

明 細 書

発明の名称：水分発生用反応炉

技術分野

[0001] 本発明は、主として半導体製造装置において利用され、水素ガスと酸素ガスを反応させて水分を発生させる水分発生用反応炉に関する。

背景技術

[0002] 従来、この種の反応炉として、図6に示すような水分発生用反応炉1Cが知られている。この水分発生用反応炉1Cは、原料ガスの入口2を有する入口側炉本体部材3と水分ガスの出口4を有する出口側炉本体部材5とを対向状に溶接接合した反応炉本体6と、反応炉本体6の内部において出口4と対向状に配置されて反応炉本体6の内壁面と間隙G2を保持して固定された第1反射板7と、反応炉本体6の内部において原料ガスの入口2と対向状に配置されて反応炉本体6の内壁面と間隙G1を保持して固定された第2反射板8と、を備え、出口側炉本体部材5の内壁面に白金触媒層9がコーティングされている。なお、理解容易のために、白金触媒層を破線で誇張して図示している。

[0003] 上記構成の水分発生用反応炉1Cは、原料ガスの入口2を通じて反応炉本体6内に酸素ガス、水素ガスを供給し、水素ガスと酸素ガスとの着火点（500～580℃）より低い触媒反応温度（400℃以下）で白金触媒層9と触媒反応させることにより、燃焼させることなく、高純度の水分ガスを発生させ、水分ガス取出口から取り出すことができる。

[0004] また、図6に示す水分発生用反応炉1Cは、第1反射板7の周縁部で反応炉本体6の内壁面と対向する側にテーパ部10を設けることにより、予期しない発火燃焼を生じさせることなく、安定して水分を生成することができる。即ち、触媒反応は第1反射板7と反応炉本体6との間の間隙G2に入る部分で強く反応するため、テーパ部10を設けることにより、間隙G2に前記原料ガスが急激に流入しないようにして、強い触媒反応の発生を抑える

ことにより、温度の局所的な急上昇を防ぎ、発火を防止している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2000-169109号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記従来の水分発生用反応炉は、発火の危険性を防ぎつつ水分発生率98%を実現することができ、安定的に高い水分発生率が達成されている。しかしながら、発火の危険性を防ぎつつも、水分発生率を更に高めたいという要望がある。

[0007] そこで、本発明は、発火の危険性を防ぎつつ、より高い水分発生率を達成し得る水分発生用反応炉を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る水分発生用反応炉は、ガスの入口及び出口を有する反応炉本体と、前記出口に対向状に配設され、前記反応炉本体の内壁面と間隙を保持して前記反応炉本体内に固定されるとともに、前記反応炉本体の内壁面と対向する周縁部にテーパ部を有する第1反射板と、前記反応炉本体の内壁面にコーティングされた第1白金触媒層と、前記第1反射板の前記反応炉本体と対向する側であって前記テーパ部より内側の外表面にコーティングされた第2白金触媒層と、を備える。

[0009] 前記第1反射板と前記反応炉本体の内壁面との間に介在されて、前記間隙を保持するためのリング状スペーサと、前記リング状スペーサを通して前記第1反射板を前記反応炉本体に固定する固定ネジと、を更に備え、前記第2白金触媒層は、前記リング状スペーサが前記第1反射板と当接する部分を除く前記外表面にコーティングされていてもよい。

[0010] 前記第2白金触媒層は、前記リング状スペーサより内側にコーティングされ得る。

- [0011] 前記反応炉本体の内壁面全面及び前記第 1 反射板全面にバリア皮膜をコーティングした上に前記第 1 白金触媒層および前記第 2 白金触媒層がコーティングされていてもよい。
- [0012] 前記入口に対向状に配設され、前記反応炉本体の内壁面と間隙を保持して前記反応炉本体内に固定されるとともに、前記反応炉本体の内壁面と対向する周縁部にテーパ部を有する第 2 反射板を更に備え、前記第 2 反射板は、全面にバリア被膜がコーティングされ、白金触媒層がコーティングされていない構成としてもよい。

