(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
2019年7月4日(04.07.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/130826 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) *C23C 16/52* (2006.01)
C23C 16/44 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/041041

(22) 国際出願日： 2018年11月5日(05.11.2018)

(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 2017-254019 2017年12月28日(28.12.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社ＳＵＭＣＯ (**SUMCO CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目２番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 南出 由生(**MINAMIDE, Yu**); 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目２番１号 株式会社ＳＵＭＣＯ内 Tokyo (JP). 和田 直之(**WADA, Naoyuki**); 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目２番１号 株式会社ＳＵＭＣＯ内 Tokyo (JP). 竹村 泰隆(**TAKEMURA, Yasutaka**); 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目２番１号 株式会社ＳＵＭＣＯ内 Tokyo (JP).

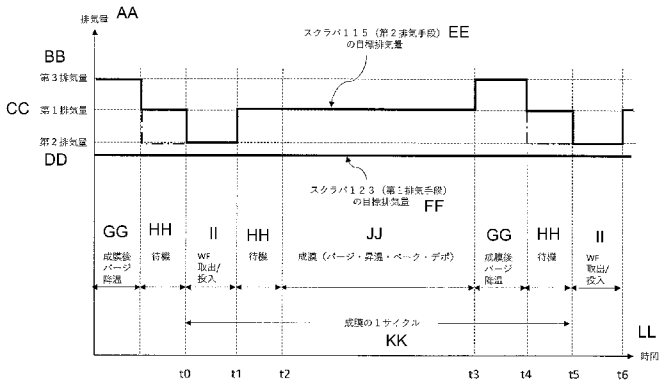
(74) 代理人: とこしえ特許業務法人 (**TOKOSHIE PATENT FIRM**); 〒1600023 東京都新宿区西新宿７丁目２２番２７号西新宿ＫＮビル Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** APPARATUS AND METHOD FOR MANUFACTURING EPITAXIAL WAFER

(54) 発明の名称： エピタキシャルウェーハの製造装置及び製造方法

図3



AA Exhaust amount
BB Third exhaust amount
CC First exhaust amount
DD Second exhaust amount
EE Target exhaust amount of scrubber 115 (second exhaust means)
FF Target exhaust amount of scrubber 123 (first exhaust means)
GG Purging and temperature reduction after film formation
HH Waiting
II WF unloading/loading
JJ Film formation (purging, temperature increase, baking, deposition)
KK One film formation cycle
LL Time

(57) **Abstract:** The present invention controls the amount of exhaust from a reaction chamber (111) of an epitaxial wafer manufacturing apparatus (1) to a first exhaust amount in the cases where epitaxial film forming is being performed in the reaction chamber, controls the amount of exhaust to a second exhaust amount smaller than the first exhaust amount in the cases where loading/unloading of a wafer (WF) is performed between the reaction chamber and a wafer transfer chamber (12) by opening a gate valve (114), and controls the amount of exhaust to a third exhaust amount larger than the first exhaust amount until gas purging completes in the reaction chamber after the epitaxial film forming is completed in the reaction chamber.

(57) 要約：エピタキシャルウェーハの製造装置（１）の反応室（１１１）からの排気量を、反応室においてエピタキシャル成膜処理を行っている場合には第１排気量に制御し、ゲートバルブ（１１４）を開いて反応室とウェーハ移載室（１２）との間でウェーハ（ＷＦ）を投入又は取り出す場合には、第１排気量より小さい第２排気量に制御し、反応室にてエピタキシャル成膜処理を終了したのち、反応室のガスのパージ処理が終了するまでは、第１排気量より大きい第３排気量に制御する。

WO 2019/130826 A1

[続葉有]

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, 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:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： エピタキシャルウェーハの製造装置及び製造方法

技術分野

[0001]　本発明は、エピタキシャルウェーハの製造装置及び製造方法に関するものである。

背景技術

[0002]　エピタキシャル膜を成長させる反応室（プロセスチャンバ）と、反応室と連通して反応室内にウェーハを搬送するウェーハ移載室（トランスファチャンバ）と、反応室と移載室との連通部に設けられ反応室と移載室とのガスの流通を開放・閉止する仕切り可動機構（ゲートバルブ）とを備えたエピタキシャル成長装置を用い、裏面に多結晶シリコン膜を備えたシリコンウェーハの表面側にシリコンエピタキシャル膜を形成するエピタキシャルシリコンウェーハの製造方法が知られている（特許文献１）。

[0003]　このエピタキシャルウェーハの製造方法では、窒素ガス雰囲気とした移載室内の圧力を、水素ガス雰囲気とした反応室内の圧力よりも０．０６７ｋＰａ～０．２６７ｋＰａ（０．５Ｔｏｒｒ～２Ｔｏｒｒ）高めた状態でゲートバルブを開き、移載室内のシリコンウェーハを反応室内に搬送すると共に、移載室内の圧力と反応室内の圧力の差を利用して移載室内の窒素ガスを反応室内に供給する。そして、反応室内に設けたサセプタにシリコンウェーハを載置し、ゲートバルブを閉じて反応室内への窒素ガスの供給を停止した後、シリコンウェーハ表面にシリコンエピタキシャル膜を形成する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１３－２３２４５５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　しかしながら、反応室と移載室との差圧を上記従来技術のように一律に設

定すると、設定された差圧が大きいと、ゲートバルブを開いた時にパーティクルが巻き上がり易くなる一方で、設定された差圧が小さくするために排気圧力を下げるとパーティクルの排気不足になる。いずれの場合も、ＬＰＤ（Light Point Defect，光散乱輝点欠陥）品質が低下するという問題がある。

[0006] 本発明が解決しようとする課題は、ＬＰＤ品質を高めることができるエピタキシャルウェーハの製造装置及び製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、ウェーハにエピタキシャル膜を成長させる反応室と、

前記反応室と連通するウェーハ移載室と、

前記反応室と前記移載室との連通部に設けられ反応室と移載室とのガスの流通を開閉するゲートバルブと、

前記ウェーハ移載室に設けられ、処理前のウェーハを前記移載室から前記反応室に投入し、処理後のウェーハを前記反応室から前記ウェーハ移載室へ取り出すウェーハ移載手段と、

前記ウェーハ移載室から前記反応室へ前記ウェーハを投入し、前記反応室においてエピタキシャル成膜処理を行ったのち、前記反応室から前記ウェーハ移載室へ前記ウェーハを取り出す制御を実行する第１制御手段と、

