

(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2012-201898

(P2012-201898A)

(43) 公開日 平成24年10月22日(2012.10.22)

(51) Int.Cl.

C23C 16/54 (2006.01)**C23C 16/44 (2006.01)**

F1

C23C 16/54

C23C 16/44

テーマコード (参考)

4K030

F

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2011-64920 (P2011-64920)

(22) 出願日 平成23年3月23日 (2011.3.23)

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(74) 代理人 110001276

特許業務法人 小笠原特許事務所

(72) 発明者 今 真人

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

Fターム(参考) 4K030 CA07 CA12 EA03 EA11 FA10
GA14 HA01 KA01

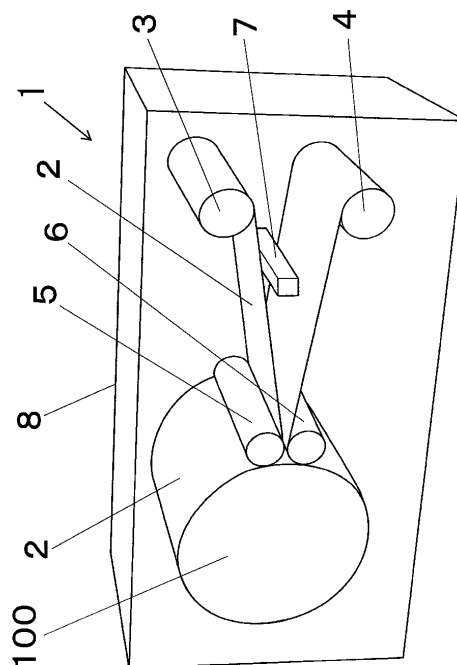
(54) 【発明の名称】 原子層堆積法成膜装置における成膜処理ドラム

(57) 【要約】

【課題】装置全体を小型化可能として、多層の成膜を形成できる成膜装置を提供する。

【解決手段】成膜装置を、成膜処理ドラムに被成膜基板を所定角巻き付け連続的または断続的に搬送しながら、被成膜基板の内面に成膜する構成として、装置全体を小型化した。そして、成膜処理ドラムに成膜源が設けられた回転ドラムを回転させることにより、多層の成膜を容易に形成できるようにした。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被成膜基板を成膜処理ドラムに所定角巻き付け搬送しながら、前記被成膜基板の表面に成膜する成膜装置における成膜処理ドラムにおいて、

前記成膜処理ドラムは、成膜基板ガス処理部が設けられた回転ドラムを備え、前記成膜基板ガス処理部は、前記回転ドラムの表面に所定幅で設けられた凹部を備えることを特徴とする成膜処理ドラム。

【請求項 2】

前記成膜基板ガス処理部は、複数のガスを順次放出し、排気する構成を有することを特徴とする請求項 1 に記載の成膜処理ドラム。

10

【請求項 3】

前記凹部は複数設けられ、前記複数のガスは、それぞれの前記凹部から個別に放出されることを特徴とする請求項 2 に記載の成膜装置における成膜処理ドラム。

【請求項 4】

前記凹部には、ガス放出穴とガス排気穴とが設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の成膜装置における成膜処理ドラム。

【請求項 5】

前記成膜処理ドラムは、さらに回転軸部を備え、前記回転ドラムは回転駆動部により前記回転軸部の周りを回転駆動され、前記回転軸部の外面に設けられた連続する溝と、前記溝に対向する前記回転ドラムの前記凹部に設けられた前記ガス放出穴により、前記ガス放出穴が放出するガスは前記回転軸部の内部を通じて供給されることを特徴とする請求項 4 に記載の成膜装置における成膜処理ドラム。

20

【請求項 6】

前記回転軸部の外面には連続する溝が設けられ、前記溝に対向する前記凹部には前記ガス排気穴が設けられ、前記ガス排気穴から前記回転軸部の内部を通じてガスが排気されることを特徴とする請求項 5 に記載の成膜装置における成膜処理ドラム。

30

【請求項 7】

前記回転ドラムの内面と前記回転軸部の外面との間に磁気流体が配設され、この磁気流体により前記ガスのシールがされることを特徴とする請求項 6 に記載の成膜装置における成膜処理ドラム。

【請求項 8】

前記成膜処理ドラムは、さらに、前記回転ドラムの両端に設けられ、前記被成膜基板を所定径に保持する被成膜基板ガイド部を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の成膜装置における成膜処理ドラム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、気相を用いて基板上に薄膜を形成する技術に関する。より詳しくは、基板を搬送しながら成膜を行う原子層堆積法成膜装置における成膜処理ドラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

気相を用いて薄膜を形成する方法は、大別して化学的気相成長法（CVD：Chemical Vapor Deposition）と物理的気相成長法（PVD：Physical Vapor Deposition）とがある。

