

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-79039
(P2023-79039A)

(43)公開日 令和5年6月7日(2023.6.7)

(51)国際特許分類
C 2 3 C 16/448 (2006.01)

F I
C 2 3 C 16/448

テーマコード (参考)
4 K 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全15頁)			
(21)出願番号	特願2021-192442(P2021-192442)	(71)出願人	390033857
(22)出願日	令和3年11月26日(2021.11.26)		株式会社フジキン
			大阪府大阪市西区立売堀 2 丁目 3 番 2 号
		(74)代理人	100129540
			弁理士 谷田 龍一
		(74)代理人	100137648
			弁理士 吉武 賢一
		(72)発明者	永瀬 正明
			大阪府大阪市西区立売堀 2 丁目 3 番 2 号
			株式会社フジキン内
		(72)発明者	石井 秀和
			大阪府大阪市西区立売堀 2 丁目 3 番 2 号
			株式会社フジキン内
		(72)発明者	池田 信一
			大阪府大阪市西区立売堀 2 丁目 3 番 2 号
			最終頁に続く

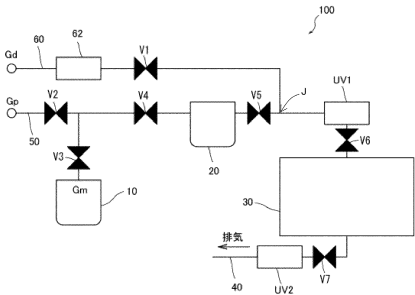
(54)【発明の名称】 半導体製造装置および半導体製造方法

(57)【要約】

【課題】 プロセス時間の短縮を図れる半導体製造装置および半導体製造方法を提供する。

【解決手段】 半導体製造装置 1 0 0 は、材料ガス Gm を貯蔵できるキャニスタ 1 0 と、キャニスタの下流側に設けられたフィルタンク 2 0 と、フィルタンクの下流側に設けられたプロセスチャンバ 3 0 と、フィルタンク 2 0 とプロセスチャンバ 3 0 との間の流路に設けられたタンク下流弁 V 5 と、プロセスチャンバ 3 0 に接続された排気ライン 4 0 と、排気ライン 4 0 に設けられた排気弁 V 7 と、フィルタンク 2 0 とプロセスチャンバ 3 0 との間の流路に設けられた第 1 濃度計 U V 1 と、排気ライン 4 0 に設けられた第 2 濃度計 U V 2 とを備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

材料ガスを貯蔵できるキャニスタと、
前記キャニスタの下流側に設けられたフィルタンクと、
前記フィルタンクの下流側に設けられたプロセスチャンバと、
前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられたタンク下流弁と、
前記プロセスチャンバに接続された排気ラインと、
前記排気ラインに設けられた排気弁と、
前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられた第 1 濃度計と、
前記排気ラインに設けられた第 2 濃度計と
を備える、半導体製造装置。

10

【請求項 2】

前記フィルタンクと前記第 1 濃度計との間の流路に希釈ガス供給ラインが接続されており、該希釈ガス供給ラインには希釈ガス供給弁が設けられている、請求項 1 に記載の半導体製造装置。

【請求項 3】

前記第 1 濃度計および第 2 濃度計の計測値に基づいて、前記プロセスチャンバへのガス供給を制御する制御機器をさらに備え、

該制御機器は、前記第 1 濃度計および第 2 濃度計が出力する濃度が略同濃度となったときに前記プロセスチャンバ内のガス濃度が当該濃度であると判定するように構成されている、請求項 1 又は 2 に記載の半導体製造装置。

20

【請求項 4】

前記キャニスタに貯蔵された材料ガスの濃度を測定する第 3 濃度計をさらに備える、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の半導体製造装置。

【請求項 5】

前記キャニスタは、液体または個体の材料を気化または昇華させて材料ガスを生成できるように構成されている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の半導体製造装置。

【請求項 6】

材料ガスを貯蔵できるキャニスタと、前記キャニスタの下流側に設けられたフィルタンクと、前記フィルタンクの下流側に設けられたプロセスチャンバと、前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられたタンク下流弁と、前記プロセスチャンバに接続された排気ラインと、前記排気ラインに設けられた排気弁と、前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられた第 1 濃度計と、前記排気ラインに設けられた第 2 濃度計とを備える半導体製造装置を用いて行う半導体製造方法であって、

30

前記タンク下流弁を閉じた状態で、前記キャニスタ内の材料ガスを前記フィルタンクに供給する工程と、

前記タンク下流弁を開いて、前記フィルタンクに供給された材料ガスを前記プロセスチャンバに供給する工程と、

前記プロセスチャンバに供給された材料ガスの化学反応が生じた後に、前記希釈ガス供給弁および前記排気弁を開いて前記プロセスチャンバに希釈ガスを供給し、排気する工程と、

40

前記第 2 濃度計の出力に基づいて、前記希釈ガスの供給および排気を停止する工程と、
前記希釈ガスの供給および排気を停止する工程の後に、前記プロセスチャンバ内でのプロセスを実行する工程と

を含む、半導体製造方法。

【請求項 7】

材料ガスを貯蔵できるキャニスタと、前記キャニスタの下流側に設けられたフィルタンクと、前記フィルタンクの下流側に設けられたプロセスチャンバと、前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられたタンク下流弁と、前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に接続された希釈ガス供給ラインと、前記希釈ガス供給

