

(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
2017年10月5日(05.10.2017)



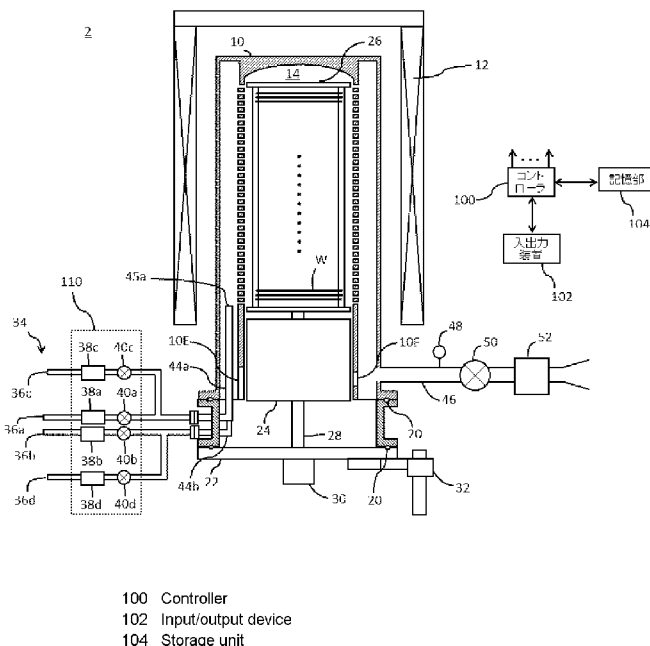
(10) 国際公開番号

WO 2017/168513 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/31 (2006.01) H01L 21/318 (2006.01)
C23C 16/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/059909
- (22) 国際出願日: 2016年3月28日(28.03.2016)
- (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: 株式会社日立国際電気(HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) [JP/JP]; 〒1058039 東京都港区西新橋二丁目15番12号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 花島 建夫(HANASHIMA, Takeo); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (JP). 鎌倉 司(KAMAKURA, Tsukasa); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (JP). 佐々木 隆史(SASAKI, Takafumi); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (JP). 吉田 秀成(YOSHIDA, Hidenari); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING DEVICE, SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 基板処理装置、半導体装置の製造方法および記録媒体



(57) Abstract: [Problem] To provide a technique to improve inter-plane uniformity. [Solution] A substrate processing device is provided with: a processing chamber that internally houses a substrate holding tool for holding a plurality of substrates in a multistage manner and processes the substrates; a supply buffer portion that is adjacent to the processing chamber; a material gas supply portion placed inside the supply buffer portion; and a reactive gas supply portion placed inside the supply buffer portion. The material gas supply portion is configured so as to supply a material gas into the supply buffer portion from a position lower than or equal to the height of the substrate placed at the lowest stage of the substrate holding tool.

(57) 要約: [課題] 面間均一性を向上させる技術を提供する。[解決手段] 複数枚の基板を多段に保持する基板保持具を内部に收容し、基板を処理する処理室と、処理室に隣接する供給バッファ部と、供給バッファ部に設置される原料ガス供給部と、供給バッファ部に設置される反応ガス供給部と、を備え、原料ガス供給部は、基板保持具の最下段の基板の高さ以下の位置から供給バッファ部に原料ガスを供給するよう構成される。

WO 2017/168513 A1

明 細 書

発明の名称：

基板処理装置、半導体装置の製造方法および記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、基板処理装置、半導体装置の製造方法および記録媒体に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体装置（デバイス）の製造工程における基板処理では、例えば、複数枚の基板を基板保持具に保持して一括して処理する縦型基板処理装置が使用されている。縦型基板処理装置では、基板保持具の上下方向において基板の膜の均一性（面間均一性）にばらつきが生じる場合がある（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-249407号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、面間均一性を向上させることが可能な技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一態様によれば、
複数枚の基板を多段に保持する基板保持具を内部に収容し、前記基板を処理する処理室と、
前記処理室に隣接する供給バッファ部と、
前記供給バッファ部内に設置される原料ガス供給部と、
前記供給バッファ部内に設置される反応ガス供給部と、を備え、

前記原料ガス供給部は、前記基板保持具の最下段の前記基板の高さ以下の位置から前記供給バッファ部内に前記原料ガスを供給するよう構成される技術が提供される。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、面間均一性を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の一実施形態で好適に用いられる基板処理装置の一例を概略的に示す縦断面図である。

[図2]本発明の一実施形態で好適に用いられる基板処理装置の一例を概略的に示す平面図である。

[図3]本発明の一実施形態で好適に用いられる反応管の一例を概略的に示す縦断面図である。

[図4]本発明の一実施形態の成膜処理におけるガス供給のタイミングを示す図である。

[図5] (a) は、実施例における成膜結果を示す図であり、(b) は比較例における成膜結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照しながら、本発明の限定的でない例示の実施形態について説明する。全図面中、同一または対応する構成については、同一または対応する参照符号を付し、重複する説明を省略する。

[0009] 本実施形態において、基板処理装置は、半導体装置（デバイス）の製造方法における製造工程の一工程として熱処理等の基板処理工程を実施する縦型基板処理装置（以下、処理装置と称する）2として構成されている。図1に示すように、処理装置2は、円筒形状の反応管10と、反応管10の外周に設置された加熱手段（加熱機構）としてのヒータ12とを備える。反応管は、例えば石英やSiCにより形成される。反応管10の内部には、基板としてのウエハWを処理する処理室14が形成される。

[0010] 図2に示すように、反応管10には、外方に突出するように供給バッファ

部 10A と排気バッファ部 10B が対面して形成されている。供給バッファ部 10A 内および排気バッファ部 10B 内は、それぞれ隔壁 10C によって複数の空間に区画されている。供給バッファ部 10A は、ノズル 44a 設置空間とノズル 44b 設置空間とに区画され、後述するノズル 44a、44b がそれぞれ設置される。反応管 10 には、温度検出器としての温度検出部 16 が設置される。温度検出部 16 は、反応管 10 の外壁に沿って立設されている。

