

(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
2010年9月10日(10.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/101191 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/683 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/053458
- (22) 国際出願日: 2010年3月3日(03.03.2010)
- (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 2009-049925 2009年3月3日(03.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 五味 淳 (GOMI, Atsushi) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン A T株式会社内 Yamanashi (JP). 水澤 寧(MIZU-SAWA, Yasushi) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン A T株式会社内 Yamanashi (JP). 波多野 達夫

(HATANO, Tatsu) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン A T株式会社内 Yamanashi (JP). 原 正道 (HARA, Masamichi) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン A T株式会社内 Yamanashi (JP). 山本 薫(YA-MAMOTO, Kaoru) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン A T株式会社内 Yamanashi (JP). 多賀 敏 (TAGA, Satoshi) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン A T株式会社内 Yamanashi (JP). 安室 千晃(YA-SUMURO, Chiaki) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン A T株式会社内 Yamanashi (JP).

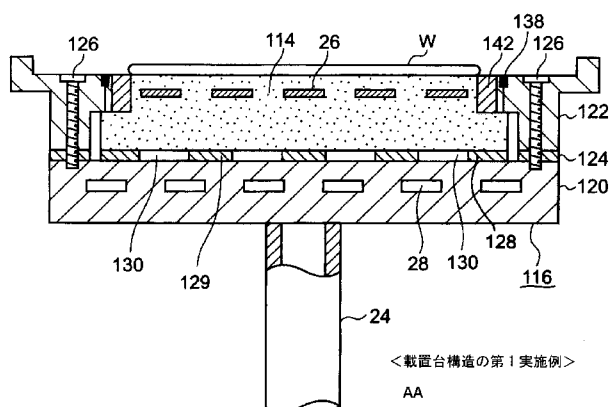
- (74) 代理人: 勝沼 宏仁, 外(KATSUNUMA, Hirohito et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,

[続葉有]

(54) Title: PLACING TABLE STRUCTURE, FILM FORMING APPARATUS, AND RAW MATERIAL RECOVERY METHOD

(54) 発明の名称: 載置台構造、成膜装置、及び、原料回収方法

[図2]



AA FIRST WORKING EXAMPLE OF PLACING TABLE STRUCTURE

(57) Abstract: Provided is a placing table structure having a subject to be processed placed thereon for the purpose of forming a thin film on the surface of the subject to be processed using a raw material gas composed of a raw material of an organic metal compound in a processing container from which air can be released. The placing table structure is provided with: a placing table main body which has the subject to be processed placed thereon and a heater provided inside thereof; and a base, which supports the placing table main body in the state where the base surrounds the side surfaces and the bottom surface of the placing table main body, and has, inside of the base, a cooling medium path wherein a cooling medium flows, and is kept at a temperature of the solidification temperature or the liquefaction temperature of the raw material gas or higher but lower than the decomposition temperature of the raw material gas.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/101191 A1



KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明は、真空排気が可能になされた処理容器内で、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、被処理体の表面に薄膜を形成するために当該被処理体を載置する載置台構造に関する。本発明による載置台構造は、被処理体を載置すると共に内部に加熱ヒータが設けられた載置台本体と、前記載置台本体の側面と底面とを囲んだ状態で前記載置台本体を支持すると共に、内部に冷媒を流す冷媒通路が設けられ、原料ガスの分解温度未満で且つ原料ガスの固化温度又は液化温度以上の温度範囲に維持された基台と、を備えたことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称： 載置台構造、成膜装置、及び、原料回収方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体ウエハ等の被処理体の表面に原料ガスを用いて成膜するための成膜装置、これに用いられる載置台構造、及び、排気ガスや処理容器内の構成部品から原料を回収する原料回収方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、ICなどの集積回路や論理素子を形成するためには、半導体ウエハやLCD基板等の表面に、所望の薄い成膜を施す工程や、これを所望のパターンにエッチングする工程が、繰り返して行なわれる。

[0003] ところで、成膜装置にて行われる成膜工程を例にとれば、この工程においては、所定の処理ガス（原料ガス）を処理容器内にて反応させることによって、シリコンの薄膜、シリコンの酸化物や窒化物の薄膜、金属の薄膜、金属の酸化物や窒化物の薄膜等が、被処理体の表面に形成されるが、この薄膜は、被処理体の表面に堆積すると同時に、処理容器内の構成部品の表面にも不要な付着膜として付着してしまう。

[0004] 例えば、図16は、成膜装置内に設けられた従来の載置台構造の一部を示す概略構成図であるが、例えばセラミック材製の載置台2が、容器底部より起立された支柱4によって支持されている。そして、この載置台2内に加熱ヒータ6が設けられており、この上に載置された半導体ウエハWが加熱されるようになっている。また、載置台2の上面の周辺部には、半導体ウエハWの端面への成膜を抑制するために、リング状になされたカバーリング8が設けられている。そして、成膜時には、半導体ウエハWのみならず、容器内の構成部品であるカバーリング8や載置台2の側面や下面の一部も高温になることから、これらの部分に不要な付着膜10が堆積してしまう。また、上記成膜反応と同時に、余分な反応副生成物が発生し、これが排気ガスと共に排出されてしまうし、未反応の処理ガスも排出される。

- [0005] 排気ガス中の反応副生成物や未反応の処理ガスは、そのまま大気中に放出されると、環境汚染等の原因になる。従って、これを防止するために、一般的には処理容器から延びる排気系にトラップ機構が介設され、これにより排気ガス中に含まれている反応副生成物や未反応の処理ガス等を捕獲して除去するようになっている。上記構成部品に付着した不要な付着膜は、例えば定期的に行われる塩素系やフッ素系のエッチングガスを用いたドライクリーニングや、構成部品を処理容器内から取り外して行われるウェットクリーニングにより、除去されて廃棄されるようになっている。
- [0006] トラップ機構の構成は、捕獲除去すべき反応副生成物等の特性に応じて、種々提案されている。例えば、常温で凝縮（液化）、凝固（固化）する反応副生成物を除去する場合、トラップ機構は、その一例として、排気ガスの導入口と排出口を有する筐体内に多数のフィンを設けた構成を有する。この場合、当該フィンは、排気ガスの流れる方向に対して順次に配列されて、これらのフィン間を排気ガスが通過する時に排気ガス中の反応副生成物等がフィン表面に付着して捕獲されるようになっている。また、これらのフィンを冷却媒体等により冷却することで捕獲効率を上げることも行われている（例えば特開2001-214272号公報参照）。
- [0007] また、最近にあっては、配線抵抗やコンタクト抵抗の低減化等の目的のために、銀、金、ルテニウム等の貴金属を含む有機金属化合物の原料（ソースガス）を用いて、薄膜を成膜装置で形成することも行われている。このような場合にも、排気ガスを冷却してガスを凝縮等して、未反応の原料を含む副生成物を回収し、更に、当該副生成物を精製することにより未反応な原料を得るといった回収方法も提案されている（例えば特開2001-342566号公報参照）。
- [0008] ところで、上述したような従来の成膜装置にあっては、塩素系やフッ素系のエッチングガスを用いたドライクリーニングを、定期的或いは不定期的に行うようになっている。このため、排気系で成膜時に捕獲した未反応の原料ガスが、エッチングガスに晒されて変質してしまうおそれがある。従って、

原料を得るための精製に時間とコストを必要としたり、或いは、捕獲された原料をドライクリーニングに先立って排気ガス系から取り出したりする必要がある、非常に煩雑であった。また、トラップ機構を迂回するバイパスラインを設けることも考えられるが、この場合には設備が複雑化する、という問題があった。

[0009] また、上述したように、半導体ウエハ以外の処理容器内の構成部品の表面に不要な薄膜が堆積してしまうことから、原料ガスが無駄に消費されてしまっていて、原料の収率が低下してしまう、という問題もあった。特に、最近にあっては、成膜材料としてRu（ルテニウム）等の非常に高価な金属を用いる場合があり、原料自体を、或いは原料に含まれる金属を、効率的に且つ低コストで回収する方法が求められている。

[0010] 本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、ドライクリーニング処理の回数を抑制でき、或いは、ドライクリーニング処理自体をなくして、原料自体の回収や原料に含まれる金属の回収を効率的に且つ低コストで行うことが可能な載置台構造、成膜装置及び原料回収方法を提供することにある。

発明の要旨

[0011] 本発明は、真空排気が可能になされた処理容器内で、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、被処理体の表面に薄膜を形成するために当該被処理体を載置する載置台構造において、前記被処理体を載置すると共に内部に加熱ヒータが設けられた載置台本体と、前記載置台本体の側面と底面とを囲んだ状態で前記載置台本体を支持すると共に、内部に冷媒を流す冷媒通路が設けられ、前記原料ガスの分解温度未満で且つ固化温度又は液化温度以上の温度範囲に維持された基台と、を備えたことを特徴とする載置台構造である。

[0012] 本発明によれば、基台側に不要な薄膜が堆積することが抑制されて、被処理体の表面である必要な部分のみに薄膜を堆積させることができる。従って、ドライクリーニング処理の回数が抑制され、或いは、ドライクリーニング

処理自体をなくすことができ、原料自体の回収や原料に含まれる金属の回収を効率的に且つ低コストで行うことが可能となる。

[0013] あるいは、本発明は、真空排気が可能になされた処理容器内で、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、被処理体の表面に薄膜を形成するために当該被処理体を載置する載置台構造において、前記被処理体を載置すると共に内部に加熱ヒータが設けられた載置台本体と、前記載置台本体を支持すると共に内部に冷媒を流す冷媒通路が設けられた金属製のベース部と、前記載置台本体の外周側に、前記載置台本体を囲むように着脱可能に設けられると共に、薄膜形成時には前記原料ガスの分解温度以上の温度に調整される周辺部品と、を備えたことを特徴とする載置台構造である。

[0014] 本発明によれば、被処理体に対する成膜に寄与しなかった原料ガスが、加熱されている周辺部品により積極的に熱分解されて、この周辺部品の表面に不要な薄膜として堆積することができる。従って、後に周辺部品を取り外すことで、当該周辺部品から原料に含まれる金属を効率的に且つ低コストで回収することが可能になる。さらに、排気系に対する負荷を軽減することも可能となる。

[0015] あるいは、本発明は、被処理体の表面に有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて薄膜を形成する成膜処理を施すための成膜装置において、真空排気が可能になされた処理容器と、前記被処理体を載置するための請求項 1 乃至 28 のいずれか一項に記載の載置台構造と、前記処理容器内へガスを導入するガス導入手段と、前記ガス導入手段に接続されて前記原料ガスを供給する原料ガス供給系と、前記処理容器内の雰囲気気を排気する排気系と、前記排気系に流れる排気ガス中から未反応の原料ガスを捕集して回収するトラップ機構と、を備えたことを特徴とする成膜装置である。

[0016] 本発明によれば、トラップ機構によって排気ガス中から未反応の原料ガスを捕集するようにしたので、原料を無駄に消費することがなく、しかも、ドライクリーニング処理の回数が抑制され、或いは、ドライクリーニング処理自体をなくすことができ、原料自体の回収を効率的に且つ低コストで行うこ

とが可能となる。

[0017] あるいは、本発明は、真空排気が可能になされた処理容器内の載置台構造上に被処理体を載置し、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、前記被処理体の表面に薄膜を形成するようにした成膜装置における原料回収方法において、前記載置台構造により前記被処理体を加熱すると共に、前記被処理体が直接的に載置されて接している構成部品以外の構成部品の温度を前記原料ガスの分解温度未満で且つ固化温度又は液化温度以上の温度範囲である低温に維持した状態で、前記被処理体の表面に前記薄膜を形成する成膜工程と、前記処理容器から排出される排気ガス中に含まれる未反応の原料ガスを固化又は液化することにより原料を回収する回収工程と、を備えたことを特徴とする原料回収方法である。

[0018] 本発明によれば、排気ガス中の未反応の原料ガスから原料が回収されるので、原料を無駄に消費することがなく、しかも、ドライクリーニング処理の回数が抑制され、或いは、ドライクリーニング処理自体をなくすことができ、原料自体の回収を効率的に且つ低コストで行うことが可能となる。

[0019] あるいは、本発明は、真空排気が可能になされた処理容器内の載置台構造上に被処理体を載置し、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、前記被処理体の表面に薄膜を形成するようにした成膜装置における原料回収方法において、前記載置台構造により前記被処理体を加熱すると共に、前記被処理体が直接的に載置されて接している構成部品の外周側に位置する周辺部品の温度を前記原料ガスの分解温度以上の温度に維持した状態で、前記被処理体の表面に前記薄膜を形成する成膜工程と、前記処理容器から排出される排気ガス中に含まれる未反応の原料ガスを固化又は液化することにより原料を回収する回収工程と、を備えたことを特徴とする原料回収方法である。

[0020] 本発明によれば、排気ガス中の未反応の原料ガスから原料が回収されるので、原料を無駄に消費することがない。特に、成膜に寄与しなかった原料ガスを周辺部品の表面において積極的に熱分解させて不要な薄膜として堆積させ、これを後で回収することにより、原料の回収の効率がよい。

[0021] あるいは、本発明は、真空排気が可能になされた処理容器内の載置台構造上に被処理体を載置し、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、前記被処理体の表面に薄膜を形成するようにした成膜装置における原料回収方法において、前記載置台構造の着脱可能になされた構成部品にコーティング膜を形成するコーティング膜形成工程と、前記コーティング膜が形成された構成部品を装着して載置台構造を形成する装着工程と、前記構成部品が装着された載置台構造に前記被処理体を載置させた状態で前記被処理体の表面に薄膜を形成する成膜工程と、前記成膜工程の後に前記構成部品を前記載置台構造から取り外す取り外し工程と、前記構成部品に付着している薄膜を前記コーティング膜と共に前記構成部品から除去する除去工程と、前記除去された薄膜から前記原料に含まれる金属を回収する回収工程と、を備えたことを特徴とする原料回収方法である。

[0022] 本発明によれば、原料に含まれる金属を、効率的に且つ低コストで回収することができる。

[0023] あるいは、本発明は、真空排気が可能になされた処理容器内の載置台構造上に被処理体を載置し、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、前記被処理体の表面に薄膜を形成するようにした成膜装置における原料回収方法において、加熱ヒータが設けられた載置台本体に、該載置台本体の外周側を囲むようにして周辺部品を装着して、載置台構造を形成する装着工程と、前記周辺部品が装着された前記載置台構造に前記被処理体を載置させると共に、前記被処理体と前記周辺部品とを前記原料ガスの分解温度以上の温度に維持した状態で前記被処理体の表面に薄膜を形成する成膜工程と、前記成膜工程の後に前記周辺部品を前記載置台構造から取り外す取り外し工程と、前記周辺部品に付着している薄膜を前記周辺部品から除去する除去工程と、前記除去された薄膜から前記原料に含まれる金属を回収する回収工程と、を備えたことを特徴とする原料回収方法である。

[0024] 本発明によれば、周辺部品の表面に堆積した不要な薄膜から、原料に含まれる金属を、効率的に且つ低コストで回収することが可能になると共に、排

気系に対する負荷を軽減することも可能となる。

図面の簡単な説明

- [0025] [図1]本発明に係る載置台構造を有する成膜装置の第1実施例を示す概略構成図である。
- [図2]載置台構造の第1実施例を示す拡大断面図である。
- [図3]載置台構造の詳細を示す分解断面図である。
- [図4]載置台構造の第1実施例の一部を拡大した部分拡大断面図である。
- [図5]半導体ウエハ温度と成膜レートとの関係を示すグラフである。
- [図6]本発明の原料回収方法の第1実施例を示すフローチャートである。
- [図7]載置台構造を示す部分拡大断面図である。
- [図8A]本発明の原料回収方法の第2実施例を行うときのコーティング膜の形成された構成部品の変化を示す概略図である。
- [図8B]本発明の原料回収方法の第2実施例を行うときのコーティング膜の形成された構成部品の変化を示す概略図である。
- [図8C]本発明の原料回収方法の第2実施例を行うときのコーティング膜の形成された構成部品の変化を示す概略図である。
- [図9]本発明の原料回収方法の第2実施例を示すフローチャートである。
- [図10]載置台構造の変形例を示す図である。
- [図11]本発明の成膜装置の第2実施例に用いられる成膜装置本体を示す概略断面図である。
- [図12]成膜装置本体に用いられるバツフル板の一例を示す平面図である。
- [図13]載置台構造の第2実施例を示す部分拡大断面図である。
- [図14]本発明の原料回収方法の第3実施例を示すフローチャートである。
- [図15]本発明の原料回収方法の第4実施例を示すフローチャートである。
- [図16]成膜装置内に設けられた従来の載置台構造の一部を示す概略構成図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0026] 以下、本発明に係る載置台構造、成膜装置及び原料回収方法の好適な実施