【0003】

PVDとして代表的なものには真空蒸着法やスパッタ法などがあり、特にスパッタ法で

50

は一般に装置コストは高いが膜質と膜厚の均一性に優れた高品質の薄膜の作製が行えるため、表示デバイスなどに広く応用されている。

【0004】

CVDは真空チャンバ内に原料ガスを導入し、熱エネルギーによって基板上で1種類あるいは2種類以上のガスを分解または反応させて固体薄膜を成長させるものである。反応を促進させたり、反応温度を下げたりするため、プラズマや触媒(Catalyst)反応を併用するものもある。プラズマを併用するものをPECVD(Plasma Enhanced CVD)、触媒反応を併用するものをCat-CVD(Catalytic CVD)と呼ぶ。化学的気相成長法は成膜欠陥が少ない特徴を有し、ゲート絶縁膜の成膜など半導体デバイス製造工程に主に適用されている。

10

【0005】

近年、原子層堆積法(ALD: Atomic Layer Deposition)が注目されている。ALDは、表面吸着した物質を表面における化学反応によって原子レベルで1層ずつ成膜していく方法であり、CVDに分類される。ALDが一般的なCVDと区別されるのは、一般的なCVDが単一のガスまたは複数のガスを同時に用いて基板上で反応させて薄膜を成長させるのに対して、ALDでは前駆体(またはプリカーサーともいう)と呼ばれる活性に富んだガスと反応性ガス(これもALDでは前駆体と呼ばれる)を交互に用い、基板表面における吸着と続く化学反応によって原子レベルで1層ずつ薄膜を成長させていく特殊な成膜方法にある。

【0006】

20

具体的には、表面吸着において表面がある種のガスで覆われるとそれ以上そのガスの吸着が生じない自己制限(self-limiting)効果を利用し、表面が前駆体を1層吸着したところで未反応の前駆体を排気する。続いて反応性ガスを導入して先の前駆体を酸化または還元して所望の組成を有する薄膜を1層得たのち反応性ガスを排気する。これを1サイクルとしこのサイクルを繰り返して、1サイクルで1層ずつ、薄膜を成長させていくものである。従ってALDでは薄膜は二次元的に成長する。ALDでは、従来の蒸着法やスパッタ法などとの比較ではもちろん、一般的なCVDなどと比較しても成膜欠陥が少ないことが特徴であり、様々な分野に応用が期待されている。

【0007】

ALDでは、第二の前駆体を分解し、基板に吸着している第一の前駆体と反応させる工程において、反応を活性化させるためにプラズマを用いる方法があり、これはプラズマ活性化ALD(PEALD: Plasma Enhanced ALD)または単にプラズマALDと呼ばれる。

30

【0008】

ALD技術そのものは1974年にフィンランドのDr. Tuomo Suntolaによって提唱された。高品質高密度な膜が得られるためゲート絶縁膜など半導体産業で応用が進められており、ITRS(International Technology Roadmap for Semiconductors)にも記載がある。また他の成膜法と比較して斜影効果が無いなどの特徴があるため、ガスが入り込める隙間があれば成膜が可能であり、高アスペクト比を有するラインやホールの被覆のほか3次元構造物の被覆用途でMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)関連にも応用が期待されている。

40

【0009】

ALDの欠点として特殊な材料を使用する点やそのコスト等が挙げられるが、最大の欠点は、ALDは1サイクルで1層ずつ原子レベルの薄膜を成長させていく方法であるため、成膜速度が遅いことである。蒸着やスパッタ等の成膜法と比較して5~10倍ほど遅い。

【0010】

以上述べてきたような成膜法を用いて薄膜を形成する対象は、ウェハーやフォトマスクなどの小さな板状の基板、ガラス板などの大面積でフレキシブル性が無い基板、またはフ

50

イルムなどの大面積でフレキシブル性がある基板、など様々に存在する。これに対応してこれらの基板に薄膜を形成するための量産設備では、コスト、取り扱いの容易さ、成膜品質などによって様々な基板の取り扱い方法が提案され、実用化されている。

【 0 0 1 1 】

例えばウェハーでは基板一枚を成膜装置に供給して成膜して、その後、次の基板へ入れ換えて再び成膜を行う枚葉式や、複数の基板をまとめてセットし全てのウェハーに同一の成膜を行うバッチ式等がある。

【 0 0 1 2 】

また、ガラス基板などに成膜を行う方法には、成膜の源となる部分に対して基板を逐次搬送しながら同時に成膜を行うインライン式や、さらには、主にフレキシブル基板に対してはロールから基板を巻き出し、搬送しながら成膜を行い、別のロールに基板を巻き取る、いわゆるロールツーロールによるウェブコーティング方式がある。フレキシブル基板だけでなく、成膜対象となる基板を連続搬送できるようなフレキシブルなシートまたは一部がフレキシブルとなるようなトレイに載せて連続成膜する方式も、ウェブコーティング方式に含まれる。

【 0 0 1 3 】

いずれの成膜法、基板取り扱い方法も、コスト、品質、取り扱いの容易さなどから判断して最適な組み合わせが採用されている。

【 0 0 1 4 】

光学膜の成膜などでは、異なる種類の薄膜を多層成膜する必要がある。また A L D では、膜厚によっては 1 0 0 ~ 2 0 0 サイクルの前駆体曝露を実施して成膜が行われる。このような場合、フレキシブル基板を用いたウェブコーティング方式では 1 層に対して 1 成膜源が必要となる。そのため、複数の成膜源を配設し、一つの工程で複数のサイクルの成膜を行う成膜装置が提案されている。

