述の M F C 3 1 2, 3 2 2, 3 3 2, 5 1 2, 5 2 2, 5 3 2、バルブ 3 1 4, 3 2 4, 3 3 4, 5 1 4, 5 2 4, 5 3 4、圧力センサ 2 4 5、A P C バルブ 2 4 3、真空ポンプ 2 4 6、ヒータ 2 0 7、温度センサ 2 6 3、回転機構 2 6 7、ボートエレベータ 1 1 5、排ガス処理システム 6 0 0 等に接続可能に構成されている。また、排ガス処理システム 6 0 0 は、排ガスコントローラ 6 0 1 c に接続可能に構成されている。

[0042] C P U 1 2 1 a は、記憶装置 1 2 1 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 1 2 2 からの操作コマンドの入力等に応じて記憶装置 1 2 1 c からレシピ等を読み出すように構成されている。C P U 1 2 1 a は、読み出したレシピの内容に沿うように、M F C 3 1 2, 3 2 2, 3 3

2, 512, 522, 532による各種ガスの流量調整動作、バルブ314, 324, 334, 514, 524, 534の開閉動作、APCバルブ243の開閉動作及びAPCバルブ243による圧力センサ245に基づく圧力調整動作、温度センサ263に基づくヒータ207の温度調整動作、真空ポンプ246の起動及び停止、回転機構267によるボート217の回転及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、ボート217へのウエハ200の収容動作等を制御するように構成されている。また、CPU121a又は排ガスコントローラ601cは、排ガス処理システム600における処理部601aによる処理動作、検出部601bによる検出動作、検出部601bによる検出に基づくMFC608b, 610b、流量調整部609bによる各種ガスの流量調整動作、バルブ604, 605, 608c, 609c, 610c, 612の開閉動作等を制御するように構成されている。

[0043] コントローラ121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、CDやDVD等の光ディスク、MO等の光磁気ディスク、USBメモリやメモリカード等の半導体メモリ）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。

[0044] (2) 基板処理工程（成膜工程）

半導体装置（デバイス）の製造工程の一工程として、ウエハ200上に、例えばゲート電極を構成する金属膜を形成する工程の一例について、図5を用いて説明する。金属膜を形成する工程は、上述した基板処理装置10の処

理炉 202 を用いて実行される。以下の説明において、基板処理装置 10 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。

[0045] 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。

[0046] (基板搬入工程 S100)

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。

[0047] (圧力調整および温度調整工程 S200)

処理室 201 内が所望の圧力（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。

[0048] [成膜工程 S300]

続いて、ウエハ200上に、成膜工程S300として、金属膜を形成する工程を実行する。金属膜は、W膜として説明する。成膜工程S300について、図5と図6を用いて説明する。

[0049] (第1処理ガス供給工程S301)

まず、第1処理ガス供給工程S301が行われる。バルブ314を開き、ガス供給管310内に第1処理ガスとしての原料ガスを供給する。ここで、原料ガスは、WF₆ガスである。WF₆ガスは、MFC312により流量調整され、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、ウエハ200に対してWF₆ガスが供給される。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。ガス供給管510内を流れたN₂ガスは、MFC512により流量調整され、WF₆ガスと一緒に処理室201内に供給され、排気管231から排気される。このとき、ノズル420、430内へのWF₆ガスの進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N₂ガスを流す。N₂ガスは、ガス供給管320、330、ノズル420、430を介して処理室201内に供給され、排気管231から排気される。

[0050] 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、好ましくは5～2660Pa、より好ましくは10～1500Paの範囲内の圧力とする。MFC312で制御するWF₆ガスの供給流量は、例えば0.01～10slm、好ましくは0.3～3slm、より好ましくは0.5～2slmの範囲内の流量とする。MFC512、522、532で制御するN₂ガスの供給流量は、それぞれ例えば0.01～20slm、好ましくは0.1～10slm、より好ましくは0.1～1slmの範囲内の流量とする。このときヒータ207の温度は、ウエハ200の温度が、例えば250～600℃の範囲内の温度となるような温度に設定する。

[0051] このとき処理室201内に流しているガスはWF₆ガスとN₂ガスのみであ

る。WF₆ガスの供給により、ウエハ200（表面の下地膜）上にW含有層が形成される。W含有層は、フッ素（F）を含むW層であってもよいし、WF₆の吸着層であってもよいし、それらの両方を含んでもよい。

[0052]（残留ガス除去工程S302）

W含有層が形成された後、バルブ314を閉じ、WF₆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、処理室201内に残留する未反応もしくはW含有層形成に寄与した後のWF₆ガスを処理室201内から排除する。このときバルブ514、524、534は開いたままとして、N₂ガスの処理室201内への供給を維持する。N₂ガスはパージガスとして作用し、処理室201内に残留する未反応もしくはW含有層形成に寄与した後のWF₆ガスを処理室201内から排除する効果を高めることができる。

[0053]（第2処理ガス供給工程S303）

次に、第2処理ガスとしての反応ガスを供給する工程が行われる。ここで、反応ガスは、H₂ガスである。なお、第2処理ガスは、通常、還元性や可燃性の特性を有するガスが用いられる。第2処理ガス供給工程S303では、バルブ324を開き、ガス供給管320内に還元ガスであるH₂ガスを流す。H₂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。このとき、ウエハ200に対してH₂ガスが供給されることとなる。このとき同時にバルブ524を開き、ガス供給管520内にN₂ガス等の不活性ガスを流す。ガス供給管520内を流れたN₂ガスは、MFC522により流量調整され、H₂ガスと一緒に処理室201内に供給され、排気管231から排気される。なお、このとき、ノズル410、430内へのH₂ガスの進入を防止するために、バルブ514、534を開き、ガス供給管510、530内にN₂ガスを流す。N₂ガスは、ガス供給管310、330、ノズル410、430を介して処理室201内に供給され、排気管231から排気される。

[0054] 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H₂ガスの供給流量は、例えば0.1～50slmの範囲内の流量とする。MFC512, 522, 532で制御するN₂ガスの供給流量は、それぞれ例えば0.1～20slmの範囲内の流量とする。H₂ガスをウエハ200に対して供給する時間は、例えば0.1～20秒の範囲内の時間とする。このときヒータ207の温度は、ウエハ200の温度が、例えば200～600℃の範囲内の温度となるような温度に設定する。処理室201内に流しているガスはH₂ガスとN₂ガスのみであり、H₂ガスの供給により、ウエハ200（表面の下部膜）上に、例えば1原子層未満から数原子層程度の厚さの金属層としてのW層が形成される。

