

(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11月16日(16.11.2023)



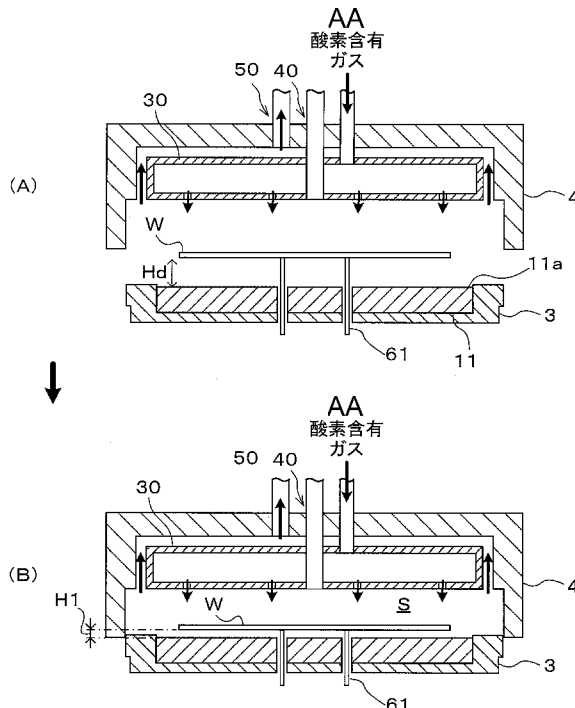
(10) 国際公開番号

WO 2023/219030 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/316 (2006.01) H05B 3/00 (2006.01)
H01L 21/312 (2006.01) H05B 3/68 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/017040
- (22) 国際出願日: 2023年5月1日(01.05.2023)
- (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 2022-079345 2022年5月13日(13.05.2022) JP
- (71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 田中 公一朗(TANAKA, Kouichirou); 〒8611116 熊本県合志市福原1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 大塚 幸信(OTSUKA, Yukinobu); 〒8611116 熊本県合志市福原1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 寺下 裕一(TERASHITA, Yuichi); 〒8611116 熊本県合志市福原1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP).
- (74) 代理人: 金本 哲男, 外(KANEMOTO, Tetsuo et al.); 〒1620065 東京都新宿区住吉町1-20 角張ビル 曙国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

(54) Title: HEAT PROCESSING DEVICE, HEAT PROCESSING METHOD, AND COMPUTER STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 加熱処理装置、加熱処理方法及びコンピュータ記憶媒体



AA Oxygen-containing gas

(57) Abstract: This heat processing device heats a substrate on which a coating film is formed, the device comprising: a processing vessel for forming a processing space that accommodates the substrate; a hot plate having a placement surface on which the substrate accommodated in the processing space is placed, and a heating unit that heats the substrate; an adjustment mechanism that adjusts the height of the substrate with respect to the hot plate; an exhaust part that exhausts the processing space; and a control unit. the control unit performs control so as to execute: (A) a step for setting the height

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, 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, ME, 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))

of the substrate with respect to the hot plate to a prescribed height separated by a prescribed distance from the hot plate, and starting a heating process for the substrate; and (B) a step for lowering the height of the substrate with respect to the hot plate below the prescribed height when the heating process has reached a prescribed degree of progression, setting the substrate to a state of being placed on or in proximity to the hot plate, and switching the exhaust of the processing space from OFF to ON.

(57) 要約: 塗布膜が形成された基板を加熱する加熱処理装置であって、基板を収容する処理空間を形成する処理容器と、前記処理空間に収容された基板が載置される載置面と、基板を加熱する加熱部と、を有する熱板と、前記熱板に対する基板の高さを調整する調整機構と、前記処理空間を排気する排気部と、制御部と、を備え、前記制御部は、(A) 前記熱板に対する基板の高さを前記熱板から所定の距離離れる所定の高さとし基板の加熱処理を開始する工程と、(B) 前記加熱処理が所定の進行度合いになった際に、前記熱板に対する基板の高さを前記所定の高さより低くし、基板を前記熱板に載置した状態または近接した状態にすると共に、前記処理空間の排気をOFFからONに切り替える工程と、を実行するよう、制御を行う。

明 細 書

発明の名称：

加熱処理装置、加熱処理方法及びコンピュータ記憶媒体

技術分野

[0001] 本開示は、加熱処理装置、加熱処理方法及びコンピュータ記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１に開示の加熱処理装置は、塗布膜が形成された基板を処理容器内で加熱するものであって、処理容器内に設けられ、基板を載置する載置部と、載置部に載置された基板を加熱するための加熱部と、を有する。また、特許文献１において、処理容器は、天井部を構成する蓋部を有し、蓋部は、上面部と下面部との間に排気室が形成されている。蓋部の下面部における周辺部には、排気室と連通する外周排気口が形成されている。蓋面部の下面部における中央部には、中央排気口が形成されている。中央排気口は、排気室を貫通するように設けられた中央排気管の一端側が接続されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０２１－９９２３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示にかかる技術は、加熱処理後の塗布膜の基板面内均一性を損なわずに、加熱中に処理空間内に生じた物質に起因する欠陥が基板に発生するのを抑制する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、塗布膜が形成された基板を加熱する加熱処理装置であって、基板を収容する処理空間を形成する処理容器と、前記処理空間に収容

された基板が載置される載置面と、基板を加熱する加熱部と、を有する熱板と、前記熱板に対する基板の高さを調整する調整機構と、前記処理空間を排気する排気部と、制御部と、を備え、前記制御部は、（A）前記熱板に対する基板の高さを前記熱板から所定の距離離れる所定の高さとし基板の加熱処理を開始する工程と、（B）前記加熱処理が所定の進行度合いになった際に、前記熱板に対する基板の高さを前記所定の高さより低くし、基板を前記熱板に載置した状態または近接した状態にすると共に、前記処理空間の排気をOFFからONに切り替える工程と、を実行するよう、制御を行う。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、加熱処理後の塗布膜の基板面内均一性を損なわずに、加熱中に処理空間内に生じた物質に起因する欠陥が基板に発生するのを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本実施形態にかかる加熱処理装置の構成を側面から見て模式的に示した説明図である。

[図2]本実施形態にかかるウェハ処理の各工程での加熱処理装置の状態を示す図である。

[図3]本実施形態にかかるウェハ処理の各工程での加熱処理装置の状態を示す図である。

[図4]本実施形態にかかるウェハ処理に含まれる加熱処理中のウェハWの温度履歴を示す図である。

[図5]本実施形態にかかるウェハ処理の他の例における、処理空間の排気形態を示す図である。

[図6]本実施形態にかかるウェハ処理の他の例における、加熱処理を終了させる工程での処理空間の状態を示す図である。

[図7]本実施形態にかかるウェハ処理の他の例の効果の説明図である。

[図8]本実施形態にかかるウェハ処理の他の例の効果の説明図である。

[図9]本実施形態にかかるウェハ処理の他の例の各工程における、底部材に対

する蓋部材の高さを示す図である。

[図10]加熱処理が所定の進行度合いになったか否かの判定に用いられるデータの説明図である。

発明を実施するための形態

[0008] 半導体デバイス等の製造プロセスでは、半導体ウェハ（以下、「ウェハ」という。）等の基板の表面上に、各種処理液、例えばハードマスクとして用いられるSOC膜形成用の処理液が塗布されることがある。そして、これらの処理液の塗布後すなわち塗布膜の形成後においては、加熱処理装置の処理容器内で基板を加熱する加熱処理が行われる。

[0009] また、加熱処理装置では、加熱中に処理容器内に生じた欠陥原因物質を回収することを目的として、処理容器内が排気される。欠陥原因物質とは、基板に付着することにより欠陥の原因となる物質である。しかし、上述のように排気を行ったとしても、欠陥原因物質を回収し切れない場合がある。また、処理容器内からの排気量を大きくしたり排気時間を長くしたりすれば欠陥原因物質を多く回収できるが、塗布膜の厚さが基板の面内で不均一になってしまうことがある。

[0010] そこで、本開示にかかる技術は、加熱処理後の塗布膜の基板面内均一性を損なわずに、加熱中に処理容器内（具体的には処理容器により形成される処理空間内）に生じた物質に起因する欠陥が基板に発生するのを抑制する。

[0011] 以下、本実施形態にかかる加熱処理装置及び加熱処理方法を、図面を参照して説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0012] <加熱処理装置>

図1は、本実施形態にかかる加熱処理装置の構成を側面から見て模式的に示した説明図である。

[0013] 図1に示すように、加熱処理装置1は、基板としてのウェハWを収容する処理空間Sを形成する処理容器2を有している。この処理容器2は、熱板1

1を有する底部材3と、底部材3の後述の載置面11aと対向する天井部4aを含み底部材3との間で処理空間Sを形成する蓋部材4を有している。また、処理容器2は、図示しない筐体内に設けられている。

[0014] 底部材3は、図示しない前記筐体の基台5の上に支持部材6を介して支持されている。底部材3は、周縁部12aよりも内側に凹部が形成された扁平な円筒体からなる支持台12を備えている。支持台12の凹部に熱板11が設けられる。

[0015] 熱板11の上面11aは、ウェハWが載置される載置面である。熱板11の上面11a（以下、載置面11a）には、ウェハWの下面を支持する図示しない複数のギャップピンが設けられていてもよい。

また、熱板11内には、ウェハWを加熱する加熱部としてのヒータ13が設けられている。ヒータ13は、載置面11aを加熱することにより、ウェハWを加熱することができる。具体的には、ヒータ13は、載置面11aを加熱することにより、載置面11aに載置されたウェハWを加熱し、また、載置面11aから離間した位置に位置するウェハWを加熱することができる。ヒータ13は後述の制御部100により制御される。

[0016] 蓋部材4の天井部4aは、底部材3よりも直径の大きい円板状に形成されている。

また、蓋部材4は、底部材3と天井部4aとの間の隙間の周囲を塞ぎ処理空間Sを形成する側壁部4bを有する。側壁部4bは平面視円環状に形成されている。

[0017] この蓋部材4は、昇降機構20によって昇降する。昇降機構20は、蓋部材4の昇降のための駆動力すなわち底部材3に対する蓋部材4の高さを調整するための駆動力を発生するモータ等の駆動源を有し、例えば基台5に設けられる。この昇降機構20は、後述の制御部100により制御される。昇降機構20は、蓋部材4を下降させることで、処理空間Sを形成することができる。また、昇降機構20は、蓋部材4を上昇させることで、処理空間Sを開放することができる。さらに、昇降機構20は、蓋部材4を昇降させるこ

