

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4350338号  
(P4350338)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月31日(2009.7.31)

(51) Int.Cl.

F I

**B O 1 D 53/68 (2006.01)**  
**B O 1 D 53/77 (2006.01)**  
**B O 1 D 53/18 (2006.01)**

B O 1 D 53/34 1 3 4 B  
B O 1 D 53/18 Z A B E

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2002-62434 (P2002-62434)  
(22) 出願日 平成14年3月7日(2002.3.7)  
(65) 公開番号 特開2003-260333 (P2003-260333A)  
(43) 公開日 平成15年9月16日(2003.9.16)  
審査請求日 平成17年2月15日(2005.2.15)

(73) 特許権者 000184713  
SUMCO TECHXIV株式会社  
長崎県大村市雄ヶ原町1324番地2  
(74) 代理人 100071054  
弁理士 木村 高久  
(74) 代理人 100106068  
弁理士 小幡 義之  
(72) 発明者 甲斐 秀将  
神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号  
コマツ電子金属株式会社内

審査官 神田 和輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気ガス処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気ガスを、洗浄塔に導き、この洗浄塔内に設けたノズル内に洗浄液の流れを形成するとともに前記ノズル外に排気ガスの流れを形成し、当該ノズルの先端で排気ガスと洗浄液を接触させて排気ガス中の有害物質を除去する処理を行う排気ガス処理装置において、

前記ノズルの内側に、当該ノズルの壁面のうち最もノズル内径側にある壁面の下方先端よりも更に下方に突出するようにインサータを設け、

当該インサータの下方端部が円柱状であること

を特徴とする排気ガス処理装置。

【請求項2】

前記ノズルの開先を二重開先としたこと  
を特徴とする請求項1記載の排気ガス処理装置。

【請求項3】

前記二重開先の外側に、更に下方に突出するように開先を形成すること  
を特徴とする請求項2記載の排気ガス処理装置。

【請求項4】

前記インサータの下方先端部の壁面と前記最もノズル内径側にある壁面とで挟まれる空間の断面積を、前記下方先端部より上方に位置する前記インサータの壁面と前記最もノズル内径側にある壁面とで挟まれる空間の断面積よりも小さくすることによって、前記洗浄液の流れの線速度を、前記下方先端部より上方に位置する前記インサータの周囲よりも前

記下方先端部の周囲で増加させること

を特徴とする請求項 1 記載の排気ガス処理装置。

【請求項 5】

前記ノズルの外側に、当該ノズルの先端部に向けてスライドすることにより当該ノズルの先端部に析出される副生成物を欠き落とすスライドノズルを設けたこと

を特徴とする請求項 1 または 2 または 3 記載の排気ガス処理装置。

【請求項 6】

前記スライドノズルは、不活性ガスの圧力によって動作するガス圧アクチュエータによって駆動されるものであること

を特徴とする請求項 5 記載の排気ガス処理装置。

10

【請求項 7】

前記洗浄塔の内壁面に設けた孔から洗浄液を吐出させ当該内壁面に沿って洗浄液の流れを形成するようにしたこと

を特徴とする請求項 1 記載の排気ガス処理装置。

【請求項 8】

前記ノズルの外側に、ディフューザを形成し、これらディフューザとノズル間で形成された通路に排気ガスを導き、この排気ガスの通路に、不活性ガスをバージすることにより旋回流を形成して負圧によって排気ガスを通路下方に引き込むこと

を特徴とする請求項 1 または 2 または 3 記載の排気ガス処理装置。

【請求項 9】

20

前記排気ガスは、半導体ウェーハをエピタキシャル成長する際に排出される排気ガスであること

を特徴とする請求項 1 記載の排気ガス処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、排気ガスを除害する処理を行う装置に関し、特に半導体ウェーハをエピタキシャル成長する際に排出される有害な排気ガスを洗浄液に接触させて無害の固体物質にして除害する装置に関するものである。

【0002】

30

【従来の技術】

半導体デバイスは半導体基板の表面に薄膜をエピタキシャル成長させることで作成される。

【0003】

すなわち半導体基板にはシリコン基板が一般的に使用される。薄膜の原料ガスとしては例えば  $\text{SiHCl}_3$  (トリクロロシラン) が使用される。

【0004】

反応炉内で  $\text{SiHCl}_3$  がシリコン基板の表面に供給される。そして  $\text{SiHCl}_3$  の化学反応によってシリコン基板の表面に同じシリコンの薄膜がエピタキシャル成長によって形成されていく。エピタキシャル成長層には不純物として例えば所定濃度のホウ素 B が添加される。ホウ素 B はエピタキシャル成長の過程で例えば所定濃度のドーピングガス  $\text{B}_2\text{H}_6$  を炉内に供給することによってエピタキシャル成長層の中にドーピングされる。このようにしてシリコン基板の表面に、所定濃度の不純物 B が添加されたエピタキシャル成長層が形成される。

40

【0005】

エピタキシャル成長は成長炉内で行われる。なおエピタキシャル成長炉として枚葉炉を想定する。

【0006】

エピタキシャル成長炉内には、ガス供給路を介して成長ガスが供給される。ガス供給源より原料ガス ( $\text{SiHCl}_3$ )、ドーピングガス ( $\text{B}_2\text{H}_6$ )、キャリアガス ( $\text{H}_2$ ) からなる

50

成長ガスがエピタキシャル成長炉内に供給される。

【0007】

エピタキシャル成長炉には、炉内のガスを外部に排気する排出口が設けられている。

【0008】

エピタキシャル成長炉に成長ガスが供給されると、成長ガスがウェーハの基板の表面を通過する。ウェーハ基板はサセプタによって保持されている。高温気相中（ $1000^{\circ}\text{C} \sim 1200^{\circ}\text{C}$ ）での化学反応が基板上でなされ、基板の表面に不純物（B）が所定濃度で注入されて薄膜が形成される。高温気相中での化学反応に寄与しなかった成長ガス及び化学反応はしたがエピタキシャル成長に寄与しなかった副生成ガス等は、排出口から外部に排出される。

10

【0009】

上記サセプタはSiCなどから構成されている。よってサセプタ上に原料ガスが通過すると不要なシリコンが堆積される。そこでこの堆積されたシリコンを取り除くべくエピタキシャル成長炉内にはガス供給路を介してエッチングガスが供給される。ガス供給源よりエッチングガスとしてHClと、これを希釈するキャリアガス（H<sub>2</sub>）が供給される。ここでエッチングガスとしては塩化水素ガスの純ガスでもよく塩化水素ガスを含む混合ガスでもよい。

【0010】

エッチングガスがエピタキシャル成長炉内に供給されると、エッチングガスがサセプタの表面を通過する。これによりサセプタ上に堆積された不要なシリコンがエッチングガスと化学反応（ $\text{Si(s)} + 2\text{HCl(g)} \rightarrow \text{SiCl}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ ）により分解され取り除かれる。エッチングに寄与したエッチングガスの一部は、排出口から外部に排出される。エピタキシャル成長炉に投入されたガスのうちの数十%のガスが排気ガスとして排出される。

20

【0011】

こうしてエピタキシャル成長炉の排出口から排出されたガスSiHCl<sub>3</sub>、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>、HClなどは、除害装置に供給される。除害装置で無害の物質に生成された後、大気に放出される。

【0012】

とりわけSiHCl<sub>3</sub>などのシリコン塩化物、塩化水素HClを、そのまま大気に放出させてしまうと人体などに悪影響を与えるため無害の物質に変換させる必要がある。HClガスは腐食性を有し機器に悪影響を与える。

30

【0013】

そこで従来より図9に示す洗浄塔50を用い「ジェットスクラバ」により除害するようにしている。

【0014】

同図9に示すように除害剤として苛性ソーダ水溶液3（NaOHaq）がポンプによってタンクから吸い上げられ、洗浄塔50内に設けられたジェットノズル51の上流側に供給される。一方導入口9からノズル51の外側に向けて排気ガス4が導入される。これによりノズル51から噴出した流れの速いジェット流3Aとしての苛性ソーダ水溶液3と、ジェット流3Aによりノズル51の下流に引き込まれる排気ガス4とが気液接触され反応式（ $\text{SiHCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{HCl} + \text{SiO}_2 + \text{H}_2 \dots (1)$ ）によって無害の固体物質つまり副生成物52（SiO<sub>2</sub>の水和物）が生成されるとともに、反応式（ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \dots (2)$ ）によって塩化水素ガスが中和により除害される。SiO<sub>2</sub>水和物52は苛性ソーダ水溶液3に溶解されて苛性ソーダ水溶液3とともに回収、除去される。