[0055] （残留ガス除去工程S304）

W層が形成された後、バルブ324を閉じ、H₂ガスの供給を停止する。そして、残留ガス除去工程S302と同様の処理手順により、処理室201内に残留する未反応もしくはW層形成に寄与した後のH₂ガスを処理室201内から排除する。

[0056] （判定工程S400）

上記した第1処理ガス供給工程S301～残留ガス除去工程S304を順に行うサイクルを1回以上（所定回数（n回））実行することにより、ウエハ200上に、所定の厚さのW膜を形成する。この判定工程S400では、所定回数がn回以上となっているか否かが判定される。n回以上であれば、Y（Yes）判定として、成膜工程S300を終了させる。n回未満であれば、N（No）判定とし、上述のサイクルを継続させる。なお、上述のサイクルは、複数回実行するのが好ましい。

[0057] なお、上述では、残留ガス除去工程S302, S304を実行する例について説明したが、残留ガス除去工程S302, S304を実行せずに、第1処理ガスと第2処理ガスを気相中で反応させるプロセスを行わせても良い。

[0058] （アフターパージおよび大気圧復帰工程S500）

ガス供給管510, 520, 530のそれぞれからN₂ガスを処理室201

内へ供給し、排気管 231 から排気する。 N_2 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 内の雰囲気ガス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（大気圧復帰）。

[0059] （基板搬出工程 S600）

その後、ポートエレベータ 115 によりシールキャップ 219 が下降されて、インナチューブ 204 の下端が開口される。そして、処理済ウエハ 200 がポート 217 に支持された状態でインナチューブ 204 の下端からインナチューブ 204 の外部に搬出（ポートアンロード）される。その後、処理済のウエハ 200 は、ポート 217 より取り出される（ウエハディスチャージ）。

[0060] この様にして、基板処理工程が行われる。なお、この基板処理工程の内、少なくとも、可燃性ガスである H_2 ガスを供給している間、次の排ガス処理工程 S700 が行われる。

[0061] （排ガス処理工程 S700）

基板処理装置 10 から排気された可燃性ガスとしての H_2 ガスを含む排気ガスは、排気管 603 を通り、排ガス処理室 601 に供給される。排ガス処理室 601 では、処理部 601a により、無害化される。

[0062] （無害化処理）

排ガス処理室 601 では、無害化処理が行われる。ここで無害化処理とは、燃焼、プラズマによる分解、加熱処理（加熱による熱分解）、他の元素との結合による安定化、希釈化、トラップ（吸着処理）、等の少なくともいずれかを意味する。燃焼処理や、プラズマが行われる際には、処理部 601a から、対象のガスにエネルギーが与えられる。他の元素との結合をさせる際には、活性なガスが排ガス処理室 601 に供給される。希釈処理の際には、ガス供給管 608a から、第 1 の不活性ガスが供給される。これらの処理によって無害化された排気ガスは、排ガス処理室 601 から、排気管 611 を

介して、半導体装置の製造工場の排気設備に排気される。

[0063] ここで、処理部601aは、無害化処理の内容によって、構成が異なる。例えば、燃焼処理の場合は、着火源となる。プラズマによる分解処理の場合は、プラズマを発生させる電極で構成される。加熱による熱分解の場合は、発熱体（ヒータ）で構成される。

[0064] 本開示では、無害化処理として、 H_2 ガスを燃焼（酸素 O と反応）させて、水（ H_2O ）を生成して無害化させる処理について説明している。ここで、酸素は、添加ガスとして供給される。

[0065] （添加ガスの供給）

添加ガスの供給は、少なくとも上述の可燃性ガスが、反応管内であるインナチューブ204内に供給されている間継続される。ここでは、添加ガスとして、プロパン（ C_3H_8 ）ガスが供給される。プロパンガスは、MFC610bで流量調整され、バルブ610cを介して、排ガス処理室601に供給される。なお、プロパンガスの流量は、事前に設定された流量に調整しても良いし、上述の基板処理工程で、インナチューブ204内に供給される H_2 ガスの流量に基づいて、燃焼に必要なプロパンガスの流量をMFC610bを用いて自動設定しても良い。また、更に、燃焼を促進させるために、酸素（ O_2 ）ガスを添加しても良い。 O_2 ガスの流量は、例えば、水素と酸素の比率が、2：1となる様に、 O_2 ガスの流量を設定する。この設定は、コントローラ121のCPU121aで演算され、コントローラ121から、MFC610bに流量の設定データを送信可能に構成しても良い。また、コントローラ121から、排ガスコントローラ601cを介して、MFC610bに流量の設定データを送信するように構成しても良い。なお、排ガス処理室601での処理において、添加ガスが用いられない場合は、添加ガスは供給されない。

[0066] （希釈ガス供給）

そして、排ガス処理室601内において無害化処理が行われている間であって、排気ガスを処理している間は、排ガス処理室601には、排気ガスを

希釈させる第1の不活性ガスが供給される。第1の不活性ガスは、第1不活性ガス供給源608から、ガス供給管608a、MFC608b、バルブ608cを介して排ガス処理室601に供給される。第1の不活性ガスは、MFC608bによって、所定流量に調整されている。ここで、希釈ガスは、窒素(N_2)ガスや、アルゴン(Ar)ガス、ヘリウム(He)ガス、ネオン(Ne)ガス、等の希ガス元素ガス、二酸化炭素(CO_2)ガス等の不燃性ガスが用いられる。なお、 N_2 ガスや希ガス等も不燃性ガスと言える。本開示では、主に N_2 ガスを用いている例を記している。

[0067] (排ガス処理システムのエラー)

ところで、排ガス処理室601での無害化処理が、何らかの原因(エラー)により、停止する場合がある。これに備えて、エラー判定工程S701を実行可能に構成される。

[0068] (エラー判定工程S701)

エラー判定工程S701では、排ガスコントローラ601cと、コントローラ121のいずれか又は両方が、少なくとも排ガス処理室601での処理に異常が有るか否かを判定する。具体的には、排ガス処理室601に設けられた検出部601bが、排ガス処理室601内の燃焼が停止しているか否かを検出し、検出したデータ(電流値、電圧値、等)に基づき、排ガスコントローラ601cとコントローラ121のいずれか又は両方が、無害化処理が停止しているか否かを判定する。無害化処理が停止していない場合は、N(No)判定として、一定周期で、エラー判定工程S701を繰り返し実行させる。無害化処理が停止している場合、即ち、Y(Yes)判定された後は、次の、排気ルート切替工程S702が行われる。

[0069] (排気ルート切替工程S702)