とで、すなわち、底部材 3 に対する蓋部材 4 の高さを調整することで、処理空間 S の容積を変更することができる。

このように、昇降機構 20 は、底部材 3 に対する蓋部材 4 の高さを調整する調整機構を構成すると共に、処理空間 S の容積を変更する変更部を構成する。

[0018] また、蓋部材 4 の天井部 4 a には、シャワーヘッド 30 が設けられている。

シャワーヘッド 30 は、天井部 4 a から下方に、酸素を含有するガスすなわち酸素含有ガスを供給する。シャワーヘッド 30 が供給する酸素含有ガスは例えばドライエアである。

また、シャワーヘッド 30 は、天井部 4 a から下方に、酸素を含まない不活性ガスを供給する。シャワーヘッド 30 が供給する不活性ガスは例えば窒素ガスである。

[0019] シャワーヘッド 30 は、複数の吐出孔 31 と、ガス分配空間 32 と、を有する。

[0020] 吐出孔 31 はそれぞれ、シャワーヘッド 30 の下面に形成されている。吐出孔 31 は、例えば、シャワーヘッド 30 の下面中央部における、後述する排気口 41 以外の部分に、略均一に配置されている。複数の吐出孔 31 は、熱板 11 上のウェハ W の周縁部の上方に位置する第 1 吐出孔と、熱板 11 上のウェハ W の中央部の上方に位置する第 2 吐出孔と、を含む。

[0021] ガス分配空間 32 は、シャワーヘッド 30 に導入された酸素含有ガスまたは不活性ガスを分配して各吐出孔 31 に供給する。

シャワーヘッド 30 には、当該シャワーヘッド 30 に酸素含有ガスまたは不活性ガスを導入する導入管 33 が接続されている。

[0022] 導入管 33 には、供給管 34 を介して、酸素含有ガスを貯留するガス源 35 が接続されている。供給管 34 には、酸素含有ガスの流通を制御する開閉弁や流量調節弁等を含む供給機器群 36 が設けられている。

また、導入管 33 には、供給管 37 を介して、不活性ガスを貯留するガス

源 38 が接続されている。供給管 37 には、不活性ガスの流通を制御する開閉弁や流量調節弁等を含む供給機器群 39 が設けられている。

供給機器群 36、39 は後述の制御部 100 により制御される。

[0023] 加熱処理装置 1 においては、シャワーヘッド 30、導入管 33、供給管 37、供給機器群 39 によって、処理空間 S に不活性ガスを供給するガス供給部が構成され、シャワーヘッド 30、導入管 33、供給管 34、供給機器群 36 によって、処理空間 S に酸素含有ガスを供給する他のガス供給部が構成されている。

[0024] さらに、加熱処理装置 1 には、中央排気部 40 と周縁排気部 50 が設けられている。これら中央排気部 40 と周縁排気部 50 により、処理空間 S を排気する排気部が構成されている。

[0025] 中央排気部 40 は、載置面 11a の上方であって、当該載置面 11a 上のウェハ W の中央寄りの位置（図の例では上記中央の位置）に相当する位置から、処理空間 S を排気する。中央排気部 40 は排気口 41 を有する。排気口 41 は、シャワーヘッド 30 の下面における中央寄りの位置（図の例では中央の位置）に設けられており、下方に開口している。中央排気部 40 は、この排気口 41 を介して、処理空間 S を排気する。

[0026] また、中央排気部 40 は、排気口 41 から上方向に延伸するように形成された中央排気路 42 を有する。中央排気路 42 には、排気管 43 を介して、真空ポンプ等の排気装置 44 が接続されている。排気管 43 には、排気量を調整するバルブ等を有する排気機器群 45 が設けられている。排気装置 44 及び排気機器群 45 は後述の制御部 100 により制御される。

[0027] 周縁排気部 50 は、載置面 11a の上方であって、当該載置面 11a 上のウェハ W の周縁部寄りの位置（図の例では上記ウェハ W の周端のやや外側の位置）に相当する位置から、処理空間 S を排気する。周縁排気部 50 は、排気口 51 を有する。排気口 51 は、シャワーヘッド 30 の外周を囲むように、天井部 4a の下面から、下方に開口している。排気口 51 は、複数の排気孔をシャワーヘッド 30 の外周に沿って並べたものであってもよい。周縁排

気部 50 は、この排気口 51 を介して、処理空間 S を排気する。

[0028] また、周縁排気部 50 は、排気口 51 に通ずる周縁排気路 52 を有する。周縁排気路 52 には、排気管 53 を介して、真空ポンプ等の排気装置 54 が接続されている。排気管 53 には、排気量を調整するバルブ等を有する排気機器群 55 が設けられている。排気装置 54 及び排気機器群 55 は後述の制御部 100 により制御される。

[0029] さらに、天井部 4a は、加熱されるように構成されている。例えば、天井部 4a には、当該天井部 4a を加熱する図示しないヒータが内蔵されている。このヒータが後述の制御部 100 により制御され、天井部 4a（具体的には例えばシャワーヘッド 30）が所定の温度に調整される。

[0030] さらに、加熱処理装置 1 では、底部材 3 の下方に、ウェハ W を昇降させる昇降機構 60 が設けられている。昇降機構 60 は、処理容器 2 の外部に設けられた図示しない搬送機構との間でウェハ W の受け渡しを行うための受渡部材としての昇降ピン 61 が、支持台 12 及び熱板 11 を貫通するように設けられている。昇降ピン 61 は、例えば熱板 11 の周方向に等間隔で少なくとも 3 本設けられる。

[0031] 昇降ピン 61 は、昇降機構 62 によって昇降し、上昇したときに熱板 11 の上方に突出可能に構成されている。昇降機構 62 は、昇降ピン 61 の昇降のための駆動力を発生するモータ等の駆動源を有し、例えば基台 5 に設けられる。昇降ピン 61 を昇降させることで、熱板 11 に対する、昇降ピン 61 に支持されたウェハ W の高さを調整することができる。この昇降機構 62 は、後述の制御部 100 により制御される。

このように、昇降機構 60 は、熱板 11 に対するウェハ W の高さを調整する調整機構を構成する。

[0032] 上述した加熱処理装置 1 は、制御部 100 を備えている。制御部 100 は、例えば CPU 等のプロセッサやメモリ等を備えたコンピュータであり、記憶部 101 を有している。記憶部 101 には、例えば後述する加熱処理装置 1 の各種動作を制御するための指令を含むプログラムが格納されている。な

お、上記プログラムは、コンピュータに読み取り可能な記憶媒体Hに記録されていたものであって、当該記憶媒体Hから制御部100にインストールされたものであってもよい。記憶媒体Hは一時的に記憶するものであっても非一時的に記憶するものであってもよい。また、プログラムの一部または全ては専用ハードウェア（回路基板）で実現してもよい。

[0033] ＜ウェハ処理の例1＞

続いて、加熱処理装置1を用いて行われる加熱処理を含むウェハ処理の、本実施形態にかかる例を説明する。

図2及び図3はそれぞれ、本実施形態にかかるウェハ処理の各工程での加熱処理装置1の状態を示す図である。図4は、本実施形態にかかるウェハ処理に含まれる加熱処理中のウェハWの温度履歴を示す図である。

なお、以下で例示する本実施形態にかかるウェハ処理はいずれも、制御部100の制御の下、行われる。

[0034] （ステップS1：ウェハWの搬入）

まず、加熱処理装置1内にウェハWが搬入される。

具体的には、蓋部材4が上昇された後、塗布膜としてSOC膜が形成されたウェハWが、図示しない搬送機構によって、熱板11の上方まで移動される。その後、昇降ピン61が上昇され、ウェハWが図2（A）に示すように昇降ピン61に受け渡され、熱板11に対するウェハWの高さが受け渡し高さHdまで上昇する。受け渡し高さHdは例えば30mm～50mmである。

[0035] このとき、中央排気部40による排気はOFFとされる。周縁排気部50による排気はウェハ処理中、常時ONとされる。

また、このとき、熱板11の載置面11aの温度が例えば200～450℃となるようにヒータ13が制御されている。なお、ウェハ処理中、ヒータ13は例えば熱板11の載置面11aの温度が一定となるように制御される。また、天井部4aに対する図示しないヒータは、ウェハ処理中、例えば天井部4a（具体的にはシャワーヘッド30）の温度が所定の温度で一定にな

るように制御される。

[0036] (ステップS 2 : 加熱処理の開始)

続いて、熱板 1 1 に対するウェハWの高さが、熱板 1 1 から所定の距離離れる所定の高さすなわち第 1 の高さH 1 とされ、加熱処理が開始される。

具体的には、蓋部材 4 が下降されて図 2 (B) に示すように処理空間Sが形成される。

また、蓋部材 4 の下降と同時にまたは蓋部材 4 の下降後、昇降ピン 6 1 が下降され、熱板 1 1 に対するウェハWの高さが、受け渡し高さH dと異なり受け渡し高さH dより低い第 1 の高さH 1 とされる。このように熱板 1 1 に対するウェハWの高さが第 1 の高さH 1 とされ、処理空間Sが形成されると、加熱処理の開始となる。なお、第 1 の高さH 1 は、例えば 2 mm ~ 1 0 mm であり、予め設定され、記憶部 1 0 1 に記憶されている。

また、加熱処理中、底部材 3 に対する蓋部材 4 の高さ、すなわち、処理空間Sの容積は、一定である。

[0037] (ステップS 3 : 第 1 の高さH 1 での加熱)

次に、第 1 の高さH 1 でウェハWが加熱されると共に、周縁排気部 5 0 による排気が行われ加熱中に処理空間Sに生じた欠陥原因物質の回収が行われる。

[0038] 具体的には、熱板 1 1 に対するウェハWの高さが第 1 の高さH 1 で維持されると共に、シャワーヘッド 3 0 から処理空間Sへの酸素含有ガスの供給が行われる。

また、周縁排気部 5 0 による排気が行われ、加熱中にS O C 膜から生じた欠陥原因物質等、処理空間S内の欠陥原因物質が回収される。

[0039] なお、シャワーヘッド 3 0 からの酸素含有ガスの吐出は、加熱処理の開始前から行われていてもよい。

[0040] ステップS 3 は、加熱処理が所定の進行度合いになるまで行われる。具体的には、ステップS 3 は、図 4 に示すように、ウェハWの温度が、S O C 膜における酸素との架橋反応が開始する温度よりやや低い所定の温度T t にな

