

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年12月1日(01.12.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/190007 A1

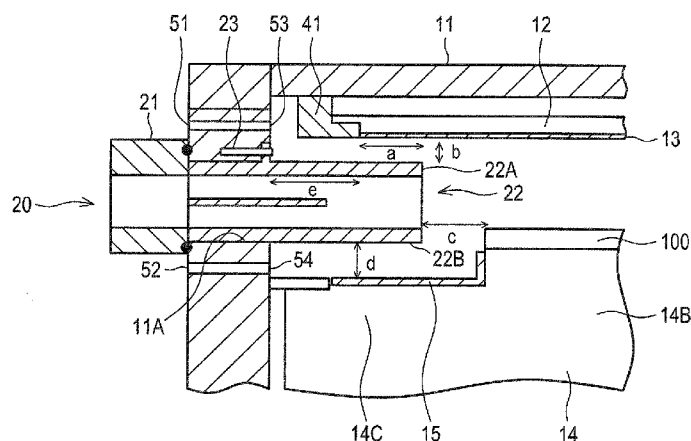
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/31 (2006.01) C23C 16/50 (2006.01)
C23C 16/44 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/062402
- (22) 国際出願日: 2016年4月19日(19.04.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-106858 2015年5月26日(26.05.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社日本製鋼所(THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松本 竜弥(MATSUMOTO Tatsuya); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP). 鷲尾 圭亮(WASHIO Keisuke); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 横井 幸喜(YOKOI Koki); 〒1080014 東京都港区芝4丁目3番7号エムジー田町ビル4階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: PLASMA ATOMIC LAYER GROWTH DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ原子層成長装置

FIG.2



(57) Abstract: The present invention is provided with: a cylindrical, insulating injector adhesion-prevention material that can be attached at a gas introduction opening from inside a film-formation container and that surrounds the gas introduction opening; a cylindrical, insulating exhaust adhesion-prevention material that can be attached at an exhaust opening from inside the film-formation container and that surrounds the exhaust opening; and an insulating film-formation chamber adhesion-prevention material that can be attached at an inner-wall side of the film-formation container. The injector adhesion-prevention material has a gap that is between plate-electrode and facing-electrode sides and has a tip that is positioned to the inside with respect to the end of the plate electrode. The exhaust adhesion-prevention material has a gap that is between plate-electrode and facing-electrode sides and has a tip that is positioned to the inside with respect to the end of the plate electrode. The film-formation chamber adhesion-prevention material is arranged over the injector adhesion-prevention material and the exhaust adhesion-prevention material on both sides of the injector adhesion-prevention material and the exhaust adhesion-prevention material, has a gap that is between plate-electrode and facing-electrode sides, and is provided with an upper inactive-gas supply port by which the inside of the film-formation container is purged with an inactive gas from the gap, with a lower inactive-gas supply port by which the inside of the film-formation container is purged.

[続葉有]



WO 2016/190007 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

with an inactive gas from gap, with an upper inactive-gas supply part that is connected to the upper inactive-gas supply port, and with a lower inactive-gas supply part that is connected to the lower inactive-gas supply port.

(57) 要約: ガス導入開口部に成膜容器内側から取り付け可能で、ガス導入開口部の開口を囲む筒状の絶縁性インジェクタ防着材と、排気開口部に成膜容器内側から取り付け可能で、排気開口部の開口を囲む筒状の絶縁性排気防着材と、成膜容器の内壁側に取り付け可能な絶縁性の成膜室防着材を備え、インジェクタ防着材は、平板電極および対向電極側との間に隙間を有し、平板電極端を基準にして、内側に先端が位置し、排気防着材は、平板電極および対向電極側との間に隙間を有し、平板電極端を基準にして、内側に先端が位置し、成膜室防着材は、インジェクタ防着材および排気防着材の両側方にインジェクタ防着材と排気防着材とに亘るように配置され、平板電極および対向電極側との間に隙間を有し、前記隙間から、成膜容器内側に不活性ガスをパージする上部不活性ガス供給口と、前記隙間から成膜容器内側に不活性ガスをパージする下部不活性ガス供給口と、上部不活性ガス供給口に接続される上部不活性ガス供給部と、下部不活性ガス供給口に接続される下部不活性ガス供給部を備える。

明 細 書

発明の名称： プラズマ原子層成長装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板上に薄膜を形成するプラズマ原子層成長装置に関する。

背景技術

[0002] 原子層成長法は、形成しようとする薄膜を構成する元素のガスを基板上に交互に供給し、基板上に原子層単位で薄膜を形成するもので、薄膜を均一に形成する技術として知られている。原子層成長法は、一般的なCVD (Chemical Vapor Deposition) 法と比較して、段差被覆性や膜厚制御性に優れている。

原子層成長法により薄膜の形成を繰り返し行くと、成膜容器の内表面にも薄膜が付着する。成膜容器内表面に付着した薄膜の厚さが厚くなると、堆積した薄膜が剥離し、その一部分がパーティクルとなり、基板上に形成される薄膜の質が劣化する原因となる。そのため、成膜容器の内表面に付着した薄膜を定期的に除去することが好ましい。

[0003] 特許文献1では、CVD成膜やスパッタ成膜などの気相成長装置において、防着板を使用するとともに、さらに、チャンバの内壁に堆積した堆積物を非晶質膜で覆う処理方法および装置が提案されている。従来の気相成長装置では、係る手段によりクリーニングの頻度を低減することは可能であるが、チャンバの内壁に堆積した堆積物や堆積物を覆う非晶質膜の厚さが所定の厚さ以上になった場合、ウェットエッチング方法を用いてクリーニングを行う必要がある。しかし、ウェットエッチング方法では、成膜容器を開放するため、成膜容器が大型になるにつれて、開放作業の手間が大きくなるため、ガスエッチング方法を用いることができる場合は、ガスエッチング方法を用いることが好ましい。ガスエッチング方法によりエッチングを行うためには、成膜容器の内壁面の薄膜の付着部分を所定の温度以上に加熱する必要があるが、ヒーターから離れた部分では、必要な加熱温度に達せず、ガスエッチン

グを行うのが困難になる。そのため、ガスエッチングを行いにくい場所にある程度の量の薄膜が付着した場合、成膜容器を開放してウェットエッチングを行う必要が生じる。

[0004] ウェットエッチング周期を長くし、さらに成膜容器本体へ着膜を抑制することを目的として、成膜容器内に防着板を挿入する手法が提案されている（特許文献2参照）。従来方式では、防着板を分割し成膜容器内に設置する。防着板を分割することで、取り扱いが容易となり、さらに高温に加熱する装置である場合は、分割された防着板の隙間に空間を設けることで、防着板の熱膨張を吸収することが可能となる。

しかし、原子層成長装置では、原料ガス及び反応ガス微細に隙間へ容易に侵入し、膜を形成する。このような微細な隙間に侵入したガスは、膜及び粉となり、パーティクルの要因となる。よって、原子層成長装置においては、防着板の分割を可能な限り抑制することが好ましい。

[0005] 防着板の分割が必要な場合において着膜を抑制させるには、例えば特許文献3で示されるように、不活性ガスを供給する手法を用いることができる。

また、プラズマを使用しない原子層成長成膜においては、特許文献4に示される防着板を利用することで基板上部を保護することが可能である。一方、基板の上部に高周波を印加する電極が設置される平行平板型のプラズマ装置においては、高周波が印加される電極を支持するために絶縁体を用いる。この絶縁体には主にテフロン（登録商標）のような樹脂やセラミックスを利用する。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2006-351655号公報
特許文献2：特開2009-62579号公報
特許文献3：特開2012-52221号公報
特許文献4：特開2012-126977号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、上部電極を固定する絶縁支持体は、ウェットエッチングで再生可能であるが、支持体を分解し、平板電極を再構築することで、平板電極の取り付け位置が以前の取り付け位置と変わり、プラズマ状態がメンテナンス前と変化するおそれがある。よって、絶縁支持体のメンテナンスは好ましくなく、メンテナンスフリーであることが好ましい。

そこで、絶縁支持体に絶縁防着板を利用することが考えられる。その際には、絶縁防着板をビスなどの固定手段で固定する。しかし、原子層成長では、例えばビス穴などにも容易に着膜が生じるため、膜の力でビスが強固に固定される。よって、着膜がなされると、ビスの取り外しには大きな力が必要とされるが、その際、ビスおよび防着板がセラミックス製であると破壊されやすい。樹脂は変形の危険があるため使用は困難である。