[0011] 図 1 に示すように、供給バッファ部 10A および排気バッファ部 10B の内壁（処理室 14 側）には、複数のスリット 10D が形成されている。複数のスリット 10D は、後述するポート 26 に保持されるウエハ W のそれぞれに対応する高さ位置に、少なくともウエハ W と同数のスリットが複数段形成される。供給バッファ部 10A の内壁の下端には、メンテナンス口 10E が形成される。メンテナンス口 10E を設けることにより、ノズル 44a、44b の取付が容易となり、メンテナンス性を向上させることができる。また、排気バッファ部 10B の内壁であって、排気管 46 と対面する位置には、排気口 10F が形成される。排気口 10F を設けることにより、断熱部 24 周辺の雰囲気気を排気することができる。

[0012] 反応管 10 の下端開口部には、円筒形のマニホールド 18 が、リング等のシール部材 20 を介して連結され、反応管 10 の下端を支持している。マニホールド 18 は、例えばステンレス等の金属により形成される。マニホールド 18 の下端開口部は円盤状の蓋部 22 によって開閉される。蓋部 22 は、例えば金属により形成される。蓋部 22 の上面にはリング等のシール部材 20 が設置されており、これにより、反応管 10 内と外気とが気密にシールされる。蓋部 22 上には、中央に上下に亘って孔が形成された断熱部 24 が載置される。断熱部 24 は、例えば石英や SiC により形成される。

[0013] 処理室 14 は、複数枚、例えば 25 ～ 150 枚のウエハ W を垂直に棚状に支持する基板保持具としてのポート 26 を内部に収納する。ポート 26 は、例えば石英や SiC より形成される。ポート 26 は、蓋部 22 および断熱部

24を貫通する回転軸28により、断熱部24の上方に支持される。蓋部22の回転軸28が貫通する部分には、例えば、磁性流体シールが設けられ、回転軸28は蓋部22の下方に設置された回転機構30に接続される。これにより、回転軸28は反応管10の内部を気密にシールした状態で回転可能に構成される。蓋部22は昇降機構としてのボートエレベータ32により上下方向に駆動される。これにより、ボート26および蓋部22が一体的に昇降され、反応管10に対してボート26が搬入出される。

[0014] 処理装置10は、基板処理に使用されるガスを処理室14内に供給するガス供給機構34を備えている。ガス供給機構34が供給するガスは、成膜される膜の種類に応じて換えられる。ここでは、ガス供給機構34は、原料ガス供給部、反応ガス供給部および不活性ガス供給部を含む。

[0015] 原料ガス供給部は、ガス供給管36aを備え、ガス供給管36aには、上流方向から順に、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）38aおよび開閉弁であるバルブ40aが設けられている。ガス供給管36aはマニホールド18の側壁を貫通するノズル44aに接続される。ノズル44aは、供給バッファ部10Aのノズル44a設置空間（原料ガスノズル設置空間）内に上下方向に沿って立設する。ノズル44aの先端部には、供給孔45aが上方に向かって開口するように設けられている。ノズル44aは短管形状（ショートノズル）に構成され、後述するノズル44bよりも全長が短く形成される。このような構成により、供給バッファ部10A内に原料ガスを均一に拡散させることができる。原料ガスは、ノズル44aの供給孔45aを介して供給バッファ部10Aの原料ガスノズル設置空間内に拡散された後、供給バッファ部10Aのスリット10Dを介してウエハWに対して供給される。すなわち、原料ガスは、供給バッファ部10A内と処理室14内とで2段階に供給（拡散）される。

[0016] 反応ガス供給部は、ガス供給管36bを備え、ガス供給管36bには、上流方向から順に、MFC38bおよびバルブ40bが設けられている。ガス供給管36bはマニホールド18の側壁を貫通するノズル44bに接続され

る。図3に示すように、ノズル44bは、供給バッファ部10Aのノズル44b設置空間（反応ガスノズル設置空間）内に上下方向に沿って立設する。また、ノズル44bには、ポート26に保持されるウエハWに向かって開口する複数の供給孔45bが形成されている。このように、ノズル44bは長管形状（ロングノズル）に構成される。ノズル44bの供給孔45bを介して供給バッファ部10Aの反応ガスノズル設置空間内に反応ガスが拡散され、供給バッファ部10Aのスリット10DよりウエハWに対して反応ガスが供給される。

[0017] 以下、同様の構成にて、不活性ガス供給部からは、供給管36c、36d、MFC38c、38d、バルブ40c、40d、ノズル44a、44bおよびスリット10Dを介して、ウエハWに対して不活性ガスが供給される。

[0018] 上述の各種供給系のうち、いずれか、或いは、全ての供給系は、バルブ243a～243dやMFC241a～241d等が集積されてなる集積型ガス供給システム100として構成されていてもよい。集積型ガス供給システム100は、ガス供給管232a～232dのそれぞれに対して接続され、ガス供給管232a～232d内への各種ガスの供給動作、すなわち、バルブ243a～243dの開閉動作やMFC241a～241dによる流量調整動作等が、後述するコントローラ100によって制御されるように構成されている。集積型ガス供給システム100は、一体型、或いは、分割型の集積ユニットとして構成されており、ガス供給管232a～232d等に対して集積ユニット単位で着脱を行うことができ、ガス供給システムのメンテナンス、交換、増設等を、集積ユニット単位で行うことが可能なように構成されている。

[0019] 図1に示すように、反応管10には、排気バッファ部10Bに連通するように、排気管46が取り付けられている。排気管46には、処理室14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48および圧力調整器（圧力調整部）としてのAPC（Auto Pressure Controller）バルブ40を介して、真空排気装置としての真空ポン