発明の効果

- [0013] 本発明によれば、前記第 1 反射板の前記反応炉本体と対向する側であって前記テーパ部より内側の外表面に第 2 白金触媒層をコーティングしたことにより、発火の危険性を防ぎつつ、より高い水分発生率を達成することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明に係る水分発生用反応炉の第 1 実施形態を示す断面図である。
- [図2]図 1 の部分拡大図である。
- [図3]図 1 の | | | - | | | 線断面図である。
- [図4]図 3 に示された形態の変更例を示す断面図である。
- [図5]本発明に係る水分発生用反応炉の第 2 実施形態を示す断面図である。
- [図6]従来の水分発生用反応炉を示す断面図である。

発明を実施するための形態

- [0015] 本発明に係る水分発生用反応炉の実施形態について、以下に図 1 ～図 5 を参照して説明する。なお、従来技術を含め、全図及び全実施例を通じて、同一又は類似の構成要素に同符号を付している。
- [0016] 図 1 を参照して、第 1 実施形態に係る水分発生用反応炉 1 A は、原料ガス（酸素及び水素）の入口 2 及び水分ガス及び未反応の原料ガスの出口 4 を有する反応炉本体 6 と、出口 4 に対向状に配設され、反応炉本体 6 の内壁面と間隙 G 2 を保持して反応炉本体 6 内に固定されるとともに、反応炉本体 6 の

内壁面と対向する周縁部にテーパー部 10 を有する第 1 反射板 7 と、反応炉本体 6 の内壁面にコーティングされた第 1 白金触媒層 9 と、第 1 反射板 7 の反応炉本体 6 と対向する側でテーパー部 10 より内側の外表面にコーティングされた第 2 白金触媒層 11 と、を備える。

[0017] 更に、水分発生用反応炉 1 A は、第 2 反射板 8 を備えている。第 2 反射板 8 は、入口 2 に対向状に配設され、反応炉本体 6 の内壁面と間隙 G1 を保持して反応炉本体 6 内に固定されるとともに、反応炉本体 6 の内壁面と対向する周縁部にテーパー部 12 を有する。第 2 反射板 8 は、入口 2 から流入した原料ガスを反応炉本体 6 内に効率よく拡散させる機能を有している。

[0018] 反応炉本体 6 は、入口側炉本体部材 3 と出口側炉本体部材 5 とが接合され、短い円柱状外形を有している。入口側炉本体部材 3 の凹部 3 a と出口側炉本体部材 5 の凹部 5 a とにより内部空間 P が形成されている。凹部 3 a 及び凹部 5 a の其々の周縁フランジ部 3 b、5 b が突合されて溶接されることにより接合されている。ガスの入口 2 は、入口側炉本体部材 3 に設けられている。水分ガスの出口 4 は、出口側炉本体部材 5 に設けられている。

[0019] 第 1 白金触媒層 9 は、出口側炉本体部材 5 に主としてコーティングされる。入口側炉本体部材 3 は、周縁フランジ部 3 b の内面に第 1 白金触媒層 9 をコーティングすることもできる。

[0020] 第 2 反射板 8 に白金触媒層をコーティングすると、ガスが炉内に入っすぐ間隙 G1 内で触媒反応を起こす。第 2 反射板 8 は炉本体に比べて熱容量が小さいため高温になりやすく、反応炉本体 6 のように外部に放熱することもできないため、第 2 反射板 8 に白金触媒層をコーティングすると、発火する可能性がある。従って、第 2 反射板 8 には白金触媒層をコーティングしないことが望ましい。

[0021] 第 2 反射板 8 及び第 1 反射板 7 は、何れも円板形状を有している。第 2 反射板 8 及び第 1 反射板 7 は、反応炉本体 6 の内壁面に間隙 G1、G2 を介して略平行に取り付けられており、テーパー部 10、12 は、外周側へ向かうにつれて反応炉本体 6 の内壁面との距離が拡がるように形成されている。