40

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

しかし図9に示す従来技術によれば苛性ソーダ水溶液3の速い流れ3Aによって、苛性ソーダ水溶液3の跳ね上がり、飛散が顕著であり、ノズル51の出口部近辺の洗浄塔内壁においてミストおよび水蒸気が発生し易い。このため苛性ソーダ水溶液3の主流に排気ガス4が気液接触する前に、その一部がミストおよび水蒸気と接触してしまい洗浄塔内壁に大

50

量の副生成物 5 2 ( 固体の  $\text{SiO}_2$  水和物 ) が短時間で析出する。このため副生成物 5 2 の堆積によって排気ガス 4 の通路が短時間で閉塞するおそれがあった。

【 0 0 1 6 】

洗浄塔 5 0 内の副生成物 5 2 の析出堆積量が多く、排気ガス 4 の通路を閉塞するサイクルが早まるとつぎの点で問題がある。

【 0 0 1 7 】

1 ) 通常、枚葉炉としてのエピタキシャル成長炉の 1 台につき、図 9 に示す洗浄塔 5 0 が 1 台割り当てられている。副生成物 5 2 による閉塞が生じる前に事前に洗浄塔 5 0 を分解清掃しなければならないが、閉塞のサイクルが短くなるに伴いこの分解清掃のメンテナンスサイクルが短くなり、エピタキシャル成長炉を稼動する機会が失われる。このためエピタキシャル成長炉のダウンタイムが増加し稼動効率が著しく悪化する。

10

【 0 0 1 8 】

2 ) 副生成物 5 2 である  $\text{SiO}_2$  水和物にはシロキサン等をも含む。このため副生成物は、活性で発火性の強い物質であり、析出堆積量が多いと分解清掃作業の際に爆発的な燃焼を起こし災害に合う確率が大きくなる。

【 0 0 1 9 】

そこで、副生成物 5 2 の析出堆積量を少なく抑えるとともに、排気ガス 4 の通路の閉塞のサイクルを長くすることが望まれている。

【 0 0 2 0 】

本発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、副生成物 5 2 の析出堆積量を少なく抑えるとともに、排気ガス 4 の通路の閉塞のサイクルを長くできるようにすることを、第 1 の解決課題とするものである。

20

ここで副生成物 5 2 が洗浄塔 5 0 内で析出堆積するという問題に関する従来の一般的技術水準について説明する。

【 0 0 2 1 】

特開平 2 0 0 1 - 7 0 3 4 号公報に開示される除害方法に関し、排気ガスの導入管内で掻き出し部材を移動させることによって導入管の先端内側に析出堆積した副生成物を除去するという発明が記載されている。

【 0 0 2 2 】

またこの発明は、副生成物の析出自体を抑制することに関しては何ら記載されておらず、析出した副生成物を事後的に掻き出し部材によって除去するというものである。したがって副生成物の析出の速度が速まれば、掻き出し部材によって副生成物を除去する前に、掻き出し部材と導入管の間に副生成物が詰まってしまい除去そのものができなくなるという問題が発生する。

30

【 0 0 2 3 】

また副生成物 5 2 の析出自体を抑制する技術も既に実施されている。

【 0 0 2 4 】

すなわち洗浄液 3 のミスト及び水蒸気と排気ガス 4 が直接接触しないように、乾燥窒素によってガスのカーテンを作り、洗浄塔内壁面における副生成物 5 2 の堆積を防止するようにしている。しかしこの方法は機器の構成が複雑になり、かつランニングコストが上昇するという問題がある。

40

【 0 0 2 5 】

さて除害の効率を高めるためには、苛性ソーダ水溶液 3 と排気ガス 4 とが気液接触している時間、面積を大きくし気液接触の効率を高めればよい。図 9 の洗浄塔 5 0 の場合、ノズル 5 1 から噴出するジェット流 3 A の流れを速くするとエジェクタ効果によって、より大量の排気ガス 4 をノズル 5 1 の下流に引き込むことができ、気液接触の効率を高め除害効率を向上させることができる。

【 0 0 2 6 】

またエピタキシャル成長炉内の圧力は一定ではないので、排気ガス 4 を安定してノズル 5 1 の下流側に引き込むためには、ノズル 5 1 から噴出されるジェット流 3 A の流速を調整

50

する必要性があった。

【 0 0 2 7 】

しかしノズル 5 1 から噴出されるジェット流 3 A を調整して洗浄液 3 の流れを速くすると、それに伴い排気ガス 4 の流れも速くなるので確かに除害効率は向上するものの、苛性ソーダ水溶液 3 の速度自体が増加しているため苛性ソーダ水溶液 3 の跳ね上がり、飛散が一層顕著になる。このため洗浄塔 5 0 内の副生成物 5 2 の析出堆積量が一層多くなり、排気ガス 4 の通路が閉塞するサイクルが一層早まり上記 1 )、2 ) の問題が一層顕著になるという悪循環があった。

【 0 0 2 8 】

本発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、苛性ソーダ水溶液 3 の跳ね上がり、飛散を大きくすることなく除害効率を向上させることを、第 2 の解決課題とするものである。

10

【 0 0 2 9 】

【課題を解決するための手段および効果】

本発明の第 1 発明は、第 1 の解決課題を達成するために、

排気ガスを、洗浄塔に導き、この洗浄塔内に設けたノズル内に洗浄液の流れを形成するとともに前記ノズル外に排気ガスの流れを形成し、当該ノズルの先端で排気ガスと洗浄液を接触させて排気ガス中の有害物質を除害する処理を行う排気ガス処理装置において、

前記ノズルの内側に、当該ノズルの壁面のうち最もノズル内径側にある壁面の下方先端よりも更に下方に突出するようにインサータを設け、

20

当該インサータの下方端部が円柱状であること

を特徴とする。

【 0 0 3 0 】

第 1 発明によれば、図 5 に示すように、ノズル 2 6 の内側に、当該ノズル 2 6 の下方先端よりも更に下方に突出するようにインサータ 2 9 を設ける。

【 0 0 3 1 】

このためノズル 2 6 とインサータ 2 9 との間を通過しノズル 2 6 の先端から噴出する洗浄液 3 の流束 3 c は、ノズル 2 6 の下方で細くなる。流束 3 c がノズル 2 6 の下方で細くなることで洗浄液 3 の跳ね上がり、飛散が抑制される。これにより洗浄塔 2 の内部で副生成物 5 2 ( 固体の SiO<sub>2</sub>水和物 ) が析出堆積されることを抑制でき、洗浄塔 2 内の副生成物 5 2 の析出堆積量を少なくし、排気ガス 4 の通路が閉塞するサイクルを長くすることができる。

30

【 0 0 3 2 】

第 2 発明は、第 1 発明において、前記ノズルの開先を二重開先としたことを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

第 2 発明によれば、図 3 ( a ) に示すように、ノズル 2 6 の開先を二重開先 2 6 a としているので、ノズル 2 6 の先端から噴出する洗浄液 3 の跳ね上がり、飛散を更に抑制することができる。これにより洗浄塔 2 の内部で副生成物 5 2 ( 固体の SiO<sub>2</sub>水和物 ) が析出堆積されることを更に抑制でき、洗浄塔 2 内の副生成物 5 2 の析出堆積量を少なくし、排気ガス 4 の通路が閉塞するサイクルを長くすることができる。

40

【 0 0 3 4 】

第 3 発明は、第 2 発明において、前記二重開先の外側に、更に下方に突出するように開先を形成することを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

第 3 発明によれば、図 3 ( a )、図 4 に示すように、二重開先 2 6 a の外側に、更に下方に突出するように開先 2 5 a を形成しているため、ノズル 2 6 の先端から噴出する洗浄液 3 の跳ね上がり、飛散を更に抑制することができる。これにより洗浄塔 2 の内部で副生成

