

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2019-165108  
(P2019-165108A)

(43) 公開日 令和1年9月26日(2019.9.26)

(51) Int.Cl.

H O 1 L 21/205 (2006.01)  
C 2 3 C 16/44 (2006.01)

F I  
H O 1 L 21/205  
C 2 3 C 16/44

テーマコード (参考)  
4 K O 3 O  
5 F O 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2018-52022 (P2018-52022)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成30年3月20日 (2018. 3. 20)	(71) 出願人	317011920 東芝デバイス&ストレージ株式会社 東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	100119035 弁理士 池上 徹真
		(74) 代理人	100141036 弁理士 須藤 章
		(74) 代理人	100088487 弁理士 松山 允之
		(72) 発明者	中田 錬平 東京都港区芝浦一丁目1番1号 東芝デバイス&ストレージ株式会社内 最終頁に続く

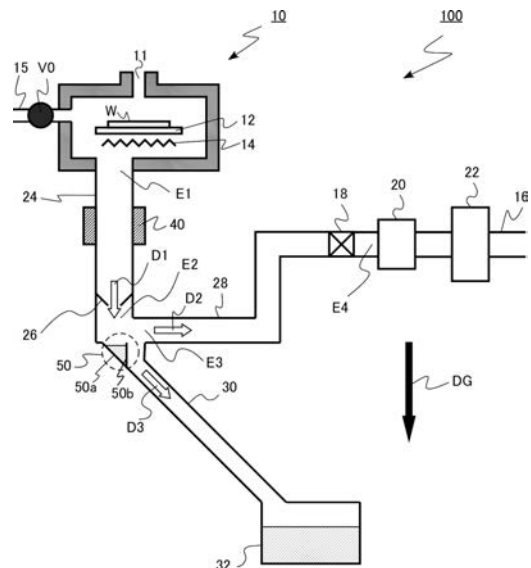
(54) 【発明の名称】 成膜装置及び気液分離装置

(57) 【要約】

【課題】排気管の閉塞や、排気ポンプの故障の抑制を可能とする成膜装置を提供する。

【解決手段】実施形態の成膜装置は、反応室と、第1の端部と第2の端部を有し、第1の端部が反応室に接続され、第2の端部の近傍において第1の方向に伸長し、第1の方向に対して垂直な面において第1の開口面積を有する第1の配管と、反応室との間に第1の配管が設けられ、第3の端部と第4の端部を有し、第3の端部の近傍において第1の方向と異なる第2の方向に伸長する第2の配管と、第1の配管の内部に設けられ、第1の方向に対して垂直な面において第1の開口面積よりも小さい第2の開口面積を有する狭窄部と、第2の端部の中心から第1の方向に仮想的に伸びる直線の上に位置する液体貯留部と、を備える。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

反応室と、

第 1 の端部と第 2 の端部を有し、前記第 1 の端部が前記反応室に接続され、前記第 2 の端部の近傍において第 1 の方向に伸長し、前記第 1 の方向に対して垂直な面において第 1 の開口面積を有する第 1 の配管と、

前記反応室との間に前記第 1 の配管が設けられ、第 3 の端部と第 4 の端部を有し、前記第 3 の端部の近傍において前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に伸長する第 2 の配管と、

前記第 1 の配管の内部に設けられ、前記第 1 の方向に対して垂直な面において前記第 1 の開口面積よりも小さい第 2 の開口面積を有する狭窄部と、

前記第 2 の端部の中心から前記第 1 の方向に仮想的に伸びる直線の上に位置する液体貯留部と、

を備える成膜装置。

**【請求項 2】**

前記反応室との間に前記第 1 の配管及び前記第 2 の配管が設けられ、前記反応室の内部を減圧するポンプを、更に備える請求項 1 記載の成膜装置。

**【請求項 3】**

前記液体貯留部は、前記第 1 の配管と前記第 2 の配管との間に設けられる請求項 1 又は請求項 2 記載の成膜装置。

**【請求項 4】**

前記液体貯留部は凹部を含む請求項 1 ないし請求項 3 いずれか一項記載の成膜装置。

**【請求項 5】**

前記凹部の前記第 1 の方向に対して垂直な面における第 3 の開口面積は、前記第 2 の開口面積よりも大きい請求項 4 記載の成膜装置。

**【請求項 6】**

前記液体貯留部は前記第 1 の方向に対して傾斜する傾斜面に設けられた土手を含む請求項 1 ないし請求項 5 いずれか一項記載の成膜装置。

**【請求項 7】**

前記液体貯留部よりも重力方向の下方に位置する貯留容器を、更に備える請求項 1 ないし請求項 6 いずれか一項記載の成膜装置。

**【請求項 8】**

前記液体貯留部と前記貯留容器との間に設けられる第 3 の配管を、更に備える請求項 7 記載の成膜装置。

**【請求項 9】**

前記第 3 の配管は、全領域において、前記貯留容器に向かって重力方向に傾斜する請求項 8 記載の成膜装置。

**【請求項 10】**

前記液体貯留部は、重力方向に凸となる屈曲構造を含む請求項 8 記載の成膜装置。

**【請求項 11】**

前記第 2 の配管と、前記第 3 の配管を接続する第 4 の配管を、更に備える請求項 10 記載の成膜装置。

**【請求項 12】**

第 1 の端部と第 2 の端部を有し、前記第 1 の端部に気体と液体の混合物が供給され、前記第 2 の端部の近傍において第 1 の方向に伸長し、前記第 1 の方向に対して垂直な面において第 1 の開口面積を有する第 1 の配管と、

前記第 1 の配管に接続され、第 3 の端部と第 4 の端部を有し、前記第 3 の端部の近傍において前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に伸長する第 2 の配管と、

前記第 1 の配管の内部に設けられ、前記第 1 の方向に対して垂直な面において前記第 1 の開口面積よりも小さい第 2 の開口面積を有する狭窄部と、

前記第 2 の端部の中心から前記第 1 の方向に仮想的に伸びる直線の上に位置する液体貯

10

20

30

40

50

留部と、  
を備える気液分離装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 の配管との間に前記第 2 の配管が設けられ、前記第 1 の配管、前記第 2 の配管及び前記液体貯留部を減圧するポンプを、更に備える請求項 1 2 記載の気液分離装置。

【請求項 1 4】

前記液体貯留部は、前記第 1 の配管と前記第 2 の配管との間に設けられる請求項 1 2 又は請求項 1 3 記載の気液分離装置。

【請求項 1 5】

前記液体貯留部は凹部を含む請求項 1 2 ないし請求項 1 4 いずれか一項記載の気液分離装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、成膜装置及び気液分離装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置や液晶装置を製造するための成膜装置では、反応性ガスを用いて基板上に膜の形成を行う。一般に、膜の形成は、基板の温度を上げて反応室に原料ガスなどの反応性ガスを流し、反応性ガスの流量や圧力を調整して行っている。反応室で消費されなかった反応性ガスや反応により生じた反応副生成物のガスを含む排出ガスは、反応室から排気管、排気ポンプ、除害装置などを通して成膜装置外に排出される。

20

【0003】

排出ガス中の反応副生成物は、反応室から排気管を通過する際に冷却されることで凝縮して液滴になる。この液滴が、排気管の閉塞や、排気ポンプの故障の原因になるという問題がある。また、排出ガスを除害装置により無害化处理する場合に、生成物として固体粒子が生じ、排気管が閉塞するという問題がある。排気管が閉塞したり、排気ポンプが故障したりすると、成膜装置のメンテナンス作業が必要となり、成膜装置の稼働率が低下する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2016 - 225411 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、排気管の閉塞や、排気ポンプの故障の抑制を可能とする成膜装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