【 0 0 1 5 】

このような従来の成膜装置として、特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されたものがある。特許文献 1 に開示された成膜装置は、真空にしたチャンバ内において A L D を用いて成膜を行うものであり、処理ドラムの外周部に巻きつけた薄膜の基板を 2 つのロールの間で搬送し、処理ドラムの外周部に放射状に配設された複数の成膜源により、薄膜の基板の外周部に成膜する構成からなる。基板を複数の成膜源に暴露させて十分に厚い層を形成できる。

【 0 0 1 6 】

また、特許文献 2 に開示された成膜装置は、C V D を用いて成膜を行うものであり、成膜ローラの外周部に巻きつけた被成膜テープを 2 つのローラの間で搬送し、成膜ローラの外周部に放射状に配設された複数の C V D 部により被成膜テープの外周部に成膜する構成からなる。多層膜を時間的な無駄を伴うことなく効率的に形成できる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 7 】

【 特許文献 1 】 特表 2 0 0 7 - 5 2 2 3 4 4 号公報

【 特許文献 2 】 国際公開第 2 0 0 6 / 0 9 3 1 6 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 8 】

しかしながら、特許文献 1 に記載の技術では、複数の成膜源を処理ドラムの外周部に放射状に配設しているので、処理ドラムと比べて、装置全体が大きなものになるという不都合があった。また、サイクル数が増えるに従って設備が大型化し、生産コスト及び設備占有面積が増大するという不都合があった。

【 0 0 1 9 】

また、特許文献 2 に記載の技術では、C V D により多層化処理するために、複数の C V D 部を成膜ローラの外周部に放射状に配設しているので、装置全体が大きくなるという不

10

20

30

40

50

都合があった。

【 0 0 2 0 】

本発明の目的は、装置全体の小型化を可能にして、多層の成膜を形成できる原子層堆積法成膜装置における成膜処理ドラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 1 】

本発明は、上記の課題を解決するために、以下の構成を採用した。

【 0 0 2 2 】

本発明は、被成膜基板を成膜処理ドラムに所定角巻き付け搬送しながら、被成膜基板の表面に成膜する成膜装置における成膜処理ドラムに関する。

そして、成膜処理ドラムは、成膜基板ガス処理部が設けられた回転ドラムを備え、成膜基板ガス処理部は、回転ドラムの表面に所定幅で設けられた凹部を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

また、成膜基板ガス処理部は、複数のガスを順次放出し、排気する構成を有することを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また、凹部は複数設けられ、複数のガスは、それぞれの凹部から個別に放出されることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、凹部には、ガス放出穴とガス排気穴とが設けられていることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

また、成膜処理ドラムは、さらに回転軸部を備え、回転ドラムは回転駆動部により回転軸部の周りを回転駆動され、回転軸部の外面に設けられた連続する溝と、溝に対向する回転ドラムの凹部に設けられたガス放出穴により、ガス放出穴が放出するガスは回転軸部の内部を通じて供給されることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

また、回転軸部の外面には連続する溝が設けられ、溝に対向する凹部にはガス排気穴が設けられ、ガス排気穴から回転軸部の内部を通じてガスが排気されることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

また、回転ドラムの内面と回転軸部の外面との間に磁気流体が配設され、この磁気流体によりガスのシールがされることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

そして、成膜処理ドラムは、さらに、回転ドラムの両端に設けられ、被成膜基板を所定径に保持する被成膜基板ガイド部を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 3 0 】

本発明によれば、上述の特徴を有することから、下記に示すことが可能となる。

【 0 0 3 1 】

すなわち、被成膜基板を成膜処理ドラムに所定角巻き付け搬送しながら、被成膜基板の表面に成膜する成膜装置における成膜処理ドラムにおいて、成膜処理ドラムは、成膜基板ガス処理部が設けられた回転ドラムを備え、成膜基板ガス処理部は、回転ドラムの表面に所定幅で設けられた凹部を備えるので、従来例のように、複数のガス処理部を処理ドラムの外周部に放射状に備える必要がなくなり、装置全体を小型化することが可能となるとともに、回転ドラムを複数回転させることにより多層の成膜を形成することができる。

また、成膜基板ガス処理部は、回転ドラムの表面に所定幅で設けられた凹部であるので、回転ドラムを回転させながら、所定量のガスを凹部に満たし被成膜基板表面にガスを吸着させることができる。