プ52が接続されている。このような構成により、処理室14内の圧力を処理に応じた処理圧力とすることができる。

[0020] 回転機構30、ポートエレベータ32、ガス供給機構34のMFC38a～38dおよびバルブ40a～40d、APCバルブ50には、これらを制御するコントローラ100が接続される。コントローラ100は、例えば、CPUを備えたマイクロプロセッサ（コンピュータ）からなり、処理装置2の動作を制御するよう構成される。コントローラ100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102が接続されている。

[0021] コントローラ100には記憶媒体としての記憶部104が接続されている。記憶部104には、処理装置10の動作を制御する制御プログラムや、処理条件に応じて処理装置2の各構成部に処理を実行させるためのプログラム（レシピ）が、読み出し可能に格納される。

[0022] 記憶部104は、コントローラ100に内蔵された記憶装置（ハードディスクやフラッシュメモリ）であってもよいし、外部記録装置（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）であってもよい。また、コンピュータへのプログラムの提供は、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。プログラムは、必要に応じて、入出力装置102からの指示等にて記憶部104から読み出され、読み出されたレシピに従った処理をコントローラ100が実行することで、処理装置2は、コントローラ100の制御のもと、所望の処理を実行する。

[0023] （2）成膜処理

上述の基板処理装置を用い、半導体装置の製造工程の一工程として、基板上に膜を形成するシーケンス例について、図4を用いて説明する。以下の説明において、基板処理装置を構成する各部の動作はコントローラ100により制御される。

[0024] 図4に示す成膜シーケンスでは、処理容器内（処理室14内）に收容され

たウエハWに対して原料ガスとしてSi含有ガスであるHCDS (Si₂Cl₆:ヘキサクロロジシラン) ガスを供給するステップ1と、加熱された大気圧未満の圧力下にある処理容器内へ反応ガスとしてNH₃ (アンモニア) ガスとを供給するステップ2と、を非同時に、すなわち、同期させることなく行うサイクルを所定回数 (n回以上) 行うことで、ウエハW上に、SiN (シリコン窒化) 膜を形成する。

[0025] 本明細書では、上述の成膜処理を、便宜上、以下のように示すこともある。なお、以下の他の実施形態の説明においても同様の表記を用いることとする。

[0026] $(\text{HCDS} \rightarrow \text{NH}_3) \times n \Rightarrow \text{SiN}$

[0027] 本明細書において「ウエハ (基板)」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 (集合体)」を意味する場合、すなわち、表面に形成された所定の層や膜等を含めてウエハと称する場合がある。また、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 (露出面)」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、すなわち、積層体としてのウエハの最表面」を意味する場合がある。

[0028] 従って、本明細書において「ウエハに対して所定のガスを供給する」と記載した場合は、「ウエハそのものの表面に対して所定のガスを直接供給する」ことを意味する場合や、「ウエハ上に形成されている層や膜等に対して、すなわち、積層体としてのウエハの最表面に対して所定のガスを供給する」ことを意味する場合がある。また、本明細書において「ウエハ上に所定の層 (または膜) を形成する」と記載した場合は、「ウエハそのものの表面上に所定の層 (または膜) を直接形成する」ことを意味する場合や、「ウエハ上に形成されている層や膜等の上、すなわち、積層体としてのウエハの最表面の上に所定の層 (または膜) を形成する」ことを意味する場合がある。

[0029] (ウエハチャージおよびボートロード)

複数枚のウエハWがボート26に装填 (ウエハチャージ) されると、ボー

ト 2 6 は、ボートエレベータ 3 2 によって処理室 1 4 内に搬入（ボートロード）され、反応管 1 0 の下部開口は蓋部 2 2 によって気密に閉塞（シール）された状態となる。

[0030] （圧力調整・温度調整ステップ）

処理室 1 4 内が所定の圧力（真空度）となるように、真空ポンプ 5 2 によって真空排気（減圧排気）される。処理室 1 4 内の圧力は、圧力センサ 4 8 で測定され、この測定された圧力情報に基づき A P C バルブ 5 0 が、フィードバック制御される。また、処理室 1 4 内のウエハ W が所定の温度となるように、ヒータ 1 2 によって加熱される。この際、処理室 1 4 が所定の温度分布となるように、温度検出部 1 6 が検出した温度情報に基づきヒータ 1 2 への通電具合がフィードバック制御される。また、回転機構 3 0 によるボート 2 6 およびウエハ W の回転を開始する。ヒータ 1 2 による処理室 1 4 内の加熱は、少なくともウエハ W に対する処理が終了するまでの間は継続して行われる。また、回転機構 3 0 によるボート 2 6 およびウエハ W の回転を開始する。回転機構 3 0 によるボート 2 6 およびウエハ W の回転は、少なくともウエハ W に対する処理が終了するまでの間は継続して行われる。

[0031] （成膜ステップ）

処理室 1 4 内の温度が予め設定された処理温度に安定すると、以下のステップ 1, 2 を順次実行する。

[0032] [ステップ 1]

このステップでは、処理室 1 4 内のウエハ W に対して H C D S ガスを供給する。

[0033] バルブ 4 0 a を開き、ガス供給管 3 6 a 内に H C D S ガスを流す。H C D S ガスは、M F C 3 8 a により流量調整され、ノズル 4 4 a を介して供給バッファ部 1 0 A 内に拡散され、スリット 1 0 D を介して処理室 1 4 内へ供給され、排気管 4 6 から排気される。このとき、ウエハ W に対して H C D S ガスが供給されることとなる。このとき同時にバルブ 4 0 c を開き、ガス供給管 3 6 c 内へ N₂ ガスを流す。N₂ ガスは、M F C 3 8 c により流量調整され

、ガス供給管36a、ノズル44aを介して供給バッファ部10A内に拡散され、スリット10Dを介して処理室14内へ供給され、排気管46から排気される。また、ノズル44b内へのHCDSガスの侵入を防止するため、バルブ40dを開き、ガス供給管36d内へN₂ガスを流す。N₂ガスは、ガス供給管36b、ノズル44b、供給バッファ部10A、スリット10Dを介して処理室14内へ供給され、排気管46から排気される。