前記ウェーハ移載室のガスを排気する第１排気手段と、

前記反応室のガスを排気する第２排気手段と、

前記第１排気手段及び前記第２排気手段による排気量を制御する第２制御手段と、を備え、

前記第２制御手段は、

前記第１排気手段による排気量を所定の範囲に制御するとともに、

前記第１制御手段によるエピタキシャル膜の成長工程の制御信号を入力し、当該制御信号に基づいて、

前記第２排気手段による排気量を、

前記反応室においてエピタキシャル成膜処理を行っている場合には、第１排気量に制御し、

前記ゲートバルブを開いて前記反応室と前記ウェーハ移載室との間で前記ウェーハを投入又は取り出す場合には、前記第１排気量より小さい第２排気量に制御し、

前記反応室にてエピタキシャル成膜処理を終了したのち、前記反応室のガスのパージ処理が終了するまでは、前記第１排気量より大きい第３排気量に制御するエピタキシャルウェーハの製造装置である。

[0008] 本発明において、前記第２制御手段は、

前記反応室にてエピタキシャル成膜処理を終了し、前記反応室のガスのパージ処理が終了した時点から、前記ゲートバルブを開いて前記ウェーハを前記ウェーハ移載室へ取り出す時点までの間は、前記第２排気手段による排気量を、前記第１排気量又は第２排気量に制御することがより好ましい。

[0009] 本発明において、前記第１排気手段で制御される排気量による排気圧を基準とする、

前記第１排気量による排気圧は、－０．４～－０．６ｋＰａ、

前記第２排気量による排気圧は、０～－０．３ｋＰａ、

前記第３排気量による排気圧は、－０．７ｋＰａ以上とすることができる。

[0010] 本発明は、ウェーハにエピタキシャル膜を成長させる反応室と、前記反応室と連通するウェーハ移載室と、前記反応室と前記移載室との連通部に設けられ反応室と移載室とのガスの流通を開閉するゲートバルブと、前記ウェーハ移載室に設けられ、処理前のウェーハを前記移載室から前記反応室に投入し、処理後のウェーハを前記反応室から前記ウェーハ移載室へ取り出すウェーハ移載手段と、を備えるエピタキシャルウェーハの製造装置を用いたエピタキシャルウェーハの製造方法において、

前記ウェーハ移載室の圧力を所定の範囲に制御するとともに、

前記反応室の圧力を、

前記反応室においてエピタキシャル成膜処理を行っている場合には、第１圧力に制御し、

前記ゲートバルブを開いて前記反応室と前記ウェーハ移載室との間で前記ウェーハを投入又は取り出す場合には、前記第１圧力より高い第２圧力に制御し、

前記反応室にてエピタキシャル成膜処理を終了したのち、前記反応室のガスのパージ処理が終了するまでは、前記第１圧力より低い第３圧力に制御するエピタキシャルウェーハの製造方法である。

[0011] 本発明において、前記反応室にてエピタキシャル成膜処理を終了し、前記反応室のガスのパージ処理が終了した時点から、前記ゲートバルブを開いて前記ウェーハを前記ウェーハ移載室へ取り出す時点までの間は、前記反応室の圧力を、前記第１圧力又は第２圧力に制御することがより好ましい。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、ゲートバルブを開いて反応室とウェーハ移載室との間でウェーハを投入又は取り出す場合には、エピタキシャル膜の生成時の第１排気量より小さい第２排気量に制御するので、反応室とウェーハ移載室との差圧が小さくなり、ウェーハ移載室のパーティクルなどの塵埃が反応室へ流れてウェーハに付着するのを抑制することができる。一方において、反応室にてエピタキシャル成膜処理を終了したのち、反応室のガスのパージ処理が終了するまでは、エピタキシャル膜の生成時の第１排気量より大きい第３排気量に制御するので、反応室内で発生したパーティクルなどの塵埃がウェーハに付着することなく反応室外へ排出することができる。この結果、ＬＰＤ品質を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態に係るエピタキシャルウェーハの製造装置を示すブロック図である。

[図2]図１のエピタキシャルウェーハの製造装置の第２コントローラで実行される制御手順を示すフローチャートである。

[図3]図１のエピタキシャルウェーハの製造装置の第１コントローラ及び第２コントローラで実行される制御内容を示すタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図１は、本発明の実施形態に係るエピタキシャルウェーハの製造装置１（以下、単に製造装置１ともいう。）を示すブロック図であり、中央に示す装置本体は平面図により示したものである。本実施形態の製造装置１は、いわゆる常圧ＣＶＤ装置であり、一対の反応炉１１，１１と、単結晶シリコンウェーハなどのウェーハＷＦをハンドリングするウェーハハンドリングロボット１２１が設置されたウェーハ移載室１２と、一対のロードロック室１３と、ファクトリインターフェース１４と、複数枚のウェーハＷＦを収納したカセットケース１５と、を備える。図示は省略するが、ファクトリインターフェース１４には、カセットケース１５に収納された処理前のウェーハＷＦを取り出してロードロック室１３へ投入したり、ロードロック室１３へ搬送された処理後のウェーハＷＦをカセットケース１５へ収納したりする移載装置が設けられている。

[0015] ロードロック室１３は、ウェーハ移載室１２との間及びファクトリインターフェース１４との間にそれぞれ気密性を有するドアが設けられ、不活性ガス雰囲気とされたウェーハ移載室１２と、大気雰囲気とされたファクトリインターフェース１４との間で、雰囲気ガスを置換するスペースとして機能する。たとえば、カセットケース１５から処理前のウェーハＷＦをウェーハ移載室１２に搬送する場合には、ファクトリインターフェース１４側のドアを開き、ウェーハ移載室１２側のドアを閉じた状態で、カセットケース１５のウェーハＷＦを、ファクトリインターフェース１４を介してロードロック室１３に搬送したのち、ファクトリインターフェース１４側のドアを閉じて当該ロードロック室１３を不活性ガス雰囲気に置換し、その後ウェーハ移載室１２側のドアを開いて当該ウェーハＷＦをウェーハ移載室１２に搬入する。逆に、ウェーハ移載室１２から処理後のウェーハＷＦをカセットケース１５へ搬送する場合には、ウェーハ移載室１２側のドアを開き、ファクトリインターフェース１４側のドアを閉じた状態で、ウェーハ移載室１２のウェーハＷＦをロードロック室１３に搬送したのち、ウェーハ移載室１２側のドアを

閉じて当該ロードロック室１３を大気雰囲気に置換し、その後ファクトリインターフェース１４側のドアを開いて当該ウェーハＷＦを、ファクトリインターフェース１４を介してカセットケース１５に搬送する。