形態を、添付図面に基づいて詳述する。

[0027] <成膜装置の第1実施例>

図1は、本発明に係る載置台構造を有する成膜装置の第1実施例を示す概略構成図、図2は、載置台構造の第1実施例を示す拡大断面図、図3は、載置台構造の詳細を示す分解断面図、図4は、載置台構造の第1実施例の一部を拡大した部分拡大断面図、図5は、半導体ウエハ温度と成膜レートとの関係を示すグラフである。ここでは、有機金属化合物の原料として、カルボニル系の有機金属化合物である $Ru_3(CO)_{12}$ が用いられ、キャリアガスとしてCO（一酸化炭素）が用いられて、Ru金属膜よりなる薄膜が成膜される場合が例として説明される。

[0028] 図1に示すように、本実施の形態の成膜装置12は、被処理体としての円板状の半導体ウエハWに対して成膜処理を実際に施す成膜装置本体14と、この成膜装置本体14に対して成膜用の原料ガスを供給する原料ガス供給系16と、上記成膜装置本体14からの排気ガスを排出する排気系18と、により主に構成されている。

[0029] まず、成膜装置本体14について説明する。この成膜装置本体14は、例えばアルミニウム合金等よりなる筒体状の処理容器20を有している。この処理容器20内に、被処理体である半導体ウエハWを載置して保持する本発明に係る載置台構造22が設けられている。この載置台構造22は、全体が例えば円板状に成形されており、この上面側に半導体ウエハWが載置されるようになっている。この載置台構造22は、処理容器20の底部より起立された例えばアルミニウム合金等よりなる金属製の支柱24の上端部に取り付け固定されている。

[0030] 載置台構造22の中には、その上部側に、加熱手段として例えばタングステンワイヤヒータやカーボンワイヤヒータ等よりなる加熱ヒータ26が埋め込まれており、半導体ウエハWを加熱するようになっている。加熱ヒータ26の下方には、載置台構造22の下部や側部を冷却して温度調整する冷媒を流すための冷媒通路28が設けられている。載置台構造22の更なる詳細に

については後述する。また、載置台構造 22 には、半導体ウエハ W の搬出入時に昇降されて搬送アームとの間で半導体ウエハ W の受け渡しを行う図示しないリフタピンが設けられている。

[0031] 処理容器 20 の底部には、排気口 30 が設けられており、この排気口 30 に排気系 8 が接続されて、処理容器 20 内の雰囲気気を真空排気できるようになっている。排気系 18 については後述する。処理容器 20 の側壁には、半導体ウエハ W を搬出入する開口 32 が形成されており、この開口 32 に、これを気密に開閉するためのゲートバルブ 34 が設けられている。

[0032] 処理容器 20 の天井部には、例えばシャワーヘッド 36 よりなるガス導入手段 38 が設けられており、下面に設けられたガス噴出孔 40 より処理容器 20 内へ必要なガスが供給されるようになっている。そして、処理容器 20 の側壁やシャワーヘッド 36 には、それぞれヒータ 42、44 が設けられていて、これらを所定の温度に維持することにより、原料ガスの固化や液化を防止するようになっている。シャワーヘッド 36 のガス入口 36A に、原料ガス供給系 16 や、他に必要なガスがある場合にはそのガス供給系が、接続されている。用いられるガス種によっては、シャワーヘッド 36 内で原料ガスと他のガスが混合される場合もあるし、シャワーヘッド 36 内へ別々に導入されて別々に流れてから処理容器 20 内で混合される場合もある。ここでは、ガス導入手段 38 としてシャワーヘッド 36 を用いているが、これに代えて、単なるノズル等が用いられてもよいし、ガス導入形態についても特に限定されない。

[0033] 次に、原料ガス供給系 16 について説明する。まず、原料ガス供給系 16 は、固体原料又は液体原料を貯留する原料タンク 46 を有している。ここでは、原料タンク 46 内に、有機金属化合物の原料である例えば固体原料 48 が貯留されている。この固体原料 48 としては、前述したように、 $Ru_3(CO)_{12}$ が用いられている。この固体原料 48 は、一般的には、蒸気圧が非常に低くて蒸発し難い特性を有している。尚、上記固体原料 48 に代えて、バブリング等により原料ガスが形成される液体原料が用いられてもよい。

- [0034] 原料タンク 46 の天井部に設けられたガス出口 50 に原料通路 52 の一端が接続され、成膜装置本体 14 のシャワーヘッド 36 のガス入口 36 A に原料通路 52 の他端が接続されている。これにより、原料タンク 46 にて発生した原料ガスを適切に供給できるようになっている。そして、原料通路 52 の原料タンク 46 に近い部分に、開閉弁 54 が介設されている。
- [0035] また、原料タンク 46 の下面側には、原料タンク 46 にキャリアガスを供給するためのキャリアガス管 56 が接続されている。このキャリアガス管 56 の途中に、マスフローコントローラのような流量制御器 58 とキャリアガス開閉弁 60 とが順次介設されている。キャリアガスを流量制御しつつ供給して固体原料 48 を加熱し、固体原料 48 を気化させることで、原料ガスを形成できるようになっている。
- [0036] 原料タンク 46 の内部には、キャリアガス管 56 が設置された側の近傍に、多孔板 62 が設置されている。固体原料 48 は多孔板 62 の上に保持されている。また、キャリアガス管 56 から供給されるキャリアガスは、多孔板 62 に形成された孔部を介して、原料タンク 46 内に均一に供給されるようになっている。キャリアガスとしては、ここでは CO（一酸化炭素）ガスが用いられている。
- [0037] そして、原料タンク 46 には、これを加熱するためのタンク加熱手段 64 が、タンク全体を覆うようにして設けられている。これにより、固体原料 48 の気化が促進されるようになっている。この場合、固体原料 48 の加熱温度は、原料ガスの分解温度未満で且つ固化温度以上の温度である。また、原料通路 52 には、テープヒータのような通路加熱ヒータ 66 が設けられていて、原料通路 52 を原料ガスの分解温度未満で且つ固化温度以上の温度に加熱することで、原料ガスが再固化することが防止されるようになっている。
- [0038] 次に、排気系 18 について説明する。この排気系 18 は、処理容器 20 の排気口 30 に接続された排気通路 68 を有しており、この排気通路 68 に沿って処理容器 20 内の雰囲気気を排気するようになっている。具体的には、この排気通路 68 には、その上流側から下流側に向けて、圧力調整弁 70、真

空ポンプ部 72、トラップ機構である補助トラップ機構 74 と主トラップ機構 76、及び、除害装置 78 が順次介設されている。

[0039] 圧力調整弁 70 は、例えばバタフライ弁よりなり、処理容器 20 内の圧力を調整する機能を有している。真空ポンプ部 72 は、ここでは上流側に設けられたターボ分子ポンプ 72A と、この下流側に設けられたドライポンプ 72B とからなり、処理容器 20 内の雰囲気気を真空引きできるようになっている。この場合、成膜時の設定プロセス圧力に応じて、上記 2 つのポンプ 72A、72B の内のいずれか一方のみが設けられてもよい。

[0040] 補助トラップ機構 74 は、流れてくる排気ガスを冷却して排気ガス中に含まれる未反応の原料ガスを回収するものであるが、ここでは主トラップ機構 76 の前段に設けてあって、未反応の原料ガスの一部を回収するものである。未反応の原料ガスが多い場合や後段の主トラップ機構 76 の回収能力が十分に大きくない場合に、特に有効に作用する。逆に言えば、未反応の原料ガスが少ない場合や後段の主トラップ機構 76 の回収能力が十分に大きい場合には、補助トラップ機構 74 は設けなくてもよい。補助トラップ機構 74 としては、例えば極低温になされたクライオパネルを有するクライオポンプ等を用いることができる。このクライオパネルによって、未反応の原料ガスが冷却されて吸着される。

[0041] 主トラップ機構 76 は、補助トラップ機構 74 と同様に、排気ガスを冷却して排気ガス中に含まれる未反応の原料ガスを回収するものであるが、ここでは未反応の原料ガス、すなわち $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ ガスのほとんど全てを回収するようになっている。主トラップ機構 76 は、排気ガスを冷媒と接触させて冷却することによって未反応の原料ガスを凝固させ原料を再析出させる凝固ユニット 80 と、この凝固ユニット 80 内の冷媒を濾過することにより再析出された原料を冷媒から分離して回収する濾過回収ユニット 82 と、を主に有している。

[0042] 凝固ユニット 80 は、例えばスクラバー装置よりなり、筒体状になされた凝固容器 84 を有している。凝固容器 84 の側壁の上部にガス入口 86 が設

けられると共に、当該ガス入口 86 に排気通路 68 の一方側が接続されており、当該ガス入口 86 に対向する側壁の中央部、或いはそれよりも少し下部側に、ガス出口 88 が設けられると共に、当該ガス出口 88 に排気通路 68 の他方側が接続されている。

[0043] これにより、ガス入口 86 より凝固容器 84 内に排気ガスが流入し、ガス出口 88 より流出するようになっている。尚、凝固容器 84 内に適宜バツフル板等を設けて、凝固容器 84 内において排気ガスが流れる経路長を更に長く設定するようにしてもよい。また、この凝固容器 84 内の天井部側には、複数のノズル 92A を有するシャワーヘッド 92 が設けられており、このシャワーヘッド 92 に液体供給管 94 が接続されて、これに冷媒が流されるようになっている。従って、凝固容器 84 内では、シャワーヘッド 92 の各ノズル 92A から冷媒がシャワー状に放出され、これと排気ガスとが接触することで排気ガスが冷却されるようになっている。

[0044] この冷媒としては、原料に対して不溶性、又は難溶性の冷媒、ここでは例えば冷却水が用いられている。冷媒による冷却によって排気ガス中の未反応の原料ガスが凝固されて、原料である $Ru_3(CO)_{12}$ が再析出されるようになっている。冷媒として冷却水を用いる理由は、 $Ru_3(CO)_{12}$ が冷却水（水）に対して分解せずに、安定した特性を有しているからである。

[0045] また、凝固容器 84 の底部には、液出口 96 と液入口 98 とが設けられている。そして、濾過回収ユニット 82 は、液出口 96 と液入口 98 とを結ぶように連結された循環通路 100 に設けられている。循環通路 100 の途中に、循環ポンプ 102 が介設されており、凝固容器 84 内の再析出した原料を含む冷媒を循環通路 100 内に循環させるようになっている。

[0046] また、循環通路 100 の循環ポンプ 102 よりも上流側には、再析出している原料を冷媒中から回収する回収容器 104 が設けられている。この回収容器 104 内には、フィルタ 106 が交換可能に設けられている。このフィルタ 106 にて冷媒を濾過することにより、再析出している原料を回収できるようになっている。

- [0047] また、循環ポンプ102と回収容器104との間の循環通路100からは、途中に排出用開閉弁108が介設された排出管110が、分岐して設けられている。これにより、必要に応じて過剰の冷媒を系外へ排出できるようになっている。ここで、処理容器20の排気口30から主トラップ機構76までの排気通路68、及び、その途中に介設された各部材（真空ポンプ部72も含む）には、テープヒータ等の通路加熱ヒータ112が設けられている。これにより、排気通路68内を流れている排気ガスを所定の温度に加熱して、途中で排気ガス中の未反応の原料ガスが液化或いは固化することが防止されるようになっている。なお、処理容器20の排気口30から主トラップ機構76までの排気通路68が長いことが問題となり得る場合、例えば、通路加熱ヒータ112の敷設コストが問題となり得る場合には、補助トラップ機構74と主トラップ機構76とを、圧力調整弁70とターボ分子ポンプ72Aとの間に設けたり、あるいは、ターボ分子ポンプ72Aとドライポンプ72Bとの間に設けたりすれば、主トラップ機構76より下流側の通路加熱ヒータ112を省略でき、通路加熱ヒータ112の敷設範囲を短くすることができる。
- [0048] また、主トラップ機構76の下流側に設けられる除害装置78は、排気ガス中の有害ガスを無害化するものである。ここでは、原料ガスの分解によりCO（一酸化炭素）が発生し、また、キャリアガスとしても同じCOが用いられているので、除害装置78は、これらのCOを例えば燃焼して、CO₂（二酸化炭素）として無害化して大気中へ放散するようになっている。
- [0049] 次に、処理容器20内に設けられた本発明に係る載置台構造22の第1実施例について詳述する。この載置台構造22は、前述したように、加熱ヒータ26と冷媒通路28とを有している。具体的には、この載置台構造22は、図2～図4にも示すように、半導体ウエハWが載置されると共に内部に加熱ヒータ26が設けられた載置台本体114と、この載置台本体114の側面と底面とを囲んだ状態で当該載置台本体114を支持すると共に内部に冷媒を流す冷媒通路28が設けられて原料ガスの分解温度未満で且つ固化温度

又は液化温度以上の温度範囲に維持される基台 116 と、によって構成されている。

[0050] 載置台本体 114 は、全体がセラミック材や金属等により円板状に成形されており、加熱手段としてその内部に略全面に亘ってタングステンやワイヤヒータやカーボンワイヤ等よりなる加熱ヒータ 26 が絶縁された状態で埋め込まれており、この上面に直接的に載置されて接する半導体ウエハ W を所望の温度に加熱して温度制御できるようになっている。

[0051] セラミック材としては、例えば窒化アルミニウム (AlN)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、シリコンカーバイド (SiC) 等を用いることができる。上記金属としては、アルミニウム、アルミニウム合金等を用いることができる。また、載置台本体 114 の直径は、半導体ウエハ W の直径よりも僅かに小さく設定され、例えば半導体ウエハ W の直径が 300 mm の場合には、載置台本体 114 の直径は 295 mm 程度に設定される。載置台本体 114 の周縁部には、断面が直角状に切り取られた段部 118 (図 3 参照) が、その周方向に沿ってリング状に形成されている。

[0052] また、基台 116 は、全体が金属により形成されている。そして、基台 116 は、内部に冷媒通路 28 が略全面に亘って設けられた円板状の金属製のベース部 120 と、このベース部 120 の周縁部に載置台本体 114 の側面を囲むようにして起立するように設けられたリング状の金属製のエッジリング 122 と、によって主に構成されている。冷媒通路 28 には、図示しない配管を介して、冷媒としての冷却水、フロリナート、ガルデン (登録商標) 等が流されるようになっている。

[0053] ベース部 120 とエッジリング 122 との間には、エッジリング 122 の冷却を緩和するために、エッジリング 122 とベース部 120 とを構成する金属よりも熱伝導性が低い金属よりなるリング状の熱伝導緩和部材 124 が介在させて設けられている。そして、これらのエッジリング 122、熱伝導緩和部材 124 及びベース部 120 は、その上方より複数個のボルト 126 によって着脱可能 (分解可能) に一体的に結合されている。従って、エッジ

リング 122 及び熱伝導緩和部材 124 は、処理容器 20 内において着脱可能になされた構成部品となっている。

[0054] ここで、ベース部 120 やエッジリング 122 は、それぞれ、アルミニウムやアルミニウム合金よりなり、熱伝導緩和部材 124 は、アルミニウムやアルミニウム合金よりも熱伝導性が劣るステンレススチールよりなっている。もっとも、熱伝導緩和部材 124 は、必要に応じて設ければよいので、省略することもできる。また、ベース部 120 やエッジリング 120 に、アルミニウムやアルミニウム合金に替えて、熱伝導性は少し劣るが、ステンレススチールを用いてもよい。

[0055] また、ベース部 120 の上面と載置台本体 114 の底部（下面）との間には、断熱材 128、129 が介設されている。そのような状態で、載置台本体 114 が支持されていることにより、両者間の断熱が図られている。断熱材 128、129 としては、熱伝導性が低くて、且つ、耐熱性に優れるセラミック材やステンレススチール等を用いることができる。これら断熱材は、載置台本体 114 の底部外周を支持するリング状の断熱材 128 と、底部内周を支持する複数の小片の断熱材 129 と、からなっており、これらの小片の断熱材 129 間に複数の空間部 130 が存在することで、断熱性が向上されている（図 4 参照）。更に、これら断熱材は、図 4 に示すように、上部に支持突起 132A、133A が形成されると共に下部に脚部 132B、133B が形成されて、接触面積（伝熱面積）ができるだけ小さくされている。これにより、更に断熱性が向上されている。断熱材支持突起 132A、133A の先端には、平坦部が形成されていて、リング状の断熱材 128 の平坦部 a の径方向長さは、小片の断熱材 129 の平坦部 b の径方向長さよりも長く、処理空間の雰囲気空間部 130 内に侵入することが効果的に抑制されている。

[0056] そして、図 4 に示すように、エッジリング 122 の上面は、半導体ウエハ W の載置面の水平レベルと略同一レベルを保ちながら半導体ウエハ W の半径方向外方へ所定の長さだけ延びるように、リング状のフランジ部 134 が形

