

(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
2020年7月30日(30.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/153385 A1

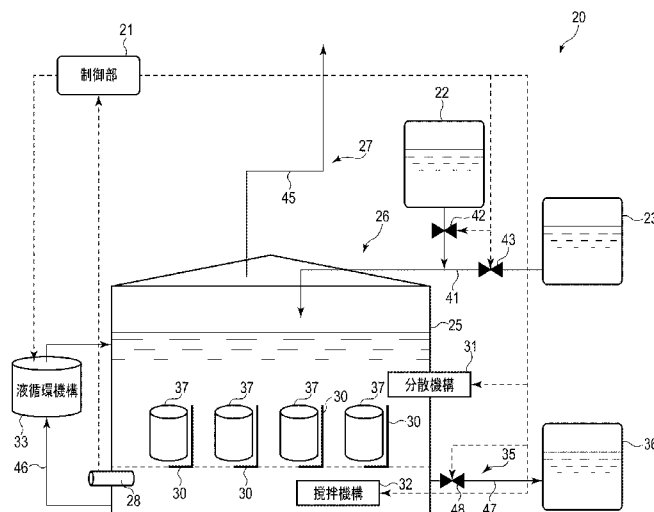
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) *C23C 16/44* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/002022
- (22) 国際出願日: 2020年1月22日(22.01.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-011519 2019年1月25日(25.01.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社 東芝(KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). キオクシア株式会社(KIOXIA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目1番21号

Tokyo (JP). 国立大学法人東北大学(TOHO KU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).

- (72) 発明者: 内田 健哉(UCHIDA, Kenya); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 福井 博之(FUKUI, Hiroyuki); 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目1番21号 キオクシア株式会社内 Tokyo (JP). 植松 育生(UEMATSU, Ikuo); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 岩本 武明(IWAMOTO, Takeaki); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 權 垠相(KWON, Eunsang); 〒9808577 宮

(54) Title: PROCESSING DEVICE AND PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 処理装置及び処理方法



21 Control unit
31 Dispersion mechanism
32 Stirring mechanism
33 Liquid circulation mechanism

(57) Abstract: According to an embodiment of the present invention, a processing device is provided, that processes a byproduct produced in a reaction of a source material containing silicon and a halogen or a reaction between a source material containing silicon and a source material containing a halogen. The processing device includes a processing liquid tank, a processing vessel, a supply mechanism, and an exhaust mechanism. The processing liquid tank stores a processing liquid that contains a basic aqueous solution. A member to be processed containing a byproduct is placed in the processing

城県仙台市青葉区片平二丁目１番１号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).

(74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝三丁目２番１号 セレスティン芝三井ビルディング１階 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

vessel. The supply mechanism supplies the processing liquid from the processing liquid tank to the processing vessel and processes the byproduct in the processing vessel with the supplied processing liquid. The exhaust mechanism discharges, from the processing vessel, gas generated by the reaction between the processing liquid and the byproduct.

(57) 要約: 実施形態によれば、ケイ素及びハロゲン元素を含む原料物質の反応、又は、ケイ素を含む原料物質とハロゲン元素を含む原料物質との反応において生じた副生成物に対して処理を行う処理装置が、提供される。処理装置は、処理液タンクと、処理槽と、供給機構と、排気機構と、を備える。処理液タンクには、塩基性の水溶液を含む処理液が、貯液される。処理槽には、副生成物を含む被処理部材が投入される。供給機構は、処理液タンクから処理槽に処理液を供給し、供給した処理液によって、処理槽において副生成物を処理する。排気機構は、処理液と副生成物との反応によって発生したガスを、処理槽から排気する。

明 細 書

発明の名称： 処理装置及び処理方法

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、処理装置及び処理方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体シリコン基板は、様々な電子回路を形成するための材料として広く用いられている。この半導体シリコン基板を形成する際、及び、ケイ素含有物を含む膜又はインゴット等を形成する際のそれぞれでは、エピタキシャル成長装置及び化学気相成長装置等のケイ素含有物質形成装置が用いられている。

[0003] エピタキシャル成長装置は、反応室と、反応室に接続される供給管及び排出管と、を備える。反応室へは、供給管を介して、原料ガスが供給される。そして、反応室から、排出管を介して、排気ガスが排出される。エピタキシャル成長装置を使用する際には、不活性雰囲気下で減圧された反応室内に、基板を設置する。そして、反応室内に導入された原料ガスと加熱された基板とを反応させることにより、基板上にケイ素含有物を含む膜が、形成される。原料ガスとしては、例えば、ケイ素及び塩素を含む化合物と、水素ガスと、の混合ガスを用いる。反応室内で基板と反応した原料ガスは、排気ガスとして、排出管を介して装置の外部へと排出される。排気ガスは、原料ガス中の成分、例えばケイ素及び塩素を含む化合物を含み得る。

[0004] ここで、反応室内の温度は、排出管と比較して非常に高温である。したがって、排出管内に排出された排気ガスに含まれるケイ素及び塩素を含む化合物は、排出管内で冷却され、副生成物として析出することがある。副生成物は、オイリーシランとも呼ばれる粘性の高い液状物質及び固体物質を含み得る。また、副生成物は、オイリーシランが空気中又は水中で変質し、二次的に生成される物質を含み得る。このような副生成物を、安全に無害化することが求められている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開 2 0 1 2 － 4 9 3 4 2 号公報

特許文献2：日本国特開 2 0 1 7 － 5 4 8 6 2 号公報

特許文献3：日本国特開 2 0 1 3 － 1 9 7 4 7 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明が解決しようとする課題は、ケイ素及びハロゲン元素を含む原料物質の反応、又は、ケイ素を含む原料物質とハロゲン元素を含む原料物質との反応において生じた副生成物を安全に処理する処理装置及び処理方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 実施形態によれば、ケイ素及びハロゲン元素を含む原料物質の反応、又は、ケイ素を含む原料物質とハロゲン元素を含む原料物質との反応において生じた副生成物に対して処理を行う処理装置が、提供される。処理装置は、処理液タンクと、処理槽と、供給機構と、排気機構と、を備える。処理液タンクには、塩基性の水溶液を含む処理液が、貯液される。処理槽には、副生成物を含む被処理部材が投入される。供給機構は、処理液タンクから処理槽に処理液を供給し、供給した処理液によって、処理槽において副生成物を処理する。排気機構は、処理液と副生成物との反応によって発生したガスを、処理槽から排気する。

[0008] また、実施形態によれば、ケイ素及びハロゲン元素を含む原料物質の反応、又は、ケイ素を含む原料物質とハロゲン元素を含む原料物質との反応において生じた副生成物に対して行われる処理方法が、提供される。処理方法では、副生成物を含む被処理部材が、処理槽に投入される。また、処理方法では、塩基性の水溶液を含む処理液が、処理槽に溜められる。そして、処理方法では、溜められた処理液によって、処理槽において副生成物を処理する。

また、処理方法では、処理液と副生成物との反応によって発生したガスが、処理槽から排気される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実施形態に係る処理装置の処理対象となる副生成物が発生する装置として、エピタキシャル成長装置の一例を示す概略図である。

[図2]図2は、第1の実施形態に係る処理装置を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施形態について、図1及び図2を参照して説明する。

[0011] (副生成物)

まず、実施形態において無害化される対象となる副生成物について説明する。副生成物は、オイリーシランとも呼ばれる粘性の高い液状物質及び固体物質を含み得る。また、副生成物は、オイリーシランが空气中又は水中で変質し、二次的に生成される物質を含み得る。このような副生成物は、ハロシラン類を含む。ハロシラン類は、17族に属するハロゲン元素のいずれか1種類以上を含み、ハロゲン元素には、フッ素(F)、塩素(Cl)、臭素(Br)及びヨウ素(I)等が挙げられる。ハロシラン類は、ハロゲン元素及びケイ素を含む化合物が反応することにより、生じ得る。ハロシラン類は、Si- α 結合(α はCl, Br, F及びIからなる群より選ばれる1種類以上のハロゲン元素)と、Si-Si結合と、を有する。

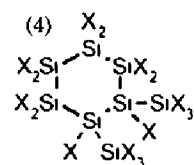
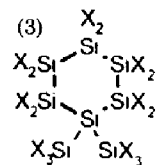
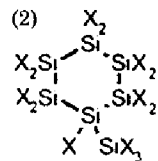
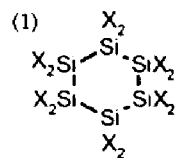
[0012] ハロシラン類の一例として、クロロシラン類、及び、ブロモシラン類等が挙げられる。クロロシラン類は、ハロゲン元素として塩素を含み、Si-Cl結合と、Si-Si結合と、を有する。また、ブロモシラン類は、ハロゲン元素として臭素を含み、Si-Br結合と、Si-Si結合と、を有する。また、ハロシラン類は、ハロゲン元素の2種類以上を含んでもよく、ある一例では、ハロシラン類は、塩素に加えて、塩素以外のハロゲン元素のいずれか1種類以上を含む。