排気ルート切替工程S702では、基板処理装置10から排出される排気ガスが排ガス処理室601に供給されない様に排気ルートの切替が行われる。具体的には、排ガスコントローラ601cまたはコントローラ121が、第1のバルブとしてのバルブ604を閉じ、第2のバルブとしてのバルブ6

06を開き、基板処理装置10からの排気ガスは、バイパス排気管605に排気される様にルート変更する。バイパス排気管605から先は、半導体装置の工場の排気設備に排気される。この様に排気ルートを切り替えることで、排ガス処理室601に新たな排気ガスが入り込むことを抑制し、排ガス処理室601内での排ガスの濃度上昇を抑制することが可能となる。

[0070] 排気ルート切替工程S702の後、排ガス処理室601内の排ガスの濃度を下げる（希釈化）ため、不活性ガスの供給が行われる。この際、第1不活性ガス供給部であるガス供給管608aから大量の第1の不活性ガスが供給された場合、第1不活性ガス供給源608の圧力が低下する場合がある。

[0071] 第1の不活性ガスを供給する第1不活性ガス供給源608は、図3に示す様に、排ガス処理室601だけでなく、基板処理装置10のインナチューブ204内にも不活性ガスを供給可能に構成されている。例えば、上述の、ガス供給管510、520、530等の不活性ガス供給源として接続されている場合がある。また、一台の基板処理装置10だけで無く、複数台の基板処理装置10に接続されている場合がある。このような場合には、第1不活性ガス供給源608の圧力が一時的に低下し、基板処理装置10の処理に影響を与える可能性がある。この場合、基板処理装置10での所定の処理が停止する課題が生じる。ここで、第1不活性ガス供給源608が、純窒素のラインであれば、基板処理装置10で行われる基板への加熱処理や成膜処理に影響を与える可能性がある。第1不活性ガス供給源608が、工業用窒素のラインであれば、他の基板処理装置10のインナチューブ204内のページや、基板処理装置10に設けられたウエハ200の搬送空間（不図示）内のページ等に影響を与える可能性がある。また、他の基板処理装置10に接続された排ガス処理システム600での希釈処理に影響を与える可能性がある。そのため、本開示では、コントローラ121又は排ガスコントローラ601cは、排ガス処理室601で排気ガスを処理している間は、第1不活性ガス供給部から排ガス処理室601に第1の不活性ガスを供給し、排ガス処理室601における処理が停止した時は、第2不活性ガス供給部から排ガス処理

室 6 0 1 に第 2 の不活性ガスを供給するように、第 2 不活性ガス供給工程 S 7 0 3 を実行可能に構成している。

[0072] (第 2 不活性ガス供給工程 S 7 0 3)

第 2 不活性ガス供給工程 S 7 0 3 について説明する。この工程では、バルブ 6 0 9 c が開き、第 2 不活性ガス供給源 6 0 9 から、ガス供給管 6 0 9 a 、流量調整部 6 0 9 b 、バルブ 6 0 9 c を介して、排ガス処理室 6 0 1 に第 2 の不活性ガスが供給される。

[0073] 第 2 の不活性ガスは、少なくとも、排ガス処理室 6 0 1 内のガス濃度が所定の濃度よりも小さくなるまで供給される。好ましくは、第 2 不活性ガス供給源 6 0 9 からの排ガス処理室 6 0 1 への供給流量が、第 2 の不活性ガス供給流量が一度安定した後、変動するまで継続する。なお、第 2 不活性ガス供給源 6 0 9 内に貯留された第 2 の不活性ガスは使い切りで運用しても良い。

[0074] なお、第 2 の不活性ガスを供給している間は、第 1 の不活性ガスの供給は停止していても良い。また、第 1 の不活性ガスの流量を通常は無害化処理時の流量と同じ流量に維持して、第 1 の不活性ガスの供給に加えて第 2 の不活性ガスを供給するようにしても良い。また、第 1 の不活性ガスの流量を第 2 の不活性ガスの流量よりも小さくするように流量変更しても良い。

[0075] この様にして第 2 不活性ガス供給工程 S 7 0 3 が行われる。

[0076] (第 2 の不活性ガス流量設定)

ここで、流量調整部 6 0 9 b の流量設定 (第 2 の不活性ガスの流量データ) は、事前に所定流量に設定されていても良いし、上述の成膜工程で用いられる H_2 ガス流量を基に、第 2 の不活性ガスの流量データを算出して設定しても良い。また、上述の H_2 ガス流量とガスの特性データに基づいて第 2 の不活性ガスの流量データを算出して設定しても良い。ここでガスの特性データとは、爆発濃度、分子量、ガス種類、等、の少なくともいずれかを含む。希釈対象のガスが、可燃性ガスや爆発性のガスである場合、爆発濃度よりも小さい濃度となる様に、不活性ガスの流量が算出される。例えば、「濃度 $X = \text{可燃性ガス流量} / (\text{可燃性ガス流量} + \text{不活性ガス流量})$ 」の式から、必要な不

活性ガス流量を算出することができる。ここで、式中の不活性ガス流量とは、第2の不活性ガスの流量、第1の不活性ガスの流量と第2の不活性ガスの流量の合計値のいずれかとなる。例えば、 H_2 ガスを50slm供給している場合には、不活性ガス流量の下限は、1200slmとなる。 H_2 ガスを80slm供給している場合には、不活性ガス流量の下限は、1920slmとなる。ここで H_2 ガスの爆発濃度は、4%としている。なお、爆発濃度、分子量、等のガスの特性データは、ガスの安全データシート（SDS：Safety Data Sheet）データから読み取り可能に構成されている。即ち、これらのデータは記憶装置121cに記録可能に構成されている。

[0077] 第2の不活性ガスの流量を調整する流量調整部609bは、マスフローコントローラ（MFC）で構成されている場合には、上述の式で算出された第2の不活性ガスの流量データが、流量調整部609bの下限値として設定される。即ち、算出された不活性ガス流量のよりも小さい流量を設定することが不可に設定される。この設定は、コントローラ121のCPU121aが実行する。また、算出された第2の不活性ガスの流量データを、流量調整部609bの下限値として設定すること無く、算出された第2の不活性ガスの流量データを入出力装置122に出力（報知）する様に構成しても良い。

[0078] また、流量調整部609bが、ニードルバルブやオリフィス、等で構成される場合、コントローラ121は、入出力装置122に、ニードルバルブの流量設定の変更や、算出された流量よりも大きい流量のオリフィスへの交換を促す様に、メッセージを報知可能に構成しても良い。この様に構成することで、流量調整部609bの流量設定作業が容易となる。

[0079] この流量設定は、少なくとも、第2不活性ガス供給工程S703の前に実行する。流量調整部609bがニードルバルブやオリフィス等の流量調整が容易に行うことができない構成の場合には、基板処理装置10や排ガス処理システム600の組み立て時に、ニードルバルブの調整や、対応する流量のオリフィスの取り付けが行われる。