よって、絶縁支持体のメンテナンスは、防着板を使用しようとしても煩雑となるため、この部分には一切の着膜を抑制することが好ましい。

[0008] 本発明は、成膜容器および成膜容器内部の防着材のクリーニングの頻度を低減し、メンテナンスパーツ数を低減し、メンテナンス作業性を向上させることができるプラズマ原子層成長装置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

[0009] すなわち、本発明のプラズマ原子層成長装置のうち、第1の形態は、
成膜容器と、
前記成膜容器内に保持された基板と対向するように設けられた平板電極と、
、
前記成膜容器内部で基板を保持する対向電極と、
前記成膜容器の一側壁部に設けられたガス導入開口部と、前記一側壁部に
対向する前記成膜容器の他側壁部に設けられた排気開口部と、を備え、
前記基板上に薄膜を形成するプラズマ原子層成長装置であって、
前記ガス導入開口部に前記成膜容器内側から取り付け可能で、前記ガス導入開口部の開口を囲むように筒状に配置された絶縁性のインジェクタ防着材

と、

前記排気開口部に前記成膜容器内側から取り付け可能で、前記排気開口部の開口を囲むように筒状に配置された絶縁性の排気防着材と、

前記成膜容器の内壁側に取り付け可能な絶縁性の成膜室防着材と、を備え、

前記インジェクタ防着材は、

前記平板電極および前記対向電極側との間に隙間を有し、かつ、前記ガス導入開口部側の前記平板電極端を基準にして、内側に先端が位置し、

前記排気防着材は、

前記平板電極および前記対向電極側との間に隙間を有し、かつ、前記排気開口部側の前記平板電極端を基準にして、内側に先端が位置し、

前記成膜室防着材は、

少なくとも前記インジェクタ防着材および前記排気防着材の両側方に位置して、前記平板電極および前記対向電極側との間に隙間を有し、

さらに、前記平板電極と、前記インジェクタ防着材、前記排気防着材および前記成膜室防着材との間の前記隙間から、前記成膜容器の内側に向けて不活性ガスをパージする上部不活性ガス供給口と、

前記対向電極と、前記インジェクタ防着材、前記排気防着材および前記成膜室防着材との間の前記隙間から前記成膜容器の内側に向けて不活性ガスをパージする下部不活性ガス供給口と、

前記上部不活性ガス供給口に接続される上部不活性ガス供給部と、

前記下部不活性ガス供給口に接続される下部不活性ガス供給部と、

を備えることを特徴とする。

[0010] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記インジェクタ防着材は、

前記ガス導入開口部側の前記平板電極端を基準にして、前記平板電極端から前記平板電極中央方向に、先端位置が0.1 mm以上、200 mm以下の

範囲で位置するように伸長し、

前記排気防着材は、

前記排気開口部側の前記平板電極端を基準にして、前記平板電極端から前記平板電極中央方向に、先端位置が0.1 mm以上、200 mm以下の範囲で位置するように伸長していることを特徴とする。

[0011] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記インジェクタ防着材による筒状の開口部の側端部は、前記対向電極に保持された基板の側方側の端部から外側に0.1 mm以上200 mm以下の距離を有し、

前記排気防着材による筒状の開口部の側端部は、前記対向電極に保持された基板の側方側の端部から外側に0.1 mm以上200 mm以下の距離を有することを特徴とする。

[0012] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記成膜室防着材は、前記インジェクタ防着材の側部および前記排気防着材の側部の上下幅を覆う大きさを有し、かつ、前記成膜室防着材の内側面と前記インジェクタ防着材の外側面とが0.1 mm以上20 mm以下の水平距離の隙間を有し、前記成膜室防着材の内側面と前記排気防着材の外側面とが0.1 mm以上20 mm以下の水平距離の隙間を有することを特徴とする請求項1または2に記載のプラズマ原子層成長装置。

[0013] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記成膜室防着材と前記インジェクタ防着材とは、前記ガス導入開口部と前記排気開口部との間のガスの流れ方向で、0.1 mm以上200 mm以下の重なりを有し、

前記成膜室防着材と前記排気防着材とは、前記ガス導入開口部と前記排気開口部との間のガスの流れ方向で、0.1 mm以上200 mm以下の重なり

を有することを特徴とする。

[0014] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記インジェクタ防着材は、側方外面が、前記平板電極の側端を基準にして、0.1 mm以上、200 mm以下の距離で内側に位置し、

前記排気防着材は、側方外面が、前記平板電極端の側端を基準にして、0.1 mm以上、200 mm以下の距離で内側に位置していることを特徴とする。

[0015] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記成膜室防着材、インジェクタ防着材および排気防着材は、近接する平板電極端から50 mm以上離れた距離の位置に前記成膜容器に対する固定端部を有するように前記成膜容器に取り付け固定されていることを特徴とする。

[0016] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、前記成膜室防着材が、前記インジェクタ防着材と前記排気防着材とに亘る長さを有することを特徴とする。

[0017] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記上部不活性ガス供給部および前記下部不活性ガス供給部は、それぞれシャワーヘッド構造によって前記上部不活性ガス供給口および前記下部不活性ガス供給口に接続されていることを特徴とする。

[0018] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記インジェクタ防着材上面および排気防着材上面と、前記平板電極側下面とが、0.1 mm以上20 mm以下の垂直距離の隙間を有していることを特徴とする。

[0019] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記インジェクタ防着材および前記排気防着材は、前記ガス導入部と前記排気部との間のガスの流れ方向において、前記対向電極に保持された基板の近接する端部と、水平距離で0.1mm以上、200mm以下の隙間を有していることを特徴とする。

[0020] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記インジェクタ防着材下面および排気防着材下面と、前記対向電極側上面とが、0.1mm以上20mm以下の垂直距離の隙間を有していることを特徴とする。

[0021] 他の形態のプラズマ原子層成長装置の発明は、前記形態の本発明において、

前記対向電極は、基板を保持する保持面を有する対向電極保持部と、対向電極保持部の周囲にあって、前記対向電極保持面よりも低い高さを有する対向電極周縁部と、を有することを特徴とする。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、成膜容器内部の着膜面積を低減でき、パーティクル発生抑制と成膜容器及び防着材のクリーニング頻度低減が可能となる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の一実施形態のプラズマ原子層成長装置を示す概略構成図である。

[図2]同じく、ガス流れ方向に平行な成膜容器側面から見たガス導入側周辺の拡大図である。

[図3]同じく、成膜容器排気側から見た場合のガス導入部周辺の拡大図である。

[図4]同じく、成膜容器内部の防着材の配置を示す斜視図である。

[図5]同じく、成膜容器を上面から見た上部不活性ガス供給部および不活性ガス供給口の概略図である。

[図6]同じく、原子層成長方法の一例を示すフローチャートである。

[図7]図7A、図7B、図7C、図7Dは、同じく、基板の上に薄膜が形成される工程を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] まず、添付図面を参照して、本実施形態のプラズマ原子層成長装置10の構成を説明する。

図1は、本実施形態のプラズマ原子層成長装置の一例を示す概略構成図である。

本実施形態のプラズマ原子層成長装置10は、原料ガスと反応ガスとを交互に供給し、基板100上に原子層単位で薄膜を形成する。その際、反応活性を高めるため、基板100を加熱させることができる。本実施形態では原料ガスとしてTMA (Tri-Methyl-Aluminum) を用い、その際、反応活性を高めるため、プラズマを発生させる。本実施形態では、プラズマの発生に平行平板電極を用いる。

[0025] 成膜容器11は、インジェクタ21と排気フランジ31と、平板電極12と、対向電極14と、高周波電源16と、を備える。対向電極14はステージヒーター14Aを備え、基板100の温度を調整することができる。例えば、プラズマ原子層成長装置の場合、基板100を50～200℃に加熱する。成膜容器11は、処理に際し、真空中に維持される。

[0026] 平板電極12は、成膜空間Sを隔て基板100の上方に設けられ、絶縁支持体41により支持されている。絶縁支持体41で露出する面が平板電極12として機能し、露出している面の端部が平板電極12の端部に相当する。平板電極12の露出している下面側には、導電性の板状の平板電極防着材13が設けられており、平板電極防着材13の下面と絶縁支持体41の下面とが面一になっている。