[0016] ウェーハ移載室１２は、密閉されたチャンバからなり、一方がロードロック室１３と開閉可能な気密性を有するドアを介して接続され、他方が気密性を有する開閉可能なゲートバルブ１１４を介して接続されている。ウェーハ移載室１２には、上述したように、処理前のウェーハＷＦをロードロック室１３から反応室１１１へ搬送するとともに、処理後のウェーハＷＦを反応室１１１からロードロック室１３へ搬送するウェーハハンドリングロボット１２１が設置され、ロボットコントローラ１２２により予め教示された動作軌跡に従ってハンドリング操作を行う。なお、ロボットコントローラ１２２と、エピタキシャルウェーハの製造装置１の全体の制御を統括する第１コントローラ１６とは、相互に制御信号を送受信し、第１コントローラ１６からの動作指令信号がロボットコントローラ１２２に送信されると、ロボットコントローラ１２２はウェーハハンドリングロボット１２１の動作を制御し、当該ウェーハハンドリングロボット１２１の動作結果がロボットコントローラ１２２から第１コントローラ１６へ送信されることで、当該第１コントローラ１６は、ウェーハハンドリングロボット１２１の動作状態を認識する。

[0017] ウェーハ移載室１２には、図示しない不活性ガス供給装置から不活性ガスが供給され、排気口に接続されたスクラバ（洗浄集塵装置）１２３によってウェーハ移載室１２のガスが浄化されたのち、系外へ放出される。スクラバ１２３は、詳細な図示は省略するが、たとえば従来公知の加圧水式スクラバを用いることができる。この種の加圧水式スクラバは、ベンチュリー管などに、排気口からの排気すべきガスを導入するとともに加圧水を噴霧することで、ガスに含まれた塵埃を除去する。これに加えて、ベンチュリー管にガスとともに加圧水を供給すると、エジェクタ効果によって排気口からのガスが吸引されるので、一種の排気装置としても機能する。スクラバ１２３の加圧水は、スクラバに設けられた貯水タンクの貯水を循環ポンプで循環させるこ

とで供給されるが、循環ポンプの循環水量は第３コントローラ１２４により制御され、第３コントローラ１２４による循環ポンプの制御は、第１コントローラ１６からの指令信号に基づいて実行される。なお、たとえば、スクラバ１２３の排気機能によりウェーハ移載室１２の圧力を低くする場合には、スクラバ１２３の循環ポンプによる循環水量を増加させ、ウェーハ移載室１２の圧力を高くする場合には、スクラバ１２３の循環ポンプによる循環水量を減少させることができる。その他にも圧力を変化させるにはバタフライバルブやニードルバルブ等による流路の開閉でも制御は可能である。ウェーハ移載室１２の圧力の制御については後述する。なお、スクラバ１２３に代えて又はこれに加えて、排気ポンプを設け、当該排気ポンプの排気量を第３コントローラ１２４で制御するように構成してもよい。これらスクラバ１２３及び／又は排気ポンプが、本発明に係る第１排気手段に相当する。

[0018] 反応炉１１は、ＣＶＤ法によりウェーハＷＦの表面にエピタキシャル膜を生成するための装置であって、反応室１１１を備え、当該反応室１１１内にウェーハＷＦを載置して回転するサセプタ１１２が設けられ、また反応室１１１に水素ガス及びエピタキシャル膜を生成するための原料ガス（四塩化ケイ素ＳｉＣｌ４やトリクロロシランＳｉＨＣｌ３など）を供給するガス供給装置１１３が設けられている。また図示は省略するが、反応室１１１の周囲には、ウェーハＷＦを所定温度に昇温するための加熱ランプが設けられている。さらに、反応室１１１とウェーハ移載室１２との間には、ゲートバルブ１１４が設けられ、ゲートバルブ１１４を閉塞することで反応室１１１のウェーハ移載室１２との気密性が確保される。これら反応炉１１のサセプタ１１２の駆動、ガス供給装置１１３によるガスの供給・停止、加熱ランプのＯＮ／ＯＦＦ、ゲートバルブ１１４の開閉動作の各制御は、第１コントローラ１６からの指令信号により制御される。なお、図１に示すエピタキシャルウェーハの製造装置１は、一対の反応炉１１，１１を設けた例を示したが、一つの反応炉１１でもよく、３つ以上の反応炉でもよい。

[0019] 反応炉１１にも、ウェーハ移載室１２と同様の構成を有するスクラバ１１

５が設けられている。すなわち、ガス供給装置１１３から供給された水素ガス又は原料ガスは、反応室に設けられた排気口に接続されたスクラバ（洗浄集塵装置）１１５によって浄化されたのち、系外へ放出される。スクラバ１１５についても、詳細な図示は省略するが、たとえば従来公知の加圧水式スクラバを用いることができる。この種の加圧水式スクラバは、ベンチュリー管などに、排気口からの排気すべきガスを導入するとともに加圧水を噴霧することで、排気するガスに含まれた塵埃を除去する。これに加えて、ベンチュリー管にガスとともに加圧水を供給すると、エジェクタ効果によって排気口からのガスが吸引されるので、一種の排気装置としても機能する。スクラバ１１５の加圧水は、スクラバに設けられた貯水タンクの貯水を循環ポンプで循環させることで供給されるが、循環ポンプの循環水量は第２コントローラ１１６により制御され、第２コントローラ１１６による循環ポンプの制御は、第１コントローラ１６からの指令信号に基づいて実行される。なお、たとえば、スクラバ１１５の排気機能により反応室１１１の圧力を低くする場合には、スクラバ１１５の循環ポンプによる循環水量を増加させ、反応室１１１の圧力を高くする場合には、スクラバ１１５の循環ポンプによる循環水量を減少させることができる。その他にも圧力を変化させるにはバタフライバルブによる流路の開閉でも制御は可能である。反応室１１１の圧力の制御については後述する。なお、スクラバ１１５に代えて又はこれに加えて、排気ポンプを設け、当該排気ポンプの排気量を第２コントローラ１１６で制御するように構成してもよい。これらスクラバ１１５及び／又は排気ポンプが、本発明に係る第２排気手段に相当する。

[0020] 反応炉１１におけるエピタキシャル膜の生成の手順を、図３を参照して説明する。図３は、本実施形態のエピタキシャルウェーハの製造装置１の第１コントローラ１６及び第２コントローラ１１６で実行される制御内容を示すタイムチャートであり、下部に反応炉１１におけるエピタキシャル膜の生成工程を示す。横軸の時間ｔ０から時間ｔ５が成膜の１サイクルを示す。まず、時間ｔ０において、ゲートバルブ１１４を開き、ウェーハハンドリングロ