[0034] このとき、処理室14内の圧力は、例えば1～4000Pa、好ましくは67～2666Pa、より好ましくは133～1333Paの範囲内の圧力とする。HCDSガスの供給流量は、例えば1～2000sccm、好ましくは10～1000sccmの範囲内の流量とする。各ガス供給管より供給するN₂ガスの供給流量は、それぞれ例えば100～10000sccmの範囲内の流量とする。HCDSガスの供給時間は、例えば1～120秒、好ましくは1～60秒の範囲内の時間とする。ヒータ12の温度は、ウエハWの温度が、例えば250～700℃、好ましくは300～650℃、より好ましくは350～600℃の範囲内の温度となるような温度に設定する。

[0035] ウエハWの温度が250℃未満となると、ウエハW上にHCDSが化学吸着しにくくなり、実用的な成膜速度が得られなくなることがある。ウエハWの温度を250℃以上とすることで、これを解消することが可能となる。ウエハWの温度を300℃以上、さらには350℃以上とすることで、ウエハW上にHCDSをより十分に吸着させることが可能となり、より十分な成膜速度が得られるようになる。

[0036] ウエハWの温度が700℃を超えると、過剰な気相反応が生じることで、膜厚均一性が悪化しやすくなり、その制御が困難となってしまう。ウエハWの温度を700℃以下とすることで、適正な気相反応を生じさせることができることにより、膜厚均一性の悪化を抑制でき、その制御が可能となる。特にウエハWの温度を650℃以下、さらには600℃以下とすることで、気相反応よりも表面反応が優勢になり、膜厚均一性を確保しやすくなり、その制御が容易となる。これらより、HCDSガスの活性化温度は約600℃近

辺であると考えられる。

[0037] よって、ウエハWの温度は250～700℃、好ましくは300～650℃、より好ましくは350～600℃の範囲内の温度とするのがよい。すなわち、HCDSガスの活性化温度近辺を含む範囲内の温度とするのが良い。

[0038] ここで、図1、3に示すように、ノズル44aは、ボート26の最下段のウエハWの高さ以下に供給孔45aが位置するように設置されている。言い換えれば、ノズル44aは、スリット10Dの最下段のスリットの高さ以下に供給孔45aが位置するように設置されている。

[0039] 供給孔45aの高さがボート26の最下段のウエハWの高さよりも上の場合、ノズル44a内の圧力が上昇することにより、ノズル44a内でHCDSガスの分解反応($\text{Si}_2\text{Cl}_6 \Rightarrow \text{SiCl}_2 + \text{SiCl}_4$)が発生しやすくなる。これにより、供給バッファ部10A内のHCDSガスの状態(分解状態)が上下方向で異なってしまい、面間均一性を悪化させてしまう。供給孔45aの高さをボート26の最下段のウエハWの高さ以下とすることにより、ノズル44a内でのHCDSガスの分解を抑制することができ、供給バッファ部10A内のHCDSガスの状態を上下方向で均一にすることができる。

[0040] よって、供給孔45aの高さは、ボート26の最下段のウエハWの高さ以下とするのが良い。このような構成により、ノズル44a内の圧力をHCDSガスが分解しない圧力とすることができる。ここで、HCDSガスが分解するとは、HCDSガスが全て分解する場合の他、HCDSガスがわずかに分解しないが、HCDSガスが全て分解する場合と実質的に等しい場合も含むものとする。

[0041] また、ノズル44aは、供給バッファ部10A内の隔壁10Cの下端の高さより上に供給孔45aが位置するように構成されている。すなわち、ノズル44aは、断熱部24の下端の高さより上に供給孔45aが位置するように構成されている。より好適には、供給孔45aの高さがメンテナンス口10Eの上端の高さより高くするのが良い。

- [0042] 供給孔45aの高さが隔壁10Cの下端の高さ以下の場合、供給バッファ部10Aの下部から処理室14内へHCDSガスが流出したり、ノズル44b設置空間にHCDSガスが流出したりしてしまう。これにより、供給バッファ部10A内（ノズル44a設置空間内）に十分な量のHCDSガスを拡散させることができなくなってしまう、面内・面間均一性を悪化させてしまう。また、ノズル44b設置空間の内壁や断熱部24に副生成物が付着してしまう。供給孔45aの高さ位置を隔壁10Cの下端の高さ位置より高くすることにより、面間均一性を向上させ、副生成物の発生を抑制することができる。また、供給孔45aの高さをメンテナンス口10Fの上端の高さより高くすることにより、処理室14内へのHCDSガスの流出をより抑制することができる。
- [0043] よって、供給孔45aの高さは、供給バッファ部10A内の隔壁10Cの下端の高さより高い位置とするのが良い。より好ましくは、供給孔45aの高さをメンテナンス口10Eの上端の高さより高くするのが良い。
- [0044] 上述の条件下でウエハWに対してHCDSガスを供給することにより、ウエハWの最表面上に、第1層（初期層）として、例えば1原子層未満から数原子層（1分子層未満から数分子層）程度の厚さのSi含有層が形成される。Si含有層は、Clを含むSi層であってもよいし、HCDS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。
- [0045] 第1層が形成された後、バルブ40aを閉じ、HCDSガスの供給を停止する。このとき、APCバルブ50は開いたままとして、真空ポンプ52により処理室14内を真空排気し、処理室14内に残留する未反応もしくは第1層形成に寄与した後のHCDSガスを処理室14内から排除する。このとき、バルブ40c, 40dは開いたままとして、N₂ガスの処理室14内への供給を維持する。N₂ガスはパージガスとして作用する。このとき、処理室14内に残留するガスは完全に排除しなくても良く、処理室14内を完全にパージしなくてもよい。
- [0046] 原料ガスとしては、HCDSガスの他、例えば、モノクロロシラン（Si