50

ラインに設けられた希釈ガス供給弁と、前記プロセスチャンバに接続された排気ラインと、前記排気ラインに設けられた排気弁と、前記希釈ガス供給ラインの接続部と前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられた第1濃度計と、前記排気ラインに設けられた第2濃度計とを備える半導体製造装置を用いて行う半導体製造方法であって、

前記タンク下流弁を閉じた状態で、前記キャニスタ内の材料ガスを前記フィルタンクに供給する工程と、

前記タンク下流弁を開いて、前記フィルタンクに供給された材料ガスを前記プロセスチャンバに供給する工程と、

前記希釈ガス供給弁および前記排気弁を開いて、前記材料ガスと希釈ガスとの混合ガスを前記プロセスチャンバに供給し、排気する工程と、

前記第1濃度計の出力に基づいて前記希釈ガスの流量を制御することによって前記混合ガスの濃度調整を行う工程と、

前記第1濃度計の出力と前記第2濃度計の出力との両方を参照して、前記プロセスチャンバ内の前記混合ガスの濃度を判断する工程と、

所定の濃度であると判断された混合ガスを用いて前記プロセスチャンバ内でのプロセスを実行する工程と

を含む、半導体製造方法。

【請求項8】

前記半導体製造装置は、前記フィルタンクの下流側に設けられたパージガス供給ラインをさらに備えており、

前記混合ガスを用いてプロセスチャンバ内でのプロセスを行った後に、前記パージガス供給ラインから前記フィルタンクを介して前記プロセスチャンバにパージガスを供給する工程と、

前記第1濃度計および前記第2濃度計の出力を参照して、前記材料ガスの濃度が所定濃度以下になったときにパージガスの供給を停止する工程と

をさらに含む、請求項7に記載の半導体製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体製造装置および半導体製造方法に関し、特に、濃度計を備える半導体製造装置およびこれを用いた半導体製造方法に関する。

【0002】

半導体製造装置は、プロセスチャンバに材料ガスを供給し、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法やALD (Atomic Layer Deposition) 法などによって、ウエハや基板上に成膜を行うように構成されている。プロセスチャンバに供給されるガスの流量を制御する装置としては、マスフローコントローラ (熱式質量流量制御器) や圧力式流量制御装置が広く利用されている。

【0003】

近年、液体または固体材料をヒータによって気化または昇華させて、キャニスタ内で所望のガスを発生させ、これをプロセスチャンバに供給するタイプの半導体製造装置も開発されている。液体または固体材料としては、塩化ハフニウム (室温で固体)、有機ランタン化合物 (室温で固体) や有機ルテニウム化合物 (室温で液体) などが挙げられる。これらの材料は、例えばハフニウム酸化膜、ランタン酸化膜などの高誘電率膜 (High-k膜) や、ルテニウム含有電極膜を生成するための前駆体材料として用いられている。

【0004】

従来のシリコン酸化膜に代えて上記の高誘電率膜を用いてトランジスタのゲート絶縁膜やキャパシタ誘電膜を形成することによって、集積回路の高密度化および微細化を達成できる。また、二酸化ハフニウム系化合物は、高性能な強誘電体メモリを作製するための材料としても注目されている。ルテニウム含有材料は、銅配線に置き換わる次世代の微細配線材料またはバリアメタル層材料として期待されている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第2020／158506号

【特許文献2】特開平9－203707号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

A L D法では、プロセスチャンバへのパルス的なガスのバッチ供給が複数回にわたって繰り返される。このプロセスにおいて、成膜前に、残存する不要な化学物質を除去するために、プロセスチャンバ内のクリーン化を行う必要がある。従来、クリーン化は、原料ガスの供給を停止した後、排気しながら不活性ガス等を一定時間プロセスチャンバ内に流し続けることによって行われていた。しかし、このような方式では、クリーン化が確実に実施されたか否かを判断することが困難であり、現実的な対応としては、必要以上に長時間にわたってクリーン化のガスを流し続ける必要があった。

10

【0007】

また、C V D法においてガスを連続的に供給するときに、材料ガスと希釈ガスとの混合率を調整してプロセスガスの濃度調整を行ってからチャンバに供給することがある。このとき、プロセスチャンバ内に充填されたガスが、所望の濃度を有しているか否かを判断するためには、プロセスチャンバ内のガス濃度を濃度計を用いて直接測定することが好適である。しかしながら、プロセスチャンバ内に濃度計を配置することは容易ではなく、また、濃度計を一か所に配置しただけではチャンバ内のガス濃度が均一であるか否かを判断することが困難な場合がある。このため、現実的な対応としては、濃度が確認された混合ガスを比較的長時間流し続けて、プロセスチャンバ内のガスの濃度を均一かつ所望の濃度になるのを待ってから、排気系を閉じて成膜プロセスを開始するようにしていた。

20

【0008】

このように、A L D法およびC V D法に対応した半導体製造装置において、クリーン化ガスや濃度調整後プロセスガスをチャンバに必要以上に流すことによって、ガスの無駄な消費やプロセスの遅滞が生じる。したがって、A L D法およびC V D法の双方に対応でき、かつ、無駄なガスの流出期間を抑えてプロセス時間を短縮できる半導体製造装置および半導体製造方法に対する要求があった。そして、このような半導体製造装置および半導体製造方法は、液体または固体材料をガス供給源として用い、プロセスガス供給ラインに希釈ガスラインが接続されている系に対しても有効であることが求められていた。

