

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 3 部門第 4 区分

【発行日】平成31年2月14日 (2019.2.14)

【公開番号】特開2016-145412(P2016-145412A)

【公開日】平成28年8月12日 (2016.8.12)

【年通号数】公開・登録公報2016-048

【出願番号】特願2015-241657(P2015-241657)

【国際特許分類】

C 2 3 C 16/455 (2006.01)

H 0 1 L 21/31 (2006.01)

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)

【F I】

C 2 3 C 16/455

H 0 1 L 21/31 B

H 0 1 L 21/302 1 0 1

【手続補正書】

【提出日】平成30年12月26日 (2018.12.26)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蒸着処理中に基板への前駆体のドーズ量を制御する方法であって、

(a) A L D 蒸着サイクルのドーズ段階の第 1 の期間中に、第 1 の搬送ガスと前記前駆体とを含む第 1 の処理ガスを前記基板に流す工程と、

(b) 前記 A L D 蒸着サイクルの前記ドーズ段階の第 2 の期間中に、第 2 の処理ガスを前記基板に流す工程であって、前記第 2 の期間は前記第 1 の期間が始まった後に始まり、前記第 1 および第 2 の期間は少なくとも部分的に重複し、前記第 2 の処理ガスは第 2 の搬送ガスを含み、前記第 2 の処理ガスは前記第 2 の期間が前記第 1 の期間と重複する期間の少なくとも一部の間に前記基板への供給前に前記第 1 の処理ガスと混合し、工程 (a) から工程 (b) で全処理ガスの体積流量が増大する、工程と、

(c) 工程 (a) および (b) における流れを停止する工程であって、前記第 1 の処理ガスの少なくとも一部が前記基板上に吸着される、工程と、

(d) 工程 (c) の後に、前記吸着した前駆体を反応させて、前記基板上に薄膜層を形成する工程と、

(e) 工程 (d) の後に、工程 (a) および (b) での前記 A L D 蒸着サイクルとは異なる A L D 蒸着サイクル中に、前記基板に対して工程 (a) および (b) を繰り返す工程と、

を備える、方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記第 2 の処理ガスは、キャリアガスのみである、方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の方法であって、

前記吸着した前駆体を反応させる工程は、前記基板が、吸着した前駆体で完全には飽和していない時に実行される、方法。

**【請求項 4】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記第 2 の処理ガスは、前記前駆体を含まない、方法。

**【請求項 5】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記第 1 の期間は、前記第 2 の期間が終わった後に終わる、方法。

**【請求項 6】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記第 2 の期間は、前記第 1 の期間が終わった後に終わる、方法。

**【請求項 7】**

請求項 6 に記載の方法であって、  
前記第 1 の期間が終わった後に続く前記第 2 の期間の一部に供給される前記第 2 の処理ガスは、少なくとも一部の未吸着の前駆体を前記基板の周りの空間から除去する、方法。

**【請求項 8】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記第 1 の処理ガスは、第 1 の流路を通して供給され、  
前記第 2 の処理ガスは、第 2 の流路を通して供給され、  
前記第 2 の流路は、前記第 1 の流路に流体接続され、  
前記第 2 の処理ガスは、前記第 1 の流路の少なくとも一部で前記第 1 の処理ガスと混合する、方法。

**【請求項 9】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
工程 (a) から工程 (c) は、約 5 秒以下の期間で実行される、方法。

**【請求項 10】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記基板は、約 450 mm 以下の直径を有する、方法。

**【請求項 11】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、さらに、  
(f) 工程 (a) の後に、前記 ALD 蒸着サイクルの前記ドーズ段階の第 3 の期間中に、  
第 3 の処理ガスを前記基板に流す工程であって、前記第 3 の期間は前記第 1 の期間が始まった後に始まり、前記第 1 および第 3 の期間は少なくとも部分的に重複し、前記第 3 の処理ガスは第 3 の搬送ガスを含み、前記第 3 の処理ガスは前記第 3 の期間が前記第 1 の期間と重複する期間の少なくとも一部の間に前記基板への供給前に少なくとも前記第 1 の処理ガスと混合し、工程 (a) から工程 (f) で全処理ガスの体積流量が増大する、工程を備える、方法。