【 0 0 3 2 】

また、成膜基板ガス処理部は、複数のガスを順次放出し、排気する構成を有するので、

10

20

30

40

50

被成膜基板表面にガスを吸着させ、未反応のガスを排気することができる。

【 0 0 3 3 】

また、凹部は複数設けられ、複数のガスは、それぞれの凹部から個別に放出されるので、複数のガスが混ざり合うことなく処理できる。

【 0 0 3 4 】

また、凹部には、ガス放出穴とガス排気穴とが設けられているので、速やかにガスの放出と排気ができる。

【 0 0 3 5 】

また、成膜処理ドラムは、さらに回転軸部を備え、回転ドラムは回転駆動部により回転軸部の周りを回転駆動され、回転軸部の外面に設けられた連続する溝と、溝に対向する回転ドラムの凹部に設けられたガス放出穴により、ガス放出穴が放出するガスは回転軸部の内部を通じて供給されるので、回転ドラムが回転してもガス放出穴と溝との位置が維持され、ガスを供給することができる。

10

【 0 0 3 6 】

また、回転軸部の外面には連続する溝が設けられ、溝に対向する凹部にはガス排気穴が設けられ、ガス排気穴から回転軸部の内部を通じてガスが排気されるので、回転ドラムが回転してもガス放出穴と溝との位置が維持され、ガスを排気することができる。

【 0 0 3 7 】

また、回転ドラムの内面と回転軸部の外面との間に磁気流体が配設され、この磁気流体によりガスのシールがされるので、ガスをしっかりとシールするとともに、回転ドラムが回転するときの摩擦等の妨げを小さくすることができる。

20

【 0 0 3 8 】

そして、成膜処理ドラムは、さらに、回転ドラムの両端に設けられ、被成膜基板を所定径に保持する被成膜基板ガイド部を備えるので、所定径に保持された被成膜基板の内面で回転ドラムを自在に回転させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 9 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る成膜装置の概略図

【 図 2 】 一実施形態に係る成膜装置の要部の概略図

【 図 3 】 一実施形態に係る成膜装置の要部の分解斜視図

30

【 図 4 】 一実施形態に係る成膜装置の要部の分解斜視図

【 図 5 】 一実施形態に係る成膜装置の要部の部分の斜視図

【 図 6 】 一実施形態に係る成膜装置の要部の一部の概略図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 0 】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態について、詳細に説明する。

【 0 0 4 1 】

図 1 は、原子層堆積法成膜装置（以下、適宜「成膜装置」と省略することがある）1の全体構成を示す概略図である。図 2 は、この成膜装置 1 の要部である成膜処理ドラム（以下、単に処理ドラムと称することがある）100の組み立て状態を示す概略図である。図 3 は、処理ドラム 100を分解したときの斜視図である。図 4 は、処理ドラム 100の要部である回転ドラム部 101と回転軸部 102とを示す概略図である。図 5 は、回転軸部 101を示す斜視図である。図 6 は、回転軸部 101と基板ガイド部 103とを組み合わせた状態を示す斜視図である。

40

【 0 0 4 2 】

成膜装置 1 は処理ドラム 100により、フレキシブル基板（被成膜基板）2に成膜処理をする装置である。図 1 に示すように、成膜装置 1 は処理ドラム 100、巻き出しロール 3、巻き取りロール 4、巻き出し側ガイドローラ 5、巻き取り側ガイドローラ 6、プラズマ装置 7、チェンバ 8 を備える。成膜装置 1 全体はチャンバ 8 に収納されている。チャンバ 8 内は図示しない真空ポンプにより真空に保持される。

50

【 0 0 4 3 】

図 1 に示すように、フレキシブル基板 2 は巻き出しロール 3 から巻き出され、巻き出し側ガイドローラ 5 と巻き取り側ガイドローラ 6 により処理ドラム 1 0 0 の外周に所定の角度を巻き付けられて搬送され、巻き取りロール 4 により巻き取られる。処理ドラム 1 0 0 に設けられた成膜源により、処理ドラム 1 0 0 に巻き付けられたフレキシブル基板 2 の内面が成膜処理される。

【 0 0 4 4 】

フレキシブル基板 2 は、可撓性のある長尺のフィルムであり、巻き出しロール 3 と巻き出し側ガイドローラ 5 と処理ドラム 1 0 0 と巻き取り側ガイドローラ 6 と巻き取りロール 4 とにより、連続的にまたは断続的に搬送される。

10

【 0 0 4 5 】

図 1 に示すように、フレキシブル基板 2 は回転ドラム 1 0 2 の外周を、円周方向 3 6 0 ° のうち 9 0 % 以上を覆っている。このように構成することにより、ガス拡散の拡散を防ぎ、異なるガスが混じるのを防ぎ、パーティクルの発生を防止している。

【 0 0 4 6 】

次に、処理ドラム 1 0 0 について、図 2 ~ 図 6 を参照しながら説明する。図 2 および図 3 に示すように、処理ドラム 1 0 0 は回転ドラム部 1 0 1 と回転軸部 1 0 2 と基板ガイド部 1 0 3 とを備える。なお、図 3 では、右側の 1 枚の基板ガイド 1 0 3 は図示していない。