[0013] 副生成物に含まれるハロシラン類は、変質しない場合がある。一方で、ハロシラン類は、Si- α 結合(α はCl, Br, F及びIからなる群より選

ばれる 1 種類以上のハロゲン元素) と、Si-Si 結合と、を有し、これらの結合は、水及び酸素に対して高い反応性を示し得る。このため、ハロシラン類は、大気雰囲気下においては、水及び酸素と速やかに反応して、爆発性を有する物質に変質し得る。

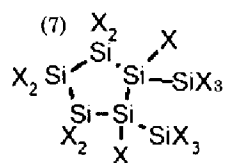
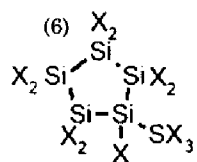
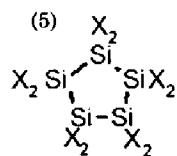
[0014] なお、副生成物に含まれるハロシラン類は、環状構造を有するハロシラン類と、環状構造を有さないハロシラン類と、を含み得る。環状構造を有するハロシラン類は、構造式 (1) 乃至 (25) に示す構造の化合物のいずれかを含み得る。したがって、環状構造を有するハロシラン類は、4 員環構造、5 員環構造、6 員環構造、7 員環構造、8 員環構造、及び、多員環構造のいずれかを有し得る。なお、構造式 (1) 乃至 (25) において、X は、Cl, Br, F 及び I からなる群より選ばれる 1 種類以上のハロゲン元素である。

[0015] [化1]

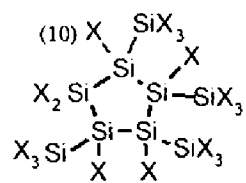
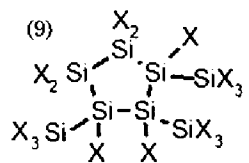
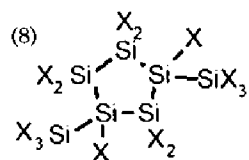


[0016]

[化2]

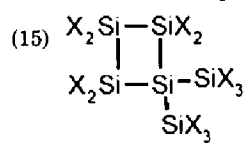
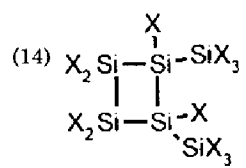
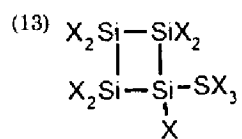
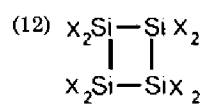
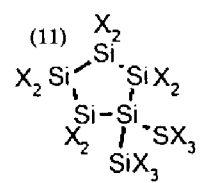


[0017] [化3]



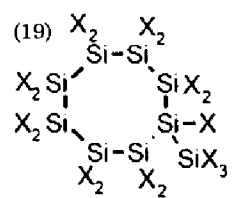
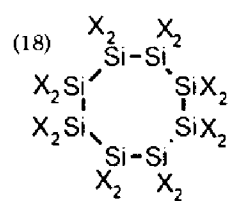
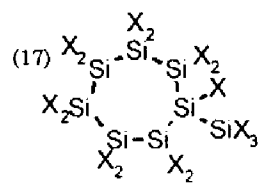
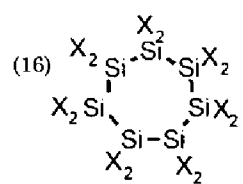
[0018]

[化4]



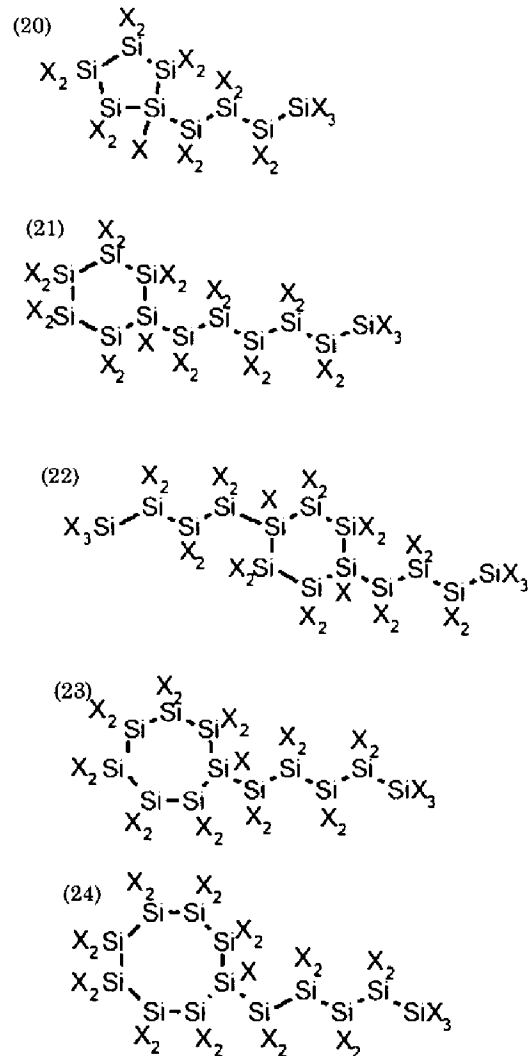
[0019]

[化5]

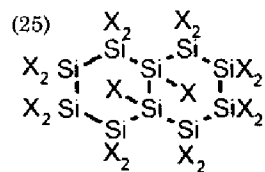


[0020]

[化6]



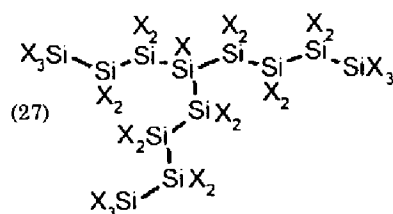
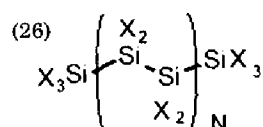
[0021] [化7]



[0022] 副生成物に含まれる環状構造を有するハロシラン類は、構造式（１）乃至（２５）に示すように、ケイ素のみからなるケイ素環を有する単素環式化合物であり得る。また、環状構造を有するハロシラン類は、構造式（１）乃至（２５）に示すように、炭素を含まない無機環式化合物であり得る。また、環状構造を有するハロシラン類は、ケイ素及び酸素からなる複素環式化合物を含んでもよい。

[0023] 環状構造を有さないハロシラン類は、鎖状構造を有するハロシラン類を含み得る。鎖状構造を有するハロシラン類は、構造式（26）及び（27）に示す構造の化合物のいずれかを含み得る。なお、構造式（26）において、Nは、例えば、0、又は、15以下の正の整数である。構造式（26）及び（27）において、Xは、Cl、Br、F及びIからなる群より選ばれる1種類以上のハロゲン元素である。

[0024] [化8]

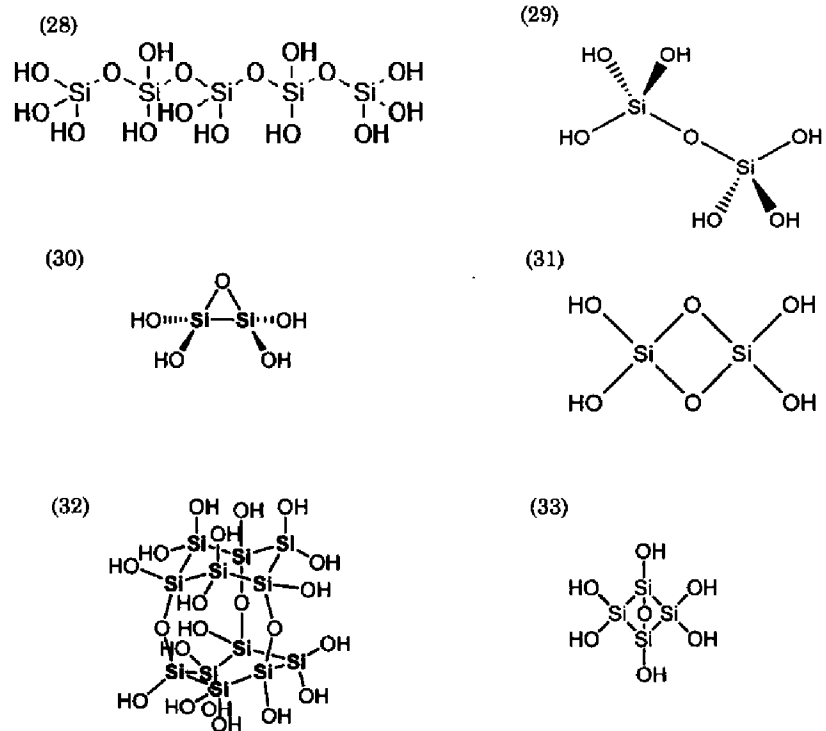


[0025] 鎖状構造を有するハロシラン類は、構造式（26）に示すように、分枝がない直鎖化合物であり得る。また、鎖状構造を有するハロシラン類は、構造式（27）に示すように、分枝を有する鎖式化合物であり得る。

