

(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
2014 年 11 月 6 日(06.11.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/178160 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 16/44 (2006.01) *H01L 21/31* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/000693
- (22) 国際出願日: 2014 年 2 月 10 日(10.02.2014)
- (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 2013-095558 2013 年 4 月 30 日(30.04.2013) JP
特願 2013-095548 2013 年 4 月 30 日(30.04.2013) JP
- (71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 成嶋 健索 (NARUSHIMA, Kensaku); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン山梨株式会社内 Yamanashi (JP). 鳥屋 大輔 (TORIYA, Daisuke); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン山梨株式会社内 Yamanashi (JP). 朝倉 賢太郎 (ASAKURA, Kentaro); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン山梨株式会社内

Yamanashi (JP). 村上 誠志 (MURAKAMI, Seishi); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン山梨株式会社内 Yamanashi (JP).

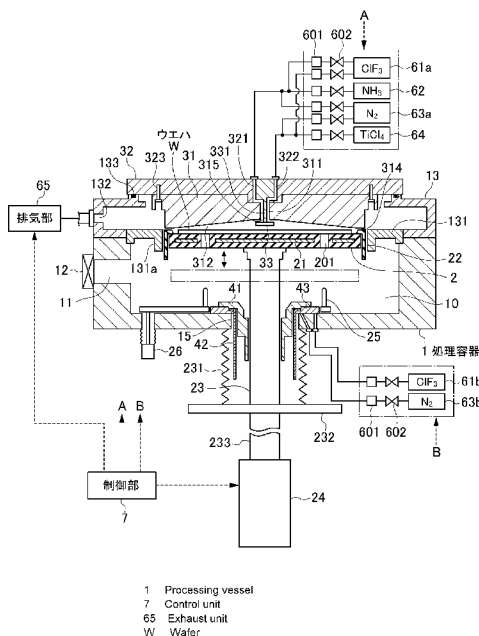
- (74) 代理人: 井上 俊夫 (INOUE, Toshio); 〒2310058 神奈川県横浜市中区弥生町 2 丁目 1 5 番 1 号 ストックタワー大通り公園 3 6 0 1 号 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.
- (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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: FILM FORMATION DEVICE

(54) 発明の名称: 成膜装置

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To provide a film formation device, which is easy to assemble and maintain and is capable of limiting the penetration of reactant gas into the bellows. [Solution] An elevating shaft (23), which is disposed inside a processing vessel (1) in which a reactant gas is supplied to the surface of a substrate (W) under a vacuum atmosphere and film formation is performed, is provided so as to extend in the vertical direction while supporting a loading tray (2) on which the substrate (W) is loaded from the lower surface thereof, passes through a through hole (15) provided in the processing vessel (1) and is connected to an external elevating mechanism. A bellows (231) covers the vicinity of the elevating shaft (23) from the side and maintains the vacuum atmosphere inside the processing vessel (1). A lid member (41) is disposed so as to surround the elevating shaft (23). A purge gas-supplying section (63b) supplies a purge gas into the bellows (231) to form a stream of gas that flows toward the processing vessel (1) through the gap between the elevating shaft (23) and the lid member (41).

(57) 要約: 【課題】組み立てやメンテナンスなどが容易であり、また、ベローズ内への反応ガスの進入を抑制することが可能な成膜装置を提供する。【解決手段】真空雰囲気下で基板 W の表面に反応ガスを供給して成膜処理が行われる処理容器 1 内に配置された昇降軸 23 は、基板 W が載置される載置台 2 を下面側から支持した状態で上下方向に伸びるように設けられ、処理容器 1 に設けられた貫通口 15 を通って外部の昇降機構に接続されている。ベローズ 231 は、昇降軸 23 の周囲を側方から覆って処理容器 1 内を真空雰囲気に保ち、蓋部材 41 は、昇降軸 23 を囲むように配置され、パージガス供給部 63b は昇降軸 23 と蓋部材 41 との間の隙間を介して処理容器 1 へと流れるガスの流れを形成するために、ベローズ 231 内にパージガスを供給する。



(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))

明 細 書

発明の名称：成膜装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板への成膜が行われる処理容器の下部に設けられたベローズへの反応ガスの到達を抑制する技術に関する。

背景技術

[0002] 基板である例えば半導体ウエハ（以下「ウエハ」と言う）に成膜を行う手法として、真空雰囲気形成された処理容器内にウエハを配置し、その表面で反応ガスを反応させて堆積物を堆積させるCVD（Chemical Vapor Deposition）法や、互いに反応する複数種類の反応ガスをウエハに対して順番に供給してこれらのガスをウエハの表面に吸着させながら堆積物を堆積させるALD（Atomic Layer Deposition）法やMLD（Multi Layer Deposition）法（以下、これらを総合してALD法と称する）などと呼ばれる方法が知られている。

[0003] これらの成膜処理を実施する成膜装置のうち、処理対象のウエハを1枚ずつ載置台上に載置して成膜処理を行う枚葉式の成膜装置には、操作内容（例えば成膜処理や外部の搬送機構との間でウエハの受け渡し）に応じて載置台の高さ位置を上下に移動させるものがある。このとき、処理容器内における発塵防止などの観点から、載置台の昇降機構は処理容器の外部に配置される場合があり、載置台は、処理容器に設けられた貫通口を通して処理容器の外部に突出させた昇降軸を介して昇降機構に接続される。そして、貫通口の口縁部と昇降機構との間に、伸縮自在なベローズを設けることにより処理容器の気密を保ち、内部を真空雰囲気に維持している。

[0004] ここで上述の貫通口は、例えば昇降軸の直径よりも十数mm～数十mm程度大きな径を持つものを形成しておくこと、昇降軸や処理容器本体などの機器同士の接触を避け、組み立てやメンテナンスを容易することができる。一方

、昇降軸と貫通口との間隔が広がると、処理容器からベローズ内に反応ガスが進入し、ベローズの内表面に反応生成物が堆積しやすくなる。ベローズはその伸縮に合わせて変形するため、この際、反応生成物が剥がれてパーティクルが発生すると、ウエハの汚染源になってしまうおそれがある。

[0005] この点について例えば引用文献1には、成膜対象の被処理基板を鉛直軸回りに回転自在、及び上下自在に保持する基板保持台を備えた成膜装置が記載されている。この成膜装置は、基板保持台に接続された回転軸が上下する空間をベローズ等の隔壁により密閉した構成となっている。しかしながら、当該引用文献1には、基板保持台を回転自在、及び上下自在に保持しつつ、処理容器内の空間とベローズ内の空間とを隔離する隔壁の具体的な構成は開示されていない。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2002-151489号公報：段落0100、図19

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明はこのような事情の下になされたものであり、その目的は、組み立てやメンテナンスなどが容易であり、また、ベローズ内への反応ガスの進入を抑制することが可能な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

[0008] 本発明の成膜装置は、真空排気部を備え、真空雰囲気下で基板の表面に反応ガスを供給して成膜処理が行われる処理容器と、

前記処理容器内に設けられ、基板を載置するための載置台と、

前記載置台を下面側から支持した状態で上下方向に伸びるように設けられ、前記処理容器に設けられた貫通口を通して外部の昇降機構に接続された昇降軸と、

前記処理容器と、前記昇降機構との間に設けられ、前記昇降軸の周囲を側

方から覆うベローズと、

前記昇降軸の側周面との間に隙間を介して当該昇降軸を囲むように配置され、その下方側空間と上方側空間との連通が前記隙間以外の部位においては阻止されるように全周に亘って処理容器に取り付けられた蓋部材と、

前記昇降軸と蓋部材との間の隙間を介して前記ベローズから処理容器へと流れるガスの流れを形成するために、当該ベローズ内にパージガスを供給するパージガス供給部と、を備えたことを特徴とする。

[0009] 前記成膜装置は、下記の構成を備えていても良い。

(a) 前記隙間を介して昇降軸を囲む蓋部材の内周面の高さ寸法は、前記貫通口の内周面の高さ寸法よりも大きいこと。

(b) 前記蓋部材には、前記昇降軸を囲む内周面の高さ寸法を広げるためのスリーブが設けられていること。

(c) 前記載置台は、基板を加熱するための加熱部を備え、前記蓋部材の上面には、前記加熱部からの放熱による蓋部材の温度上昇を抑えるために、これら加熱部と蓋部材との間の距離を広げる凹部が形成されていること。

(d) 前記蓋部材の外周面とベローズの内周面との間に配置され、前記蓋部材の下端部よりも下方側へ伸び出した筒状部材を備えていること。前記筒状部材は、その外周面とベローズの内周面との間に隙間が形成されるように配置され、前記パージガス供給部は、当該筒状部材とベローズとの隙間内の上方位置からベローズ内にパージガスを供給すること。

(e) 前記成膜処理が行われる位置にある載置台の側周面との間に隙間を介して当該載置台を囲むように配置され、前記処理容器の内部を、前記反応ガスが供給される上部側の処理空間と、下部側の空間とに分ける囲み部材と、前記処理空間側から前記処理容器内の真空排気を行う真空排気部と、を備え、前記昇降軸と蓋部材との間の隙間を流れたパージガスは、前記下部側の空間に流入すること。

[0010] (f) 前記処理容器は、前記載置台との間に反応ガスを拡散させて成膜処理を行うための処理空間を形成し、前記反応ガスが供給されるガス供給孔を備

えた天板部を備え、

前記昇降機構は、前記昇降軸を介して、前記処理空間を形成する処理位置と、前記処理位置よりも下方側の位置との間で前記載置台を昇降させ、前記載置台の上面側にクリーニングガスを供給するための第1のクリーニングガス供給部と、前記昇降軸に沿って前記載置台の下面側にクリーニングガスを供給するための第2のクリーニングガス供給部と、を備えたこと。

(g) 前記処理位置よりも下方側に前記載置台を降下させた状態で、前記第2のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給を行うように制御信号を出力する制御部を備えたこと。さらに、前記制御部は、前記載置台を処理位置まで上昇させて前記第2のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給を行うように制御信号を出力すること。前記天板部に設けられたガス供給孔に不活性ガスを供給する上部側不活性ガス供給部を備え、前記制御部は、前記第2のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給中、前記上部側不活性ガス供給部からガス供給孔を介して前記処理容器内に不活性ガスを供給するように制御信号を出力すること

(h) 前記処理位置よりも下方側に前記載置台を降下させた状態で、前記第1のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給を行うように制御信号を出力する制御部を備えたこと。さらに、前記制御部は、前記載置台を処理位置まで上昇させて前記第1のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給を行うように制御信号を出力すること。前記パージガス供給部は不活性ガスを供給可能に構成され、前記制御部は、前記第1のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給中、前記パージガス供給部から前記処理容器内に不活性ガスを供給するように制御信号を出力すること。

[0011] (i) 前記第2のクリーニングガス供給部は、パージガス供給部から供給されるパージガスを拡散ガスとして利用し、当該拡散ガスの流れに乗って前記載置台の下面側にクリーニングガスを拡散させる位置にクリーニングガスを供給すること。

(j) 前記第1のクリーニングガス供給部は、前記天板のガス供給孔を介して処理容器内にクリーニングガスを供給すること。

(k) 前記載置台は、この載置台の上面側周縁部にて係止され、前記載置台との間に隙間を介して当該載置台の側周面を側方から囲む環状のカバー部材を備え、このカバー部材の前記載置台の上面側周縁部との接触部には、クリーニングガスを進入させるための溝部が設けられていること。

(l) 前記クリーニングガスの供給は、前記真空排気部により真空排気された処理容器内にて行われ、前記第2のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給は、前記第1のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給時よりも高い圧力雰囲気下で行うように制御信号を出力する制御部を備えたこと。

(m) 前記真空排気部は、前記処理空間から、前記載置台と天板部との隙間を介して側方にガスを排気すること。

発明の効果

[0012] 本発明は、蓋部材を用いて、処理容器に設けられた貫通口と、載置台の昇降軸との間を塞ぐので、これら貫通口と昇降軸と間隔に余裕を持たせ、組み立てやメンテナンスのしやすい成膜装置とすることができる。また、成膜装置の使用時には、前記蓋部材と昇降軸との間に隙間が形成されるようにしながら貫通口と昇降軸との間の開口を塞ぎ、下方側のベローズから処理容器へと流れるパージガスの流れを形成する。このため、ベローズの内側の空間に反応ガスが進入しにくくなり、ベローズの内表面への反応生成物の堆積を抑制してパーティクルの発生を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施の形態に係る成膜装置の縦断側面図である。

[図2]前記成膜装置内に設けられている載置台の拡大縦断面図である。

[図3]前記成膜装置を構成する処理容器の底部に設けられた蓋部材等の斜視図である。

[図4]前記ベローズと処理容器との接続部における縦断面図である。

[図5]ベローズ内にパージガスを供給するリング部材の底面図である。

[図6]前記成膜装置の第1の作用説明図である。

[図7]前記成膜装置の第2の作用説明図である。

[図8]前記蓋部材の他の例を示す説明図である。

[図9]前記蓋部材のさらに別の例を示す説明図である。

[図10]前記成膜装置のクリーニング動作の第1の作用説明図である。

[図11]前記成膜装置のクリーニング動作の第2の作用説明図である。

[図12]前記成膜装置のクリーニング動作の第3の作用説明図である。

[図13]前記成膜装置のクリーニング動作の第4の作用説明図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明の実施の形態に係わる成膜装置の構成について、図1を参照して説明する。本成膜装置は、成膜対象であり、例えば直径が300mmの円形のウエハW（基板）の表面に、互いに反応する反応ガスである四塩化チタン（ TiCl_4 ）ガス（原料ガス）とアンモニア（ NH_3 ）ガス（窒化ガス）とを交互に供給してALD法により窒化チタン（ TiN ）膜を成膜する装置として構成されている。