るまで行われる。

[0041] 加熱処理が所定の進行度合いになったか否かの判定すなわちウェハWの温度が所定の温度 T_t になったか否かの判定は、例えば、熱板11に対するウェハWの高さが第1の高さ H_1 とされてから経過した時間が所定の時間 T_1 を超えたか否かに基づいて行われる。制御部100は、上記所定の時間 T_1 を超えると、所定の進行度合いになったと判定し、すなわち、所定の温度 T_t になったと判定する。この判定に用いられる「所定の時間 T_1 」は、SOC膜の種類によって異なり、例えば、図示しないキーボードやタッチパネル等の入力部を介したユーザ入力に基づいて予め設定され、記憶部101に記憶されている。

[0042] (ステップS4：ウェハWの下降)

そして、加熱処理が所定の進行度合いになった後は、ウェハWが下降される。

具体的には、加熱処理が所定の進行度合いになった後は、昇降ピン61が下降され、ウェハWが熱板11の載置面11aに載置される。

[0043] (ステップS5：載置された状態での加熱)

次に、ウェハWが熱板11に載置された状態で加熱されると共に、周縁排気部50による排気及び中央排気部40による排気が行われ加熱中に処理空間Sに生じた欠陥原因物質の回収が行われる。

[0044] 具体的には、図3(A)に示すようにウェハWが熱板11に載置された状態が維持されると共に、シャワーヘッド30から処理空間Sへの酸素含有ガスの供給が行われる。熱板11により加熱されたウェハWがある温度を超えると、ウェハW上のSOC膜中の材料が、処理空間S中等の酸素と熱により架橋反応する。SOC膜は、膜中に架橋反応が起こることで硬化すなわちエッチング耐性が生じる。

[0045] また、排気機器群45が制御され、中央排気部40による排気がOFFからONに切り替えられ、周縁排気部50による排気及び中央排気部40による排気の両方が行われる。これにより、加熱中にSOC膜から生じた欠陥原

因物質等、処理空間S内の欠陥原因物質が回収される。

このステップS5は、ウェハWが熱板11に載置されてから所定の時間T2が経過するまで行われる。

[0046] 上記所定の時間T2（すなわち熱板11に載置された状態での加熱時間）は例えば30秒～120秒であり、また、上記所定の時間T1（すなわち第1の高さH1での加熱時間）は、上記所定の時間T2の0.5～1.5倍である。

[0047] 中央排気部40による排気がOFFからONに切り替えられるタイミングは、具体的には、例えば、ステップS5の加熱の開始直後（すなわちウェハWの熱板11への載置直後）である。また、上記タイミングは、ステップS5の加熱が開始されてから（すなわちウェハWが熱板11に載置されてから）所定の時間T3経過後であってもよい。その理由は後述する。上記所定の時間T3は例えば2秒以上10秒以下である。

[0048] （ステップS6：加熱処理の終了）

ステップS5が完了すると、昇降ピン61の上昇によりウェハWが載置面11aから離されると共に、蓋部材4が上昇され処理空間Sが開放され、加熱処理が終了となる。

具体的には、ステップS5の完了後、例えば、シャワーヘッド30から処理空間Sへの酸素含有ガスの供給、中央排気部40による排気及び周縁排気部50による排気がONに維持されたまま、昇降ピン61の上昇と蓋部材4の上昇が同時に行われる。これにより、図3（B）に示すように、ウェハWが受け渡し高さHdまで上昇すると共に、処理空間Sが開放される。

[0049] （ステップS7：ウェハWの搬出）

その後、加熱処理装置1外へウェハWが搬出される。

具体的には、昇降ピン61が下降され、ウェハWが、図示しない搬送機構に受け渡され、当該搬送機構によって、熱板11の上方から移動される。

これで、本例にかかるウェハ処理は完了となる。

[0050] 本例と異なるウェハ処理として、以下の比較例1、2にかかるウェハ処理

が考えられる。

[0051] (比較例 1)

第 1 の高さ H 1 でのウェハ W の加熱が行われず、熱板 1 1 に載置された状態でウェハ W の加熱のみが行われ、加熱の際、最初から中央排気部 4 0 による排気及び周縁排気部 5 0 による排気の両方が ON にされる。

[0052] (比較例 2)

第 1 の高さ H 1 でのウェハ W の加熱が行われず、熱板 1 1 に載置された状態でウェハ W の加熱のみが行われ、加熱の際、最初の 1 0 ～ 2 0 秒程度、中央排気部 4 0 による排気が OFF にされ、周縁排気部 5 0 による排気のみが ON にされ、その後、5 0 秒程度、中央排気部 4 0 による排気及び周縁排気部 5 0 による排気の両方が ON にされる。

[0053] しかし、本発明者らが鋭意実験を重ねたところ、比較例 1、2 では以下の課題があることが判明した。すなわち、比較例 1 にかかるウェハ処理では、ウェハ処理後のウェハ W の表面に欠陥は生じないが、ウェハ処理後における SOC 膜の厚さが、ウェハ W の中央部で厚くなることあった。また、比較例 2 にかかるウェハ処理では、SOC 膜の種類によっては、処理空間 S 中の欠陥原因物質を十分回収することができず、ウェハ処理後のウェハ W の表面に欠陥が生じることがあり、排気時間を長くしても、上記欠陥を十分に減らすことができない場合があった。

これは、該当する種類の SOC 膜では、第 1 の高さ H 1 でのウェハ W の加熱が行われない場合、加熱処理開始直後且つ熱板 1 1 に載置された直後というウェハ W の温度変化が激しい期間に、中央排気部 4 0 による排気を行わないと、その後に中央排気部 4 0 による排気を行っても回収することができない欠陥原因物質が生じることが理由と考えられる。

[0054] それに対し、本例にかかるウェハ処理では、ウェハ W が、第 1 の高さ H 1 での加熱が行われた後、熱板 1 1 に載置される。そのため、加熱処理開始直後のウェハ W の温度変化及び熱板 1 1 に載置された直後のウェハ W の温度変化が比較的緩やかである。したがって、本例にかかるウェハ処理によれば、

ウェハWの温度変化が激しい期間に生じ得る、回収しにくい欠陥原因物質Pが発生するのを抑制することができる。

また、SOC膜が形成されたウェハWに対する加熱処理では、初期段階が、SOC膜の流動性が最も高く、排気の影響が膜厚に出やすい。それに対し、本例にかかるウェハ処理では、加熱処理の初期段階にあたる、第1の高さH1でウェハWを加熱する工程において、中央排気部40による排気はOFF状態である。したがって、加熱処理時に中央排気を行うことによりSOC膜の厚さがウェハWの中央部で厚くなるのを抑制することができる。

[0055] なお、以上の本実施形態にかかるウェハ処理の例では、ステップS5による加熱の際の、熱板11に対するウェハWの高さは、熱板11に載置された状態となる高さであるが、これに限られず、第1の高さH1より熱板11に近接する状態となる高さであればよい。以下の例についても同様である。

[0056] <本実施形態の主な効果>

以上のように、本実施形態にかかる例のウェハ処理は、熱板11に対するウェハWの高さを、熱板11から所定の距離離れる第1の高さH1とし、ウェハWの加熱処理を開始する(a)工程と、加熱処理が所定の進行度合いになった際に、熱板11に対するウェハWの高さを第1の高さH1より低くし、ウェハWを熱板11に載置した状態または近接した状態にすると共に、処理空間S内の排気をOFFからONに切り替える工程と、を含む。そのため、加熱処理の全期間に亘って、ウェハWの温度変化が比較的緩やかである。したがって、ウェハWの温度変化が激しい期間に生じ得る、回収しにくい欠陥原因物質Pが発生するのを抑制することができる。また、本実施形態にかかる例のウェハ処理では、処理空間S中の欠陥原因物質の回収効率を高めるための処理空間Sの排気(具体的には中央排気部40による排気)がONにされるのは、加熱処理が所定の進行度合いになった後、すなわち、ウェハW上の塗布膜の流動性が低下した後である。したがって、上記処理空間Sの排気(具体的には中央排気部40による排気)により膜厚の面内不均一性が生じるのを抑制することができる。

[0057] よって、本実施形態によれば、加熱処理後の塗布膜のウェハW面内での均一性を損なわずに、加熱中に処理空間S内に生じた物質に起因する欠陥がウェハWに発生するのを抑制することができる。

[0058] 前述のように、中央排気部40による排気がOFFからONに切り替えられるタイミングは、熱板11に載置されてから所定の時間T3経過後であってもよい。これは、塗布膜の種類や第1の高さH1での加熱時間等によっては、第1の高さH1での加熱のみでは、塗布膜の流動性を、中央排気部40による排気の影響を受けない程度に、十分に落とすことができない場合があるからである。

[0059] (ウェハ処理の例2)

図5は、本実施形態にかかるウェハ処理の他の例における、処理空間Sの排気形態を示す図である。

以上の例では、ステップS6の加熱処理を終了させる工程では、中央排気部40による排気及び周縁排気部50による排気がONに維持されたまま、蓋部材4の上昇が行われ、処理空間Sが開放されていた。これに代えて、ステップS6の加熱処理を終了させる工程では、図5に示すように、中央排気部40による排気がONに維持されたまま、周縁排気部50による排気をOFFにさせ、その後、所定の時間T2経過してから、蓋部材4の上昇が行われ、処理空間Sが開放されてもよい。これにより、処理空間Sが開放されたときに、欠陥原因物質が、底部材3と蓋部材4との間の隙間から、処理容器2外に漏れ出すのを抑制することができる。

[0060] (ウェハ処理の例3)

図6は、本実施形態にかかるウェハ処理の他の例における、ステップS6の加熱処理を終了させる工程での処理空間Sの状態を示す図である。

上述のウェハ処理の例1等では、ステップS6の加熱処理を終了させる工程、中央排気部40による排気及び周縁排気部50による排気がONに維持されたまま、昇降ピン61の上昇すなわちウェハWの上昇と蓋部材4の上昇とが同時に行われ、ウェハWが受け渡し高さHdまで上昇すると共に、処理

空間Sが開放されていた。これに代えて、ステップS6の加熱処理を終了させる工程では、まず、図6に示すように、中央排気部40による排気及び周縁排気部50による排気がONに維持されたまま、昇降ピン61の上昇のみが行われ、熱板11に対するウェハWの高さが第2の高さH2とされ、処理空間Sが形成されたままとしてもよい。そして、その後、所定の時間T3経過してから、昇降ピン61の再上昇と蓋部材4の上昇が同時に行われ、ウェハWが受け渡し高さHdまで上昇すると共に、処理空間Sが開放されてもよい。