- [0022] 反応炉本体 6、第 1 反射板 7、及び第 2 反射板 8 は、ステンレス鋼によって形成することができるが、他の材料、例えば、ニッケル合金、アルミ合金、鉄-クロム-アルミ合金等によって形成することもできる。
- [0023] 反応炉本体 6 の内側面、第 1 反射板 7 の表面、及び第 2 反射板 8 の表面には、酸素及び水素に対して不活性なバリア被膜 13 が全面にコーティングされる。第 1 白金触媒層 9 及び第 2 白金触媒層 11 は、バリア被膜 13 の上にコーティングされている。バリア被膜は、反応炉本体 6 等を構成するステンレス等の母材中の不純物が外部に放出されることを阻止するとともに、白金触媒層内に拡散することを阻止し、白金触媒層の劣化を防止する。
- [0024] バリア被膜 13 は、公知の材料を用いることができる。バリア被膜として、例えば、 TiN 、 Al_2O_3 、 $TiCN$ 、 $TiAlN$ 、 Cr_2O_3 、 SiO_2 、 CrN 、 Y_2O_3 、或いは、 Y_2O_3 と他の金属酸化物 (Ta_2O_5 、 SiO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 HfO_2 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 Ce_2O_3 、 MgO 、 ThO_2) との混合材料が知られている。バリア被膜 13 は、イオンプレーティング法、イオンスパッタリング法、真空蒸着法等の PVD 法、化学蒸着法 (CVD 法)、ホットプレス法、或いは溶射法等により形成することができる。バリア被膜 13 の厚さは、 $0.1\ \mu m \sim 5\ \mu m$ 程度とすることができる。
- [0025] 第 1 白金触媒層 9 及び第 2 白金触媒層 11 は、真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタリング法、化学蒸着法、ホットプレス法等によって成膜することができる。第 1 白金触媒層 9 及び第 2 白金触媒層 11 の厚さは、 $0.1\ \mu m \sim 3\ \mu m$ とすることが好ましい。なお、理解容易のために、図 1 において白金触媒層を破線で誇張して示している。
- [0026] 第 1 反射板 7 は、リング状スペーサ 14 を介して固定ネジ 15 によって反応炉本体 6 に固定されている。固定ネジ 15 が通るリング状スペーサ 14 によって、第 1 反射板 7 と反応炉本体 6 の内壁面との間に間隙 G2 が保持されている。第 2 反射板 8 も同様に、リング状スペーサ 16 を介して固定ネジ 17 によって反応炉本体 6 に固定されている。間隙 G1、G2 は、 $0.5 \sim 1$

、0 mmとすることが好ましく、図示例では0.5 mmに設定されている。
リング状スペーサ14、16及び固定ネジ15、17の其々の表面にも前記
バリア被膜が設けられる。

[0027] 固定ネジ15は、第1反射板7のテーパ部10の半径方向内側に、テー
パ部10に沿って、所定角度間隔（例えば90°間隔で4カ所）で配設さ
れている。

[0028] 上記構成を有する水分発生用反応炉1Aは、第1反射板7に第2白金触媒
層11をコーティングすることにより、触媒反応が増加し、より高い水分発
生率が得られる。

[0029] テーパ部10は上記したように間隙G2に原料ガスが急激に入らないよ
うにして温度の激しい上昇を防いでいるが、第2白金触媒層11をテーパ
部10にもコーティングすると、第1白金触媒層9との反応と合わさって、
触媒反応が強くなり、温度が急上昇して発火する恐れがある。そのため、テ
ーパ部10を除く、テーパ部10より内側の面に第2白金触媒層11が
コーティングされる。