[0015] 図1に示すように成膜装置は、アルミニウム等の金属により構成され、平面形状が概ね円形の真空容器であり、ウエハWに対する成膜処理が行われる処理容器1と、この処理容器1内に設けられ、ウエハWが載置される載置台2と、載置台2と対向するように設けられ、載置台2との間に処理空間312を形成するための天板部31と、を備えている。処理容器1の側面には、載置台2との間でウエハWの受け渡しを行う際に、外部の真空搬送室に設けられたウエハ搬送機構を処理容器1内に進入させるための搬入出口11と、この搬入出口11を開閉するゲートバルブ12とが設けられている。

[0016] 前記搬入出口11よりも上部側の位置には、アルミニウム等の金属からなり、縦断面の形状が角型のダクトを円環状に湾曲させて構成した排気ダクト13が、処理容器1の本体を構成する側壁の上に積み重なるように設けられている。排気ダクト13の内周面は、周方向に沿って処理容器1内に向けて

開口しており、処理空間 3 1 2 から流れ出たガスはこの開口を介して排気ダクト 1 3 内に排気される。排気ダクト 1 3 の外壁面には排気口 1 3 2 が形成されており、この排気口 1 3 2 には真空ポンプなどからなる排気部 6 5 が接続されている。排気部 6 5 は、処理容器 1 に設けられた不図示の圧力計と接続されており、圧力計の指示結果に基づいて排気量を増減することにより、処理容器内の圧力調節を行うことができる。排気口 1 3 2 や排気部 6 5 は、処理空間 3 1 2 内の真空排気を行う真空排気部に相当する。

[0017] 処理容器 1 内には、前記排気ダクト 1 3 の内側の位置に載置台 2 が配置される。載置台 2 は、ウエハ W よりも一回り大きい円板からなり、セラミックスや金属により構成されている。載置台 2 の内部には、ウエハ W を例えば 350℃～450℃の成膜温度に加熱するための加熱部であるヒーター 2 1 が埋設されている。また必要に応じて、ウエハ W を当該載置台 2 の上面側の載置領域内に固定するための図示しない静電チャックを設けても良い。

[0018] 載置台 2 は、当該載置台 2 の側周面との間に隙間を介してこの側周面を側方から囲む環状の載置台カバー部材 2 2 を備えている。載置台カバー部材 2 2 は例えばアルミナなどからなり、上下端が各々開口する扁平な円筒形状の筒状部 2 2 1 を備えると共に、筒状部 2 2 1 の上端部が周方向に亘って内側に向かって屈曲して屈曲部 2 2 2 を形成している（図 2）。この屈曲部 2 2 2 は、載置台 2 の上面側周縁部にて係止されており、当該屈曲部 2 2 2 の厚み寸法は、ウエハ W の厚み寸法よりも厚くなっている。

[0019] さらにこの載置台カバー部材 2 2 は、後述のクリーニングガスによる載置台 2 のクリーニング効果を高めるため、載置台 2 の周縁部と接触する屈曲部 2 2 2 の下面側に、周方向に沿って、クリーニングガスを進入、拡散させるための溝部 2 2 3 が設けられている。

[0020] 図 1 に示すように、前記排気ダクト 1 3 の開口部の下端位置には、当該排気ダクト 1 3 と載置台 2 との間の隙間を埋めるように載置台 2 を囲み、処理容器 1 の内部を上部側の空間（処理空間 3 1 2）と下部側の空間（ボトムエリア 1 0）とに分ける囲み部材であるインナーリング 1 3 1 が設けられてい

る。このインナーリング１３１は、例えばアルミニウムにより形成されたリング状の部材であって、前記載置台カバー部材２２の側周面を、隙間を介して囲むように配置される筒状部１３１aを備えている。インナーリング１３１は例えば石英製のリングカバーによりその上面側を覆っても良い。

[0021] 載置台２の下面側中央部には、処理容器１の底面を貫通し、上下方向に伸びる棒状の昇降軸２３が接続されている。この昇降軸２３の下端部は、処理容器１の下方側に水平に配置された板状の昇降板２３２、シリンダロッド２３３を介して、このシリンダロッド２３３を突没させるモーター部２４に接続されている。昇降板２３２やシリンダロッド２３３、モーター部２４は、昇降軸２３の昇降機構を構成している。昇降機構は、昇降軸２３を上下に移動させることにより、ウエハＷへの成膜が行われる処理位置と、この処理位置の下方側であって、搬入出口１１から進入してきたウエハ搬送機構との間でウエハＷを受け渡す受け渡し位置（図１に一点鎖線で記載してある）との間で載置台２を昇降させる。

[0022] 図１、図４に示すように、処理容器１の底面には、昇降軸２３を通すための貫通口１５が設けられており、昇降軸２３は、この貫通口１５の内側を通過して処理容器１の下方位置にて昇降板２３２に接続されている。貫通口１５の開口径は、例えば昇降軸２３の側周面を、貫通口１５の内周面から１０～５０mm程度内側の位置に配置することが可能な程度の大きさとなっている。貫通口１５が設けられた処理容器１内を真空雰囲気を保つため、貫通口１５の口縁部と昇降板２３２との間には、処理容器１内の雰囲気を外部と区画し、昇降板２３２の昇降動作に伴って伸び縮みするベローズ２３１が、昇降軸２３の周囲を側方から覆うように設けられている。

[0023] 載置台２の下方側には、外部のウエハ搬送機構とのウエハＷの受け渡し時に、ウエハＷを下面側から支持して持ち上げる例えば３本の支持ピン２５が設けられている。支持ピン２５は、昇降機構２６に接続されて昇降自在となっており、載置台２を上下方向に貫通する貫通孔２０１を介して載置台２の上面から支持ピン２５を突没させることにより、ウエハ搬送機構との間での

ウエハWの受け渡しを行う。

[0024] 排気ダクト13の上面側には、円形の開口を塞ぐように円板状の支持板32が設けられており、これら排気ダクト13と支持板32との間には処理容器1内を気密に保つためのリング133が設けられている。支持板32の下面側には、処理空間312に反応ガスや置換ガスを供給するための開口部315を備えた天板部31が設けられており、天板部31はボルト323によって支持板32に支持固定されている。

[0025] 天板部31の下面側には凹部が形成されており、この凹部には中央側から外周側へ向けて末広がりの形状の傾斜面が形成されている。この傾斜面のさらに外側には、環状で平坦な先端部314が設けられている。

載置台2を処理位置まで上昇させたとき、天板部31は、載置台2に設けられた載置台カバー部材22の上面と、先端部314の下面とが互いに対向するように配置される。天板部31の凹部と載置台2の上面とによって囲まれた空間は、ウエハWに対する成膜が行われる処理空間312となる。

[0026] また図1に示すように、天板部31の先端部314の下面と、載置台カバー部材22の屈曲部の上面との間には隙間が形成されるように載置台2の処理位置の高さが設定されている。前記排気ダクト13は、この隙間に向けて開口し、処理空間312に供給された反応ガスを側方に向けて排気する。

[0027] 天板部31の前記凹部の中央部には、処理空間312内へ反応ガスを供給するためのガス供給路311が形成されている。ガス供給路311は、天板部31の中央部を上下方向に貫通し、その下端部には載置台2へ向けて下方側に開口する開口部315（ガス供給孔）が形成されている。この開口部315の下方側には、ガス供給路311から供給された反応ガスを衝突させて、処理空間312内に分散させるための分散板33が設けられている。

[0028] 分散板33は、例えば円形の板材からなり、その上面側中央部は、支持板32の下面から伸びる支持棒331によって支持されている。ガス供給路311の開口部315を真下から見たとき、分散板33は、この開口部315を覆うように当該開口部315の下方側に配置されている。

[0029] 一方、ガス供給路 3 1 1 の上流側は、ガス供給路 3 1 1 にアンモニアガス及び置換用の窒素ガスを供給するためのアンモニア供給路 3 2 1 と、ガス供給路 3 1 1 に四塩化チタンガス及び置換用の窒素ガスを供給するための四塩化チタン供給路 3 2 2 とに分岐している。

[0030] アンモニア供給路 3 2 1 及び四塩化チタン供給路 3 2 2 は、配管を介してアンモニアガス供給源 6 2、四塩化チタンガス供給源 6 4 に接続されており、これらの配管は、各々途中で分岐して共通の窒素ガス供給源 6 3 a に接続されている。各配管には、ガスの給断を行う開閉バルブ 6 0 2 と、ガス供給量の調整を行う流量調整部 6 0 1 とが設けられている。

[0031] 上述の成膜装置は、処理容器 1 内の機器に付着した反応生成物を除去するために、載置台 2 の上面側及び下面側に各々別の位置からクリーニングガスを供給する機構を備えている。

本例の成膜装置において、載置台 2 の上面側へは、既述のガス供給路 3 1 1 を介してクリーニングガスが供給される。

[0032] 詳細には、成膜時にアンモニアガスや四塩化チタンガス等の供給が行われるアンモニア供給路 3 2 1、四塩化チタン供給路 3 2 2 の配管が各々分岐して共通のクリーニングガス供給源 6 1 a に接続されている。本例ではクリーニングガスとして三フッ化塩素 (CF_3) を用いる例を示す。各配管には、ガスの給断を行う開閉バルブ 6 0 2 と、ガス供給量の調整を行う流量調整部 6 0 1 とが設けられている。載置台 2 の上面側から処理容器 1 内にクリーニングガスを供給するという観点において、ガス供給路 3 1 1、アンモニア供給路 3 2 1、四塩化チタン供給路 3 2 2、クリーニングガス供給源 6 1 a 等は、本実施の形態における第 1 のクリーニングガス供給部に相当する。

[0033] 上述の構成を備えた成膜装置には、処理容器 1 内に供給された反応ガスが貫通口 1 5 と昇降軸 2 3 との間を通過してペローズ 2 3 1 の内表面に到達することによる反応生成物の堆積を抑制する機構が設けられている。

以下、当該機構の構成について説明する。

[0034] ペローズ 2 3 1 への反応ガスの到達を抑えるため、貫通口 1 5 には、処理

容器 1 の本体と昇降軸 2 3 との間に挿入され、貫通口 1 5 を塞ぐ蓋部材 4 1 と、この蓋部材 4 1 とベローズとの間に配置される筒状部材 4 2 と、処理容器 1 の底面に配置され、これら蓋部材 4 1、筒状部材 4 2 を支持するリング部材 4 3 と、が設けられている（図 3、図 4）。

[0035] 蓋部材 4 1 は、処理容器 1 の底面に設けられた貫通口 1 5 と、昇降軸 2 3 との間の空間を塞ぐ筒状の部材である。蓋部材 4 1 の本体を成す円筒部 4 1 4 の上端にはフランジ部 4 1 1 が形成されており、蓋部材 4 1 はこのフランジ部 4 1 1 の下面をリング部材 4 3 に係止させて前記貫通口 1 5 と昇降軸 2 3 との間に配置される。

[0036] 図 4 に示すように、蓋部材 4 1 は、昇降軸 2 3 の側周面と円筒部 4 1 4 の内周面との間に隙間が形成されるように配置されており、昇降軸 2 3 は蓋部材 4 1 の内側を上下方向に自由に移動することができる。昇降軸 2 3 及び蓋部材 4 1 の配置状態を言い替えて説明すると、蓋部材 4 1 は昇降軸 2 3 の側周面との間に隙間を介して昇降軸 2 3 を囲むように配置され、その下方側空間（ベローズ 2 3 1 内の空間）と上方側空間（処理容器 1 内の空間）との連通が前記隙間以外の部位においては阻止されるように全周に亘って処理容器 1 に取り付けられているといえる。

[0037] また蓋部材 4 1 は、ヒーター 2 1 を備えた載置台 2 からの放熱（熱輻射や後述の窒素ガスを介した熱伝達等）による温度上昇を抑えるため、円筒部 4 1 4 のフランジ部 4 1 1 側の内周面を拡径させることにより凹部 4 1 2 が形成されている。この凹部 4 1 2 を設けることにより、載置台 2 と蓋部材 4 1 の表面との距離が広がり、載置台の 2 放熱によるフランジ部 4 1 1 の温度上昇を抑えることができる。また、昇降軸 2 3 の側周面と円筒部 4 1 4 の内周面とが隙間を介して対向する領域の高さ寸法をできるだけ広げ、且つ、蓋部材 4 1 の蓄熱量が大きくなりすぎないようにするために、円筒部 4 1 4 の下部側には、円筒部 4 1 4 の本体よりも厚さ寸法の小さいスリーブ 4 1 7 が形成されている。

[0038] 昇降軸 2 3 と蓋部材 4 1（円筒部 4 1 4）との間の隙間の寸法は、例えば

1～5 mmである。また、当該隙間を介して昇降軸23に対向する蓋部材41の高さ寸法（凹部412の底面からスリーブ417の下端までの距離）は、貫通口15の内周面の高さ寸法（処理容器1の肉厚寸法）よりも大きくすることが好ましい。これにより、処理容器1内の反応ガスが、ベローズ231内に、より進入しにくくなる。