また、対向電極14は、基板100が保持される保持面を有する対向電極保持部14Bの周囲に、保持面よりも高さが低くなった対向電極周縁部14Cを有しており、対向電極周縁部14Cにおいてステージストッパ17で成膜容器11に保持されている。また、対向電極周縁部14Cの上面および保

持面との境の縦面に板状の対向電極防着材 15 が設けられている。

高周波電源 16 が所定の周波数の高周波電流を平板電極 12 に供給することにより、平板電極 12 と対向電極 14 との間でプラズマが生成される。

[0027] 次に、原料ガス、反応ガス、パージガスが導入されるガス導入部 20 について説明する。ガス導入部 20 は、原料ガス、反応ガス、パージガスを、処理過程に従って成膜容器 11 内に供給する。インジェクタ 21 は成膜容器 11 のガス導入開口部 11A に取り付けられ、ガス導入開口部 11A に、成膜容器 11 の内側からインジェクタ防着材 22 が挿入されてガス導入開口部 11A の開口を囲むように取り付けられる。インジェクタ防着材は、前記開口を挿入して囲むか、外側から囲むか、またはこれらが組み合わされた、いずれの構成でもよい。

なお、この例では、ガス導入開口部 11A は、角穴形状に形成され、ガス導入開口部 11A を囲むように、角筒状にインジェクタ防着材 22 が配置されている。インジェクタ防着材 22 は、筒形状に形成されているものでもよく、複数の部材が接合されて筒状とされているものであってもよい。インジェクタ防着材は、前記開口部に挿入して開口を囲むか、外側から開口を囲むか、またはこれらが組み合わされた、いずれの構成でもよい。

[0028] 次に、排気部 30 について説明する。排気部 30 は、原料ガス、反応ガス、パージガスを、処理過程に従って成膜容器 11 から排気する。排気フランジ 31 は成膜容器 11 の排気開口部 11B に取り付けられ、排気開口部 11B に成膜容器 11 の内側から排気防着材 32 が挿入されて排気開口部 11B の開口を囲むように取り付けられる。排気防着材は、前記開口部に挿入して開口を囲むか、外側から開口を囲むか、またはこれらが組み合わされた、いずれの構成でもよい。

なお、この例では、排気開口部 11B は、角穴形状に形成され、排気開口部 11B を囲むように、角筒状に排気防着材 32 が配置されている。排気防着材 32 は、筒形状に形成されているものでもよく、複数の部材が接合されて筒状とされているものであってもよい。排気防着材 32 は、排気開口部 1

1 Bの形状に合わせた筒形状にすることができる。

成膜容器 1 1 に導入されたガスは、処理過程に従ってガス導入部 2 0 から排気部 3 0 に向けてガスの流れが生じる。このガスの流れ方向と交差する方向を以下では側方として説明する。

[0029] 図 2 は、ガス導入部 2 0 から排気部 3 0 に向けたガス流れ方向に平行な成膜容器 1 1 側面から見た場合のガス導入部 2 0 周辺の拡大断面図である。

絶縁体のインジェクタ防着材 2 2 は、成膜容器 1 1 内側から挿入されて取り付けられており、固定ビス 2 3 で成膜容器 1 1 に固定されている。

インジェクタ防着材 2 2 の上側に当たるインジェクタ防着材上部板 2 2 A は、平板電極 1 2 側に設けられた平板電極防着材 1 3 との間に、垂直方向に隙間を有し、インジェクタ防着材 2 2 の下側に当たるインジェクタ防着材下部板 2 2 B は、対向電極 1 4 側の対向電極防着材 1 5 との間に、垂直方向に隙間を有している。

[0030] また、インジェクタ防着材 2 2 と排気防着材 3 2 の両側方には、成膜室防着材 6 3 が配置されて成膜容器 1 1 の内壁に取り付けられて固定されている。この例では、成膜容器 1 1 の内壁から張り出した張り出し壁 6 4 上に設置され、かつ固定ビス 6 5 で張り出し壁 6 4 に固定されている。成膜室防着材 6 3 は、インジェクタ防着材 2 2 のインジェクタ防着材側部板 2 2 C の上下幅を覆う大きさを有しており、さらに、インジェクタ防着材側部板 2 2 C と排気防着材側部板 3 2 C とに亘る長さを有している。

成膜室防着材 6 3 の内面は、インジェクタ防着材側部板 2 2 C の外面および排気防着材側部板 3 2 C の外面と隙間を有し、さらに、成膜室防着材 6 3 は、絶縁支持体 4 1、平板電極防着材 1 3、対向電極防着材 1 5 および、対向電極 1 4 に保持された基板 1 0 0 とは隙間を有している。

インジェクタ防着材 2 2、排気防着材 3 2、成膜室防着材 6 3 の内側の空間は、成膜空間 S を構成する。

[0031] 成膜容器 1 1 には、上部不活性ガス供給部 5 1 と下部不活性ガス供給部 5 2 が接続されており、上部不活性ガス供給部 5 1 は、成膜容器 1 1 内側に設

けられた上部不活性ガス供給口 5 3 に接続され、下部不活性ガス供給部 5 2 は、成膜容器 1 1 内側に設けられた下部不活性ガス供給口 5 4 に接続されている。上部不活性ガス供給部 5 1 および下部不活性ガス供給部 5 2 は、例えば窒素などの不活性ガスを供給することができる。

[0032] インジェクタ防着材上部板 2 2 A と、絶縁支持体 4 1、平板電極 1 2 および平板電極防着材 1 3 によってできた隙間を通して、上部不活性ガス供給口 5 3 から吹き出される不活性ガスが成膜容器 1 1 内へ供給される。

また、排気防着材上部板 3 2 A と、絶縁支持体 4 1、平板電極 1 2 および平板電極防着材 1 3 によってできた隙間を通して、上部不活性ガス供給口 5 3 から吹き出される不活性ガスが成膜容器 1 1 内へ供給される。

さらに、成膜室防着材 6 3 と、絶縁支持体 4 1、平板電極 1 2 および平板電極防着材 1 3 によってできた隙間を通して、上部不活性ガス供給口 5 3 から吹き出される不活性ガスが成膜容器 1 1 内へ供給される。

[0033] インジェクタ防着材下部板 2 2 B と、対向電極 1 4、対向電極防着材 1 5、対向電極 1 4 に保持された基板 1 0 0 によってできた隙間を通して、下部不活性ガス供給口 5 4 から吹き出される不活性ガスが成膜容器 1 1 内へ供給される。

また、排気防着材下部板 3 2 B と、対向電極 1 4、対向電極防着材 1 5、対向電極 1 4 に保持された基板 1 0 0 によってできた隙間を通して、下部不活性ガス供給口 5 4 から吹き出される不活性ガスが成膜容器 1 1 内へ供給される。

さらに、成膜室防着材 6 3 と、対向電極 1 4、対向電極防着材 1 5、対向電極 1 4 に保持された基板 1 0 0 によってできた隙間を通して、下部不活性ガス供給口 5 4 から吹き出される不活性ガスが成膜容器 1 1 内へ供給される。

[0034] ここで、インジェクタ防着材 2 2 は、インジェクタ防着材上部板 2 2 A の先端が、平板電極 1 2 の端部から内側に位置しており、さらには、平板電極 1 2 の前記端部を基準にして、平板電極中央方向に、0.1 mm 以上、2 0

0 mm以下の水平距離 a で伸長していることが好ましい。水平距離 a の値が大きいことで、原料ガスおよび反応ガスが、インジェクタ防着材 22 の出口から上部不活性ガス供給口 53 側へ侵入することを抑制することが可能である。しかし、水平距離 a の値が大きいと成膜容器 11 が大きくなるため、最適値が必要となる。本原子層成長装置においては、上限が 20 mm であることが好ましい。

- [0035] また、図 2 に示すように、平板電極 12 下面側とインジェクタ防着材 22 のインジェクタ防着材上部板 22A 上面とは隙間を有しており、さらには、0.1 mm 以上 20 mm 以下の垂直距離 b を有することが好ましい。なお、平板電極 12 に平板電極防着材 13 を利用する場合は、平板電極防着材 13 とインジェクタ防着材上面の垂直距離が b となる。