**【請求項 12】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記第 2 の搬送ガスは、前記第 1 の搬送ガス、および、前記第 1 の搬送ガスとは異なる搬送ガス、からなる群より選択される、方法。

**【請求項 13】**

装置であって、  
基板を受けるように構成された基板ホルダと、  
シャワーヘッド流入口を備えると共に、前記基板ホルダによって受けられた前記基板に処理ガスを供給するように構成されたシャワーヘッドと、  
1 または複数の第 1 のバルブを備えると共に、前記シャワーヘッド流入口に流体接続された第 1 の流路と、

1 または複数の第 2 のバルブを備えると共に、前記第 1 の流路に流体接続された第 2 の流路と、

1 または複数のコントローラであって、

(a) 前記 1 または複数の第 1 のバルブをフローオン位置に切り替えて、ALD 蒸着サイ

クルのドーゾ段階の第 1 の期間中に、第 1 の搬送ガスと前駆体とを含む第 1 の処理ガスを前記基板に流す工程と、

(b) 前記 1 または複数の第 2 のバルブをフローオン位置に切り替えて、前記 A L D 蒸着サイクルの前記ドーゾ段階の第 2 の期間中に、第 2 の処理ガスを前記基板に流す工程であって、前記第 2 の期間は前記第 1 の期間が始まった後に始まり、前記第 1 および第 2 の期間は少なくとも部分的に重複し、前記第 2 の処理ガスは第 2 の搬送ガスを含み、前記第 2 の処理ガスは前記第 2 の期間が前記第 1 の期間と重複する期間の少なくとも一部の間に前記第 1 の処理ガスと混合し、工程 (a) から工程 (b) で全処理ガスの体積流量が増大する、工程と、

(c) 工程 (a) の後に、前記 1 または複数の第 1 のバルブをフローオフ位置に切り替えて、前記第 1 の処理ガスを前記基板に流すことを停止する工程と、

(d) 工程 (b) の後に、前記 1 または複数の第 2 のバルブをフローオフ位置に切り替えて、前記第 2 の処理ガスを前記基板に流すことを停止する工程であって、前記第 1 の処理ガスの少なくとも一部が前記基板上に吸着される、工程と、

(e) 工程 (c) および (d) の後に、前記吸着した前駆体を反応させて、前記基板上に薄膜層を形成する工程と、

(f) 工程 (e) の後に、工程 (a) から工程 (e) までの前記 A L D 蒸着サイクルとは異なる A L D 蒸着サイクル中に、前記基板に対して工程 (a) および (b) を繰り返す工程と、

を実行するように構成された、コントローラと、

を備える、装置。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の装置であって、

前記第 2 の処理ガスは、キャリアガスのみである、装置。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の装置であって、

工程 (e) が始まる時、前記基板は、吸着した前駆体で完全には飽和していない、装置。

【請求項 16】

請求項 13 に記載の装置であって、

前記 1 または複数のコントローラは、さらに、前記 1 または複数の第 1 のバルブが開き、前記 1 または複数の第 2 のバルブが閉じられた時に、前記第 2 の流路を前記第 2 の処理ガスで満たすように構成されている、装置。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の装置であって、さらに、

前記第 2 の流路に流体接続された迂回路を備え、

前記 1 または複数のコントローラは、さらに、

(g) 前記 1 または複数の第 2 のバルブが前記フローオフ位置にある時に、前記第 2 の流路からの前記第 2 の処理ガスを前記迂回路を通して流す工程を実行するように構成されている、装置。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の装置であって、さらに、

前記迂回路内に 1 または複数の迂回バルブを備え、

工程 (g) は、前記 1 または複数の第 2 のバルブがフローオフ位置に切り替えられた時に、前記 1 または複数の迂回バルブをフローオン位置に切り替える工程を含む、装置。