30

【0009】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、ガスのバッチ供給および連続供給の両方に対応でき、無駄なガスの流出期間を短くしてプロセス時間を短縮することができる半導体製造装置および半導体製造方法を提供することをその主たる目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の実施形態による半導体製造装置は、材料ガスを貯蔵できるキャニスタと、前記キャニスタの下流側に設けられたフィルタンクと、前記フィルタンクの下流側に設けられたプロセスチャンバと、前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられたタンク下流弁と、前記プロセスチャンバに接続された排気ラインと、前記排気ラインに設けられた排気弁と、前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられた第1濃度計と、前記排気ラインに設けられた第2濃度計とを備える。

40

【0011】

ある実施形態において、前記フィルタンクと前記第1濃度計との間の流路に希釈ガス供給ラインが接続されており、該希釈ガス供給ラインには希釈ガス供給弁が設けられている。

【0012】

50

ある実施形態において、上記半導体製造装置は、前記第1濃度計および第2濃度計の計測値に基づいて、前記プロセスチャンバへのガス供給を制御する制御機器をさらに備え、該制御機器は、前記第1濃度計および第2濃度計が出力する濃度が略同濃度となったときに前記プロセスチャンバ内のガス濃度が当該濃度であると判定するように構成されている。

【0013】

ある実施形態において、上記半導体製造装置は、前記キャニスタに貯蔵された材料ガスの濃度を測定する第3濃度計をさらに備える。

【0014】

ある実施形態において、前記キャニスタは、液体または個体の材料を気化または昇華させて材料ガスを生成できるように構成されている。

【0015】

本発明の実施形態による半導体製造方法は、材料ガスを貯蔵できるキャニスタと、前記キャニスタの下流側に設けられたフィルタンクと、前記フィルタンクの下流側に設けられたプロセスチャンバと、前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられたタンク下流弁と、前記プロセスチャンバに接続された排気ラインと、前記排気ラインに設けられた排気弁と、前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられた第1濃度計と、前記排気ラインに設けられた第2濃度計とを備える半導体製造装置を用いて実施され、前記タンク下流弁を閉じた状態で、前記キャニスタ内の材料ガスを前記フィルタンクに供給する工程と、前記タンク下流弁を開いて、前記フィルタンクに供給された材料ガスを前記プロセスチャンバに供給する工程と、前記プロセスチャンバに供給された材料ガスの化学反応が生じた後に、前記希釈ガス供給弁および前記排気弁を開いて前記プロセスチャンバに希釈ガスを供給し、排気する工程と、前記第2濃度計の出力に基づいて、前記希釈ガスの供給および排気を停止する工程と、前記希釈ガスの供給および排気を停止する工程の後に、前記プロセスチャンバ内でのプロセスを実行する工程とを含む。

【0016】

本発明の実施形態による半導体製造方法は、材料ガスを貯蔵できるキャニスタと、前記キャニスタの下流側に設けられたフィルタンクと、前記フィルタンクの下流側に設けられたプロセスチャンバと、前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられたタンク下流弁と、前記フィルタンクと前記プロセスチャンバとの間の流路に接続された希釈ガス供給ラインと、前記希釈ガス供給ラインに設けられた希釈ガス供給弁と、前記プロセスチャンバに接続された排気ラインと、前記排気ラインに設けられた排気弁と、前記希釈ガス供給ラインの接続部と前記プロセスチャンバとの間の流路に設けられた第1濃度計と、前記排気ラインに設けられた第2濃度計とを備える半導体製造装置を用いて実施され、前記タンク下流弁を閉じた状態で、前記キャニスタ内の材料ガスを前記フィルタンクに供給する工程と、前記タンク下流弁を開いて、前記フィルタンクに供給された材料ガスを前記プロセスチャンバに供給する工程と、前記希釈ガス供給弁および前記排気弁を開いて、前記材料ガスと希釈ガスとの混合ガスを前記プロセスチャンバに供給し、排気する工程と、前記第1濃度計の出力に基づいて前記希釈ガスの流量を制御することによって前記混合ガスの濃度調整を行う工程と、前記第1濃度計の出力と前記第2濃度計の出力との両方を参照して、前記プロセスチャンバ内の前記混合ガスの濃度を判断する工程と、所定の濃度であると判断された混合ガスを用いて前記プロセスチャンバ内でのプロセスを実行する工程とを含む。

【0017】

ある実施形態において、上記半導体製造装置は、前記フィルタンクの下流側に設けられたパージガス供給ラインをさらに備えており、上記半導体製造方法は、前記混合ガスを用いてプロセスチャンバ内でのプロセスを行った後に、前記パージガス供給ラインから前記フィルタンクを介して前記プロセスチャンバにパージガスを供給する工程と、前記第1濃度計および前記第2濃度計の出力を参照して、前記材料ガスの濃度が所定濃度以下になったときにパージガスの供給を停止する工程とをさらに含む。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0018】

本発明の実施形態の半導体製造方法および半導体製造方法によれば、無駄なガスの流出を抑制してプロセス時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施形態1による半導体製造装置を示す模式図である。

【図2】本発明の実施形態による半導体製造方法を示すフローチャートである。

【図3】本発明の別の実施形態による半導体製造方法を示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施形態2による半導体製造装置を示す模式図である。