【 0 0 4 7 】

回転ドラム部 1 0 1 は、回転軸部 1 0 2 の周囲を、図示しない処理ドラム回転駆動部により回転駆動される。基板ガイド部 1 0 3 は中央に丸穴が設けられた円板型をなし、回転ドラム部 1 0 1 の両側に設けられ、回転軸部 1 0 2 の外周部を回転自在に構成される。回転ドラム部 1 0 1 の回転とは独立して別個に、基板ガイド部 1 0 3 は、図示しない基板ガイド回転駆動部により回転駆動される。処理ドラム回転駆動部と基板ガイド回転駆動部とは、図示しないコントロール部により回転が制御される。

20

【 0 0 4 8 】

回転軸部 1 0 2 は回転せず固定され、配管 1 0 4 が接続される。配管 1 0 4 は 4 本あり、一本の太い管は排気用のものであり、他の細い 3 本には、3 種類のガスが供給される。

前述のコントロール部により、配管 1 0 4 によりガスを供給するか停止するか、排気をするかしないか、が制御される。

30

【 0 0 4 9 】

図 2 において、左右の基板ガイド部 1 0 3 の外方の幅はフレキシブル基板 2 の幅と略同一に形成されている。フレキシブル基板 2 の幅方向の両端部が基板ガイド部 1 0 3 の外周部を覆うように巻き付いているので、フレキシブル基板 2 の内面は、基板ガイド部 1 0 3 の外形と同じ径に保持される。基板ガイド部 1 0 3 が回転駆動されると、外縁が基板ガイド部 1 0 3 に巻き付いているフレキシブル基板 2 も回転駆動され、搬送される。

【 0 0 5 0 】

図 2 において、回転ドラム部 1 0 1 の外径は、左右の基板ガイド部 1 0 3 の外径に対して、所定寸法だけ小さな径に形成されている。回転ドラム部 1 0 1 に巻き付けられたフレキシブル基板 2 の内面を、フレキシブル基板 2 の搬送速度とは独立して、回転ドラム部 1 0 1 は回転駆動される。

40

【 0 0 5 1 】

図 2 に示すように、回転ドラム部 1 0 1 の表面には複数の区切りがされ、その区切りで仕切られた区画（上面が解放された小部屋）をなす凹部 1 0 6 が設けられている。

図 4 に示すように、凹部 1 0 6 は、回転中心軸に略平行で幅方向に長く外方を開口させた有底の凹みであり、略円筒形をなす回転ドラム部 1 0 1 の側面に、本実施形態では等間隔に 8 条形成されている。

凹部 1 0 6 の底部には、それぞれ大小 2 つの貫通穴である小さな穴のガス放出部 1 0 5 と大きな穴のガス排気穴 1 0 7 が形成されている。回転ドラム部 1 0 1 の側面からの位置

50

は、ガス排気部 105 は同一に形成されているが、隣り合うガス放出穴 105 a、105 b、105 c は少しずつ横にずれた位置に形成されている。

【0052】

ガス放出部 105 は、回転方向に順にガス放出穴 105 a、105 c、105 b、105 c が形成されているが、これらは後述するように、それぞれ異なるガスに対応しており、ガス放出部 105 a、105 c、105 b、105 c により 1 サイクルの成膜処理をおこなうことができる。ガス放出部 105 は回転ドラム部 101 に本実施形態では 8 条形成あり、ガス放出穴 105 a、105 c、105 b、105 c の対向する面にも同じ順番でガス放出部 105 が形成されているので、一周で 2 サイクルの成膜処理ができるように構成されている。

10

【0053】

図 5 に示すように、回転軸部 102 の中央部には、少しずつ横にずれた 4 つの溝部 108 が径方向に形成されている。また、回転軸部 102 の一方の端面には 4 本の連結管からなる配管 104 が設けられている。4 つの溝部 108 a、108 b、108 c、108 d は 4 本の連結管からなる配管 104 にそれぞれ連通している。配管 104 のうちの太い方の連結管が、4 つの溝部 108 のうちの幅の広い溝 108 d と連通している。

【0054】

図 4 および図 5 に示すように、4 つの溝部 108 a、108 b、108 c、108 d の両脇の回転軸部 102 の外周面には、径方向に無端状に連続しているシール部 109 が設けられている。シール部 109 には磁気流体からなり、磁気流体が回転ドラム部 101 の内面円筒部と回転軸部 102 との隙間を埋めることにより、溝部 108 はそれぞれ封止されている。

20

【0055】

図 4 に示すように、4 つの溝部 108 a、108 b、108 c、108 d と、ガス放出穴 105 a、105 b、105 c およびガス排気穴 107 とはそれぞれ少しずつ横にずれていて、図 2 に示すように、組み立てるとそれぞれの穴と溝とが対向する位置に形成されている。溝部 108 は外周に連続して設けられているので、回転ドラム部 101 が回転しても、ガス放出穴 105 やガス排気穴 107 との位置関係は維持される。

【0056】

溝部 108 の両脇にはシール部 109 が設けられていて、それぞれ封止されるので、結局、ガス放出穴 105 a、105 b、105 c およびガス排気穴 107 は 4 つの溝部 108 a、108 b、108 c、108 d を通じて、回転軸部 102 の内部を経由して配管 104 にそれぞれ連通する。すなわち、配管 104 に 3 種類のガスが供給されると、ガス放出穴 105 a、105 b、105 c から、それぞれのガスが放出される。配管 104 のうちの太い方の連結管は排気管となっており、これに連通するガス排気穴 107 から排気が行われる。