50

物52(固体のSiO<sub>2</sub>水和物)が析出堆積されることを更に抑制でき、洗浄塔2内の副生成物52の析出堆積量を少なくし、排気ガス4の通路が閉塞するサイクルを長くすることができる。なお開先25aは図2に示すようにインサータ29よりも下方に突出していることが望ましい。

【0036】

第4発明は、第1発明において、

前記インサータの下方先端部の壁面と前記最もノズル内径側にある壁面とで挟まれる空間の断面積を、前記下方先端部より上方に位置する前記インサータの壁面と前記最もノズル内径側にある壁面とで挟まれる空間の断面積よりも小さくすることによって、前記洗浄液の流れの線速度を、前記下方先端部より上方に位置する前記インサータの周囲よりも前記下方先端部の周囲で増加させること

10

を特徴とする。

【0037】

第4発明によれば、図3(a)、(c)に示すように、インサータ29の下方先端部に、絞り29aを形成しているので、ノズル26から噴出される洗浄液3の流束3cの線速度が上昇するとともに、流束3cの線速度がインサータ29の周方向で均一化される。このため洗浄液3の跳ね上がり、飛散を更に抑制することができる。

【0038】

第5発明は、第1発明または第2発明または第3発明において、

前記ノズルの外側に、当該ノズルの先端部に向けてスライドすることにより当該ノズルの先端部に析出される副生成物を欠き落とすスライドノズルを設けたことを特徴とする。

20

【0039】

第5発明によれば、図1に示すように、アウトノズル25の外側に、当該アウトノズル25の先端部に形成される副生成物52を欠き落とすスライドノズル27を設けるようにしている。

【0040】

アウトノズル25の先端部に副生成物52が析出されたとしても、スライドノズル27を、アウトノズル25の先端部に向けてスライドすることによりアウトノズル25の先端部に析出された副生成物52を欠き落とすことができる。

30

【0041】

特に図3(a)、図4に示すように、二重開先26aを有したインナノズル26の外側に、アウトノズル25を設け、このアウトノズル25の開先25aを二重開先26aよりも更に下方に突出するように構成した場合には、図3(a)の矢印Cに示すようにアウトノズル25の先端部外側に集中して副生成物52を析出させることができる。

【0042】

そこでスライドノズル27を下方に向けてスライドさせれば、アウトノズル25の先端部外側に集中して析出した副生成物52を、まとめて欠き落とし除去することができる。

【0043】

第6発明は、第5発明において、

前記スライドノズルは、不活性ガスの圧力によって動作するガス圧アクチュエータによって駆動されるものであること

40

を特徴とする。

【0044】

第6発明によれば、図1に示すように、スライドノズル27は、窒素ガスなどの不活性ガス5の圧力によって動作するガス圧アクチュエータ(ピストン32、室33、34)によって駆動される。窒素ガスなどの不活性ガス5を使用しているため、仮にガス漏れが生じたとしても洗浄塔2の内部の活性な物質たとえば副生成物52と反応して爆発的な燃焼が発生するおそれはない。

【0045】

50

第7発明は、第1発明において、  
前記洗浄塔の内壁面に設けた孔から洗浄液を吐出させ当該内壁面に沿って洗浄液の流れを形成するようにしたこと  
を特徴とする。

【0046】

第7発明によれば、図7に示すように、洗浄塔2（メインダクト23）の内壁面23aに設けた孔31から洗浄液3を吐出させ当該内壁面23aに沿って洗浄液3の流れ3eを形成している。このため図5に示すように、排気ガス4の流れ4cと、内壁面23aに沿った洗浄液3の流れ3eとが、内壁面23aに沿った気液接触部35で気液接触する。一方ノズル26から噴出した洗浄液3の流れ3cは、ノズル26下方の気液接触部36にて、  
排気ガス4の流れ4cに気液接触する。このように気液接触が、ノズル26の下方と、洗浄塔2の内壁面23aとで発生するので気液接触の効率が高まり除害効率が向上する。

10

【0047】

第8発明は、第1発明または第2発明または第3発明において、  
前記ノズルの外側に、ディフューザを形成し、これらディフューザとノズル間で形成された通路に排気ガスを導き、この排気ガスの通路に、不活性ガスをパージすることにより旋回流を形成して負圧によって排気ガスを通路下方に引き込むこと  
を特徴とする。

【0048】

図6は図1の矢視A-A断面を概略的に示している。

20

【0049】

第4発明によればアウトノズル25の外側に、ディフューザ24を形成し、これらディフューザ24とアウトノズル25間で形成された通路に排気ガス4を導き、この排気ガス4の通路に、不活性ガス（窒素ガス）6をパージすることにより旋回流Dを形成して負圧によって排気ガス4を通路下方に引き込むようにしている。

【0050】

窒素ガスなどの不活性ガス6を排気ガス4の通路にパージすることにより旋回流Dが形成され負圧が発生する。負圧によって、より多くの排気ガス4を下流に引き込むことができる。また旋回流Dであるので排気ガス4と接触する効率が上がる。このため排気ガス4の下方へのパージが効率的に行われ、下方へパージされた排気ガス4とアウトノズル26から噴出される洗浄液3との気液接触の効率が高まり除害効率が向上する。

30

【0051】

すなわち洗浄液3を噴出する速度自体は大きくすることなく、排気ガス4を下流に効率的に引き込むことができる。このため洗浄液3の噴出速度が増大することによる洗浄液3の跳ね上がり、飛散の増大を抑制することができる。

【0052】

このため本発明によれば、洗浄液3の跳ね上がり、飛散を大きくすることなく除害効率を向上させることができるようになる。

【0055】

第9発明は、第1発明において、前記排気ガスは、半導体ウェーハをエピタキシャル成長する際に排出される排気ガスであることを特徴とする。

40

【0056】

第9発明は、特に半導体ウェーハをエピタキシャル成長する際に排出されるSiHCl<sub>3</sub>、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>、HClなどの排気ガス4を除害する場合に適用される。エピタキシャル成長炉に本発明の除害装置を適用した場合には、副生成物52の析出堆積量が少なくなり除害装置の分解清掃作業のメンテナンスサイクルが長くなるので、エピタキシャル成長炉のダウンタイムが減り稼働効率を向上させることができる。なおエピタキシャル成長炉から排出される排気ガス4としては、その他にPH<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>などがあり、原料ガス、ドーパント、エッチングガス等の種類によって排気ガス4の内容は異なる。

【0057】

50

## 【発明の実施の形態】

以下図面を参照して本発明に係る排気ガスの除害装置の実施の形態について説明する。

## 【0058】

図8は実施形態の排気ガス処理装置1の全体構成を示す図である。

## 【0059】

この排気ガス処理装置1の前工程ではシリコン基板にシリコン薄膜をエピタキシャル成長させるエピタキシャル成長工程がエピタキシャル成長炉内で行われる。

## 【0060】

エピタキシャル成長は原料ガスSiCl<sub>4</sub>、SiHCl<sub>3</sub>、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、SiH<sub>4</sub>により異なるが、以下の反応によってなされる。

## 【0061】

(a) SiCl<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub> → Si + 4HCl (水素還元反応) ... (3)

(b) SiHCl<sub>3</sub> + H<sub>2</sub> → Si + 3HCl (水素還元反応及び熱分解反応) ... (4)

(c) SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> → Si + 2HCl (熱分解反応) ... (5)

(d) SiH<sub>4</sub> → Si + 2H<sub>2</sub> (熱分解反応) ... (6)

シリコン薄膜の原料ガスとしては例えば(b)のSiHCl<sub>3</sub>(トリクロロシラン)が使用される。反応炉内でSiHCl<sub>3</sub>がシリコン基板の表面に供給される。そしてSiHCl<sub>3</sub>の化学反応によってシリコン基板の表面に同じシリコンの薄膜がエピタキシャル成長によって形成されていく。エピタキシャル成長層には不純物として例えば所定濃度のホウ素Bが添加される。ホウ素Bはエピタキシャル成長の過程で例えば所定濃度のドーピングガスB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>を炉内に供給することによってエピタキシャル成長層の中にドーピングされる。このようにしてシリコン基板の表面に、所定濃度の不純物Bが添加されたエピタキシャル成長層が形成される。