一つの実施形態の成膜装置は、反応室と、第 1 の端部と第 2 の端部を有し、前記第 1 の端部が前記反応室に接続され、前記第 2 の端部の近傍において第 1 の方向に伸長し、前記第 1 の方向に対して垂直な面において第 1 の開口面積を有する第 1 の配管と、前記反応室との間に前記第 1 の配管が設けられ、第 3 の端部と第 4 の端部を有し、前記第 3 の端部の近傍において前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に伸長する第 2 の配管と、前記第 1 の配管の内部に設けられ、前記第 1 の方向に対して垂直な面において前記第 1 の開口面積よりも小さい第 2 の開口面積を有する狭窄部と、前記第 2 の端部の中心から前記第 1 の方向に仮想的に伸びる直線の上に位置する液体貯留部と、を備える。

【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 0 7 】

【図 1】第 1 の実施形態の成膜装置の一例の模式図。

【図 2】第 1 の実施形態の成膜装置の一部の拡大図。

【図 3】比較形態の成膜装置の模式図。

【図 4】第 1 の実施形態の成膜装置の作用及び効果の説明図。

【図 5】第 2 の実施形態の成膜装置の一例の模式図。

【図 6】第 3 の実施形態の成膜装置の一例の模式図。

【図 7】第 4 の実施形態の成膜装置の一例の模式図。

【図 8】第 4 の実施形態の成膜装置を用いた気液分離方法の説明図。

【図 9】第 4 の実施形態の成膜装置を用いた気液分離方法の説明図。

10

【図 10】第 4 の実施形態の成膜装置を用いた気液分離方法の説明図。

【図 11】第 4 の実施形態の成膜装置を用いた気液分離方法の説明図。

【図 12】第 4 の実施形態の成膜装置を用いた気液分離方法の説明図。

【図 13】第 4 の実施形態の成膜装置を用いた気液分離方法の説明図。

【図 14】第 4 の実施形態の成膜装置の作用及び効果の説明図。

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 0 8 】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施形態を説明する。なお、以下の説明では、同一又は類似の部材等には同一の符号を付し、一度説明した部材等については適宜その説明を省略する場合がある。

20

## 【 0 0 0 9 】

(第 1 の実施形態)

第 1 の実施形態の成膜装置は、反応室と、第 1 の端部と第 2 の端部を有し、第 1 の端部が反応室に接続され、第 2 の端部の近傍において第 1 の方向に伸長し、第 1 の方向に対して垂直な面において第 1 の開口面積を有する第 1 の配管と、反応室との間に第 1 の配管が設けられ、第 3 の端部と第 4 の端部を有し、第 3 の端部の近傍において第 1 の方向と異なる第 2 の方向に伸長する第 2 の配管と、第 1 の配管の内部に設けられ、第 1 の方向に対して垂直な面において第 1 の開口面積よりも小さい第 2 の開口面積を有する狭窄部と、第 2 の端部の中心から第 1 の方向に仮想的に伸びる直線の上に位置する液体貯留部と、を備える。

30

## 【 0 0 1 0 】

また、第 1 の実施形態の気液分離装置は、第 1 の端部と第 2 の端部を有し、第 1 の端部に気体と液体の混合物が供給され、第 2 の端部の近傍において第 1 の方向に伸長し、第 1 の方向に対して垂直な面において第 1 の開口面積を有する第 1 の配管と、第 1 の配管に接続され、第 3 の端部と第 4 の端部を有し、第 3 の端部の近傍において第 1 の方向と異なる第 2 の方向に伸長する第 2 の配管と、第 1 の配管の内部に設けられ、第 1 の方向に対して垂直な面において第 1 の開口面積よりも小さい第 2 の開口面積を有する狭窄部と、第 2 の端部の中心から第 1 の方向に仮想的に伸びる直線の上に位置する液体貯留部と、を備える。第 1 の実施形態の気液分離装置は、第 1 の実施形態の成膜装置から反応室を除いた構成を備える。第 1 の実施形態の気液分離装置では、反応室から排出される液滴を含む排出ガスが、気体と液体の混合物の一例となる。

40

## 【 0 0 1 1 】

図 1 は、第 1 の実施形態の成膜装置の一例の模式図である。第 1 の実施形態の一例の成膜装置は、半導体装置の製造用の成膜装置 100 である。第 1 の実施形態の成膜装置 100 は、枚葉式のエピタキシャル膜の成膜装置 100 である。

## 【 0 0 1 2 】

図 2 は、第 1 の実施形態の成膜装置 100 の一部の拡大図である。図 2 は、図 1 中、液体貯留部 50 を含む領域の拡大図である。

## 【 0 0 1 3 】

成膜装置 100 は、反応室 10、ガス供給口 11、ステージ 12、ヒータ 14、クリー

50

ニングガス供給管 15、排出部 16、圧力調整バルブ 18、排気ポンプ 20（ポンプ）、除害装置 22、第 1 の排気管 24（第 1 の配管）、オリフィス 26（狭窄部）、第 2 の排気管 28（第 2 の配管）、排液管 30（第 3 の配管）、排液タンク 32（貯留容器）、冷却部 40、液体貯留部 50 を備える。

【0014】

反応室 10 内には、ステージ 12 及びヒータ 14 が設けられる。ステージ 12 上にウェハ W が載置される。ヒータ 14 はウェハ W を加熱する。

【0015】

反応室 10 の上部にガス供給口 11 が設けられる。ガス供給口 11 から、原料ガスが反応室 10 内に供給される。

【0016】

反応室 10 の内部は、成膜時には、所望の圧力に減圧される。反応室 10 からは、反応室 10 で消費されなかった原料ガスや反応により生じた反応副生成物を含む排出ガスが排出される。

【0017】

クリーニングガス供給管 15 は、反応室 10 に接続される。クリーニングガス供給管 15 にはバルブ V0 が設けられる。クリーニングガス供給管 15 は、反応室 10 にクリーニングガスを供給する。クリーニングガスの供給により、反応室 10 での成膜が行われていない時に、第 1 の排気管 24、第 2 の排気管 28、液体貯留部 50 などのクリーニングが行われる。

【0018】

第 1 の排気管 24 は、反応室 10 と排気ポンプ 20 との間に設けられる。第 1 の排気管 24 は、反応室 10 と排液タンク 32 との間に設けられる。

【0019】

第 1 の排気管 24 は、第 1 の端部 E1 と第 2 の端部 E2 を有する。第 1 の端部 E1 は、反応室 10 に接続される。

【0020】

第 1 の排気管 24 は、少なくとも第 2 の端部 E2 の近傍において、第 1 の方向 D1 に伸長する。第 1 の排気管 24 は、第 1 の方向 D1 に対して垂直な面において、第 1 の開口面積 S1 を有する。例えば、図 2 に示すように、第 2 の端部 E2 の近傍の位置 P1 において、第 1 の開口面積 S1 を有する。

【0021】

成膜装置 100 では、第 1 の方向 D1 は重力方向（図 1 中の矢印 DG）と一致していることが望ましい。第 1 の排気管 24 内の排出ガスの移動方向は、第 1 の方向 D1 と一致する。

【0022】

反応室 10 から排出された排出ガスは、第 1 の排気管 24 を通過する。排出ガス中には、反応副生成物が含まれる。排出ガス中の反応副生成物の一部は、第 1 の排気管 24 内で冷却されて液化し、液滴となる。

【0023】

冷却部 40 は、第 1 の排気管 24 の周囲に設けられる。冷却部 40 は、第 1 の排気管 24 の中を冷却する機能を有する。冷却部 40 は、例えば、水冷管である。

【0024】

オリフィス 26 は、狭窄部の一例である。オリフィス 26 は、第 1 の排気管 24 の内部に設けられる。オリフィス 26 は、第 1 の方向 D1 に対して垂直な断面において第 2 の開口面積 S2 を有する。図 2 に示すように、位置 P2 において、オリフィス 26 は第 2 の開口面積 S2 を有する。

【0025】

第 2 の開口面積 S2 は第 1 の開口面積 S1 よりも小さい。例えば、第 2 の開口面積 S2 は第 1 の開口面積 S1 の 2.5% 以上 20% 以下である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 6 】