[0039] 次いで図3に示すように、筒状部材42は、円筒状の本体部422の上端にフランジ部421を設けた構造となっており、筒状部材42は、このフランジ部421をリング部材43に係止させることにより前記蓋部材41と、ベローズ231との間に配置される。図4に示すように筒状部材42は、蓋部材41、筒状部材42を所定位置に配置したとき、筒状部材42の下端部が蓋部材41（スリーブ417）の下端部よりも下方側に位置する高さ寸法となっている。これにより、昇降軸23と蓋部材41との隙間の出口からベローズ231の内壁面までの距離を広げ、進入した反応ガスのベローズ231の内壁面への到達を抑えている。

[0040] リング部材43は、処理容器1の底面上の前記貫通口15の周囲に配置、固定され、蓋部材41及び筒状部材42のフランジ部411、421に係止させてこれらの部材41、42を支持する。リング部材43の上面側内周縁部には、リング部材43の上面と蓋部材41のフランジ部411の下面との間に筒状部材42のフランジ部421を嵌め込んで固定するための段差部433が設けられている。

[0041] 図5に示すように、リング部材43の下面には、ベローズ231の内側にパージガスである不活性ガス、例えば窒素ガスを供給するための溝部が形成されている。この溝部が形成されたリング部材43を処理容器1の底面上に固定することにより、これら溝部と処理容器1とで囲まれた空間が窒素ガス流路435となる。以下、説明の便宜上、この溝部自体も窒素ガス流路435と呼ぶ。

[0042] 窒素ガス流路435の基端側に設けられたポート部435aは、処理容器1に形成された窒素ガス供給路142に接続され、この窒素ガス供給路14

2は配管を介して窒素ガス供給源63bに接続されている。この配管にはガス給断用の開閉バルブ602と、流量の調整を行う流量調整部601とが設けられている点は、天板部31側の窒素ガス供給源63aと同様である。なお、図示や説明の便宜上、本例の成膜装置では窒素ガス供給源63a、63bを別体として構成した場合について示したが、必要に応じてこれらを共通化しても良いことは勿論である。

[0043] 窒素ガス流路435の末端には、リング部材43の内周面に向けて開口する4個の窒素ガス吐出孔432が設けられている。これらの窒素ガス吐出孔432は、リング部材43の内周面の周方向に沿ってほぼ等間隔で配置されている。ここで窒素ガス流路435はポート部435aから各窒素ガス吐出孔432までの流路長が互いに略等しく、流路のコンダクタンスが揃うように分岐している。

窒素ガス供給源63bや窒素ガス供給路141、窒素ガス流路435、窒素ガス吐出孔432等は、本実施の形態のパージガス供給部に相当する。

[0044] 図4等に示すように、窒素ガス吐出孔432から吐出された窒素ガスは、処理容器1の貫通口15と筒状部材42との隙間の上部位置へ供給され、この隙間内を上方側から下方側へと流れる。このように、ベローズ231に沿って流れる窒素ガスの流れを形成することにより、ベローズ231の内壁面への反応ガスの付着を抑えることもできる。

[0045] 以上に説明したように、蓋部材41やリング部材43は、ベローズ231内への反応ガスの進入を抑えるために設けられている。本例の成膜装置においては、これら蓋部材41、リング部材43を利用して載置台2の下面側へのクリーニングガスの供給を行う。

クリーニングガスの供給に関し、リング部材43の下面には、載置台2の下面側へ向けてクリーニングガスを処理容器1内に供給するための溝部が形成されている。この溝部と処理容器1とで囲まれた空間はクリーニングガス流路434となる（以下、当該溝部もクリーニングガス流路434と呼ぶ）。

- [0046] クリーニングガス流路434の基端側に設けられたポート部434aは、処理容器1に形成されたクリーニングガス供給路141に接続され、このクリーニングガス供給路141は、開閉バルブ602や流量調整部601が設けられた配管を介してクリーニングガスである三フッ化塩素の供給を行うクリーニングガス供給源61bに接続されている。なお、図示や説明の便宜上、本例の成膜装置ではクリーニングガス供給源61a、61bを別体として構成した場合について示したが、必要に応じてこれらを共通化しても良い。
- [0047] 窒素ガス流路435の場合と同様に、クリーニングガス流路434についても流路長が互いに略等しく流路のコンダクタンスが揃うように4本に分岐し、その末端部は蓋部材41のフランジ部411内に形成されたクリーニングガス導入路415と、クリーニングガス流路434とを接続する接続流路431につながっている。接続流路431の末端部は、リング部材43の上面に開口し、蓋部材41のフランジ部411下面に開口するクリーニングガス導入路415と接続される。
- [0048] クリーニングガス導入路415は、前記フランジ部411内を径方向内側へと横方向に伸び、拡径部412の上端部に位置する傾斜面に向けて開口している。この開口部は、処理容器1内にクリーニングガスを吐出するクリーニングガス吐出孔413に相当する。クリーニングガス吐出孔413は、前記拡径部412の傾斜面の周方向に沿って、ほぼ等間隔で配置されている。
- [0049] 載置台2の下面側から処理容器1内にクリーニングガスを供給するという観点において、クリーニングガス導入路415、接続流路431、クリーニングガス流路434、クリーニングガス供給路141、クリーニングガス供給源61bは、本実施の形態における第2のクリーニングガス供給部に相当する。なお、図示の便宜上、図4以外の縦断面図においては、クリーニングガス導入路415、接続流路431、クリーニングガス流路434、窒素ガス流路435、クリーニングガス供給路141及び窒素ガス供給路142の記載は適宜、省略してある。
- [0050] 図3に示すように蓋部材41は、中心軸方向に沿って2分割された部材か

ら構成されている。例えば成膜装置の組み立て時には、予め筒状部材 4 2、リング部材 4 3 が配置された貫通口 1 5 に、載置台 2 を支持した昇降軸 2 3 を挿入して昇降機構との接続を行う。その後、昇降軸 2 3 を側方側から挟むように蓋部材 4 1 を構成する部材を配置し、これらの部材をネジ 4 1 6 など締結した後、蓋部材 4 1 を所定の位置に配置する。貫通口 1 5 と昇降軸 2 3 との間隔に余裕を持たせることにより成膜装置の組み立てやその後のメンテナンスがしやすくなる。

[0051] 以上に説明した構成を備えた成膜装置は、図 1 に示すように制御部 7 と接続されている。制御部 7 は例えば図示しない CPU と記憶部とを備えたコンピュータからなり、記憶部には成膜装置の作用、即ち載置台 2 上に載置されたウエハ W を処理位置まで上昇させ、処理空間 3 1 2 内に予め決められた順番で反応ガス及び置換用のガスを供給して T i N の成膜を実行し、またクリーニングガスを用いて処理容器 1 内のクリーニングを行う動作の制御についてのステップ（命令）群が組まれたプログラムが記録されている。このプログラムは、例えばハードディスク、コンパクトディスク、マグネットオプティカルディスク、メモリーカード等の記憶媒体に格納され、そこからコンピュータにインストールされる。

[0052] 続いて、本成膜装置を用いて T i N の成膜を行う作用について図 4、6、7 を参照しながら説明する。なお、図 6、図 7 では、クリーニングガス供給源 6 1 a、6 1 b や、これらクリーニングガス供給源 6 1 a、6 1 b に接続された流路の記載は省略してある。

まず、予め処理容器 1 内を真空雰囲気中に減圧した後、図 6 に示すように載置台 2 を受け渡し位置まで降下させる。そして、ゲートバルブ 1 2 を開放し、搬入出口 1 1 と接続された真空搬送室に設けられたウエハ搬送機構の搬送アームを進入させ、支持ピン 2 5 との間でウエハ W の受け渡しを行う。しかる後、支持ピン 2 5 を降下させ、ヒーター 2 1 によって既述の成膜温度に加熱された載置台 2 上にウエハ W を載置する。

[0053] このとき、図 4、図 6 に示すように、窒素ガス供給源 6 3 b からはペロー

ズ231内へと例えば100～5000sccm（0℃、1気圧基準）の範囲の1500sccmの窒素ガスが供給されている。窒素ガス吐出孔432からベローズ231内に流れ込んだ窒素ガスは、筒状部材42の外周面とベローズ231の内周面との間に形成された隙間内を上から下へ向かって流れる。窒素ガスはやがて筒状部材42の下端部に到達し、ベローズ231の内側の空間全体に広がると共に、その一部は昇降軸23と蓋部材41との隙間内に流入する。そして窒素ガスは、この隙間を介して処理容器1のボトムエリア10内に流れ込み、処理容器1内を上昇して排気口132より排気される。

[0054] 載置台2上にウエハWが載置されたら、ゲートバルブ12を閉じ、載置台2を処理位置まで上昇させて処理空間312を形成すると共に、処理容器1内の圧力調整を行う。次いで、所定の温度まで加熱されたウエハWの表面に、ガス供給路311を介して四塩化チタンガス→窒素ガス→アンモニアガス→窒素ガスの順に反応ガス（四塩化チタンガス、アンモニアガス）と置換用のガス（窒素ガス）との供給を繰り返す（図7）。この結果、ウエハWに吸着した反応ガスが互いに反応して窒化チタン（TiN）の分子層が形成され、この分子層が積層されて窒化チタン膜が成膜される。なお、図7には四塩化チタンガスを処理空間312へと供給している状態を示してある。

[0055] ここでウエハWの成膜時、ヒーター21により載置台2の温度が上昇しても、蓋部材41の上面に凹部412を形成し、載置台2と蓋部材41との距離を広げたことにより、載置台2からの放熱に起因する蓋部材41の温度上昇が抑えられる。この結果、蓋部材41を構成する部材の温度上昇に起因する腐食の発生を抑えることができる。

[0056] ウエハWの成膜中も、ベローズ231内には引き続き窒素ガス供給源63bから窒素ガスが供給され、この窒素ガスが昇降軸23と蓋部材41との隙間を通過してボトムエリア10内に供給されている。そして、処理位置まで上昇させた載置台2の周囲には、インナーリング131が配置されていることから、処理容器1内は、載置台2及びインナーリング131の上部側の空間

(処理空間 3 1 2 や排気ダクト 1 3 内の空間) と下部側の空間 (ボトムエリア 1 0) とに区画された状態となっている。

[0057] ボトムエリア 1 0 に流れ込んだ窒素ガスは、載置台 2 とインナーリング 1 3 1 との隙間を介して排気ダクト 1 3 内に流れ込み、外部へと排出される。このように、載置台 2 の上下の空間を区画する載置台 2 とインナーリング 1 3 1 との間に窒素ガスを流すことにより、処理空間 3 1 2 や排気ダクト 1 3 内を流れる反応ガスのボトムエリア 1 0 内への進入が抑えられる。

[0058] 従って、ベローズ 2 3 1 側から見ると、本例の成膜装置は、載置台 2 とインナーリング 1 3 1 との隙間を流れる窒素ガスの流れと、昇降軸 2 3 と蓋部材 4 1 との隙間を流れる窒素ガスの流れとにより、反応ガスの進入を二重に抑えているといえる。

[0059] さらに、これらの窒素ガスの流れに逆らって、反応ガスの一部が下方側へと進入してきたとしても、昇降軸 2 3 と蓋部材 4 1 との間の隙間の高さの寸法が上下方向に広がっていることから、ベローズ 2 3 1 内まで反応ガスが到達しにくい。そして、仮に原料ガスの一部がベローズ 2 3 1 内に進入したとしても、筒状部材 4 2 がベローズ 2 3 1 の内側に配置されていることにより、可動部を有するベローズ 2 3 1 への反応ガスの到達を抑え、反応生成物の付着に起因するパーティクルの発生を抑えることができる。また、筒状部材 4 2 とベローズ 2 3 1 との隙間を流れる窒素ガスの流れもベローズ 2 3 1 の内壁面への反応ガスの到達を抑える効果がある。

[0060] こうして上述の反応ガスや置換ガスの供給サイクルを数十回～数百回程度繰り返し、所望の膜厚の窒化チタンの膜を成膜したら、ガスの供給を停止し、処理容器 1 内の真空排気を停止して載置台 2 を降下させ、ゲートバルブ 1 2 を開いてウエハ W を取り出す。

[0061] 本実施の形態に係る成膜装置によれば以下の効果がある。成膜装置の使用時には、蓋部材 4 1 と昇降軸 2 3 との間に隙間が形成されるようにしながら貫通口 1 5 と昇降軸 2 3 との間の開口を塞ぎ、下方側のベローズ 2 3 1 から処理容器 1 へと流れる窒素ガス (パージガス) の流れを形成する。このため

、ベローズ 231 の内側の空間に反応ガスが進入しにくくなり、ベローズ 231 の内表面への反応生成物の堆積を抑制してパーティクルの発生を抑えることができる。

[0062] ここで蓋部材 41 に凹部 412 やスリーブ 417 を設けたり、蓋部材 41 とベローズ 231 との間に筒状部材 42 を設けたりすることは必須の要件ではない。例えば図 8 に示すように、凹部 412 やスリーブ 417 を備えていない蓋部材 41a を配置し、また筒状部材 42 の配置を省略しても良い。

[0063] また図 9 は、円板形状の蓋部材 41b の上面側及び下面側にスリーブ 417 を設け、この蓋部材 41b を貫通口 15 の下面側の口縁部にネジ留め等により取り付けした例を示している。このときスリーブ 417 は、蓋部材 41b の上面側のみに設けても良い。また、ベローズ 231 内に窒素ガスを導入する位置を変更しても良く、図 9 には、昇降板 232 から窒素ガスを供給する例を示してある。