[0080] なお、ここでは、第2不活性ガス供給工程S703で供給する不活性ガス

流量を制御する例について説明したが、流量制御せずに、不活性ガスを排ガス処理室601に供給しても良い。流量制御せずに、不活性ガスを供給することで、排ガス処理室601内のガス濃度を小さくする時間を短縮することが可能となる。但し、排ガス処理室601の後段に接続された半導体製造工場の排気設備（不図示）の負荷が増大する可能性や、排ガス処理システム600の耐圧構造化が必要になる可能性がある。それ故、好ましくは、上述の様に流量調整して不活性ガスを排ガス処理室601に供給する。

[0081] また、ここでは、排ガス処理室601に第1不活性ガス供給部の一部であるバルブ608cと、第2不活性ガス供給部の一部であるバルブ609cと、それぞれ制御する例について説明したが、バルブ608c、609cの代わりに排ガス処理室601と第1不活性ガス供給部と第2不活性ガス供給部とを接続する三方弁を設けてもよい。この場合、コントローラ121又は排ガスコントローラ601cは、排ガス処理室601の処理が停止したと判定したときに三方弁を制御可能に構成される。

[0082] (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つまたは複数の効果を得ることができる。

(a) 排ガス処理室内の可燃性ガスの濃度を減少させることができる。

(b) 排ガス処理室での無害化処理が停止した場合も、可燃性ガスの濃度を減少させることができる。

(c) 第2不活性ガス供給源を用いることにより、第1不活性ガス供給源の圧力低下を抑制することが可能となる。

(d) 成膜処理で用いるガス流量に基づいて、第2の不活性ガスの流量を算出することで、基板処理装置の作業員（オペレーター）や排ガス処理システムの作業員の作業ミスを低減することができる。

(e) 成膜処理で用いるガス流量とガスの特性データに基づいて、第2の不活性ガスの流量を算出することで、基板処理装置の作業員（オペレーター）や排ガス処理システムの作業員の作業ミスを低減することができる。

(f) 算出した第2の不活性ガス流量を下限值として設定することで、基板処理装置の作業員（オペレーター）や排ガス処理システムの作業員の作業ミスを低減することができる。

(g) 算出した第2の不活性ガス流量を報知することで、基板処理装置の作業員（オペレーター）や排ガス処理システムの作業員の作業ミスを低減することができる。

[0083] 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。

[0084] 例えば、上述では、W膜を形成する工程で、還元性ガス（可燃性ガス）として、 H_2 ガスを用いた例を示したが、本開示は、これに限定されるものではなく、モノシラン（ SiH_4 ）ガス、ジシラン（ Si_2H_6 ）ガス、等のシラン系ガスを用いても良い。これらのガスも可燃性であるため、上述の様な無害化処理が必要となる。 SiH_4 ガスを2slm供給している場合、第2の不活性ガス流量は、144slmが下限となる。 Si_2H_6 ガスを2slm供給している場合、第2の不活性ガス流量は、398slmが下限となる。爆発濃度の下限は、それぞれ、 SiH_4 ガスが1.37%、 Si_2H_6 ガスが0.5%である。

[0085] また、上述では、W膜を形成する工程を記したが、本開示は、これに限定されるものではなく、窒化チタン（ TiN ）膜を形成する工程でも良い。 TiN 膜を形成する工程において、 $TiCl_4$ ガスと SiH_4 ガスと、 NH_3 ガスを用いることがある。これらのガスの少なくとも SiH_4 ガスの供給時に、上述の無害化処理が行われても良い。

[0086] また、本開示はこれらの膜を形成する工程に限定されず、例えば、Mo膜を形成する工程にも適用することができる。Mo膜の形成工程では、 MoO_2 、 Cl_2 、 $MoOCl_4$ 、等のいずれかのMo含有ガスと、 H_2 、 SiH_4 、 Si_2H_6 等のいずれかの還元ガスが用いられる。

[0087] また、本開示は、これらの様な遷移金属膜を形成する工程に限定されず、

たとえば、Si膜を形成する工程にも適用することができる。Si膜の形成は、上述のシラン系ガスを用いて行われる。

[0088] この様に、W膜を形成する処理に限らず、可燃性ガスを用いる処理に適用することが可能である。

[0089] また、可燃性ガスを用いる処理や、使用したガス濃度を下げて排出する必要がある処理にも適用することが可能である。

[0090] また、本開示は、アウトチューブ203とインナチューブ204により構成される二重の反応管に適用した場合について説明したが、これに限らず、一重の反応管にも適用することが可能である。

[0091] 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

[0092] 10・・・基板処理装置、121・・・コントローラ、200・・・ウエハ（基板）、201・・・処理室

請求の範囲

[請求項1]

基板を収容する反応管と、
前記反応管内に処理ガスを供給する処理ガス供給部と、
前記反応管内の前記処理ガスを排気する排気部と、
前記排気部に接続され、前記排気された処理ガスを処理する排ガス処理室と、
前記反応管内に第1の不活性ガスを供給する不活性ガス供給源に接続され、前記排ガス処理室に前記第1の不活性ガスを供給する第1不活性ガス供給部と、
前記排ガス処理室に第2の不活性ガスを供給する第2不活性ガス供給部と、
前記排ガス処理室内のガスを排気する排気管と、
前記排ガス処理室で前記処理ガスを処理している間は、前記第1不活性ガス供給部から前記排ガス処理室に前記第1の不活性ガスを供給し、
前記排ガス処理室の処理が停止した時は前記第2不活性ガス供給部から前記排ガス処理室に前記第2の不活性ガスを供給する様に前記第1不活性ガス供給部と前記第2不活性ガス供給部とを制御可能に構成された制御部と、
を有する基板処理装置。

[請求項2]

前記排ガス処理室には、前記排ガス処理室での処理状態を検出する検出部が設けられ、
前記制御部は、前記検出部が出力したデータに基づいて、前記処理が停止しているか否かを判定可能に構成される
請求項1に記載の基板処理装置。

[請求項3]

前記制御部は、
前記排ガス処理室の処理が停止していると判定した後、前記第1の不活性ガスの供給に加えて前記第2の不活性ガスを供給するように前

記第 1 不活性ガス供給部と前記第 2 不活性ガス供給部とを制御可能に構成される

請求項 2 に記載の基板処理装置。

[請求項4] 前記制御部は、前記排ガス処理室の処理が停止していると判定した後、

前記第 2 不活性ガス供給部から前記排ガス処理室に前記第 2 の不活性ガスを供給する際に、前記第 2 の不活性ガスの流量を前記第 1 の不活性ガスの流量よりも多くなるように前記第 1 不活性ガス供給部と前記第 2 不活性ガス供給部とを制御可能に構成される