垂直距離 b の値が小さいことで、原料ガスおよび反応ガスが上部不活性ガス供給口 53 側へ侵入することを抑制することが可能である。しかし、垂直距離 b の値が極端に小さいと、成膜容器 11 の加工精度によりインジェクタ防着材 22 と絶縁支持体 41 が干渉し、破損する可能性がある。垂直距離 b の値が大きいと、原料ガスおよび反応ガスが、インジェクタ防着材 22 出口から上部不活性ガス供給口 53 側へ侵入するため、最適値が必要となる。本原子層成長装置においては、上限は 3 mm であることが好ましい。

- [0036] また、インジェクタ防着材 22 は、絶縁体である必要がある。金属である場合は、平板電極 12 とインジェクタ防着材 22 との間で放電を起こすからである。例えば、インジェクタ防着材 22 をアルミナセラミックスで作製することで、放電を抑制することができる。

- [0037] また、インジェクタ防着材 22 は、図 2 に示すように、インジェクタ防着材下部板 22B の先端が、対向電極 14 に保持された基板 100 の端部と隙間を有しており、さらには前記隙間の水平距離 c は、0.1 mm 以上、200 mm 以下であることが好ましい。水平距離 c の値が小さいことで、原料ガスおよび反応ガスが下部不活性ガス供給口 54 側へ侵入することを抑制することが可能である。水平距離 c が、極端に小さい場合は、インジェクタ防着

材 2 2 と基板 1 0 0 と干渉する可能性がある。しかし、基板 1 0 0 上にマスクを有する成膜においては、マスクを設置するスペースが必要となる。よって、 c の値は、本原子層成長装置においては、マスク成膜に対応可能な 1 0 0 mm とすることが好ましい。

[0038] また、図 2 で示すように、インジェクタ防着材 2 2 のインジェクタ防着材下部板 2 2 B の下面と、対向電極 1 4 上面側とは、隙間を有しており、さらには、前記隙間の垂直距離 d は、0. 1 mm 以上 2 0 mm 以下であることが好ましく、さらには 3 mm であることが一層好ましい。垂直距離 d の値が小さいことで、原料ガスおよび反応ガスが下部不活性ガス供給口 5 4 側へ侵入することを抑制することが可能である。しかし、垂直距離 d の値が極端に小さいと、成膜容器 1 1 の加工精度によりインジェクタ防着材 2 2 と対向電極 1 4 とが干渉し、破損する可能性があるため、最適値が必要となる。また、対向電極 1 4 上には対向電極防着材 1 5 を使用してもよい。この場合は、対向電極防着材 1 5 上面とインジェクタ防着材 2 2 下面の距離が d となる。

[0039] また、インジェクタ防着材 2 2 は、図 2 に示すように、平板電極 1 2 の端面から 5 0 mm 以上の水平距離 e を有した地点で固定されることが好ましい。この例では、固定には固定ビス 2 3 を用いているが、金属製のビスを用いると異常放電を生じやすいため、平板電極 1 2 と距離を設ける必要がある。樹脂製のビスを用いる場合は、異常放電を抑制することが可能であるが、プラズマに曝されると、樹脂が変形することがあり、デガスを生じることもあるため、やはり、平板電極からの距離を大きくする必要がある。また、原料ガスおよび反応ガスは、ビス穴へ容易に侵入し、着膜やパウダー発生要因となる。よって、原料ガスおよび反応ガスに曝露される位置に設置するのは好ましくない。なお、固定方法が固定ビスに限定されるものではない。

[0040] 排気部 3 0 については、ガス導入部 2 0 と全く同様のことがいえる。ガス導入部 2 0 と排気部 3 0 は対称であることが好ましい。したがって、排気防着材 3 2 においても、前記した距離 $a \sim e$ における上記条件を同様に満たすのが望ましい。この場合、インジェクタ防着材 2 2 を排気防着材 3 2 に置き

換えて同条件が示される。

[0041] 図3は、成膜室排気側から見た場合のガス導入部周辺の拡大図である。図3に示すように、インジェクタ防着材22の開口部内面22C0と基板100の端部との距離 f は、0.1mm以上200mm以下であることが好ましい。距離が小さいと、側壁でガス流れが乱れるため、良好な膜厚及び膜質の均一性を得ることができないが、逆に大きすぎる場合は消費原料が増大し、ランニングコストが増大する。また、ガラス基板上にマスクを有する成膜においては、マスクを収納するスペースが必要となる。よって、距離 f の値はマスク成膜に対応可能な100mmとすることが好ましい。排気部30についても、原料ガス、反応ガスパージガスを導入するガス導入部20と全く同様のことがいえる。導入部20と排気部30は対称であることが好ましい。したがって、排気部30においても距離 f の値を満たすのが望ましい。

[0042] 平板電極12側方端と成膜室防着材63の内側面との関係では、平板電極12の側方端よりも内側に成膜室防着材63の内側面が位置しているのが望ましく、その際の水平距離 j は、0.1mm以上200mm以下が好ましい。 j の値が大きいことで、原料ガスおよび反応ガスが、成膜室防着材63側へ侵入することを抑制することが可能である。しかし、値が大きいと成膜容器が大きくなるため、最適値が必要となる。本原子層成長装置においては20mmであることが好ましい。

また、成膜室防着材63の固定は、図3で示すように、固定ビス23と同等の理由で、平板電極12の端面から50mm以上の水平距離 g を有した地点で固定されることが好ましい。

[0043] また図4は、成膜容器内部の防着材の配置図である。インジェクタ防着材22と排気防着材32は、成膜室防着材63によって図4のように囲まれることが好ましい。インジェクタ防着材22外面および排気防着材32外面と、成膜室防着材63の内面との水平距離 h は、0.1mm以上20mm以下であることが好ましく、さらには1mmであることが好ましい。 h の値が小さいことで、原料ガスおよび反応ガスが成膜容器11内壁側へ侵入すること

を抑制することが可能である。ただし、値が極端に小さい場合は、インジェクタ防着材 2 2 および成膜室防着材 6 3 が熱膨張を起こし、干渉、破壊するため好ましくない。

また、インジェクタ防着材 2 2 と成膜室防着材 6 3 とのガスの流れ方向における重なり距離 i は、0.1 mm 以上 200 mm 以下であることが好ましく、さらには重なり部分から固定ビス 2 3 までの距離を 120 mm とするのが好ましい。距離 i の値が大きいことで、原料ガスおよび反応ガスが成膜容器 1 1 内壁側へ侵入することを抑制することが可能である。

排気防着材 3 3 についても、インジェクタ防着材 2 2 と全く同様のことがいえる。したがって、排気防着材 3 3 においても、距離 $f \sim j$ が上記各条件を満たすのが望ましい。この場合、インジェクタ防着材 2 2 を排気防着材 3 2 に置き換えて同条件が示される。

[0044] 図 5 は成膜容器を上面から見た上部不活性ガス供給部 5 1 および上部不活性ガス供給口 5 3 を示す概略図である。成膜容器 1 1 に貫通穴を設け、成膜容器 1 1 全周からシャワー供給することが好ましい。図 5 では上部不活性ガス供給部 5 1 を 4 か所設けているが、1 か所でもよい。上部不活性ガス供給部 5 1 は、シャワーヘッド構造によって上部不活性ガス供給口 5 3 に接続されている。

また、下部不活性ガス供給部 5 2 は、上部不活性ガス供給部 5 1 と同等の構造としてもよく、さらには、供給部を 1 つとし、その後、上部不活性ガス供給口、下部不活性ガス供給部口へ分岐される構造としてもよい。各供給口におけるシャワー穴径は 1 ~ 3 mm 径の範囲内であることが好ましく、1 mm 程度でよい。シャワー穴ピッチは 10 mm ~ 200 mm ピッチであることが好ましい。成膜容器 1 1 に貫通穴を設けてシャワーを作製してもよく、シャワープレートを個別に作製し、成膜容器 1 1 に取り付けてもよい。