## 【0062】

すなわちエピタキシャル成長炉内には、ガス供給路を介して成長ガスが供給される。ガス供給源より原料ガス(SiHCl<sub>3</sub>)、ドーピングガス(B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)、キャリアガス(H<sub>2</sub>)からなる成長ガスがエピタキシャル成長炉内に供給される。

## 【0063】

エピタキシャル成長炉には、炉内のガスを外部に排気する排出口が設けられている。

## 【0064】

エピタキシャル成長炉に成長ガスが供給されると、成長ガスがウェーハの基板の表面を通過する。ウェーハ基板はサセプタによって保持されている。高温気相中(1000°C ~ 1200°C)での化学反応が基板上でなされ、基板の表面に不純物(B)が所定濃度で注入されて薄膜が形成される。高温気相中での化学反応に寄与した成長ガスの一部は、排出口から外部に排出される。

## 【0065】

上記サセプタはSiCなどから構成されている。よってサセプタ上に原料ガスが通過すると不要なシリコンが堆積される。そこでこの堆積されたシリコンを取り除くべくエピタキシャル成長炉内にはガス供給路を介してエッチングガスが供給される。ガス供給源よりエッチングガスとしてHClと、これを希釈するキャリアガス(H<sub>2</sub>)が供給される。ここでエッチングガスとしては塩化水素ガスの純ガスでもよく塩化水素ガスを含む混合ガスでもよい。

## 【0066】

エッチングガスがエピタキシャル成長炉内に供給されると、エッチングガスがサセプタの表面を通過する。これによりサセプタ上に堆積された不要なシリコンがエッチングガスと化学反応(Si(s) + 2HCl(g) → SiCl<sub>2</sub>(g) + H<sub>2</sub>(g))により分解され取り除かれる。エッチングに寄与したエッチングガスの一部は、排出口から外部に排出される。エピタキシャル成長炉に投入されたガスのうちの数十%のガスが排気ガスとして排出される。

## 【0067】

こうしてエピタキシャル成長炉の排出口から排出された排気ガス4つまりSiHCl<sub>3</sub>、B

10

20

30

40

50



2H<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>、HClなどは、図1の排気ガス処理装置1に供給される。

【0068】

しかしながら実際の排気ガスには、たとえ原料ガスとしてSiHCl<sub>3</sub>を使用したとしてもHClやSiHCl<sub>3</sub>だけではなく、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>も含まれている。

【0069】

また原料ガスとして(a)のSiCl<sub>4</sub>が使用された場合も、同様に実際の排気ガスには、HClやSiCl<sub>4</sub>だけではなく、SiHCl<sub>3</sub>やSiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>も含まれている。

【0070】

すなわち上記(3)の反応式(SiCl<sub>4</sub>+2H<sub>2</sub>→Si+4HCl)を正確に表すと、つぎのようになる。

【0071】

SiCl<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>→SiCl<sub>2</sub>+2HCl ... (7)

SiCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>→Si+2HCl ... (8)

ここで中間体SiCl<sub>2</sub>は周囲のHClとH<sub>2</sub>とで可逆的につぎの反応を行っている。

【0072】

SiCl<sub>2</sub>+HCl→SiHCl<sub>3</sub> ... (9)

SiCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>→SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> ... (10)

従って排気ガス中にはH<sub>2</sub>、HClの他にSiCl<sub>4</sub>だけではなく、SiHCl<sub>3</sub>やSiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>などが存在することになる。

【0073】

また原料ガスとしてSiHCl<sub>3</sub>を使用した場合でもHClの他にSiHCl<sub>3</sub>だけではなくSiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>などが存在することになる。

【0074】

ただし本実施形態では説明の便宜のため原料ガスとしてSiHCl<sub>3</sub>を使用した場合に排気ガス4中にシリコン塩化物としてSiHCl<sub>3</sub>だけが存在していると想定して説明する。

【0075】

ここでSiHCl<sub>3</sub>などのシリコン塩化物、塩化水素HClは、これをそのまま大気に放出させては人体などに悪影響を与えるため無害の物質に変換させる必要がある。HClガスは腐食性を有し機器に悪影響を与える。このため図1の排気ガス処理装置1によってこれらガスの除害がなされる。

【0076】

図8の排気ガス処理装置1は、大きくは、図1で後述する洗浄塔2と、処理槽13と、ポンプ15とを備えている。これら洗浄塔2、処理槽13、ポンプ15は、各種配管によって接続されている。

【0077】

洗浄塔2では図9に示す従来技術と同様に「ジェットスクラバ」という除害方法により除害が行われる。洗浄塔2の内部には図1で詳述するようにインナノズル26が設けられている。洗浄塔2の上部にはインナノズル26の上流の供給口11が設けられている。

【0078】

洗浄塔2の中間位置には、排気ガス4が導入される導入口9が設けられている。洗浄塔2の外壁が排気ガス4を通過させるメインダクト23を構成している。

【0079】

洗浄塔2の下方位置には、洗浄液3をメインダクト23の内壁に供給する供給口10が設けられている。

【0080】

洗浄塔2の下方の処理槽13内には洗浄液3としての苛性ソーダ水溶液(NaOHaq)が貯留されている。洗浄液3はポンプ15によって吸い上げられ、管路19、供給口11を介してインナノズル26内に供給されるとともに、管路16、供給口10を介してメインダクト23の内壁に供給される。

【0081】

10

20

30

40

50

管路 19 上には同管路 19 を通過する洗浄液 3 の通過流量を計測する流量計 20 が設けられている。また管路 19 上には同管路 19 を通過する洗浄液 3 の通過流量を制御するバルブ 21 が設けられている。流量計 20 によって洗浄液 3 の通過流量が計測されこの計測結果に基づいてバルブ 21 が制御され洗浄液 3 のインナノズル 26 への供給量が目標値に制御される。そしてインナノズル 26 から目標値に応じた量の洗浄液 3 が噴出される。

【 0082 】

同様にして管路 16 上には同管路 16 を通過する洗浄液 3 の通過流量を計測する流量計 17 が設けられている。また管路 16 上には同管路 16 を通過する洗浄液 3 の通過流量を制御するバルブ 18 が設けられている。流量計 17 によって洗浄液 3 の通過流量が計測されこの計測結果に基づいてバルブ 18 が制御され洗浄液 3 のメインダクト 23 の内壁への供給量が目標値に制御される。そしてメインダクト 23 の内壁面に目標値に応じた量の洗浄液 3 が吐出される。

10

【 0083 】

エピタキシャル成長炉から排出された排気ガス 4 は、導入口 9 を介して洗浄塔 2 のメインダクト 23 内に導入される。

【 0084 】

洗浄塔 2 の上部には、図 1 で後述するように、ガス圧アクチュエータ駆動用の窒素ガス 5 (アクチュエータ駆動用窒素ガス 5 という) を供給、排出する供給排出口 7、8 が設けられている。また洗浄塔 2 の下方には、図 1 で後述するように、ディフューザ内パージ用の窒素ガス 6 (パージ用窒素ガス 6 という) を供給する供給口 12 が設けられている。

20

【 0085 】

洗浄塔 2 の内部では洗浄液 3 と排気ガス 4 とがインナノズル 26 の噴出口下方で、高速の流れとなって気液接触される。洗浄液 3 と排気ガス 4 とが気液接触されると、反応式 (  $\text{SiHCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{HCl} + \text{SiO}_2 + \text{H}_2 \dots (1)$  ) によって無害の固体物質つまり副生成物 52 (  $\text{SiO}_2$  の水和物 ) が生成されるとともに、反応式 (  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \dots (2)$  ) によって塩化水素ガスが中和により除害される。  $\text{SiO}_2$  水和物 52 は苛性ソーダ水溶液 3 に溶解されて苛性ソーダ水溶液 3 とともに処理槽 13 に回収される。処理槽 13 には外部より適宜、水が補給されるとともに、処理槽 13 の汚染した洗浄液 3 は排水路 22 を介して適宜排水される。また処理槽 13 には、洗浄液 3 上部の雰囲気を大気 14 に解放する管路 14 が設けられている。管路 14 には通常、アルゴンガスなどのガスシールが設けられており大気が処理槽 13 の内部に吹き込むことを防止している。