30

【0057】

3 種類のガスは、第 1 の前駆体、第 2 の前駆体、パージガスであって、配管 104 から供給され、それぞれのガスがガス放出穴 105 a、105 b、105 c からコントロール部に制御されて凹部 106 に放出される。また、太い方の連結管 104 により排気を行えば凹部 106 からガスが排気される。

40

【0058】

フレキシブル基板 2 の搬送を止め、凹部 106 に第 1 の前駆体を放出し回転ドラム部 101 を回転させれば、処理ドラム 100 に巻き付いたフレキシブル基板 2 の表面は第 1 の前駆体を 1 層吸着する。次に、フレキシブル基板 2 はそのまま止めたまま、回転ドラム部 101 を回転させたまま排気を行えば凹部 106 からガスが排気されるので、吸着されなかった未反応の第 1 の前駆体は排気される。同様に、フレキシブル基板 2 はそのまま止めたまま、第 2 の前駆体の処理を行い、さらに、パージガスの処理を行う。このようにして、1 サイクルが終了し、1 層が形成される。このサイクルを繰り返すことにより、多層の成膜を行う。

50

【 0 0 5 9 】

所定の成膜が形成されたら、フレキシブル基板 2 を処理ドラム 1 0 0 に巻き付いた分の長さを搬送し、次の処理を行う。このように断続的にフレキシブル基板 2 を搬送することにより、成膜処理をする。

【 0 0 6 0 】

従って、本実施形態では、回転ドラム部 1 0 1 に設けられた複数の凹部 1 0 6 が成膜源ということになる。なお、回転ドラム部 1 0 1 の回転速度がフレキシブル基板 2 の搬送速度よりも充分早い場合には、フレキシブル基板 2 は成膜中連続的に搬送することができる。

【 0 0 6 1 】

以上に述べた構成により、成膜源を回転ドラム部 1 0 1 に配設するようにして、装置全体の小型化を実現した。また、従来の成膜源は固定されていたが、回転するようにして、多くのサイクルの成膜処理が容易に可能となる。装置を小型化することによりチャンバ 8 も小型にすることが可能となり、特に中を真空にしたチャンバ 8 を用いる場合にはその効果は大きい。

また、ALD は 1 サイクルで 1 層ずつ原子レベルの薄膜を成長させていく方法であり成膜速度が遅いが、成膜源を回転させることにより多層形成が容易になり、この ALD の欠点も解消することができる。

【 0 0 6 2 】

なお、本実施形態では、2 種類のガスを用い 4 つのガス放出部 1 0 5 により 1 サイクルとしたが、3 種類以上の前駆体を用いる場合はさらにそれ以上の凹部 1 0 6 を回転ドラム部 1 0 1 に設けて割り当ててもよい。2 種類以上のパージガスを使用する場合も同様である。

【 0 0 6 3 】

ここで、パージガスはその役割の一つに、それぞれの前駆体が空間内で混合し反応することを避ける目的が有るため、パージガスを供給する開口部 1 0 5 c は、前駆体を供給するそれぞれの開口部との間に設けるとよい。すなわち、例えば第 1 の前駆体を供給する開口部 1 0 5 a と、第 2 の前駆体を供給する開口部 1 0 5 b との間に、パージガスを供給する開口部 1 0 5 c を配置したように、開口部 1 0 5 b と第 3 の前駆体のための開口部との間にパージガスを供給する開口部が配置されるように構成してもよい。一方で、排気のみで未吸着または未反応の前駆体を十分に除ける場合には、パージガスを一切導入しなくてもよい。

【 0 0 6 4 】

また、本実施形態では被成膜基板として、フレキシブル基板を用いて説明したが、他の可撓性のあるフィルムやシートであってもよい。また、ガラスやウェハーなど可撓性がない剛体であっても、回転ドラムに沿って搬送できる形態であれば本発明が適用できる。例えば、小さな基板を搬送用シートやベルトシートに固定して搬送する場合などがこれにあたる。いわゆるウェブコーティング方式での成膜に適用できる。すなわち、これらのガラスやウェハーなどや、小さな基板、ウェブコーティング方式での被成膜物も被成膜基板に含まれる。

【 0 0 6 5 】

また、本実施形態では、フレキシブル基板 2 は基板ガイド部 1 0 3 により駆動され、搬送される構成となっているが、基板ガイド部 1 0 3 を駆動せず、フレキシブル基板 2 の移動により回転するいわゆるアイドラとして用いて、フレキシブル基板 2 の搬送を巻き出しロール 3 と巻き取りロール 4 を駆動することにより行ってもよい。また、基板ガイド部 1 0 3 を固定し、フレキシブル基板 2 の両縁が基板ガイド部 1 0 3 の円板状の側面を滑るように構成し、フレキシブル基板 2 を所定の径に保持するようにしてもよい。