[0064] 続いて、処理容器 1 内のクリーニングを行う作用について図 1、2、4、10～13 を参照しながら説明する。

先に説明した成膜動作を繰り返し行くと、処理容器 1 の内壁や機器の表面に反応ガスに起因する反応生成物が堆積してパーティクル発生の原因となるおそれがある。そこで、所定時間毎や所定枚数毎にクリーニングを実行する。

[0065] クリーニングは、載置台 2 上にウエハ W を載置していない状態で処理容器 1 内を真空排気し、例えば 66.7～666.6 Pa (0.5～5 Torr) の範囲の 266.6 Pa (2 Torr) に圧力調節を行う。そして図 10 に示すように、載置台 2 を処理位置よりも下方側に位置させ、インナーリング 131 よりも上方側の空間（載置台 2 を処理位置に移動させたとき、処理空間 312 となる空間や排気ダクト 13 内の空間）と、ボトムエリア 10 とを連通させる。

[0066] 次いで圧力調節を行いながら、ヒーター 21 にて載置台 2 をクリーニング用の温度（例えば 180～300℃の範囲の 200℃）に調節し、ガス供給

路 3 1 1 を介して、クリーニングガスを例えば 5 ～ 1 0 0 0 s c c m (0 ° C 、 1 気圧基準) の範囲の 1 2 0 s c c m の流量で処理容器 1 内に供給する。

また、図 1 0、図 1 1 には示していないが、クリーニングガスには、窒素ガス供給源 6 3 a から希釈ガスとして例えば 1 0 ～ 2 0 0 0 s c c m の範囲の 2 8 0 s c c m の窒素ガスが供給、混合されている。

[0067] ここで、図 1 0、図 1 1 においては、アンモニア供給路 3 2 1、四塩化チタン供給路 3 2 2 内のクリーニングも行うため、これらの供給路 3 2 1、3 2 2 の双方を介してガス供給路 3 1 1 へ向けてクリーニングガスを供給する例を示した。但し、ガス供給路 3 1 1 へのクリーニングガスの供給は、これら双方の供給路 3 2 1、3 2 2 を用いる場合に限られない。必要に応じていずれか一方の供給路 3 2 1、3 2 2 のみを用いても良いし、これらの供給路 3 2 1、3 2 2 を順番に切り替えて使用しても良い。

[0068] ガス供給路 3 1 1 を介し、下方側に移動している載置台 2 の上面側から処理容器 1 内にクリーニングガスを供給すると、クリーニングガスはインナーリング 1 3 1 の内側を通して処理容器 1 内全体に拡散する。そして、処理容器 1 の内壁や天板部 3 1、インナーリング 1 3 1、載置台 2 等の各機器にクリーニングガスが接触して反応生成物が除去される。

[0069] このとき、処理容器 1 の底面側においては、例えば 1 0 0 ～ 5 0 0 0 s c c m の範囲の 1 5 0 0 s c c m の窒素ガスが窒素ガス供給源 6 3 b より供給され、クリーニングの対象ではないベローズ 2 3 1 内へのクリーニングガスの進入を抑えている。よって、載置台 2 の上面側からクリーニングガスを供給している期間中において、昇降軸 2 3 と蓋部材 4 1 との隙間には、パージガス供給部 (窒素ガス供給源 6 3 b や窒素ガス供給路 1 4 1、窒素ガス流路 4 3 5、窒素ガス吐出孔 4 3 2 等) から不活性ガスが供給されているといえる。

[0070] こうして図 1 0 に示した状態で所定時間クリーニングを行ったら、処理容器 1 内の圧力設定、及びクリーニングガスや希釈ガス、底面側からの窒素ガスの供給量は変えずに、載置台 2 を処理位置まで移動させる (図 1 1) 。こ

れにより、クリーニングガスが載置台 2 に直接吹き付けられ、反応生成物が付着しやすい載置台 2 の上面を念入りにクリーニングすることができる。なお、載置台 2 を処理位置に移動させることにより、載置台 2 とインナーリング 131 との間隙のコンダクタンスが低下し、ボトムエリア 10 の圧力が上昇する場合には、ベローズ 231 側から供給される窒素ガスの供給量を適宜低減してもよい。

[0071] 処理位置における載置台 2 の上面側からのクリーニングガスの供給を所定時間実行したら、ガス供給路 311 からのクリーニングガスの供給を停止し、再び載置台 2 を処理位置よりも下方側に移動させる（図 12）。そして、処理容器 1 内の圧力設定値を例えば 66.7～666.6 Pa（0.5～5 Torr）の範囲であって、上面側からクリーニングガスを供給する際の圧力よりも高い 533.3 Pa（4 Torr）に設定する。

[0072] またベローズ 231 側からの窒素ガスの供給を例えば 100～5000 sccm の範囲の 1900 sccm に調節すると共に、クリーニングガス供給源 61b から例えば 5～1000 sccm の範囲の 400 sccm のクリーニングガスを供給する。このように窒素ガス、クリーニングガスの双方を同時に供給すると、図 4 に示すように、蓋部材 41 のクリーニングガス吐出孔 413 から、昇降軸 23 側へ向けて径方向内側へクリーニングガスが吐出される。しかる後、クリーニングガスは、昇降軸 23 と蓋部材 41 との間隙を介して昇降軸 23 の側周面をシース状に囲むように吐出された窒素ガスの流れに合流し、昇降軸 23 が伸びる方向に沿って上方側へ向けて拡散していく。

[0073] こうして、昇降軸 23 に沿って上昇するクリーニングガスは、当該昇降軸 23 によって支持されている載置台 2 の下面に到達し、載置台 2 に沿って径方向外側に向けて広がる（図 12）。この結果、上面側からの供給ではクリーニングガスが十分に行き渡らなかった載置台 2 の下面側の領域にクリーニングガスを接触させて、この領域の反応生成物を除去することができる。下面側のクリーニングを行う際の載置台 2 の高さ位置は、図 1 に一点鎖線で示

したウエハWの受け渡し位置に限らず、クリーニングガスの吐出位置に近い、受け渡し位置よりもさらに下方側の高さ位置にてクリーニングを行っても良い。

[0074] 載置台2の下面側からクリーニングガスを供給する期間中において、昇降軸23と蓋部材41との隙間には、パージガス供給部（窒素ガス供給源63bや窒素ガス供給路141、窒素ガス流路435、窒素ガス吐出孔432等）から、クリーニングガスを拡散させるための拡散ガスが供給されているといえる。また、この拡散用の窒素ガスは、クリーニングガスを希釈する希釈ガスとしての役割も兼ねている。

[0075] また、載置台2の下面側からクリーニングガスを供給する際の処理容器1内の圧力を、上面側からの供給時よりも高い圧力に設定していることにより、載置台2と載置台カバー部材22との間に十分にクリーニングガスを進入させて反応生成物の除去が十分でない領域を低減することができる。特に、図2に示したように、載置台2と接触する屈曲部222の下面側の溝部223に対して、高い圧力で下面側からクリーニングガスを供給することにより、溝部223内にクリーニングガスが進入しやすくなる。従来、溝部223を備えない載置台カバー部材22を用いた場合には載置台2と屈曲部222との接触領域のクリーニングは困難であった。これに対して、溝部223を設けた載置台カバー部材22を用いることにより、当該領域に形成された反応生成物を除去できることは、実験的に確認している。

[0076] またここで、クリーニングガスと反応生成物との反応は、通常、発熱反応である場合が多く、クリーニング時の反応圧の上昇は、反応熱の増大による機器の温度上昇につながる。よって、反応生成物が多い載置台2の上面側へのクリーニングガスの供給時は比較的低圧の条件下で行い、機器の温度上昇を抑制する。上面側のクリーニングの後には、処理容器1内の反応生成物もある程度少なくなっているので、クリーニング圧を上昇させても機器の温度上昇は小さい。そこで、反応生成物の除去がしにくい領域にクリーニングガスを進入させる載置台2の下面側へのクリーニングガス供給のタイミングに

てクリーニング圧力を上げることにより、効果的なクリーニングを実施することができる。

[0077] 以上に説明した、載置台 2 の下面側からクリーニングガスを供給してクリーニングを行っているタイミングにおいて、天板部 3 1 側ではガス供給路 3 1 1 から処理容器内に窒素ガスを供給する。これは、既にクリーニングを終えたガス供給路 3 1 1 やアンモニア供給路 3 2 1、四塩化チタン供給路 3 2 2 内への処理容器内のガス（反応生成物の分解成分が含まれている）の進入を防ぎ、これらの供給路 3 1 1、3 2 1、3 2 2 を清浄な状態に維持するためである。よって、この期間中において、ガス供給路 3 1 1 やアンモニア供給路 3 2 1、四塩化チタン供給路 3 2 2、窒素ガス供給源 6 3 a 等は、本実施の形態の上部側不活性ガス供給部としての役割を果たしている。

[0078] 上述のように図 1 2 に示した状態で所定時間クリーニングを行ったら、処理容器 1 内の圧力設定、及びクリーニングガスや拡散ガス、天板部 3 1 側からの窒素ガスの供給量は変えずに、載置台 2 を処理位置まで移動させる（図 1 3）。これにより、ベローズ 2 3 1 側へ移動していた昇降軸 2 3 が処理容器 1 内に露出し、当該領域のクリーニングを行うことができる。なお、この場合においても載置台 2 を処理位置に移動させることにより、載置台 2 とインナーリング 1 3 1 との隙間のコンダクタンスが低下し、ボトムエリア 1 0 の圧力が上昇する場合には、ベローズ 2 3 1 側から供給される窒素ガスの供給量を適宜低減しても良い。また、載置台 2 を処理位置よりも少し下方側へ移動させてインナーリング 1 3 1 との隙間を広げても良い。

[0079] 本実施の形態に係る成膜装置によれば以下の効果がある。ウエハ W が載置される載置台 2 の上面側から処理容器 1 内にクリーニングガスを供給する第 1 のクリーニングガス供給部（ガス供給路 3 1 1、アンモニア供給路 3 2 1、四塩化チタン供給路 3 2 2、クリーニングガス供給源 6 1 a 等）に加え、載置台 2 を下面側から支持する昇降軸 2 3 に沿って当該載置台 2 の下面側にクリーニングガスを供給する第 2 のクリーニングガス供給部（クリーニングガス導入路 4 1 5、接続流路 4 3 1、クリーニングガス流路 4 3 4、クリー

ニングガス供給路 1 4 1、クリーニングガス供給源 6 1 b 等) を備えている。このため、第 1 のクリーニングガス供給部から供給されたクリーニングガスが到達しにくい載置台 2 の下面側に直接クリーニングガスを当て、当該領域を効果的にクリーニングすることができる。

[0080] ここで、第 1、第 2 のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給の順番、クリーニング時の載置台 2 の位置は、図 1 0 ~ 図 1 3 を用いて説明した順番で実行する場合に限らず、これらの順番を適宜、入れ替えてもよい。また、図 1 0 ~ 図 1 3 を用いて説明した例のように、第 1、第 2 のクリーニングガス供給部から順番にクリーニングガスを供給することによりクリーニングを行うことは必須ではない。例えば、載置台 2 を処理位置の下方側へ下げた状態で、第 1、第 2 のクリーニングガス供給部から同時にクリーニングガスを供給した後、載置台 2 を処理位置まで移動させ、引き続き上面側、下面側のクリーニングを同時に行い、クリーニング時間の短縮を図っても良い。このとき、載置台 2 を処理位置まで移動させたときよりも、下方側へ下げたときに処理容器 1 内の圧力が高くなるようにして、載置台カバー部材 2 2 の溝部 2 2 3 を介した載置台 2 周縁部のクリーニングを進行させやすくしてもよい。さらにまた、載置台 2 を処理位置の下方側と処理位置とに移動させてクリーニングを行うことも必ずしも行わなくても良い。例えば、載置台 2 を処理位置よりも下方側へ移動させた状態で固定し、第 1、第 2 のクリーニングガス供給部から順番に、または同時にクリーニングガスを供給しても良い。

[0081] 天板部 3 1 の構成についても図 1 等に示した例に限定されるものではない。例えば分散板 3 3 を備えない開口部 3 1 5 から直接、反応ガスや置換ガスを供給しても良いし、分散板 3 3 に替えて、多数のガス供給孔が設けられた扁平な椀状の部材で開口部 3 1 5 を覆っても良い。この他、凹部を備えた天板部 3 1 に替えて、下面が平坦な天板部 3 1 の全面に多数のガス供給孔を分散して配置したシャワーヘッドタイプの天板部 3 1 を載置台 2 に対向させて配置しても良い。

[0082] 次いで、第2のクリーニングガス供給部のバリエーションについて述べると、載置台2の下面側に、支持部23に沿ってクリーニングガスを供給する手法は、図4に示した例のように支持部23の側周面に沿って流れる拡散ガスに向けてクリーニングガスを合流させ、拡散させる場合に限られない。例えば、支持部23の周囲の処理容器1底面に、クリーニングガスを吐出するガス吐出孔を設け、このガス吐出孔から上方側へ向けて支持部23に沿ってクリーニングガスを供給しても良い。

[0083] 処理容器1内の機器等について、インナーリング131を設けることは必須でなく、処理位置に位置する載置台2よりも上方側の空間（処理空間312等）とボトムエリア10とを連通させても良い。真空排気部による排気位置も天板部31と載置台2との隙間の側方から排気を行う図1等に示した例の他、天井部側に排気口132を設けても良い。また、インナーリング131を用いない場合には処理位置にある載置台2よりも下方側に位置する処理容器の側壁面に排気口132を設けることもできる。