第 1 の排気管 2 4 の開口面積がオリフィス 2 6 部分で小さくなるため、反応室 1 0 から排出された排出ガスはオリフィス 2 6 で加速される。加速された排出ガスは、オリフィス 2 6 から第 1 の方向 D 1 に噴出される。

## 【 0 0 2 7 】

第 1 の排気管 2 4 は、第 2 の排気管 2 8 と排液管 3 0 とに分岐する。

## 【 0 0 2 8 】

第 2 の排気管 2 8 は、第 1 の排気管 2 4 と排気ポンプ 2 0 との間に設けられる。第 1 の排気管 2 4 は、反応室 1 0 と第 2 の排気管 2 8 との間に設けられる。第 2 の排気管 2 8 は、第 3 の端部 E 3 と第 4 の端部 E 4 を有する。

10

## 【 0 0 2 9 】

第 2 の排気管 2 8 は、少なくとも第 3 の端部 E 3 の近傍において第 1 の方向 D 1 と異なる第 2 の方向 D 2 に伸長する。例えば、第 1 の方向 D 1 と第 2 の方向 D 2 とのなす角度は 9 0 度である。第 4 の端部 E 4 は、排気ポンプ 2 0 に接続される。

## 【 0 0 3 0 】

排気ポンプ 2 0 は、第 2 の排気管 2 8 と排出部 1 6 との間に設けられる。排気ポンプ 2 0 は、反応室 1 0 の内部を減圧する機能を有する。排気ポンプ 2 0 は、例えば、真空ポンプである。

## 【 0 0 3 1 】

圧力調整バルブ 1 8 は、第 2 の排気管 2 8 と排気ポンプ 2 0 との間に設けられる。圧力調整バルブ 1 8 により、反応室 1 0 の内部を所望の圧力に調整することが可能である。

20

## 【 0 0 3 2 】

除害装置 2 2 は、排気ポンプ 2 0 と排出部 1 6 との間に設けられる。除害装置 2 2 は、例えば、燃焼式の除害装置である。

## 【 0 0 3 3 】

除害装置 2 2 は、反応室 1 0 から排出された排出ガスを無害化する。無害化された排出ガスは、排出部 1 6 から成膜装置 1 0 0 の外部に排出される。

## 【 0 0 3 4 】

排液管 3 0 は、第 1 の排気管 2 4 と排液タンク 3 2 との間に設けられる。排液管 3 0 は、第 2 の方向 D 2 と異なる第 3 の方向 D 3 に伸長する。第 3 の方向 D 3 は、例えば、第 1 の方向 D 1 と異なる。排液管 3 0 は、排液タンク 3 2 に接続される。

30

## 【 0 0 3 5 】

排液管 3 0 の少なくとも一部は、第 1 の方向 D 1 に対して斜行する。排液管 3 0 は、全領域において、水平又は排液タンク 3 2 に向かって重力方向に傾斜する。言い換えれば、排液タンク 3 2 に向かって、重力方向に逆らう方向に傾斜することはない。

## 【 0 0 3 6 】

排液タンク 3 2 は、貯留容器の一例である。排液タンク 3 2 は、液体貯留部 5 0 よりも重力方向の下方に位置する。排液タンク 3 2 は、反応副生成物に由来する排液を貯留する機能を有する。

## 【 0 0 3 7 】

排液タンク 3 2 には、排出ガスの一部を含む液体が貯留される。液体には、排出された排出ガスに由来する液滴が含まれる。排液タンク 3 2 に貯留された液体を除去することにより、成膜装置 1 0 0 から排出ガスの一部を含む液体が排出されることになる。

40

## 【 0 0 3 8 】

液体貯留部 5 0 は、第 2 の端部 E 2 の中心（図 2 中の G）から第 1 の方向 D 1 に仮想的に伸びる直線（図 2 中の L）の上に位置する。言い換えれば、液体貯留部 5 0 は、第 1 の排気管 2 4 の延長線上に位置する。第 2 の端部 E 2 の中心とは、第 2 の端部 E 2 の第 1 の方向 D 1 に垂直な断面の幾何学的重心である。例えば、断面が円形の場合は、円の中心である。液体貯留部 5 0 は、オリフィス 2 6 の開口部の中心から第 1 の方向 D 1 に仮想的に伸びる直線（図 2 中の L に同じ）の上に位置する。

50

## 【 0 0 3 9 】

液体貯留部 5 0 は、第 1 の排気管 2 4 と第 2 の排気管 2 8 との間に設けられる。液体貯留部 5 0 は、第 1 の排気管 2 4 と排液管 3 0 との間に設けられる。液体貯留部 5 0 は、第 1 の排気管 2 4 から第 2 の排気管 2 8 と排液管 3 0 とに分岐する部分に設けられる。

## 【 0 0 4 0 】

液体貯留部 5 0 は、第 1 の方向 D 1 に対して傾斜した傾斜面 5 0 a に設けられた土手 5 0 b を有する。土手 5 0 b は、例えば、傾斜面 5 0 a に接続された板状の部材である。傾斜面 5 0 a と土手 5 0 b により凹部が形成される。

## 【 0 0 4 1 】

液体貯留部 5 0 は、排出ガスに含まれる反応副生成物の液滴を捕捉する機能を有する。液体貯留部 5 0 は、液滴を捕捉し液体として貯め、液面を形成する。液体貯留部 5 0 の土手 5 0 b から溢れた反応副生成物の液滴は、排液管 3 0 を通って、排液タンク 3 2 に貯留される。

10

## 【 0 0 4 2 】

傾斜面 5 0 a と土手 5 0 b により形成される凹部は、第 3 の開口面積 S 3 を有する。図 2 に示すように、位置 P 3 において、凹部は第 3 の開口面積 S 3 を有する。第 3 の開口面積 S 3 は、第 1 の方向 D 1 に対して垂直な面における液体貯留部 5 0 の開口面積である。第 3 の開口面積 S 3 は、例えば、第 2 の開口面積 S 2 よりも大きい。

## 【 0 0 4 3 】

以下、第 1 の実施形態の成膜装置 1 0 0 を用いた気液分離方法について説明する。ウェハ W 上にシリコンのエピタキシャル膜を形成する場合を例に説明する。

20

## 【 0 0 4 4 】

まず、反応室 1 0 にウェハ W を搬入し、ステージ 1 2 の上に載置する。次に、ガス供給口 1 1 から水素 ( $H_2$ ) を流しながら、排気ポンプ 2 0 を用いて反応室 1 0 の内部を減圧状態にする。反応室 1 0 内の圧力は、圧力調整バルブ 1 8 を用いて所望の圧力に調整する。また、ヒータ 1 4 を用いてウェハ W を、例えば、1 0 0 0 °C に加熱する。

## 【 0 0 4 5 】

次に、ガス供給口 1 1 から原料ガスを反応室 1 0 内に供給し、ウェハ W の表面にシリコンのエピタキシャル膜を形成する。原料ガスは、例えば、ジクロロシラン ( $SiH_2Cl_2$ )、水素 ( $H_2$ )、及び、塩化水素 ( $HCl$ ) である。

30

## 【 0 0 4 6 】

シリコンのエピタキシャル膜を形成する際、反応副生成物として、トリクロロシラン ( $SiHCl_3$ )、テトラクロロシラン ( $SiCl_4$ )、テトラクロロジシラン ( $Si_2H_2Cl_4$ )、ヘキサクロロジシラン ( $Si_2Cl_6$ )、オクタクロロトリシラン ( $Si_3Cl_8$ ) などのクロロシラン類やクロロシランポリマー類 ( $Si_xH_yCl_z$ : x は 2 以上) のガスが生成される。クロロシランポリマー類は、シリコン原子が 2 個以上結合した主鎖を有し、シリコン原子上の置換基が塩素又は水素となっている分子化合物、又は、それらの分子化合物が複数種類混合した物質を意味する。