ボット１２１を用いて、前回の処理済みのウェーハＷＦを取り出すとともに処理前のウェーハＷＦを反応室１１１のサセプタ１１２に載置する。時間ｔ１においてゲートバルブ１１４を閉じ、時間ｔ２まで待機したのち、時間ｔ２において、ガス供給装置１１３により反応室１１１に水素ガスを供給して反応室１１１を水素ガス雰囲気とする。次いで加熱ランプをＯＮして反応室１１１のウェーハＷＦを所定温度に昇温し、必要に応じてエッチングや熱処理などの前処理を施したのち、ガス供給装置１１３により原料ガスを流量および／又は供給時間を制御しながら供給する。これにより、時間ｔ３においてウェーハＷＦの表面にエピタキシャル膜が生成される。そして、時間ｔ３において、ガス供給装置１１３により反応室１１１に再び水素ガスを供給して反応室１１１を水素ガス雰囲気に置換したのち、時間ｔ４から時間ｔ５まで待機し、時間ｔ５においてゲートバルブ１１４を開き、時間ｔ５～ｔ６において、ウェーハハンドリングロボット１２１を用いて、今回の処理済みのウェーハＷＦを取り出すとともに次の処理前のウェーハＷＦを反応室１１１のサセプタ１１２に載置する。

[0021] 従来の常圧ＣＶＤ装置では、反応室１１１及びウェーハ移載室１２のそれぞれに、上述したスクラバ１１５，１２３は設けられていたが、本来のガス浄化のためにのみ用いられ、排気機能は備えているものの、排気量の制御は何ら行われていなかった。これに対して、本実施形態のエピタキシャルウェーハの製造装置１においては、スクラバ１１５，１２３が有する排気機能に着目し、上述したエピタキシャル膜の生成工程に関連付けて、各スクラバ１１５，１２３の排気量を制御することにより、反応室１１１自体の圧力及び反応室１１１とウェーハ移載室１２との差圧を制御し、これによりパーティクルなどの塵埃がウェーハＷＦに付着するのを抑制する。この具体的制御を図２及び図３を参照して説明する。

[0022] 図２は、本実施形態のエピタキシャルウェーハの製造装置１の第２コントローラ１１６で実行される制御手順を示すフローチャート、図３の上部が当該第２コントローラ１１６の制御により実現される反応室１１１からのガス

排気量の遷移を示すタイムチャートである。図２に示すフローチャートの演算は、所定時間間隔（たとえば１０ｍｓｅｃ）で実行される。なお、図３の縦軸は、反応室１１１からのスクラバ１１５による排気量及びウェーハ移載室１２からのスクラバ１２３による排気量を示しているので、反応室１１１及びウェーハ移載室１２の圧力の大小は、供給されるガス量により若干の変動は有るものの、ウェーハを取出・投入するときには同等の圧力となり、成膜中には、反応室が低い圧力となり、成膜後パージ中はウェーハ反応室がさらに低い圧力となる。

。なお、本実施形態のエピタキシャルウェーハの製造装置１においては、第３コントローラ１２４によるスクラバ１２３の排気量の制御は、図３のスクラバ１２３（第１排気手段）の目標排気量のグラフに示すように、当該排気量が所定の範囲に入るように（多少の誤差はあってもよい）、すなわち一定量になるように制御されるものとする。また、反応室１１１に接続されたスクラバ１１５による排気量は、第１排気量、第２排気量及び第３排気量という３水準の排気量の設定が可能とされ、図３に示すように第２排気量＜第１排気量＜第３排気量の関係とされている。さらに特に限定はされないが、これら３水準の排気量の設定により、ウェーハ移載室１２の圧力に対する反応室１１１の圧力の差は、スクラバ１２３で制御される排気量による排気圧を基準にすると、第１排気量による排気圧は、－０．４～－０．６ｋＰａ、第２排気量による排気圧は、０～－０．３ｋＰａ、第３排気量による排気圧は、－０．７ｋＰａ以上となるように設定されている。

[0023] 図２のステップＳ１において、第２コントローラ１１６は、第１コントローラ１６から製造装置１への制御信号を入力する。この制御信号には、図３の下部示すエピタキシャル膜の各生成工程において出力される指令信号が含まれ、現在どの工程を実行しているのかを第２コントローラ１１６が認識できる。

[0024] ステップＳ１において入力した第１コントローラ１６からの制御信号が、反応室１１１のウェーハＷＦの取出／投入である場合は、ステップＳ３へ進

み、スクラバ１１５による排気量が第２排気量になるように循環ポンプの循環水量を減少させる。これにより、図３の時間ｔ０～ｔ１に示すように、反応室１１１からの排気量が減少することで当該反応室１１１の圧力がウェーハ移載室１２の圧力に等しくなるか近似する。この結果、ゲートバルブ１１４を開いた瞬間の圧力変動に伴うパーティクルなどの塵埃の発生（つまり舞い上がり）が抑制でき、かつ、ウェーハ移載室１２のパーティクルなどの塵埃が反応室１１１へ流れてウェーハＷＦに付着するのを抑制することができる。

[0025] ステップＳ２において、第１コントローラ１６からの制御信号が、反応室１１１のウェーハＷＦの取出／投入ではない場合は、ステップＳ４へ進み、第１コントローラ１６からの制御信号が、ウェーハＷＦの取り出し／投入後の待機信号である場合はステップＳ５へ進む。この待機信号が入力されたということは、ウェーハＷＦの取出／投入が完了してゲートバルブ１１４が閉じた状態となっている。ステップＳ５において、第２コントローラ１１６は、スクラバ１１５による排気量が第１排気量になるように循環ポンプの循環水量を中程度にする。これにより、図３の時間ｔ１～ｔ２に示すように、反応室１１１からの排気量が次の成膜工程を行う場合と同じ排気量となり、円滑に成膜工程に遷移することができる。

[0026] ステップ４において、第１コントローラ１６からの制御信号が、ウェーハＷＦの取出／投入後の待機信号ではない場合は、ステップＳ６へ進み、第１コントローラ１６からの制御信号が、成膜処理信号である場合はステップＳ７へ進む。ステップＳ７において、第２コントローラ１１６は、スクラバ１１５による排気量が第１排気量になるように循環ポンプの循環水量を中程度にする。これにより、図３の時間ｔ２～ｔ３に示すように、反応室１１１からの排気量が成膜工程を行う排気量となる。この状態で、エピタキシャル膜の成膜処理（パージ→昇温→ベーク→デポ）が行われる。