10

【図5】本発明の実施形態3による半導体製造装置を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

【0021】

(実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1による半導体製造装置100の構成を示す。半導体製造装置100は、材料ガス供給源を含むキャニスタ10およびその出口側に設けられた第3バルブ（キャニスタ弁）V3と、キャニスタ10の下流側の流路に設けられたフィルタンク20と、フィルタンク20の下流側に設けられたプロセスチャンバ30と、プロセスチャンバ30からの排気を行う排気ライン40とを備えている。半導体製造装置100は、キャニスタ10内の材料ガスGmを、フィルタンク20にいったん貯蔵してから、プロセスチャンバ30に供給することができるように構成されている。

20

【0022】

キャニスタ10は、本実施形態では、図示しないヒータを備えており、塩化ハフニウム、有機ランタン化合物、有機ルテニウム化合物などの室温で液体または個体の材料ガス供給源を加熱してガス化できるように構成されている。キャニスタ10の内部では、材料ガス供給源が十分に存在する限り、ガス温度および材料によって決まる蒸気圧に達するまでガス化が行われる。ただし、キャニスタ10は、これに限られず、初めから気体の状態の材料を貯蔵する圧力容器であってもよい。

30

【0023】

フィルタンク20の上流側には、第4バルブ（タンク上流弁）V4が設けられ、フィルタンク20の下流側には第5バルブ（タンク下流弁）V5が設けられている。また、プロセスチャンバ30の上流側には第6バルブ（チャンバ上流弁）V6が設けられ、下流側の排気ライン40には第7バルブ（排気弁）V7が設けられている。

【0024】

キャニスタ弁V3とタンク上流弁V4との間の流路には、第2バルブ（パージガス供給弁）V2を有するパージガス供給ライン50が接続されている。半導体製造装置100は、パージガス供給弁V2とキャニスタ弁V3との開閉を制御することによって、パージガスGpまたは材料ガスGmのいずれかまたは両方を任意にプロセスチャンバ20に供給することができる。

40

【0025】

また、タンク下流弁V5とチャンバ上流弁V6との間の流路には、第1バルブ（希釈ガス供給弁）V1を有する希釈ガス供給ライン60が接続されている。希釈ガス供給ライン60には、流量制御装置62が設けられている。流量制御装置62としては、例えば熱式質量流量制御器または圧力式流量制御装置を用いることができる。流量制御装置62のコントロール弁（例えばピエゾ素子駆動型バルブなどの比例弁）の開度を調整することによって、希釈ガスGdを任意の流量でプロセスチャンバ20に供給することができる。

【0026】

50

各流路に設けられた第1～第7バルブV1～V7として、AOV（空気駆動弁）、電磁弁、または、電動弁などの遮断性および応答性に優れたオンオフ弁が好適に用いられる。ただしこれに限られず、第1～第7バルブV1～V7として、開度調整可能なコントロール弁を用いることもできる。

【0027】

また、本実施形態の半導体製造装置100において、プロセスチャンバ30の上流側、より具体的には、プロセスガス供給ラインに対する希釈ガス供給ライン60の接続点Jとチャンバ上流バルブV6との間の流路に、第1濃度計（チャンバ上流濃度計）UV1が設けられている。また、プロセスチャンバ30の下流側の排気流路40、より具体的には、排気弁V7と、図示しない真空ポンプなど排気装置との間の流路に、第2濃度計（排気ライン濃度計）UV2が設けられている。

10

【0028】

第1濃度計UV1および第2濃度計UV2としては、例えば、本出願人による特許文献1（国際公開第2020／158506号）に開示されている光学式の濃度計を用いることができる。この光学式の濃度計は、インライン式で流体システムに組み込まれ、ガスが導入される測定セルを通過した光源光の透過光強度を測定することによって、セル内のガスの吸光度を測定するように構成されている。測定された吸光度からは、ランベルト・ベールの法則に基づいて、ガスの濃度を算出することができる。

【0029】

光源光の波長は、測定対象のガスの吸光特性にあわせて適宜選択される。例えば、原料として塩化ハフニウム（ HfCl_4 ）を用いて成膜を行う場合、反応後に、プロセスチャンバ20の内部で不要なガスとして塩素ガス（ Cl_2 ）が生成される場合がある。この場合、塩素ガスがよく吸収する約280nm～約380nmの紫外光（例えば波長300nmの紫外光）を発する光源を備えた第2濃度計UV2を用いることによって、残存する塩素ガスの濃度を適切に測定することができる。

20

【0030】

また、多くの有機金属ガスは約300nmの紫外光をよく吸収し、一方で、一般的な希釈ガス（ N_2 、 Ar 、 He 、 H_2 など）は約300nmの紫外光をほとんど吸収しないことが本発明者によって確認されている。したがって、適切な波長の紫外光源を有する第1濃度計UV1を用いれば、有機金属ガスと希釈ガスとの混合ガス中の有機金属ガス成分濃度を測定することができる。なお、紫外光源としては例えばLEDやレーザダイオードを用いることができ、透過光強度を測定するための受光素子としては例えばSiフォトダイオードを用いることができる。本明細書において、紫外光とは、波長10nm～400nmの光を意味するものとする。