請求項 2 又は 3 に記載の基板処理装置。

[請求項5] 前記排ガス処理室と前記第 1 不活性ガス供給部と前記第 2 不活性ガス供給部とは、三方弁で接続され、

前記制御部は、前記排ガス処理室の処理が停止したと判定したときに前記三方弁を制御可能に構成される

請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項6] 前記制御部は、

前記処理ガス供給部が供給する前記処理ガスの流量に基づいて、前記第 2 の不活性ガスの流量データを算出可能に構成される

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項7] 前記制御部は、

前記処理ガス供給部が供給する前記処理ガスの流量と前記処理ガスの特性データに基づいて、前記第 2 の不活性ガスの流量データを算出可能に構成される

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項8] 前記制御部は、

前記第 2 の不活性ガスの流量データを基に、前記第 2 の不活性ガスの流量を調整する流量調整部の流量を設定可能に構成される

請求項 6 又は 7 に記載の基板処理装置。

- [請求項9] データを入出力する入出力装置を有し、
前記制御部は、
前記第2の不活性ガスの流量データに対応するメッセージを前記入出力装置に送信可能に構成される
請求項6又は7に記載の基板処理装置。
- [請求項10] 前記第2不活性ガス供給部には、前記第2の不活性ガスを事前に設定された流量に調整する流量調整部が、設けられる
請求項1乃至3のいずれか一項に記載の基板処理装置。
- [請求項11] 前記排気部の前記排ガス処理室の上流側には、排気設備に接続されるバイパス排気管が接続され、
前記排気部の前記バイパス排気管との接続位置より下流側であって前記排ガス処理室の上流側に設けられた第1のバルブと、
前記バイパス排気管に設けられた第2のバルブと、を有し、
前記制御部は、前記排ガス処理室の処理が停止したことを判定した後、前記第1のバルブを閉じ、前記第2のバルブを開ける様に前記第1のバルブと前記第2のバルブを制御可能に構成される
請求項2乃至5のいずれか一項に記載の基板処理装置。
- [請求項12] (a) 基板を反応管内に収容する工程と、
(b) 前記反応管内に処理ガスを供給する工程と、
(c) 前記反応管内の前記処理ガスを排気する工程と、
(d) 前記排気された前記処理ガスを排ガス処理室に供給する工程と、
(e) 前記排ガス処理室で前記処理ガスを処理する工程と、
(f) 少なくとも前記(e)工程の間、前記反応管内と前記排ガス処理室に第1の不活性ガスを供給する工程と、
(g) 前記(e)工程が停止した後に前記排ガス処理室に第2の不活性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13] (a) 基板を反応管内に収容させる手順と、
 (b) 前記反応管内に処理ガスを供給させる手順と、
 (c) 前記反応管内の前記処理ガスを排気させる手順と、
 (d) 前記排気された前記処理ガスを排ガス処理室に供給させる手順と、
 (e) 前記排ガス処理室で前記処理ガスを処理させる手順と、
 (f) 少なくとも前記 (e) 手順の間、前記反応管内と前記排ガス処理室に第1の不活性ガスを供給させる手順と、
 (g) 前記 (e) 手順が停止した後に前記排ガス処理室に第2の不活性ガスを供給させる手順と、
 をコンピュータが基板処理装置に実行させるプログラム。

[請求項14] (a) 基板を反応管内に収容させる手順と、
 (b) 前記反応管内に処理ガスを供給させる手順と、
 (c) 前記反応管内の前記処理ガスを排気させる手順と、
 (d) 前記排気された前記処理ガスを排ガス処理室に供給させる手順と、
 (e) 前記排ガス処理室で前記処理ガスを処理させる手順と、
 (f) 少なくとも前記 (e) 手順の間、前記反応管内と前記排ガス処理室に第1の不活性ガスを供給させる手順と、
 (g) 前記 (e) 手順が停止した後に前記排ガス処理室に第2の不活性ガスを供給させる手順と、
 をコンピュータが基板処理装置に実行させるプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項15] 基板を処理する基板処理装置から排気された処理ガスを処理する排ガス処理室と、
 前記基板処理装置に第1の不活性ガスを供給する不活性ガス供給源に接続され、前記排ガス処理室に前記第1の不活性ガスを供給する第1不活性ガス供給部と、