[0026] また、副生成物は、前述のハロシラン類が水と接触することにより二次的に生成され得る加水分解生成物を含み得る。加水分解生成物は、固体状物質であり得る。ハロシラン類の加水分解生成物は、ハロシラン類と同様に、Si-Si結合を有し得る。また、加水分解生成物は、シロキサン類であり得る。そして、加水分解生成物は、シロキサン結合（Si-O-Si、O-Si-O）及びシラノール基（-Si-OH）の少なくとも一方を有する化合物を含み得る。また、加水分解生成物は、ヒドラシラノール基（-Si(H)OH）を有し得る。副生成物に含まれる加水分解生成物は、構造式（28）乃至（33）の構造のいずれかを有し得る。

[0027]

[化9]



[0028] 構造式（２８）乃至（３３）に示す加水分解生成物は、ケイ素、酸素、及び、水素のみからなる加水分解生成物である。また、構造式（２８）乃至（３３）に示す加水分解生成物は、シロキサン結合及びシラノール基の両方を有する。そして、構造式（２８）乃至（３３）に示す加水分解生成物は、シラノール基を２つ以上有するポリシラノールである。副生成物に含まれる加水分解生成物では、 $\text{Si}-\text{Si}$ 結合及びシロキサン結合が爆発性の原因となり得る。また、副生成物は、シリカを含み得る。

[0029] 図１は、前述のハロシラン類及び加水分解生成物を含み得る副生成物が発生する装置として、エピタキシャル成長装置（ケイ素含有物質形成装置）の一例を示す。図１の一例のエピタキシャル成長装置１は、装置本体２と、除害装置３と、接続部５と、を備える。装置本体２は、筐体６と、反応室７と、排出管８と、供給管（図示しない）と、を備える。反応室７、排出管８及び供給管は、筐体６内に収容される。供給管の一端は、反応室７に接続され、供給管の他端は、原料物質である原料ガスの供給源を含む供給装置（図示しない）に接続される。

[0030] 排出管 8 の一端は、反応室 7 に接続され、排出管 8 の他端は、接続部 5 に接続される。排出管 8 は、（図 1 の一例では 5 つの）配管 11 ~ 15 を含む。装置本体 2 では、反応室 7 に対して近位側から（上流側から）、配管 11, 12, 13, 14, 15 の順に、配置される。配管 12 には、反応室独立バルブ（Chamber Isolation Valve : C I V）16 が配置され、配管 13 には、圧力調整バルブ（Pressure Control Valve : P C V）17 が配置される。反応室独立バルブ 16 が閉じられた状態では、排出管 8 において反応室独立バルブ 16 に対して反応室 7 とは反対側（下流側）の部位のみを、メンテナンスすることが可能になる。接続部 5 の一端は、排出管 8 の配管 15 に接続され、接続部 5 の他端は、除害装置 3 に接続される。接続部 5 は、（図 1 の一例では 2 つの）配管 18, 19 を含む。エピタキシャル成長装置 1 では、装置本体 2 に対して近位側から（上流側から）、配管 18, 19 の順に、配置される。

[0031] エピタキシャル成長装置 1 では、原料ガスが、原料物質として供給装置から供給管を介して供給され、反応室 7 に導入される。原料ガスは、ケイ素及びハロゲン元素を含むガスである。したがって、原料ガスは、ハロゲン元素のいずれか 1 種類以上と、ケイ素と、を含む。ケイ素及びハロゲン元素を含むガスは、例えば、ケイ素及びハロゲン元素を含む化合物と、水素と、の混合ガスである。この混合ガスにおける水素の濃度は、例えば、95 体積%以上である。ケイ素及びハロゲン元素を含む化合物には、ケイ素及び塩素を含む化合物、ケイ素及び臭素を含む化合物、ケイ素及びフッ素を含む化合物、及び、ケイ素及びヨウ素を含む化合物からなる群より選ばれる 1 種類以上の化合物が含まれる。そして、ケイ素及びハロゲン元素を含む化合物には、ハロシラン類が含まれる。

[0032] ケイ素及び塩素を含む化合物は、例えば、ジクロロシラン (SiH_2Cl_2)、トリクロロシラン (SiHCl_3)、及び、テトラクロロシラン (SiCl_4) 等のクロロシラン類のいずれか 1 種類、又は、これらの混合物である。ケイ素及び塩素を含む化合物が混合ガスに含まれる場合、混合ガスは、モノシ

ラン (SiH_4) 及び塩化水素 (HCl) の少なくとも一方を含んでもよい。また、ケイ素及び臭素を含む化合物は、例えば、ジブロモシラン (SiH_2Br_2)、トリブロモシラン (SiHBr_3)、及び、テトラブロモシラン (SiBr_4) 等のブロモシラン類のいずれか1種類、又は、これらの混合物である。ケイ素及び臭素を含む化合物が混合ガスに含まれる場合、混合ガスは、モノシラン (SiH_4) 及び臭化水素 (HBr) の少なくとも一方を含んでもよい。

[0033] 原料ガスは、ハロゲン元素の2種類以上を含んでもよく、原料ガスは、塩素に加えて塩素以外のハロゲン元素のいずれか1種類以上を含んでもよい。ある一例では、原料ガスは、ケイ素及び塩素を含む化合物と、水素ガスと、塩素以外のハロゲン元素を含む化合物及び塩素ガス以外のハロゲンガスの少なくとも一方と、の混合ガスである。塩素以外のハロゲン元素を含む化合物には、ケイ素が含まれてもよく、ケイ素が含まれていなくてもよい。また、別の一例では、原料ガスは、塩素以外のハロゲン元素及びケイ素を含む化合物と、水素ガスと、塩素を含む化合物及び塩素ガスの少なくとも一方と、の混合ガスである。塩素を含む化合物には、ケイ素が含まれてもよく、ケイ素が含まれていなくてもよい。

[0034] また、反応室7は、圧力調整バルブ17によって、減圧可能である。圧力調整バルブ17によって反応室7が減圧されることにより、排出管8では、圧力調整バルブ17に対して反応室7側の領域に比べて、圧力調整バルブ17に対して反応室7とは反対側の領域で、圧力が上昇する。エピタキシャル成長装置1では、反応室7の圧力が減圧された状態で、反応室7に基板が設置される。反応室7では、供給管を介して供給された原料ガスが基板と反応する。この際、基板は、原料ガスとの反応温度以上に加熱される。ある一例では、反応温度は、 600°C 以上であり、別の一例では、反応温度は、 1000°C 以上である。前述のように、減圧下かつ高温での原料ガスと基板との熱化学反応によって、単結晶又は多結晶のケイ素含有膜が、基板上に形成される。なお、基板は、例えば、単結晶シリコン基板である。

[0035] 反応室 7 からの排出物質である排出ガスは、排出管 8 及び接続部 5 を介して、除害装置 3 へと排出される。したがって、排出管 8 及び接続部 5 によって、反応室 7 からの排出経路が形成される。排出ガスには、原料ガスに含まれるケイ素及びハロゲン元素を含む化合物において、基板上に堆積しなかった一部が、含まれ得る。このため、排出ガスには、原料ガスに含まれるハロシラン類において基板上に堆積しなかった一部が、含まれ得る。また、排出ガスには、原料ガスに含まれるケイ素及びハロゲン元素を含む化合物において、反応室 7 で未反応の一部が、含まれ得る。そして、排出ガスには、ハロゲン元素及びケイ素を含む化合物の反応室 7 での反応によって生じたハロシラン類が、含まれ得る。さらに、排出物質である排出ガスには、前述のモノシラン (SiH_4) が含まれ得るとともに、前述の塩化水素 (HCl) 及び臭化水素 (HBr) 等のハロゲン化水素が含まれ得る。排出ガスは、除害装置 3 において、燃焼によって、無害化される。

[0036] 原料ガスと基板との反応において生じる副生成物は、排出管 8 及び接続部 5 の一部で、析出し得る。副生成物は、前述の排出ガスに含まれた成分が反応して、固形化又は液状化されたものである。例えば、排出ガスに含まれるハロシラン類同士が、排出管 8 又は接続部 5 において反応することにより、副生成物が生じ得る。また、ハロシラン類が、排出ガスに含まれる他の成分と、排出管 8 又は接続部 5 において反応することにより、副生成物が生じ得る。前述のように副生成物が生じるため、副生成物には、前述のハロシラン類が含まれる。生じた副生成物は、排出管 8 の配管 11～15 の内表面及び接続部 5 の配管 18, 19 の内表面等に、付着し得る。

[0037] ここで、反応室 7 に対して近位に位置する配管 11, 12 等では、温度が高い。また、配管 11, 12 等の圧力調整バルブ 17 に対して反応室 7 側の領域は、反応室 7 と同様に、減圧される。このため、配管 11, 12 等の圧力調整バルブ 17 に対して反応室 7 側の領域では、排気ガスに含まれた成分の重合が発生し難く、副生成物が生じ難いと考えられる。