30

【0031】

（バッチ供給）

以下、半導体製造装置100を用いて行うガスのバッチ供給方法を説明する。なお、ここでは、キャニスタ10内では十分な材料ガスGmが予め生成されているか、または貯蔵されているものとする。また、プロセスチャンバ30の内部は、予め排気ライン40を用いて真空引きされており、減圧状態で排気弁V7が閉じられた状態にあるものとする。

40

【0032】

バッチ供給においては、図2のステップS1に示すように、まず、第2バルブV2および第5バルブV5が閉じられた状態で、第3バルブV3および第4バルブV4を開き、キャニスタ10の内部の材料ガスが、フィルタンク20に貯蔵される。フィルタンク20は、通常、プロセスチャンバ30よりも小容量に形成されているが、高圧のガスを内部に貯蔵できるように構成されている。なお、フィルタンク20は、別途タンクとして流路に取り付けられる態様のものに限られず、金属ブロック内に形成された前後の流路よりも拡張された容器状空間部分であってもよい。

【0033】

なお、半導体製造装置100は、フィルタンク20の内部の圧力を測定できる圧力セン

50

サ（図示せず）を備えていても良い。これによって、フィルタンク 20 内に所望量のガスが蓄えられたか否かを判断することができる。フィルタンク 20 は、ガスの保温を行うためのヒータを備えていても良い。

【0034】

フィルタンク 20 に材料ガスが貯蔵された後、通常、第 3 バルブ V 3 および第 4 バルブ V 4 は閉じられる。また、その後にフィルタンク 20 からの材料ガスの供給をバッチ供給する場合、希釈ガスライン 60 の第 1 バルブ V 1 は閉じられている。

【0035】

次に、ステップ S 2 に示すように、第 4 バルブ V 4 が閉じられた状態で、第 5 バルブ V 5 および第 6 バルブ V 6 を開き、フィルタンク 20 の内部の材料ガスをプロセスチャンバ 30 に一気に供給する。これにより、プロセスチャンバ 30 のウエハ上では材料ガスの化学反応が生じる。

10

【0036】

このようにしてプロセスチャンバ 30 に材料ガスがバッチ供給された後、通常は、第 5 バルブ V 5 および第 6 バルブ V 6 は閉じられ、その後、第 3 バルブ V 3 および第 4 バルブ V 4 を開いて、次のバッチ供給のための材料ガス G m がキャニスタ 10 からフィルタンク 20 へと供給される。

【0037】

一方で、プロセスチャンバ 30 の内部では、化学反応の進行とともに、不要なガス（例えば塩素ガス）が発生する場合がある。この場合、ウエハ上に吸着した材料ガスの電解処理などの次のプロセスを行う前に、化学反応によって生じた不要なガスをチャンバ内から除去する必要がある。

20

【0038】

そこで、本実施形態では、化学反応が進んだ後、ステップ S 3 に示すように、第 1 バルブ V 1、第 6 バルブ V 6、および第 7 バルブ V 7 を開いて、希釈ガスライン 60 からの希釈ガス G d をプロセスチャンバ 30 に供給し、これを排気する。

【0039】

このとき、第 2 濃度計 UV 2 を用いて、排気ライン 40 を流れるガスに含まれる不要なガスの濃度を測定することができる。したがって、プロセスチャンバ 30 のクリーン化の状態を監視することができ、ステップ S 4 に示すように、不要なガスの濃度がほぼ 0 に低下したか否かを判定することで、チャンバ内のクリーン化が完了したか否かを知ることができる。

30

【0040】

ステップ S 4 において、第 2 濃度計 UV 2 の出力に基づいて、不要なガスの濃度がほぼ 0 まで低下していないと判定されたときは、ステップ S 3 に戻り、希釈ガスの供給および排気を継続する。不要なガスの排出は時間とともに進行し、排気ガス中の不要なガスの濃度も時間とともに低下する。一方、ステップ S 4 において、不要なガスの濃度がほぼ 0 まで低下した（UV 2 出力が所定閾値以下）と判定されたときは、プロセスチャンバ 30 の十分なクリーン化が達成されたと判断し、ステップ S 5 に示すように、第 1 バルブ V 1 および第 6 バルブ V 6 を閉じて希釈ガスの供給を停止し、チャンバ内のクリーン化を終了する。

40

【0041】

その後は、必要に応じてチャンバ内の排気を行い、排気弁 V 7 を閉じた後、ステップ S 6 に示すように、次のチャンバ内プロセス（例えば吸着ガスの電解処理）を実行する。このように、本実施形態では、第 2 濃度計 UV 2 を用いて不要なガスの十分な排気が確認した時点で次のプロセスを実行することができるので、クリーン化に要する時間を最短のものとし、希釈ガスの不要な消費を防止しながら、プロセス全体の時間短縮を図ることができる。また、不要なガスが十分に排気されたことを確認したうえで次のプロセスを行うので、形成される半導体素子の品質低下を防止することができる。

【0042】

50

また、その後も同様にして、フィルタンク 20 からの材料ガスのバッチ供給、チャンバ内クリーン化、電解処理、排気等のプロセスを順々に繰り返すことによって、ウエハ上に所望の高品位な膜を生成することができる。上記方法によれば、毎回のクリーン化が確実かつ最短時間で行われるので、良好な成膜プロセスを実行することができる。