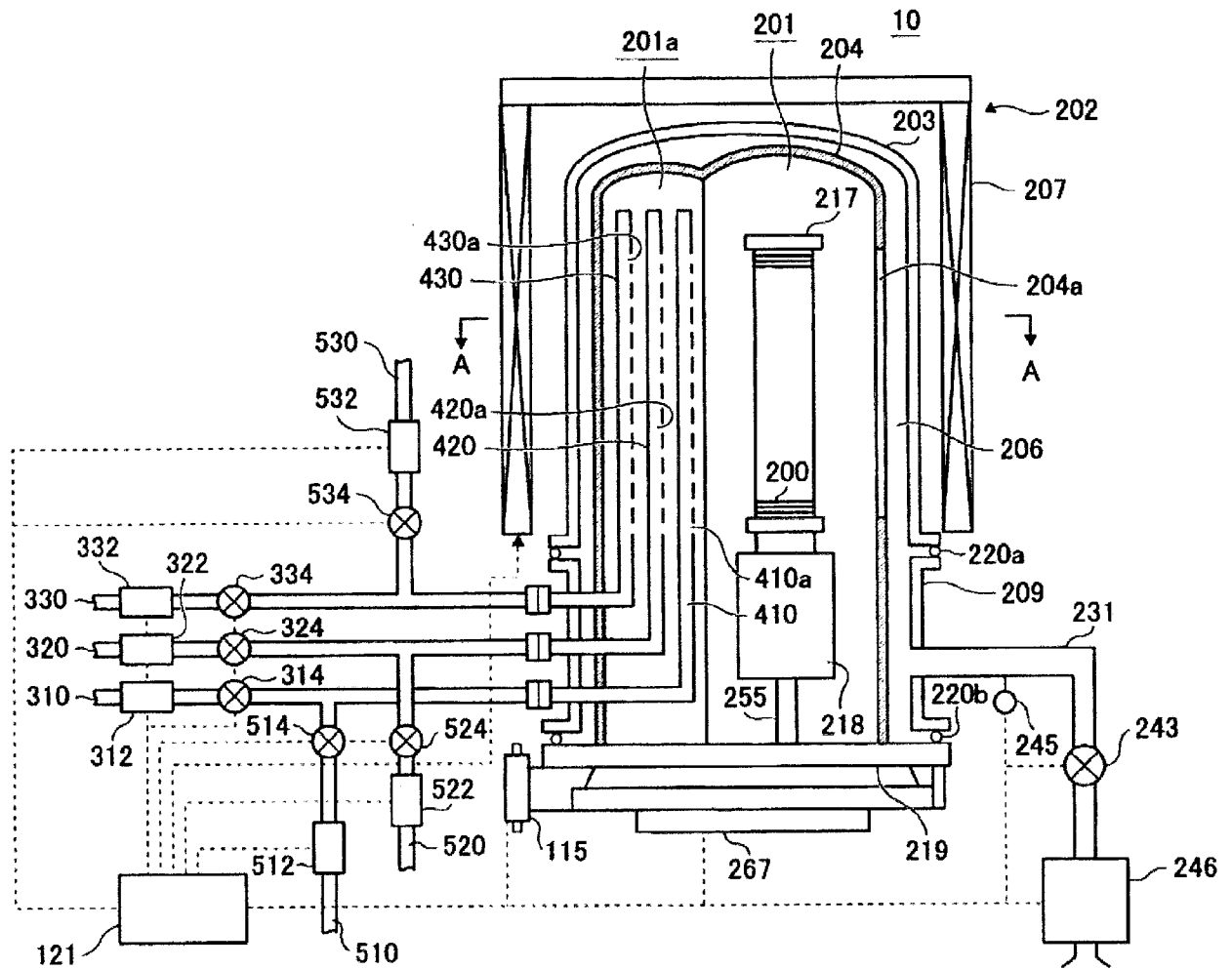
前記排ガス処理室に第2の不活性ガスを供給する第2不活性ガス供給部と、

前記排ガス処理室内のガスを排気する排気管と、

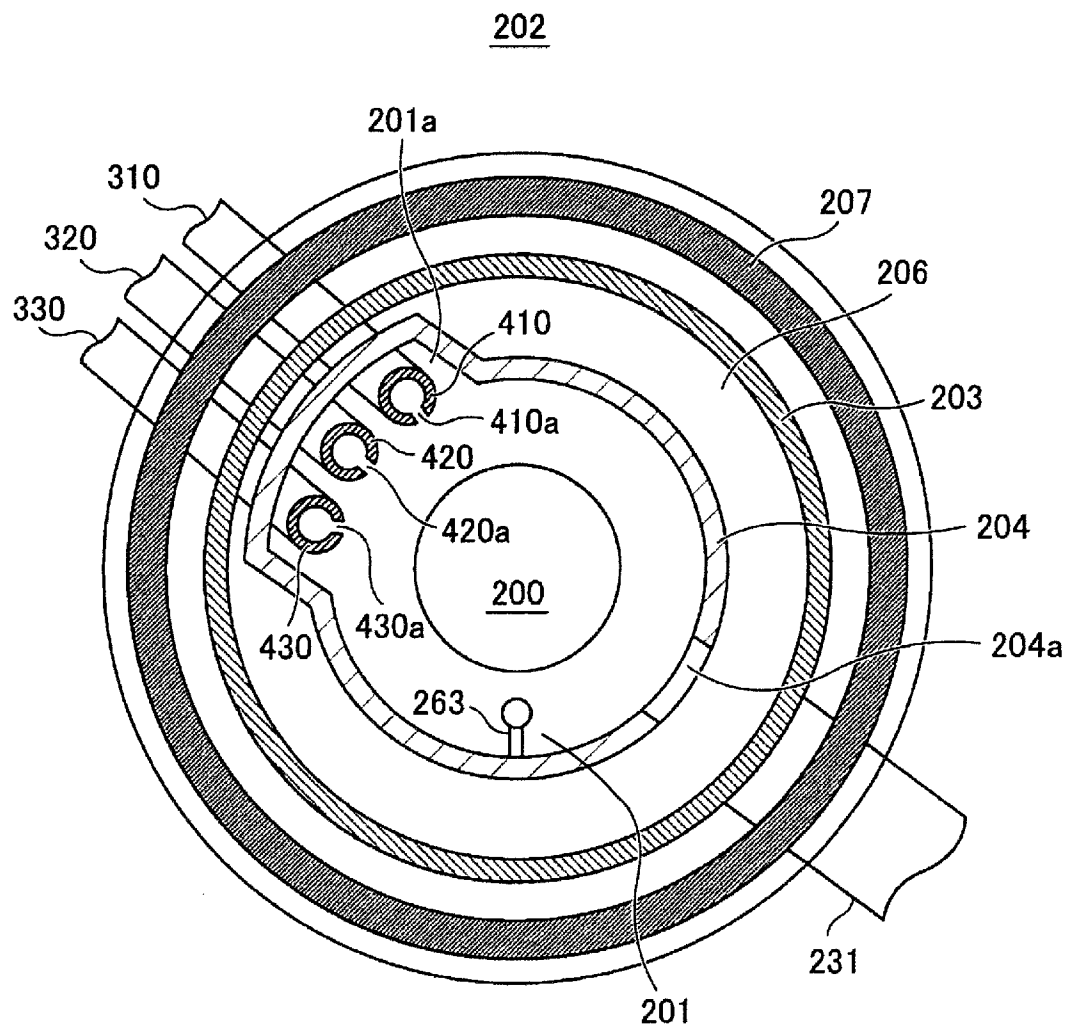
前記排ガス処理室で前記処理ガスを処理している間は、前記第1不活性ガス供給部から前記排ガス処理室に前記第1の不活性ガスを供給し、

前記排ガス処理室の処理が停止した時は前記第2不活性ガス供給部から前記排ガス処理室に前記第2の不活性ガスを供給する様に前記第1不活性ガス供給部と前記第2不活性ガス供給部とを制御可能に構成された制御部と、を有する排ガス処理システム。

[図1]