なお、第1の高さH1と第2の高さH2は同じであってもよいし、異なってもよい。

[0061] 第2の高さH2は、例えば、第1の高さH1と同様、予め設定され、記憶部101に記憶されている。

また、第2の高さH2は、以下のように制御部100により予め算出され決定され、記憶部101に記憶されていてもよい。すなわち、制御部100により、処理対象のウェハWの反り量の検出結果が、図示しない外部の検出装置から取得され、上記検出結果に基づいて、第2の高さH2が予め算出され決定され、記憶部101に記憶されていてもよい。なお、上記外部の検出装置は、例えば、ウェハWを側方から撮像し撮像結果から当該ウェハWの反り量を検出する、公知の装置である。

[0062] 例えば、以下のようにして、制御部100により、処理対象のウェハWの反り量の検出結果から第2の高さH2が算出され決定される。

すなわち、制御部100により、取得されたウェハWの反り量 W_p と記憶部101に記憶されていた第2の高さH2のデフォルト値 H_{2_0} との和が算出され、その結果が実際の第2の高さH2 ($=W_p + H_{2_0}$) に決定される。これにより、蓋部材4の周縁部の下端に対するウェハWの周縁部の高さH3が、ウェハWの反り量によらず一定となる。

蓋部材4の周縁部の下端に対するウェハWの周縁部の高さH3が異なると、昇降ピン61の再上昇と蓋部材4の上昇が同時に行われ処理空間Sが開放

される際に、蓋部材 4 の周縁部の下を通してウェハ W の表面に流れ込む気流も異なってくる。具体的には、昇降ピン 6 1 の再上昇と蓋部材 4 の上昇が同時に行われ処理空間 S が開放される際、上記高さ H 3 が大きいと、ウェハ W の表面に流れ込む気流が少なくなり、上記高さ H 3 が小さいと、ウェハ W の表面に流れ込む気流が多くなる。したがって、蓋部材 4 の周縁部の下端に対するウェハ W の周縁部の高さ H 3 をウェハ W の反り量によらず一定にすることにより、上述の処理空間 S の開放の際にウェハ W の表面に流れ込む気流も略一定となる。その結果、ウェハ W の反り量が熱処理結果に与える影響を抑制することができる。

[0063] また、本例の場合、ステップ S 6 の加熱処理を終了させる工程における処理空間 S の排気形態を、上述のウェハ処理の例 6 と同様にしてもよい。すなわち、ステップ S 6 の加熱処理を終了させる工程で、中央排気部 4 0 による排気及び周縁排気部 5 0 による排気のうち、蓋部材 4 の上昇前に、周縁排気部 5 0 による排気のみ OFF にさせ、その後所定の時間 T 3 経過してから、蓋部材 4 の上昇が行われ、処理空間 S が開放されてもよい。

[0064] なお、上述のウェハ処理の例 1 ～ 3 を行う場合、処理空間 S への不活性ガスの供給に用いられる供給管 3 7、ガス源 3 8、供給機器群 3 9 を加熱処理装置 1 から省略することができる。

[0065] <ウェハ処理の例 4>

図 7 及び図 8 は、本実施形態にかかるウェハ処理の他の例の効果の説明図である。

以上の例では、加熱処理中、処理空間 S に供給されるガスは酸素含有ガスであり不活性ガスへの切り替えは特に行われていなかった。

それに対し、本例では、加熱処理中に、処理空間 S に供給されるガスが、酸素含有ガスから不活性ガスに切り替えられ、処理空間 S 内の酸素含有ガスが不活性ガスで置換される。すなわち、本例では、加熱処理の途中で、酸素含有ガスの雰囲気での加熱から、低酸素濃度雰囲気での加熱（具体的には不活性ガスの雰囲気での加熱）に切り替えられる。

[0066] 処理空間Sに供給されるガスが酸素含有ガスから不活性ガスに切り替えられるタイミングは、例えば、ステップS5の熱板11に載置された状態でのウェハWの加熱中である。

具体的には、上記タイミングは、例えば、ステップS5の加熱中であって、ウェハW上のSOC膜において酸素との反応による架橋反応が所定の進行度合いになったとき、より具体的には、SOC膜における上記架橋反応が完了する温度以上の所定の温度Tsとなったときである。

[0067] SOC膜において酸素との反応による架橋反応が所定の進行度合いになったか否かの判定すなわちウェハWの温度が所定の温度Tsになったか否かの判定は、例えば、ウェハWが熱板11に載置されてから経過した時間が所定の時間T11を超えたか否かに基づいて行われる。制御部100は、上記所定の時間T11を超えると、所定の進行度合いになったと判定し、すなわち、所定の温度Tsになったと判定する。この判定に用いられる「所定の時間T11」は、SOC膜の種類によって異なり、例えば、図示しないキーボードやタッチパネル等の入力部を介したユーザ入力に基づいて予め設定され、記憶部101に記憶されている。

[0068] 本例のように加熱処理の後段で不活性ガスの雰囲気下で加熱を行う場合、加熱処理を終了させる際、蓋部材4が上昇される前、すなわち、処理空間Sが開放される前に、シャワーヘッド30から処理空間Sへの不活性ガスの供給は停止される。

[0069] ウェハWの熱板11への載置直後を含む期間で、急激な温度変化等によって、図7(A)に示すように、比較的大粒の欠陥原因物質P1がSOC膜から飛散する場合がある。この欠陥原因物質P1の飛散は、加熱処理が進行すれば収まる。しかし、本例とは異なり、不活性ガスへの切り替えを行わない場合、加熱処理が進行すると、上述の欠陥原因物質P1が、図7(B)に示すように、その後ウェハW上のSOC膜から気化した材料による微粒子P2と、処理空間S中の酸素と結合し、質量が大きい別の欠陥原因物質P3となる場合がある。この欠陥原因物質P3は、質量が大きいだけでなく、大量に

発生する。したがって、中央排気部 40 による排気及び周縁排気部 50 による排気では、欠陥原因物質 P 3 を回収し切れず、図 7 (C) に示すように、欠陥原因物質 P 3 が、加熱処理終了時の処理空間 S 中に充満してしまい、ウェハ処理終了後のウェハ W の表面全面に付着したまま残ってしまう場合がある。

[0070] それに対し、本例にかかるウェハ処理では、SOC 膜において酸素による架橋反応が所定の進行度合いになった後（具体的には架橋反応が完了した後）は、処理空間 S へ供給されるガスが酸素含有ガスから不活性ガスに切り替えられる。そのため、ウェハ W の熱板 11 への載置直後を含む期間で上述の比較的大粒の欠陥原因物質 P 1 が飛散したとしても、この欠陥原因物質 P 1 が、図 8 (A) に示すように、前述の微粒子 P 2 と、処理空間 S 中の酸素と結合しないため、質量が大きい別の欠陥原因物質 P 3（図 7 (B) 参照）に変化しない。代わりに、上記欠陥原因物質 P 1 は、その一部が熱で揮発して縮小していく（図 8 (A) 中、P 4 は縮小した欠陥原因物質）。縮小した欠陥原因物質 P 4 は、図 8 (B) に示すように、中央排気部 40 による排気及び周縁排気部 50 による排気により、容易に回収することができる。したがって、上記欠陥原因物質 P 3（図 2 (B) 参照）やその他の欠陥原因物質が、加熱処理終了時の処理空間 S 中に充満するのを抑制することができ、ウェハ処理終了後のウェハ W の表面全面に欠陥原因物質が付着したまま残るのを抑制することができる。

[0071] 処理空間 S に供給されるガスが酸素含有ガスから不活性ガスに切り替えられるタイミングが上述のタイミングの場合、切り替えと同時に、中央排気部 40 による排気を OFF から ON に切り替えてもよい。

[0072] また、処理空間 S に供給されるガスが酸素含有ガスから不活性ガスに切り替えられるタイミングすなわち処理空間 S の不活性ガスへの置換タイミングは、ステップ S 5 の加熱が開始されるとき、すなわち、ステップ S 4 のウェハ W が熱板 11 に載置されるよう下降されるときであってもよい。

[0073] <ウェハ処理の例 5>

図9は、本実施形態にかかるウェハ処理の他の例の各工程における、底部材3に対する蓋部材4の高さを示す図である。

以上の例では、加熱処理中、底部材3に対する蓋部材4の高さすなわち処理空間Sの容積は一定であった。これに代えて、処理空間S内の酸素含有ガスを不活性ガスへ置換する工程（以下、置換工程）において、酸素含有ガスの雰囲気での加熱工程より、処理空間Sの容積を小さくしてもよい。また、この場合、不活性ガスの雰囲気での加熱工程において、上記置換工程より、処理空間Sの容積を大きくしてもよい。

[0074] 具体的には、図9（A）に示すように、底部材3に対する蓋部材4の高さを第1の高さH11にした状態で、酸素含有ガスの雰囲気での加熱工程が行われ、図9（B）に示すように、底部材3に対する蓋部材4の高さを第1の高さH12より低い第2の高さH12にした状態で、置換工程が行われてもよい。また、この場合に、底部材3に対する蓋部材4の高さを第2の高さH12より高い第3の高さH13にした状態で、不活性ガスの雰囲気での加熱工程が行われてもよい。第3の高さH13は、第1の高さH11と同じであってもよいし、異なってもよい。

[0075] 本例のように、置換工程において処理空間Sの容積を小さくすることで、処理空間S内の雰囲気を不活性ガスで置換するのに要する時間を短縮することができる。その結果、前述の質量が大きい欠陥原因物質P3の発生を抑制することができる。

[0076] また、不活性ガスの雰囲気での加熱工程において、上述のように処理空間Sの容積を大きくすることで、すなわち、底部材3に対する蓋部材4の高さを高くすることで、ウェハWの直上における気流をウェハ面内でより均一にすることができる。また、蓋部材4（具体的にはシャワーヘッド30）に欠陥原因物質が付着し汚染されるのを抑制することができる。

[0077] 不活性ガスの雰囲気での加熱工程において、前述のように置換工程より処理空間Sの容積を大きくする場合、処理空間Sへの不活性ガスの供給流量を、置換工程において大きくし、不活性ガスの雰囲気での加熱工程において相

対的に小さくしてもよい。これにより、置換工程において処理空間S内の雰囲気の不活性ガスで置換するのに要する時間を短くしつつ、加熱処理全体での不活性ガスの消費量を抑えることができる。

[0078] (変形例)

上述のウェハ処理の例1等では、加熱処理が所定の進行度合いになったか否かの判定すなわちウェハWの温度が所定の温度 T_t になったか否かの判定が、図示しないキーボードやタッチパネル等の入力部を介したユーザ入力に基づいて予め設定された所定の時間 T_1 に基づいて行われていた。