[0027] ステップ６において、第１コントローラ１６からの制御信号が、エピタキシャル膜の生成処理信号ではない場合は、ステップＳ８へ進み、第１コント

ローラ１６からの制御信号

が、エピタキシャル膜の成膜処理後の水素ガスパージの処理信号である場合はステップＳ９へ進む。この水素ガスパージ信号が入力されたということは、未だゲートバルブ１１４が閉じている状態である。ステップＳ９において、第２コントローラ１１６は、スクラバ１１５による排気量が第３排気量になるように循環ポンプの循環水量を増加させる。これにより、図３の時間ｔ３～ｔ４に示すように、反応室１１１からの排気量が増加することで、反応室１１１内で発生したパーティクルなどの塵埃が、ウェーハＷＦに付着することなく、スクラバ１１５を介して反応室１１１外へ排出することができる。

[0028] ステップ８において、第１コントローラ１６からの制御信号が、エピタキシャル膜の生成処理後の水素ガスパージの処理信号ではない場合は、ステップＳ１０へ進み、第１コントローラ１６からの制御信号が、水素ガスパージ後の待機信号である場合はステップＳ１１へ進む。この水素ガスパージ後の待機信号が入力されたということは、未だゲートバルブ１１４が閉じている状態である。ステップＳ１１において、第２コントローラ１１６は、スクラバ１１５による排気量が第１排気量になるように循環ポンプの循環水量を中程度にする。これにより、図３の時間ｔ４～ｔ５に示すように、次のウェーハＷＦの取出／投入の工程で実行される第２排気量に近づくので、時間ｔ５においてゲートバルブ１１４を開いた瞬間におけるウェーハ移載室１２と反応室１１１との圧力差を小さくすることができる。なお、ステップＳ１１において、第２コントローラ１１６は、スクラバ１１５による排気量が第２排気量になるように循環ポンプの循環水量を減少させてもよい。ステップＳ１１において、スクラバ１１５による排気量を第１排気量にすると、反応室１１１から排出される塵埃の除去効果と時間ｔ５においてゲートバルブ１１４を開いた瞬間の差圧の減少とのバランスが取れるという効果があるのに対し、ステップＳ１１において、スクラバ１１５による排気量を第２排気量にすると、反応室１１１から排出される塵埃の除去効果は減少するが、時間ｔ５

においてゲートバルブ１１４を開いた瞬間の差圧が著しく小さくなるのでパーティクルなどの塵埃の発生（つまり舞い上がり）が抑制され、且つ、ウェーハ移載室１２から反応室１１１に流れてウェーハＷＦに付着するのを抑制する効果はより大きくなる。

[0029] ステップＳ１０において、第１コントローラ１６からの制御信号が、水素ガスパージ後の待機信号ではない場合はステップＳ１へ戻り、以下、以上の手順を繰り返す。

[0030] 以上のとおり、本実施形態のエピタキシャルウェーハの製造装置１においては、スクラバ１１５，１２３が有する排気機能に着目し、エピタキシャル膜の生成工程に関連付けて、各スクラバ１１５，１２３の排気量を制御することにより、反応室１１１自体の圧力及び反応室１１１とウェーハ移載室１２との差圧を制御し、これによりパーティクルなどの塵埃がウェーハＷＦに付着するのを抑制する。このように制御した実施例のエピタキシャルウェーハ（Ｎ＝１４１３枚）と、スクラバ１１５，１２３の排気量を一定とした場合の比較例のエピタキシャルウェーハ（Ｎ＝１３８９枚）を実際に製造し、エピ欠陥をＳＰ２のＤＣＯ（Darkfield Composite Oblique）モードで２００ｎｍ以上にて評価したところ、比較例は０．１３２個／ＷＦであったのに対し、実施例は０．１１８個／ＷＦであった。

符号の説明

[0031] １…エピタキシャルウェーハの製造装置

１１…反応炉

１１１…反応室

１１２…サセプタ

１１３…ガス供給装置

１１４…ゲートバルブ

１１５…スクラバ

１１６…第２コントローラ

１２…ウェーハ移載室

１２１…ウェーハハンドリングロボット

１２２…ロボットコントローラ

１２３…スクラバ

１２４…第３コントローラ

１３…ロードロック室

１４…ファクトリインターフェース

１５…カセットケース

１６…第１コントローラ

ＷＦ…ウェーハ

請求の範囲

[請求項1] ウェーハにエピタキシャル膜を成長させる反応室と、

前記反応室と連通するウェーハ移載室と、

前記反応室と前記ウェーハ移載室との連通部に設けられ反応室とウェーハ移載室とのガスの流通を開閉するゲートバルブと、

前記ウェーハ移載室に設けられ、処理前のウェーハを前記ウェーハ移載室から前記反応室に投入し、処理後のウェーハを前記反応室から前記ウェーハ移載室へ取り出すウェーハ移載手段と、

前記ウェーハ移載室から前記反応室へ前記ウェーハを投入し、前記反応室においてエピタキシャル成膜処理を行ったのち、前記反応室から前記ウェーハ移載室へ前記ウェーハを取り出す制御を実行する第１制御手段と、

前記ウェーハ移載室のガスを排気する第１排気手段と、

前記反応室のガスを排気する第２排気手段と、

前記第１排気手段及び前記第２排気手段による排気量を制御する第２制御手段と、を備え、

前記第２制御手段は、

前記第１排気手段による排気量を所定の範囲に制御するとともに、

前記第１制御手段によるエピタキシャル膜の成長工程の制御信号を入力し、当該制御信号に基づいて、

前記第２排気手段による排気量を、

前記反応室においてエピタキシャル成膜処理を行っている場合には、第１排気量に制御し、

前記ゲートバルブを開いて前記反応室と前記ウェーハ移載室との間で前記ウェーハを投入又は取り出す場合には、前記第１排気量より小さい第２排気量に制御し、

前記反応室にてエピタキシャル成膜処理を終了したのち、前記

反応室のガスのパージ処理が終了するまでは、前記第１排気量より大きい第３排気量に制御するエピタキシャルウェーハの製造装置。

[請求項2] 前記第２制御手段は、

前記反応室にてエピタキシャル成膜処理を終了し、前記反応室のガスのパージ処理が終了した時点から、前記ゲートバルブを開いて前記ウェーハを前記ウェーハ移載室へ取り出す時点までの間は、前記第２排気手段による排気量を、前記第１排気量又は第２排気量に制御する請求項１に記載のエピタキシャルウェーハの製造装置。