【0043】

なお、特許文献 2 には、プロセスチャンバの排気ラインに設けた吸着分光測定システムを用いて、不純物（水蒸気など）を検出する装置が記載されている。ただし、特許文献 2 の装置は、一般的な半導体製造工程において、チャンバ内不純物としての微量水蒸気の検出を可能にするために設けられたものにすぎず、ガスのバッチ供給時におけるプロセス時間の短縮を実現するものではない。

【0044】

（連続供給）

以下、半導体製造装置 100 を用いて行うガスの連続供給方法を説明する。なお、バッチ供給の場合と同様に、ここでは、キャニスタ 10 内では十分な材料ガス Gm が予め生成されているか、または貯蔵されているものとする。また、プロセスチャンバ 30 の内部は予め排気ライン 40 を用いて真空引きされており、減圧状態で、排気弁 V7 が閉じられた状態にあるものとする。

【0045】

連続供給においても、バッチ供給と同様に、まず、図 3 のステップ S11 に示すように、まず、第 2 バルブ V2 および第 5 バルブ V5 を閉じた状態で、第 3 バルブ V3 および第 4 バルブ V4 を開き、キャニスタ 10 内の材料ガスをフィルタンク 20 に貯蔵する。

【0046】

フィルタンク 20 に材料ガスが貯蔵された後、第 3 バルブ V3 および第 4 バルブ V4 は閉じられる。次に、ステップ S12 に示すように、第 3 バルブ V3 および第 4 バルブ V4 が閉じられた状態で、第 5 バルブ V5 および第 6 バルブ V6 を開き、フィルタンク 20 内の材料ガスをプロセスチャンバ 30 に供給する。

【0047】

このとき、ステップ S13 に示すように、第 1 濃度計 UV1 を用いて材料ガスの濃度を確認し、希釈ガス供給ライン 60 の第 1 バルブ V1 の開閉制御や、流量制御装置 62 のコントロール弁の開度調整により、希釈ガス Gd の流量調整を行うことによって、プロセスチャンバ 30 に流入させる混合ガスの濃度調整を行うことができる。濃度調整中、排気弁 V7 は開かれており、混合ガスは流出し続ける。

【0048】

ただし、第 1 濃度計 UV1 の出力が所望濃度に到達した直後では、濃度調整完了前のガスも含むプロセスチャンバ 30 の内のガス濃度は、所望濃度に到達していない場合がある。したがって、第 1 濃度計 UV1 に基づく希釈ガスの流量制御が完了した後も、比較的長い時間、その状態で混合ガスをプロセスチャンバ 30 に流し続けて、プロセスチャンバ 30 のガスの濃度を所望の濃度に調整する必要がある。そして、第 1 濃度計 UV1 の出力のみを参照する場合には、プロセスチャンバ 30 内のガス濃度の情報が得られないので、比較的長い時間、混合ガスを流し続けることが求められる。

【0049】

そこで、本実施形態では、第 1 濃度計 UV1 の出力だけでなく、排気ライン 40 に設けられた第 2 濃度計 UV2 の出力も参照して、プロセスチャンバ内のガス濃度が所望の濃度範囲に落ち着いたか否かを判定するようにしている。具体的には、ステップ S14 に示すように、第 1 濃度計 UV1 と第 2 濃度計 UV2 との双方の出力を監視して、これらがいずれも所望の濃度範囲内にあるときに、プロセスチャンバ内ガス濃度の調整が完了したと判断し、ステップ S15 において排気弁 V7 を閉じるようにしている。

【0050】

上記の工程を行うために、半導体製造装置 100 は、第 1 濃度計 UV1 と第 2 濃度計 UV2 との出力に基づいてプロセスチャンバ 30 へのガス供給を制御することができる制御

10

20

30

40

50

機器（図示せず）を備えている。この制御機器は、第１濃度計ＵＶ１と第２濃度計ＵＶ２の出力を監視し、これらの出力が略同濃度となったときに、プロセスチャンバ３０の内部のガス濃度が、当該濃度に達したと判定するように構成されている。ここで、「略同濃度」または「同濃度」とは、第１濃度計ＵＶ１の出力する濃度と第２濃度計ＵＶ２の出力する濃度との差が、許容誤差範囲として設定された所定の閾値（例えば第１濃度計ＵＶ１の出力する濃度の０～１０％に設定された値）以下であることを意味する。

【００５１】

その後、ステップＳ１６に示すように、プロセスチャンバ３０内に所望濃度の材料ガスが所望量（所定圧力）だけ充填されたことが圧力センサ（図示せず）を用いて確認されると、ステップＳ１７に示すように、ガス供給側の第１バルブＶ１、第５バルブＶ５、および、第６バルブＶ６を閉じてガスの供給を停止し、その後、電離処理などのチャンバ内での処理を行う。これにより、材料ガスの濃度調整を確実に、短期間で完了させたいうで、所望の成膜プロセスを行うことができる。

【００５２】

また、成膜プロセスが完了した後は、ステップＳ１８に示すように、第１バルブＶ１および第３バルブＶ３を閉じ、第２バルブＶ２、第４バルブＶ４、第５バルブＶ５、第６バルブＶ６、および、第７バルブＶ７を開いた状態で、パージガス供給ライン５０を用いてパージガス（例えば、 N_2 、 Ar 、 He などの不活性ガス） G_p をプロセスチャンバ３０に流す工程が行われ、残留する材料ガスを排気する工程が行われる（ステップＳ１８）。