【請求項 19】

請求項 13 ~ 18 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記第 2 の流路は、前記第 1 の流路で終端しており、

前記第 2 の処理ガスは、前記第 2 の流路が前記第 1 の流路で終端する位置の下流の前記第 1 の流路の少なくとも一部で前記第 1 の処理ガスと混合する、装置。

**【請求項 20】**

請求項 13 ~ 18 のいずれか一項に記載の装置であって、  
前記第 1 の期間は、前記第 2 の期間が終わった後に終わる、装置。

**【請求項 21】**

請求項 13 ~ 18 のいずれか一項に記載の装置であって、  
前記第 2 の期間は、前記第 1 の期間が終わった後に終わる、装置。

**【請求項 22】**

請求項 21 に記載の装置であって、  
前記第 1 の期間が終わった後に続く前記第 2 の期間の一部に供給される前記処理ガスは、少なくとも一部の未吸着の前駆体を前記基板の周りの空間から除去するために用いられる、装置。

**【請求項 23】**

請求項 13 ~ 18 のいずれか一項に記載の装置であって、  
前記 1 または複数のコントローラは、約 5 秒以下の期間中に工程 (a) から (d) を実行するように構成されている、装置。

**【請求項 24】**

請求項 13 ~ 18 のいずれか一項に記載の装置であって、  
前記基板は、約 450 mm 以下の直径を有する、装置。

**【請求項 25】**

請求項 13 ~ 18 のいずれか一項に記載の装置であって、さらに、  
1 または複数の第 3 のバルブを有し、前記第 1 の流路に流体接続された第 3 の流路を備え、  
前記 1 または複数のコントローラは、さらに、  
(h) 前記 1 または複数の第 3 のバルブをフローオン位置に切り替えて、前記 ALD 蒸着サイクルの前記ドーズ段階の第 3 の期間中に、第 3 の処理ガスを前記基板に流す工程であって、前記第 3 の期間は前記第 1 の期間が始まった後に始まり、前記第 1 および第 3 の期間は少なくとも部分的に重複し、前記第 3 の処理ガスは第 3 の搬送ガスを含み、前記第 3 の処理ガスは前記第 3 の期間が前記第 1 の期間と重複する期間の少なくとも一部の間に少なくとも前記第 1 の処理ガスと混合し、工程 (a) から工程 (f) で全処理ガスの体積流量が増大する、工程と、  
(i) 工程 (h) の後に、前記 1 または複数の第 3 のバルブをフローオフ位置に切り替えて、前記第 3 の処理ガスを前記基板に流すことを停止する工程と、  
を実行するように構成されている、装置。

**【請求項 26】**

請求項 13 ~ 18 のいずれか一項に記載の装置であって、  
前記第 2 の搬送ガスは、前記第 1 の搬送ガス、および、前記第 1 の搬送ガスとは異なる搬送ガス、からなる群より選択される、装置。

**【請求項 27】**

請求項 13 ~ 18 のいずれか一項に記載の装置であって、さらに、  
前記第 1 の流路に流体接続されると共に、前記第 1 の処理ガスの前記前駆体を供給するように構成された前駆体源と、  
少なくとも前記第 1 の流路に流体接続されると共に、少なくとも前記第 1 の処理ガスの前記第 1 の搬送ガスを供給するように構成された搬送ガス源と、  
を備える、装置。

**【請求項 28】**

請求項 27 に記載の装置であって、  
前記搬送ガス源は、さらに、前記第 2 の流路に流体接続されており、前記第 2 の処理ガスの前記第 2 の搬送ガスを供給するように構成されている、装置。

**【請求項 29】**

請求項 13 ~ 18 のいずれか一項に記載の装置であって、

少なくとも工程（b）における前記第2の処理ガスの流量は、マスフローコントローラによって制御されない、装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0149