[0045] 次に、プラズマ原子層成長装置 1 0 における処理手順を説明する。

図 6 は、本実施形態の原子層堆積方法の一例を示すフローチャートである。図 7 A ~ D は、基板 1 0 0 の上に薄膜が形成される工程を示す図である。

[0046] まず、原料ガス供給部が成膜容器 11 の内部に原料ガスを供給する（ステップ s 1）。具体的には、ガス導入部 20 に原料ガスを供給する（ステップ s 1）。原料ガスは、成膜容器 11 の内部に供給される。原料ガスは、例えば、0.1 秒間、成膜容器 11 の内部に供給する。図 7 A に示されるように、ステップ s 1 によって、成膜容器 11 の内部に原料ガス 110 が供給され、基板 100 の上に原料ガス 110 が吸着して、吸着層 102 が形成される。

[0047] また、ステップ s 1 において、インジェクタ 21 の内表面およびインジェクタ防着材 22 の外表面に不活性ガスを供給する。また、排出部 30 では、排気フランジ 31 および排気防着材 32 にも不活性ガスを供給する。さらに、上部不活性ガス供給部 51 および下部不活性ガス供給部 52 から不活性ガスを成膜容器内部に供給する。

本実施形態では、ステップ s 1 のみでなく、後述するステップ s 2～4 も含めて、常に原料ガスを供給する際に、不活性ガスを供給することで、成膜容器 11 とインジェクタ 20 との隙間、成膜容器 11 とインジェクタ防着材 22 との隙間、インジェクタ防着材 22 と絶縁支持体 41 との隙間、インジェクタ防着材 22 と対向電極防着材 15 の隙間、成膜容器 11 と排気フランジ 31 との隙間、成膜容器 11 と排気防着材 32 との隙間、排気防着材 32 と絶縁支持体 41 との隙間、排気防着材 32 と対向電極防着材 15 の隙間、成膜室防着材と絶縁支持体 41 との隙間、成膜室防着材と対向電極防着材 15 の隙間、に原料ガスが入り込むのを抑制することができる。

[0048] 次に、原料ガスの供給を停止し、ガス導入部でパージガスを供給する（ステップ s 2）。パージガスは、成膜容器 11 の内部に供給される。原料ガスは、排気部 30 から成膜容器 11 の外部に排出される。

パージガスは、例えば、0.1秒間、成膜容器11の内部に供給する。排気部30が成膜容器11の内部の原料ガス110やパージガス112を排気する。排気部30は、例えば、2秒間、成膜容器11の内部の原料ガス110やパージガス112を排気する。図7Bに示されるように、ステップs2によって、成膜容器11の内部にパージガス112が供給され、基板100の上に吸着していない原料ガス110が成膜容器11からパージされる。

[0049] 次に、成膜容器11の内部に反応ガスを供給する（ステップs3）。具体的には、ガス導入部20を通して反応ガスを供給する（ステップs3）。反応ガスは、ガス導入部20の通路を通して、成膜容器11の内部に供給される。反応ガスは、例えば、1秒間、成膜容器11の内部に供給される。図7Cに示されるように、ステップs3によって、成膜容器11の内部に反応ガス114が供給される。

[0050] また、ステップs3においても、インジェクタ21の内表面やインジェクタ防着材22の外表面や排気部30で不活性ガスを供給する。そのため、ステップs3において、成膜容器11の内部に反応ガスを供給する際に不活性ガスを供給することで、

成膜容器11とインジェクタ20との隙間、
成膜容器11とインジェクタ防着材22との隙間、
インジェクタ防着材22と絶縁支持体41との隙間、
インジェクタ防着材22と対向電極防着材15の隙間、
成膜容器11と排気フランジ31との隙間、
成膜容器11と排気防着材32との隙間、
排気防着材32と絶縁支持体41との隙間、
排気防着材32と対向電極防着材15の隙間、
成膜室防着材と絶縁支持体41との隙間、
成膜室防着材と対向電極防着材15の隙間、
に反応ガスが入り込むのを抑制することができる。

[0051] 次に、反応ガスの供給を停止し、ガス導入部20にパージガスを供給する

(ステップs 4)。パージガスは、成膜容器11の内部に供給される。パージガスは、排気部30から成膜容器11の外部に排出される。パージガスは、例えば、0.1秒間、成膜容器11の内部に供給される。排気部30が、成膜容器11の内部の反応ガス114やパージガス112を排気する。図7Dに示されるように、ステップs 4によって、成膜容器11の内部にパージガス112が供給され、反応ガス114が成膜容器11からパージされる。

[0052] 以上説明したステップs 1～s 4により、基板100の上に一原子層分の薄膜層104が形成される。以下、ステップs 1～s 4を所定回数繰り返すことにより、所望の膜厚の薄膜層104を形成することができる。

[0053] 本実施形態のプラズマ原子層成長装置10では、不活性ガスがインジェクタ21の内表面およびインジェクタ防着材22の外表面を流れるため、成膜容器11とインジェクタ21との隙間に原料ガスや反応ガスが入り込むのを抑制することができる。そのため、成膜容器11とインジェクタ21との隙間に薄膜が付着するのを抑制することができる。また、排気部30も同様に薄膜の付着が防止される。

さらに、上部不活性ガス供給部51および下部不活性ガス供給部52からも不活性ガスが供給され、成膜容器内部での着膜を抑制することができる。

[0054] また、例えば、原料ガスとしてTMAを用い、反応ガスとして O_3 を用いて形成されるアルミナ膜は、 BCl_3 ガスによりガスエッチングを行うことができる。 BCl_3 ガスによりアルミナ膜をガスエッチングするためには、例えば、500℃程度の高温に加熱する必要がある。

ステージヒーター14Aの付近に位置する成膜容器11の内壁は、ステージヒーター14Aにより500℃程度の高温に加熱することが可能となる。そのため、ステージヒーター14Aの付近に位置する成膜容器11の内壁に付着した薄膜は、ガスエッチングにより除去することが可能となる。

[0055] 以上のように、本実施形態によれば、成膜容器11の内壁に薄膜が付着するのを抑制でき、また、内壁に付着した薄膜をガスエッチングにより除去することができるので、ウェットエッチングによるクリーニングの頻度を低減

させることができる。

実施例 1

[0056] 実施形態に示したプラズマ原子層成長装置を用いて、 $370\text{ mm} \times 470\text{ mm}$ のG2ガラス基板にAlON薄膜を形成した。本原子層成長装置の各種値は下記のとおりとした。

a : 20 mm

b : 3 mm

c : 100 mm

d : 3 mm

e : 100 mm

f : 100 mm

g : 100 mm

h : 1 mm

i : 120 mm

j : 20 mm

シャワー穴径 : 1 mm

シャワーピッチ : 100 mm

[0057] 液体原料（Al源）としてTMA（トリメチルアルミニウム）、反応ガスとして酸素プラズマおよび窒素プラズマを用いた。成膜は図6に示したシーケンスとした。成膜容器内圧力は 100 Pa とし、上部不活性ガス供給部および下部不活性ガス供給部より窒素 1000 sccm を供給し、成膜シーケンス中、常時供給とした。

$20\text{ }\mu\text{m}$ の成膜を実施した後、成膜空間内部で着膜が観測された部分は、インジェクタ、インジェクタ防着材、排気防着材、平板電極防着材、2つの成膜室防着材、対向電極防着材のみであり、粉の発生は観測されなかった。メンテナンス対象となるのは、前記防着材6点、上部電極防着材で使用したビス20本のみであり、メンテナンス性が著しく向上した。

[0058] 以上上記実施形態および実施例に基づいて本発明の説明を行ったが、本発

明の範囲を逸脱しない限りは上記記載内容における適宜の変更が可能である。
。

[0059] 本願は、2015年5月26日に日本において特許出願された特願2015-106858号の優先権を主張するものであり、当該出願に記載された全ての内容を参照し、援用する。

符号の説明

- [0060]
- 10 プラズマ原子層成長装置
 - 11 成膜容器
 - 11A ガス導入開口部
 - 11B 排気開口部
 - 12 平板電極
 - 13 平板電極防着材
 - 14 対向電極
 - 14A ステージヒーター
 - 14B 対向電極保持部
 - 14C 対向電極周縁部
 - 15 対向電極防着材
 - 16 高周波電源
 - 20 ガス導入部
 - 21 インジェクタ
 - 22 インジェクタ防着材
 - 22A インジェクタ防着材上部板
 - 22B インジェクタ防着材下部板
 - 22C インジェクタ防着材側部板
 - 23 固定ビス
 - 30 排気部
 - 31 排気フランジ
 - 32 排気防着材