【００５３】

このときにも、第１濃度計ＵＶ１および第２濃度計ＵＶ２を用いて、プロセスチャンバ３０の上下流双方で材料ガス濃度の測定（ステップＳ１９）を行うことができるので、プロセスチャンバ内の材料ガス濃度を所定濃度以下まで確実に低下させることができ、また、必要以上の時間パージ工程を行うことがなくなる。このため、比較的短時間でパージ工程を終了させることができ（ステップＳ２０）、次の工程に素早く移ることができる。

【００５４】

（実施形態２）

図４は、本発明の実施形態２による半導体製造装置２００の構成を示す。本実施形態の半導体製造装置２００も、実施形態１の半導体製造装置１００と同様に、キャニスタ１０内の材料ガス G_{m1} を、フィルタンク２０を介してプロセスチャンバ３０に供給できるように構成されている。半導体製造装置２００において、半導体製造装置１００と同様の構成要素については、同じ参照符号を付すとともに、以下では詳細な説明を省略することがある。

【００５５】

半導体製造装置２００が実施形態１の半導体製造装置１００と異なる点は、材料ガス供給源として、第１キャニスタ１０以外に、別の材料供給源である第２キャニスタ１８および第３キャニスタ１９をも有している点である。第２キャニスタ１８の出口側流路には第８バルブ（第２キャニスタ弁）が設けられ、第３キャニスタ１９の出口側流路には第９バルブ（第３キャニスタ弁）が設けられている。

【００５６】

第２キャニスタ１８および第３キャニスタ１９は、第１キャニスタ１０のキャニスタ弁Ｖ３と、タンク上流バルブＶ４との間の流路に接続されている。この構成において、各キャニスタ弁Ｖ３、Ｖ８、Ｖ９の開閉を制御することによって、フィルタンク２０およびプロセスチャンバ３０には、任意の材料ガス G_{m1} 、 G_{m2} 、 G_{m3} を切り替えて供給することができる。

【００５７】

AＬＤ法では、前駆体材料ガスを供給した後に、排気し、その後、異種の材料ガスを供給して反応を起こさせ成膜することがある。半導体製造装置２００は、このように異種のガスを切り替えてバッチ供給するときにも、ガス種の切り替えが容易に実行できるので好適に利用される。ただし、キャニスタに収容される材料は、異種材料に限られず同材料で

あっても良い。

【0058】

なお、各キャニスタ10、18、19は、フィルタンク20への材料ガスの供給が可能な限り、図示する態様に限らず任意の態様で接続されていてよいことは言うまでもない。また、図示するように、フィルタンク20の下流側には、4つ以上のキャニスタが接続されていてよい。

【0059】

半導体製造装置200においても、実施形態1の半導体製造装置100と同様に、プロセスチャンバ30の上流側に第1濃度計UV1が設けられるとともに、排気ライン40には第2濃度計UV2が設けられている。したがって、ガスのバッチ供給において、プロセスチャンバ30から不要なガスを除去するクリーン化工程を効率的に行うことができる。また、ガスの連続供給においても、チャンバ内の混合ガスの濃度制御を効率的に行うことができる。

【0060】

また、上記のように種々の材料ガスを用いる場合、化学反応で生じるガスの種類も種々のものとなり得る。このため、第1濃度計UV1および第2濃度計UV2は、種々のガスの濃度を測定できるように構成されていることが有利な場合がある。したがって、第1濃度計UV1および第2濃度計UV2は、各ガス種の吸光特性に対応できるように、複数の波長の光を切り替えて出力できるように構成されていてよい。例えば紫外光に加えて近赤外光をも出力できる光源を用いることによって、塩素ガスや有機金属ガスだけでなく水分濃度の検出も行い得る。

【0061】

(実施形態3)

図5は、本発明の実施形態3による半導体製造装置300の構成を示す。本実施形態の半導体製造装置300も、実施形態1の半導体製造装置100と同様に、キャニスタ10内の材料ガスGmを、フィルタンク20を介してプロセスチャンバ30に供給できるように構成されている。半導体製造装置300において、半導体製造装置100と同様の構成要素については、同じ参照符号を付するとともに、以下では詳細な説明を省略することができる。

【0062】

半導体製造装置300が実施形態1の半導体製造装置100と異なる点は、キャニスタ10内の材料ガスの濃度を測定することができる第3濃度計UV3が付加的に設けられている点である。その他の構成は、実施形態1の半導体製造装置100と同様であり、プロセスチャンバ30の上流側に第1濃度計UV1が設けられるとともに、排気ライン40には第2濃度計UV2が設けられている。したがって、ガスのバッチ供給において、プロセスチャンバ30から不要なガスを除去するクリーン化工程を効率的に行うことができる。また、ガスの連続供給においても、チャンバ内の混合ガスの濃度制御を効率的に行うことができる。

【0063】

半導体製造装置300では、第3濃度計UV3の出力に基づいて、キャニスタ10の内部の材料ガスの状態を判断することができる。例えば、キャニスタ10で液体材料や個体材料をガス化して材料ガスを生成する場合に、第3濃度計UV3の出力が通常時よりも著しく低下したときには、液体材料や個体材料が払底してガス生成が進んでいないものと判断することができる。半導体製造装置300は、動作中に第3濃度計UV3の出力が閾値以下となったときに、ユーザに警告を発するように構成されていてよい。