[請求項3] 前記第１排気手段で制御される排気量による排気圧を基準とする、

前記第１排気量による排気圧は、－０．４～－０．６ｋＰａ、

前記第２排気量による排気圧は、０～－０．３ｋＰａ、

前記第３排気量による排気圧は、－０．７ｋＰａ以上である請求項１又は２に記載のエピタキシャルウェーハの製造装置。

[請求項4] ウェーハにエピタキシャル膜を成長させる反応室と、前記反応室と連通するウェーハ移載室と、前記反応室と前記ウェーハ移載室との連通部に設けられ反応室とウェーハ移載室とのガスの流通を開閉するゲートバルブと、前記ウェーハ移載室に設けられ、処理前のウェーハを前記ウェーハ移載室から前記反応室に投入し、処理後のウェーハを前記反応室から前記ウェーハ移載室へ取り出すウェーハ移載手段と、を備えるエピタキシャルウェーハの製造装置を用いたエピタキシャルウェーハの製造方法において、

前記ウェーハ移載室の圧力を所定の範囲に制御するとともに、

前記反応室の圧力を、

前記反応室においてエピタキシャル成膜処理を行っている場合には、第１圧力に制御し、

前記ゲートバルブを開いて前記反応室と前記ウェーハ移載室との間で前記ウェーハを投入又は取り出す場合には、前記第１圧力より高い第２圧力に制御し、

前記反応室にてエピタキシャル成膜処理を終了したのち、前記反応室のガスのパージ処理が終了するまでは、前記第１圧力より低い第３圧力に制御するエピタキシャルウェーハの製造方法。

[請求項5] 前記反応室にてエピタキシャル成膜処理を終了し、前記反応室のガスのパージ処理が終了した時点から、前記ゲートバルブを開いて前記ウェーハを前記ウェーハ移載室へ取り出す時点までの間は、前記反応室の圧力を、前記第１圧力又は前記第２圧力に制御する請求項４に記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

[図1]

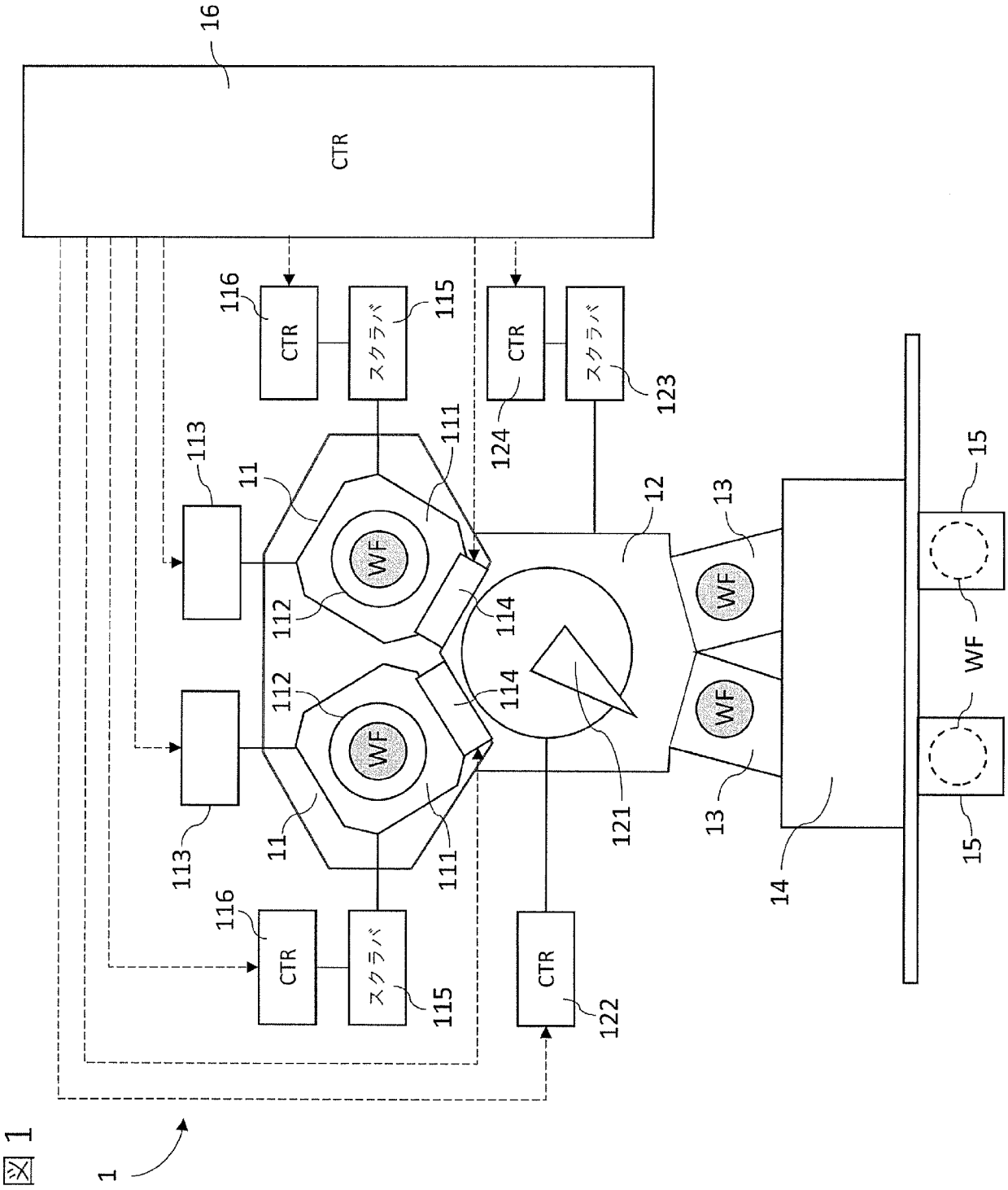

16
CTR
116
CTR
スクラバ
115
CTR
スクラバ
123
124
113
11
111
WF
112
114
12
13
15
WF
121
14
1

図1

[図2]