そして、パージガスとして用いる不活性ガスは、窒素ガスの例に限られるものではなく、アルゴンガスやヘリウムガスを用いても良い。

[0084] さらに本発明の成膜装置では、既述のTiN膜の成膜の他に、金属元素、例えば周期表の第3周期の元素であるAl、Si等、周期表の第4周期の元素であるTi、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ge等、周期表の第5周期の元素であるZr、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag等、周期表の第6周期の元素であるBa、Hf、Ta、W、Re、Ir、Pt等の元素を含む膜を成膜しても良い。ウエハW表面に吸着させる金属原料としては、これらの金属元素の有機金属化合物や無機金属化合物などを反応ガス（原料ガス）として用いる場合が挙げられる。金属原料の具体例としては、上述のTiCl₄の他に、BTBAS（（ビスターシャルブチルアミノ）シラン）、DCS（ジクロロシラン）、HCD（ヘキサジクロロシラン）、TMA（トリメチルアルミニウム）、3DMAS（トリスジメチルアミノシラン）などが挙げられる。

クリーニングガスの種類も成膜される膜の種類に応じて適宜選択され、 F_2 などのハロゲン系ガスを用いることができる。

[0085] また、ウエハWの表面に吸着した原料ガスを反応させて、所望の膜を得る反応には、例えば O_2 、 O_3 、 H_2O 等を利用した酸化反応、 H_2 、 $HCOOH$ 、 CH_3COOH 等の有機酸、 CH_3OH 、 C_2H_5OH 等のアルコール類等を利用した還元反応、 CH_4 、 C_2H_6 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等を利用した炭化反応、 NH_3 、 NH_2NH_2 、 N_2 等を利用した窒化反応等の各種反応を利用しても良い。

[0086] 更に、反応ガスとして、3種類の反応ガスや4種類の反応ガスを用いても良い。

一方で、ウエハWの表面に成膜を行う手法は、ALD法に限られるものではない。例えば金属ソースを処理容器1内に連続的に供給し、加熱されたウエハWの表面で金属ソースを分解させて薄膜を得る熱CVD法や、金属ソースと反応ガスなどをプラズマの存在下で活性化して反応させ連続的な成膜を行うプラズマCVD法などの各種のCVD法を実行する成膜装置にも本発明は適用することができる。

符号の説明

[0087]	W	ウエハ
	1	処理容器
	1 5	貫通口
	2	載置台
	3 1	天板部
	1 4 1	窒素ガス供給路
	2 3	昇降軸
	2 3 1	ベローズ
	2 3 2	昇降板
	4 1、4 1 a、4 1 b	蓋部材

4 1 2 凹部

4 1 7 スリーブ

4 2 筒状部材

4 3 リング部材

6 3 a、6 3 b

窒素ガス供給源

請求の範囲

- [請求項1] 真空排気部を備え、真空雰囲気下で基板の表面に反応ガスを供給して成膜処理が行われる処理容器と、
- 前記処理容器内に設けられ、基板を載置するための載置台と、
- 前記載置台を下面側から支持した状態で上下方向に伸びるように設けられ、前記処理容器に設けられた貫通口を通して外部の昇降機構に接続された昇降軸と、
- 前記処理容器と、前記昇降機構との間に設けられ、前記昇降軸の周囲を側方から覆うベローズと、
- 前記昇降軸の側周面との間に隙間を介して当該昇降軸を囲むように配置され、その下方側空間と上方側空間との連通が前記隙間以外の部位においては阻止されるように全周に亘って処理容器に取り付けられた蓋部材と、
- 前記昇降軸と蓋部材との間の隙間を介して前記ベローズから処理容器へと流れるガスの流れを形成するために、当該ベローズ内にパージガスを供給するパージガス供給部と、を備えたことを特徴とする成膜装置。
- [請求項2] 前記隙間を介して昇降軸を囲む蓋部材の内周面の高さ寸法は、前記貫通口の内周面の高さ寸法よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。
- [請求項3] 前記蓋部材には、前記昇降軸を囲む内周面の高さ寸法を広げるためのスリーブが設けられていることを特徴とする請求項2に記載の成膜装置。
- [請求項4] 前記載置台は、基板を加熱するための加熱部を備え、前記蓋部材の上面には、前記加熱部からの放熱による蓋部材の温度上昇を抑えるために、これら加熱部と蓋部材との間の距離を広げる凹部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。
- [請求項5] 前記蓋部材の外周面とベローズの内周面との間に配置され、前記蓋

部材の下端部よりも下方側へ伸び出した筒状部材を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の成膜装置。

[請求項6] 前記筒状部材は、その外周面とベローズの内周面との間に隙間が形成されるように配置され、前記パージガス供給部は、当該筒状部材とベローズとの隙間内の上方位置からベローズ内にパージガスを供給することを特徴とする請求項 5 に記載の成膜装置。

[請求項7] 前記成膜処理が行われる位置にある載置台の側周面との間に隙間を介して当該載置台を囲むように配置され、前記処理容器の内部を、前記反応ガスが供給される上部側の処理空間と、下部側の空間とに分ける囲み部材と、前記処理空間側から前記処理容器内の真空排気を行う真空排気部と、を備え、

前記昇降軸と蓋部材との間の隙間を流れたパージガスは、前記下部側の空間に流入することを特徴とする請求項 1 に記載の成膜装置。

[請求項8] 前記処理容器は、前記載置台との間に反応ガスを拡散させて成膜処理を行うための処理空間を形成し、前記反応ガスが供給されるガス供給孔を備えた天板部を備え、

前記昇降機構は、前記昇降軸を介して、前記処理空間を形成する処理位置と、前記処理位置よりも下方側の位置との間で前記載置台を昇降させ、

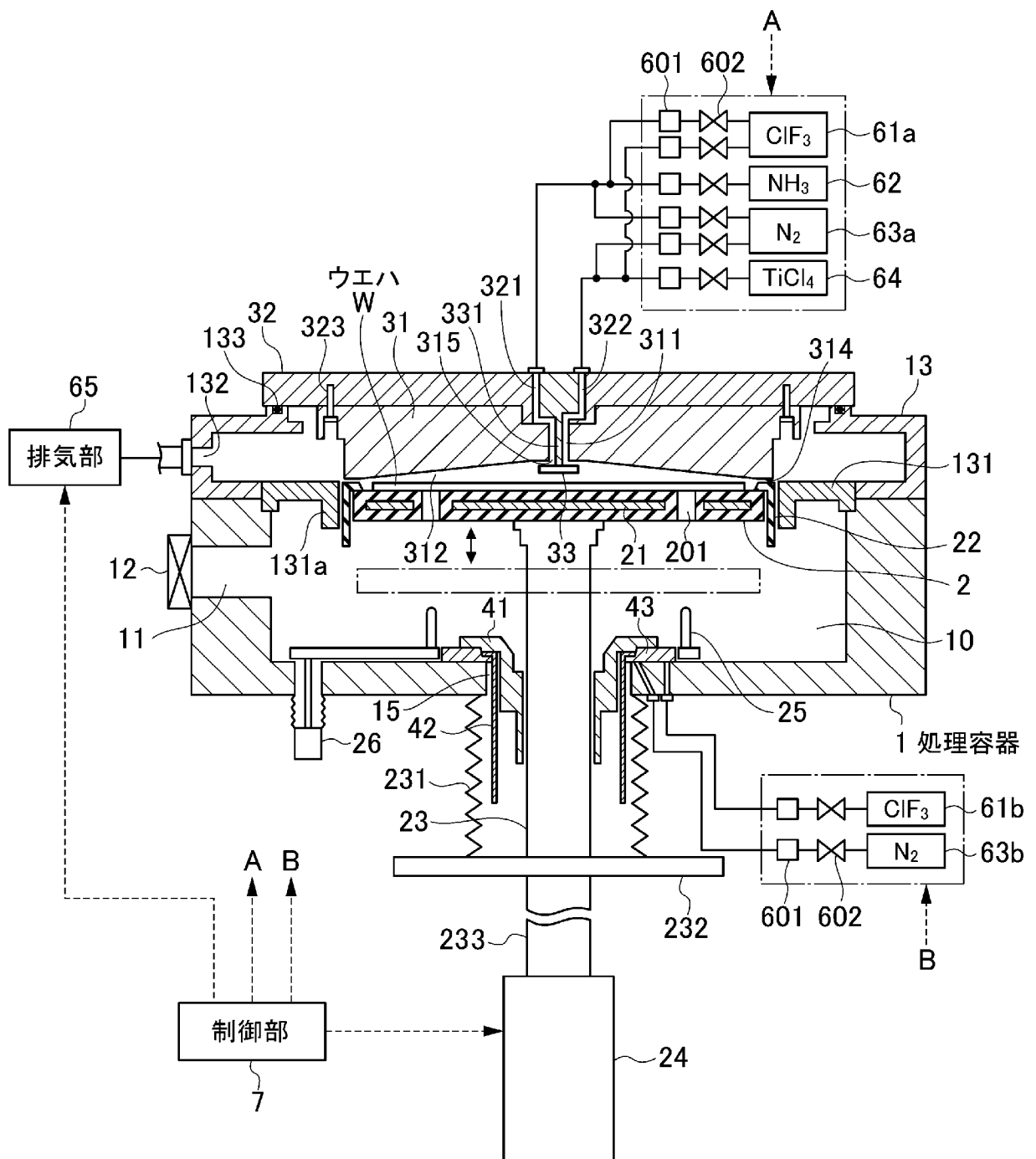
前記載置台の上面側にクリーニングガスを供給するための第 1 のクリーニングガス供給部と、

前記昇降軸に沿って前記載置台の下面側にクリーニングガスを供給するための第 2 のクリーニングガス供給部と、を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の成膜装置。

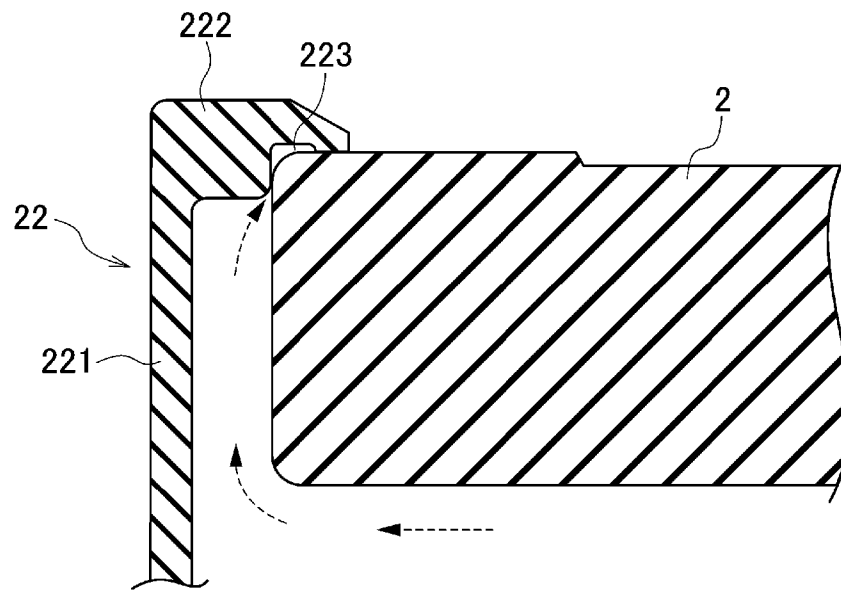
[請求項9] 前記処理位置よりも下方側に前記載置台を降下させた状態で、前記第 2 のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給を行うように制御信号を出力する制御部を備えたことを特徴とする請求項 8 に記載の成膜装置。

- [請求項10] さらに、前記制御部は、前記載置台を処理位置まで上昇させて前記第2のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給を行うように制御信号を出力することを特徴とする請求項9に記載の成膜装置。
- [請求項11] 前記天板部に設けられたガス供給孔に不活性ガスを供給する上部側不活性ガス供給部を備え、前記制御部は、前記第2のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給中、前記上部側不活性ガス供給部からガス供給孔を介して前記処理容器内に不活性ガスを供給するように制御信号を出力することを特徴とする請求項9に記載の成膜装置。
- [請求項12] 前記処理位置よりも下方側に前記載置台を降下させた状態で、前記第1のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給を行うように制御信号を出力する制御部を備えたことを請求項8に記載の成膜装置。
- [請求項13] さらに、前記制御部は、前記載置台を処理位置まで上昇させて前記第1のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給を行うように制御信号を出力することを特徴とする請求項12に記載の成膜装置。
- [請求項14] 前記パージガス供給部は不活性ガスを供給可能に構成され、前記制御部は、前記第1のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給中、前記パージガス供給部から前記処理容器内に不活性ガスを供給するように制御信号を出力することを特徴とする請求項12に記載の成膜装置。
- [請求項15] 前記第2のクリーニングガス供給部は、パージガス供給部から供給されるパージガスを拡散ガスとして利用し、当該拡散ガスの流れに乗って前記載置台の下面側にクリーニングガスを拡散させる位置にクリーニングガスを供給することを特徴とする請求項8に記載の成膜装置。