[0079] 加熱処理が所定の進行度合いになったか否かの判定方法すなわちウェハWの温度が所定の温度 T_t になったか否かの判定方法は、これに限られない。

例えば、図10に示すような関係Rを示すデータD1を予め記憶部101に記憶させておく。上記関係Rは、熱板11を現在の設定温度とし、当該熱板11に対するウェハWの高さを予め設定された第1の高さ H_1 としてウェハWを加熱したときの、ウェハWの温度と加熱時間との関係である。また、上記所定の温度（すなわち、第1の高さ H_1 での加熱による目標到達温度） T_t を、図示しないキーボードやタッチパネル等の入力部を介してユーザから受け付けておき、予め記憶部101に記憶させておく。そして、ウェハWの温度が所定の温度 T_t になったか否かの判定が、記憶部101に記憶された上記データD1に基づいて、行われてもよい。具体的には、制御部100により、記憶部101に記憶された上記データD1と所定の温度 T_t とに基づいて、所定の温度 T_t に到達するまでに要する時間 T_{21} が算出され決定され、熱板11に対するウェハWの高さが第1の高さ H_1 とされてから経過した時間が上記時間 T_{21} を超えたか否かの判定に基づき、ウェハWの温度が所定の温度 T_t になったか否かの判定が行われてもよい。

[0080] ウェハWの温度が所定の温度 T_t になったか否かの判定に用いる情報として決定した、所定の温度 T_t に到達するまでに要する時間 T_{21} は、図示しない表示部（例えば液晶ディスプレイ）等の外部出力部を介して外部出力されてもよい。

[0081] また、熱板 11 に対するウェハ W の高さを第 1 の高さ H1 としてウェハ W を加熱したときのウェハ W の温度と加熱時間との関係 R を、熱板 11 の温度毎且つ熱板 11 に対するウェハ W の高さ毎に示すデータ D2 を、予め記憶部 101 に記憶させてもよい。そして、ウェハ W の温度が所定の温度 T_t になったか否かの判定が、記憶部 101 に記憶された上記データ D2 に基づいて、行われてもよい。

[0082] 例えば、熱板 11 の現在温度、上記所定の温度 T_t 及び第 1 の高さ H1 の設定値を、図示しないキーボードやタッチパネル等の入力部を介してユーザから受け付けておき、予め記憶部 101 に記憶させておく。また、制御部 100 により、これらの情報と上記データ D2 とに基づいて、所定の温度 T_t に到達するまでに要する時間 T_{21} が算出され決定される。そして、制御部 100 により、熱板 11 に対するウェハ W の高さが第 1 の高さ H1 とされてから経過した時間が上記時間 T_{21} を超えたか否かの判定に基づき、ウェハ W の温度が所定の温度 T_t になったか否かの判定が行われる。

[0083] なお、熱板 11 に対するウェハ W の高さを第 1 の高さ H1 としてウェハ W を加熱したときのウェハ W の温度と加熱時間との関係 R は、熱板 11 の設定温度及び熱板 11 に対するウェハ W の高さだけでなく、蓋部材 4（具体的にはシャワーヘッド 30）の設定温度の影響を受ける。したがって、上記関係 R を、熱板 11 の温度毎、熱板 11 に対するウェハ W の高さ毎且つ蓋部材 4 の温度毎に示すデータ D3 を、予め記憶部 101 に記憶させてもよい。そして、ウェハ W の温度が所定の温度 T_t になったか否かの判定が、記憶部 101 に記憶された上記データ D3 に基づいて、行われてもよい。

[0084] 例えば、蓋部材 4 の温度、熱板 11 の温度、上記所定の温度 T_t 及び第 1 の高さ H1 の設定値を、図示しないキーボードやタッチパネル等の入力部を介してユーザから受け付けておき、予め記憶部 101 に記憶させておく。また、制御部 100 により、これらの情報と上記データ D2 とに基づいて、所定の温度 T_t に到達するまでに要する時間 T_{21} が算出され決定される。そして、制御部 100 により、熱板 11 に対するウェハ W の高さが第 1 の高さ

H 1 とされてから経過した時間が上記時間 T 2 1 を超えたか否かの判定に基づき、ウェハ W の温度が所定の温度 T t になったか否かの判定が行われる。

[0085] 上記データ D 1 を用いる例と同様、上記データ D 2 または上記データ D 3 を用いる例でも、ウェハ W の温度が所定の温度 T t になったか否かの判定に用いる情報として決定した、所定の温度 T t に到達するまでに要する時間 T 2 1 は、図示しない表示部（例えば液晶ディスプレイ）等の外部出力部を介して外部出力されてもよい。

[0086] また、上記データ D 2 に基づいて、ウェハ W の温度が所定の温度 T t になったか否かの判定に用いる情報の候補が決定されてもよい。

例えば、熱板 1 1 の温度及び上記所定の温度 T t の設定値と、所定の温度 T t に到達するまでに要する時間 T 2 1 として許容される範囲とを、図示しないキーボードやタッチパネル等の入力部を介してユーザから受け付けておき、予め記憶部 1 0 1 に記憶させておく。また、制御部 1 0 0 により、これらの情報と上記データ D 2 とに基づいて、上記時間 T 2 1 と第 1 の高さ H 1 との組み合わせの候補が決定される。決定された候補は、図示しない表示部（例えば液晶ディスプレイ）等の外部出力部を介して外部出力されてもよい。

[0087] 同様に、上記データ D 3 に基づいて、ウェハ W の温度が所定の温度 T t になったか否かの判定に用いる情報の候補が決定されてもよい。

例えば、蓋部材 4 の温度、熱板 1 1 の温度及び上記所定の温度 T t の設定値と、所定の温度 T t に到達するまでに要する時間 T 2 1 として許容される範囲とを、図示しないキーボードやタッチパネル等の入力部を介してユーザから受け付けておき、予め記憶部 1 0 1 に記憶させておく。また、制御部 1 0 0 により、これらの情報と上記データ D 3 とに基づいて、上記時間 T 2 1 と第 1 の高さ H 1 との組み合わせの候補が決定される。決定された候補は、図示しない表示部（例えば液晶ディスプレイ）等の外部出力部を介して外部出力されてもよい。

[0088] また、上記データ D 2 または上記データ D 3 に基づいて決定された、上記

時間 T_{21} と上記高さ H_1 との組み合わせの候補が、以下のようにして処理対象のウェハ W の反り量の検出結果に基づいて絞られるようにしてもよい。

すなわち、ウェハ W の形状が側面視凸状（中央部が上方にと突出した形状）であり当該ウェハ W の反り量が多い場合、当該ウェハ W の周縁部において熱板 11 との距離が近くなって加熱量が多くなり、その結果、膜厚の面内均一性が損なわれるおそれがある。そのため、例えばウェハ W が側面視凸状に沿っておりその反り量が $500\mu\text{m}$ 以上の場合は、制御部 100 により、上記時間 T_{21} と第 1 の高さ H_1 との組み合わせの候補が、第 1 の高さ H_1 が 3mm 以上のもののみに絞られるようにしてもよい。

なお、処理対象のウェハ W の反り量の検出結果は、例えば図示しない外部の検出装置から取得される。また、上記組み合わせ候補の絞り込みに必要な、ウェハ W の反り量以外の情報は、例えば記憶部 101 に予め記憶されている。

[0089] なお、第 1 の高さ H_1 が以下のようにして処理対象のウェハ W の反り量の検出結果に基づいて調整されるようにしてもよい。すなわち、第 1 の高さ H_1 の基本値を設定しておき、例えばウェハ W が側面視凸状に沿っておりその反り量が $500\mu\text{m}$ 以上の場合は、第 1 の高さ H_1 が基本値より大きい値が適用され、それ以外の場合は、第 1 の高さ H_1 に基本値が適用されてもよい。

[0090] 以上では、底部材 3 に対する蓋部材 4 の高さを、蓋部材 4 を昇降させることで調整していたが、蓋部材 4 を昇降させることで調整してもよい。

また、以上では、熱板 11 に対するウェハ W の高さを、ウェハ W を昇降させることで調整していたが、熱板 11 を昇降させることで調整してもよい。

[0091] 以上では、塗布膜の例として SOC 膜を挙げたが、本開示にかかる技術は、他の塗布膜にも用いることができる。

[0092] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲、後述の付記項及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更さ

れてもよい。例えば、上記実施形態の構成要件は上記の効果を損なわない範囲で、任意に組み合わせることができる。また、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、又は、上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0093] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

[付記項 1]

塗布膜が形成された基板を加熱する加熱処理装置であって、
基板を収容する処理空間を形成する処理容器と、
前記処理空間に収容された基板が載置される載置面と、基板を加熱する加熱部と、を有する熱板と、
前記熱板に対する基板の高さを調整する調整機構と、
前記処理空間を排気する排気部と、
制御部と、を備え、
前記制御部は、

(A) 前記熱板に対する基板の高さを前記熱板から所定の距離離れる所定の高さとし基板の加熱処理を開始する工程と、

(B) 前記加熱処理が所定の進行度合いになった際に、前記熱板に対する基板の高さを前記所定の高さより低くし、基板を前記熱板に載置した状態または近接した状態にすると共に、前記処理空間の排気をOFFからONに切り替える工程と、を実行するよう、制御を行う、加熱処理装置。

[付記項 2]

前記排気部は、

前記載置面の上方であって、前記載置面上の基板の中央寄りの位置に相当する位置から、前記処理空間を排気する中央排気部と、

前記載置面の上方であって、前記載置面上の前記基板の周縁部寄りの位置に相当する位置から、前記処理空間を排気する周縁排気部と、を有し、
前記制御部は、

前記中央排気部による排気を、前記(A)工程でOFFに維持し、前記(

B) 工程でOFFからONに切り替え、

前記周縁排気部による排気を、前記(A)工程からONのまま維持するよう、制御を行う、付記項1に記載の加熱処理装置。

[付記項3]

前記処理容器は、

前記熱板を含む底部材と、

前記載置面に対向する天壁を含み、前記底部材との間で前記処理空間を形成する蓋部材と、を有し、

前記底部材に対する前記蓋部材の高さを調整する別の調整機構をさらに備え、

前記制御部は、

(C) 前記加熱処理の終了時に、前記中央排気部による排気をONに維持したまま、前記周縁排気部による排気をOFFにし、その後、所定の時間経過してから、前記底部材に対する前記蓋部材の高さを高くし、前記処理空間を開放する工程をさらに実行するよう、制御を行う、付記項2に記載の加熱処理装置。

[付記項4]

前記制御部は、前記熱板の現在の設定温度における、前記熱板に対する基板の高さが前記所定の高さのときの基板温度と加熱時間との関係を示すデータに基づいて

、前記加熱処理が前記所定の進行度合いになったか否かの判定、または、当該判定に用いられる情報の決定を行う

、付記項1～3のいずれか1項に記載の加熱処理装置。

[付記項5]