[0038] また、前述のように、圧力調整バルブ 17 に対して反応室 7 側の領域に比

べて、圧力調整バルブ 17 に対して反応室 7 とは反対側の領域は、圧力が上昇する。このため、圧力調整バルブ 17 では、上流側に対して下流側で圧力が上昇する。したがって、圧力調整バルブ 17 に対して下流側に隣接する領域では、排出ガスに含まれた成分同士の反応が、進行し易く、副生成物が生じ易いと考えられる。このため、配管 13 において圧力調整バルブ 17 に対して下流側の部位、及び、配管 14 では、特に、副生成物が生じ易いと考えられる。なお、排出ガスに含まれた成分同士の前述の反応は、減圧下では、発生し難い。

[0039] また、圧力調整バルブ 17 から下流側に離れた配管 15 及び接続部 5 等では、排出ガスにおいて、副生物の原料となる成分の量が少なくなる。このため、配管 15 及び接続部 5 等では、副生成物が生じ難いと考えられる。

[0040] なお、副生成物は、ハロシラン類の他に、ハロシラン類が水と接触することにより生成され得る前述の加水分解生成物を含み得る。加水分解生成物は、前述のように、シロキサン結合 ($\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ 、 $\text{O}-\text{Si}-\text{O}$) 及びシラノール基 ($-\text{Si}-\text{OH}$) の少なくとも一方を有する化合物を含み得る。また、副生成物は、前述のように、シリカを含み得る。

[0041] 後述する実施形態等の処理装置及び処理方法では、前述の副生成物が、処理を行う処理対象となる。この際、副生成物が堆積された配管 11～15, 18, 19 が、被処理部材として用いられる。このため、被処理部材には、副生成物が含まれる。特に、副生成物が堆積され易いと考えられる配管 13, 14 等に付着した副生成物が、後述の実施形態等の処理装置及び処理方法によって、処理される。前述のように、ハロシラン類等を含む副生成物は、大気雰囲気下においては、爆発性を有する物質に変質し得る。このため、副生成物を無害化する必要性があり、後述の実施形態等では、副生成物を無害化する処理装置及び処理方法が提供される。

[0042] また、前述のハロシラン類等を含む副生成物が発生する装置は、前述のエピタキシャル成長装置に限るものではない。ある実施例のケイ素含有物質形成装置では、反応室（例えば 7）に、ケイ素を含む原料物質とハロゲン元素

を含む原料物質が互いに対して別ルートで供給される。ここで、ケイ素を含む原料物質は、粉末状（固体状）のシリコンを含み得る。また、ハロゲン元素を含む原料物質は、塩化水素等のハロゲン化水素を含む原料ガスであり得る。

[0043] 本実施例のケイ素含有物質形成装置では、反応室（例えば7）に、シリコン基板等の基板は設けられない。そして、反応室では、互いに対して別々に導入されたケイ素を含む原料物質とハロゲン元素を含む原料物質が反応する。ケイ素を含む原料物質とハロゲン元素を含む原料物質の反応によって、ハロシラン類及び水素が生成される。そして、ハロシラン類と水素との反応によって、ケイ素含有物質を得る。ケイ素を含む原料物質とハロゲン元素を含む原料物質の反応によって生成されるハロシラン類は、トリクロロシラン（ SiHCl_3 ）等のクロロシラン類を含み得る。また、反応室の反応では、ハロゲン化水素及び四ハロゲン化ケイ素等が発生し得る。

[0044] 本実施例のケイ素含有物質形成装置でも、反応室から排出される排出ガス（排出物質）は、ハロシラン類を含み、排出ガスに含まれるハロシラン類には、前述のトリクロロシラン等のクロロシラン類が含まれ得る。また、反応室からの排出ガスには、水素が含まれ得るとともに、反応室での反応で発生するハロゲン化水素及び四ハロゲン化ケイ素等が含まれ得る。反応室での反応で発生するハロゲン化水素は、塩化水素（ HCl ）を含み得る。そして、反応室での反応で発生する四ハロゲン化ケイ素は、四塩化ケイ素（ SiCl_4 ）を含み得る。

[0045] また、本実施例のケイ素含有物質形成装置では、反応室からの排出ガス（排出物質）の排出経路（排出管8）に、排出ガスを冷却する冷却機構が、設けられる。排出ガスは、冷却機構によって冷却されることにより、液化する。そして、排出ガスが液状化した液状物質（排出物質）は、回収される。

[0046] 本実施例のケイ素含有物質形成装置でも、排出ガスが冷却機構によって液状化されることにより、排出経路において副生成物が析出し得る。副生成物は、排出ガスの液状物質において回収されることなく排出経路に残留した一

部を、含み得る。また、副生成物は、排出ガスに含まれるハロシラン類を含むとともに、ハロシラン類の加水分解生成物を含み得る。なお、ハロシラン類の加水分解生成物は、固体物質であり得る。副生成物は、排出ガスに含まれる四ハロゲン化ケイ素等を含み得る。また、排出経路では、特に、冷却機構及びその近傍において、副生成物が析出し易い。

[0047] 前述のように、本実施例のケイ素含有物質形成装置でも、ハロシラン類等を含む副生成物が、排出経路に析出し得る。本実施例のケイ素含有物質形成装置において発生する副生成物も、大気雰囲気下において、爆発性を有する物質に変質し得る。このため、副生成物を無害化する必要性があり、後述の実施形態等では、副生成物を無害化する処理装置及び処理方法が提供される。

[0048] (第1の実施形態)

図2は、前述の副生成物に対して処理を行う処理装置の一例とし、第1の実施形態に係る処理装置20を示す。図2に示すように、処理装置20は、制御部(コントローラ)21、洗浄水タンク22、処理液タンク23、処理槽25、供給機構(供給系統)26、排気機構(排気系統)27、センサ28、治具30、分散機構(分散機)31、攪拌機構(攪拌機)32、液循環機構(液循環器)33、液排出機構(液排出系統)35、及び、廃液タンク36を備える。なお、図2では、液体及びガス等の流体の流れを実線の矢印で示し、制御部21への入力信号及び制御部21からの出力信号等の電気信号を破線の矢印で示す。

[0049] 制御部21は、処理装置20全体を制御する。制御部21は、CPU(Central Processing Unit)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)又はFPGA(Field Programmable Gate Array)等を含むプロセッサ又は集積回路(制御回路)と、メモリ等の記憶媒体と、を備える。制御部21は、プロセッサ又は集積回路を1つのみ備えてもよく、プロセッサ又は集積回路を複数備えてもよい。制御部21は、記憶媒体に記憶されるプログラム等を実行することにより、処理を行う。

- [0050] 洗浄水タンク 22 には、洗浄水が貯水される。また、処理液タンク 23 には、処理液が貯液される。処理液は、前述の副生成物の無害化に用いられる。また、処理液は、塩基性の水溶液を含む。処理槽 25 には、前述の副生成物が付着した被処理部材 37 が投入される。この際、例えば、副生成物が付着した図 1 の例の配管 11～15 等が、被処理部材 37 として、処理槽 25 に投入される。このため、被処理部材 37 は、副生成物を含む。また、排出管 8 は、配管ごとに分解して、処理槽 25 に投入される。
- [0051] 供給機構（液供給機構）26 は、洗浄水タンク 22 から処理槽 25 へ洗浄水を供給可能にするとともに、処理液タンク 23 から処理槽 25 へ処理液を供給可能にする。本実施形態では、供給機構 26 は、供給ライン 41 と、バルブ 42, 43 とを備える。供給ライン 41 は、例えば、1 つ以上の配管（パイプ）から形成される。本実施形態では、処理槽 25 は、供給ライン 41 を介して、洗浄水タンク 22 及び処理液タンク 23 に接続される。また、本実施形態では、バルブ 42, 43 の作動が、制御部 21 によって制御され、制御部 21 によって、バルブ 42, 43 のそれぞれの開閉が切替えられる。
- [0052] バルブ 42, 43 が閉じた状態では、処理槽 25 に、洗浄水及び処理液のいずれもが供給されない。バルブ 42 が開くことにより、洗浄水タンク 22 から供給ライン 41 を通して、処理槽 25 に洗浄水が供給される。また、バルブ 43 が開くことにより、処理液タンク 23 から供給ライン 41 を通して、処理槽 25 に処理液が供給される。ある実施例では、制御部 21 は、ユーザーインターフェース等の操作装置（図示しない）での作業者の操作に基づいて、バルブ 42, 43 のそれぞれの開閉を切替える。なお、バルブ 42, 43 のそれぞれの開閉の切替えは、制御部 21 によって行われる必要はなく、別のある実施例では、バルブ 42, 43 のそれぞれの開閉の切替えが、作業者によって、制御部 21 を介さずに、行われてもよい。
- [0053] 処理槽 25 では、投入された被処理部材 37 に付着した副生成物を、供給機構 26 が供給した処理液によって、無害化する。ある実施例では、副生成物の無害化において、処理槽 25 に被処理部材 37 を投入した後に、処理液

が処理槽 25 に供給される。別のある実施例では、副生成物の無害化において、処理液を処理槽 25 に供給し、供給した処理液を処理槽 25 に溜めた状態で、被処理部材 37 が処理槽 25 に投入される。なお、無害化処理では、処理槽 25 にある程度まで処理液が溜められると、バルブ 43 を閉じ、処理液の処理槽 25 への供給を停止する。