## 【 0 0 4 7 】

反応副生成物のガス、及び、成膜に用いられなかった原料ガスが反応室 1 0 から排出されるガスに含まれることになる。

40

## 【 0 0 4 8 】

反応副生成物のガスや原料ガスの分子量が高いほど、同一圧力での沸点が高くなる。例えば、原料ガスのジクロロシランの標準沸点は約 8 °C であるのに対し、トリクロロシランの標準沸点は約 3 1 °C、テトラクロロシランの標準沸点は約 5 7 °C である。更に分子量が大きいクロロシランポリマー類の標準沸点は、更に高くなる。

## 【 0 0 4 9 】

排出ガスが反応室 1 0 の外に排出されると、排出ガスが冷却され、最初に沸点の高いクロロシランポリマー類のガスが凝縮して液化し液滴を形成する。さらに排出ガスの冷却が進むと、沸点の低いクロロシランポリマー類のガスやクロロシラン類のガスが凝縮して液

50

化し液滴を形成する。また、一部のクロロシランポリマー類のガスは昇華、あるいは、液化を経て凝固し、固体粒子となる場合がある。

【 0 0 5 0 】

反応室 1 0 から排出された排出ガスは、第 1 の排気管 2 4 の中で冷却部 4 0 により冷却され、液滴が更に成長する。

【 0 0 5 1 】

液滴を含む排出ガスはオリフィス 2 6 で加速される。加速された排出ガスは、オリフィス 2 6 から第 1 の方向 D 1 に噴出される。

【 0 0 5 2 】

加速された液滴は、液体貯留部 5 0 の傾斜面 5 0 a に衝突し傾斜面 5 0 a に付着する。傾斜面 5 0 a に付着した液滴は、傾斜面 5 0 a と土手 5 0 b により形成される凹部に溜まり液面を形成する。

【 0 0 5 3 】

液体貯留部 5 0 に液面が形成された後は、加速された液滴は液面に衝突し液体と一体化する。液面が土手 5 0 b の高さを超えると、液体は排液管 3 0 を流れて、排液タンク 3 2 に流れ込み貯留される。

【 0 0 5 4 】

液滴が分離された排出ガスは、除害装置 2 2 で無害化され、排出部 1 6 から成膜装置 1 0 0 の外部に排出される。

【 0 0 5 5 】

次に、第 1 の実施形態の成膜装置 1 0 0 の作用及び効果について説明する。

【 0 0 5 6 】

一般的な成膜装置において、反応副生成物のガス、及び、成膜に用いられなかった原料ガスを含む排出ガスは、反応室から排気管、排気ポンプ、除害装置などを通して成膜装置外に排出される。

【 0 0 5 7 】

排出ガス中の反応副生成物は、反応室から排気管を通過する際に冷却されることで凝縮して液滴になる。この液滴が、排気管の閉塞や、排気ポンプの故障の原因になるという問題がある。また、排出ガスを除害装置により無害化処理する場合に、生成物として固体粒子が生じ、排気管が閉塞するという問題がある。

【 0 0 5 8 】

排気管が閉塞したり、排気ポンプが故障したりすると、成膜装置のメンテナンス作業が必要となり、成膜装置の稼働率が低下する。また、排出ガスに由来する液滴には、有害ガスを発生する物質や、発火性がある物質もあり、メンテナンス作業に危険が伴う場合もある。このため、排出ガスに由来する液滴に起因する、排気管の閉塞や、排気ポンプの故障を抑制することが望まれる。

【 0 0 5 9 】

図 3 は、比較形態の成膜装置の模式図である。比較形態の成膜装置は、半導体装置の製造用の成膜装置 9 0 0 である。比較形態の成膜装置 9 0 0 は、枚葉式のエピタキシャル膜の成膜装置 9 0 0 である。

【 0 0 6 0 】

比較形態の成膜装置 9 0 0 は、液体貯留部 5 0 を備えない点で第 1 の実施形態の成膜装置 1 0 0 と異なっている。

【 0 0 6 1 】

比較形態の成膜装置 9 0 0 は、オリフィス 2 6 から噴射され加速された反応副生成物の液滴を、排液管 3 0 の傾斜面に衝突させる。これにより、液滴を集中的に捕捉し、反応副生成物の液滴を効率的に捕集することを狙っている。捕捉された液滴は、排液管 3 0 に沿って排液タンク 3 2 に流れ込み貯留される。

【 0 0 6 2 】

しかし、液滴の速度が速く液滴の運動エネルギーが大きい場合、液滴が排液管 3 0 の傾

10

20

30

40

50



斜面で跳ね返ることにより、液滴の捕捉効率が低下するおそれがある。

【 0 0 6 3 】

図 4 は、第 1 の実施形態の成膜装置の作用及び効果の説明図である。原料ガスの積算供給量と、排液タンク 3 2 に貯留された液体の捕集量との関係を示す。比較形態に比べ、第 1 の実施形態の場合、一定時間経過後から捕集量が増大することが分かる。

【 0 0 6 4 】

第 1 の実施形態の成膜装置 1 0 0 では、オリフィス 2 6 から第 1 の方向 D 1 に噴出された排出ガス中の反応副生成物の液滴は、オリフィス 2 6 の直下に存在する液体貯留部 5 0 に捕捉される。液体貯留部 5 0 には、傾斜面 5 0 a と土手 5 0 b により凹部が形成されている。傾斜面 5 0 a と土手 5 0 b により形成された凹部に液滴が溜まり、液面を有する液溜まりが形成される。

10

【 0 0 6 5 】

液滴が液面に衝突することにより、液滴と液体が一体化し、液滴の跳ね返りが抑制されると考えられる。このため、液滴の捕集効率が向上すると考えられる。凹部に液滴が溜まり、液面を形成した時点から液滴の捕集効率が上昇し始めると考えられる。

【 0 0 6 6 】

なお、液滴と液体を一体化させ、液滴の跳ね返りを抑制する観点から、排出ガスの密度が低いことが好ましい。オリフィス 2 6 で加速された排出ガスの風圧は、排出ガスの密度と速度に比例する。排出ガスの密度を低くすることで排出ガスの速度があがっても風圧の影響が抑制され、液滴と液体の一体化が促進されると考えられる。

20

【 0 0 6 7 】

排出ガスの密度は、排出ガスを減圧すること、又は、排出ガスの質量を軽くすることで低くできる。したがって、液体貯留部 5 0 は大気圧未満に減圧されていることが好ましい。また、排出ガスの主成分が質量の軽い水素又はヘリウムであることが好ましい。

【 0 0 6 8 】

以上、第 1 の実施形態によれば、液滴が液面に衝突することにより液滴と液体が一体化し、排出ガスに含まれる反応副生成物の液滴の捕集効率が向上する。したがって、排気管の閉塞や、排気ポンプの故障の抑制を可能とする成膜装置を提供することが可能となる。

【 0 0 6 9 】

( 第 2 の実施形態 )

30

第 2 の実施形態の成膜装置及び気液分離装置は、液体貯留部が底面を有する筒形状の構造を有する点で、第 1 の実施形態と異なる。以下、第 1 の実施形態と重複する内容については記述を省略する。

【 0 0 7 0 】

図 5 は、第 2 の実施形態の成膜装置の一例の模式図である。第 2 の実施形態の一例の成膜装置は、半導体装置の製造用の成膜装置 2 0 0 である。第 2 の実施形態の成膜装置 2 0 0 は、枚葉式のエピタキシャル膜の成膜装置 2 0 0 である。

【 0 0 7 1 】

成膜装置 2 0 0 は、反応室 1 0、ガス供給口 1 1、ステージ 1 2、ヒータ 1 4、クリーニングガス供給管 1 5、排出部 1 6、圧力調整バルブ 1 8、排気ポンプ 2 0 ( ポンプ )、除害装置 2 2、第 1 の排気管 2 4 ( 第 1 の配管 )、オリフィス 2 6 ( 狭窄部 )、第 2 の排気管 2 8 ( 第 2 の配管 )、排液管 3 0 ( 第 3 の配管 )、排液タンク 3 2 ( 貯留容器 )、冷却部 4 0、液体貯留部 5 0 を備える。