前記制御部は、基板温度と加熱時間との関係を前記熱板の温度毎且つ前記熱板に対する基板の高さ毎に示すデータに基づいて、前記所定の高さの決定、前記加熱処理が前記所定の進行度合いになったか否かの判定、当該判定に用いられる情報の決定、または、当該情報の候補の決定の少なくともいずれか

1つを行う、請求項1～3のいずれか1項に記載の加熱処理装置。

[付記項6]

前記データを記憶する記憶部をさらに備える、付記項4に記載の加熱処理装置。

[付記項7]

前記データを記憶する記憶部をさらに備える、付記項5に記載の加熱処理装置。

[付記項8]

前記処理空間に不活性ガスを供給するガス供給部をさらに備え、
前記制御部は、

加熱処理中に前記処理空間内の酸素含有ガスを不活性ガスで置換するよう、
制御を行う、付記項1～7のいずれか1項に記載の加熱処理装置。

[付記項9]

前記制御部は、前記(B)工程中に、前記処理空間内の酸素含有ガスを不活性ガスで置換するよう、制御を行う、付記項8に記載の加熱処理装置。

[付記項10]

塗布膜が形成された基板を加熱する加熱処理方法であって、

(a) 処理空間に收容された基板が載置される載置面を有する前記熱板に対する基板の高さを、前記熱板から所定の距離離れる所定の高さとし、基板の加熱処理を開始する工程と、

(b) 前記加熱処理が所定の進行度合いになった際に、前記熱板に対する基板の高さを前記所定の高さより低くし、基板を前記熱板に載置した状態または近接した状態にすると共に、前記処理空間の排気をOFFからONに切り替える工程と、を含む、加熱処理方法。

[付記項11]

塗布膜が形成された基板を加熱する加熱処理方法を、加熱処理装置によって実行させるように、当該加熱処理装置を制御する制御部のコンピュータ上で動作するプログラムを格納した読み取り可能なコンピュータ記憶媒体であつ

て、

前記加熱処理方法は、

（a）処理空間に收容された基板が載置される載置面を有する熱板に対する基板の高さを、前記熱板から所定の距離離れる所定の高さとし、基板の加熱処理を開始する工程と、

（b）前記加熱処理が所定の進行度合いになった際に、熱板に対する基板の高さを前記所定の高さより低くし、基板を前記熱板に載置した状態または近接した状態にすると共に、前記処理空間の排気をOFFからONに切り替える工程と、を含む、加熱処理方法。

符号の説明

[0094] 1 加熱処理装置

2 処理容器

1 1 熱板

1 1 a 載置面

1 3 ヒータ

2 0 昇降機構

4 0 中央排気部

5 0 周縁排気部

6 0 昇降機構

1 0 0 制御部

S 処理空間

W ウェハ

請求の範囲

- [請求項1] 塗布膜が形成された基板を加熱する加熱処理装置であって、
基板を収容する処理空間を形成する処理容器と、
前記処理空間に収容された基板が載置される載置面と、基板を加熱する加熱部と、を有する熱板と、
前記熱板に対する基板の高さを調整する調整機構と、
前記処理空間を排気する排気部と、
制御部と、を備え、
前記制御部は、
（Ａ）前記熱板に対する基板の高さを前記熱板から所定の距離離れる所定の高さとし基板の加熱処理を開始する工程と、
（Ｂ）前記加熱処理が所定の進行度合いになった際に、前記熱板に対する基板の高さを前記所定の高さより低くし、基板を前記熱板に載置した状態または近接した状態にすると共に、前記処理空間の排気をＯＦＦからＯＮに切り替える工程と、を実行するよう、制御を行う、
加熱処理装置。
- [請求項2] 前記排気部は、
前記載置面の上方であって、前記載置面上の基板の中央寄りの位置に相当する位置から、前記処理空間を排気する中央排気部と、
前記載置面の上方であって、前記載置面上の前記基板の周縁部寄りの位置に相当する位置から、前記処理空間を排気する周縁排気部と、
を有し、
前記制御部は、
前記中央排気部による排気を、前記（Ａ）工程でＯＦＦに維持し、
前記（Ｂ）工程でＯＦＦからＯＮに切り替え、
前記周縁排気部による排気を、前記（Ａ）工程からＯＮのまま維持するよう、制御を行う、請求項１に記載の加熱処理装置。
- [請求項3] 前記処理容器は、

前記熱板を含む底部材と、

前記載置面に対向する天壁を含み、前記底部材との間で前記処理空間を形成する蓋部材と、を有し、

前記底部材に対する前記蓋部材の高さを調整する別の調整機構をさらに備え、

前記制御部は、

(C) 前記加熱処理の終了時に、前記中央排気部による排気をONに維持したまま、前記周縁排気部による排気をOFFにし、その後、所定の時間経過してから、前記底部材に対する前記蓋部材の高さを高くし、前記処理空間を開放する工程をさらに実行するよう、制御を行う、請求項2に記載の加熱処理装置。

[請求項4] 前記制御部は、前記熱板の現在の設定温度における、前記熱板に対する基板の高さが前記所定の高さのときの基板温度と加熱時間との関係を示すデータに基づいて、前記加熱処理が前記所定の進行度合いになったか否かの判定、または、当該判定に用いられる情報の決定を行う、請求項1～3のいずれか1項に記載の加熱処理装置。

[請求項5] 前記制御部は、基板温度と加熱時間との関係を前記熱板の温度毎且つ前記熱板に対する基板の高さ毎に示すデータに基づいて、前記所定の高さの決定、前記加熱処理が前記所定の進行度合いになったか否かの判定、当該判定に用いられる情報の決定、または、当該情報の候補の決定の少なくともいずれか1つを行う、請求項1～3のいずれか1項に記載の加熱処理装置。

[請求項6] 前記データを記憶する記憶部をさらに備える、請求項4に記載の加熱処理装置。

[請求項7] 前記データを記憶する記憶部をさらに備える、請求項5に記載の加熱処理装置。

[請求項8] 前記処理空間に不活性ガスを供給するガス供給部をさらに備え、前記制御部は、

加熱処理中に前記処理空間内の酸素含有ガスを不活性ガスで置換するよう、制御を行う、請求項 1 に記載の加熱処理装置。

[請求項9] 前記制御部は、前記（B）工程中に、前記処理空間内の酸素含有ガスを不活性ガスで置換するよう、制御を行う、請求項 8 に記載の加熱処理装置。

[請求項10] 塗布膜が形成された基板を加熱する加熱処理方法であって、

（a）処理空間に収容された基板が載置される載置面を有する熱板に対する基板の高さを、前記熱板から所定の距離離れる所定の高さとし、基板の加熱処理を開始する工程と、

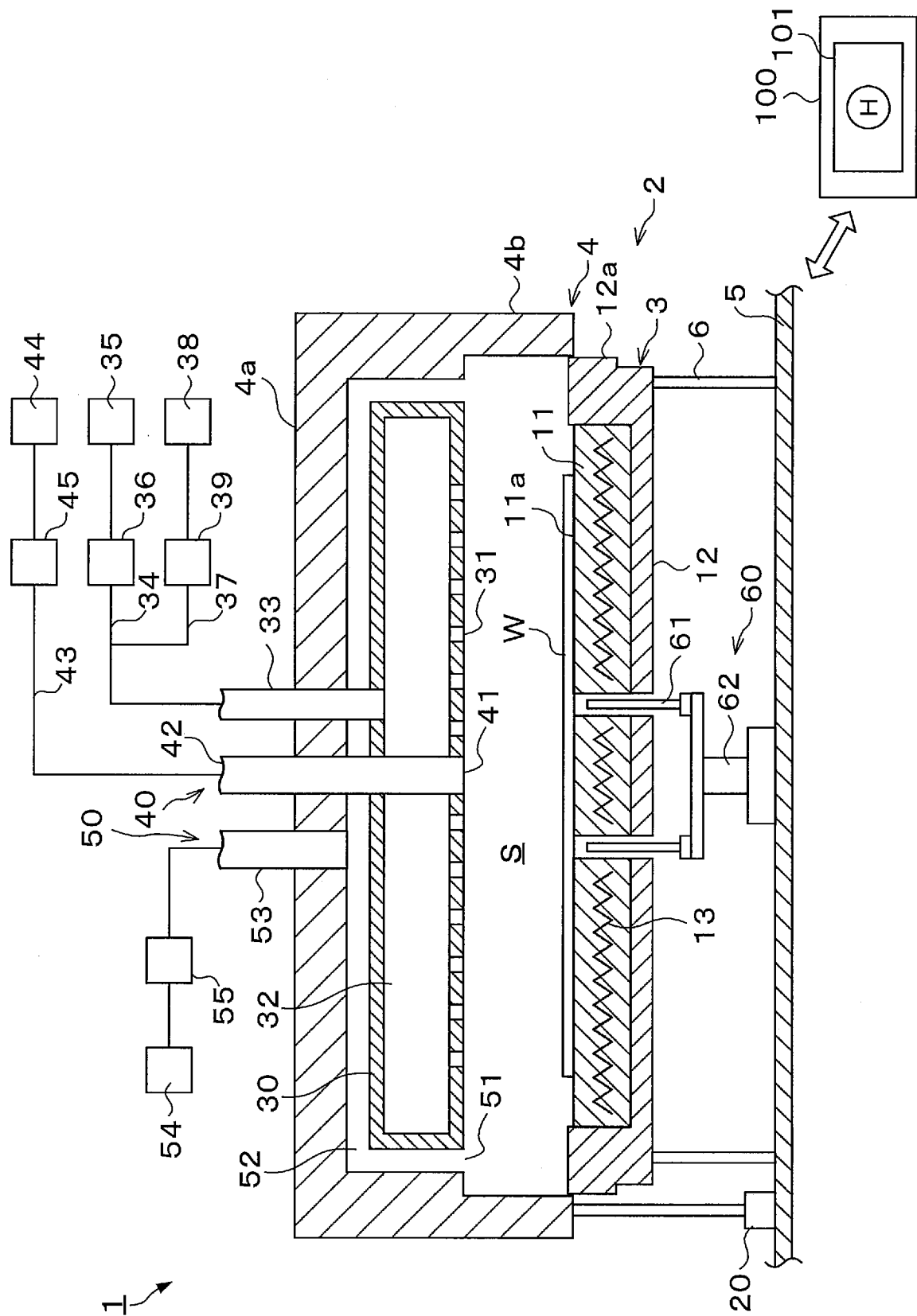
（b）前記加熱処理が所定の進行度合いになった際に、前記熱板に対する基板の高さを前記所定の高さより低くし、基板を前記熱板に載置した状態または近接した状態にすると共に、前記処理空間の排気を OFF から ON に切り替える工程と、を含む、加熱処理方法。