30

【 0086 】

つぎに図 1 を参照して洗浄塔 2 の内部の構成について説明する。

【 0087 】

同図 1 に示すように、洗浄塔 2 は、大きくは、メインダクト 23 と、ディフューザ 24 と、インナノズル 26 と、アウトノズル 25 と、インサータ 29 と、スライドノズル 27 と、ピストン 32 と、室 33、34 とから構成されている。

【 0088 】

メインダクト 23 は、洗浄塔 2 の外壁を構成し排気ガス 4 を通過させる通路であり、その内壁面 23a には孔 31 が複数形成されている。孔 31 はインナノズル 26 の下方先端部近傍に形成されている。孔 31 は、洗浄液 3 の供給口 10 に連通している。

40

【 0089 】

図 7 は、メインダクト 23 を斜視的に破断図で示している。同図 7 に示すように、供給口 10 に洗浄液 3 が供給されると、孔 31 から洗浄液 3 が吐出し内壁面 23a に沿って、つまり内壁面 23a の接線方向に沿って、洗浄液 3 の流れ 3e が形成される。これにより洗浄塔 2 の内壁面 23a が洗浄液 3 によって浸される。

【 0090 】

図 1 に戻るとインナノズル 26 は、断面が円形の円筒状の部材であり、洗浄塔 2 内の中心に、その長手方向が洗浄塔 2 の上下方向に一致するように設けられている。インナノズル 26 の上流には供給口 11 が設けられている。図 3 ( a )、図 4 はインナノズル 26 の下

50

方の先端部を拡大して示している。同図3(a)に示すようにインナノズル26の開先は二重開先26aとして構成されている。

【0091】

図1に戻るとインナノズル26の内側には、インサータ29が設けられている。インサータ29は、断面が円形の丸棒上の部材であり長手方向がインナノズル26の長手方向に一致するように設けられている。図3(a)はインサータ29の下方先端部の側面を示しており、図3(b)は図3(a)の矢視G方向からみたインサータ29の断面を示している。

【0092】

これら図に示すようにインサータ29は、その下方先端がインナノズル26の下方先端よりも更に下方に突出するように設けられている。

【0093】

インサータ29には、その長手方向に沿って溝30が複数形成されている。溝30はインサータ29の下方の所定位置まで延びている。したがってインサータ29のうち溝30が形成されていない部分では、溝30が形成されている部分と比較して洗浄液3の流れの断面積が小さくなるるので、絞り部29aを構成する(図3(a)参照)。

【0094】

このため図1に示すように供給口11から洗浄液3が供給されると、洗浄液3は矢印3aに示すようにインサータ29の溝30を通過するか、矢印3bに示すようにインナノズル26とインサータ29との間の通路を通過して下方に流れる。そして図3(a)の矢印3dに示すように、洗浄液3の流れが絞り部29aに達すると洗浄液3の流れの断面積が小さくなるので、絞り部29aで洗浄液3の流れの線速度が増加する。そして洗浄液3はインナノズル26から高速で噴出される。

【0095】

図3(c)は図3(a)のインサータ29と等価なインサータ29を示している。図3(c)に示すように径の異なる部材を組み合わせることでインサータ29を構成することも可能であるが、本実施形態では、丸棒に溝30を形成することで絞り部29aを形成するようにしている。このような構成としているので図3(c)に示す構成と比較して、強度を高めることができるのと同時に絞り部29aの周方向における流速を均一にすることができる。

【0096】

図1に戻ると、インナノズル26の外側にはアウトノズル25が設けられている。アウトノズル25は、断面が円形の円筒状の部材であり、その長手方向がインナノズル26の長手方向に一致するように設けられている。

【0097】

図3(a)に示すように、アウトノズル25は、その下方先端がインナノズル26の下方先端よりも更に下方に突出するように設けられている。図4はアウトノズル25の先端を更に拡大して示した図であり、同図4に示すようにアウトノズル25の先端部は、先端にいくにつれて厚さがテーパ状に薄くなる開先25aが形成されている。アウトノズル25の開先25aは、インナノズル26の二重開先26aよりも更に下方に突出するように形成されている。

【0098】

図1に戻ると、アウトノズル25の外側には、断面が円形の円筒状のスライドノズル27が設けられている。スライドノズル27は、その長手方向がアウトノズル25の長手方向に一致するようにアウトノズル25に対して摺動自在に設けられている。

【0099】

スライドノズル27は、ガス圧アクチュエータを構成しているピストン32によって駆動される。ピストン32は、アクチュエータ駆動用窒素ガス5の圧力によって動作する。

【0100】

すなわちピストン32は、スライドノズル27の上部に接続している。ピストン32の上側には室34が形成されており、同ピストン32の下側には室33が形成されている。上

10

20

30

40

50

側室 3 4 は供給排出口 7 に連通している。下側室 3 3 は供給排出口 8 に連通している。

【 0 1 0 1 】

このためアクチュエータ駆動用窒素ガス 5 が供給排出口 7 を介して上側室 3 4 内に供給されるとともに、下側室 3 3 から供給排出口 8 を介してアクチュエータ駆動用窒素ガス 5 が排出されると、上側室 3 4 内のアクチュエータ駆動用窒素ガス 5 の圧力によってピストン 3 2 が下方に移動する。これに伴いピストン 3 2 に接続しているスライドノズル 2 7 が下方にスライドする。逆にアクチュエータ駆動用窒素ガス 5 が供給排出口 8 を介して下側室 3 3 内に供給されるとともに、上側室 3 4 から供給排出口 7 を介してアクチュエータ駆動用窒素ガス 5 が排出されると、下側室 3 3 内のアクチュエータ駆動用窒素ガス 5 の圧力によってピストン 3 2 が上方に移動する。これに伴いピストン 3 2 に接続しているスライドノズル 2 7 が上方にスライドする。

10

【 0 1 0 2 】

図 1 はスライドノズル 2 7 が最上位に位置している状態を示している。スライドノズル 2 7 が最下位までスライドするとスライドノズル 2 7 の下方先端は、アウトノズル 2 5 の下方先端に達する。スライドノズル 2 7 が下方にスライドすることによりこのスライドノズル 2 7 の先端で、後述するようにアウトノズル 2 5 の外側先端部に析出されている副生成物 5 2 を欠き落とすことができる。

【 0 1 0 3 】

ここでアクチュエータ駆動用のガスとして窒素ガス N<sub>2</sub>を使用しているのは、仮にガス漏れが生じたとしても洗浄塔 2 の内部の活性な物質たとえば副生成物 5 2 と反応して爆発的な燃焼が発生することを未然に防止するためである。したがってアクチュエータ駆動用ガスとしては窒素ガス以外にアルゴンガスなどの不活性なガスを使用してもよい。

20

【 0 1 0 4 】

アウトノズル 2 5 (スライドノズル 2 7) の更に外側には、排気ガス 4 の通路であるディフューザ 2 4 が設けられている。ディフューザ 2 4 は、その上端が排気ガス 4 の導入口 9 の近傍に位置するように配置されている。ディフューザ 2 4 は、断面が円形の略円筒状の部材であり、その長手方向がアウトノズル 2 5 (スライドノズル 2 7) の長手方向と一致するように設けられている。

【 0 1 0 5 】

ディフューザ 2 4 を設けることによって、ディフューザ 2 4 とその内側のアウトノズル 2 5 との間に排気ガス 4 の通路が形成されるとともに、ディフューザ 2 4 とその外側のメインダクト 2 3 との間に排気ガス 4 の通路が形成される。

30

【 0 1 0 6 】

図 6 は図 1 の矢視 A - A 断面を概略的に示している。

【 0 1 0 7 】

図 6 に示すように、ディフューザ 2 4 には、パージ用窒素ガス 6 をディフューザ 2 4 とアウトノズル 2 5 との間の排気ガス通路に導く細孔 2 8 が複数形成されている。孔 2 8 はたとえば 16 個形成されている。孔 2 8 は、図 1 に示すように縦断面でみて鉛直線に対して所定角度たとえば 31° の傾斜に配置されている (図 1 参照)。また図 6 に示すように各孔 2 8 は横断面でみて放射状に配置されている。孔 2 8 はパージ用窒素ガス 6 の供給口 1 2 に連通している。

40

【 0 1 0 8 】

図 1 の矢印 4 a に示すように、排気ガス 4 が導入口 9 から導入されると、この排気ガス 4 はディフューザ 2 4 とアウトノズル 2 5 との間に形成された通路に導かれる。