40

【 0 0 7 2 】

液体貯留部 5 0 は、底面を有する筒形状の構造である。液体貯留部 5 0 は、底面を有する筒形状の凹部を有する。

【 0 0 7 3 】

液体貯留部 5 0 は、排出ガスに含まれる反応副生成物の液滴を捕捉する機能を有する。液体貯留部 5 0 は、液滴を捕捉し液体として貯める。液体貯留部 5 0 は、液体を貯めることで液面を形成する。液体貯留部 5 0 から溢れた反応副生成物の液滴は、排液管 3 0 を通

50

って、排液タンク 32 に貯留される。

【0074】

第2の実施形態によれば、第1の実施形態同様、液滴が液面に衝突することにより液滴と液体が一体化し、排出ガスに含まれる反応副生成物の液滴の捕集効率が向上する。したがって、排気管の閉塞や、排気ポンプの故障の抑制を可能とする成膜装置を提供することが可能となる。

【0075】

(第3の実施形態)

第3の実施形態の成膜装置及び気液分離装置は、排液管 30、及び、排液タンク 32 を備えない点で、第2の実施形態と異なる。以下、第1の実施形態及び第2の実施形態と重複する内容については記述を省略する。

10

【0076】

図6は、第3の実施形態の成膜装置の一例の模式図である。第3の実施形態の一例の成膜装置は、半導体装置の製造用の成膜装置 300 である。第3の実施形態の成膜装置 300 は、枚葉式のエピタキシャル膜の成膜装置 300 である。

【0077】

成膜装置 300 は、反応室 10、ガス供給口 11、ステージ 12、ヒータ 14、クリーニングガス供給管 15、排出部 16、圧力調整バルブ 18、排気ポンプ 20 (ポンプ)、除害装置 22、第1の排気管 24 (第1の配管)、オリフィス 26 (狭窄部)、第2の排気管 28 (第2の配管)、冷却部 40、液体貯留部 50 を備える。

20

【0078】

液体貯留部 50 は、底面を有する筒形状である。液体貯留部 50 は、排出ガスに含まれる反応副生成物の液滴を捕捉する機能を有する。液体貯留部 50 は、液滴を捕捉し液体として貯め液面を形成する。

【0079】

例えば、液体貯留部 50 が液体で満たされる前に、液体貯留部 50 を取り外し、液体貯留部 50 に溜まった液体を除去する。

【0080】

第3の実施形態によれば、第1の実施形態同様、液滴が液面に衝突することにより液滴と液体が一体化し、排出ガスに含まれる反応副生成物の液滴の捕集効率が向上する。したがって、排気管の閉塞や、排気ポンプの故障の抑制を可能とする成膜装置を提供することが可能となる。

30

【0081】

(第4の実施形態)

第4の実施形態の成膜装置及び気液分離装置は、重力方向に凸となる屈曲構造を含む点で、第1ないし第3の実施形態と異なる。以下、第1ないし第3の実施形態と重複する内容については記述を省略する。

【0082】

図7は、第4の実施形態の成膜装置の一例の模式図である。第4の実施形態の一例の成膜装置は、半導体装置の製造用の成膜装置 400 である。第4の実施形態の成膜装置 400 は、枚葉式のエピタキシャル膜の成膜装置 400 である。

40

【0083】

成膜装置 400 は、反応室 10、ガス供給口 11、ステージ 12、ヒータ 14、クリーニングガス供給管 15、排出部 16、圧力調整バルブ 18、排気ポンプ 20 (ポンプ)、除害装置 22、第1の排気管 24 (第1の配管)、オリフィス 26 (狭窄部)、第2の排気管 28 (第2の配管)、排液管 30 (第3の配管)、排液タンク 32 (貯留容器)、接続管 36 (第4の配管)、冷却部 40、液体貯留部 50、圧送ガス供給管 52、排液圧送管 54 を備える。

【0084】

液体貯留部 50 は U 字型配管 50c (U-shaped pipe) を含む。U 字型配

50

管 50c は、重力方向 DG に凸となる屈曲構造の一例である。U 字型配管は、重力方向 DG に凸領域が向くように配置されている。

【0085】

クリーニングガス供給管 15 は、バルブ V0 を有する。U 字型配管 50c は、バルブ V1 を有する。接続管 36 は、バルブ V2 を有する。圧送ガス供給管 52 は、バルブ V3 を有する。排液圧送管 54 はバルブ V4 を有する。

【0086】

以下、第 4 の実施形態の成膜装置 400 を用いた気液分離方法について説明する。ウェハ W 上にシリコンのエピタキシャル膜を形成する場合を例に説明する。第 1 の実施形態の気液分離方法と重複する内容については記述を一部省略する。

10

【0087】

図 8、図 9、図 10、図 11、図 12、図 13 は、第 4 の実施形態の成膜装置 400 を用いた気液分離方法の説明図である。図 8、図 9、図 10、図 11、図 12、図 13 において、バルブ V0、V1、V2、V3、V4 が白丸の場合はバルブが開いている状態、黒丸の場合はバルブが閉じている状態を表す。

【0088】

まず、反応室 10 にウェハ W を搬入し、ステージ 12 の上に載置する。次に、ガス供給口 11 から水素 ( $H_2$ ) を流しながら、排気ポンプ 20 を用いて反応室 10 の内部を減圧状態にする。反応室 10 内の圧力は、圧力調整バルブ 18 を用いて所望の圧力に調整する。バルブ V3 とバルブ V4 は閉じている。バルブ V1 とバルブ V2 を開いて、排液タンク 32 も減圧する (図 8)。

20

【0089】

次に、ヒータ 14 を用いてウェハ W を、例えば、1000 に加熱する。

【0090】

次に、ガス供給口 11 から原料ガスを反応室 10 内に供給し、ウェハ W の表面にシリコンのエピタキシャル膜を形成する。原料ガスは、例えば、ジクロロシラン ( $SiH_2Cl_2$ )、水素 ( $H_2$ )、及び、塩化水素 ( $HCl$ ) である。

【0091】

シリコンのエピタキシャル膜を形成する際、反応副生成物として、トリクロロシラン ( $SiHCl_3$ )、テトラクロロシラン ( $SiCl_4$ )、テトラクロロジシラン ( $Si_2H_2Cl_4$ )、ヘキサクロロジシラン ( $Si_2Cl_6$ )、オクタクロロトリシラン ( $Si_3Cl_8$ ) などのクロロシラン類やクロロシランポリマー類 ( $Si_xH_yCl_z$ : x は 2 以上) のガスが生成される。

30

【0092】

反応副生成物のガス、及び、成膜に用いられなかった原料ガスが反応室 10 から排出されるガスに含まれることになる。

【0093】

排出ガスが反応室 10 の外に排出されると、排出ガスが冷却され、最初に沸点の高いクロロシランポリマー類のガスが凝縮して液化し液滴を形成する。さらに排出ガスの冷却が進むと、沸点の低いクロロシランポリマー類のガスやクロロシラン類のガスが凝縮して液化し液滴を形成する。

40

【0094】

反応室 10 から排出された排出ガスは、第 1 の排気管 24 の中で冷却部 40 により冷却され、液滴が更に成長する。

【0095】

液滴を含む排出ガスはオリフィス 26 で加速される。加速された排出ガスは、オリフィス 26 から第 1 の方向 D1 に噴出される。

【0096】

加速された液滴は、液体貯留部 50 の傾斜面 50a に衝突し傾斜面 50a に付着する。傾斜面 50a に付着した液滴は、傾斜面 50a に沿って流れ、U 字型配管 50c の底に溜

50

まり始める。一定の時間が経過すると液面が形成される（図 9）。

【 0 0 9 7 】

さらに液体が溜まると、オリフィス 2 6 の直下にも液面が形成される（図 1 0）。オリフィス 2 6 の直下に液面が形成されると、加速された液滴は液面に衝突し液体と一体化して捕捉される。