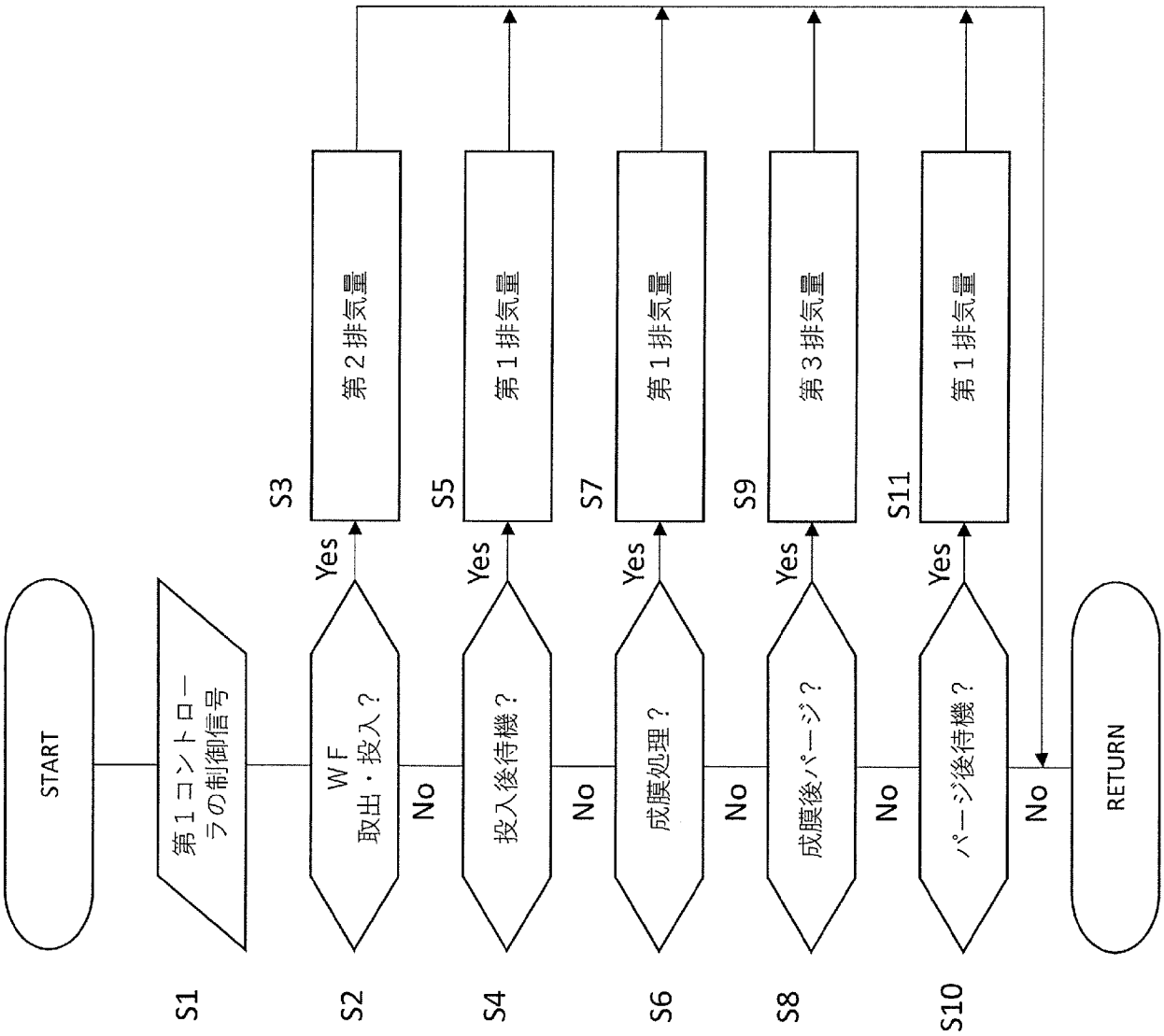
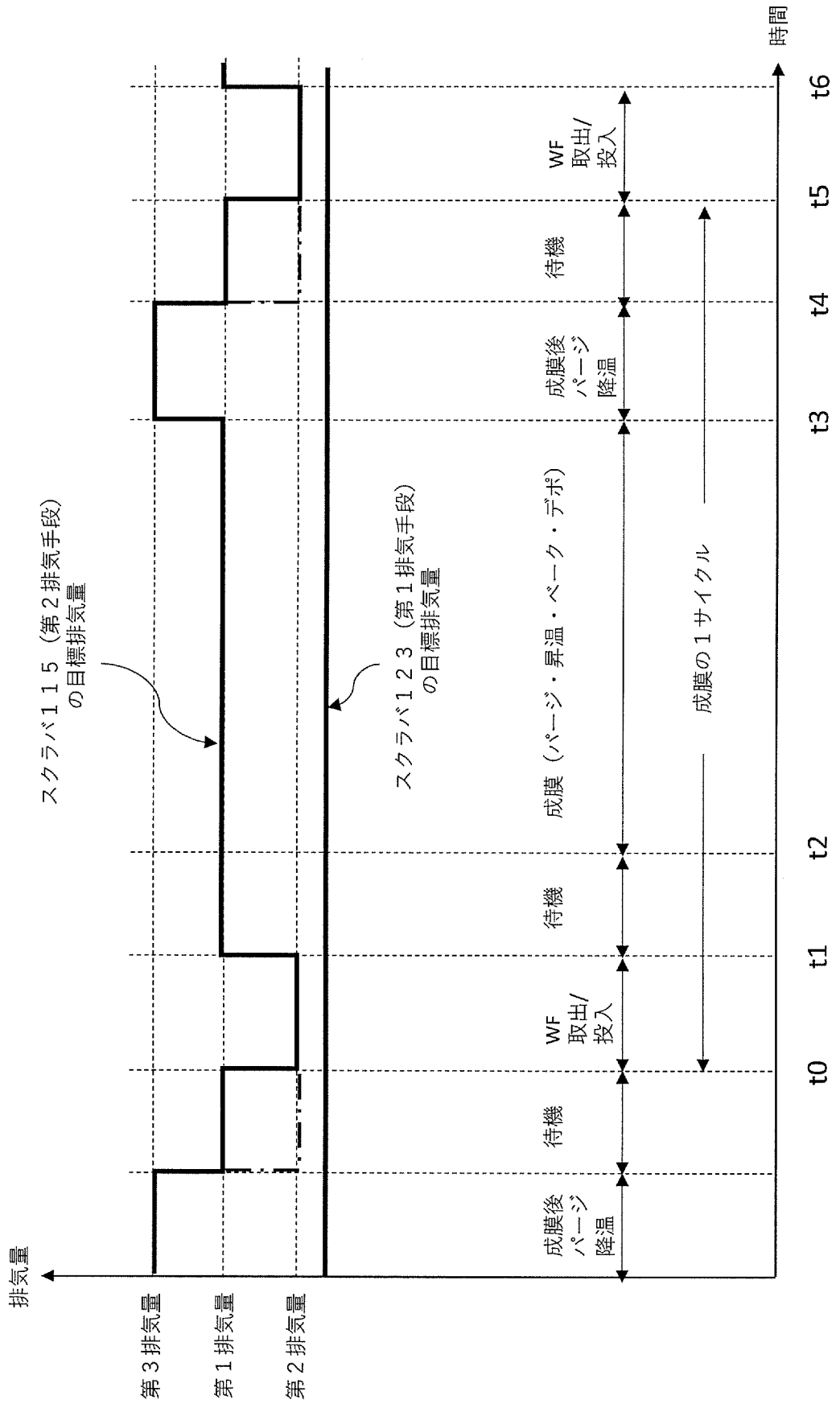