【0064】

なお、上記には、実施形態1の半導体製造装置100のキャニスタ10に第3濃度計UV3を設ける態様を説明したが、これに限られず、実施形態2の半導体製造装置200が備える複数のキャニスタ10、18、19のそれぞれに、各ガス種に対応する濃度計がそれぞれ設けられていてもよい。また、第3濃度計UV3は、キャニスタ10の内部に配置

されていてもよいし、キャニスタ 10 の出口とキャニスタ弁 V 3 との間の流路に配置されていてもよい。

【0065】

以上、本発明の実施形態について説明したが、種々の改変が可能である。例えば、フィルタンク 20 に第 4 濃度計を付加的に設け、タンク内のガスの濃度を測定できるようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0066】

本発明の実施形態による半導体製造装置および半導体製造方法は、CVD 法や ALD 法によって半導体製造における成膜プロセスを行うために好適に利用される。

10

【符号の説明】

【0067】

- 10 キャニスタ
- 18 第 2 キャニスタ
- 19 第 3 キャニスタ
- 20 フィルタンク
- 30 プロセスチャンバ
- 40 排気ライン
- 50 パージガス供給ライン
- 60 希釈ガス供給ライン
- 62 流量制御装置
- 100、200、300 半導体製造装置
- UV1 第 1 濃度計 (チャンバ上流濃度計)
- UV2 第 2 濃度計 (排気ライン濃度計)
- UV3 第 3 濃度計 (キャニスタ濃度計)
- V1 第 1 バルブ (希釈ガス供給弁)
- V2 第 2 バルブ (パージガス供給弁)
- V3 第 3 バルブ (キャニスタ弁)
- V4 第 4 バルブ (タンク上流弁)
- V5 第 5 バルブ (タンク下流弁)
- V6 第 6 バルブ (チャンバ上流弁)
- V7 第 7 バルブ (排気弁)
- V8 第 8 バルブ (第 2 キャニスタ弁)
- V9 第 9 バルブ (第 3 キャニスタ弁)

20

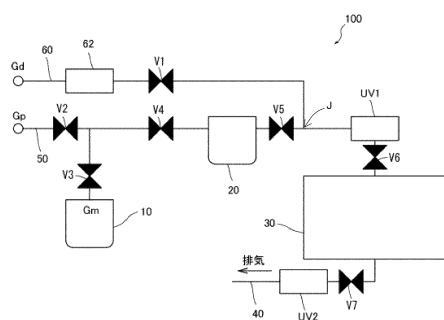
30

40

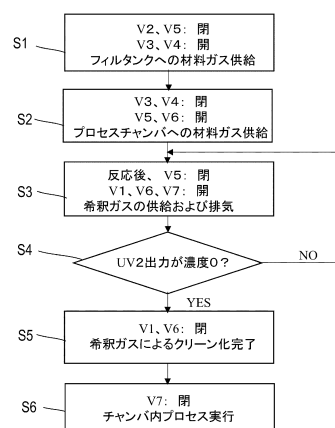
50

【図面】

【図 1】



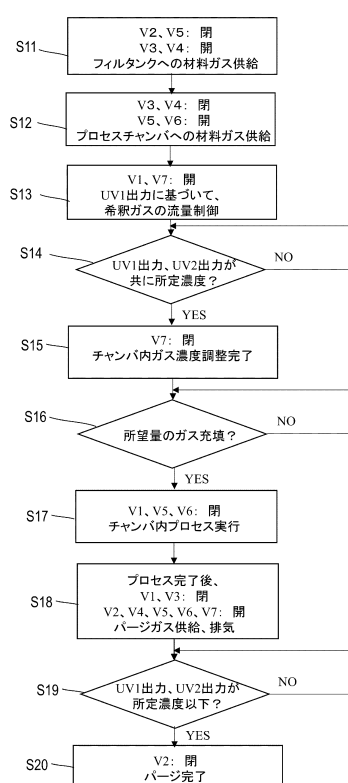
【図 2】



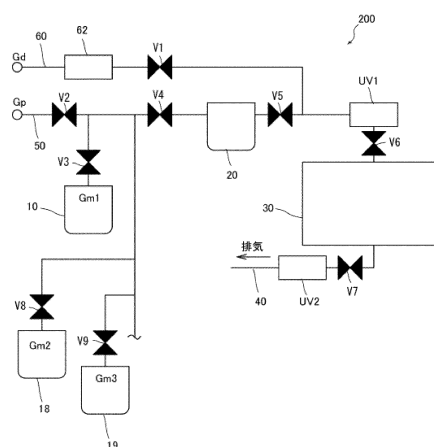
10

20

【圖 3】



【図 4】

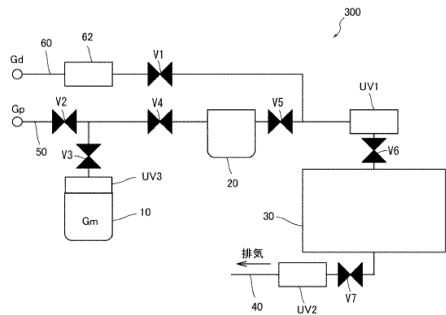


30

40

50

【 図 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

株式会社フジキン内

(72)発明者 西野 功二

大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内

Fターム(参考) 4K030 AA11 EA01 EA11 JA06 KA39 KA41 LA15