- 4 1 絶縁支持体
- 5 1 上部不活性ガス供給部
- 5 2 下部不活性ガス供給部
- 5 3 上部不活性ガス供給口
- 5 4 下部不活性ガス供給口
- 6 3 成膜室防着材
- 6 4 張り出し壁
- 6 5 固定ビス
- 1 0 0 基板
- 1 0 4 薄膜層
- 1 1 0 原料ガス
- 1 1 2 パージガス
- 1 1 4 反応ガス

請求の範囲

[請求項1]

成膜容器と、

前記成膜容器内に保持された基板と対向するように設けられた平板電極と、

前記成膜容器内部で基板を保持する対向電極と、

前記成膜容器の一側壁部に設けられたガス導入開口部と、前記一側壁部に対向する前記成膜容器の他側壁部に設けられた排気開口部と、を備え、

前記基板上に薄膜を形成するプラズマ原子層成長装置であって、

前記ガス導入開口部に前記成膜容器内側から取り付け可能で、前記ガス導入開口部の開口を囲むように筒状に配置された絶縁性のインジェクタ防着材と、

前記排気開口部に前記成膜容器内側から取り付け可能で、前記排気開口部の開口を囲むように筒状に配置された絶縁性の排気防着材と、

前記成膜容器の内壁側に取り付け可能な絶縁性の成膜室防着材と、を備え、

前記インジェクタ防着材は、

前記平板電極および前記対向電極側との間に隙間を有し、かつ、前記ガス導入開口部側の前記平板電極端を基準にして、内側に先端が位置し、

前記排気防着材は、

前記平板電極および前記対向電極側との間に隙間を有し、かつ、前記排気開口部側の前記平板電極端を基準にして、内側に先端が位置し、

、

前記成膜室防着材は、

少なくとも前記インジェクタ防着材および前記排気防着材の両側方に位置して、前記平板電極および前記対向電極側との間に隙間を有し、

、

さらに、前記平板電極および前記成膜室防着材との間の前記隙間から前記成膜容器の内側に向けて不活性ガスをパージする上部不活性ガス供給口と、

前記対向電極と、前記インジェクタ防着材、前記排気防着材および前記成膜室防着材との間の前記隙間から前記成膜容器の内側に向けて不活性ガスをパージする下部不活性ガス供給口と、

前記上部不活性ガス供給口に接続される上部不活性ガス供給部と、
前記下部不活性ガス供給口に接続される下部不活性ガス供給部と、
を備えることを特徴とするプラズマ原子層成長装置。

[請求項2] 前記インジェクタ防着材は、前記ガス導入開口部側の前記平板電極端を基準にして、前記平板電極端から前記平板電極中央方向に、先端位置が0.1 mm以上、200 mm以下の範囲で位置するように伸長し、

前記排気防着材は、前記排気開口部側の前記平板電極端を基準にして、前記平板電極端から前記平板電極中央方向に、先端位置が0.1 mm以上、200 mm以下の範囲で位置するように伸長していることを特徴とする請求項1記載のプラズマ原子層成長装置。

[請求項3] 前記インジェクタ防着材による筒状の開口部の側端部は、前記対向電極に保持された基板の側方側の端部から外側に0.1 mm以上200 mm以下の距離を有し、

前記排気防着材による筒状の開口部の側端部は、前記対向電極に保持された基板の側方側の端部から外側に0.1 mm以上200 mm以下の距離を有することを特徴とする請求項1または2に記載のプラズマ原子層成長装置。

[請求項4] 前記成膜室防着材は、前記インジェクタ防着材の側部および前記排気防着材の側部の上下幅を覆う大きさを有し、かつ、前記成膜室防着材の内側面と前記インジェクタ防着材の外側面とが0.1 mm以上200 mm以下の水平距離の隙間を有し、前記成膜室防着材の内側面と前

記排気防着材の外側面とが0.1 mm以上20 mm以下の水平距離の隙間を有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のプラズマ原子層成長装置。

[請求項5] 前記成膜室防着材と前記インジェクタ防着材の側部とは、前記ガス導入開口部と前記排気開口部との間のガスの流れ方向で、0.1 mm以上200 mm以下の重なりを有し、

前記成膜室防着材と前記排気防着材の側部とは、前記ガス導入開口部と前記排気開口部との間のガスの流れ方向で、0.1 mm以上200 mm以下の重なりを有することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のプラズマ原子層成長装置。

[請求項6] 前記インジェクタ防着材は、側方外面が、前記平板電極の側端を基準にして、0.1 mm以上、200 mm以下の距離で内側に位置し、

前記排気防着材は、側方外面が、前記平板電極端の側端を基準にして、0.1 mm以上、200 mm以下の距離で内側に位置していることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のプラズマ原子層成長装置。

[請求項7] 前記成膜室防着材、インジェクタ防着材および排気防着材は、近接する平板電極端から50 mm以上離れた距離の位置に前記成膜容器に対する固定端部を有するように前記成膜容器に取り付け固定されていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のプラズマ原子層成長装置。

[請求項8] 前記成膜室防着材は、

前記インジェクタ防着材と前記排気防着材とに亘る長さを有することを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載のプラズマ原子層成長装置。

[請求項9] 前記上部不活性ガス供給部および前記下部不活性ガス供給部は、それぞれシャワーヘッド構造によって前記上部不活性ガス供給口および前記下部不活性ガス供給口に接続されていることを特徴とする請求項

1～8のいずれか1項に記載のプラズマ原子層成長装置。

[請求項10] 前記インジェクタ防着材上面および排気防着材上面と、前記平板電極側下面とが、0.1 mm以上20 mm以下の垂直距離の隙間を有していることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載のプラズマ原子層成長装置。

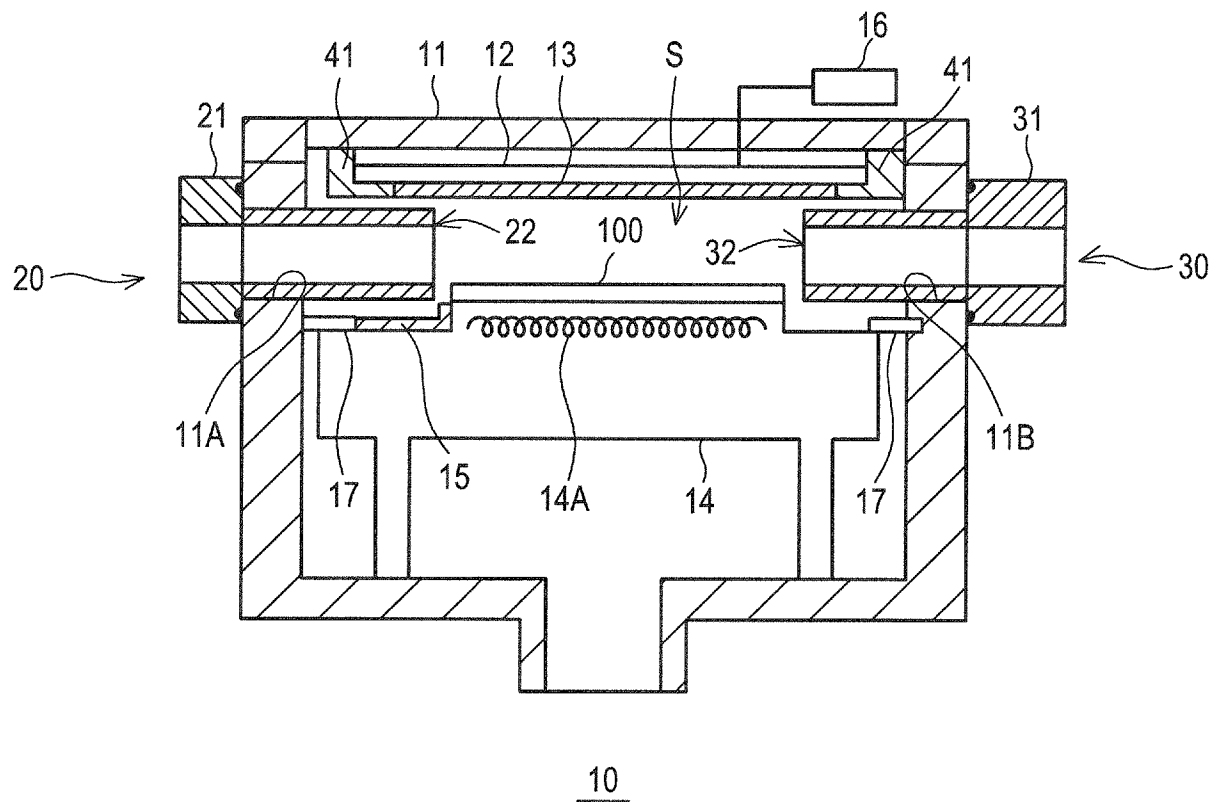
[請求項11] 前記インジェクタ防着材および前記排気防着材は、前記ガス導入部と前記排気部との間のガスの流れ方向において、前記対向電極に保持された基板の近接する端部と、水平距離で0.1 mm以上、200 mm以下の隙間を有していることを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載のプラズマ原子層成長装置。