成されている。これにより、半導体ウエハWの周辺部に上方から流れてくる原料ガスが半導体ウエハW側へ案内されて、効率的な成膜が行われるようになっていく。

[0057] また、エッジリング122の内周側の上部には、内周側（半導体ウエハW側）へ突出した突起部136が、その周方向に沿ってリング状に設けられている。この突起部136は、載置台本体114の段部118の途中まで延びている。そして、この突起部136には、その上方から下方へ貫通するように、固定ネジ138が設けられている。この固定ネジ138を下方向へ前進させることによって、載置台本体114の周辺部が押圧されて、載置台本体114が固定されるようになっている。エッジリング122の内周面と載置台本体114の外周面とは、直接的には接触せず、両者間には断熱を図る空間部140が残存される。また、固定ネジ138は、全体で例えば6本程度しか設けられておらず、そのことによっても、エッジリング122と載置台本体114との間の断熱性が高められている。

[0058] また、載置台本体114の段部118の上方の側面とエッジリング122の突起部136の内周面との間には、リング状のシールドリング142が、遊嵌状態で着脱可能に設けられている。従って、このシールドリング142は、処理容器20内の着脱可能になされた構成部品となる。このシールドリング142は、アルミニウムやアルミニウム合金等の金属よりなり、載置台本体114の側壁への成膜防止、半導体ウエハWの面内温度均一性の確保、半導体ウエハWの裏面への成膜防止、載置台本体114とエッジリング122との間の断熱、等の機能を果たす。

[0059] 以上のように構成された成膜装置12の全体の動作、例えばガスの供給の開始乃至停止、プロセス温度、プロセス圧力、冷媒通路28に流す冷媒の温度制御、主トラップ機構76における冷媒の供給、冷媒の循環等の制御は、例えばコンピュータよりなる装置制御部150によって行われる（図1参照）。

[0060] この制御に必要なコンピュータに読み取り可能なプログラムは、記憶媒体

152に記憶されている。この記憶媒体152としては、フレキシブルディスク、CD (Compact Disc)、CD-ROM、ハードディスク、フラッシュメモリ或いはDVD等が用いられる。

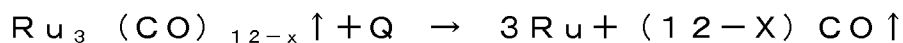
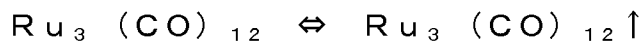
[0061] 次に、以上のように構成された成膜装置12の第1実施例を用いて行われる本発明の原料回収方法の第1実施例について、図6も参照して説明する。図6は、本発明の原料回収方法の第1実施例を示すフローチャートである。まず、図1に示すように、成膜装置12の成膜装置本体14において、排気系18の真空ポンプ部72のターボ分子ポンプ72A及びドライポンプ72Bが継続的に駆動されて、処理容器20内が真空引きされて、所定の圧力に維持される。また、載置台構造22に支持された半導体ウエハWが、加熱ヒータ26により所定の温度に維持され、また、処理容器20の側壁及びシャワーヘッド36も、それぞれヒータ42、44によって別の所定の温度に維持される。後者の所定の温度とは、原料ガスの分解温度未満で、且つ、原料ガスの固化温度又は液化温度以上の範囲内の温度であり、例えば80℃程度である。

[0062] また、原料ガス供給系16の全体は、タンク加熱手段64や通路加熱ヒータ66によって、予め所定の温度、例えば前述のような80℃程度、に加熱される。そして、成膜処理が開始されると、原料ガス供給系16においては、原料タンク46内へキャリアガス管56を介して流量制御されたキャリアガス(CO)が供給され、原料タンク46内に貯留されている固体原料48が加熱されて気化し、原料ガスが発生する。

[0063] このようにして発生した原料ガスは、キャリアガスと共に、原料通路52内を下流側に向けて流れて行く。この原料ガスは、成膜装置本体14のシャワーヘッド36から減圧雰囲気になされている処理容器20内へ導入される。これにより、この処理容器20内で、例えばCVD (Chemical Vapor Deposition) によって半導体ウエハW上にRu金属の薄膜が成膜されることになる。これにより、図6に示す成膜処理S1が行われることになる。この時のプロセス条件は、プロセス圧力が0.1 Torr

r (13.3 Pa) 程度であり、半導体ウエハ温度が原料ガスの分解温度以上、例えば150~250℃程度、である。図5に示すように、150℃を越えると成膜レートは急激に大きくなるため、上記温度であれば十分な成膜レートを得ることができる。この成膜処理において、半導体ウエハWの上面には薄膜が堆積するが、載置台構造22は後述する温度制御のためにその表面に不要な薄膜がほとんど堆積しない。

[0064] ここで、固体原料48である $Ru_3(CO)_{12}$ は、蒸気圧が非常に低くて蒸発(気化)し難い原料である。また、成膜反応に寄与する量(比率)は非常に少なく、90%程度の原料ガスが未反応状態でキャリアガスであるCOと共に排気系18の排気通路68内を流下していく。この排気通路68も、通路加熱ヒータ112によって上述のように80℃程度に加熱されて、原料ガスが再固化等することが防止されている。上記成膜反応は、下記の化学式で示され、キャリアガスと同じガス種であるCO(一酸化炭素)が発生する。



ここで” \Leftrightarrow ”は可逆的であることを示し、” \uparrow ”はガス状態であることを示し、” \uparrow ”が付いていないものは固体状態であることを示し、”Q”は熱量が加わることを示す。

[0065] 排気通路68を流下する排気ガスは、圧力調整弁70、ターボ分子ポンプ72A、ドライポンプ72B、補助トラップ機構74、主トラップ機構76及び除害装置78を順次経由した後に、大気中に放散される。この場合、未反応の原料ガスが回収された後は、排気ガスとしてCOガスが残留するだけなので、このCOガスは除害装置78にて燃焼により除害されて、CO₂となってから大気放散される。

[0066] ここで、例えばクライオポンプよりなる補助トラップ機構74内を排気ガ

スが通過した時に、クライオパネルによって排気ガスが冷却されて、一部の未反応の原料ガスが凝縮（凝固）し、再析出した原料がクライオパネルに付着することによって回収される。

[0067] そして、この補助トラップ機構 74 を流出した排気ガスは、主トラップ機構 76 に流入し、冷媒と接触する。これによって未反応の原料ガスがほとんど全て回収される。これにより、図 6 中の回収工程 S2 が行われることになる。この原料回収方法は、排気ガスを冷媒と接触させて冷却することにより未反応の原料ガスを凝固させて上記原料を再析出させ、再析出された上記原料を冷媒から分離して回収することによって行われる。

[0068] 具体的には、図 1 に示すように、凝固ユニット 80 においてガス入口 86 から凝固容器 84 内へ流入した排気ガスが、天井部に設けられたシャワーヘッド 92 の各ノズル 92A より噴射される冷媒と接触して冷却され、その後、ガス出口 88 から排出されることになる。ここで、排気ガスが冷媒、ここでは冷却水、と接触して冷却されると、排気ガス中に含まれていた未反応の原料ガスも冷却されて凝縮（或いは凝固）し、原料が再析出することになる。この場合、冷却水の温度は、原料の気化温度（昇華温度）等にも依存するが、例えば 0～30℃程度であることが好ましい。

[0069] ここで再析出した原料は、冷媒（冷却水）と共に凝固容器 84 内の底部に溜ることになる。尚、キャリアガスである CO は、冷却水中にはほとんど溶けない。そして、この凝固容器 84 内の冷媒は、濾過回収ユニット 82 の循環ポンプ 102 が駆動することにより、液出口 96 から循環通路 100 内へ流出して、この循環通路 100 内を流れた後に液入口 98 から再度凝固容器 84 内へ戻され、すなわち、循環される。この場合、循環通路 100 内を流れる冷媒は、回収容器 104 内を流れて行く。

[0070] この回収容器 104 内に冷媒が流れると、この冷媒中に含まれていた再析出した原料がフィルタ 106 により濾過されて、このフィルタ 106 の部分に溜る。それが、後に回収されることになる。この場合、上記原料である Ru₃(CO)₁₂ は、冷媒である冷却水にほとんど溶けないので、冷媒中に

混入して再析出した原料は、ほとんど全てが上記フィルタ 106 により濾過されて回収されることになる。

[0071] この場合、回収容器 104 を複数個並列に設けておいて、それらを切り換えて使用できるようにしてもよいことは勿論である。また、ここで回収された原料は、不純物が混入していないので、これを精製等する必要がない。すなわち、これを乾燥させた後にそのまま原料タンク 46 内の固体原料 48 として用いることができる。実際に回収した原料を分析したところ、金属としての Ru や中間生成物である $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12-x}$ 等は検出されず、全量が $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ であった。

[0072] ここで、処理容器 20 内の載置台構造 22 上に載置された半導体ウエハ W に対する成膜の状況について、詳しく説明する。上述したように、成膜時には、半導体ウエハ W は $150 \sim 250^\circ\text{C}$ 程度、例えば $190 \sim 230^\circ\text{C}$ 程度の高温状態に加熱されるが、これはすなわち、載置台構造 22 の半導体ウエハ W を直接的に載置する載置台本体 114 が、これに内蔵される加熱ヒータ 26 によって、対応する高温状態に加熱されることを意味する。一方、載置台本体 114 を支持する基台 116 の方は、冷媒通路 28 に例えば冷却水が流されることによって、原料ガスの分解温度未満で且つ原料ガスの固化温度又は液化温度以上の温度、例えば $80 \sim 110^\circ\text{C}$ 程度の低温、に維持されている。

[0073] なお、上記原料ガスの分解温度は 150°C 程度であり、固化温度は 75°C 程度である。本実施例では、具体的には、基台 116 のベース部 120 の温度が 80°C 程度に維持され、載置台本体 114 の側面を囲むエッジリング 122 の温度が 100°C 程度に維持され、両者の間に介在する熱伝導緩和部材 124 も含めてこれらの構成部品の温度は原料ガスの熱分解温度よりも低く設定されている。従って、これらの構成部材の表面に Ru 膜の不要な薄膜が堆積することが効果的に防止される。

[0074] ここで、載置台本体 114 とベース部 120 との間が断熱材 128、129 や空間部 130 によって断熱されており、また、載置台本体 114 とエツ

ジリング 122 との間も空間部 140 によって断熱されているので、載置台本体 114 の温度が 190~230℃程度と高くても、これを支持するベース部 120 やエッジリング 122 や熱伝導緩和部材 124 を効率的に冷却することができる。この結果、上述のようにこれらの構成部材の表面に不要な薄膜が堆積することが効果的に防止されるのである。

[0075] ただし、エッジリング 122 を 80℃程度まで冷却すると、このエッジリング 122 と半導体ウエハWとの間で大きな温度差が発生するため、半導体ウエハWの周辺部の成膜に悪影響が生ずる危険がある。従って、上述のように、エッジリング 122 とベース部 120 との間に熱伝導緩和部材 124 を介在させて、エッジリング 122 の温度をベース部 120 の温度よりも高くなるようにすることが好ましい。また、エッジリング 122 と載置台本体 114 との間に介在されるリング状のシールドリング 142 は、その内側が高温の載置台本体 114 と隣り合っていることから、原料ガスの熱分解温度以上の温度になり、当該シールドリング 142 の上面側には不要な薄膜が堆積することになるが、当該上面に堆積する薄膜の量は僅かである。

[0076] 以上のように、半導体ウエハWの表面である必要な部分のみに薄膜を堆積させ、エッジリング 122 やベース部 120 や熱伝導緩和部材 124 などの基台 116 側の表面には不要な薄膜を堆積させないように工夫したので、後者の部分の表面では原料ガスが消費されずに未反応状態で排気系 18 に流れて行き、前述した回収工程 S2 にて原料として回収されることになる。また、上述のように、不要な薄膜が堆積されないということは、ドライクリーニングを行う必要を減じる、或いは、なくすことを可能にする。

[0077] 以上のように、本実施例によれば、処理容器 20 内で有機金属化合物の原料ガス、例えば $Ru_3(CO)_{12}$ ガスを用いて薄膜例えば Ru 金属膜を被処理体である半導体ウエハWに形成する際の載置台構造において、被処理体が載置されると共に内部に加熱ヒータ 26 が設けられた載置台本体 114 と、載置台本体 114 の側面と底面とを囲んだ状態で載置台本体 114 を支持すると共に内部に冷媒を流す冷媒通路 28 が設けられて原料ガスの分解温度未満

で且つ原料ガスの固化温度又は液化温度以上の温度範囲に維持される基台 116 と、を備えることにより、基台 116 側に不要な薄膜が堆積することが抑制されて被処理体の表面である必要な部分のみに薄膜を堆積させることが促進される。この結果として、ドライクリーニング処理の回数が抑制され得る、或いは、ドライクリーニング処理自体をなくすることができる。また、原料自体の回収や原料に含まれる金属の回収を、効率的に且つ低コストで行うことができる。

[0078] <原料回収方法の第 2 実施例>

上述した原料回収方法の第 1 実施例では、基台 116 の温度を原料ガスの分解温度未満で且つ原料ガスの固化温度又は液化温度以上の温度範囲に設定して、基台 116 の表面に不要な薄膜が堆積しないようにしているが、実際には、図 7 に示す載置台構造の部分拡大断面図のように、載置台構造 22 のエッジリング 122 の上面の内周側やシールドリング 142 の上面に、Ru 膜の薄膜よりなる不要な薄膜 160 が付着する場合がある。

[0079] また、半導体ウエハ W の温度の面内均一性をより高く維持するために、エッジリング 122 の温度を 150 ~ 180 °C 程度の中温状態に敢えて高めることもある。その場合、エッジリング 122 の上面の内周側への不要な薄膜 160 の付着発生傾向が高められてしまう。

[0080] このような場合、この不要な薄膜 160 は、ある程度の枚数の半導体ウエハ W の成膜処理が完了した後で、載置台構造から上記した構成部品ごと取り外して、不要な薄膜 160 中から高価な金属の回収処理を行うという処理を受ける。しかしながら、不要な薄膜 160 は、上記した構成部品に強固に付着しているので、不要な薄膜 160 を剥離する工程はかなり困難である。そこで、原料回収方法の第 2 実施例では、上記した構成部品に予め後で除去されるコーティング膜を形成しておき、このコーティング膜上に上記不要な薄膜を付着させるようにして、金属の回収処理をより容易に行うことを意図したものである。図 8 A 乃至図 8 C は、本発明の原料回収方法の第 2 実施例を行うときのコーティング膜が形成される構成部品の変化を示す概略図であり

、図9は、本発明の原料回収方法の第2実施例を示すフローチャートである。

- [0081] まず、成膜処理を行う前に、載置台構造22の着脱可能になされた構成部品、すなわち、取り換え可能になされた構成部品を取り外し、図8Aに示すように、この構成部品162の表面にコーティング膜164を形成する。すなわち、コーティング膜形成工程が行われる（図9のS11）。
- [0082] 着脱可能になされた構成部品162としては、ここでは、載置台構造22におけるエッジリング122、熱伝導緩和部材124、及び、シールドリング142が対応する。コーティング膜164は、構成部品162の全面に形成してもよいが、一部の面のみに形成されてもよい。但し、少なくとも処理容器20内の雰囲気中に晒される部分（不要な薄膜160（図7参照）が堆積する恐れのある部分）をカバーしていることが好ましい。コーティング膜164としては、構成部品160に対して密着性があまり良なくて（剥離が可能で）且つ剥離がし易いコーティング膜を用いるのが好ましい。例えば、物理的な衝撃によって簡単に剥がれるコーティング膜や、付着した不要な薄膜よりも化学的反応性が高く容易に溶解するようなコーティング膜を用いることが好ましい。
- [0083] 具体的には、コーティング膜164としては、アルミニウムの溶射膜やテフロン（登録商標）膜等を用いることができる。また、上記した構成部品162であるエッジリング122、熱伝導緩和部材124及びシールドリング142は、ここではアルミニウム、アルミニウム合金、ステンレススチール等の金属で形成されているが、構成部品162がアルミナや窒化アルミニウム等のセラミック材で形成されている場合においても、コーティング膜164を形成することは有効である。
- [0084] 上述のように、構成部品162にコーティング膜164を形成したならば、これらの構成部品162を載置台構造22として装着して組み付けることにより、装着工程S12が行われる。これにより、構成部品162であるエッジリング122、熱伝導緩和部材124及びシールドリング142が、図