[請求項11] 塗布膜が形成された基板を加熱する加熱処理方法を、加熱処理装置によって実行させるように、当該加熱処理装置を制御する制御部のコンピュータ上で動作するプログラムを格納した読み取り可能なコンピュータ記憶媒体であって、
前記加熱処理方法は、

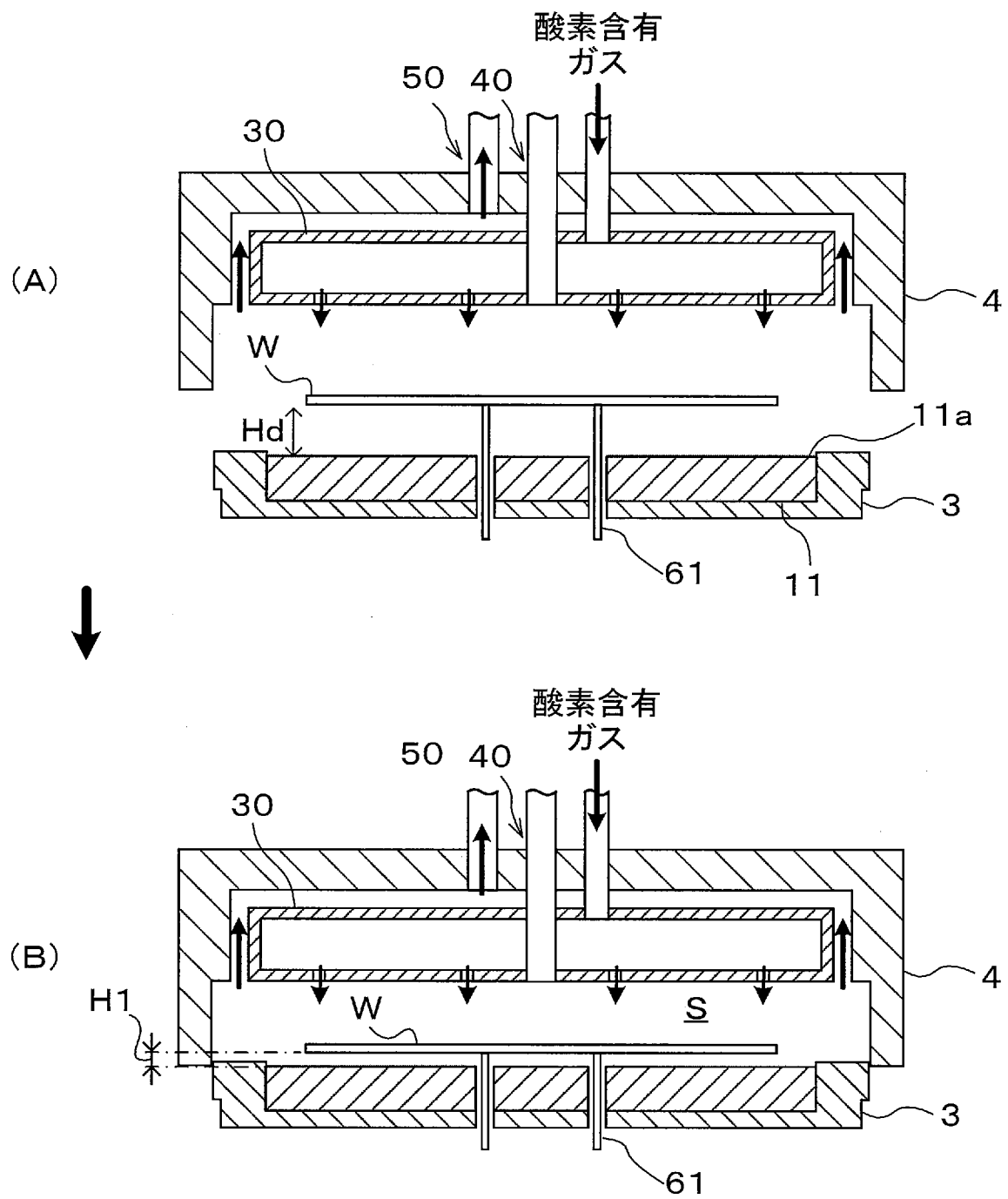
（a）処理空間に収容された基板が載置される載置面を有する熱板に対する基板の高さを、前記熱板から所定の距離離れる所定の高さとし、基板の加熱処理を開始する工程と、

（b）前記加熱処理が所定の進行度合いになった際に、前記熱板に対する基板の高さを前記所定の高さより低くし、基板を前記熱板に載置した状態または近接した状態にすると共に、前記処理空間の排気を OFF から ON に切り替える工程と、を含む、加熱処理方法。

[図1]



[図2]



[図3]

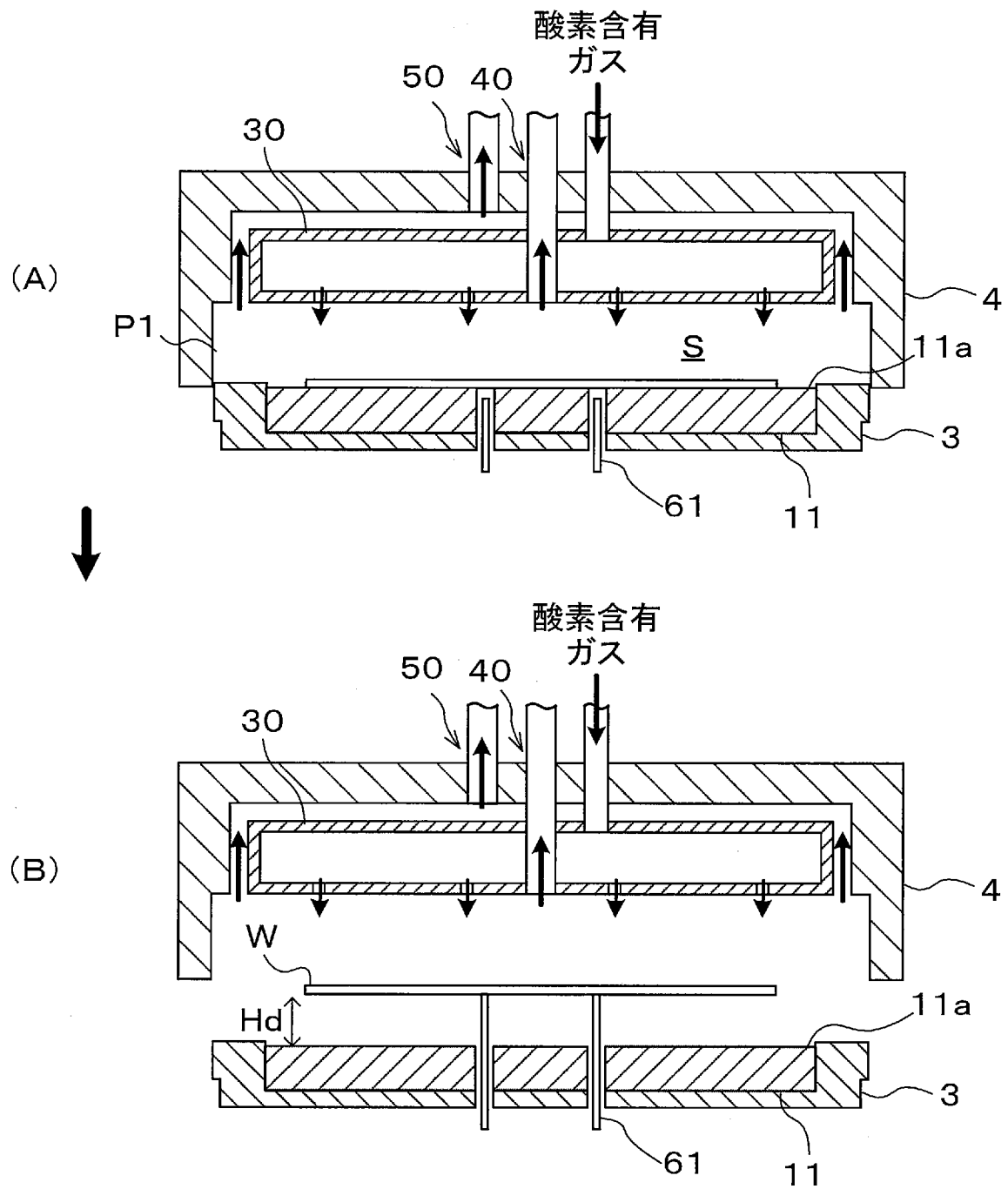


Figure 1 is a line graph showing the temperature of the workpiece (ウエハの温度 (°C)) on the y-axis versus the elapsed time from the start of the heating treatment (加熱処理開始からの経過時間 (秒)) on the x-axis. The y-axis ranges from 0 to 450 in increments of 50. The x-axis ranges from 0 to 60 in increments of 10. A horizontal dashed line labeled T_t is drawn at approximately 185°C. The graph is divided into two regions: S3 (from 0 to 35 seconds) and S4 (from 35 to 60 seconds). The temperature starts at approximately 30°C at 0 seconds and rises to about 185°C at 35 seconds. In S4, the temperature continues to rise, reaching approximately 395°C at 60 seconds.