H_3Cl 、略称：MCS）ガス、テトラクロロシラン（ SiCl_4 、略称：STC）ガス、トリクロロシラン（ SiHCl_3 、略称：TCS）ガス、トリシラン（ Si_3H_8 、略称：TS）ガス、ジシラン（ Si_2H_6 、略称：DS）ガス、モノシラン（ SiH_4 、略称：MS）ガス等の無機原料ガスや、テトラキスジメチルアミノシラン（ $\text{Si}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ 、略称：4DMAS）ガス、トリスジメチルアミノシラン（ $\text{Si}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_3\text{H}$ 、略称：3DMAS）ガス、ビスジエチルアミノシラン（ $\text{Si}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_2\text{H}_2$ 、略称：BDEAS）ガス、ビスターシャリブチルアミノシラン（ $\text{SiH}_2[\text{NH}(\text{C}_4\text{H}_9)]_2$ 、略称：BTBAS）ガス、ジイソプロピルアミノシラン（ $\text{SiH}_3\text{N}[\text{CH}(\text{CH}_3)_2]_2$ 、略称：DIPAS）ガス等の有機原料ガスを用いることができる。

[0047] 不活性ガスとしては、 N_2 ガスの他、例えば、Arガス、Heガス、Neガス、Xeガス等の希ガスを用いることができる。

[0048] [ステップ2]

ステップ1が終了した後、処理室14内へ NH_3 ガスを供給する。

[0049] このステップでは、バルブ40b～40dの開閉制御を、ステップ1におけるバルブ40a、40c、40dの開閉制御と同様の手順で行う。 NH_3 ガスは、MFC38bにより流量調整され、ノズル44bを介して処理室14内へ供給される。

[0050] このとき、処理室14内の圧力は、大気圧未満、例えば1～1333Paの範囲内の圧力とする。 NH_3 ガスの供給流量は、例えば1000～10000sccmの範囲内の流量とする。 NH_3 ガスの供給時間は、例えば1～120秒の範囲内の時間とする。他の処理条件は、例えば、ステップ1と同様な処理条件とする。

[0051] 上述の条件下で NH_3 ガスを処理室14内へ供給することで、ステップ1でウエハW上に形成された第1層に対して窒化処理が行われ、第1層は、第2層、すなわち、SiN層へと変化させられる（改質される）。

[0052] （残留ガス除去）

第1の層を第2の層（SiN層）へと変化させた後、バルブ40bを閉じ、NH₃ガスの供給を停止する。そして、ステップ1と同様の処理手順、処理条件により、処理室14内に残留するNH₃ガスや反応副生成物を処理室14内から排除する。

[0053] 反応ガスとしては、NH₃ガスの他、O₂（酸素）ガス等を用いることができる。不活性ガスとしては、N₂ガスの他、例えば、ステップ1で例示した各種希ガスを用いることができる。

[0054] [所定回数実施]

上述したステップ1, 2を非同時に、すなわち、同期させることなく行うサイクルを所定回数（n回）行うことにより、ウエハW上に、所定膜厚のSiN膜を形成することができる。上述のサイクルは、複数回繰り返すのが好ましい。すなわち、1サイクルあたりに形成される第2層の厚さを所望の膜厚よりも小さくし、第2層を積層することで形成される膜の膜厚が所望の膜厚になるまで、上述のサイクルを複数回繰り返すのが好ましい。

[0055] （ボートアンロードおよびウエハディスチャージ）

所定膜厚の膜を形成した後、不活性ガス供給部からN₂ガスが供給され、処理室14内がN₂ガスに置換されると共に、処理室14の圧力が常圧に復帰される。その後、ボートエレベータ32により蓋部22が降下されて、ボート26が反応管10から搬出（ボートアンロード）される。その後、処理済ウエハWはボート26より取出される（ウエハディスチャージ）。

[0056] <本実施形態による効果>

本実施形態によれば、以下に示す1つ又は複数の効果が得られる。

[0057] （a）原料ガスを処理室に供給する際、供給バッファ部と処理室との2段階で原料ガスを供給することにより、供給バッファ部内で原料ガスを上下方向において均一に拡散させることができ、上下方向において流量を揃えて処理室内へ原料ガスを供給することができる。これにより、面間均一性を向上させることができる。

[0058] （b）原料ガスを供給するノズルをショートノズルとすることにより、ノ

ズル内圧の上昇を抑制することができ、ノズル内での原料ガス分解を抑制することができ、面内・面間均一性を向上させることができる。

成膜処理の温度が原料ガスの活性化温度近傍である場合、温度の影響のみで原料ガスが分解されやすい状態にある。このような状態において、原料ガス供給にロングノズルを用いた場合、ロングノズルの内圧の影響も加わることで、ロングノズル内での原料ガス分解を促進してしまい、面間均一性に悪影響を及ぼすことがある。

これに対し、本実施形態によれば、ショートノズルから原料ガスを供給することにより、ノズル内圧の影響を抑制することができ、原料ガスのノズル内での分解を抑制することができる。

[0059] (c) 原料ガスを供給するノズルをショートノズルとすることにより、ノズル内の原料ガスの残留量を低減することができる。これにより、ノズル内の淀みの発生を抑制することができ、ノズル内の副生成物の発生を抑制することができ、膜質を向上させることができる。

[0060] (d) 原料ガスを供給するノズルをショートノズルとし、供給バッファ部に原料ガスを拡散させることにより、供給バッファ部内で原料ガスの分解状態を上下方向で均一にすることができる。これにより、面間の膜厚分布傾向を揃えることができ、面間の面内均一性の値を揃えることができる。また、原料ガス供給流量等の成膜条件の幅を広げることができる。

[0061] (e) 原料ガスを供給するノズルをショートノズルとし、供給バッファ部に原料ガスを拡散させることにより、ウエハの膜厚に応じてヒータの設定を都度調整することなく、面間均一性を向上させることができる。これにより、温度調整に起因する電気特性のばらつきを抑制することができる。