[請求項12] 前記インジェクタ防着材下面および排気防着材下面と、前記対向電極側上面とが、0.1 mm以上20 mm以下の垂直距離の隙間を有していることを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載のプラズマ原子層成長装置。

[請求項13] 前記対向電極は、基板を保持する保持面を有する対向電極保持部と、対向電極保持部の周囲にあって、前記対向電極保持面よりも低い高さを有する対向電極周縁部と、を有することを特徴とする請求項1～12のいずれか1項に記載のプラズマ原子層成長装置。

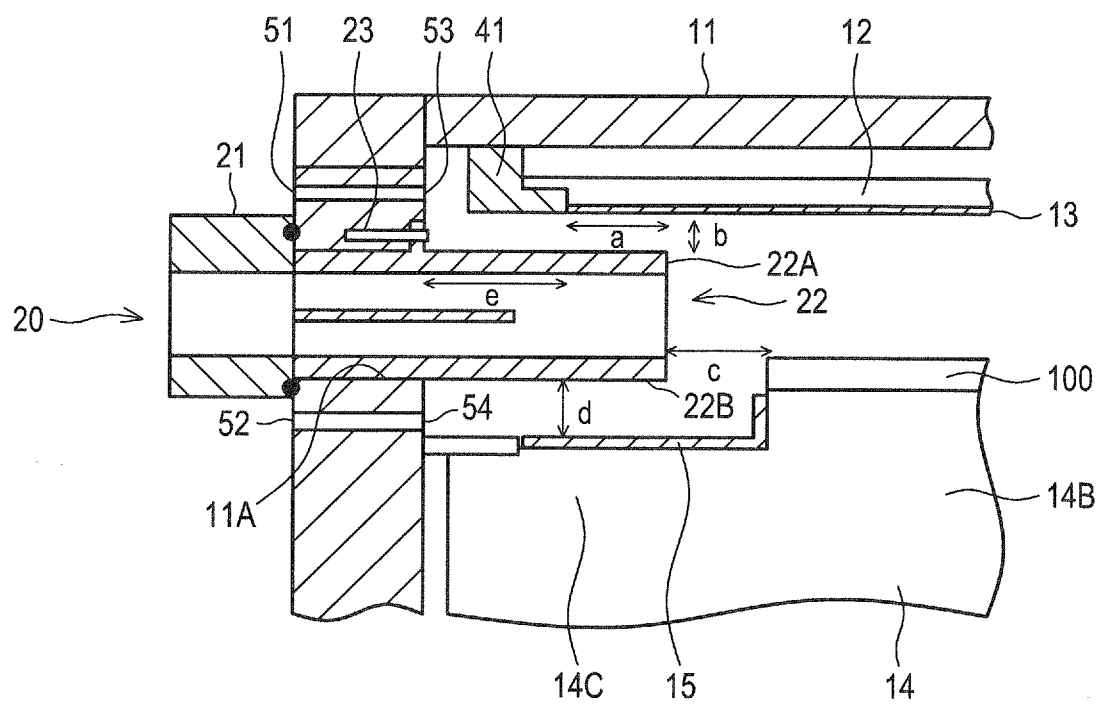
[図1]

FIG.1



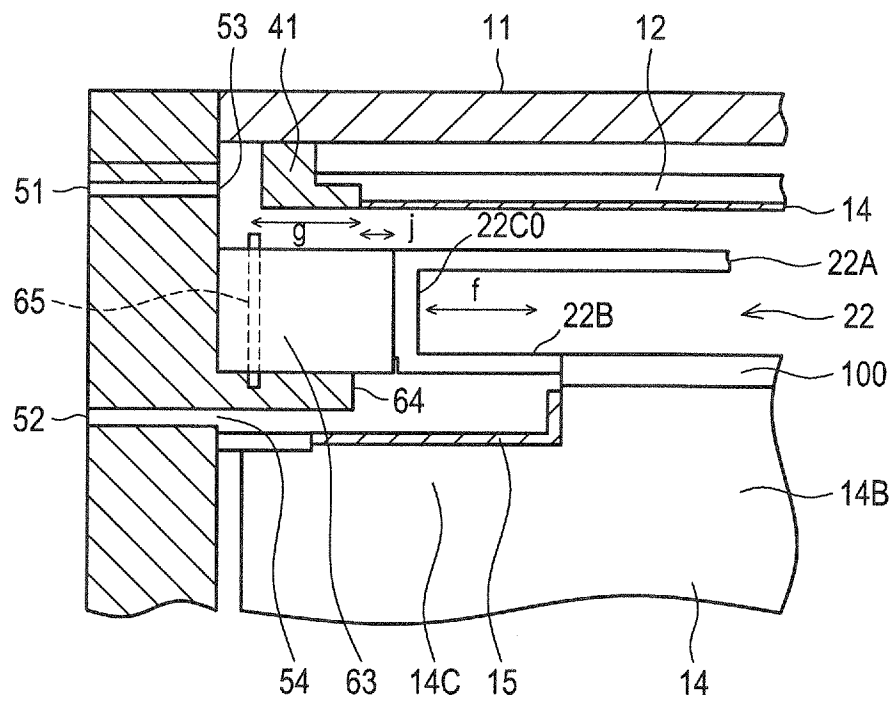
[図2]

FIG.2



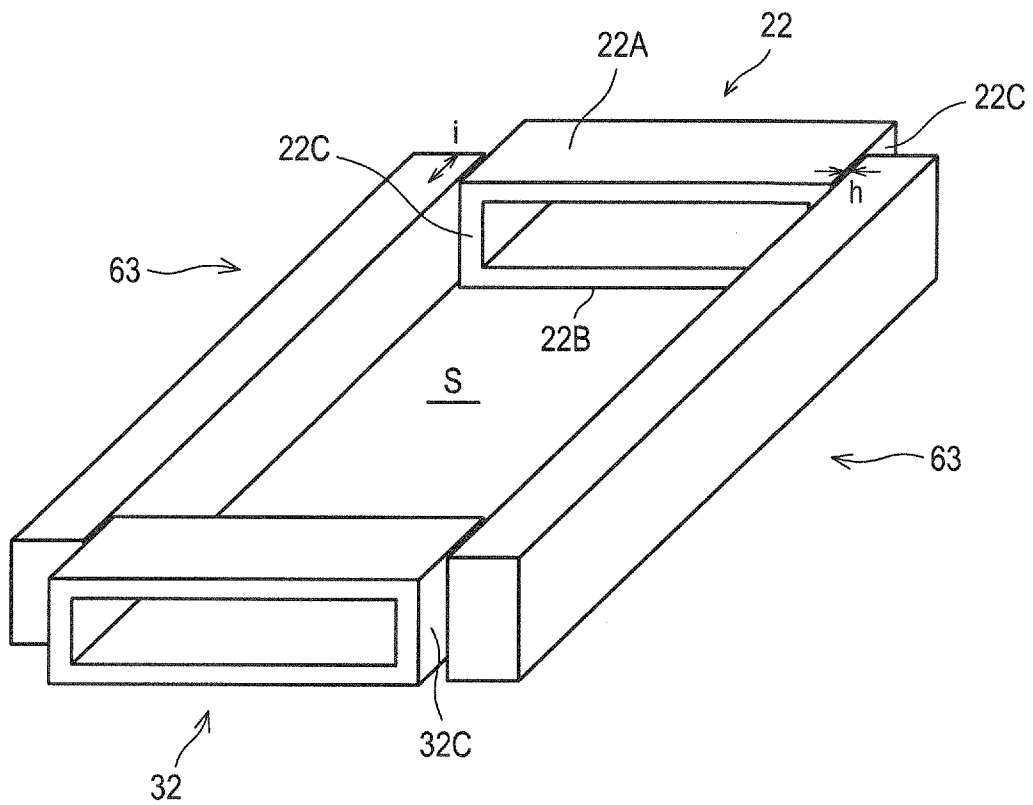
[図3]