【 0 1 0 9 】

一方パージ用窒素ガス 6 が供給口 1 2 に供給されると、図 6 に示すように、このパージ用窒素ガス 6 は孔 2 8 を通過して、ディフューザ 2 4 とアウトノズル 2 5 との間に形成された排気ガス通路に導かれる。孔 2 8 を介して排気ガス 4 の通路に、パージ用窒素ガス 6 が導入されると、下向きの旋回 (トルネード) 流 D が形成される。この下向きの旋回流 D は負圧 (静圧) を生成する。このような負圧が生成されているので排気ガス 4 は負圧によ

50

て通路下方に引き込まれる。また旋回流Dであるのでパージ用窒素ガス6と排気ガス4との接触面積が大きくなる。このため排気ガス4は、ディフューザ24の下方先端から図1に矢印4cに示すように効率的にパージされる。ここでパージ用ガス6として窒素ガスN<sub>2</sub>を使用しているのは、アクチュエータ用ガス5と同様な理由であり、窒素ガスの代わりにアルゴンガス等の不活性なガスを使用してもよい。

【0110】

ここでメインダクト23の内壁面23aに形成した孔31は、ディフューザ24の下方先端部近傍に配置されているものとする(図1参照)。

【0111】

またスライドノズル27が最上位に位置しているとき、ディフューザ24に形成した孔28の窒素ガス吹きだし方向には、スライドノズル27の先端部が位置しているものとする(図1参照)。

【0112】

図2は上述したインサータ29、インナノズル26、アウトノズル25、ディフューザ24の先端位置の関係を示している。同図2に示すようにインサータ29の下方先端はインナノズル26の下方先端よりも距離aだけ下方に位置している。またアウトノズル25の下方先端はインサータ29の下方先端よりも距離bだけ下方に位置している。またアウトノズル25の下方先端はディフューザ24の下方先端よりも距離cだけ下方先端に位置している。これら距離a、b、cは、インサータ29、インナノズル26、アウトノズル25、ディフューザ24の径、長さ等に応じて、気液接触効率が最も高くなり(除害効率最も高くなり)、洗浄液3の跳ね上げ、飛散が最小となる値に設定されている。

【0113】

なお図1において37は洗浄用のノズルであり、洗浄塔2の分解清掃作業時にこの洗浄用ノズル37から洗浄塔2の内部に向けて、特に副生成物52が集中して析出しているアウトノズル25の外側先端部に向けて、洗浄液としての苛性ソーダ水溶液が噴出される。これにより活性で発火しやすい副生成物52が溶解除去され、洗浄塔2の清掃分解作業を安全に実施することができる。

【0114】

また洗浄塔2を構成する材質はたとえば塩化ビニールを使用することができ強度が必要な箇所には適宜SUSなどを使用することができる。

【0115】

つきに上述した構成による作用、効果について説明する。

【0116】

(1) インサータ29について

本実施形態では、上述したようにインナノズル26の内側に、このインナノズル26の下方先端よりも更に下方に突出するようにインサータ29を設けている。

【0117】

このため図5に示すように、インナノズル26とインサータ29との間を通過しインナノズル26の先端から噴出する洗浄液3の流束3cは、ノズル26の下方で絞られ細くなる。このため洗浄液3の跳ね上がり、飛散が大幅に抑制される。これにより洗浄塔2の内部で副生成物52(固体のSiO<sub>2</sub>水和物)が析出堆積されることを抑制することができ、洗浄塔2内の副生成物52の析出堆積量を少なくし、排気ガス4の通路が閉塞するサイクルを長くすることができる。

【0118】

(2) インナノズル26の二重開先26aについて

本実施形態では、インナノズル26の先端を二重開先26aに形成している。

【0119】

このため図3(a)に示すように、インナノズル26の二重開先26aの部分で洗浄液3が渦Bを形成するのでインナノズル26から噴出される洗浄液3の跳ね上がり、飛散が抑制される。これにより洗浄塔2の内部で副生成物52(固体のSiO<sub>2</sub>水和物)が析出堆積

10

20

30

40

50

されることを更に抑制でき、洗浄塔2内の副生成物52の析出堆積量を少なくし、排気ガス4の通路が閉塞するサイクルを長くすることができる。

【0120】

上述したインサータ29とこの二重開先26aとを組み合わせることにより洗浄液3の跳ね上がり、飛散抑制の効果を更に高めることができる。

【0121】

(3) アウタノズル25について

本実施形態では、インナノズル26の二重開先26aの外側に、更に下方に突出するようにアウタノズル25の開先25aを形成している。

【0122】

このため図3(a)、図4に示すようにインナノズル26の二重開先26aとアウタノズル25の開先25aとを合わせて実質的に「三重の開先」となるので、インナノズル26に二重開先26aのみを設けた場合と比較して、更にインナノズル26から噴出する洗浄液3の跳ね上がり、飛散を抑制することができる。これにより洗浄塔2の内部で副生成物52(固体のSiO<sub>2</sub>水和物)が析出堆積されることを更に抑制でき、洗浄塔2内の副生成物52の析出堆積量を少なくし、排気ガス4の通路が閉塞するサイクルを長くすることができる。

【0123】

また図3(a)に示すようにインナノズル26から噴出される洗浄液3は矢印Cに示すようにアウタノズル25の外側先端部に集中して飛散しこの外側先端部に集中して副生成物52を析出堆積させることができる。

【0124】

なおアウタノズル25の開先25aは図2に示すようにインサータ29よりも下方に突出していることが望ましい。

【0125】

(4) インサータ29の絞り部29aについて

本実施形態では、インサータ29の下方先端部に、絞り部29aを形成している。

【0126】

このため図3(a)に示すようにインナノズル26から噴出される洗浄液3の流束3cの線速度が上昇するとともに、線速度がインサータ29の絞り部29aの周方向で均一化される。このため絞り部29aを設けない場合と比較して、洗浄液3の跳ね上がり、飛散を更に抑制することができる。

【0127】

(5) スライドノズル27について

本実施形態では、アウタノズル25の外側に、このアウタノズル25の外側先端部に形成される副生成物52を欠き落とすスライドノズル27を設けている。

【0128】

前述したようにアウタノズル25を設けることによってアウタノズル25の先端部外側に副生成物52を集中して析出堆積させることができる。

【0129】

また図2に示すように、各距離a、b、cを適宜設定することによって、副生成物52の析出堆積量を最小に抑えることができるとともに、たとえ副生成物52が析出するにしてもその析出箇所をアウタノズル25の外側先端部に集中させることができる。

【0130】

そこでスライドノズル27を下方にスライドさせると、スライドノズル27の先端でアウタノズル25の外側先端部に集中して析出されている副生成物52がまとめて欠き落とされる。

【0131】

なお本実施形態では、インナノズル26の外側にアウタノズル25を設けているが、アウタノズル25を設けない実施も可能である。この場合にはインナノズル26の外側に摺動

10

20

30

40

50

自在にスライドノズル 2 7 が設けられインナノズル 2 6 の下方先端部に析出された副生成物 5 2 がスライドノズル 2 7 によって欠き落とされることになる。

【 0 1 3 2 】

( 6 ) スライドノズル 2 7 を駆動するガス圧アクチュエータ ( ピストン 3 2 、 室 3 3 、 3 4 ) について

本実施形態では、スライドノズル 2 7 は、窒素ガス 5 の圧力によって動作するピストン 3 2 によって駆動される。

【 0 1 3 3 】

本実施形態では、窒素ガスなどの不活性ガス 5 をピストン 3 2 の駆動媒体として使用しているため、仮にガス漏れが生じたとしても洗浄塔 2 の内部の活性な物質たとえば副生成物 5 2 と反応して爆発的な燃焼が発生するおそれはない。

【 0 1 3 4 】

しかしスライドノズル 2 7 を駆動するアクチュエータは任意であり、ガス圧以外に油圧等の液圧で駆動してもよく、またガス、油等の駆動媒体を介することなくボールネジ等の機械要素のみで駆動してもよい。