[0062] 以上、本発明の実施形態を具体的に説明した。しかしながら、本発明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。

[0063] 例えば、上述の実施形態では、原料ガスとしてH C D S ガスを用いる例について説明した。しかしながら、本発明は、このような態様に限定されない

。例えば、成膜処理の温度帯が活性化温度近傍である原料ガスを用いることができる。すなわち、成膜処理の温度帯において、反応性が高い原料ガスを用いることができる。

[0064] また例えば、上述の実施形態では、SiN膜を形成する例について説明した。しかしながら、本発明は、このような態様に限定されない。例えば、これらの他、もしくは、これらに加え、酸素(O₂)ガス等の酸素(O)含有ガス(酸化ガス)、プロピレン(C₃H₆)ガス等の炭素(C)含有ガス、三塩化硼素(BCl₃)ガス等の硼素(B)含有ガス等を用い、SiO膜、SiON膜、SiOCN膜、SiOC膜、SiCN膜、SiBN膜、SiBCN膜等を形成することができる。これらの成膜を行う場合においても、上述の実施形態と同様な処理条件にて成膜を行うことができ、上述の実施形態と同様の効果が得られる。この時、酸素(O₂)ガス等の酸素(O)含有ガス(酸化ガス)、プロピレン(C₃H₆)ガス等の炭素(C)含有ガス、三塩化硼素(BCl₃)ガス等の硼素(B)含有ガス等のガスはノズル44bから供給する。

[0065] また、上述の実施形態や変形例は、適宜組み合わせて用いることができる。このときの処理条件は、例えば上述の実施形態や変形例と同様な処理条件とすることができる。

実施例

[0066] 以下、上述の実施形態で得られる効果を裏付ける実験結果について説明する。

[0067] 実施例として、上述の実施形態における基板処理装置を用い、図4に示す成膜シーケンスにより、複数枚のウエハ上にSiN膜を形成する成膜処理を行った。原料ガスとしてはHCD Sガスを、反応ガスとしてはNH₃ガスを用いた。成膜処理の処理条件は、上述の実施形態に記載の処理条件範囲内の条件とした。

[0068] 比較例として、ノズル44aとしてショートノズルではなくノズル44b同様のロングノズルを用い、図4に示す成膜シーケンスにより、複数枚のウ

エハ上にSiN膜を形成する成膜処理を行った。処理手順や処理条件は実施例の処理手順、処理条件と同様とした。

[0069] 図5(a)は、実施例における成膜分布を示す図であり、図5(b)は、比較例における成膜分布を示す図である。

[0070] 図5(a)、図5(b)によれば、比較例よりも実施例の方が、面内均一性(WinW)および面間均一性(WtW)を向上できることが分かる。

[0071] 比較例では、HCDSガスを供給するノズルとして、反応ガス供給ノズル44bと同様の構成のロングノズルを用いている。ロングノズルを用いると、ロングノズルの内圧が高くなることにより、ロングノズル内でHCDSガスの分解反応が促進されることが考えられる。すなわち、ロングノズルを用いることにより、ノズル内圧が、HCDSガスが分解する圧力以上の圧力になっていると考えられる。ロングノズルの内圧は約100~1000Paであると考えられる。ロングノズル上部に向かうほどロングノズルの内圧が高くなるため、ロングノズル上部ほどHCDSガスが分解状態となる。言い換えれば、ロングノズル上部ほど分解状態のHCDSガスの量が多い状態となる。すなわち、ロングノズル内の上下方向において、HCDSガスの分解状態に差が生じている。そのため、供給バッファ部10A内にロングノズルからHCDSガスを拡散させると、供給バッファ部10A内の上下方向において、HCDSガスの分解状態に差が生じてしまう。その結果、スリット10Dを介して処理室14内に供給されたHCDSガスは、上下方向でHCDSガスの分解状態が異なるため、すなわち、上下方向でHCDSガスの組成が異なるため、面間均一性が悪化してしまうと考えられる。

[0072] 比較例では、供給バッファ部10内の上方は分解された状態のHCDSガスが多く、下方は未分解の状態のHCDSガスが多い。これにより、Top領域の基板には分解状態のHCDSガスが多く供給されるため、基板の外周側ほど膜厚が厚い凹形の膜厚分布となる。また、Bottom領域の基板には未分解状態のHCDSガスが多く供給されるため、基板の内周側ほど膜厚が厚い凸形の膜厚分布となる。

- [0073] これに対し実施例では、H C D Sガスを供給するノズルとしてショートノズルを用いている。ショートノズルを用いると、ノズルの内圧が高くなることを抑制することができるため、ノズル内でH C D Sガスの分解反応を抑制することができる。すなわち、ショートノズルを用いることにより、ノズル内圧をH C D Sガスが分解する圧力より低い圧力に保つことができる。
- [0074] また、ショートノズルを介して供給バッファ部1 0 A内に上方向にH C D Sガスを拡散させることにより、供給バッファ部1 0 A内でH C D Sガスの濃度分布を上下方向で均一にさせることができる。また、供給バッファ部1 0 A内の全体において、H C D Sガスを未分解状態とすることができる。これにより、H C D Sガスを上下方向で均一にさせた状態でスリット1 0 Dから処理室1 4 内へH C D Sガスを供給できる。つまり、スリット1 0 Dを通過する時点で上下方向においてH C D Sガスの状態を揃えることができ、H C D Sガスの状態を処理室内1 4 内においても上下方向で均一にさせることができるため、面間均一性を向上させることができる。
- [0075] また、スリット1 0 Dから未分解状態で処理室1 4 内に供給されたH C D Sガスは、ウエハ中央に向かうにつれて徐々に熱の影響を受ける。これにより、ウエハ中央付近でH C D Sガスの分解反応を生じさせることができ、特に、T o p領域の基板の凹形分布を改善させることができ、面内均一性を向上させることができる。