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0149】

特定の記載された実施形態のいずれかにおける特徴が、互いに適合しないと明確に特定されていない限り、また、周りの文脈から、特徴が相互に排他的であり、相補および／またはサポートの点で容易に組み合わせ不可能であると示唆されない限りは、本開示全体が、相補的な実施形態の具体的な特徴を選択的に組み合わせて1または複数の包括的であるがやや異なる技術的解決法を提供できることを予期および想定することが理解される。したがって、上記の説明は、単に例示のためのものであり、本開示の範囲内で細部の変形が可能であることが理解される。

本発明は、以下の適用例としても実現可能である。

<適用例1>

蒸着処理中に基板への前駆体のドーズ量を制御する方法であって、

（a）ALD蒸着サイクルのドーズ段階の第1の期間中に、第1の搬送ガスと前記前駆体とを含む第1の処理ガスを前記基板に流す工程と、

（b）前記ALD蒸着サイクルの前記ドーズ段階の第2の期間中に、第2の処理ガスを前記基板に流す工程であって、前記第2の期間は前記第1の期間が始まった後に始まり、前記第1および第2の期間は少なくとも部分的に重複し、前記第2の処理ガスは第2の搬送ガスを含み、前記第2の処理ガスは前記第2の期間が前記第1の期間と重複する期間の少なくとも一部の間に前記基板への供給前に前記第1の処理ガスと混合し、工程（a）から工程（b）で全処理ガスの体積流量が増大する、工程と、

（c）工程（a）および（b）における流れを停止する工程と、

（d）工程（c）後に、工程（a）および（b）での前記ALD蒸着サイクルとは異なるALD蒸着サイクル中に、前記基板に対して工程（a）および（b）を繰り返す工程と、を備える、方法。

<適用例2>

適用例1に記載の方法であって、

前記第1の処理ガスの少なくとも一部が、前記基板上に吸着され、

前記方法は、さらに、工程（c）の後、かつ、工程（d）の前に、前記吸着した前駆体を反応させて、前記基板上に薄膜層を形成する工程を備える、方法。

<適用例3>

適用例2に記載の方法であって、

前記吸着した前駆体を反応させる工程は、前記基板が、吸着した前駆体で完全には飽和していない時に実行される、方法。

<適用例4>

適用例1～3のいずれか一項に記載の方法であって、

前記第2の処理ガスは、前記前駆体を含まない、方法。

<適用例5>

適用例1～3のいずれか一項に記載の方法であって、

前記第1の期間は、前記第2の期間が終わった後に終わる、方法。

<適用例6>

適用例1～3のいずれか一項に記載の方法であって、

前記第2の期間は、前記第1の期間が終わった後に終わる、方法。

<適用例7>

適用例6に記載の方法であって、

前記第 1 の期間が終わった後に続く前記第 2 の期間の一部に供給される前記処理ガスは、少なくとも一部の未吸着の前駆体を前記基板の周りの空間から除去する、方法。

< 適用例 8 >

適用例 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記第 1 の処理ガスは、第 1 の流路を通して供給され、  
前記第 2 の処理ガスは、第 2 の流路を通して供給され、  
前記第 2 の流路は、前記第 1 の流路に流体接続され、  
前記第 2 の処理ガスは、前記第 1 の流路の少なくとも一部で前記第 1 の処理ガスと混合する、方法。

< 適用例 9 >

適用例 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
工程 ( a ) から工程 ( c ) は、約 5 秒以下の期間で実行される、方法。

< 適用例 10 >

適用例 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記基板は、約 450 mm 以下の直径を有する、方法。

< 適用例 11 >

適用例 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、さらに、  
( e ) 工程 ( a ) の後に、前記 A L D 蒸着の前記ドーズ段階の第 3 の期間中に、第 3 の処理ガスを前記基板に流す工程であって、前記第 3 の期間は前記第 1 の期間が始まった後に始まり、前記第 1 および第 3 の期間は少なくとも部分的に重複し、前記第 3 の処理ガスは第 3 の搬送ガスを含み、前記第 3 の処理ガスは前記第 3 の期間が前記第 1 の期間と重複する期間の少なくとも一部の間に前記基板への供給前に少なくとも前記第 1 の処理ガスと混合し、工程 ( a ) から工程 ( e ) で全処理ガスの体積流量が増大する、工程を備える、方法。