【 0 0 9 8 】

液面が U 字型配管 5 0 c と排液管 3 0 との間の段差を超えると、液体は排液管 3 0 を流れて、排液タンク 3 2 に流れ込み貯留される。その後、オリフィス 2 6 の直下の液面の高さは一定に保たれる。

【 0 0 9 9 】

シリコンのエピタキシャル膜の形成が終了した後、バルブ V 1 とバルブ V 2 を閉じる。そして、バルブ V 3 とバルブ V 4 を開ける。圧送ガス供給管 5 2 から排液タンク 3 2 に圧送ガスを供給し、排液タンク 3 2 に溜まった液体を排液圧送管 5 4 から外に圧送する（図 1 1）。圧送ガスは、例えば、窒素ガスである。

【 0 1 0 0 】

液体の圧送が終了した後、バルブ V 3 とバルブ V 4 を閉める。また、バルブ V 1 とバルブ V 2 を開いて、次のシリコンエピタキシャル膜の成長と、排気ガスからの液滴の分離と捕集を繰り返す（図 1 2）。

【 0 1 0 1 】

原料ガスの積算流量が規定量に達し、反応室 1 0、第 1 の排気管 2 4、第 2 の排気管 2 8、液体貯留部 5 0 などのクリーニングを行う場合、バルブ V 1 とバルブ V 2 を閉じ。バルブ V 0 を開ける（図 1 3）。そして、反応室 1 0 に接続されるクリーニングガス供給管 1 5 からクリーニングガスを供給する。クリーニングガスは、例えば、三フッ化塩素（ $\text{ClF}_3$ ）ガスである。

【 0 1 0 2 】

反応室 1 0、第 1 の排気管 2 4、第 2 の排気管 2 8、液体貯留部 5 0 などのクリーニングを行うことで、排気管の閉塞や、排気ポンプ 2 0 の故障が更に抑制される。クリーニングの際には、液体貯留部 5 0 のバルブ V 1 より反応室 1 0 側に溜まった液体も除去される。

【 0 1 0 3 】

クリーニングを行った後、バルブ V 1 とバルブ V 2 を開いて、次のシリコンエピタキシャル膜の成長と、排気ガスからの液滴の分離と捕集を行う。その際、液体貯留部 5 0 のバルブ V 1 より排液管 3 0 側に溜まった液体が、バルブ V 1 を通って反応室 1 0 側に溜まる。

したがって、オリフィス 2 6 の直下に液面が形成するまでの時間が短くなる。

【 0 1 0 4 】

図 1 4 は、第 4 の実施形態の成膜装置の作用及び効果の説明図である。クリーニング後の原料ガスの積算供給量と、排液タンク 3 2 に貯留された液体の捕集量との関係を示す。第 1 の実施形態及び比較形態の場合も示す。

【 0 1 0 5 】

第 4 の実施形態の場合、第 1 の実施形態に比べ、捕集量が増大し始めるまでの時間が短くなる。これは、オリフィス 2 6 の直下に液面が形成するまでの時間が短くなることに起因すると考えられる。

【 0 1 0 6 】

また、第 4 の実施形態の場合、第 1 の実施形態及び比較形態に比べ、液体の捕集量が増加する。したがって、排気管の閉塞や、排気ポンプ 2 0 の故障が更に抑制される。

【 0 1 0 7 】

また、第 4 の実施形態では、液体貯留部 5 0 の液面で捕捉された液滴による液体の増加体積分が、即時に U 字型配管 5 0 c と排液管 3 0 との間の段差を超えて、排液タンク 3 2 に流れ込む。したがって、例えば、原料ガスの成分比率や、ウェハ温度などの成膜条件を

10

20

30

40

50

変えた場合の捕集量の変化を容易に観察できる。

【0108】

例えば、第1の実施形態の場合は、液体貯留部50の液面で捕集された液滴は、排液管30の斜面を流れて排液タンク32に貯留されるので、液滴の液体貯留部50での捕捉から排液タンク32の貯留までにタイムラグが生じる。

【0109】

第4の実施形態においては、例えば、U字型配管50c以外の配管構造で、重力方向D<sub>G</sub>に凸となる屈曲構造を形成しても構わない。

【0110】

第1ないし第4の実施形態においては、狭窄部の一例としてオリフィス26を例に説明したが、狭窄部は開口面積が狭くなる構造であれば、オリフィス26に限定されない。例えば、開口面積の狭い配管であっても構わない。

10

【0111】

第1ないし第4の実施形態においては、成膜装置として、半導体装置を製造する成膜装置を例に説明したが、本発明は、例えば、液晶装置を製造する成膜装置にも適用することが可能である。

【0112】

また、第1ないし第4の実施形態では、気液分離装置を、成膜装置に適用する場合を例に説明したが、第1ないし第4の実施形態の気液分離装置は、気体と液体の混合物から液体を分離する用途に広く用いることができる。例えば、液滴が含まれる気体から、液滴を分離する用途に広く用いることができる。例えば、コンプレッサの排出ガス中に含まれるオイルの液滴を分離する用途に適用できる。また、例えば、車両等のエンジンからの排出ガス中に含まれるオイルの液滴を分離する用途に適用できる。また、例えば、燃料電池の排気ガス中に含まれる水を分離する用途に適用できる。また、例えば、空気清浄器の排気ガス中に含まれる水を分離する用途に適用できる。

20

【0113】

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。例えば、一実施形態の構成要素を他の実施形態の構成要素と置き換え又は変更してもよい。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、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。

30

【符号の説明】

【0114】

- 10 反応室
- 20 排気ポンプ（ポンプ）
- 24 第1の排気管（第1の配管）
- 26 オリフィス（狭窄部）
- 28 第2の排気管（第2の配管）
- 30 排液管（第3の配管）
- 32 排液タンク（貯留容器）
- 36 接続管（第4の配管）
- 50 液体貯留部
- 50a 傾斜面
- 50b 土手
- 50c U字型配管（屈曲構造）
- D1 第1の方向
- D2 第2の方向
- D3 第3の方向