符号の説明

- [0076] 2 基板処理装置
 1 0 反応管
 4 4 a, 4 4 b ノズル

請求の範囲

- [請求項1] 複数枚の基板を多段に保持する基板保持具を内部に収容し、前記基板を処理する処理室と、
前記処理室に隣接する供給バッファ部と、
前記供給バッファ部内に設置される原料ガス供給部と、
前記供給バッファ部内に設置される反応ガス供給部と、を備え、
前記原料ガス供給部は、前記基板保持具の最下段の前記基板の高さ以下の位置から前記供給バッファ部内に前記原料ガスを供給するよう構成される基板処理装置。
- [請求項2] 前記原料ガス供給部は、上方に向かって開口する供給孔を先端に有する原料ガスノズルを備える請求項1に記載の基板処理装置。
- [請求項3] 前記原料ガスノズルは、前記供給孔の高さが、前記基板保持具に保持される最下段の前記基板の高さ以下となるように設置される請求項2に記載の基板処理装置。
- [請求項4] 前記供給バッファ部と前記処理室との間に内壁を備え、
前記内壁には前記基板保持具に保持された前記基板に対応するように複数段のスリットが形成され、
前記原料ガスノズルは、前記供給孔の高さが前記複数段のスリットの最下段のスリットの高さ以下となるように設置される請求項3に記載の基板処理装置。
- [請求項5] 前記内壁の下端にメンテナンス口をさらに有し、
前記原料ガスノズルは、前記供給孔の高さが前記メンテナンス口の上端の高さより高くなるように設置される請求項4に記載の基板処理装置。
- [請求項6] 前記反応ガス供給部は、前記基板保持具に沿って立設し、前記基板保持具に保持される前記基板に向かって開口する複数の供給孔を有する反応ガスノズルを備える請求項3に記載の基板処理装置。
- [請求項7] 前記原料ガスノズル内の圧力は前記原料ガスが前記原料ガスノズル

内で分解しない圧力である請求項 6 に記載の基板処理装置。

[請求項 8] 前記反応ガスノズル内の圧力は、前記原料ガスが分解する圧力である請求項 7 に記載の基板処理装置。

[請求項 9] 前記処理室内を加熱する加熱部をさらに有し、
前記加熱部は、前記処理室内を前記原料ガスの活性化温度近傍に加熱する請求項 8 に記載の基板処理装置。

[請求項 10] 前記原料ガスは S i 含有ガスである請求項 9 に記載の基板処理装置。
。

[請求項 11] 前記原料ガスは H C D S ガスである請求項 1 0 に記載の基板処理装置。

[請求項 12] 複数枚の基板を多段に保持する基板保持具を処理室内に搬入する工程と、

前記処理室内で前記複数枚の基板を処理する工程と、を有し、

前記基板を処理する工程は、

前記処理室に隣接する供給バッファ部内に設置された原料ガス供給部より、前記基板保持具の最下段の前記基板の高さ以下の位置から前記供給バッファ部内に原料ガスを供給し、前記供給バッファ部から前記処理室内の前記複数の基板に対して前記原料ガスを供給するステップと、

前記供給バッファ部内に設置された反応ガス供給部より、前記処理室内の前記複数の基板に対して反応ガスを供給するステップと、を有する半導体装置の製造方法。

[請求項 13] 複数枚の基板を多段に保持する基板保持具を処理室内に搬入する手順と、

前記処理室内で前記複数枚の基板を処理する手順と、を有し、

前記基板を処理する手順では、

前記処理室に隣接する供給バッファ部内に設置された原料ガス供給部より、前記基板保持具の最下段の前記基板の高さ以下の位置から前

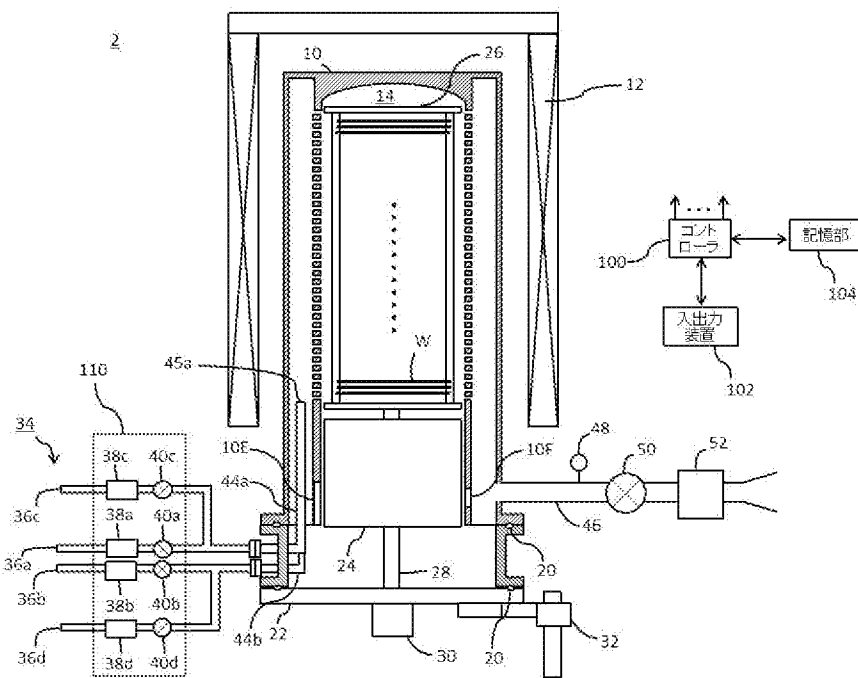
記供給バッファ部内に原料ガスを供給し、前記供給バッファ部から前記処理室内の前記複数の基板に対して前記原料ガスを供給する手順と