【 0 0 6 6 】

また、前駆体は、使用時に気相になっているものであれば種類は問わない。パージガスは、成膜によって得られる薄膜を構成する成分とならない限り、種類は問わない。窒素ガ

10

20

30

40

50

スを使用すると、高品位の膜をより低コストで製造することができる。またパージガスに不活性ガスを用いると、使用できる前駆体の種類の幅が広がり、多彩な前駆体の中から最適な前駆体を選定することができる。その中でもアルゴンは不活性ガスとしては比較的低コストで導入でき、生産性を高めることができる。

【 0 0 6 7 】

また、シール部 1 0 9 には磁性流体を用いる説明をしたが、Ｏリング等を使用しても良い。シール部 1 0 9 に磁性流体を用いると発塵などが抑えられ、またメンテナンス間隔も伸ばすことができる。また、回転ドラム部 1 0 1 の回転の抵抗力を小さくできる。

【 0 0 6 8 】

また、回転ドラム部 1 0 1 の凹部 1 0 6 は、形状は溝状のものでも良い。凹部 1 0 6 の底部の凹部開口部 1 0 7 は複数設けてもよい。効率良く排気することができ、基板に吸着されずに空間内に残った前駆体を効率よく除去することができ、成膜中のパーティクル発生を抑えて高品質の薄膜を作製することができる。

【 0 0 6 9 】

また、回転ドラム部 1 0 1 とフレキシブル基板 2 との間の隙間（クリアランス）は、できるだけ狭い方が好ましい。フレキシブル基板 2 を所定の径に保持する基板ガイド部 1 0 3 をフレキシブル基板 2 の両縁部分に設けたが、フレキシブル基板 2 の幅方向の中央部が撓む等の場合には、中央にも配置してもよい。

【 0 0 7 0 】

また、本実施形態では、配管 1 0 4 のうちの太い連結管により、まとめて排気されるように構成したが、排気用の配管等を増やすことにより、ガス放出部から放出されたそれぞれのガスを別々に排気するようにしてもよい。未反応の前駆体を回収して再利用することが容易になる。

【 0 0 7 1 】

また、本実施形態では、チャンバ 8 は装置全体を収納する構成としたが、成膜が行われる処理ドラム 1 0 0 だけを収納する構成にしてもよい。また、チャンバ 8 を真空とするのが一般的ではあるが、大気圧で成膜する場合にはそれに適応したチャンバ 8 とすることもできる。

【 0 0 7 2 】

また、回転ドラム部 1 0 1 には加熱機構を備えてもよい。前駆体が吸着した基板を加熱することによって反応を促進し薄膜の成長を促すことができる。また、成膜のために加熱が必要な前駆体を使用することができる。熱源としてフラッシュランプを用いると、温度制御が比較的容易であり、また輻射熱を利用することができるため効率的である。熱を伝えたくない部分に対しては水冷機構を設けて温度を制御してもよい。加熱機構はチャンバの壁面や、回転ドラムの外部に設けてもよい。

【 0 0 7 3 】

また、回転ドラム部 1 0 1 はプラズマを発生または照射させる機構を備えてもよい。プラズマにより前駆体の反応を促進し薄膜の成長を促すことができる。プラズマの発生方法は、高周波（ＲＦ）放電やＤＣ放電の他、誘導結合によるプラズマ生成（ＩＣＰ）など、公知の技術が使用できる。

【 0 0 7 4 】

また、前駆体の種類は問わない。成膜種、成膜温度によって適宜選択される。前駆体は装置使用時に気相となっていればよいので、前駆体の保管状態は気相の他、液相、あるいは固相であってもよい。例えば前駆体が液相の場合は加熱やバブリングなどの方法によって導入される。

【 0 0 7 5 】

また、前駆体にはキャリアガスが含まれてもよい。キャリアガスは一般にパージガスと同一のものまたは同様の性質を有するものが使用されるが、これに限定されるものではない。前述のバブリングを使用した場合、バブリングのためのガスがキャリアガスになることが多い。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

また、パージガスは膜の構成成分にはならないが、第一の前駆体放出と第二の前駆体放出の間を隔てるガスとして有効である。これにはアルゴンなどの希ガスの他、成膜種に影響しない範囲においてあらゆる種類のガスが使用できる。

【 0 0 7 7 】

また、回転ドラム部 1 0 1 と基板ガイド部 1 0 3 の回転方向は、同一方向であっても、また相対的に逆方向であってもよい。また、フレキシブル基板 2 の搬送は、連続的であっても、あるいは断続的であってもよいし、必要に応じ、巻き戻し方向に行ってもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 8 】

本発明は A L D 法を用い基板を搬送しながら基板上に気相を介して薄膜を作製する工程において、設備を大規模化することなく成膜を実施することができ、生産コスト低減に貢献する。