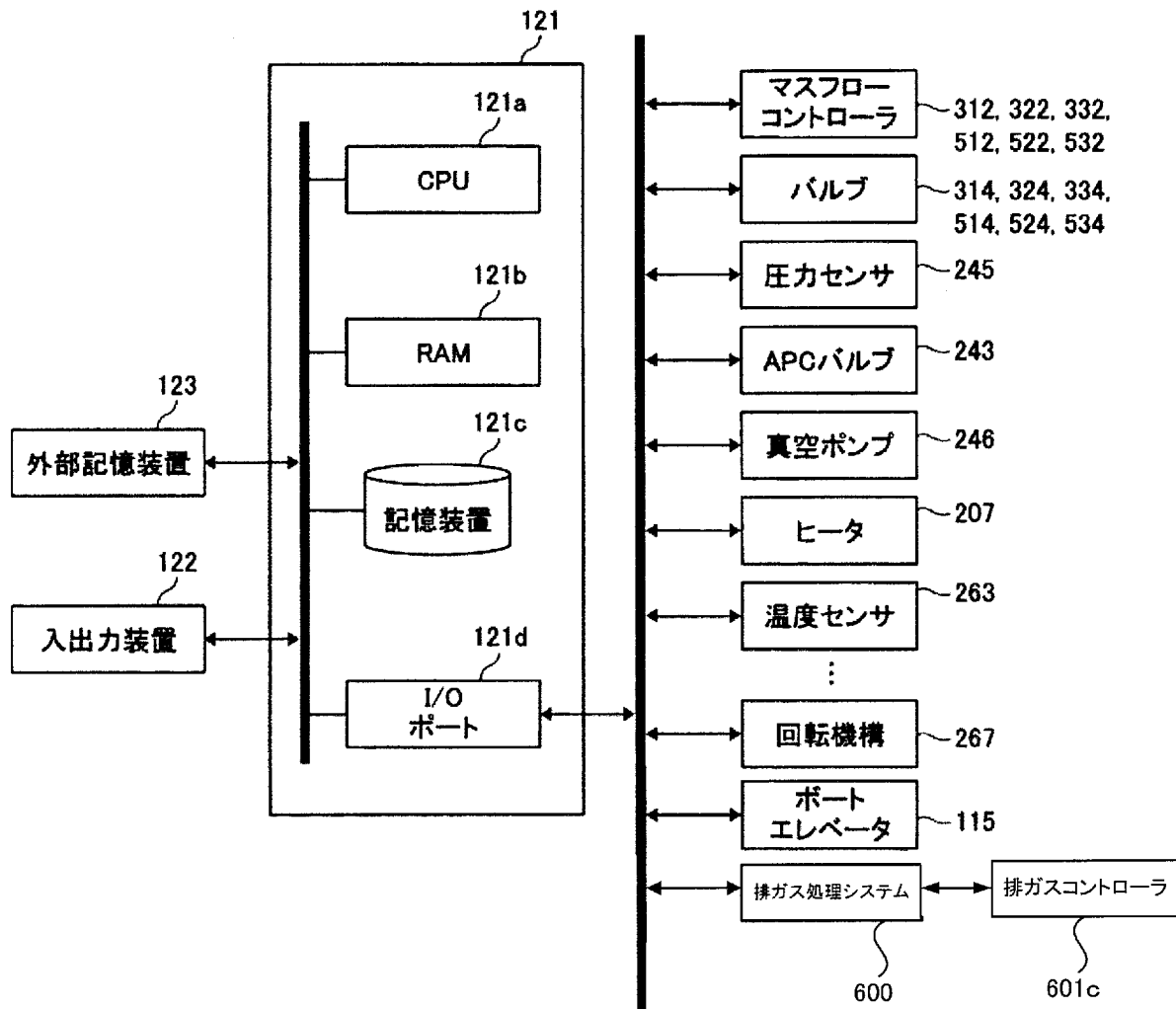


[図2]

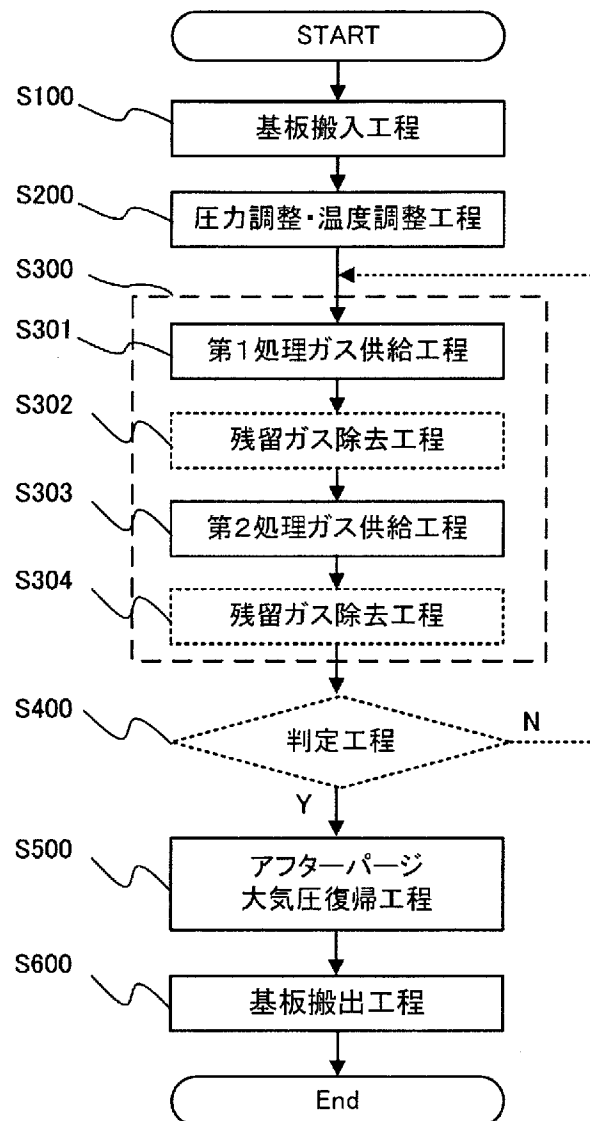


The diagram illustrates a system 600 with multiple parallel processing paths. The system includes input blocks 10 and 246, a central processing block 601, and various control and feedback loops labeled 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, and 613. The diagram shows a complex arrangement of signal paths, including a feedback loop 609d and a control loop 609e.