[0054] 前述のように、処理液は、塩基性の水溶液を含む。また、副生成物に含まれるハロシラン類は、前述のように、水及び酸素に対して高い反応性を示す結合として、 $\text{Si}-\alpha$ 結合 (α は Cl , Br , F , I からなる群より選ばれる 1 種類以上のハロゲン元素) と、 $\text{Si}-\text{Si}$ 結合と、を有する。ハロシラン類と塩基性の処理液とが反応することにより、水及び酸素に対して高い反応性を示す前述の結合が、切断される。例えば、クロロシラン類と塩基性の処理液とが反応することにより、 $\text{Si}-\text{Cl}$ 結合及び $\text{Si}-\text{Si}$ 結合が、切断される。

[0055] また、副生成物に含まれ得る加水分解生成物は、前述のように、爆発性の原因となり得るシロキサン結合及び $\text{Si}-\text{Si}$ 結合を有し得る。加水分解生成物と塩基性の処理液とが反応することにより、爆発性の原因となり得る前述の結合が、切断される。

[0056] このため、副生成物と反応後の処理液には、爆発性を有する物質がほぼ含まれない。前述のようにして、副生成物と塩基性の処理液とを接触させることにより、爆発性を有する物質を生じることなく、副生成物が分解される。すなわち、ケイ素及びハロゲン元素を含むガスと基板との反応において生じた副生成物が、安全に無害化される。

[0057] また、処理液による副生成物の無害化反応によって、ハロゲン化水素が生じ得る。例えば、副生成物にクロロシラン類が含まれる場合、処理液と副生成物との反応によって、塩化水素 (HCl) が生じ得る。また、副生成物にブロモシラン類が含まれる場合、処理液と副生成物との反応によって、臭化水素 (HBr) が生じ得る。塩化水素等のハロゲン化水素の水溶液は、酸性である。このため、副生成物と処理液との反応によってハロゲン化水素が生

じることにより、処理液のpHが低くなり易い。本実施形態では、塩基性の処理液を用いることにより、処理液によってハロゲン化水素を中和するため、処理液のpHの低下を抑制することができる。したがって、塩基性の処理液を用いることにより、反応後の処理液の安全性がより向上する。

[0058] ここで、処理液に含まれる塩基性の水溶液は、無機塩基及び有機塩基の少なくとも一方を含む。無機塩基としては、例えば、金属水酸化物、アルカリ金属塩、炭酸塩、炭酸水素塩、金属酸化物、及び、水酸化アンモニウム (NH_4OH) からなる群より選ばれる1種類以上が、用いられる。また、無機塩基は、例えば、アルカリ金属元素の水酸化物、アルカリ金属元素の炭酸塩、アルカリ金属元素の炭酸水素塩、アルカリ土類金属元素の水酸化物、アルカリ土類金属元素の炭酸塩、及び、水酸化アンモニウム (NH_4OH) からなる群より選ばれる1種類以上を含むことが好ましい。特に、無機塩基は、水酸化ナトリウム (NaOH)、水酸化カリウム (KOH)、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3)、水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)、水酸化リチウム (LiOH)、炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3)、及び、水酸化アンモニウム (NH_4OH) からなる群より選ばれる1種類以上であることが好ましい。この場合、毒性が低い無機塩基が用いられるため、副生成物がより安全に処理される。そして、無機塩基は、水酸化カリウム (KOH)、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3)、水酸化リチウム (LiOH)、炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3)、及び水酸化アンモニウム (NH_4OH) からなる群より選ばれる1種類以上あることがより好ましい。この場合、処理液と副生成物との反応が穏やかに進行するため、副生成物を無害化する処理が、より安全に行われる。

[0059] 処理液に含まれる有機塩基としては、例えば、水酸化アルキルアンモニウム類、有機金属化合物、金属アルコキシド、アミン、及び、複素環式アミンからなる群より選ばれる1種類以上が用いられる。また、有機塩基は、ナトリウムフェノキシド ($\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$)、2-ヒドロキシエチルトリメチルアンモニウムヒドロキシド (水酸化コリン)、及び、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド (TMAH) からなる群より選ばれる1種類以上であることが

好ましい。

[0060] また、処理液の溶媒としては、水が用いられる。そして、処理液のpHは、副生成物の無害化処理の前後において、8以上14以下であることが好ましい。また、無害化処理の前の処理液のpHは、9以上14以下であることが好ましく、10以上14以下であることがより好ましい。また、処理液は、無機塩基及び有機塩基の少なくとも一方に加えて、界面活性剤及びpH緩衝剤等の任意成分を含んでもよい。

[0061] また、前述の処理液による副生成物の無害化反応では、ガスが発生する。副生成物を無害化する反応で発生するガスには、水素が含まれる。また、副生成物を無害化する反応で発生するガスには、塩化水素等のハロゲン化水素が含まれ得る。排気機構（気体排出機構）27は、副生成物と処理液との反応によって発生したガスを、処理槽25から排気する。排気機構27は、排気ライン45を備える。排気ライン45は、例えば、1つ以上の配管（パイプ）から形成される。本実施形態では、排気ライン45は、処理槽25から作業者が作業を行う部屋（環境）の外部まで、形成される。副生成物を無害化する反応で発生したガスは、排気ライン45を介して、作業者が作業を行う部屋の外部に、排気される。ある実施例では、部屋の外部に排気されたガスは、回収され、無害化される。

[0062] なお、副生成物を無害化する反応で発生するガスは、主に水素である。水素は、空気に比べて、軽い。このため、排気ライン45と処理槽25との接続部分は、処理槽25の内部空間において鉛直上側の部位に設けられることが好ましい。また、ある実施例では、排気機構27は、吸引ポンプ等の吸引源（図示しない）を備える。そして、吸引源によって処理槽25の内部空間及び排気ライン45に吸引力を作用させることにより、前述のガスが排気される。この場合、制御部21によって、吸引源の駆動が制御されてもよい。

[0063] センサ28は、副生成物の無害化処理において、処理液と副生成物との反応の進行状況に関するパラメータを検知する。センサ28は、処理槽25と一体であってもよく、処理槽25に着脱可能に取付けられてもよい。また、

ある実施例では、センサ 28 は、処理槽 25 とは別体で設けられ、処理槽 25 に機械的に連結されなくてもよい。センサ 28 は、例えば、pH 測定器、ラマン分光分析装置、赤外分光（Infrared spectroscopy：IR）分析装置、及び、核磁気共鳴（Nuclear Magnetic Resonance：NMR）分光装置の 1 つ以上を含むことができる。

[0064] pH 測定器は、副生成物の無害化処理において、処理槽 25 での処理液の pH を、処理液と副生成物との反応の進行状況に関するパラメータとして、測定する。ラマン分光分析装置は、副生成物の無害化処理において、処理槽 25 での処理液のラマンスペクトルを検出する。そして、検出したラマンスペクトルにおいて、特定の波長領域におけるスペクトル強度を、処理液と副生成物との反応の進行状況に関するパラメータとして、取得する。また、IR 分析装置は、副生成物の無害化処理において、処理槽 25 での処理液の IR スペクトルを検出する。そして、検出した IR スペクトルにおいて、特定の波長領域におけるスペクトル強度を、処理液と副生成物との反応の進行状況に関するパラメータとして、取得する。また、NMR 分光分析装置は、副生成物の無害化処理において、処理槽 25 での処理液の NMR スペクトルを検出する。そして、検出した NMR スペクトルにおいて、特定の波長領域におけるスペクトル強度を、処理液と副生成物との反応の進行状況に関するパラメータとして、取得する。

[0065] 本実施形態では、制御部 21 は、センサ 28 での検知結果を取得する。そして、制御部 21 は、センサ 28 での検知結果に基づいて、副生成物の無害化処理の進行状況を判断し、副生成物が適切に無害化されたか否かを判断する。なお、ある実施例では、副生成物が適切に無害化されたことを告知する告知装置（図示しない）が、設けられてもよい。この場合、制御部 21 は、副生成物が適切に無害化されたと判断した場合は、告知装置を作動し、副生成物が適切に無害化されたことが告知される。なお、告知は、音の発信、発光、及び、画面表示等のいずれかによって行われる。また、ある実施例では、副生成物が適切に無害化されたか否かの判断を、制御部 21 の代わりに、

作業者が行ってもよい。この場合、作業者は、センサ 28 での検知結果を取得し、取得した検出結果に基づいて、副生成物が適切に無害化されたか否かを判断する。

[0066] 前述のように、副生成物と処理液との反応によって、ハロゲン化水素が生じる。ハロゲン化水素の水溶液は、酸性である。このため、副生成物の無害化処理が進行するにつれて、処理液の pH は、低下する。このため、処理液の pH に基づいて、処理液と副生成物との反応の進行状況を適切に判断可能となり、無害化処理の進行状況が適切に判断可能となる。