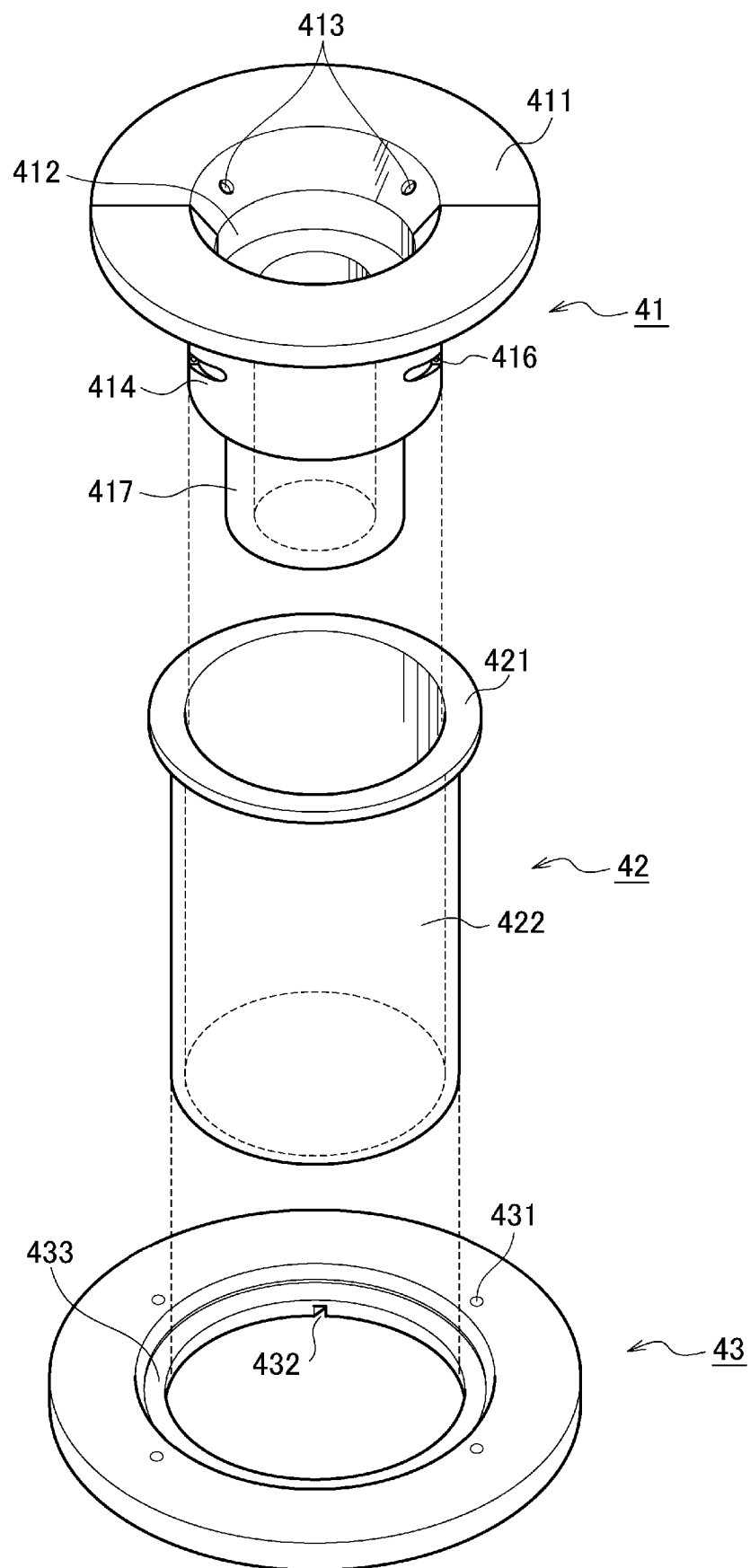
- [請求項16] 前記第1のクリーニングガス供給部は、前記天板のガス供給孔を介して処理容器内にクリーニングガスを供給することを特徴とする請求項8に記載の成膜装置。
- [請求項17] 前記載置台は、この載置台の上面側周縁部にて係止され、前記載置台との間に隙間を介して当該載置台の側周面を側方から囲む環状のカバー部材を備え、このカバー部材の前記載置台の上面側周縁部との接触部には、クリーニングガスを進入させるための溝部が設けられていることを特徴とする請求項8に記載の成膜装置。
- [請求項18] 前記クリーニングガスの供給は、前記真空排気部により真空排気された処理容器内にて行われ、前記第2のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給は、前記第1のクリーニングガス供給部からのクリーニングガスの供給時よりも高い圧力雰囲気下で行うように制御信号を出力する制御部を備えたことを特徴とする請求項8に記載の成膜装置。
- [請求項19] 前記真空排気部は、前記処理空間から、前記載置台と天板部との隙間を介して側方にガスを排気することを特徴とする請求項8に記載の成膜装置。



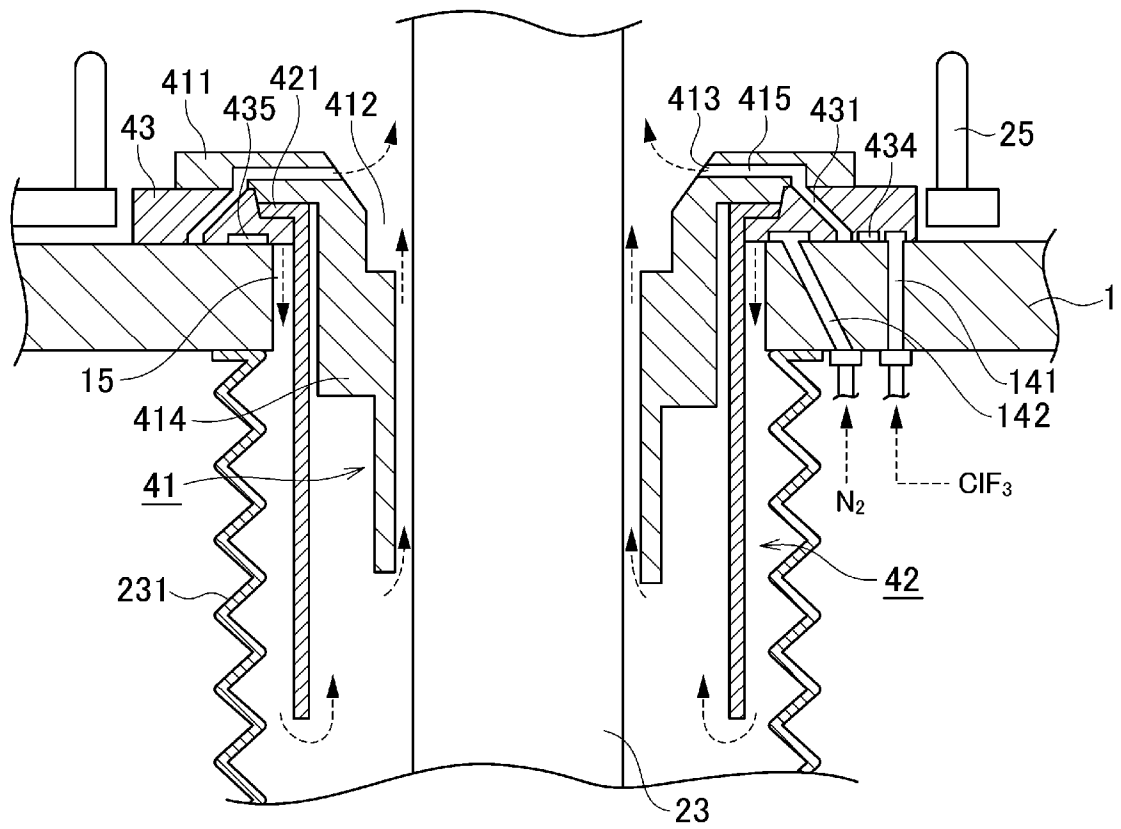
[図2]



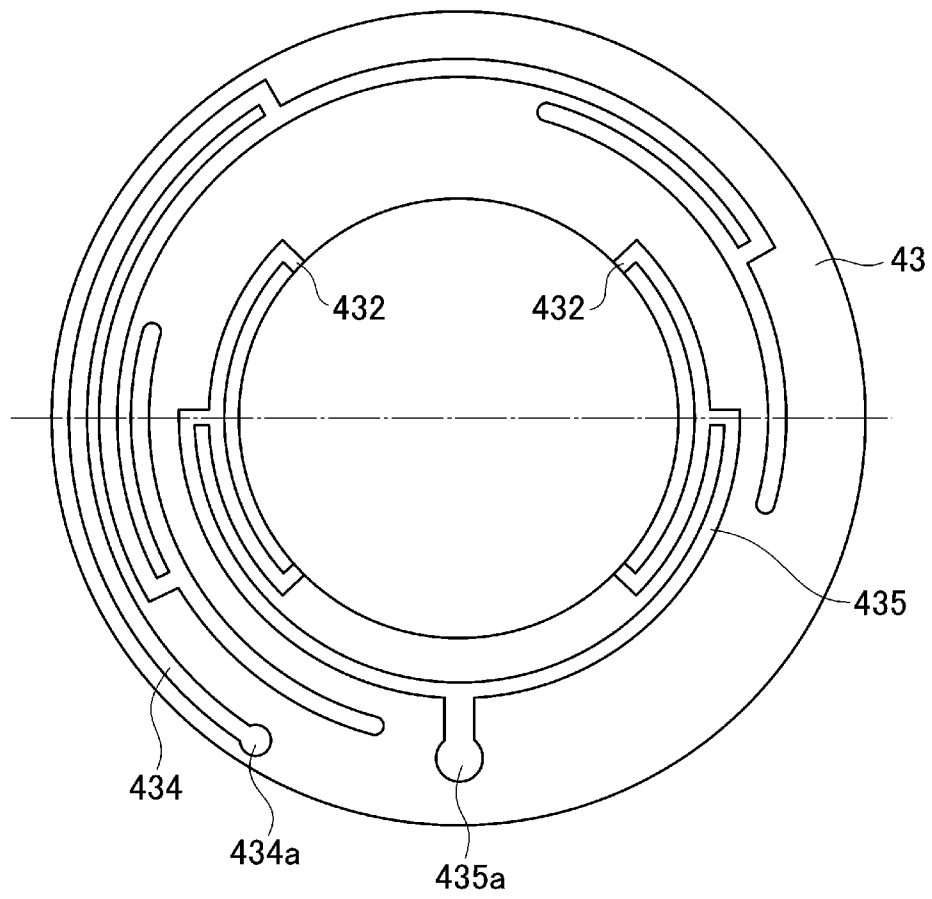
[図3]