【 0 1 3 5 】

本実施形態ではスライドノズル 2 7 の制御は自動制御で実施される。たとえばエピタキシャル成長炉で 1 時間あたり 5 ~ 1 0 バッチでエピタキシャル成長工程が実施されるものとする、スライドノズル 2 7 は 4 時間に 1 回のサイクルで、下方にスライドし最上位に復帰するという一連の動作を繰り返し行う。スライドノズル 2 7 は、タイマで設定した時間 ( 4 時間 ) に達する毎に動作する。ただしこれは一例でありアウトノズル 2 5 に析出された副生成物 2 5 の析出量に応じて、スライドノズル 2 7 を動作させるサイクルを設定することができる。

【 0 1 3 6 】

またスライドノズル 2 7 を手動で制御する実施も可能である。

【 0 1 3 7 】

( 7 ) メインダクト 2 3 ( 洗浄塔 2 ) の内壁面 2 3 a に設けた孔 3 1 について

本実施形態では、図 7 に示すように、洗浄塔 2 の内壁面 2 3 a に設けた孔 3 1 から洗浄液 3 を吐出させ、この内壁面 2 3 a に沿って洗浄液 3 の流れ 3 e を形成している。

【 0 1 3 8 】

このため図 5 に示すように、アウトノズル 2 5 とディフューザ 2 4 との間の通路を通過した排気ガス 4 の流れ 4 c と、内壁面 2 3 a に沿った洗浄液 3 の流れ 3 e とが、内壁面 2 3 a に沿った気液接触部 3 5 で気液接触する。一方アウトノズル 2 5 とディフューザ 2 4 との間の通路を通過した排気ガス 4 の流れ 4 c は、インナノズル 2 6 から噴出した洗浄液 3 の流れ 3 c と、インナノズル 2 6 下方の気液接触部 3 6 にて、気液接触する。このように気液接触が、ノズル 2 6 下方と、洗浄塔内壁面 2 3 a の両方で発生するので気液接触の効率が高まり除害効率が向上する。またたとえインナノズル 2 6 から噴出した洗浄液 3 のミスト、水蒸気が内壁面 2 3 a に飛散するようなことがあったとしても、内壁面 2 3 a に沿って洗浄液 3 の流れ 3 e が形成されているので、洗浄液 3 のミスト、水蒸気による副生成物 5 2 が内壁面 2 3 a に析出されることが防止される。

【 0 1 3 9 】

( 8 ) ディフューザ 2 4 に設けた孔 2 8 について

本実施形態では、図 6 に示すように、アウトノズルズル 2 5 の外側に、ディフューザ 2 4 を形成し、これらディフューザ 2 4 とノズル 2 6 間で形成された通路に排気ガス 4 を導き、この排気ガス 4 の通路に、孔 2 8 を介してパージ用窒素ガス 6 をパージすることにより旋回流 D を形成して負圧によって排気ガス 4 を通路下方に引き込むようにしている。

【 0 1 4 0 】

パージ用窒素ガス 6 を排気ガス 4 の通路にパージすることにより旋回流 D が形成され負圧が発生する。負圧が発生しているため、より多くの排気ガス 4 を下流に引き込むことができる。また旋回流 D であるためパージ用窒素ガス 6 が排気ガス 4 と接触する面積が大きく

10

20

30

40

50

なる。このためディフューザ 2 4 から排気ガス 4 をパージする効率が向上する。

【 0 1 4 1 】

このため排気ガス 4 がインナノズル 2 6 から噴出される洗浄液 3 と気液接触する効率が高まり除害効率が向上する。

【 0 1 4 2 】

本実施形態では、パージ用窒素ガス 6 の旋回流 D を形成することで排気ガス 4 を下流に引き込むようにしており、図 9 に示す従来技術のように排気ガス 4 を下流に引き込むために洗浄液 3 を噴出する速度を大きくする必要はない。このため洗浄液 3 の噴出速度が増大することによる洗浄液 3 の跳ね上がり、飛散の増大を抑制することができる。

【 0 1 4 3 】

このため本実施形態によれば、洗浄液 3 の跳ね上がり、飛散を大きくすることなく除害効率を向上させることができる。

【 0 1 4 4 】

なおパージ用窒素ガス 6 の供給量は、除害効率が最大になり副生成物 5 2 の析出量が最小になるように適宜設定されるが、たとえば 6 0 L / 分の流量で供給口 1 2 に供給される。

【 0 1 4 5 】

( 9 ) スライドノズル 2 7 とディフューザ 2 4 に形成された孔 2 8 との位置関係本実施形態では、図 1 に示すように、スライドノズル 2 7 が最上位に位置しているとき、ディフューザ 2 4 に形成された孔 2 8 の窒素ガス吹きだし方向に、スライドノズル 2 7 の先端部が位置するように配置されている。このためスライドノズル 2 7 による副生成物欠き落とし時にスライドノズル 2 7 先端に付着した副生成物 5 2 をパージ窒素ガス 6 によって吹き飛ばすことができる。

【 0 1 4 6 】

上述した ( 1 ) ~ ( 9 ) の構成は全て組み合わせる実施することが望ましいが、( 1 ) ~ ( 9 ) のうちいずれか 1 つのみの実施あるいは 2 以上を適宜組み合わせる実施も可能である。

【 0 1 4 7 】

ただしインサータ 2 9 を設けるという構成 ( 1 ) を必須の構成としてこの ( 1 ) に他の ( 2 ) ~ ( 9 ) のうち 1 または 2 以上を適宜組み合わせることが望ましい。

【 0 1 4 8 】

しかしパージ用窒素ガス 6 の旋回流 D を生成するという構成 ( 8 ) についてはインサータ 2 9 を設けるという構成 ( 1 ) と組み合わせることなく単独で実施してもよい。すなわちパージ用窒素ガス 6 の旋回流 D を生成するという構成 ( 8 ) を、インサータ 2 9 が設けられていない従来の洗浄塔、たとえば図 9 に示す従来技術の洗浄塔 5 0 に適用することができる。この場合には図 9 においてジェットノズル 5 1 から噴出される洗浄液 3 の速度を大きくすることなく、排気ガス 4 を下流に引き込むことができる。このため洗浄液 3 の跳ね上がり、飛散を大きくすることなく除害効率を向上させることができる。

【 0 1 4 9 】

また上述した実施形態では、半導体ウェーハをエピタキシャル成長する際に排出される排気ガス 4 を除害する場合を想定している。エピタキシャル成長炉に本発明の除害装置を適用した場合には、副生成物 5 2 の析出堆積量が少なくなり除害装置の分解清掃作業のメンテナンスサイクルが長くなるので、エピタキシャル成長炉のダウンタイムが減り稼働効率を向上させることができる。

【 0 1 5 0 】

しかし本実施形態の除害装置は、エピタキシャル成長炉の排気ガス処理に限定されるわけではなく、洗浄液と排気ガスとの気液接触により除害が行われ副生成物の析出堆積が問題となる炉であれば、任意の炉に対して適用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 図 1 は実施形態の洗浄塔の内部構成を示す図である。

【 図 2 】 図 2 は洗浄塔内部の各ノズルの下方先端の位置関係を示す図である。

10

20

30

40

50



【図3】図3(a)はノズルの先端から噴出される洗浄液の流れの様子を示す図であり、図3(b)は図3(a)を矢視Gからみた断面図であり、図3(c)は図3(a)に示すインサータを等価的に示す図である。