2に示すように組み付けられて、載置台構造22が完成する。

- [0085] 次に、先の実施例で説明したように、処理容器20内に原料ガスを流してRu膜よりなる薄膜を形成することにより、成膜工程が行われる(S13)。この成膜工程S13を繰り返し行くと、図8Bに示すように、各構成部品162の表面にRu膜よりなる不要な薄膜160が付着して堆積することになる。尚、上記した成膜工程S13を行う時には、先に図6を参照して説明したように、原料回収方法の第1実施例をも同時並行的に行われて原料自体が回収される。
- [0086] このようにして、ある程度の量の不要な薄膜160が付着したならば、次に載置台構造22を分解して、構成部品162であるエッジリング122や熱伝導緩和部材124やシールドリング142を取り外す取り外し工程が行われる(S14)。そして、この取り外されたエッジリング122や熱伝導緩和部材124やシールドリング142の表面に付着している不要な薄膜160をコーティング膜164と共に除去する除去工程が行われる(S15)。そして、図8Cに示すように、除去された不要な薄膜160を回収する回収工程が行われる(S16)。
- [0087] 除去工程では、物理的処理として、例えばサンドブラスト処理による衝突によって不要な薄膜160とコーティング膜164とを一体で剥離することができる。あるいは、化学的処理として、コーティング膜164がアルミ溶射の場合には、Ru膜は酸やアルカリに対して耐性があることから、塩酸、アンモニア、水酸化ナトリウム等を作用させてアルミ溶射のコーティング膜164を溶解して除去することによって、不要な薄膜160を剥離することができる。また、ここでコーティング膜164が除去された構成部品162には、再度コーティング膜164が形成され(S11)、再利用される。
- [0088] このようにして、不要な薄膜160であるRu金属を回収したならば、このRu金属に例えばカルボニル化処理を施すことにより、原料であるRu₃(CO)₁₂を再生する再生工程が行われる(S17)。これにより、原料中に含まれる金属、例えばRuを、効率的に且つ低コストで回収することができ

る。

[0089] このように、原料回収方法の第2実施例によれば、真空排気が可能になされた処理容器20内の載置台構造上に被処理体として例えば半導体ウエハWを載置し、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて被処理体の表面に薄膜を形成するようにした成膜装置における原料回収方法において、載置台構造の構成部品162（122、124、142）にコーティング膜164を形成し、成膜後にこの構成部品に付着した不要な薄膜をコーティング膜と共に当該構成部品から除去することによって、原料に含まれる金属例えばRuを効率的に且つ低コストで回収することができる。

[0090] 尚、載置台構造として、図10に示す載置台構造の変形例のように、基台116の一部を形成するエッジリング122の上面側に、半導体ウエハWの端面であるベベル部に膜が付着することを防止するためにリング状のカバーリング170を設ける場合がある。このカバーリング170は、例えばアルミナや窒化アルミニウム等のセラミック材よりなり、着脱可能になされた構成部品162として構成される。この場合、このカバーリング170の温度も、上記エッジリング122と同様に、成膜時においては、原料ガスの分解温度未満で、且つ、原料ガスの固化温度又は液化温度以上の温度範囲に維持される。もっとも、ウエハの温度均一性の観点から、原料ガスの分解温度以上の中温状態に維持されることもある。図10においては、図2に示す構成部品と同一構成部品については、同一参照符号を付してある。このようなカバーリング170にも成膜処理の繰り返しによって不要な薄膜が付着することが考えられるので、図8A乃至図8Cにおいて説明したようなコーティング膜164を形成することが好ましい。

[0091] また、上記原料回収方法の第2実施例では、着脱可能になされた構成部品162が、冷媒通路28を流れる冷媒により冷却される場合を例にとって説明したが、これに限定されない。例えば、冷却機構を有していない載置台機構の着脱可能になされた構成部品162に対しても、本発明方法の第2実施例のコーティング膜164を適用できることは勿論である。

[0092] また、上記各実施例においては、主トラップ機構 76 において、原料が固体であることから、冷媒と原料ガスとを直接接触させるようにしているが、原料が液体の場合には、冷却パイプに冷媒を流すなどして、冷媒と原料ガスとを直接接触させない態様で原料ガスを冷却して、再液化した時に両者が混合しないような構成を採用することが望ましい。

[0093] <成膜装置の第 2 実施例>

次に、本発明の成膜装置の第 2 実施例について説明する。図 11 は、本発明の成膜装置の第 2 実施例に用いられる成膜装置本体を示す概略断面図、図 12 は、成膜装置本体に用いられるバッフル板の一例を示す平面図、図 13 は、載置台構造の第 2 実施例を示す部分拡大断面図である。尚、図 1 乃至図 10 を参照して説明した構成部分と同一構成部分については、同一参照符号を付して説明を省略する。

[0094] 先に説明した実施例においては、載置台構造の構成部品の内、載置台本体 114 及びシールドリング 142 を除いた他の構成部品、例えばベース部 120、エッジリング 122、熱伝導緩和部材 124 及びカバーリング 170 が、不要な薄膜 160 が付着しないように、原料ガスの分解温度未満で、且つ、原料ガスの固化温度又は液化温度以上の温度範囲に設定された。一方、成膜装置の第 2 実施例では、ベース部 120 を除き、周辺部品であるエッジリング 122 及びカバーリング 170 の温度について、原料ガスの分解温度以上の温度に設定する。そして、これらの周辺部品の表面に不要な膜を積極的に堆積させることで、原料を回収することを意図するものである。

[0095] まず、図 11 を参照しながら、成膜装置本体 14 について説明すると、処理容器 20 は、内径が大きくなされた上部室と、それよりも内径が小さくなされた下部室とからなり、この下部室内が排気空間 200 として形成されている。この下部室である排気空間 200 を区画する下部側壁に、排気口 30 が形成されており、この排気口 30 に、先に説明したような排気系 18 が接続されている。そして、第 2 実施例の載置台構造 22 の支柱 24 は、上記排気空間 200 を区画する底部を貫通して下方へ延びて、図示されないアクチ

ューータに接続されている。これにより、当該載置台構造 22 の全体が上下方向へ昇降可能となっており、また、任意の位置に停止できるようになっている。支柱 24 の貫通する部分には、伸縮可能になされた金属製のベローズ 202 が設けられている。これにより、処理容器 20 内の気密性を維持しつつ載置台構造 22 の昇降が可能になっている。

[0096] また、基台 116 と載置台本体 114 とからなる載置台 204 の周辺部には、複数、例えば 3 つ（図示例では 2 つのみ記す）のピン挿通孔 206 が設けられている。この各ピン挿通孔 206 内に、リフトピン 208 が挿通できるようになっている。そして、各リフトピン 208 の下端部は、昇降アーム 210 に支持されていて、当該昇降アーム 210 は、容器底部をベローズ 212 を介して気密に貫通する昇降ロッド 214 に接続されて、昇降可能となっている。これにより、ウエハ W の移載位置に載置台 204 を降下させた状態で、リフトピン 208 を載置台 204 の上方へ出沒させ、ウエハ W を押し上げたり、押し下げたりできるようになっている。また、降下させた位置における載置台 204 の上面の水平レベルに対応する容器側壁に、開口 32 及びゲートバルブ 34 が設けられている。

[0097] 処理容器 20 の天井部の中央部には、原料ガス供給系 16 や他の必要なガスを供給するガス供給系が接続されたガス入口 36A が形成されている。そして、このガス入口 36A に連通してガス導入手段 38 が設けられている。このガス導入手段 38 は、例えば特開 2009-239104 号公報に開示されているような構成である。すなわち、このガス導入手段 38 は、ここでは載置台構造 22 に載置された半導体ウエハ W よりも径方向に見て外側部分に原料ガスを供給するようになっている。すなわち、原料ガスがウエハ W を避けて後述する気体出口へと流れるように、ガス導入部 216 が構成されている。具体的には、ガス導入部 216 は、ウエハ W の直径よりも大きな内径を有する円筒状の内部区画壁 218 と、この内部区画壁 218 内に設けられたバッフル板 220 と、によって形成されている。内部区画壁 218 は、容器の天井面に取り付けられ、バッフル板 220 は、円筒状の内部区画壁 21

8の内部上方に、ウエハWと対向するように取り付けられている。

[0098] そして、バッフル板220の周縁部には、図12にも示すように、その周方向に沿って全周に亘って円弧状に形成された複数の開口部222が設けられている。従って、バッフル板220の上方は、原料ガスが拡散する拡散室224として機能することになり、各開口部222より下方の処理空間Sに向けて原料ガスが流下乃至噴射されるようになっている。この場合、上記各開口部222は、載置台204上のウエハWの外周端よりも外側の位置に対応している。すなわち、各開口部222の直下は、ウエハWの外周端よりも外側に対応する。このように、ウエハWの上面には直接的には原料ガスを流下させないで、ウエハWの周縁部よりも外側の領域に原料ガスを流下させることで、ウエハW上における成膜膜厚の面内均一性を確保するようになっている。

[0099] 尚、上記の各開口部222に替えて、略同様の位置に、内径の小さなガス噴射孔を多数形成するようにしてもよい。内部区画壁218やバッフル板220は、熱伝導性が良好な金属材料、例えばアルミニウムやアルミニウム合金で形成される。そして、内部区画壁218は、ここでは、気体出口形成部品226として兼用されている。すなわち、内部区画壁218である気体出口形成部品226は、下方向へ延在していて、その下端部が載置台204の周縁部と接近して、排気用の気体出口228を形成するようになっている。

[0100] この気体出口228は、載置台204の周方向に沿って、環状に形成されることになる。この気体出口228により流路が絞られて、原料ガスはウエハWの外周側から均等に排気される。より詳細には、気体出口228を区画する気体出口形成部品226が、載置台204の周縁部に位置するフランジ部134及びカバーリング170の上方に位置されており、カバーリング170の上面（フランジ部134の上面も一部含む）と気体出口形成部品226の下端面との間で気体出口228が形成されている。また、気体出口228の外周側の流路幅を更に絞るために、気体出口形成部品226の下端部に、その周方向に沿ってリング状になされた突起230が形成されている。気

体出口 228 の上下方向の幅 L1 は、1 ~ 10 mm の範囲内、ここでは例えば 2 mm 程度に設定されている。

[0101] そして、載置台構造の第 2 実施例の特徴として、載置台本体 114 の外周側に当該載置台本体 114 を囲むようにして着脱可能に設けられる周辺部品 232 を、薄膜形成時に原料ガスの分解温度以上の温度となるようにしている。ここで、周辺部品 232 は、先の第 1 実施例で説明した構成部品の内の、載置台本体 114 の外周側に設けられる部品であり、ここでは、シールドリング 142、基台 116 の一部を構成するエッジリング 122、及び、カバーリング 170 が周辺部品 232 に対応する。

[0102] 先の第 1 実施例では、エッジリング 122 やカバーリング 170 (図 10 参照) に不要な膜が堆積しないように、これらの部品の温度を低温状態に設定していた。この第 2 実施例では、上述のように、これらの部品の温度を高くしている。そのための手段として、ここでは、載置台本体 114 の外周面とエッジリング 122 の内周面との間に形成される空間部 140 の一部に、両者間の熱伝導性を向上させるための熱伝導性促進部材 234 を介在させ両者に接するようにしている。この熱伝導性促進部材 234 は、載置台本体 114 の周方向に沿って例えばリング状に形成されており、成膜時にアルミニウム等よりなるエッジリング 122 側の温度が載置台本体 114 の温度と略同じ高温状態、原料ガスの分解温度以上の温度、になるようにしている。

[0103] この結果、エッジリング 122 上に載置されているアルミナ等のセラミック材よりなるカバーリング 170 の温度も、エッジリング 122 と略同じ高温状態になる。尚、シールドリング 142 は、その下端部において載置台本体 114 に直接的に接しているため、載置台本体 114 と略同じ温度になる。熱伝導性促進部材 234 としては、アルミニウムやアルミニウム合金等の熱伝導性が良好な金属材料を用いることができる。なお、当初より、載置台本体 114 やエッジリング 122 の側に、熱伝導性促進部材 234 の設置位置と同じ位置に突起を設けておけば、載置台本体 114 とエッジリング 122 とが直接的に接することになって、熱伝導性促進部材 234 を設ける必要

はない。

[0104] 熱伝導性促進部材 234 は、空間部 140 内であればどの位置に設けられてもよく、その設置位置は特に限定されない。また、ここではカバーリング 170 を設けた場合について説明したが、先の第 1 実施例で説明したように、このカバーリング 170 を設けない場合もあり得る。或いは、カバーリング 170 に加えて更に他の周辺部品を設ける場合もあり得る。いずれの場合にも、本実施例を適用することができることは勿論である。

[0105] <原料回収方法の第 3 実施例>

次に、以上のように構成された第 2 実施例の成膜装置 12 を用いて行われる本発明の原料回収方法の第 3 実施例について、図 14 も参照して説明する。図 14 は、本発明の原料回収方法の第 3 実施例を示すフローチャートである。この原料回収方法は、周辺部品 232 の温度が異なる点を除いて、基本的には図 6 に示すフローチャートを用いて説明した方法と同じである。まず、載置台構造 22 に支持された半導体ウエハ W が、加熱ヒータ 26 により所定の温度に維持される。また、処理容器 20 の側壁やガス導入手段 38 を形成する内部区画壁 218 乃至バツフル板 220 も、それぞれヒータ 42、44 によって別の所定の温度に維持される。後者の温度は、原料ガスの分解温度未満で、且つ、原料ガスの固化温度又は液化温度以上の範囲内の温度であり、例えば 80℃程度である。

[0106] また、原料ガス供給系 16 で発生した原料ガスは、キャリアガスと共に、成膜装置本体 14 のガス入口 36A からガス導入手段 38 のガス導入部 216 を形成する拡散室 224 内に導入され、ここで拡散する。その後、原料ガスは、バツフル板 220 の周辺部に設けられた各開口部 222 より下方に向けて流れ、減圧雰囲気になされた処理空間 S に流入する。

[0107] この原料ガスは、処理空間 S にて、ウエハ W の中心方向へ向けて一部が拡散しつつ流れるが、この処理空間 S 内の雰囲気は載置台 204 の周縁部の上方に設けられた環状の気体出口 228 より外側へ均等に排出されていくため、このような処理容器 20 内で、例えば CVD (Chemical Vapo

r Deposition) によって半導体ウエハW上にRu金属の薄膜がより均一に成膜されることになる。これにより、図14に示す成膜処理S21が行われることになる。この時のプロセス条件は、先の第1実施例と同じである。すなわち、プロセス圧力が0.1 Torr (13.3 Pa) 程度であり、半導体ウエハ温度が原料ガスの分解温度以上、例えば150~250℃程度、である。

[0108] この際、先の第1実施例とは異なって、周辺部品232であるエッジリング122やカバーリング170も、空間部140に設けられた熱伝導性促進部材234によって熱伝導が促進されて、載置台本体114と略同じ温度、例えば190~230℃程度の高温状態、に設定される。これにより、これらのエッジリング122やカバーリング170の表面にも、ウエハWの上面と同様にRu膜が堆積することになる。

[0109] 特に、ここでは、処理空間S内の雰囲気流路面積が絞られた気体出口228を通過して排出されることになるので、ウエハW上への成膜に寄与しなかった原料ガスも、気体出口228を通過する際に、高温状態になっているシールドリング142やエッジリング122によって積極的に加熱されて、当該原料ガスの大部分が熱分解してシールドリング142やエッジリング122の表面にRu膜となって堆積することになる。そして、この周辺部品232の表面に堆積したRu膜が、後述するように処理容器20から取り外されて回収される。

[0110] 一方、フランジ部134の上方の気体出口形成部品226は、原料ガスの分解温度未満である80℃程度になっているので、この表面にはRu膜はほとんど付着しない。また、処理容器20より排気系18に向けて排出される排気ガス中からは、第1実施例の場合と同様に、補助トラップ機構74及び主トラップ機構76において、未反応の原料ガスがほとんど全て回収される。これにより、図14中の回収工程S22が行われることになる。但し、本実施例では、原料ガスは、上述のように大部分が処理容器20内で分解されて消費されるので、トラップ機構74、76で回収される原料はかなり少な

くなっている。従って、トラップ機構 74、76 に対する負荷を少なくして、そのメンテナンス回数を減少させることができる。また、排気系 18 に対する負荷も軽減することができる。

[0111] <原料回収方法の第 4 実施例>

原料回収方法の第 4 実施例は、先の原料回収方法の第 2 実施例と同様に、周辺部品 232 に後で除去されるコーティング膜を予め形成しておいて、このコーティング膜上に上記不要な薄膜を付着させるようにして、金属の回収処理を容易に行うことを意図したものである。図 15 は、本発明の原料回収方法の第 4 実施例を示すフローチャートである。コーティング膜が形成された周辺部品の変化については、先に図 8 A 乃至図 8 C を参照して説明した場合と同じである。ここでは、「構成部品」に替えて「周辺部品」が対象となる。この原料回収方法の第 4 実施例は、成膜工程において周辺部品の温度を原料ガスの分解温度以上にした点を除いて、図 9 に示す第 2 実施例と同じである。すなわち、図 15 中の S31～S37 は、図 9 中の S11～S17 にそれぞれ対応する。