[0067] また、副生成物と処理液との反応によって、副生成物に含まれる成分において、原子間の結合状態及び分子構造等が変化する。例えば、前述のように、副生成物と処理液との反応によって、ハロシラン類において、Si- α 結合 (α は C, I, Br, F, Cl からなる群より選ばれる 1 種類以上のハロゲン元素) 及び Si-Si 結合が、切断される。また、副生成物と処理液との反応によって、前述の加水分解生成物において、シロキサン結合及び Si-Si 結合が、切断される。このため、副生成物の無害化処理の進行に伴って、処理液との混合物において、原子間の結合状態及び分子構造等が変化する。処理液との混合物において原子間の結合状態及び分子構造等が変化するため、副生成物の無害化処理に伴って、ラマンスペクトル、IR スペクトル、及び、NMR スペクトルも変化する。したがって、ラマンスペクトル、IR スペクトル、及び、NMR スペクトルのいずれかのスペクトル強度に基づいて、処理液と副生成物との反応の進行状況を適切に判断可能となり、無害化処理の進行状況が適切に判断可能となる。

[0068] 治具 30 は、被処理部材 37 のそれぞれを、処理槽 25 の処理液中において、所定の姿勢で維持する。この際、副生成物が付着した配管等の被処理部材 37 のそれぞれは、配管の開口の一方が鉛直上側を向く状態で、維持される。すなわち、被処理部材 37 のそれぞれは、処理液の液面が位置する側を配管の開口の一方が向く状態で、維持される。前述のように、処理液中の被処理部材 37 のそれぞれでは、副生成物を無害化する反応によって、内部で

ガス（水素）が発生する。本実施形態では、前述のように治具 30 によって被処理部材 37 の姿勢が維持されるため、被処理部材 37 のそれぞれの内部で発生したガス（水素）は、鉛直上側を向く開口を通して、処理液の液面へ向かう。そして、ガスは、処理液の液面から排気ライン 45 を通して、適切に排気される。したがって、被処理部材のそれぞれの内部に、副生成物を無害化する反応で発生したガスの気泡が留まることが、有効に防止される。

[0069] また、本実施形態では、前述のように治具 30 によって被処理部材 37 の姿勢が維持されるため、処理液中において、被処理部材 37 同士の接触、及び、被処理部材 37 のそれぞれの処理槽 25 の内壁との接触が、有効に防止される。したがって、副生成物の無害化処理において、被処理部材（配管）37 の損傷が、有効に防止される。

[0070] 分散機構 31 は、処理液による副生成物の無害化と並行して、処理槽 25 の処理液中において、副生成物の塊（凝縮粒子）を分散させる。攪拌機構 32 は、処理液による副生成物の無害化と並行して、処理槽 25 において処理液を攪拌する。液循環機構 33 は、処理液による副生成物の無害化と並行して、処理槽 25 において処理液が循環する流れを強制的に形成する。分散機構 31 による副生成物の塊の分散、攪拌機構 32 による処理液の攪拌、及び、液循環機構 33 による処理液が循環する流れの形成のいずれかが行われることにより、副生成物と処理液との反応が促進され、副生成物の無害化が促進される。

[0071] 分散機構 31 としては、例えば、高速回転せん断型の攪拌機、コロイドミル、ロールミル、高圧噴射式の分散機、超音波分散機、ビーズミル、及び、ホモジナイザーのいずれかをを用いることができる。高速回転せん断型の攪拌機では、高速の回転翼と外筒との間に副生成物の凝縮粒子（塊）を通すことにより、副生成物の塊が分散される。コロイドミルでは、回転する 2 つの面の間に、副生成物の塊を処理液と一緒に流し込むことにより、処理液にせん断力が与えられる。そして、処理液のせん断力によって、副生成物の塊を分散する。ロールミルでは、回転する 2 ～ 3 本のロールの間に副生成物の塊（

凝縮粒子)を通すことにより、副生成物の塊が分散される。高圧噴射式の分散機は、被処理部材 37 において副生成物が付着した部位等に、処理液を高圧噴射する。これにより、処理液と被処理部材(配管) 37 との衝突によって、副生成物の塊が分散される。超音波分散機は、処理液に超音波振動を発生させ、発生した超音波振動によって副生成物の塊を分散する。ビーズミルは、媒体としてビーズ(球体)を用いて、副生成物の塊を分散する。この際、ビーズに運動が与えられ、ビーズ間の衝突等によって、副生成物の塊が分散される。ホモジナイザーは、処理液に高圧力を印加し、処理液中にホモバルブを発生させる。そして、発生したホモバルブが被処理部材(配管) 37 の内部等を通過することにより、副生成物の塊が均一に分散される。

[0072] 攪拌機構 32 としては、ポンプ及び回転バネのいずれかを用いることができる。ポンプは、処理槽 25 の処理液中において、処理液の流れを形成することにより、処理液を攪拌する。回転バネは、処理液中において回転することにより、処理液を攪拌する。また、分散機構 31 として用いられる前述の機器のいずれかを、攪拌機構 32 としても用いることができる。この場合、前述の機器は、副生成物の塊の分散に付随させて、処理液を攪拌する。

[0073] 液循環機構 33 としては、ポンプを用いることができる。図 2 の一例では、処理槽 25 の外部に形成される循環ライン 46 に、ポンプ等の液循環機構 33 が設けられる。この場合、液循環機構 33 は、処理槽 25 の内部及び循環ライン 46 を循環する処理液の流れを、強制的に形成する。処理槽 25 において処理液が循環する流れが形成されることにより、処理液が攪拌される。したがって、液循環機構 33 として用いられるポンプ等は、攪拌機構 32 としても用いられる。なお、循環ライン 46 は、1 つ以上の配管(パイプ)から形成され、前述の供給ライン 41 及び後述する液排出ライン 47 とは別途設けられる。また、ある実施例では、処理槽 25 の外部の循環ライン 46 等が設けられず、液循環機構 33 は、処理槽 25 の内部のみで処理液が循環する流れを、強制的に形成する。

[0074] 制御部 21 は、分散機構 31、攪拌機構 32、及び、液循環機構 33 のそ

れぞれの作動を制御する。ある実施例では、制御部 21 は、ユーザーインターフェース等の操作装置（図示しない）での作業者の操作に基づいて、分散機構 31、攪拌機構 32、及び、液循環機構 33 のそれぞれを作動させる。そして、分散機構の 31 の作動によって、副生成物の塊が分散され、攪拌機構 32 の作動によって、処理液が攪拌され、液循環機構 33 の作動によって、処理液が循環する流れが形成される。また、別のある実施例では、作業者の操作等によって、制御部 21 を介さずに、分散機構 31、攪拌機構 32、及び、液循環機構 33 のいずれかが、作動されてもよい。

[0075] また、別のある実施例では、制御部 21 は、センサ 28 での検知結果に基づいて、分散機構 31、攪拌機構 32、及び、液循環機構 33 のそれぞれの作動を制御してもよい。この実施例では、例えば、センサ 28 での検知結果に基づいて副生成物の無害化の進行速度が遅いと判断した場合等に、制御部 21 は、分散機構 31、攪拌機構 32、及び、液循環機構 33 のいずれかを作動させる。これにより、副生成物の無害化を促進させる。

[0076] 液排出機構 35 は、処理槽 25 において副生成物と反応した処理液を、処理槽 25 から排出する。また、廃液タンク 36 には、処理槽 25 から排出された処理液が貯められる。液排出機構 35 は、液排出ライン 47 と、バルブ 48 とを備える。液排出ライン 47 は、例えば、1 つ以上の配管（パイプ）から形成される。本実施形態では、処理槽 25 は、液排出ライン 47 を介して、廃液タンク 36 に接続される。また、本実施形態では、バルブ 48 の作動が、制御部 21 によって制御され、制御部 21 によって、バルブ 48 のそれぞれの開閉が切替えられる。

[0077] バルブ 48 が閉じた状態では、処理槽 25 から処理液が排出されない。バルブ 48 が開くことにより、処理槽 25 から液排出ライン 47 を通して、廃液タンク 36 に処理液が排出される。ある実施例では、制御部 21 は、ユーザーインターフェース等の操作装置（図示しない）での作業者の操作に基づいて、バルブ 48 のそれぞれの開閉を切替える。この場合、副生成物の無害化処理が処理槽 25 で行われている際には、バルブ 48 は閉じられる。そし

て、無害化処理が完了すると、作業者の操作に基づいて、制御部 21 は、バルブを開き、処理槽 25 から処理液を排出する。なお、バルブ 48 の開閉の切替えは、制御部 21 によって行われる必要はなく、別のある実施例では、バルブ 48 の開閉の切替えが、作業者によって、制御部 21 を介さずに、行われてもよい。

[0078] また、別のある実施例では、制御部 21 は、センサ 28 での検知結果に基づいて、バルブ 48 の開閉を切替えてもよい。この実施例では、例えば、センサ 28 での検知結果に基づいて副生成物の適切に無害化されたと判断した場合に、制御部 21 は、バルブ 48 を開き、処理液を処理槽 25 から排出する。