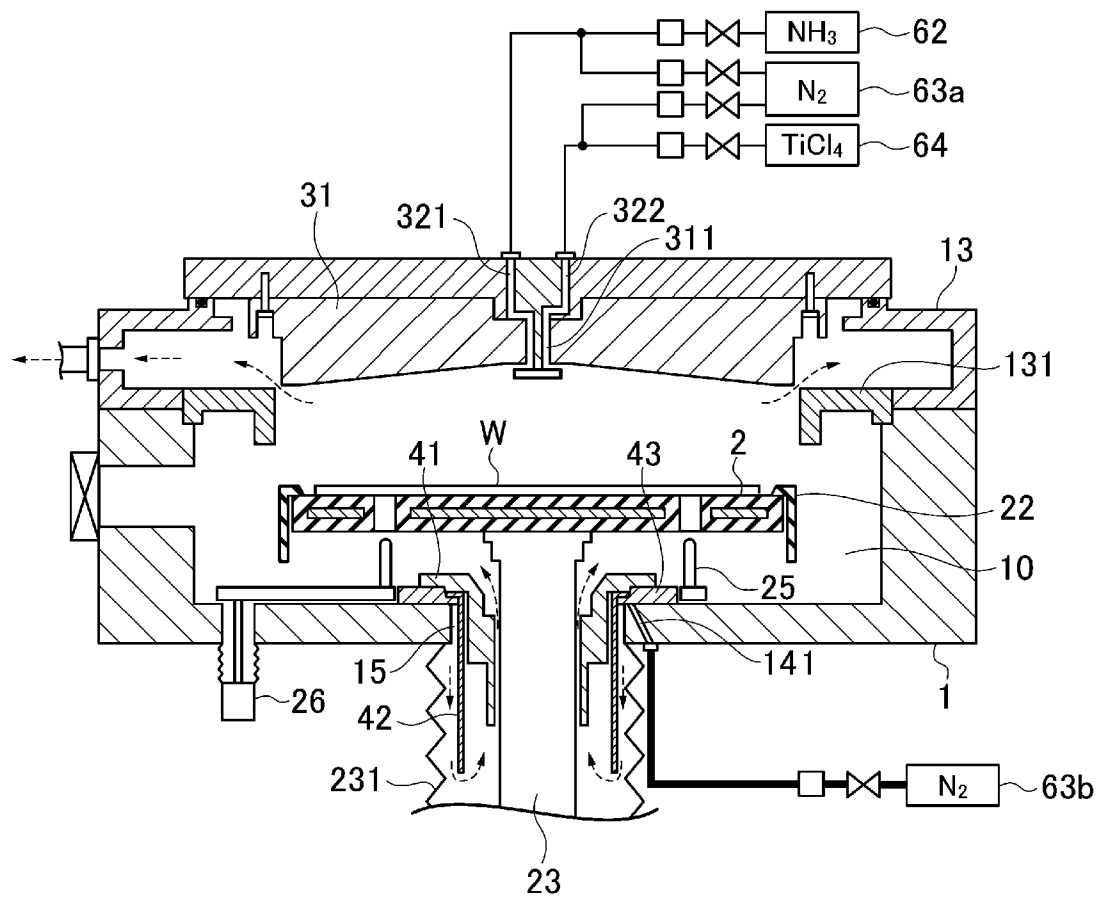


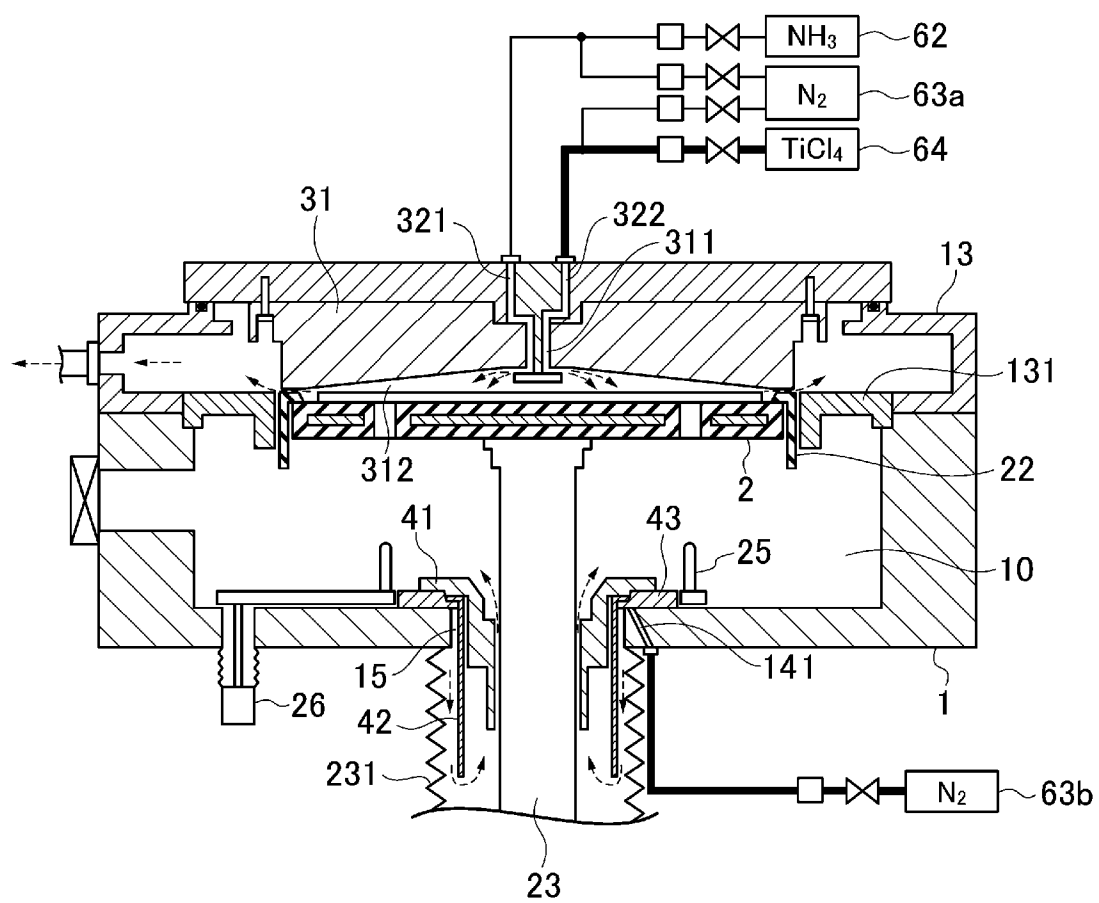
[図4]



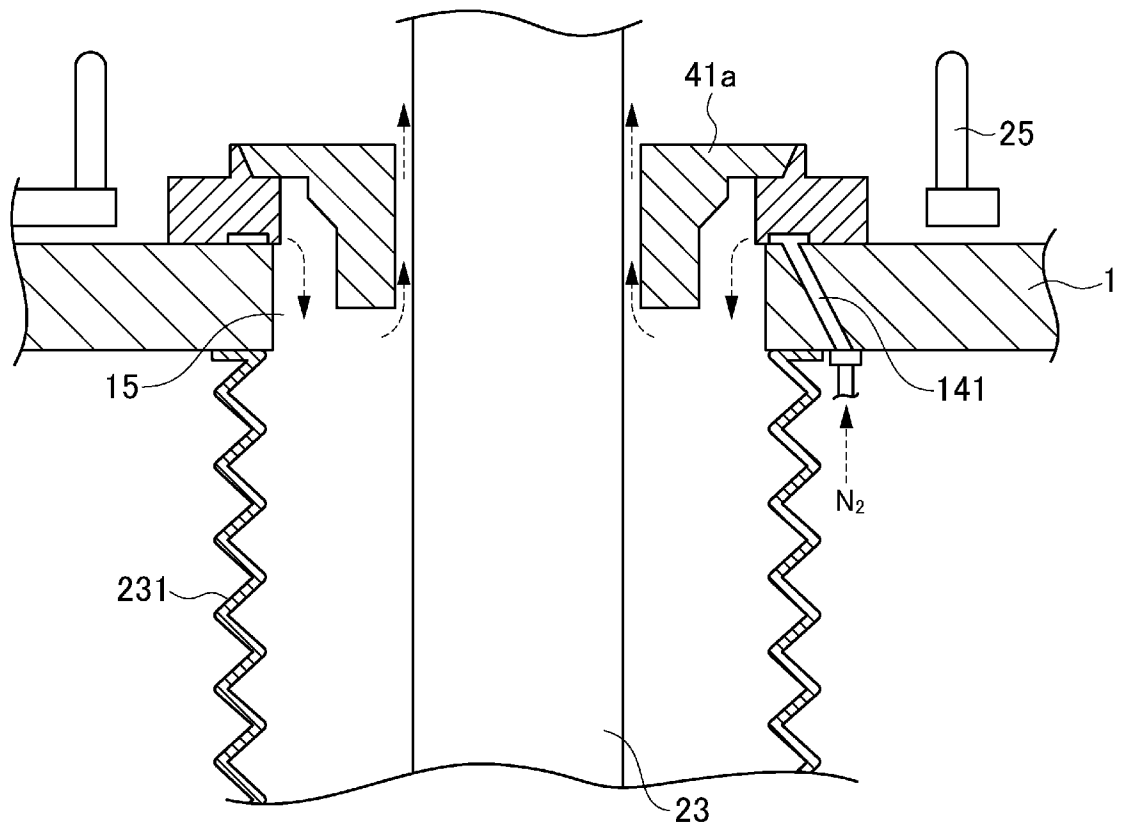
[図5]



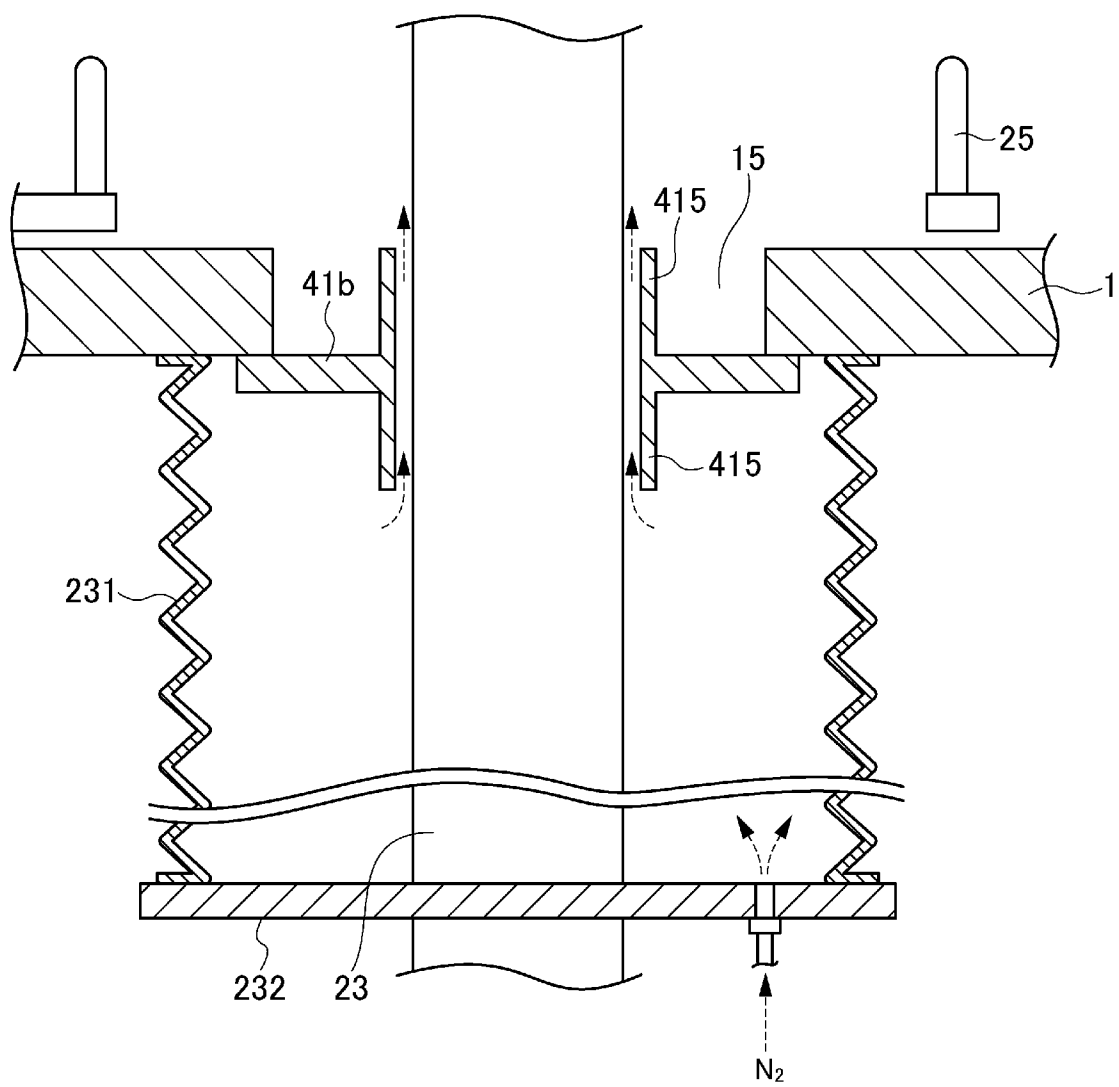




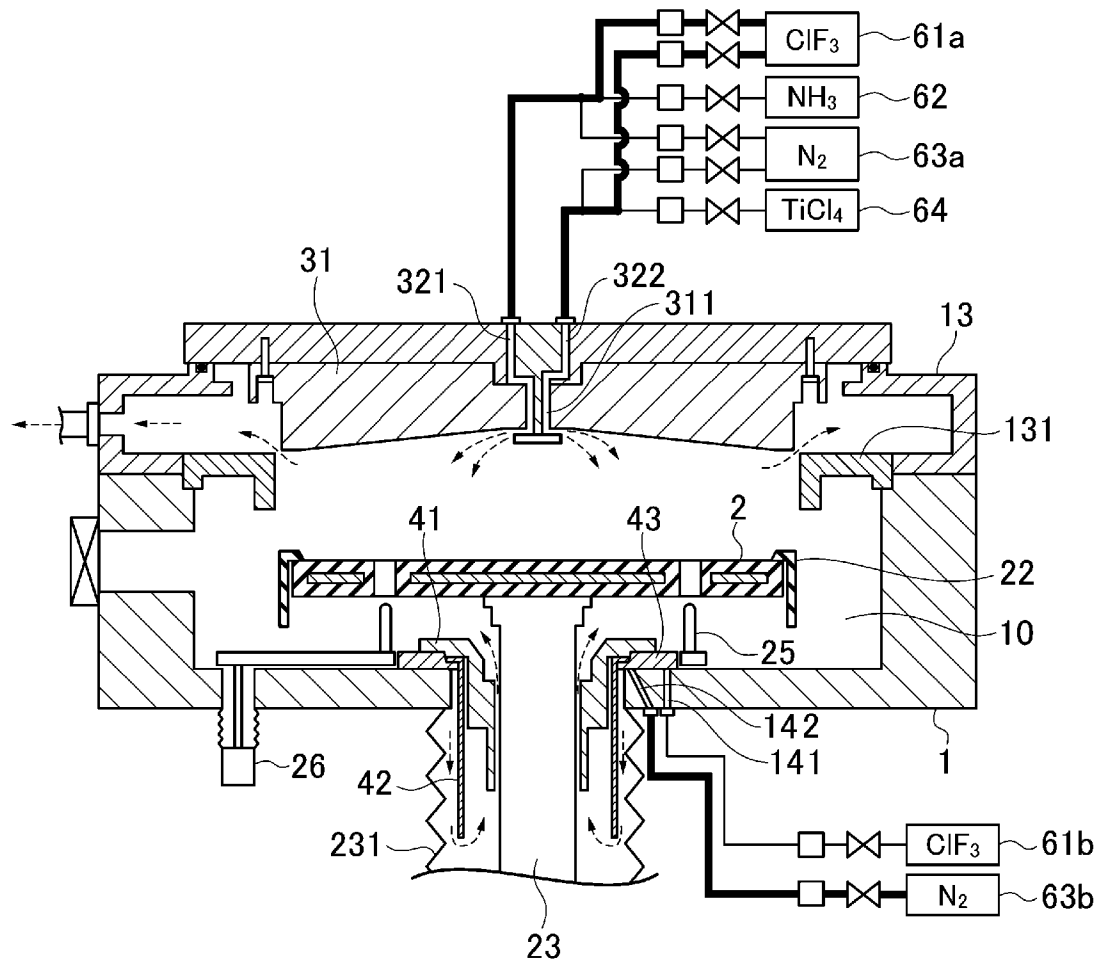
[図8]