、

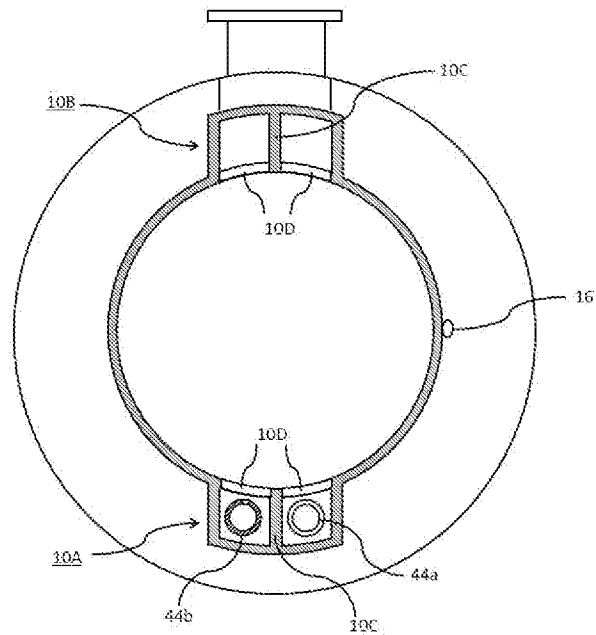
前記供給バッファ部内に設置された反応ガス供給部より、前記処理室内の前記複数の基板に対して反応ガスを供給する手順と、

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を記録する記録媒体。

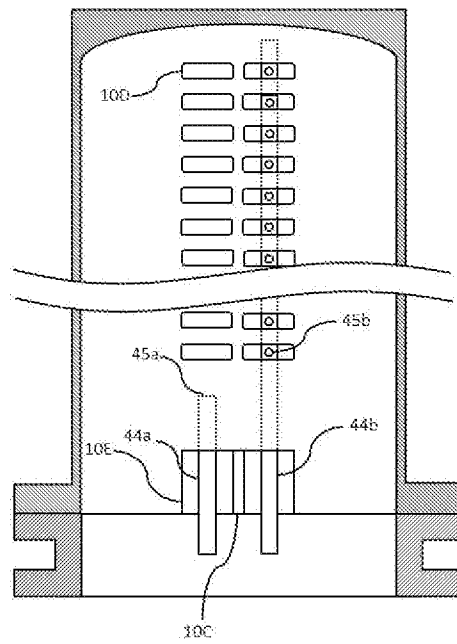
[図1]



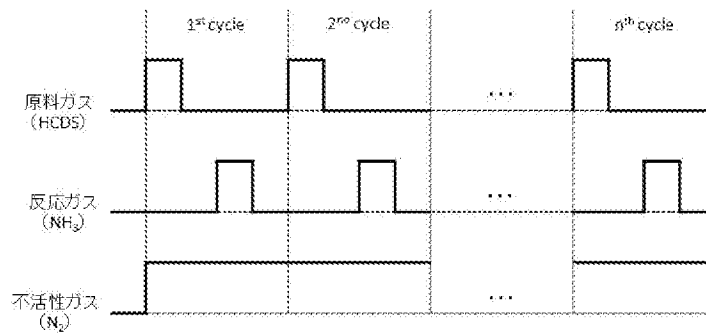
[図2]



[図3]



[図4]

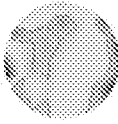


[図5]

(a)

	Top	Center	Bottom
Map			
Win W	$\pm 1.01 \%$	$\pm 1.17 \%$	$\pm 1.08 \%$
WTW	$\pm 0.27 \%$		

(b)

	Top	Center	Bottom
Map			
Win W	$\pm 1.63 \%$	$\pm 1.32 \%$	$\pm 1.19 \%$
WTW	$\pm 2.63 \%$		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/059909

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/31(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i, H01L21/318(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/31, C23C16/44, H01L21/318

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2011-187536 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.),	1-4, 6, 7, 12,
A	22 September 2011 (22.09.2011), paragraphs [0013] to [0018], [0026] to [0033]; fig. 2, 3 (Family: none)	13 5
A	JP 4411215 B2 (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 10 February 2010 (10.02.2010), paragraphs [0011] to [0098]; fig. 1 to 3 & US 2006/0124058 A1 paragraphs [0027] to [0129]; fig. 1 to 3 & KR 10-2005-0053795 A & CN 1706031 A & TW 200414319 A	1-7, 12, 13

☐ 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 June 2016 (10.06.16)

Date of mailing of the international search report
21 June 2016 (21.06.16)

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

International application No.

PCT/JP2016/059909

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 8-11
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
The matter described in claim 8 is that "the pressure inside said reaction gas nozzle is a pressure at which said material gas is decomposed", but is neither described nor suggested in the descriptoin and the like.
(Continued to extra sheet)

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/059909

Continuation of Box No.II-2 of continuation of first sheet(2)

Further, the inventions of claims 9-11 are dependent on claim 8 in series and have no part which does not refer to claim 8, and therefore do not comply a prescribed requirement similarly to claim 8.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/31(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i, H01L21/318(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/31, C23C16/44, H01L21/318

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2011-187536 A（株式会社日立国際電気） 2011.09.22, 段落[0013]-[0018], [0026]-[0033], 図 2, 3	1-4, 6, 7, 12, 13
A	（ファミリーなし）	5
A	JP 4411215 B2（株式会社日立国際電気） 2010.02.10, 段落[0011]-[0098], 図 1-3 & US 2006/0124058 A1, 段落[0027]-[0129], 図 1-3 & KR 10-2005-0053795 A & CN 1706031 A & TW 200414319 A	1-7, 12, 13

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

長谷川 直也

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

50

4549

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☒ 請求項 8-11 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
請求項8に記載された「前記反応ガスノズル内の圧力は、前記原料ガスが分解する圧力である」という事項は、明細書等に記載も示唆もされていない。また、請求項9-11に係る発明は請求項8に直列的に従属しており、請求項8を引用しない部分は存在しないため、請求項8と同様に所定の要件を満たしていない。
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。