START
第１コントローラの制御信号
S1
WF
取出・投入？
S2
Yes
No
第２排気量
S3
投入後待機？
S4
Yes
No
第１排気量
S5
成膜処理？
S6
Yes
No
第１排気量
S7
成膜後パージ？
S8
Yes
No
第３排気量
S9
パージ後待機？
S10
Yes
No
第１排気量
S11
RETURN

図２

[図3]

図３


排気量
第３排気量
第１排気量
第２排気量
スクラバ１１５（第２排気手段）
の目標排気量
スクラバ１２３（第１排気手段）
の目標排気量
成膜後
パージ
降温
待機
WF
取出/
投入
待機
成膜（パージ・昇温・ベーク・デポ）
成膜後
パージ
降温
待機
WF
取出/
投入
成膜の１サイクル
t0
t1
t2
t3
t4
t5
t6
時間

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/041041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01L21/205(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i, C23C16/52(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)
Int.Cl. H01L21/205, C23C16/44, C23C16/52

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 A	JP 2000-306903 A (KOKUSAI ELECTRIC CO., LTD.) 02 November 2000, paragraphs [0032]-[0039], [0041], [0062], [0063], fig. 1, 3 (Family: none)	4-5 1-3
A	JP 4-162709 A (FUJITSU LIMITED) 08 June 1992, page 3, upper right column, lines 4-16, fig. 1 (Family: none)	1-5

☒ 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 18.12.2018	Date of mailing of the international search report 08.01.2019
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/JP2018/041041

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-029263 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 05 February 1993, paragraphs [0012], [0013], fig. 1 (Family: none)	1-5
A	JP 5-259098 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 08 October 1993, paragraphs [0008]-[0010], fig. 2 (Family: none)	1-5
A	JP 10-074817 A (KOKUSAI ELECTRIC CO., LTD.) 17 March 1998, paragraph [0010], fig. 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2001-345279 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 14 December 2001, paragraphs [0012]-[0019], fig. 1 & US 2002/0020344 A1, paragraphs [0018]-[0025], fig. 1 & KR 10-2001-0093751 A	1-5
A	JP 2003-163212 A (NEC ELECTRONICS CORP.) 06 June 2003, paragraphs [0023]-[0032], fig. 1-5 & US 2003/0100194 A1, paragraphs [0030]-[0039], fig. 1-5 & TW 200300982 A	1-5
A	JP 2007-308730 A (ULVAC CORPORATION) 29 November 2007, paragraphs [0014]-[0016], fig. 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2012-238772 A (SHARP CORPORATION) 06 December 2012, paragraphs [0025]-[0038], fig. 1 & WO 2012/157370 A1 & TW 201303972 A	1-5
A	JP 2013-232455 A (SUMCO CORPORATION) 14 November 2013, paragraphs [0027]-[0033], fig. 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2015-070097 A (SHIBAURA MECHATRONICS CORPORATION) 13 April 2015, paragraphs [0050]-[0058], fig. 1-3 (Family: none)	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/041041

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-111226 A (SUMCO CORPORATION) 20 June 2016, paragraphs [0014]-[0022], fig. 1 & US 2017/0338117 A1, paragraphs [0023]-[0047], fig. 1 & WO 2016/093195 A1 & DE 112015005508 T5 & KR 10-2017-0076761 A & CN 107251194 A	1-5
A	WO 2005/050725 A1 (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 02 June 2005, paragraphs [0027]-[0056] & US 2007/0032045 A1, paragraphs [0049]-[0087] & KR 10-2006-0070578 A & CN 1868042 A & TW 200527513 A	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０４１０４１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/205(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i, C23C16/52(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/205, C23C16/44, C23C16/52

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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 2000-306903 A (国際電気株式会社)	4-5
A	2000.11.02, 段落[0032]-[0039], [0041], [0062]-[0063], 図1, 3 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 4-162709 A (富士通株式会社) 1992.06.08, 第3頁右上欄第4行-第16行, 第1図 (ファミリーなし)	1-5

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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	国際調査報告の発送日
１８．１２．２０１８	０８．０１．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｏ　１１６３
宇多川　勉
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５９

Ｃ（続き）．　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
A	JP 5-029263 A（三菱電機株式会社） 1993.02.05，段落[0012]-[0013]，図１ （ファミリーなし）	1-5
A	JP 5-259098 A（東京エレクトロン株式会社） 1993.10.08，段落[0008]-[0010]，図２ （ファミリーなし）	1-5
A	JP 10-074817 A（国際電気株式会社） 1998.03.17，段落[0010]，図１ （ファミリーなし）	1-5
A	JP 2001-345279 A（株式会社日立国際電気） 2001.12.14，段落[0012]-[0019]，図１ & US 2002/0020344 A1，段落[0018]-[0025]，図１ & KR 10-2001-0093751 A	1-5
A	JP 2003-163212 A（ＮＥＣエレクトロニクス株式会社） 2003.06.06，段落[0023]-[0032]，図1-5 & US 2003/0100194 A1，段落[0030]-[0039]，図1-5 & TW 200300982 A	1-5
A	JP 2007-308730 A（株式会社アルバック） 2007.11.29，段落[0014]-[0016]，図１ （ファミリーなし）	1-5
A	JP 2012-238772 A（シャープ株式会社） 2012.12.06，段落[0025]-[0038]，図１ & WO 2012/157370 A1 & TW 201303972 A	1-5
A	JP 2013-232455 A（株式会社ＳＵＭＣＯ） 2013.11.14，段落[0027]-[0033]，図１ （ファミリーなし）	1-5
A	JP 2015-070097 A（芝浦メカトロニクス株式会社） 2015.04.13，段落[0050]-[0058]，図1-3 （ファミリーなし）	1-5

Ｃ（続き）．　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
A	JP 2016-111226 A（株式会社ＳＵＭＣＯ） 2016.06.20, 段落[0014]-[0022], 図１ & US 2017/0338117 A1, 段落[0023]-[0047], 図１ & WO 2016/093195 A1 & DE 112015005508 T5 & KR 10-2017-0076761 A & CN 107251194 A	1-5
A	WO 2005/050725 A1（株式会社日立国際電気） 2005.06.02, 段落[0027]-[0056] & US 2007/0032045 A1, 段落[0049]-[0087] & KR 10-2006-0070578 A & CN 1868042 A & TW 200527513 A	1-5