[0112] まず、成膜処理を行う前に、載置台構造 22 の着脱可能になされた構成部品の一部である周辺部品 232、すなわち、取り換え可能になされた周辺部品を取り外し、図 8 A に示すように、この構成部品 232 の表面にコーティング膜 164 を形成する。すなわち、コーティング膜形成工程が行われる（図 15 の S31）。

[0113] 着脱可能になされた周辺部品 232 としては、ここでは、載置台構造 22 におけるエッジリング 122、シールドリング 142、及び、カバーリング 170 が対応する。コーティング膜 164 は、周辺部品 232 の全面に形成してもよいが、一部の面のみ形成されてもよい。但し、少なくとも処理容器 20 内の雰囲気中に晒される部分（不要な薄膜 160（図 7 参照）が堆積する恐れのある部分）をカバーしていることが好ましい。コーティング膜 164 としては、周辺部品 232 に対して密着性があまり良なくて（剥離が可能で）且つ剥離がし易いコーティング膜を用いるのが好ましい。例えば、物

理的な衝撃によって簡単に剥がれるコーティング膜や、付着した不要な薄膜よりも化学的反応性が高く、容易に溶解するようなコーティング膜を用いることが好ましい。

[0114] 具体的には、コーティング膜 164 としては、アルミニウムの溶射膜やテフロン（登録商標）膜等を用いることができる。また、上記した周辺部品 232 であるエッジリング 122、シールドリング 142 及びカバーリング 170 は、ここではアルミニウム、アルミニウム合金、ステンレススチール等の金属で形成されているが、周辺部品 232 がアルミナや窒化アルミニウム等のセラミック材で形成されている場合においても、コーティング膜 164 を形成することは有効である。

[0115] 上述のように、周辺部品 232 にコーティング膜 164 を形成したならば、これらの周辺部品 232 を載置台構造 22 として装着して組み付けることにより、装着工程 S32 が行われる。これにより、図 11 に示すように、載置台構造 22 が完成する。

[0116] 次に、先の原料回収方法の第 3 実施例で説明したように、処理容器 20 内に原料ガスを流して Ru 膜よりなる薄膜を形成することにより、成膜工程が行われる（S33）。この成膜時には、先の原料回収方法の第 3 実施例で説明したように、周辺部品 232 であるエッジリング 122、シールドリング 124 及びカバーリング 170 は、原料ガスの分解温度以上になっている。このため、これらの部品の表面にも Ru 膜が成膜する。そして、このような成膜工程 S33 を繰り返し行くと、各周辺部品 232 の表面に、ある程度の厚さの Ru 膜よりなる不要な薄膜 160 が付着して堆積することになる。尚、上記した成膜工程 S33 を行う時には、先に図 14 を参照して説明したように、原料回収方法の第 3 実施例をも同時並行的に行われて原料自体が回収される。

[0117] このようにして、ある程度の量の不要な薄膜 160 が付着したならば、次に載置台構造 22 を分解して、周辺部品 232 であるエッジリング 122 やシールドリング 142 やカバーリング 170 を取り外す取り外し工程が行わ

れる（S34）。そして、この取り外された各周辺部品232の表面に付着している不要な薄膜160を上記コーティング膜164と共に除去する除去工程が行われる（S35）。そして、除去された不要な薄膜160を回収する回収工程（図8C参照）が行われる（S36）。

- [0118] 除去工程では、先に図9のステップS16の回収工程について説明したと同様に、物理的処理として、例えばサンドブラスト処理による衝突によって不要な薄膜160とコーティング膜164とを一体で剥離することができる。あるいは、化学的処理として、コーティング膜164がアルミ溶射の場合には、Ru膜は酸やアルカリに対して耐性があることから、塩酸、アンモニア、水酸水ナトリウム等を作用させてアルミ溶射のコーティング膜164を溶解して除去することによって、不要な薄膜160を剥離することができる。また、ここでコーティング膜164が除去された周辺部品232には、再度コーティング膜164が形成され（S31）、再利用される。
- [0119] このようにして、不要な薄膜160であるRu金属を回収したならば、このRu金属に例えばカルボニル化処理を施すことにより、原料であるRu₂(CO)₁₂を再生する再生工程が行われる（S37）。これにより、原料中に含まれる金属、例えばRuを、効率的に且つ低コストで回収することができる。
- [0120] このように、原料回収方法の第4実施例によれば、真空排気が可能になされた処理容器20内の載置台構造上に被処理体として例えば半導体ウエハWを載置し、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて被処理体の表面に薄膜を形成するようにした成膜装置における原料回収方法において、加熱ヒータ26が設けられた載置台本体114に、当該載置台本体114の外周側を囲むようにして周辺部品122、142、170を装着して載置台構造を形成し、周辺部品が装着された載置台構造に被処理体を載置させると共に、被処理体と周辺部品とを原料ガスの分解温度以上の温度に維持した状態で被処理体の表面に薄膜を形成し、成膜工程の後に周辺部品を載置台構造から取り外し、周辺部品に付着していた薄膜を周辺部品から除去し、除去された

薄膜から原料に含まれる金属を回収するようにしたので、周辺部品の表面に堆積した不要な薄膜から原料に含まれる金属を効率的に且つ低コストで回収することが可能になると共に、排気系に対する負荷を軽減することができる。

[0121] <評価結果>

ここで、原料回収方法の第4実施例を実施して、その評価を行った。その評価結果について説明する。先に説明したプロセス条件でRu膜の成膜処理を行ったところ、原料の19%がウエハ表面に堆積し、原料の略77%（約80%）が周辺部品232に堆積し、原料の3%が排気ガスと共に排気系へ排出された。周辺部品232に堆積した原料の内訳は、シールドリング142に4%、エッジリング122に7%、カバーリング170に66%、であった。このように、周辺部品232によって略77%の原料を回収することができた。すなわち、本発明の原料回収方法の第4実施例の顕著な有効性を確認することができた。

[0122] 尚、図15に示す原料回収方法では、ステップS31として、周辺部品232にコーティング膜164を形成した場合を例にとって説明したが、これに限定されない。コーティング膜164が形成されていない周辺部品232を処理容器20内に組み付けて、成膜処理を行うようにしてもよい。

[0123] また、図11に示す成膜装置において、気体出口形成部品226は、原料ガスの分解温度未満の温度、例えば80℃程度に設定されたが、気体出口形成部品226の長さ方向の途中に断熱部材を介在させて、成膜時の気体出口形成部品226の下端部の温度については、原料ガスの分解温度以上になるようにしてもよい。これによれば、気体出口形成部品226の下端部の表面にRu膜が積極的に堆積することになり、この下端部からもRu膜を回収するようにすれば、その分、原料の回収効率を更に向上させることができる。

[0124] また、図11に示す成膜装置では、ガス導入手段38としてバッフル板220を用いた場合を例にとって説明したが、これに限定されず、図1に示したようなシャワーヘッド36やガスノズルを用いた装置例についても、本発

明を適用することができる。また更に、図11において説明した第2実施例の載置台構造を、図1に示した成膜装置に適用するようにして、周辺部品に不要な膜、例えばRu膜を積極的に堆積させるようにしてもよい。この場合には、気体出口228を設けていないことから、処理容器20内で回収する原料の量は、図11に示す成膜装置の場合よりは少し低下することになる。

[0125] また、上記各実施例においては、原料の有機金属化合物として、 $Ru_3(CO)_{12}$ 、 $W(CO)_6$ 、 $Ni(CO)_4$ 、 $Mo(CO)_6$ 、 $Co_2(CO)_8$ 、 $Rh_4(CO)_{12}$ 、 $Re_2(CO)_{10}$ 、 $Cr(CO)_6$ 、 $Os_3(CO)_{12}$ 、 $Ta(CO)_5$ 、TEMAT(テトラキスエチルメチルアミノチタニウム)、TAIMATA、 $Cu(EDMDD)_2$ 、 $TaCl_5$ 、TMA(トリメチルアルミニウム)、TBTDET(ターシャリーブチルイミドトリージエチルアミドタンタル)、PET(ペンタエトキシタンタル)、TMS(テトラメチルシラン)、TEH(テトラキスエトキシハフニウム)、 $Cp_2Mn[=Mn(C_5H_5)_2]$ 、 $(MeCp)_2Mn[=Mn(CH_3C_5H_4)_2]$ 、 $(EtCp)_2Mn[=Mn(C_2H_5C_5H_4)_2]$ 、 $(i-PrCp)_2Mn[=Mn(C_3H_7C_5H_4)_2]$ 、 $MeCpMn(CO)_3[=(CH_3C_5H_4)Mn(CO)_3]$ 、 $(t-BuCp)_2Mn[=Mn(C_4H_9C_5H_4)_2]$ 、 $CH_3Mn(CO)_5$ 、 $Mn(DPM)_3[=Mn(C_{11}H_{19}O_2)_3]$ 、 $Mn(DMPD)(EtCp)[=Mn(C_7H_{11}C_2H_5C_5H_4)]$ 、 $Mn(acac)_2[=Mn(C_5H_7O_2)_2]$ 、 $Mn(DPM)_2[=Mn(C_{11}H_{19}O_2)_2]$ 、 $Mn(acac)_3[=Mn(C_5H_7O_2)_3]$ よりなる群から選択される1の材料を用いることができる。

[0126] また、ここでは、被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、この半導体ウエハには、シリコン基板やGaAs、SiC、GaNなどの化合物半導体基板も含まれる。更には、これらの基板に限定されず、液晶表示装置に用いられるガラス基板や、セラミック基板等にも本発明を適用することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 真空排気が可能になされた処理容器内で、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、被処理体の表面に薄膜を形成するために当該被処理体を載置する載置台構造において、
- 前記被処理体を載置すると共に内部に加熱ヒータが設けられた載置台本体と、
- 前記載置台本体の側面と底面とを囲んだ状態で前記載置台本体を支持すると共に、内部に冷媒を流す冷媒通路が設けられ、前記原料ガスの分解温度未満で且つ固化温度又は液化温度以上の温度範囲に維持された基台と、
- を備えたことを特徴とする載置台構造。
- [請求項2] 前記載置台本体は、その底部において断熱材を介して前記基台に支持されている
- ことを特徴とする請求項1記載の載置台構造。
- [請求項3] 前記基台は、
- 内部に前記冷媒通路が設けられて前記載置台本体を直接的に支持する金属製のベース部と、
- 該ベース部の周縁部に前記載置台本体の側面を囲むように起立させて設けられると共に前記ベース部と一体的に結合された金属製のエッジリングと、
- からなることを特徴とする請求項1又は2記載の載置台構造。
- [請求項4] 前記ベース部と前記エッジリングとは、ボルトにより着脱可能に結合されている
- ことを特徴とする請求項3記載の載置台構造。
- [請求項5] 前記エッジリングの上面は、前記被処理体の半径方向外方へ所定の長さだけ延びるサイズとなっている
- ことを特徴とする請求項3又は4記載の載置台構造。
- [請求項6] 前記ベース部と前記エッジリングとの間には、前記ベース部と前記

エッジリングとを構成する金属よりも熱伝導性が低い金属よりなる熱伝導緩和部材が介設されている

ことを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の載置台構造。

[請求項7] 前記載置台本体の側面と前記エッジリングの内周面との間には、着脱可能になされたシールドリングが設けられている

ことを特徴とする請求項 3 乃至 6 のいずれか一項に記載の載置台構造。

[請求項8] 前記エッジリング上には、前記被処理体の側面に薄膜が形成されることを抑制するためのカバーリングが設けられている

ことを特徴とする請求項 3 乃至 7 のいずれか一項に記載の載置台構造。

[請求項9] 前記エッジリングの表面には、コーティング膜が施されていることを特徴とする請求項 3 乃至 8 のいずれか一項に記載の載置台構造。

[請求項10] 前記シールドリングの表面には、コーティング膜が施されていることを特徴とする請求項 7 記載の載置台構造。

[請求項11] 前記カバーリングの表面には、コーティング膜が施されていることを特徴とする請求項 8 記載の載置台構造。

[請求項12] 前記コーティング膜は、金属材料の溶射膜、テフロン（登録商標）膜、メッキ膜の内のいずれか 1 つであることを特徴とする請求項 9 乃至 11 のいずれか一項に記載の載置台構造。

[請求項13] 前記基台は、前記処理容器の底部より起立された支柱によって支持されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の載置台構造。

[請求項14] 真空排気が可能になされた処理容器内で、有機金属化合物の原料よ

りなる原料ガスを用いて、被処理体の表面に薄膜を形成するために当該被処理体を載置する載置台構造において、

前記被処理体を載置すると共に内部に加熱ヒータが設けられた載置台本体と、

前記載置台本体を支持すると共に内部に冷媒を流す冷媒通路が設けられた金属製のベース部と、

前記載置台本体の外周側に、前記載置台本体を囲むように着脱可能に設けられると共に、薄膜形成時には前記原料ガスの分解温度以上の温度に調整される周辺部品と、

を備えたことを特徴とする載置台構造。

[請求項15] 前記載置台本体は、その底部において断熱材を介して前記ベース部に支持されている

ことを特徴とする請求項14記載の載置台構造。

[請求項16] 前記ベース部の周縁部には、前記載置台本体の側面を囲むように起立させて設けられた金属製のエッジリングが設けられており、

当該エッジリングが、前記周辺部品の一部を構成している

ことを特徴とする請求項14又は15記載の載置台構造。

[請求項17] 前記ベース部と前記エッジリングとは、ボルトにより着脱可能に結合されている

ことを特徴とする請求項16記載の載置台構造。

[請求項18] 前記エッジリングの上面は、前記被処理体の半径方向外方へ所定の長さだけ延びるサイズとなっている

ことを特徴とする請求項16又は17記載の載置台構造。

[請求項19] 前記ベース部と前記エッジリングとの間には、前記ベース部と前記エッジリングとを構成する金属よりも熱伝導性が低い金属よりなる熱伝導緩和部材が介設されている

ことを特徴とする請求項16乃至18のいずれか一項に記載の載置台構造。

- [請求項20] 前記載置台本体の側面と前記エッジリングの内周面との間には、着脱可能になされたシールドリングが設けられており、
当該シールドリングが、前記周辺部品の一部を構成している
ことを特徴とする請求項16乃至19のいずれか一項に記載の載置台構造。
- [請求項21] 前記載置台本体と前記エッジリングとは、両者間の熱伝導性を向上させるために、部分的に熱伝導性促進部材を介して、或いは、直接的に接するようにして、設けられている
ことを特徴とする請求項16乃至20のいずれか一項に記載の載置台構造。
- [請求項22] 前記エッジリング上には、前記被処理体の側面に薄膜が形成されることを抑制するためのカバーリングが設けられており、
当該カバーリングが、前記周辺部品の一部を構成している
ことを特徴とする請求項16乃至21のいずれか一項に記載の載置台構造。
- [請求項23] 前記エッジリングの表面には、コーティング膜が施されている
ことを特徴とする請求項16乃至22のいずれか一項に記載の載置台構造。
- [請求項24] 前記シールドリングの表面には、コーティング膜が施されている
ことを特徴とする請求項20記載の載置台構造。
- [請求項25] 前記カバーリングの表面には、コーティング膜が施されている
ことを特徴とする請求項22記載の載置台構造。
- [請求項26] 前記コーティング膜は、金属材料の溶射膜、テフロン（登録商標）膜、メッキ膜の内のいずれか1つである
ことを特徴とする請求項23乃至25のいずれか一項に記載の載置台構造。
- [請求項27] 前記ベース部は、前記処理容器の底部より起立された支柱によって支持されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 26 のいずれか一項に記載の載置台構造。

[請求項28]

前記有機金属化合物は、 $Ru_3(CO)_{12}$ 、 $W(CO)_6$ 、 $Ni(CO)_4$ 、 $Mo(CO)_6$ 、 $Co_2(CO)_8$ 、 $Rh_4(CO)_{12}$ 、 $Re_2(CO)_{10}$ 、 $Cr(CO)_6$ 、 $Os_3(CO)_{12}$ 、 $Ta(CO)_5$ 、 $TEMAT$ (テトラキスエチルメチルアミノチタニウム)、 $TAIMATA$ 、 $Cu(EDMDD)_2$ 、 $TaCl_5$ 、 TMA (トリメチルアルミニウム)、 $TBTDET$ (ターシャリーブチルイミドートリジェチルアミドタンタル)、 PET (ペンタエトキシタンタル)、 TMS (テトラメチルシラン)、 TEH (テトラキスエトキシハフニウム)、 $Cp_2Mn [=Mn(C_5H_5)_2]$ 、 $(MeCp)_2Mn [=Mn(CH_3C_5H_4)_2]$ 、 $(EtCp)_2Mn [=Mn(C_2H_5C_5H_4)_2]$ 、 $(i-PrCp)_2Mn [=Mn(C_3H_7C_5H_4)_2]$ 、 $MeCpMn(CO)_3 [= (CH_3C_5H_4)Mn(CO)_3]$ 、 $(t-BuCp)_2Mn [=Mn(C_4H_9C_5H_4)_2]$ 、 $CH_3Mn(CO)_5$ 、 $Mn(DPM)_3 [=Mn(C_{11}H_{19}O_2)_3]$ 、 $Mn(DMPD)(EtCp) [=Mn(C_7H_{11}C_2H_5C_5H_4)]$ 、 $Mn(acac)_2 [=Mn(C_5H_7O_2)_2]$ 、 $Mn(DPM)_2 [=Mn(C_{11}H_{19}O_2)_2]$ 、 $Mn(acac)_3 [=Mn(C_5H_7O_2)_3]$ よりなる群から選択される 1 の材料よりなる