[0079] また、本実施形態では、処理槽 25 から処理液が排出されると、バルブ 48 を閉じる。そして、バルブ 42 を開き、処理槽 25 へ洗浄水を供給する。そして、洗浄水によって、被処理部材 37 を洗浄する。

[0080] 前述のように本実施形態の処理装置 20 及びその処理装置 20 を用いた処理方法によって、ケイ素及びハロゲン元素を含むガスと基板との反応において生じた副生成物が、処理槽 25 において安全に無害化される。また、処理液と副生成物との反応によって発生したガス（水素）が、排気機構 27 によって、適切に排気される。また、処理槽 25 での処理液と副生成物との反応の進行状況に関するパラメータがセンサ 28 によって検知されるため、センサ 28 での検知結果に基づいて、副生成物の無害化の進行状況を適切に判断可能となる。また、副生成物の無害化と並行して、分散機構 31、攪拌機構 32、及び、液循環機構 33 のいずれかを作動することにより、副生成物と処理液との反応が促進され、副生成物の無害化が促進される。

[0081] （変形例）

なお、処理装置 20 には、前述したセンサ 28 は、必ずしも設けられる必要はない。また、処理装置 20 には、分散機構 31、攪拌機構 32、及び、液循環機構 33 の全てが設けられる必要はなく、ある変形例では、分散機構 31、攪拌機構 32、及び、液循環機構 33 のいずれか 1 つ又は 2 つのみが

、処理装置 20 に設けられてもよい。また、別のある変形例では、分散機構 31、攪拌機構 32、及び、液循環機構 33 のいずれもが、処理装置 20 に設けられなくてもよい。

[0082] また、前述の実施形態等では、供給機構 26 の供給ライン 41 の一部が、洗浄水の供給用及び処理液の供給用として共用されるが、これに限るものではない。ある変形例では、処理液タンク 23 から処理槽 25 までの処理液の供給ラインの全体が、洗浄水タンク 22 から処理槽 25 までの洗浄水の供給ラインに対して、独立して形成されてもよい。

[0083] また、ある変形例では、供給ライン 41 が処理槽 25 に接続されていなくてもよい。この場合、例えば、供給機構 26 は、水道水の蛇口と同様の蛇口を備える。そして、処理槽 25 を蛇口の近傍に配置した状態で、蛇口の栓を開くことにより、処理液を処理槽 25 に注ぐ。これにより、処理槽 25 に処理液が供給され、処理槽 25 に処理液が溜められる。また、ある変形例では、供給機構 26 に、2つの蛇口が設けられる。そして、蛇口の方の栓を開くことにより、処理液を処理槽 25 に注ぐ。また、蛇口の方の栓を開くことにより、洗浄水を処理槽 25 に注ぐ。

[0084] また、ある変形例では、供給ライン 41 が設けられず、処理液タンク 23 として、運搬可能なタンクが用いられてもよい。この場合、作業者によって、処理液タンク 23 から処理槽 25 へ、直接的に処理液が注がれ、処理槽 25 に処理液が溜められる。この際、漏斗等を用いて、処理槽 25 に処理液が注がれてもよい。また、洗浄水タンク 22 としても、運搬可能なタンクが用いられてもよい。この場合、作業者によって、洗浄水タンク 22 から処理槽 25 へ、直接的に処理液が注がれる。

[0085] また、ある変形例では、副生成物の無害化処理において、まず、高濃度の処理液が処理槽 25 に供給されてもよい。この場合、高濃度の処理液が処理槽 25 にある程度溜められた後に、処理槽 25 に水を供給し、供給された水によって、処理液を希釈する。これにより、副生成物の無害化に適した濃度の処理液が、処理槽 25 に溜められる。また、ある変形例では、副生成物の

無害化処理において、まず、水が処理槽 25 に供給されてもよい。この場合、処理槽 25 に水のみが溜められた状態で、被処理部材 37 を処理槽に投入した後、前述の無機塩基のいずれか及び／又は前述の有機塩基のいずれかを水に加える。これにより、塩基性の処理液が、処理槽 25 に溜められる。また、ある変形例では、処理槽 25 に被処理部材 37 を投入した後に、まず、水を処理槽 25 に供給してもよい。この場合も、処理槽 25 に水が溜められた後に、前述の無機塩基のいずれか及び／又は前述の有機塩基のいずれかを水に加える。これにより、塩基性の処理液が、処理槽 25 に溜められる。

[0086] また、前述の実施形態等では、液排出機構 35 に液排出ライン 47 が設けられているが、液排出ライン 47 は、必ずしも設けられる必要はない。ある変形例では、液排出機構 35 に液排出ライン 47 が設けられず、液排出機構 35 は、処理槽 25 に取付けられるバルブを備えてもよい。この場合、副生成物と反応した処理液を処理槽 25 から排出する際には、バルブを開き、バルブから処理槽 25 の外部へ処理液を噴出する。そして、バルブから排出される処理液を廃液タンク 36 で受けることにより、廃液タンク 36 に処理液が回収される。

[0087] これらの少なくとも一つの実施形態又は実施例の処理装置及び処理方法によれば、塩基性の水溶液を含む処理液によって、処理槽において副生成物を処理する。また、処理液と副生成物との反応によって発生したガスは、処理槽から排気される。これにより、ケイ素及びハロゲン元素を含む原料物質の反応、又は、ケイ素を含む原料物質とハロゲン元素を含む原料物質との反応において生じた副生成物を安全に処理する処理装置及び処理方法を提供することができる。

[0088] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに

に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] ケイ素及びハロゲン元素を含む原料物質の反応、又は、ケイ素を含む原料物質とハロゲン元素を含む原料物質との反応において生じた副生成物に対して処理を行う処理装置であって、
- 塩基性の水溶液を含む処理液が貯液される処理液タンクと、
- 前記副生成物を含む被処理部材が投入される処理槽と、
- 前記処理液タンクから前記処理槽に前記処理液を供給し、供給した前記処理液によって前記処理槽において前記副生成物を処理する供給機構と、
- 前記処理液と前記副生成物との反応によって発生したガスを、前記処理槽から排気する排気機構と、
- を具備する、処理装置。
- [請求項2] 前記処理槽での前記処理液と前記副生成物との前記反応の進行状況に関するパラメータを検知するセンサをさらに具備する、請求項1の処理装置。
- [請求項3] 前記処理槽の前記処理液中において、前記副生成物の塊を分散させる分散機構、
- 前記処理槽において前記処理液を攪拌する攪拌機構、及び、
- 前記処理槽において前記処理液が循環する流れを形成する液循環機構、
- の1つ以上をさらに具備する、請求項1又は2の処理装置。
- [請求項4] 前記処理槽において前記副生成物と反応した前記処理液を、前記処理槽から排出する液排出機構をさらに具備する、請求項1乃至3のいずれか1項の処理装置。
- [請求項5] ケイ素及びハロゲン元素を含む原料物質の反応、又は、ケイ素を含む原料物質とハロゲン元素を含む原料物質との反応において生じた副生成物に対して行われる処理方法であって、
- 前記副生成物を含む被処理部材を処理槽に投入することと、