[illegible]

[図6]

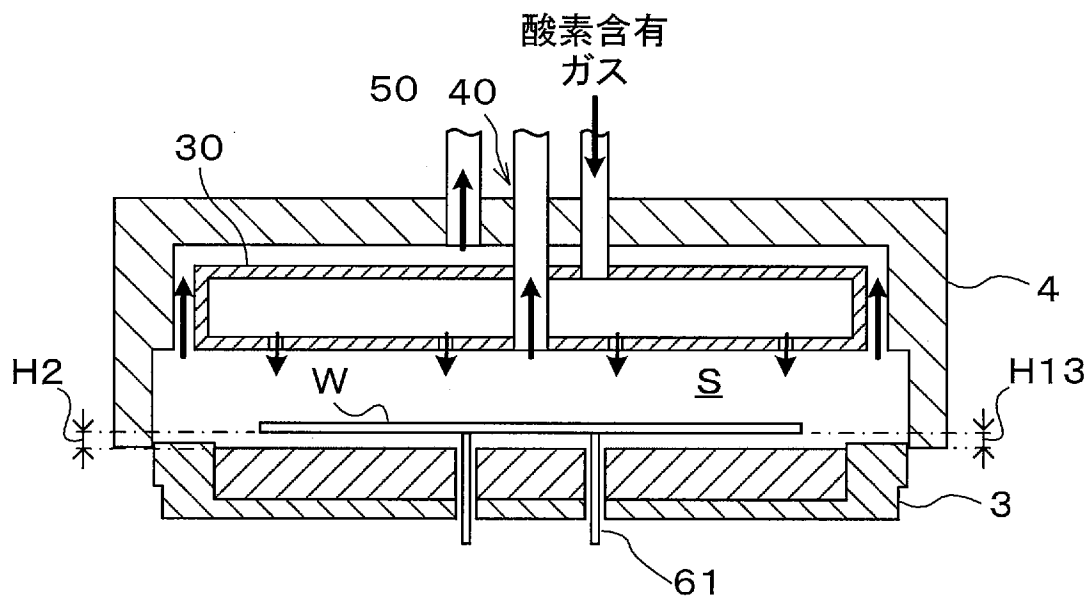


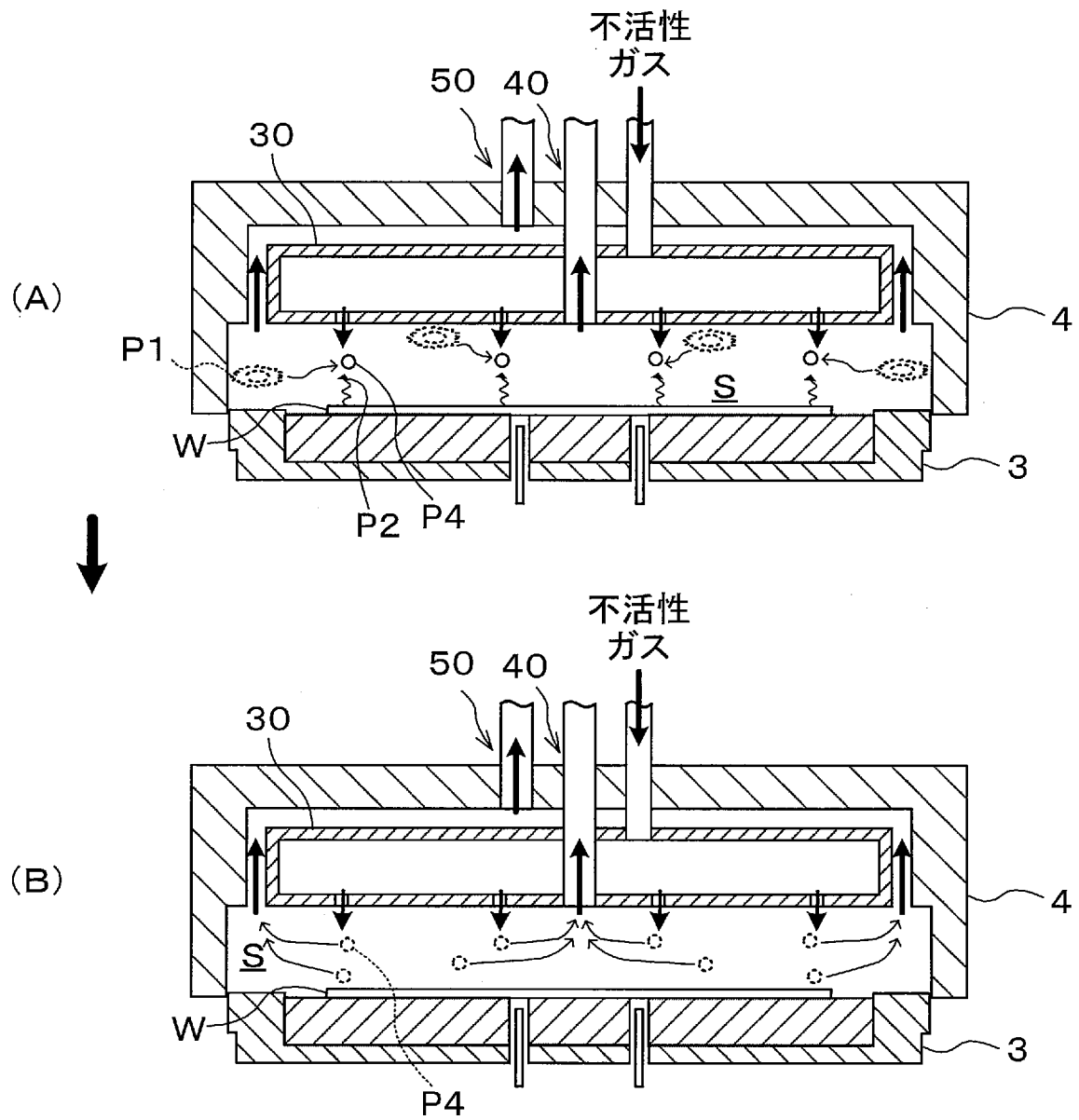
Figure 1 consists of three cross-sectional views, (A), (B), and (C), of a gas-liquid separator, showing the process of separating gas from a liquid stream. The separator is housed within a container (4) and includes a liquid inlet (30), a gas inlet (40), and a gas outlet (50). The liquid inlet (30) is connected to a liquid supply line (11) and a liquid outlet (11a). The gas inlet (40) is connected to a gas supply line (61). The gas outlet (50) is connected to a gas outlet line (3). The separator is divided into a liquid phase (W) and a gas phase (S).

(A) shows the initial state where the liquid (W) is at the bottom and the gas (S) is at the top. The gas (S) is being introduced through the gas inlet (40) and is rising towards the gas outlet (50). The liquid (W) is being introduced through the liquid inlet (30) and is rising towards the liquid outlet (11a). The gas (S) is being separated from the liquid (W) and is being collected in the gas outlet (50).

(B) shows the separator in a state where the liquid (W) is being separated from the gas (S). The liquid (W) is being collected in the liquid outlet (11a) and the gas (S) is being collected in the gas outlet (50). The gas (S) is being separated from the liquid (W) and is being collected in the gas outlet (50).

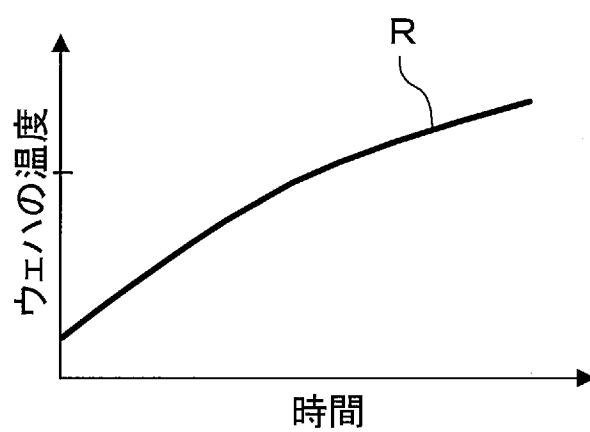
(C) shows the separator in a state where the liquid (W) is being separated from the gas (S). The liquid (W) is being collected in the liquid outlet (11a) and the gas (S) is being collected in the gas outlet (50). The gas (S) is being separated from the liquid (W) and is being collected in the gas outlet (50).

[図8]



[illegible]

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/017040

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 21/316**(2006.01)i; **H01L 21/312**(2006.01)i; **H05B 3/00**(2006.01)i; **H05B 3/68**(2006.01)i

FI: H01L21/316 P; H01L21/312 Z; H05B3/00 355A; H05B3/68

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)

H01L21/316; H01L21/312; H05B3/00; H05B3/68

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2021-068886 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 30 April 2021 (2021-04-30) paragraphs [0034], [0042]-[0065], [0141]-[0158], fig. 3-5, 19-21	1, 2, 10, 11
A		3-9
A	JP 2016-115919 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 23 June 2016 (2016-06-23) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2018-029133 A (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 22 February 2018 (2018-02-22) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2005-085993 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) 31 March 2005 (2005-03-31) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2000-133647 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 12 May 2000 (2000-05-12) entire text, all drawings	1-11



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

10 July 2023

Date of mailing of the international search report

18 July 2023

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/JP2023/017040

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-068886	A	30 April 2021	US 2021/0118707 A1 paragraphs [0055], [0063]- [0086], [0162]-[0180], fig. 3-5, 19-21 CN 112687575 A KR 10-2021-0045928 A TW 202135201 A	
JP	2016-115919	A	23 June 2016	US 2016/0172218 A1 entire text, all drawings CN 105702603 A KR 10-2016-0070715 A TW 201643961 A	
JP	2018-029133	A	22 February 2018	US 2018/0050368 A1 entire text, all drawings CN 107768277 A KR 10-2018-0020907 A TW 201820401 A	
JP	2005-085993	A	31 March 2005	(Family: none)	
JP	2000-133647	A	12 May 2000	US 2001/0029890 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/316(2006.01)i; H01L 21/312(2006.01)i; H05B 3/00(2006.01)i; H05B 3/68(2006.01)i FI: H01L21/316 P; H01L21/312 Z; H05B3/00 355A; H05B3/68		
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）） H01L21/316; H01L21/312; H05B3/00; H05B3/68 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2021-068886 A（東京エレクトロン株式会社）30.04.2021（2021-04-30） 段落[0034], [0042]-[0065], [0141]-[0158], 図3-5, 19-21	1, 2, 10, 11
A		3-9
A	JP 2016-115919 A（東京エレクトロン株式会社）23.06.2016（2016-06-23） 全文, 全図	1-11
A	JP 2018-029133 A（株式会社SCREENホールディングス）22.02.2018（2018-02-22） 全文, 全図	1-11
A	JP 2005-085993 A（大日本スクリーン製造株式会社）31.03.2005（2005-03-31） 全文, 全図	1-11
A	JP 2000-133647 A（東京エレクトロン株式会社）12.05.2000（2000-05-12） 全文, 全図	1-11
☐ 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 10.07.2023		国際調査報告の発送日 18.07.2023
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） 長谷川 直也 50 4549 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/JP2023/017040

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-068886	A	30.04.2021	US 2021/0118707 A1	
				段落[0055], [0063]-	
				[0086], [0162]-[0180], 図	
				3-5, 19-21	
				CN 112687575 A	
				KR 10-2021-0045928	A
				TW 202135201	A
JP	2016-115919	A	23.06.2016	US 2016/0172218 A1	
				全文, 全図	
				CN 105702603	A
				KR 10-2016-0070715	A
				TW 201643961	A
JP	2018-029133	A	22.02.2018	US 2018/0050368 A1	
				全文, 全図	
				CN 107768277	A
				KR 10-2018-0020907	A
				TW 201820401	A
JP	2005-085993	A	31.03.2005	(ファミリーなし)	
JP	2000-133647	A	12.05.2000	US 2001/0029890 A1	
				全文, 全図	