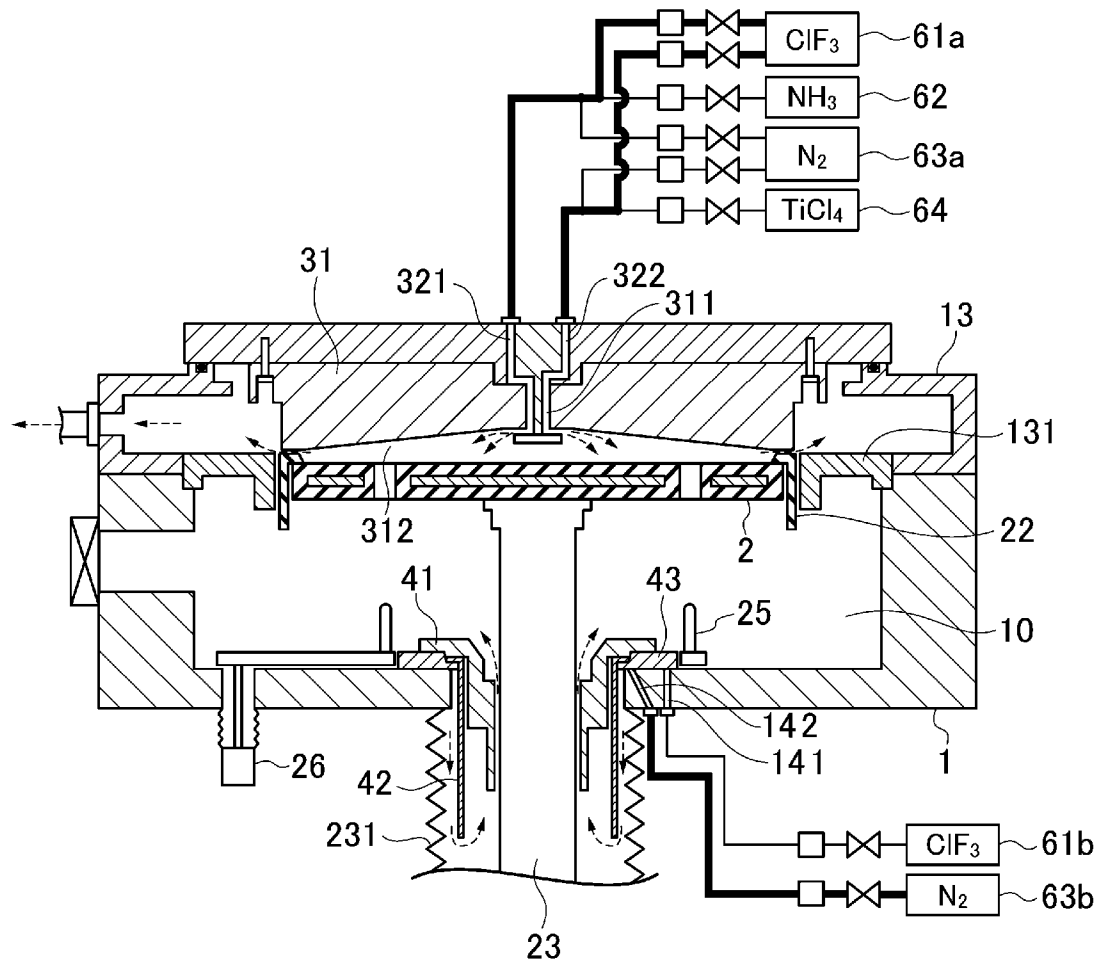
[図9]



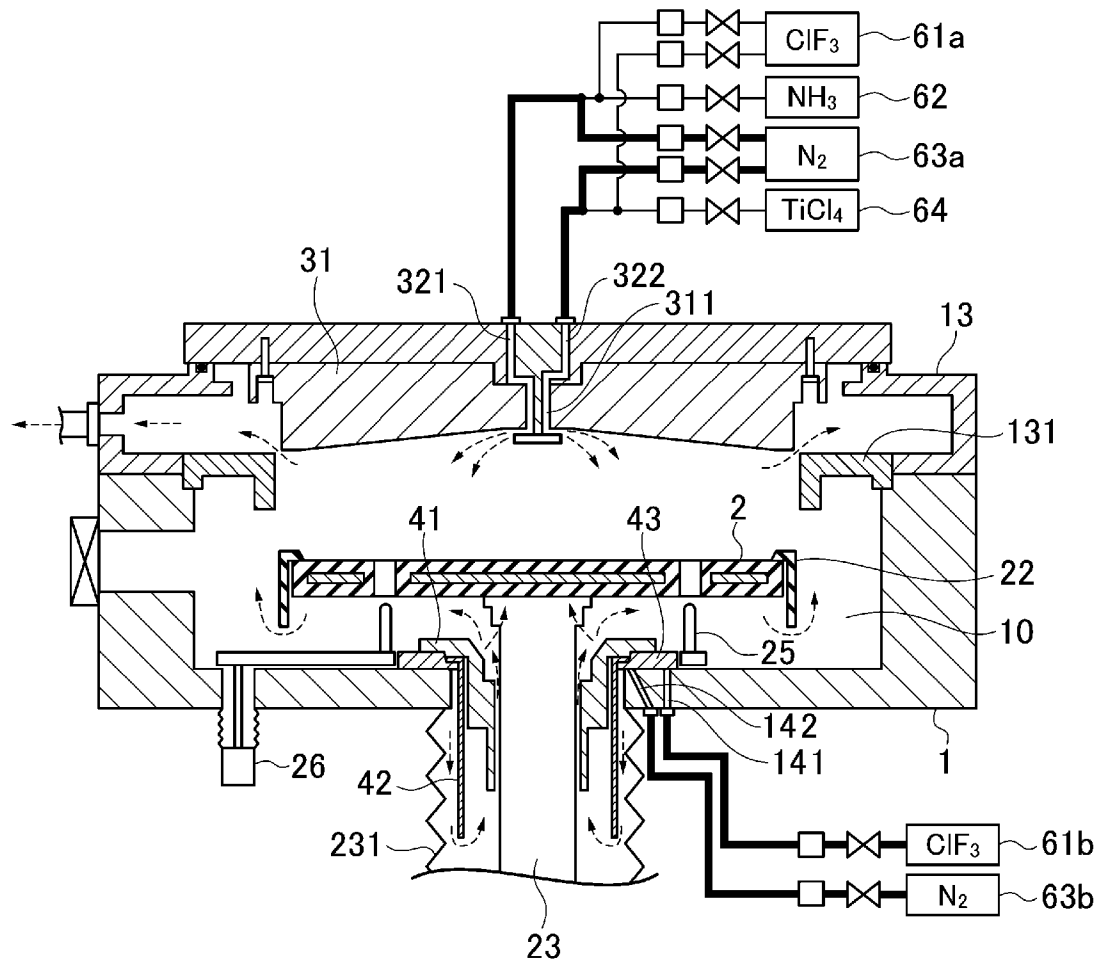
[図10]



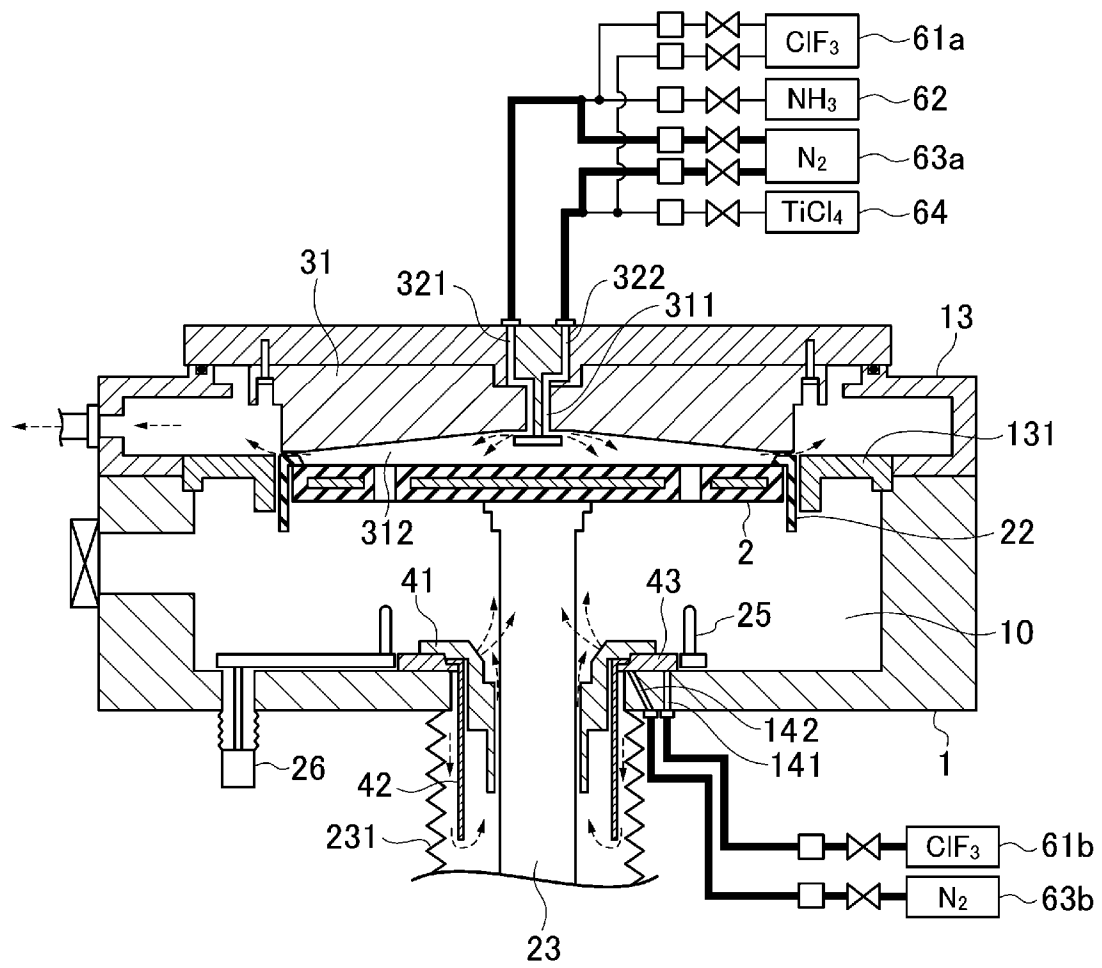
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/000693

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C16/44(2006.01)i, H01L21/31(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)

C23C16/00-16/56, H01L21/3065, H01L21/31

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X Y	JP 11-302829 A (Ebara Corp.), 02 November 1999 (02.11.1999), paragraphs [0015] to [0016], [0019] to [0020], [0025] to [0026]; fig. 2, 5 (Family: none)	1, 2 1, 2, 7
Y	JP 11-214317 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 06 August 1999 (06.08.1999), paragraphs [0013] to [0030]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-3, 7
Y	JP 2004-214314 A (Ulvac, Inc.), 29 July 2004 (29.07.2004), paragraphs [0017] to [0035]; fig. 1, 2(C) (Family: none)	1-3, 7

☒ 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
22 April, 2014 (22.04.14)

Date of mailing of the international search report
13 May, 2014 (13.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/000693

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-151489 A (Tokyo Electron Ltd.), 24 May 2002 (24.05.2002), paragraphs [0096] to [0105]; fig. 19 & US 2004/0026037 A1 & EP 1308992 A1 & WO 2002/015243 A1 & AU 7775501 A & TW 511185 B & CN 1446373 A	7
A	JP 2005-328081 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 24 November 2005 (24.11.2005), paragraph [0023]; fig. 4 (Family: none)	1-19
A	JP 2003-203867 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 18 July 2003 (18.07.2003), claims; paragraphs [0017] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C23C16/44(2006.01)i, H01L21/31(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（I P C））

Int.Cl. C23C16/00-16/56, H01L21/3065, H01L21/31

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
X	JP 11-302829 A（株式会社荏原製作所）1999.11.02,	1, 2
Y	【0015】－【0016】、【0019】－【0020】、【0025】－【0026】、図2、5（ファミリーなし）	1, 2, 7
Y	JP 11-214317 A（国際電気株式会社）1999.08.06, 【0013】－【0030】、図1、2（ファミリーなし）	1-3, 7
Y	JP 2004-214314 A（株式会社アルバック）2004.07.29, 【0017】－【0035】、図1、図2（C）（ファミリーなし）	1-3, 7

☒ 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

「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

「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

「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）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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

「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

「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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

安齋 美佐子

4 G

9 4 3 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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
Y	JP 2002-151489 A (東京エレクトロン株式会社) 2002. 05. 24, 【0096】－【0105】, 図19 & US 2004/0026037 A1 & EP 1308992 A1 & WO 2002/015243 A1 & AU 7775501 A & TW 511185 B & CN 1446373 A	7
A	JP 2005-328081 A (株式会社日立国際電気) 2005. 11. 24, 【0023】, 図4 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2003-203867 A (信越半導体株式会社) 2003. 07. 18, 特許請求の範囲, 【0017】－【0023】, 図1 (ファミリーなし)	1-19