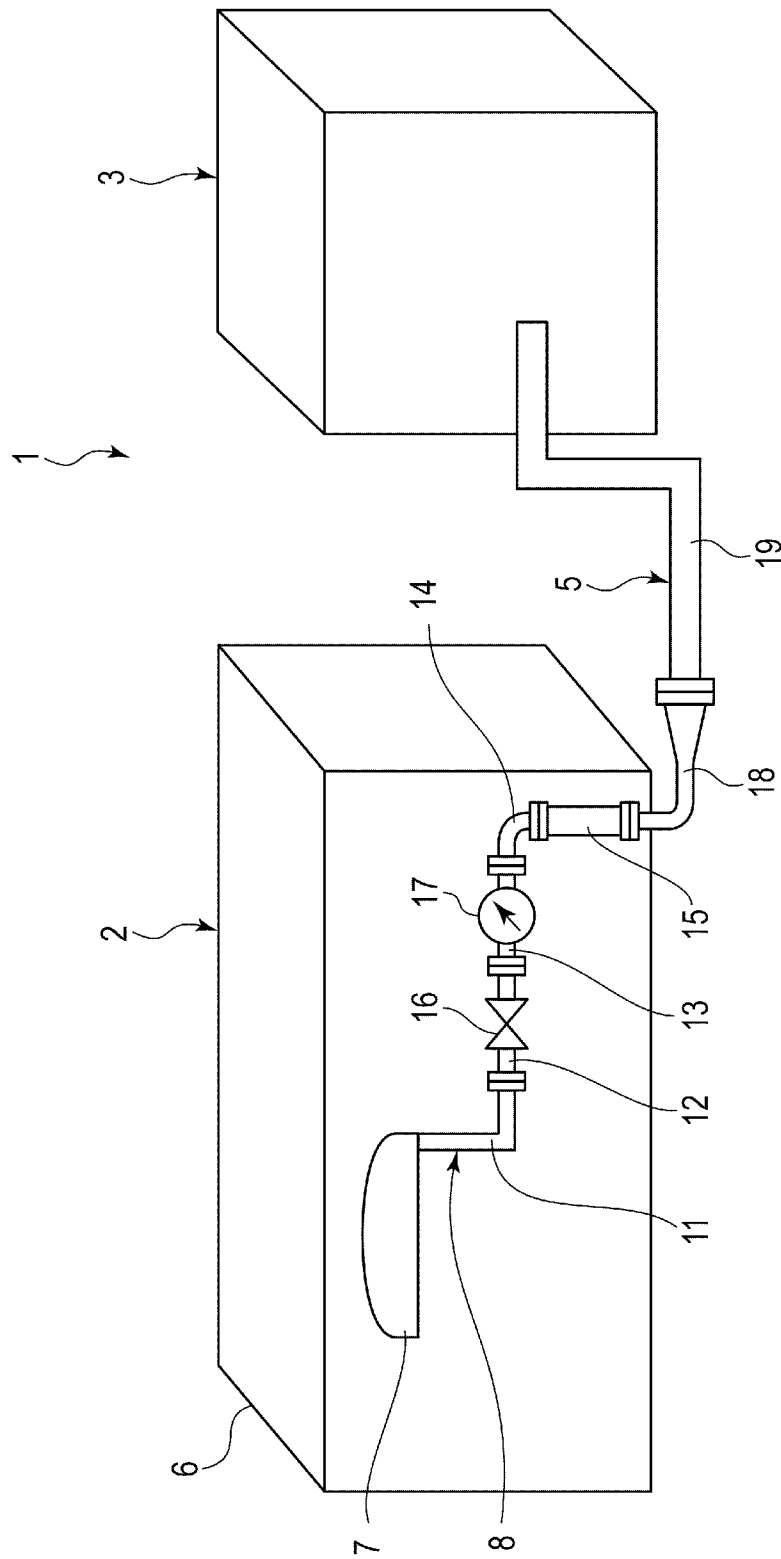
塩基性の水溶液を含む処理液を前記処理槽に溜めることと、
溜められた前記処理液によって、前記処理槽において前記副生成物を処理することと、前記処理液と前記副生成物との反応によって発生したガスを、前記処理槽から排気することと、
を具備する、処理方法。

[請求項6] 前記処理槽での前記処理液と前記副生成物との前記反応の進行状況に関するパラメータを検知し、前記パラメータの検知結果に基づいて前記副生成物の処理の進行状況を判断することをさらに具備する、請求項5の処理方法。

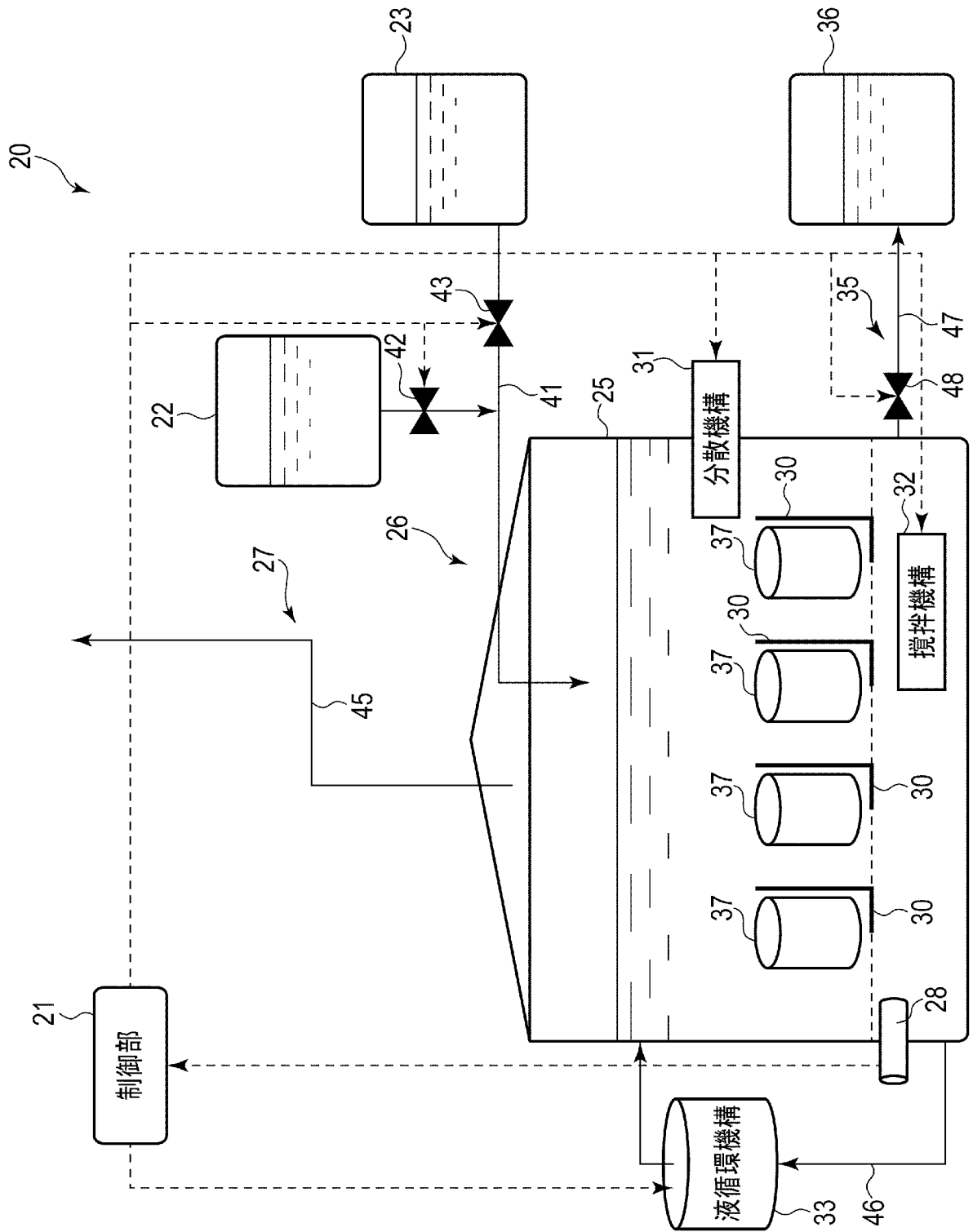
[請求項7] 前記処理液による前記副生成物の無害化と並行して、
前記処理槽の前記処理液中において、前記副生成物の塊を分散させること、
前記処理槽において前記処理液を攪拌すること、及び、
前記処理槽において前記処理液が循環する流れを形成すること、
の1つ以上を実行することをさらに具備する、請求項5又は6の処理方法。

[請求項8] 前記処理槽において前記副生成物と反応した前記処理液を、前記処理槽から排出することをさらに具備する、請求項5乃至7のいずれか1項の処理方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/002022

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/205 (2006.01) i; C23C 16/44 (2006.01) i

FI: H01L21/205; C23C16/44 E

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)

H01L21/205; C23C16/44

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-319370 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 17.11.2005 (2005-11-17) paragraphs [0002], [0020]-[0036], fig. 1-3	1-8
Y	JP 01-257119 A (DENKI KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 13.10.1989 (1989-10-13) page 1, lower left column, line 1 to page 3, lower right column, line 5	1-8
Y	JP 04-124011 A (TOA-GOSEI CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.) 24.04.1992 (1992-04-24) page 1, lower left column, line 17 to page 4, upper left column, line 6	1-8
A	JP 2016-013965 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 28.01.2016 (2016-01-28) entire text, all drawings	1-8



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

02 April 2020 (02.04.2020)

Date of mailing of the international search report

14 April 2020 (14.04.2020)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/002022

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2005-319370 A	17 Nov. 2005	(Family: none)	
JP 01-257119 A	13 Oct. 1989	(Family: none)	
JP 04-124011 A	24 Apr. 1992	(Family: none)	
JP 2016-013965 A	28 Jan. 2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/205(2006.01)i; C23C 16/44(2006.01)i FI: H01L21/205; C23C16/44 E		
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）） H01L21/205; C23C16/44 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-319370 A（松下電器産業株式会社）17.11.2005（2005-11-17） 段落[0002], [0020]-[0036], 図1-3	1-8
Y	JP 01-257119 A（電気化学工業株式会社）13.10.1989（1989-10-13） 第1頁左下欄第1行-第3頁右下欄第5行	1-8
Y	JP 04-124011 A（東亜合成化学工業株式会社）24.04.1992（1992-04-24） 第1頁左下欄第17行-第4頁左上欄第6行	1-8
A	JP 2016-013965 A（三菱マテリアル株式会社）28.01.2016（2016-01-28） 全文, 全図	1-8
☐ 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 02.04.2020		国際調査報告の発送日 14.04.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 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/JP2020/002022

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-319370	A	17.11.2005	(ファミリーなし)	
JP	01-257119	A	13.10.1989	(ファミリーなし)	
JP	04-124011	A	24.04.1992	(ファミリーなし)	
JP	2016-013965	A	28.01.2016	(ファミリーなし)	