< 適用例 12 >

適用例 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記第 2 の搬送ガスは、前記第 1 の搬送ガス、および、前記第 1 の搬送ガスとは異なる搬送ガス、からなる群より選択される、方法。

< 適用例 13 >

装置であって、  
基板を受けるように構成された基板ホルダと、  
シャワーヘッド流入口を備えると共に、前記基板ホルダによって受けられた前記基板に処理ガスを供給するように構成されたシャワーヘッドと、

1 または複数の第 1 のバルブを備えると共に、前記シャワーヘッド流入口に流体接続された第 1 の流路と、

1 または複数の第 2 のバルブを備えると共に、前記第 1 の流路に流体接続された第 2 の流路と、

1 または複数のコントローラであって、

( a ) 前記 1 または複数の第 1 のバルブをフローオン位置に切り替えて、A L D 蒸着サイクルのドーズ段階の第 1 の期間中に、第 1 の搬送ガスと前駆体とを含む第 1 の処理ガスを前記基板に流す工程と、

( b ) 前記 1 または複数の第 2 のバルブをフローオン位置に切り替えて、前記 A L D 蒸着サイクルの前記ドーズ段階の第 2 の期間中に、第 2 の処理ガスを前記基板に流す工程であって、前記第 2 の期間は前記第 1 の期間が始まった後に始まり、前記第 1 および第 2 の期間は少なくとも部分的に重複し、前記第 2 の処理ガスは前記搬送ガスを含み、前記第 2 の処理ガスは前記第 2 の期間が前記第 1 の期間と重複する期間の少なくとも一部の間に前記第 1 の処理ガスと混合し、工程 ( a ) から工程 ( b ) で全処理ガスの体積流量が増大する、工程と、

( c ) 工程 ( a ) の後に、前記 1 または複数の第 1 のバルブをフローオフ位置に切り替えて、前記第 1 の処理ガスを前記基板に流すことを停止する工程と、

(d) 工程 (b) の後に、前記 1 または複数の第 2 のバルブをフローオフ位置に切り替えて、前記第 2 の処理ガスを前記基板に流すことを停止する工程と、

(e) 工程 (c) および (d) の後に、工程 (a) および (b) での前記 A L D 蒸着サイクルとは異なる A L D 蒸着サイクル中に、前記基板に対して工程 (a) および (b) を繰り返す工程と、

を実行するように構成された、コントローラと、  
を備える、装置。

< 適用例 1 4 >

適用例 1 3 に記載の装置であって、

前記第 1 の処理ガスの少なくとも一部が、前記基板上に吸着され、

前記 1 または複数のコントローラは、さらに、

(f) 工程 (c) および (d) の後、かつ、工程 (e) の前に、前記吸着した前駆体を反応させて、前記基板上に薄膜層を形成する工程を実行するように構成されている、装置。

< 適用例 1 5 >

適用例 1 4 に記載の装置であって、

工程 (f) が始まる時、前記基板は、吸着した前駆体で完全には飽和していない、装置  
。

< 適用例 1 6 >

適用例 1 3 に記載の装置であって、

前記 1 または複数のコントローラは、さらに、前記 1 または複数の第 1 のバルブが開き、前記 1 または複数の第 2 のバルブが閉じられた時に、前記第 2 の流路を前記第 2 の処理ガスで満たすように構成されている、装置。

< 適用例 1 7 >

適用例 1 6 に記載の装置であって、さらに、

前記第 2 の流路に流体接続された迂回路を備え、

前記 1 または複数のコントローラは、さらに、

(f) 前記 1 または複数の第 2 のバルブが前記フローオフ位置にある時に、前記第 2 の流路からの前記第 2 の処理ガスを前記迂回路を通して流す工程を実行するように構成されている、装置。