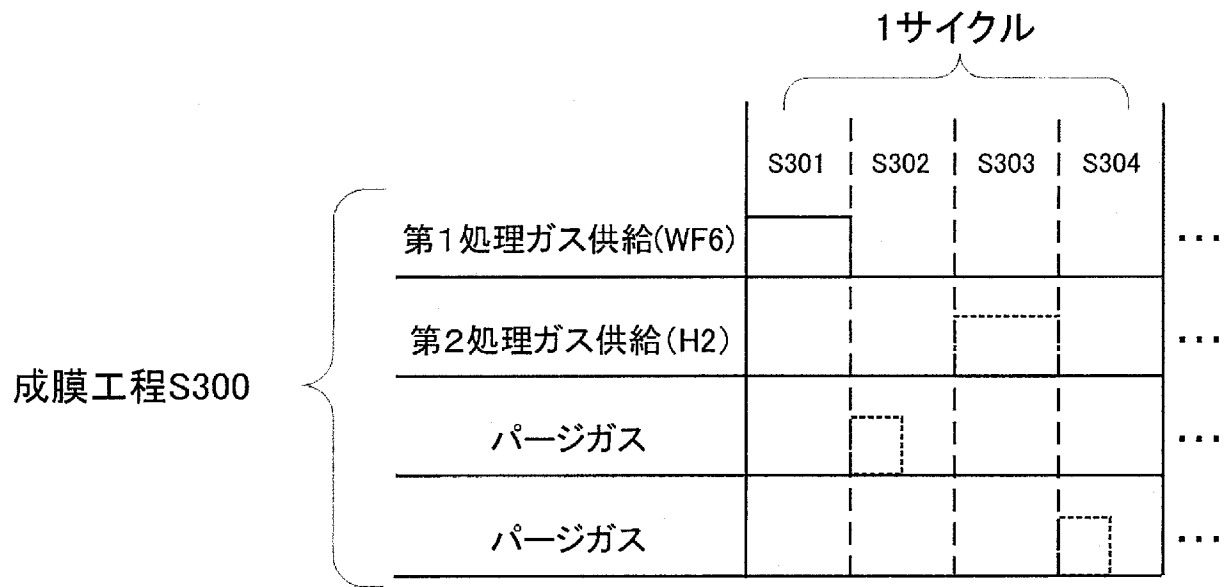
[図4]



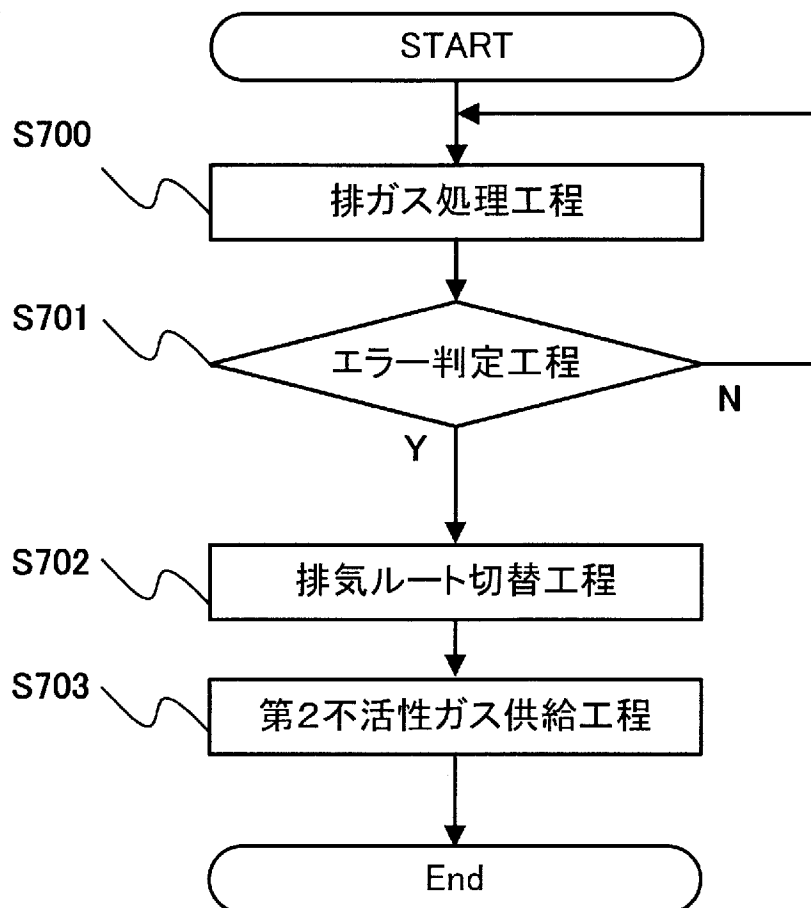
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/028905

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. C23C16/44 (2006.01) i, H01L21/285 (2006.01) i
FI: C23C16/44 E, H01L21/285 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. C23C16/44, H01L21/285

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.
Y A	JP 2005-223144 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 18 August 2005, paragraphs [0001], [0002], [0052], fig. 1	1-4, 11-15 5-10
Y A	JP 3145006 U (TECH ENGINEERING KK) 25 September 2008, claim 1, paragraphs [0003]-[0005], [0007]- [0010], fig. 1	1-4, 11-15 5-10
Y A	JP 2013-153159 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 08 August 2013, paragraphs [0053]-[0059]	13, 14 1-12, 15
Y A	JP 2014-168046 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 11 September 2014, paragraphs [0046]-[0050]	13, 14 1-12, 15

☐ 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
04.09.2020

Date of mailing of the international search report
24.09.2020

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/JP2020/028905

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2005-223144 A	18.08.2005	(Family: none)	
JP 3145006 U	25.09.2008	(Family: none)	
JP 2013-153159 A	08.08.2013	US 2015/0176130 A1 paragraphs [0040]- [0045]	
JP 2014-168046 A	11.09.2014	KR 10-2013-0075677 A US 2014/0213069 A1 paragraphs [0066]- [0070] CN 103966576 A KR 10-2014-0097984 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C23C 16/44(2006.01)i; H01L 21/285(2006.01)i FI: C23C16/44 E; H01L21/285 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）） C23C16/44; H01L21/285		
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
Y A	JP 2005-223144 A（株式会社日立国際電気）18.08.2005（2005 - 08 - 18） 段落 [0001]、[0002]、[0052]、図1	1-4, 11-15 5-10
Y A	JP 3145006 U（株式会社テック・エンジニアリング）25.09.2008（2008 - 09 - 25） 請求項1、段落 [0003] - [0005]、[0007] - [0010]、図1	1-4, 11-15 5-10
Y A	JP 2013-153159 A（株式会社日立国際電気）08.08.2013（2013 - 08 - 08） 段落 [0053] - [0059]	13, 14 1-12, 15
Y A	JP 2014-168046 A（株式会社日立国際電気）11.09.2014（2014 - 09 - 11） 段落 [0046] - [0050]	13, 14 1-12, 15
☐ 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 04.09.2020		国際調査報告の発送日 24.09.2020
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） 山本 一郎 4G 8395 電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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/JP2020/028905

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-223144	A	18.08.2005	(ファミリーなし)	
JP	3145006	U	25.09.2008	(ファミリーなし)	
JP	2013-153159	A	08.08.2013	US 2015/0176130 A1	
				[0040]-[0045]	
				KR 10-2013-0075677 A	
JP	2014-168046	A	11.09.2014	US 2014/0213069 A1	
				[0066]-[0070]	
				CN 103966576 A	
				KR 10-2014-0097984 A	