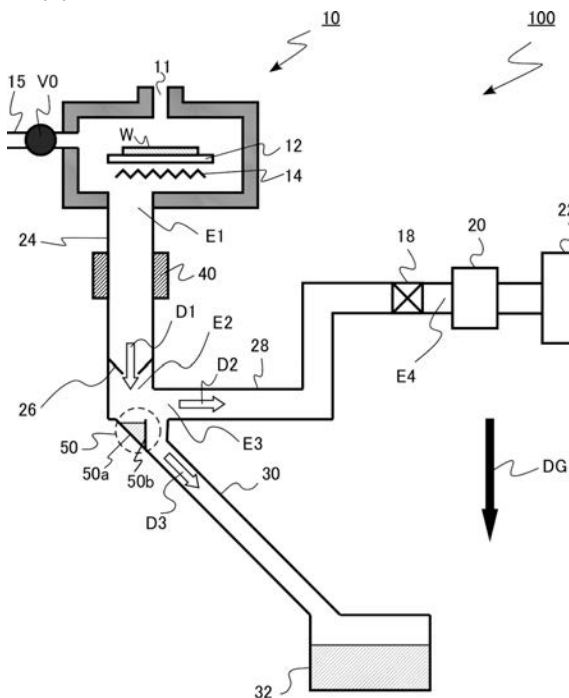
40

50

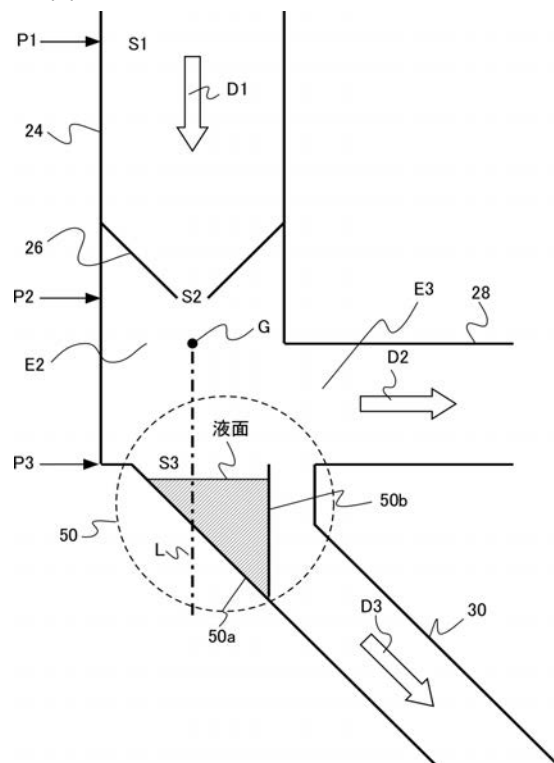
E 1	第 1 の端部
E 2	第 2 の端部
E 3	第 3 の端部
E 4	第 4 の端部
G	第 2 の端部の中心
L	直線
S 1	第 1 の開口面積
S 2	第 2 の開口面積
S 3	第 3 の開口面積
1 0 0	成膜装置
2 0 0	成膜装置
3 0 0	成膜装置
4 0 0	成膜装置