[0030] 更に、図示例においては、リング状スペーサ14の材質や、固定ネジ15
の締め付けトルクのバラツキ等によっては、固定ネジ15の締め付け時に、
リング状スペーサ14が第2白金触媒層11と接触する部分で、第2白金触
媒層11が損傷し、それが原因で発火する可能性も考えられる。そのため、
第2白金触媒層11は、リング状スペーサ14と接触する部分にコーティン
グしないことが好ましく、リング状スペーサ14より半径方向の内側に円形
状にコーティングすることが好ましい。また、リング状スペーサ14との
接触を確実に回避するためには、第2白金触媒層11は、リング状スペーサ
14から所定距離L（図2、図3）を離間させておくことが好ましい。距離
Lは、4～7 mmとすることができる。

[0031] 変更例として、図4に示すように、テーパ部10より内側の面を、リン
グ状スペーサ14との接触領域のみを除いて、第2白金触媒層11でコーテ
ィングすることもできる。なお、第1白金触媒層9もリング状スペーサ14

との接触領域のみを除いてコーティングすることができる。

[0032] 一方、間隙 G 2 に流入したガスは、出口 4 に近づくにつれて未反応ガスが減少し、間隙 G 2 の中程まで流れてくる未反応ガスは少なくなるので、第 1 反射板 7 と反応炉本体 6 の双方に白金触媒層があっても、発火に至るほどの反応（温度上昇）は生じない。それによって、発火の危険性を防ぎつつも、より高い水分発生率を得ることができる。

[0033] 図 5 は、本発明に係る水分発生用反応炉の第 2 実施形態を示している。第 2 実施形態の水分発生用反応炉 1 B は、やや厚めの第 1 反射板 7 を備えるが、第 1 実施形態の第 2 反射板 8 を備えておらず、その分、コンパクト化されている。第 2 実施形態のその他の構成は、第 1 実施形態と同様であるので、詳細な説明を省略する。

[0034] 本発明は、上記実施形態に限定解釈されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、種々の変更が可能である。

符号の説明

- [0035] 1 A, 1 B, 1 C 水分発生用反応炉
- 2 入口
 - 3 入口側炉本体部材
 - 4 出口
 - 5 出口側炉本体部材
 - 6 反応炉本体
 - 7 第 1 反射板
 - 8 第 2 反射板
 - 9 第 1 白金触媒層
 - 10 テーパー部
 - 11 第 2 白金触媒層
 - 14, 16 リング状スペーサ
 - 15, 17 固定ネジ

請求の範囲

- [請求項1] ガスの入口及び出口を有する反応炉本体と、
 前記出口に対向状に配設され、前記反応炉本体の内壁面と間隙を保持して前記反応炉本体内に固定されるとともに、前記反応炉本体の内壁面と対向する周縁部にテーパ部を有する第1反射板と、
 前記反応炉本体の内壁面にコーティングされた第1白金触媒層と、
 前記第1反射板の前記反応炉本体と対向する側であって前記テーパ部より内側の外表面にコーティングされた第2白金触媒層と、
 を備える、水分発生用反応炉。
- [請求項2] 前記第1反射板と前記反応炉本体の内壁面との間に介在されて、前記間隙を保持するためのリング状スペーサと、
 前記リング状スペーサを通して前記第1反射板を前記反応炉本体に固定する固定ネジと、
 を更に備え、
 前記第2白金触媒層は、前記リング状スペーサが前記第1反射板と当接する部分を除く前記外表面にコーティングされている、請求項1に記載の水分発生用反応炉。
- [請求項3] 前記第2白金触媒層は、前記リング状スペーサより内側にコーティングされている、請求項2に記載の水分発生用反応炉。
- [請求項4] 前記反応炉本体の内壁面全面及び前記第1反射板全面にバリア皮膜をコーティングした上に前記第1白金触媒層および前記第2白金触媒層がコーティングされている、請求項1に記載の水分発生用反応炉。
- [請求項5] 前記入口に対向状に配設され、前記反応炉本体の内壁面と間隙を保持して前記反応炉本体内に固定されるとともに、前記反応炉本体の内壁面と対向する周縁部にテーパ部を有する第2反射板を更に備え、
 前記第2反射板は、全面にバリア被膜がコーティングされ、白金触媒層がコーティングされていない、請求項1に記載の水分発生用反応炉。