【符号の説明】

【 0 0 7 9 】

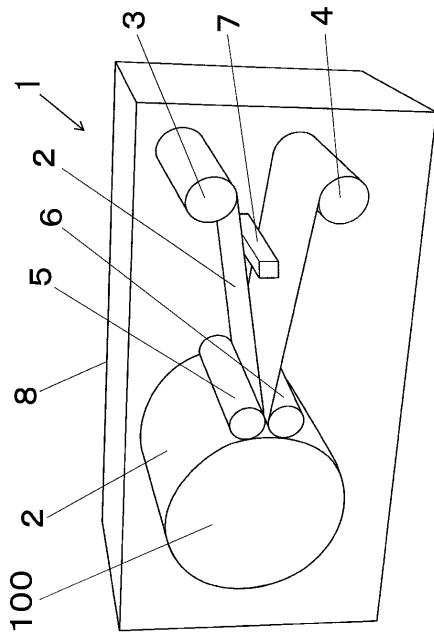
- 1 成膜装置
- 2 フレキシブル基板
- 3 巻き出しロール
- 4 巻き出しロール
- 5 巻き出し側ガイドローラ
- 6 巻き取り側ガイドローラ
- 7 プラズマ装置
- 8 チェンバ
- 1 0 0 成膜処理ドラム
- 1 0 1 回転ドラム部
- 1 0 2 回転軸部
- 1 0 3 基板ガイド部
- 1 0 4 配管
- 1 0 5 ガス放出穴
- 1 0 6 凹部
- 1 0 7 凹部開口穴
- 1 0 8 溝部
- 1 0 9 シール部

10

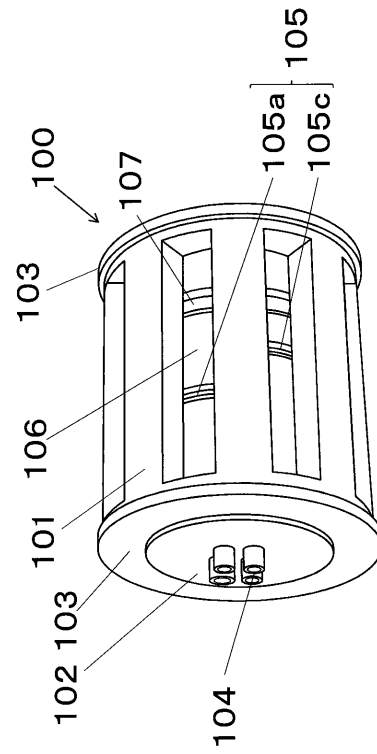
20

30

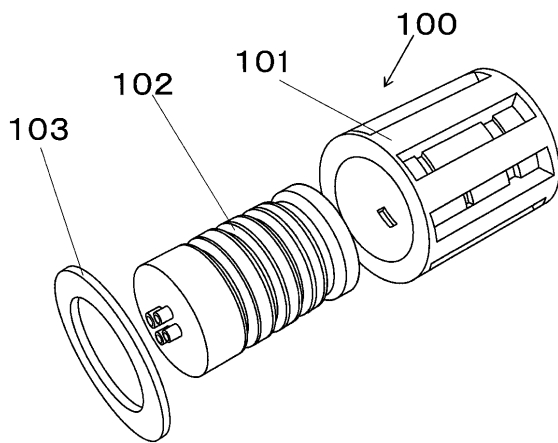
【図 1】



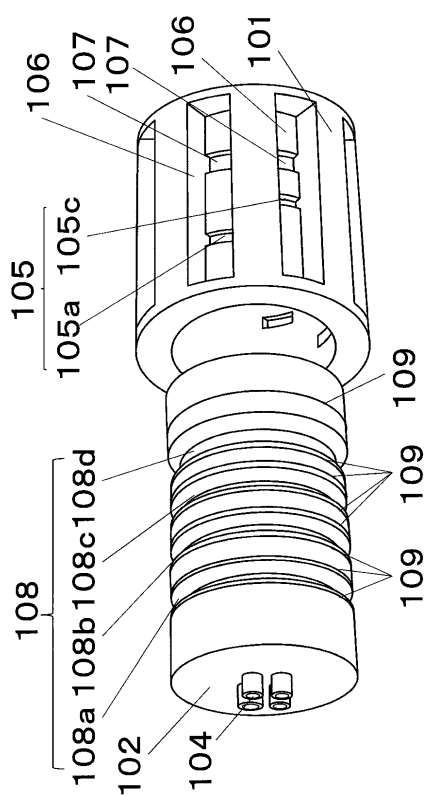
【図 2】



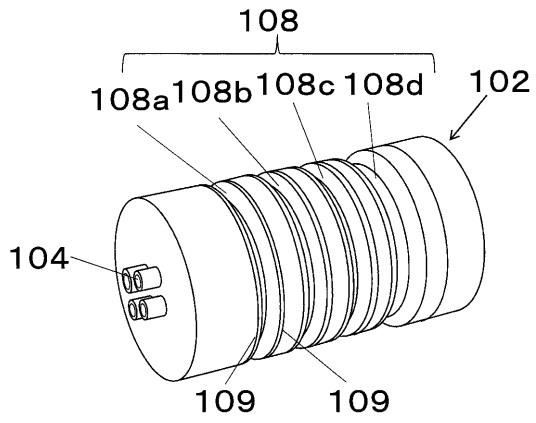
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