10

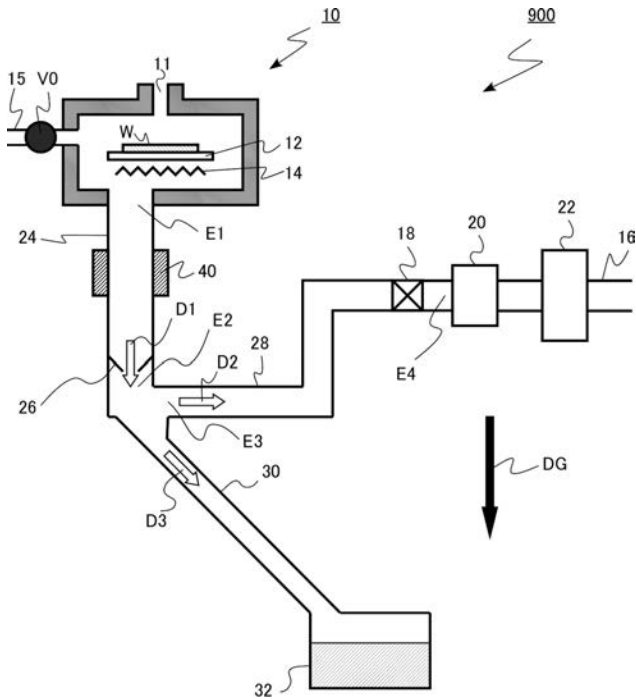
【 図 1 】



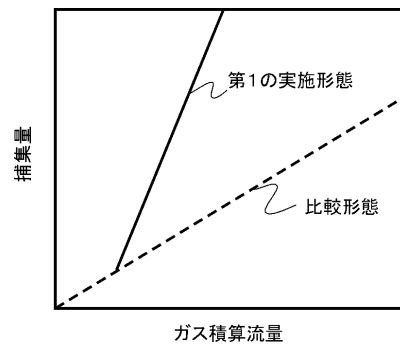
【 図 2 】



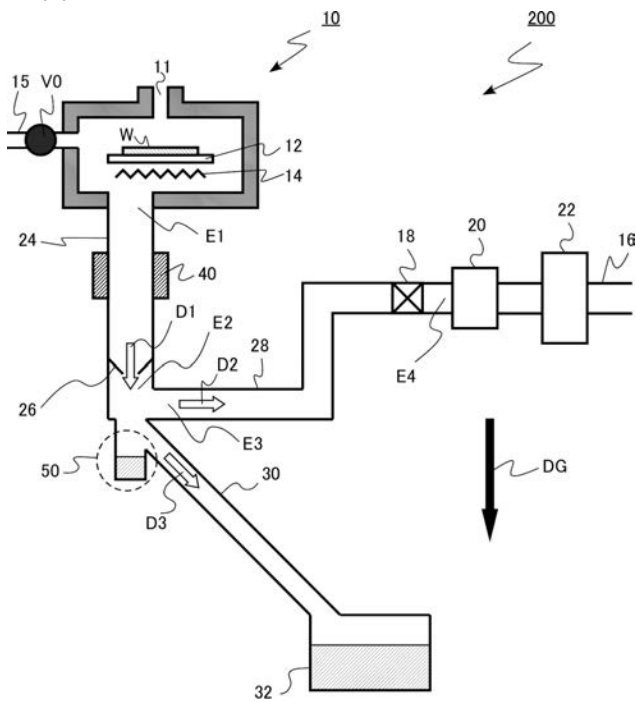
【図 3】



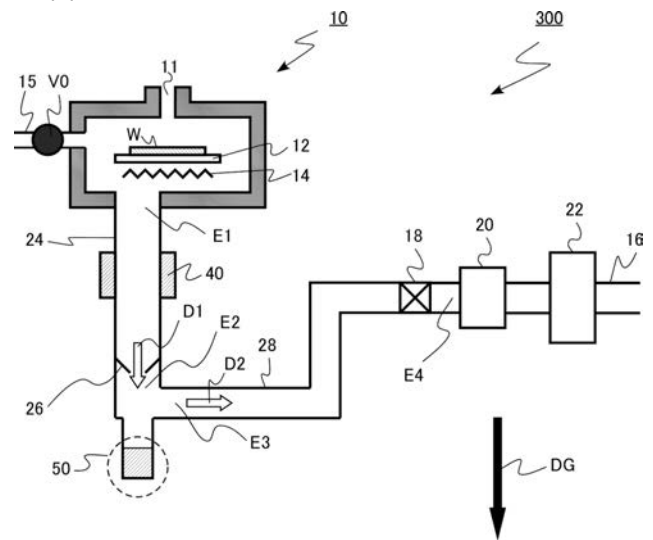
【図 4】



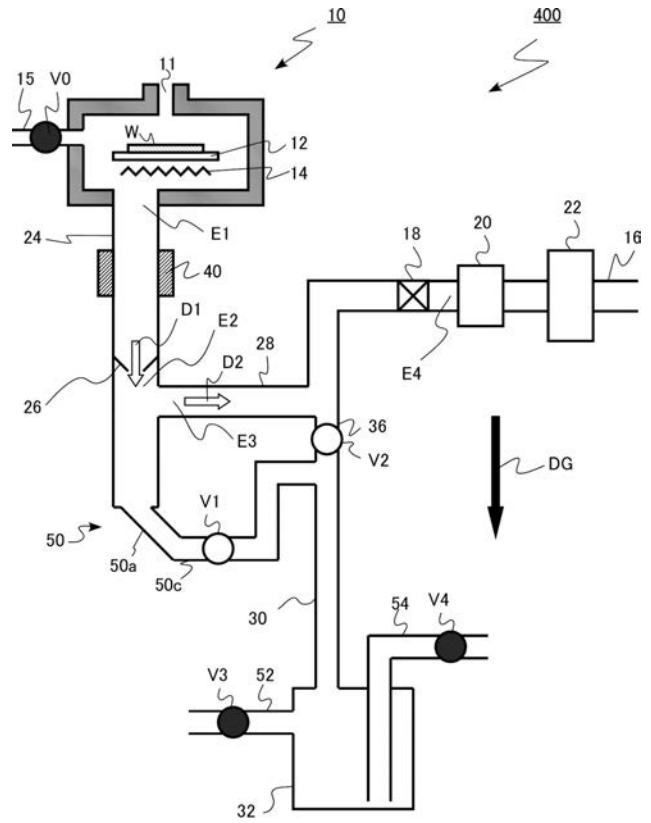
【図 5】



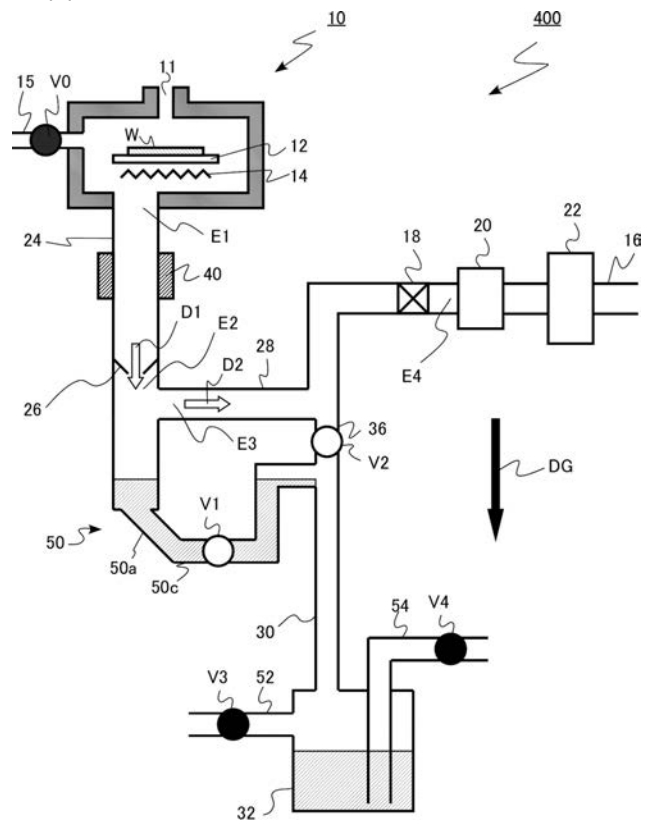
【図 6】



【 図 8 】

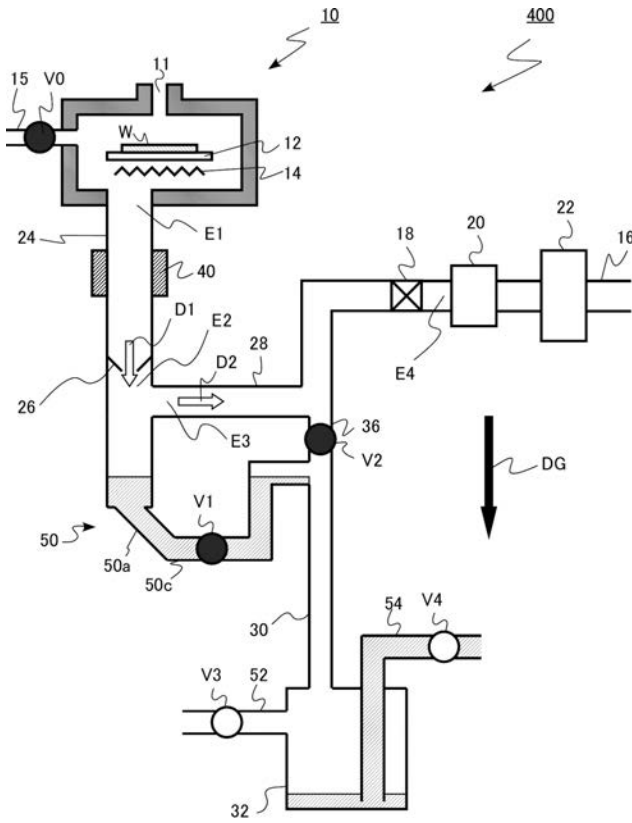


【 ㊦ 1 0 】

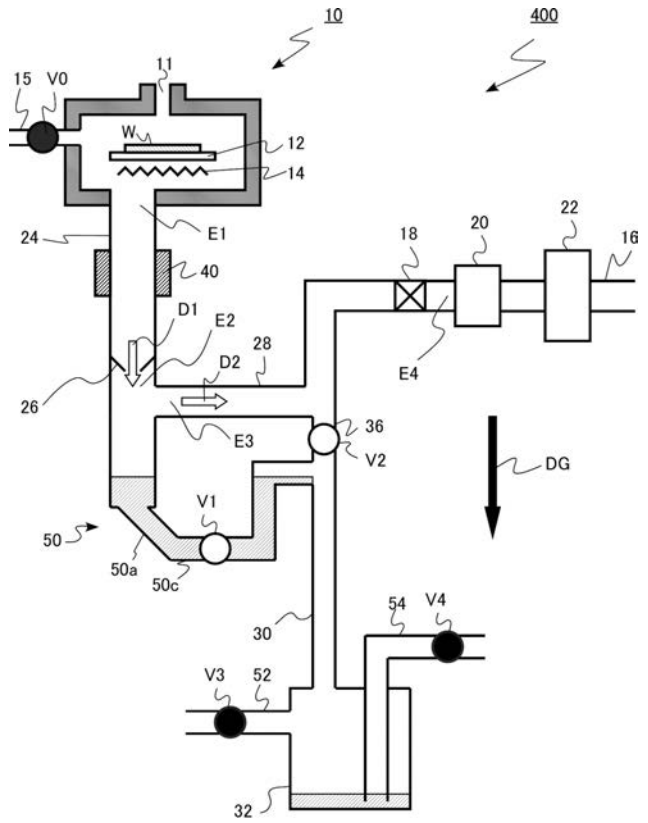




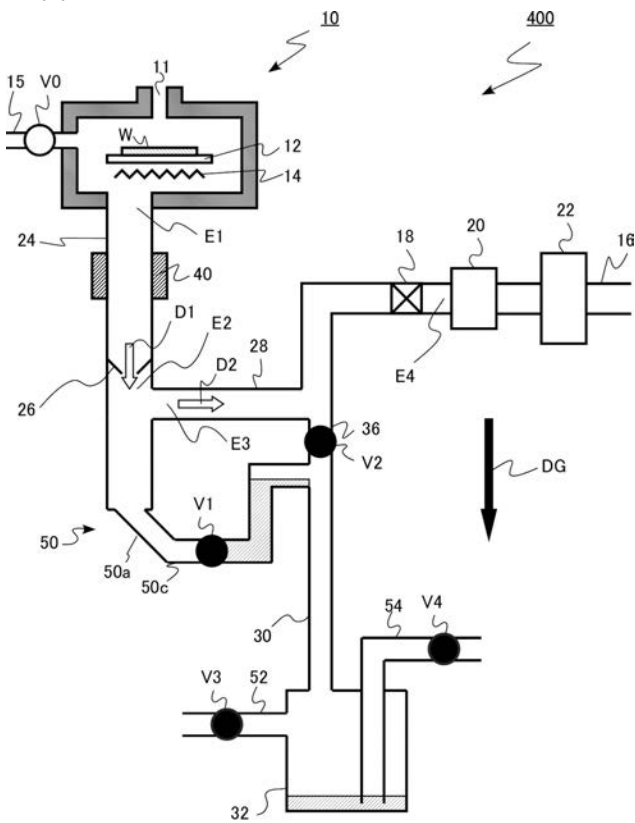
【図 1 1】



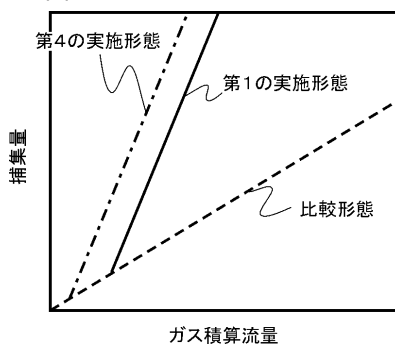
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 羽生 秀則

東京都港区芝浦一丁目1番1号 東芝デバイス&ストレージ株式会社内

Fターム(参考) 4K030 AA03 AA06 AA17 BA29 BB02 CA04 CA12 EA12 LA15

5F045 AB02 AC03 AC05 AC13 AD14 BB08 DP04 EB05 EC07 EC09

EG02 EG07 EK07