【図4】図4は図3に示すアウトノズルの先端を拡大して示す図である。

【図5】図5はインナノズルの下方で排気ガスと洗浄液とが気液接触する様子を示す図である。

【図6】図6は図1のA-A断面を示しており、パージ用窒素ガスによって旋回流が形成されている様子を示す図である。

【図7】図7は図1に示すメインダクトを斜視的に破断図として示す図である。

【図8】図8は実施形態の排気ガス処理装置の全体構成を示す図である。

10

【図9】図9は従来の洗浄塔の内部構成を示す図である。

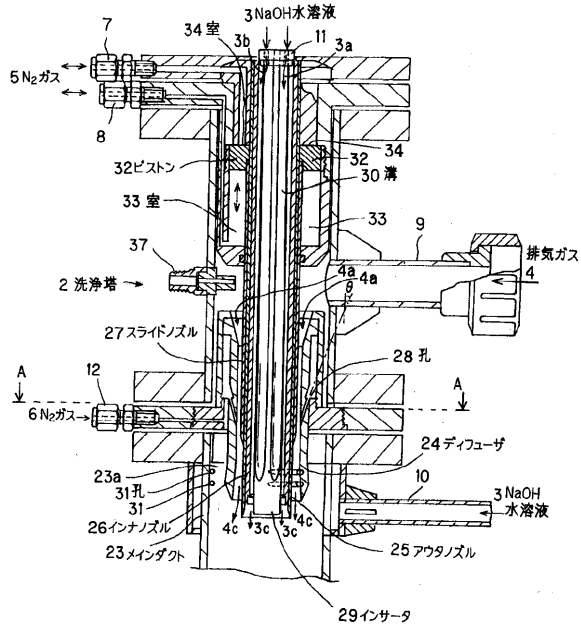
【符号の説明】

- 1 排気ガス処理装置
- 2 洗浄塔
- 3 洗浄液(苛性ソーダ水溶液)
- 5 アクチュエータ駆動用窒素ガス
- 6 パージ用窒素ガス
- 23 メインダクト
- 24 ディフューザ
- 25 アウトノズル
- 26 インナノズル
- 27 スライドノズル
- 28 孔
- 29 インサータ
- 29a 絞り部
- 30 溝
- 31 孔
- 32 ピストン
- 33 室
- 34 室
- 52 副生成物

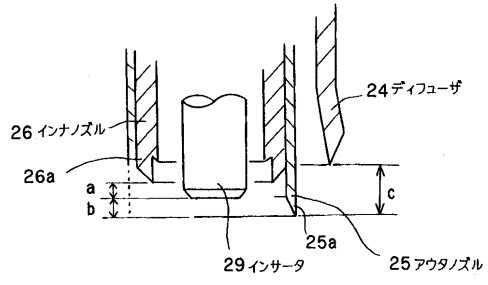
20

30

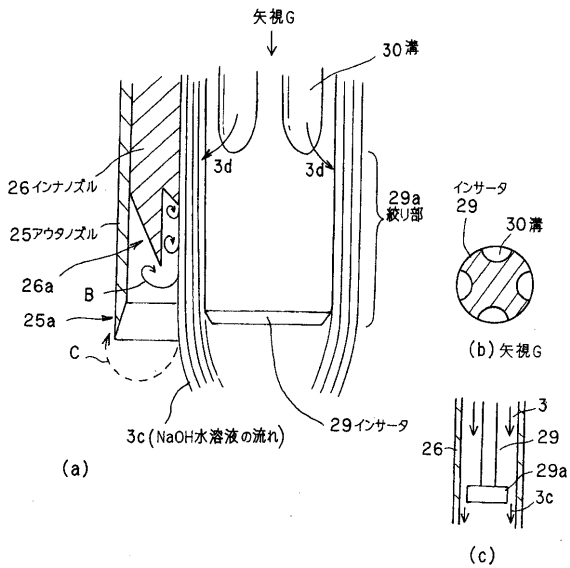
【図1】



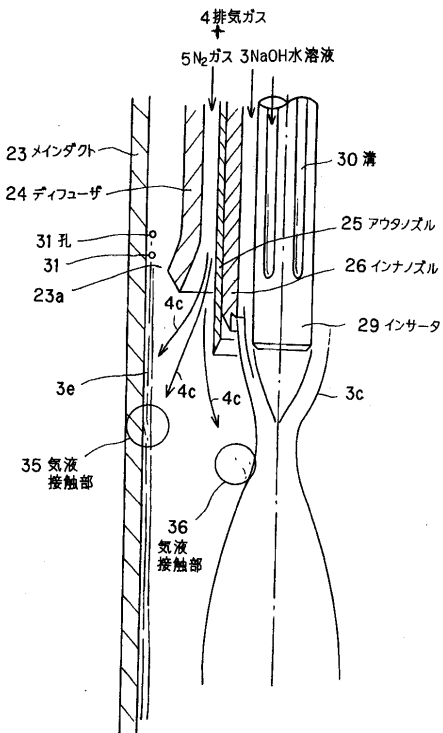
【図2】



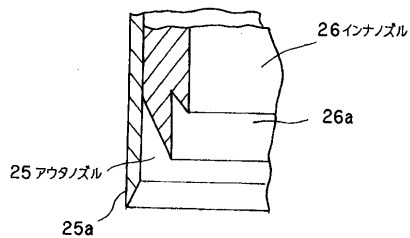
【図3】



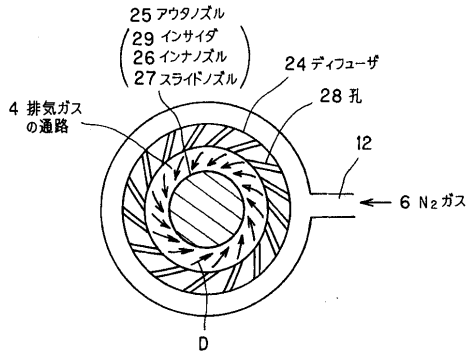
【図5】



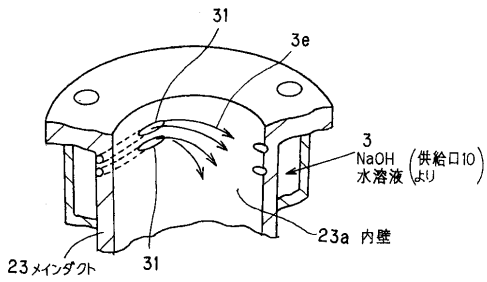
【図4】



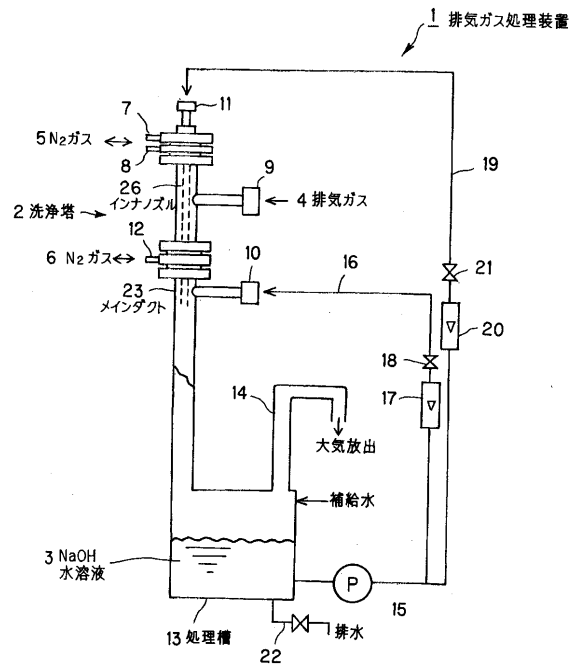
【図6】



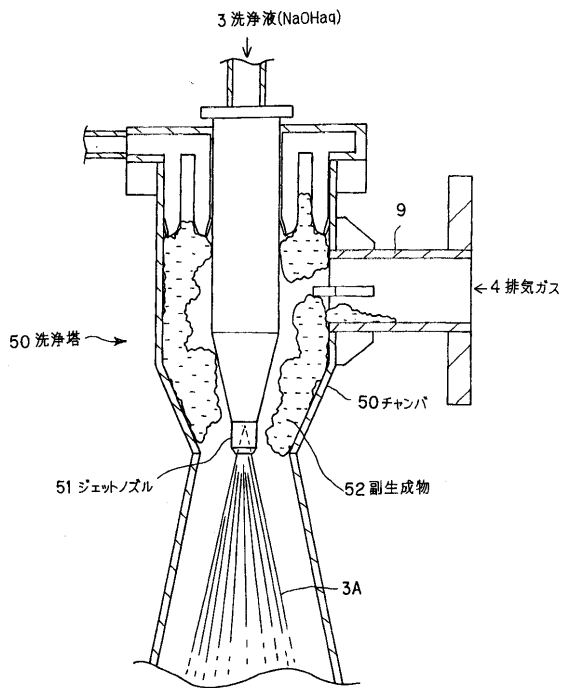
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭60-168517(JP,A)  
特開平10-024212(JP,A)  
特開2001-007034(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 53/14-53/18  
B01D 53/34-53/85  
B01J 10/00-10/02  
B01J 19/00-19/32  
B05B 1/00-3/18  
B05B 7/00-9/08