ことを特徴とする請求項 1 乃至 27 のいずれか一項に記載の載置台構造。

[請求項29]

被処理体の表面に有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて薄膜を形成する成膜処理を施すための成膜装置において、

真空排気が可能になされた処理容器と、

前記被処理体を載置するための請求項 1 乃至 28 のいずれか一項に記載の載置台構造と、

前記処理容器内へガスを導入するガス導入手段と、
前記ガス導入手段に接続されて前記原料ガスを供給する原料ガス供給系と、
前記処理容器内の雰囲気気を排気する排気系と、
前記排気系に流れる排気ガス中から未反応の原料ガスを捕集して回収するトラップ機構と、
を備えたことを特徴とする成膜装置。

[請求項30] 前記トラップ機構は、前記原料ガスを凝固させて回収するようになっていることを特徴とする請求項29記載の成膜装置。

[請求項31] 前記処理容器内には、その下端部が前記載置台構造の上端側の周縁部と接近して排気用の気体出口を形成する気体出口形成部品が設けられていることを特徴とする請求項29又は30記載の成膜装置。

[請求項32] 前記気体出口は、前記載置台構造の周方向に沿って環状に形成されていることを特徴とする請求項31記載の成膜装置。

[請求項33] 前記処理容器内には、前記載置台構造に載置された前記被処理体よりも径方向で外側部分に前記原料ガスが前記被処理体を避けて前記気体出口へと流れるように供給するガス導入部が設けられていることを特徴とする請求項31又は32記載の成膜装置。

[請求項34] 真空排気が可能になされた処理容器内の載置台構造上に被処理体を載置し、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、前記被処理体の表面に薄膜を形成するようにした成膜装置における原料回収方法において、

前記載置台構造により前記被処理体を加熱すると共に、前記被処理体が直接的に載置されて接している構成部品以外の構成部品の温度を前記原料ガスの分解温度未満で且つ固化温度又は液化温度以上の温度

範囲である低温に維持した状態で、前記被処理体の表面に前記薄膜を形成する成膜工程と、

前記処理容器から排出される排気ガス中に含まれる未反応の原料ガスを固化又は液化することにより原料を回収する回収工程と、を備えたことを特徴とする原料回収方法。

[請求項35]

前記載置台構造は、前記被処理体を載置すると共に内部に加熱ヒータが設けられた載置台本体と、前記載置台本体の側面と底面とを囲んだ状態で前記載置台本体を支持すると共に内部に冷媒を流す冷媒通路が設けられた基台と、からなっており、

前記低温に維持される構成部品は、前記基台を含むことを特徴とする請求項34記載の原料回収方法。

[請求項36]

前記基台には、カバーリングが設けられており、前記低温に維持される構成部品は、前記カバーリングを含むことを特徴とする請求項35記載の原料回収方法。

[請求項37]

前記処理容器の壁面が、前記原料ガスの分解温度未満で且つ固化温度又は液化温度以上の温度範囲に維持されていることを特徴とする請求項34乃至36のいずれか一項に記載の原料回収方法。

[請求項38]

真空排気が可能になされた処理容器内の載置台構造上に被処理体を載置し、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、前記被処理体の表面に薄膜を形成するようにした成膜装置における原料回収方法において、

前記載置台構造により前記被処理体を加熱すると共に、前記被処理体が直接的に載置されて接している構成部品の外周側に位置する周辺部品の温度を前記原料ガスの分解温度以上の温度に維持した状態で、前記被処理体の表面に前記薄膜を形成する成膜工程と、

前記処理容器から排出される排気ガス中に含まれる未反応の原料ガスを固化又は液化することにより原料を回収する回収工程と、

を備えたことを特徴とする原料回収方法。

[請求項39] 前記周辺部品の上方に気体出口が設けられ、前記載置台構造の上方に位置する処理空間から排出されるガスが絞り込まれるようになっている

ことを特徴とする請求項38記載の原料回収方法。

[請求項40] 前記処理容器の壁面が、前記原料ガスの分解温度未満で且つ固化温度又は液化温度以上の温度範囲に維持されている

ことを特徴とする請求項38又は39記載の原料回収方法。

[請求項41] 真空排気が可能になされた処理容器内の載置台構造上に被処理体を載置し、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、前記被処理体の表面に薄膜を形成するようにした成膜装置における原料回収方法において、

前記載置台構造の着脱可能になされた構成部品にコーティング膜を形成するコーティング膜形成工程と、

前記コーティング膜が形成された構成部品を装着して載置台構造を形成する装着工程と、

前記構成部品が装着された載置台構造に前記被処理体を載置させた状態で前記被処理体の表面に薄膜を形成する成膜工程と、

前記成膜工程の後に前記構成部品を前記載置台構造から取り外す取り外し工程と、

前記構成部品に付着している薄膜を前記コーティング膜と共に前記構成部品から除去する除去工程と、

前記除去された薄膜から前記原料に含まれる金属を回収する回収工程と、

を備えたことを特徴とする原料回収方法。

[請求項42] 前記回収された金属を再生して前記原料を作る再生工程

を更に備えたことを特徴とする請求項41記載の原料回収方法。

[請求項43] 前記載置台構造は、前記被処理体を載置すると共に内部に加熱ヒー

タが設けられた載置台本体と、前記載置台本体の側面と底面とを囲んだ状態で前記載置台本体を支持すると共に内部に冷媒を流す冷媒通路が設けられた基台と、からなっており、

前記基台は、内部に前記冷媒通路が設けられて前記載置台本体を直接的に支持する金属製のベース部と、該ベース部の周縁部に前記載置台本体の側面を囲むように起立させて設けられると共に前記ベース部と一体的に結合された金属製のエッジリングと、からなっており、

前記着脱可能になされた構成部品は、前記エッジリングであることを特徴とする請求項 4 1 又は 4 2 記載の原料回収方法。

[請求項44] 前記載置台本体の側面と前記エッジリングの内周面との間には、シールドリングが設けられており、

前記着脱可能になされた構成部品は、前記シールドリングであることを特徴とする請求項 4 3 記載の原料回収方法。

[請求項45] 前記エッジリング上には、前記被処理体の側面に薄膜が形成されることを抑制するためのカバーリングが設けられており、

前記着脱可能になされた構成部品は、前記カバーリングであることを特徴とする請求項 4 3 又は 4 4 記載の原料回収方法。

[請求項46] 真空排気が可能になされた処理容器内の載置台構造上に被処理体を載置し、有機金属化合物の原料よりなる原料ガスを用いて、前記被処理体の表面に薄膜を形成するようにした成膜装置における原料回収方法において、

加熱ヒータが設けられた載置台本体に、該載置台本体の外周側を囲むようにして周辺部品を装着して、載置台構造を形成する装着工程と、

前記周辺部品が装着された前記載置台構造に前記被処理体を載置させると共に、前記被処理体と前記周辺部品とを前記原料ガスの分解温度以上の温度に維持した状態で前記被処理体の表面に薄膜を形成する成膜工程と、

前記成膜工程の後に前記周辺部品を前記載置台構造から取り外す取り外し工程と、

前記周辺部品に付着している薄膜を前記周辺部品から除去する除去工程と、

前記除去された薄膜から前記原料に含まれる金属を回収する回収工程と、

を備えたことを特徴とする原料回収方法。

[請求項47]

前記回収された金属を再生して前記原料を作る再生工程

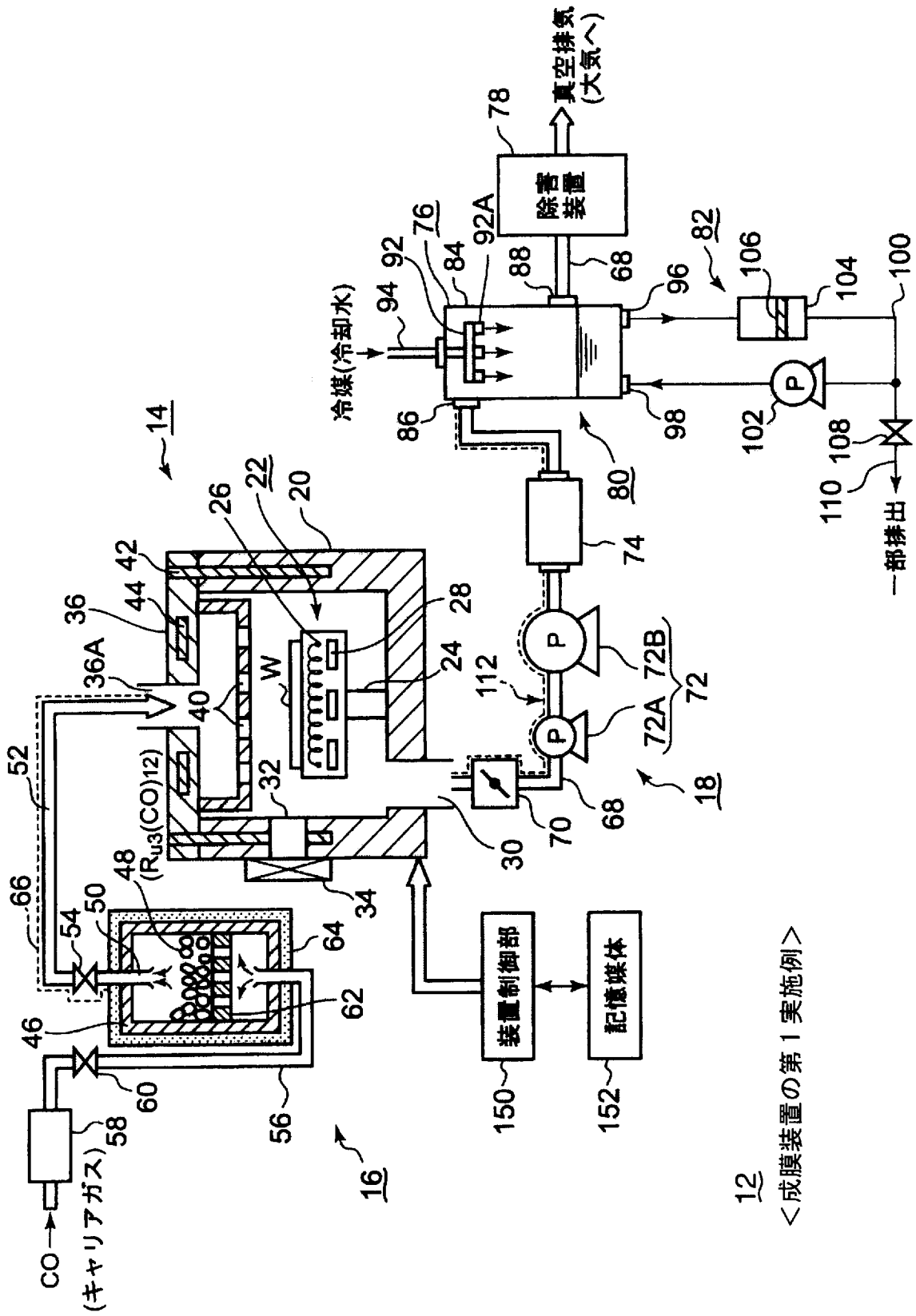
を更に備えたことを特徴とする請求項46記載の原料回収方法。

[請求項48]

前記装着工程の前工程として、前記周辺部品にコーティング膜を形成するコーティング膜形成工程

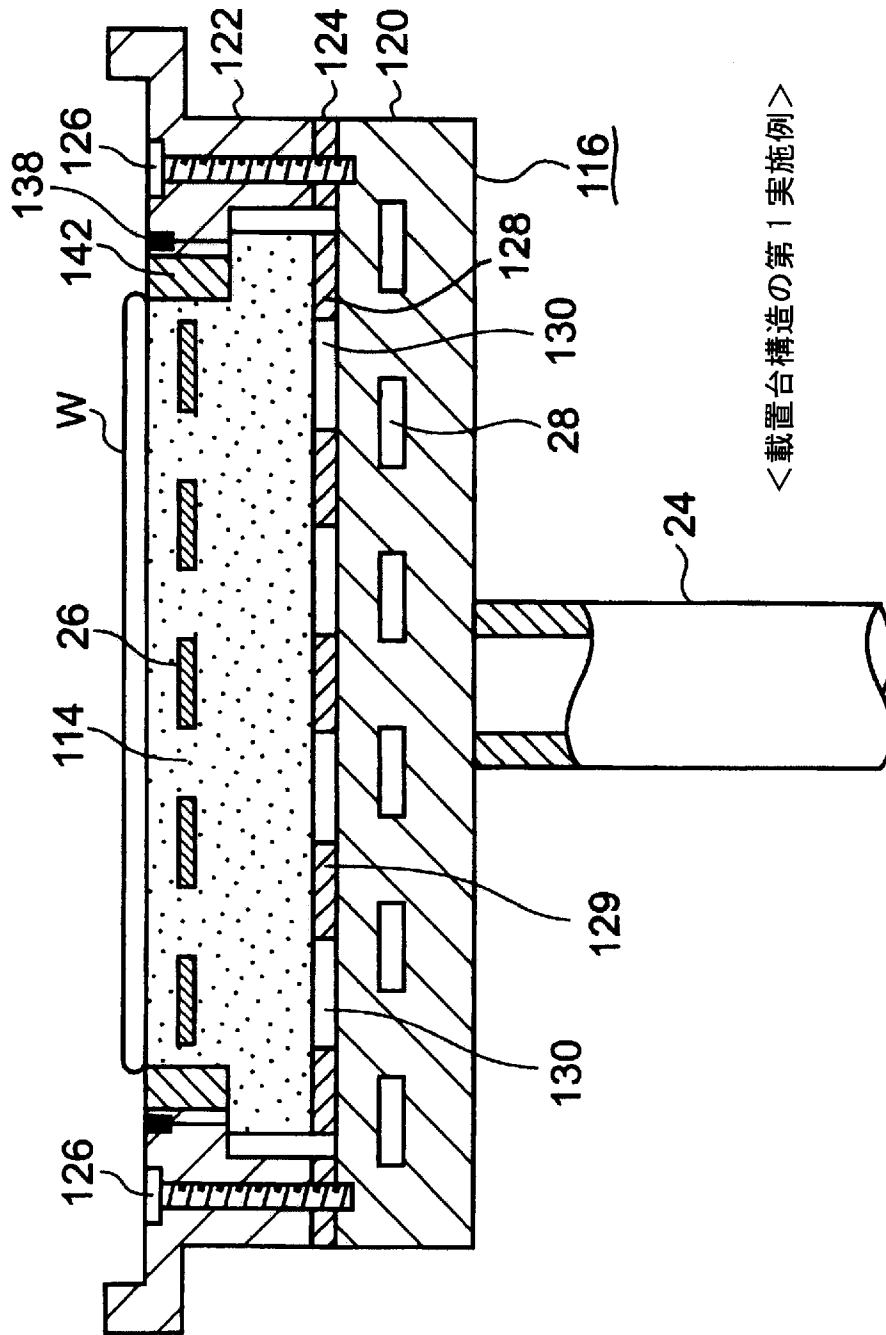
を更に備えたことを特徴とする請求項46又は47記載の原料回収方法。

[図1]