< 適用例 1 8 >

適用例 1 7 に記載の装置であって、さらに、

前記迂回路内に 1 または複数の迂回バルブを備え、

工程 (f) は、前記 1 または複数の第 2 のバルブがフローオフ位置に切り替えられた時に、前記 1 または複数の迂回バルブをフローオン位置に切り替える工程を含む、装置。

< 適用例 1 9 >

適用例 1 3 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記第 2 の流路は、前記第 1 の流路で終端しており、

前記第 2 の処理ガスは、前記第 2 の流路が前記第 1 の流路で終端する位置の下流の前記第 1 の流路の少なくとも一部で前記第 1 の処理ガスと混合する、装置。

< 適用例 2 0 >

適用例 1 3 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記第 1 の期間は、前記第 2 の期間が終わった後に終わる、装置。

< 適用例 2 1 >

適用例 1 3 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記第 2 の期間は、前記第 1 の期間が終わった後に終わる、装置。

< 適用例 2 2 >

適用例 2 1 に記載の装置であって、

前記第 1 の期間が終わった後に続く前記第 2 の期間の一部に供給される前記処理ガスは、少なくとも一部の未吸着の前駆体を前記基板の周りの空間から除去するために用いられる、装置。

< 適用例 2 3 >

適用例 1 3 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記 1 または複数のコントローラは、約 5 秒以下の期間中に工程 ( a ) から ( d ) を実行するように構成されている、装置。

< 適用例 2 4 >

適用例 1 3 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記基板は、約 4 5 0 mm 以下の直径を有する、装置。

< 適用例 2 5 >

適用例 1 3 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の装置であって、さらに、

1 または複数の第 3 のバルブを有し、前記第 1 の流路に流体接続された第 3 の流路を備え、

前記 1 または複数のコントローラは、さらに、

( f ) 前記 1 または複数の第 3 のバルブをフローオン位置に切り替えて、前記 A L D 蒸着サイクルの前記ドーズ段階の第 3 の期間中に、第 3 の処理ガスを前記基板に流す工程であって、前記第 3 の期間は前記第 1 の期間が始まった後に始まり、前記第 1 および第 3 の期間は少なくとも部分的に重複し、前記第 3 の処理ガスは第 3 の搬送ガスを含み、前記第 3 の処理ガスは前記第 3 の期間が前記第 1 の期間と重複する期間の少なくとも一部の間に少なくとも前記第 1 の処理ガスと混合し、工程 ( a ) から工程 ( f ) で全処理ガスの体積流量が増大する、工程と、

( g ) 工程 ( f ) の後に、前記 1 または複数の第 3 のバルブをフローオフ位置に切り替えて、前記第 3 の処理ガスを前記基板に流すことを停止する工程と、  
を実行するように構成されている、装置。

< 適用例 2 6 >

適用例 1 3 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記第 2 の搬送ガスは、前記第 1 の搬送ガス、および、前記第 1 の搬送ガスとは異なる搬送ガス、からなる群より選択される、装置。

< 適用例 2 7 >

適用例 1 3 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の装置であって、さらに、

前記第 1 の流路に流体接続されると共に、前記第 1 の処理ガスの前記前駆体を供給するように構成された前駆体源と、

少なくとも前記第 1 の流路に流体接続されると共に、少なくとも前記第 1 の処理ガスの前記第 1 の搬送ガスを供給するように構成された搬送ガス源と、  
を備える、装置。

< 適用例 2 8 >

適用例 2 7 に記載の装置であって、

前記搬送ガス源は、さらに、前記第 2 の流路に流体接続されており、前記第 2 の処理ガスの前記第 2 の搬送ガスを供給するように構成されている、装置。

< 適用例 2 9 >

適用例 1 3 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の装置であって、

少なくとも工程 ( b ) における前記第 2 の処理ガスの流量は、マスフローコントローラによって制御されない、装置。