FIG.3



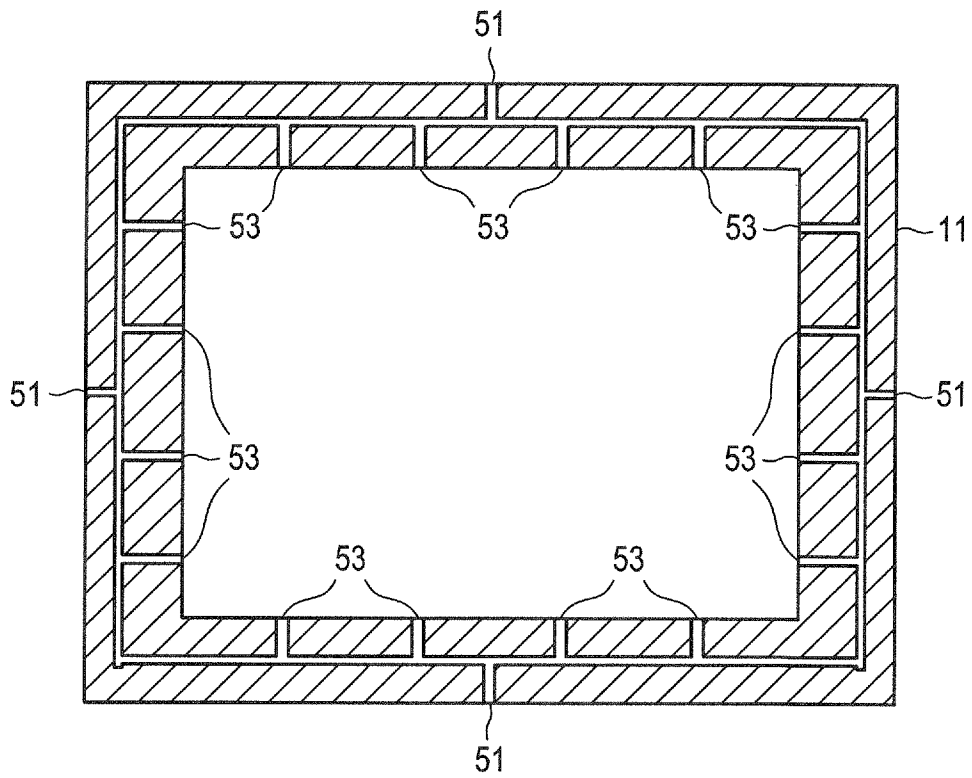
[図4]

FIG.4



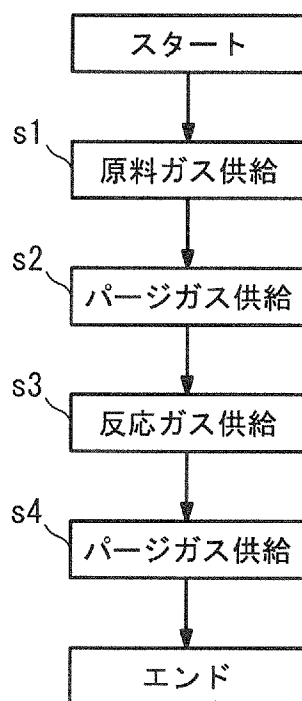
[図5]

FIG.5



[図6]

FIG. 6



[図7]

FIG.7A

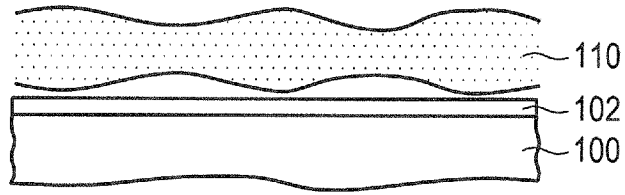


FIG.7B

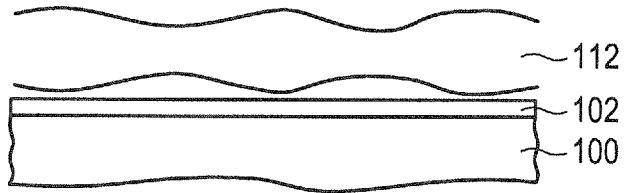


FIG.7C

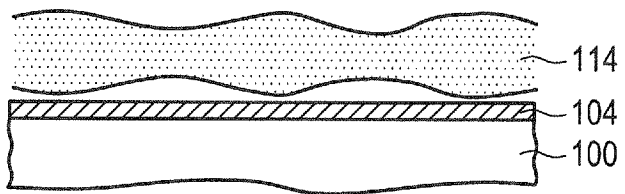
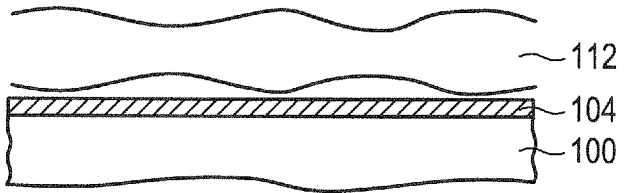


FIG.7D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/062402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/31(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i, C23C16/455(2006.01)i, C23C16/50(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/31, C23C16/44, C23C16/455, C23C16/50, H01L21/3065

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-212433 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 24 September 2010 (24.09.2010), entire text; all drawings & US 2011/0303147 A1 entire text; all drawings & WO 2010/103732 A1 & EP 2408002 A1 & TW 201040311 A & KR 10-2011-0131268 A	1-13
A	JP 2010-212434 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 24 September 2010 (24.09.2010), entire text; all drawings & JP 4523661 B & US 2011/0305836 A1 entire text; all drawings & WO 2010/103751 A1 & EP 2408003 A1 & TW 201043726 A & KR 10-2011-0129453 A	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 July 2016 (25.07.16)

Date of mailing of the international search report
02 August 2016 (02.08.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/062402

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-351655 A (NEC Electronics Corp.), 28 December 2006 (28.12.2006), entire text; all drawings & US 2006/0280868 A1 entire text; all drawings	1-13
A	JP 2009-62579 A (Fuji Electric Systems Co., Ltd.), 26 March 2009 (26.03.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2012-52221 A (Canon Anelva Corp.), 15 March 2012 (15.03.2012), entire text; all drawings & US 2012/0031748 A1 entire text; all drawings & CN 102373424 A & KR 10-1300656 B1	1-13
A	JP 2012-126977 A (Ulvac, Inc.), 05 July 2012 (05.07.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 61-163279 A (NEC Corp.), 23 July 1986 (23.07.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/31(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i, C23C16/455(2006.01)i, C23C16/50(2006.01)i,
H01L21/3065(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/31, C23C16/44, C23C16/455, C23C16/50, H01L21/3065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-212433 A (三井造船株式会社) 2010.09.24, 全文、全図 & US 2011/0303147 A1, 全文、全図 & WO 2010/103732 A1 & EP 2408002 A1 & TW 201040311 A & KR 10-2011-0131268 A	1-13
A	JP 2010-212434 A (三井造船株式会社) 2010.09.24, 全文、全図 & JP 4523661 B & US 2011/0305836 A1, 全文、全図 & WO 2010/103751 A1 & EP 2408003 A1 & TW 201043726 A & KR 10-2011-0129453 A	1-13

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

25.07.2016

国際調査報告の発送日

02.08.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

正山 旭

50

9276

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-351655 A (NECエレクトロニクス株式会社) 2006. 12. 28, 全文、全図 & US 2006/0280868 A1, 全文、全図	1-13
A	JP 2009-62579 A (富士電機システムズ株式会社) 2009. 03. 26, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2012-52221 A (キヤノンアネルバ株式会社) 2012. 03. 15, 全文、全図 & US 2012/0031748 A1, 全文、全図 & CN 102373424 A & KR 10-1300656 B1	1-13
A	JP 2012-126977 A (株式会社アルバック) 2012. 07. 05, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 61-163279 A (日本電気株式会社) 1986. 07. 23, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-13