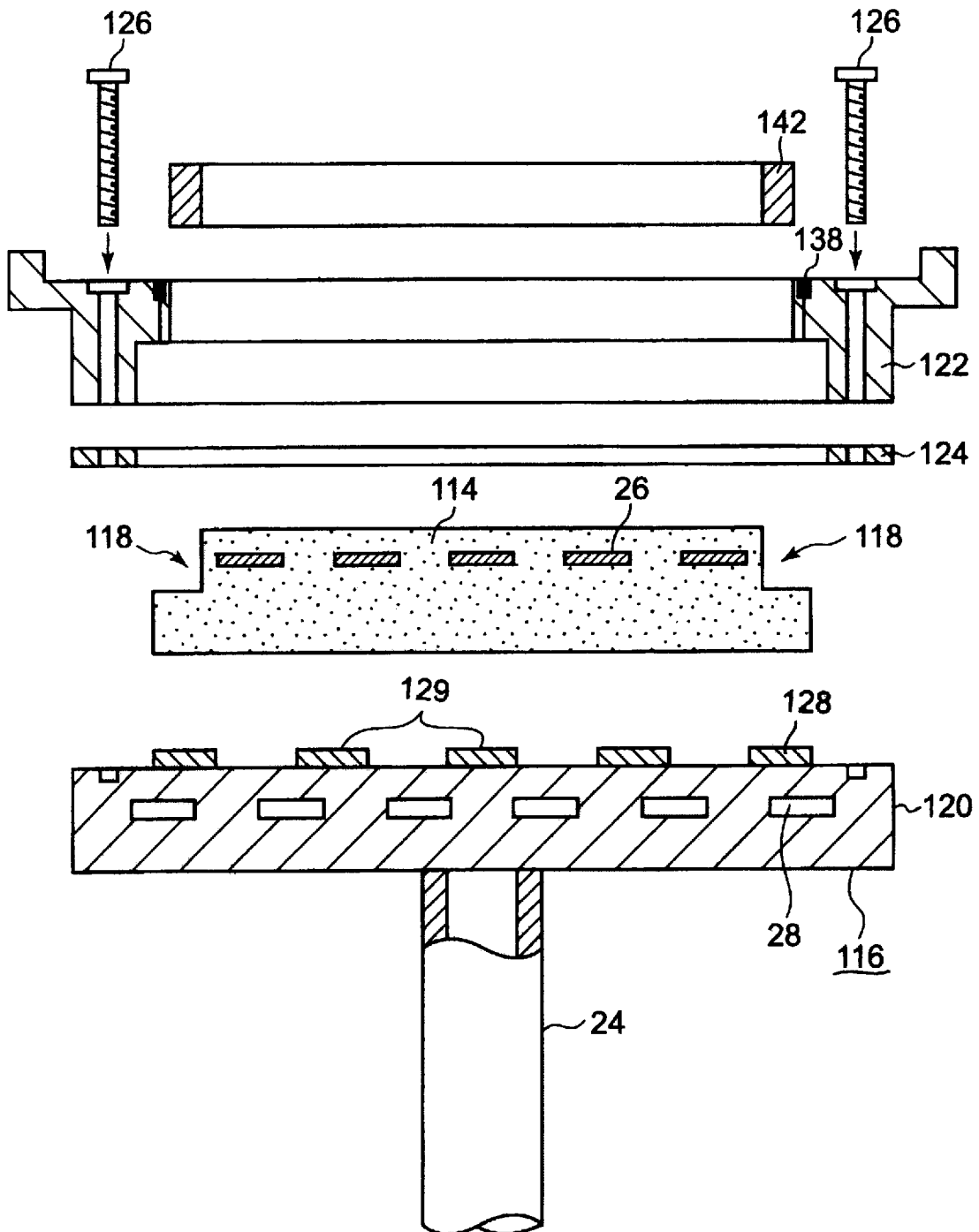
12
<成膜装置の第1実施例>

[図2]

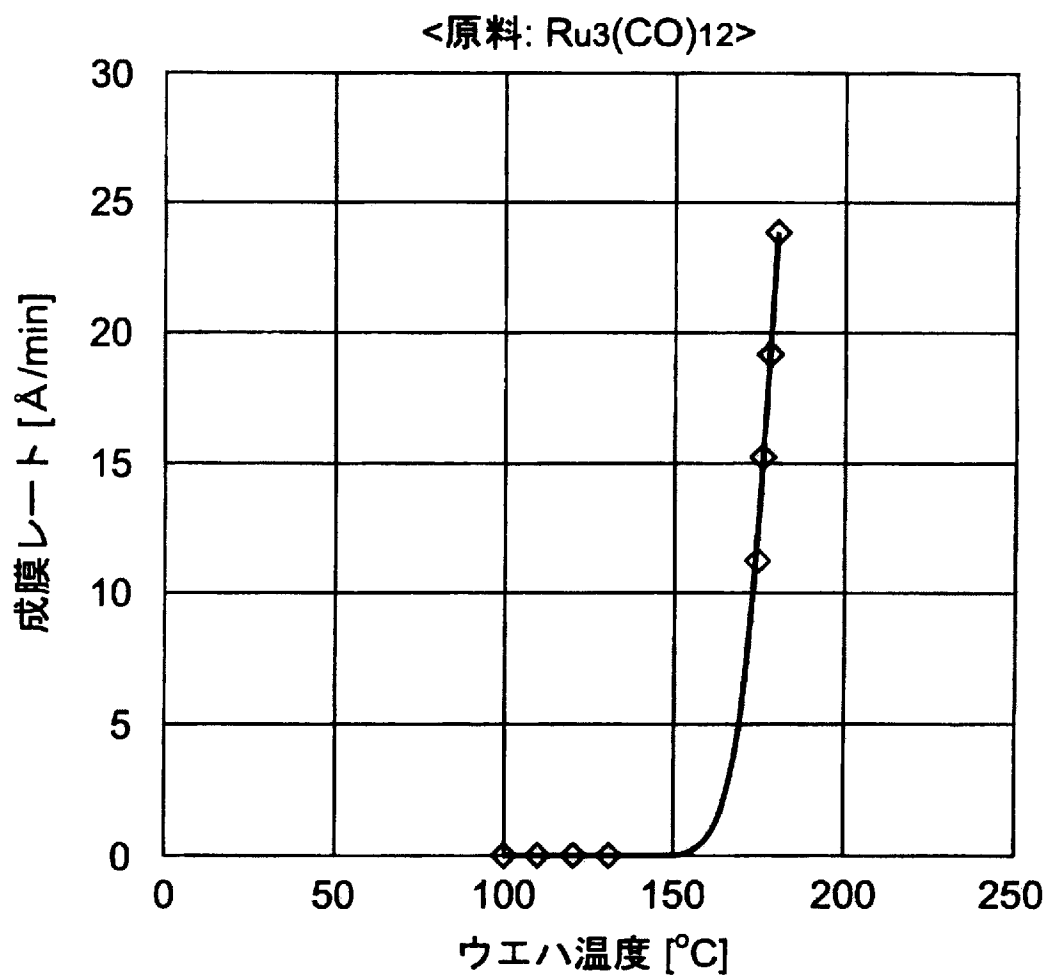


<載置台構造の第1実施例>

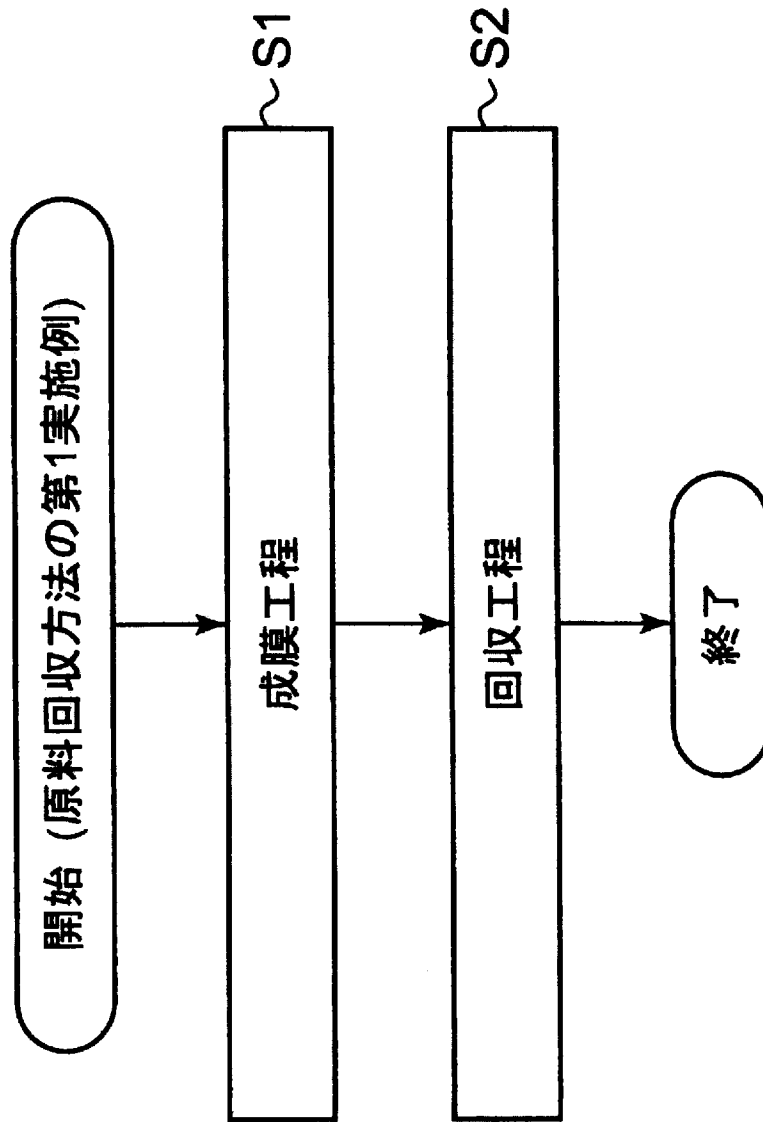
[図3]



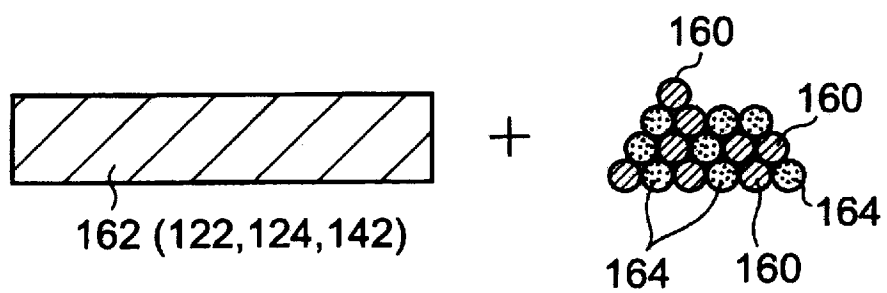
[図5]



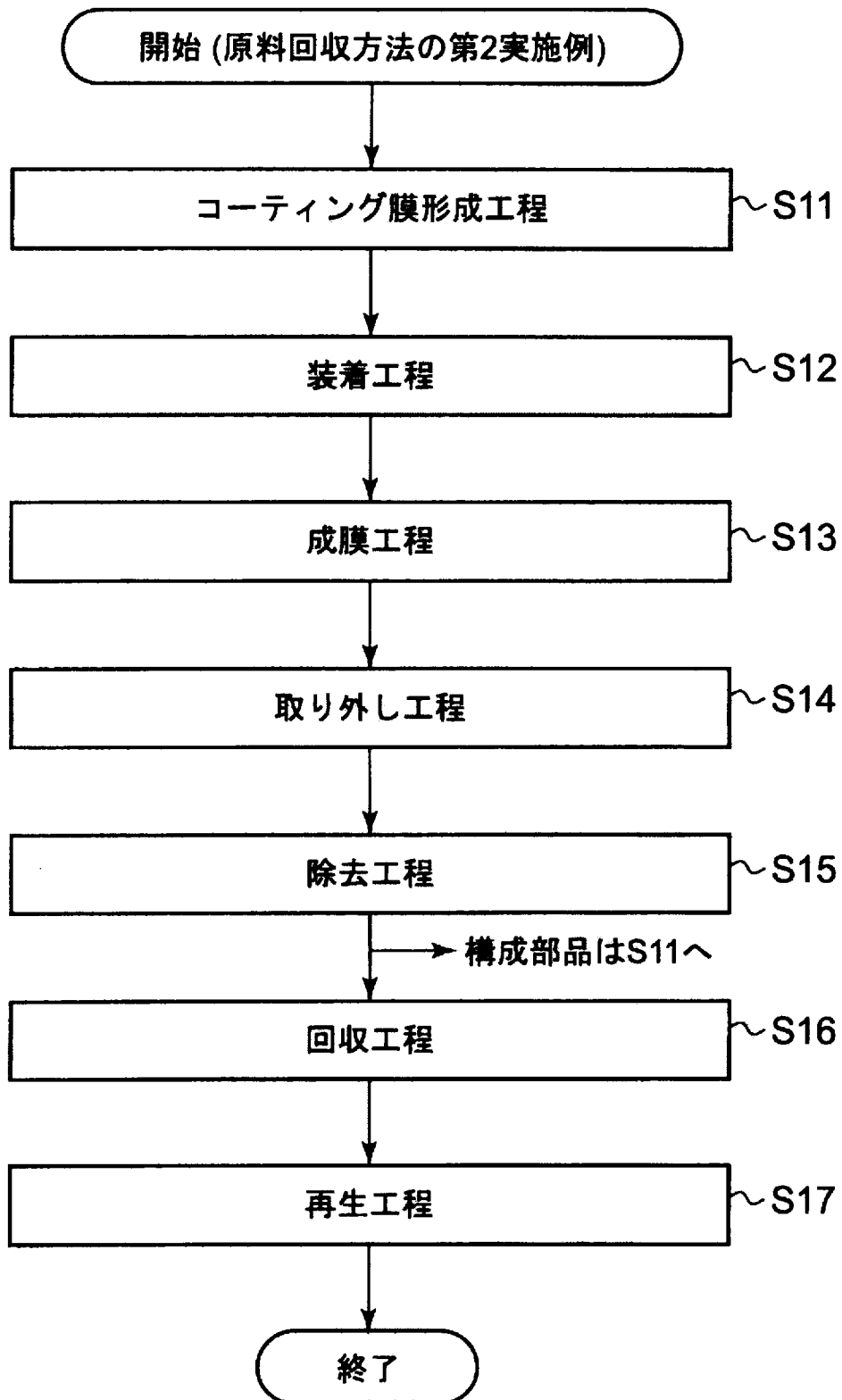
[図6]



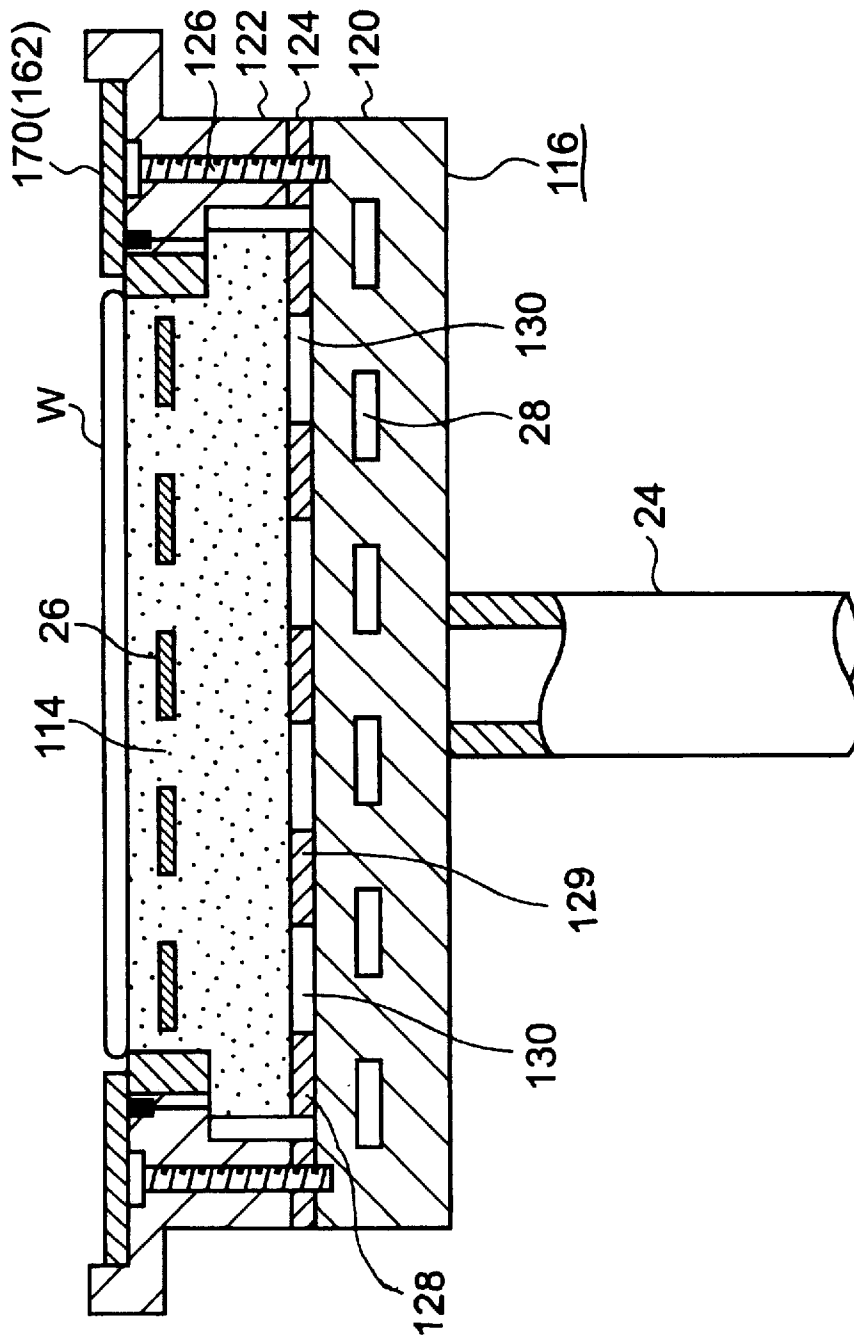
[図8C]



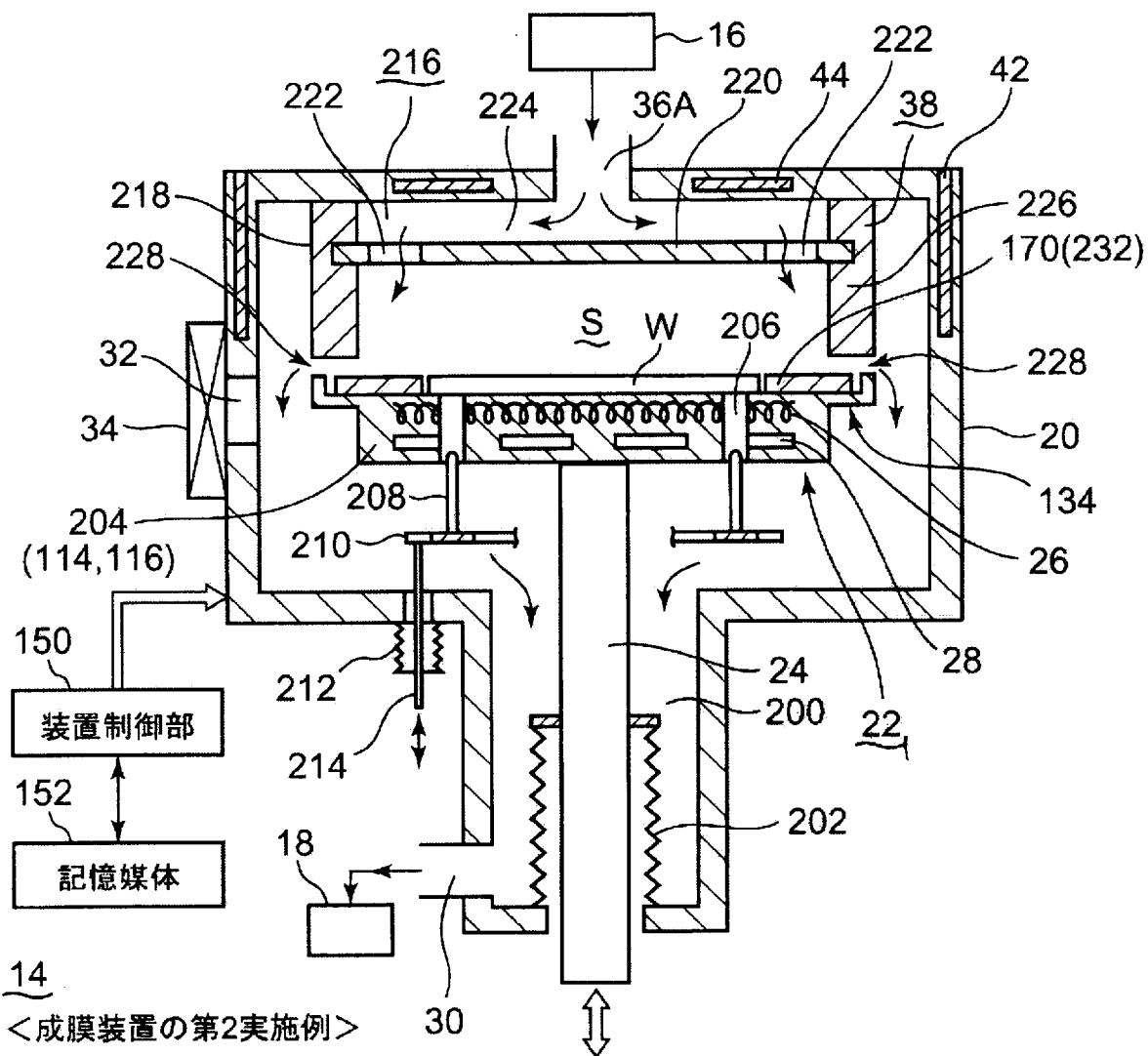
[図9]



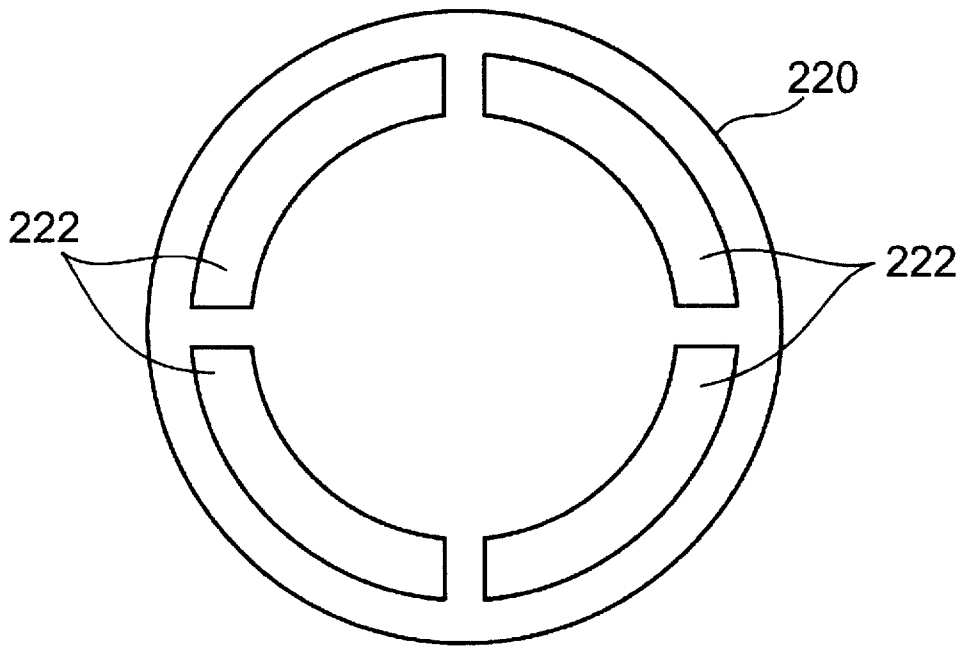
[図10]



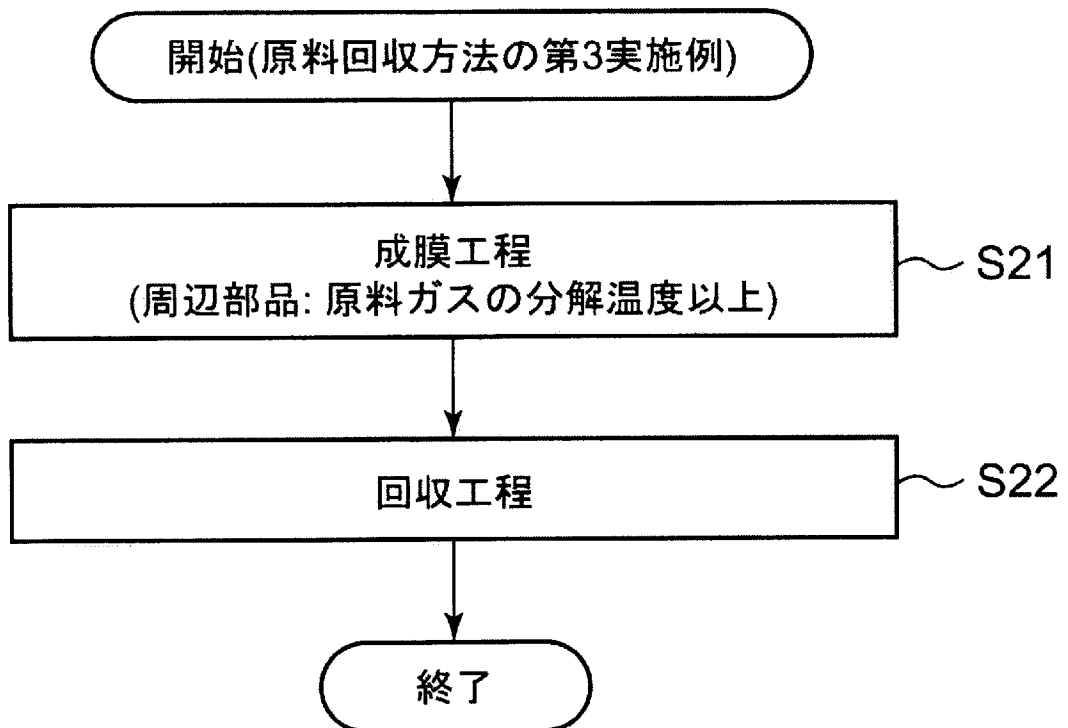
[図11]



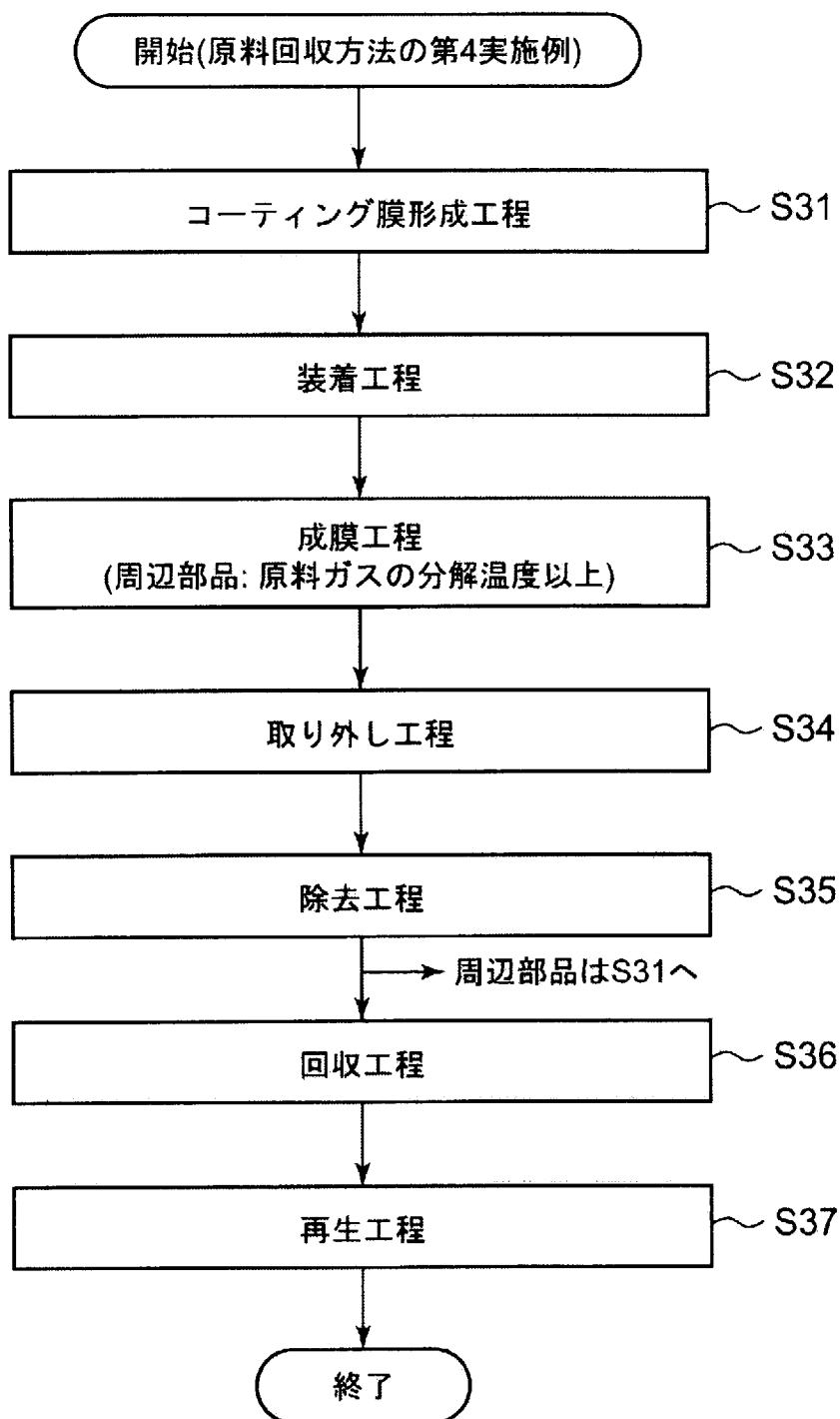
[図12]



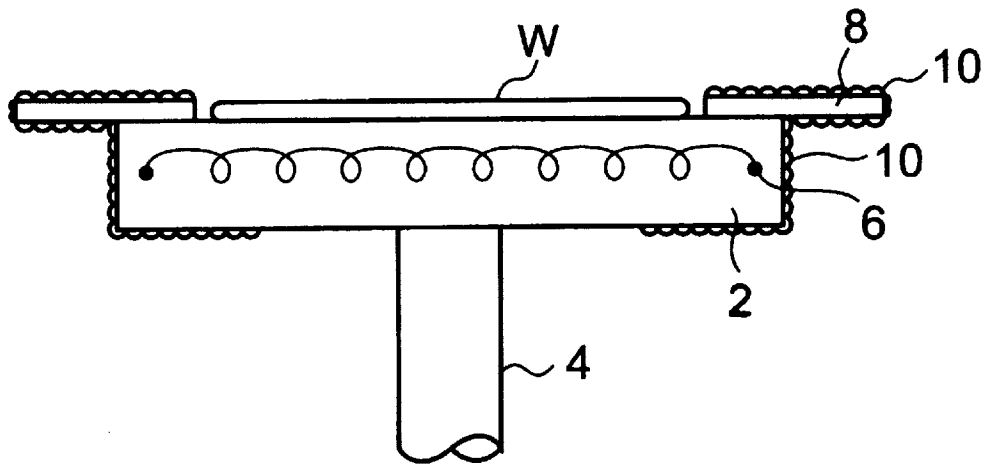
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053458

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/683(2006.01)i, C23C16/458(2006.01)i, H01L21/02(2006.01)i,
H01L21/205(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)

H01L21/683, C23C16/458, H01L21/02, H01L21/205

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
Y	JP 7-22501 A (Tokyo Electron Ltd.), 24 January 1995 (24.01.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-48
Y	JP 9-186095 A (Hitachi, Ltd.), 15 July 1997 (15.07.1997), paragraph [0009]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-40, 46-48
Y	JP 2006-216864 A (Hitachi Cable, Ltd.), 17 August 2006 (17.08.2006), paragraph [0024]; fig. 1 (Family: none)	1-40, 46-48

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
23 March, 2010 (23.03.10)

Date of mailing of the international search report
06 April, 2010 (06.04.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053458

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 6-132386 A (Mitsubishi Materials Corp.), 13 May 1994 (13.05.1994), paragraph [0011]; fig. 1 (Family: none)	9-12, 23-26, 41-45, 48
Y	JP 2001-342566 A (Tanaka Kikinzoku Kogyo Kabushiki Kaisha), 14 December 2001 (14.12.2001), paragraphs [0043] to [0048]; fig. 1 & US 2001/0036509 A1 paragraphs [0051] to [0057]; fig. 1	29-48

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01L21/683 (2006.01) i, C23C16/458 (2006.01) i, H01L21/02 (2006.01) i, H01L21/205 (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. H01L21/683, C23C16/458, H01L21/02, H01L21/205

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 1971-2010年
 日本国実用新案登録公報 1996-2010年
 日本国登録実用新案公報 1994-2010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
Y	JP 7-22501 A (東京エレクトロン株式会社) 1995.01.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-48
Y	JP 9-186095 A (株式会社日立製作所) 1997.07.15, 【0009】段落, 図1-4 (ファミリーなし)	1-40, 46-48
Y	JP 2006-216864 A (日立電線株式会社) 2006.08.17, 【0024】段落, 図1 (ファミリーなし)	1-40, 46-48

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、一般的な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 23.03.2010	国際調査報告の発送日 06.04.2010
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) 土田 嘉一 電話番号 03-3581-1101 内線 3324

3U 9825

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 6-132386 A (三菱マテリアル株式会社) 1994. 05. 13, 【0011】段落, 図1 (ファミリーなし)	9-12, 23-26, 41-45, 48
Y	JP 2001-342566 A (田中貴金属工業株式会社) 2001. 12. 14, 【0043】 - 【0048】段落, 図1 & US 2001/0036509 A1, [0051]-[0057], 図1	29-48