

(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
2017年9月21日(21.09.2017)



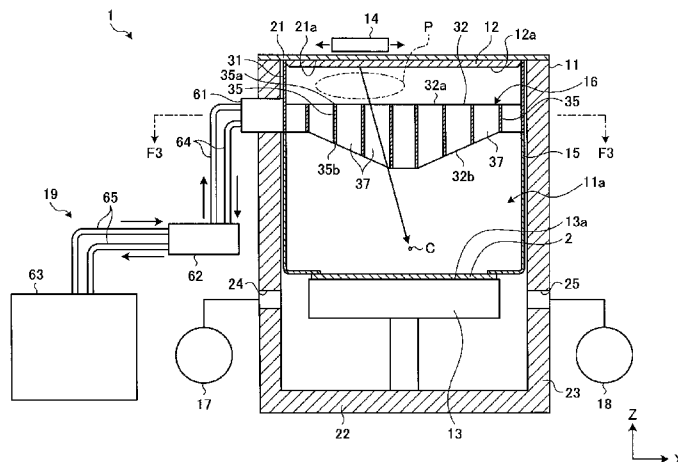
(10) 国際公開番号
WO 2017/158980 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/54 (2006.01) *H01L 21/285* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/087824 (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2016年12月19日(19.12.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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.
- (30) 優先権データ:
特願 2016-050218 2016年3月14日(14.03.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 竹内 将勝 (TAKEUCHI, Masakatsu); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 加藤 視紅磨 (KATO, Shiguma); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 青山 徳博 (AOYAMA, Yasuhiro); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 寺田 貴洋 (TERADA, Takahiro); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 徳田 祥典 (TOKUDA, Yoshinori); 〒

[続葉有]

(54) Title: PROCESSING DEVICE, SPUTTERING DEVICE, AND COLLIMATOR

(54) 発明の名称: 処理装置、スパッタ装置、及びコリメータ



(57) Abstract: A processing device according to one embodiment is equipped with an object positioning section, a generation-source positioning section, a collimator, and a temperature adjustment unit. The object positioning section is positioned in a manner such that an object is positioned therein. The generation-source positioning section is positioned at a location separated from the object positioning section, and is configured in a manner such that a particle generation source capable of discharging particles toward the object is positioned therein. The collimator is positioned between the object positioning section and the generation-source positioning section, has a plurality of partitions, and has a plurality of through-holes that are formed therein by the plurality of partitions and extend in a direction from the object positioning section toward the generation-source positioning section. The temperature adjustment unit is configured so as to adjust the temperature of the collimator.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/158980 A1



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))

一つの実施形態に係る処理装置は、物体配置部と、発生源配置部と、コリメータと、温度調整部と、を備える。前記物体配置部は、物体が配置されるよう構成される。前記発生源配置部は、前記物体配置部から離間した位置に配置され、前記物体に向かって粒子を放出することが可能な粒子発生源が配置されるよう構成される。前記コリメータは、前記物体配置部と前記発生源配置部との間に配置されるよう構成され、複数の壁を有し、前記複数の壁によって形成され前記物体配置部から前記発生源配置部へ向かう方向に延びる複数の貫通口を形成する。前記温度調整部は、前記コリメータの温度を調整するよう構成される。

明 細 書

発明の名称： 処理装置、スパッタ装置、及びコリメータ

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、処理装置、スパッタ装置、及びコリメータに関する。

背景技術

[0002] 例えば半導体ウェハに金属を成膜するスパッタ装置は、成膜される金属粒子の方向を揃えるためのコリメータを有する。コリメータは、多数の貫通口を形成する壁を有し、半導体ウェハのような、処理がされる物体に対して略垂直方向に飛ぶ粒子を通過させるとともに、斜めに飛ぶ粒子を遮断する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-216092号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] スパッタリングのような処理には、種々の条件が関係し、当該条件が変化することによって処理の結果が変化する。

課題を解決するための手段

[0005] 一つの実施形態に係る処理装置は、物体配置部と、発生源配置部と、コリメータと、温度調整部と、を備える。前記物体配置部は、物体が配置されるよう構成される。前記発生源配置部は、前記物体配置部から離間した位置に配置され、前記物体に向かって粒子を放出することが可能な粒子発生源が配置されるよう構成される。前記コリメータは、前記物体配置部と前記発生源配置部との間に配置されるよう構成され、複数の壁を有し、前記複数の壁によって形成され前記物体配置部から前記発生源配置部へ向かう方向に延びる複数の貫通口を形成する。前記温度調整部は、前記コリメータの温度を調整するよう構成される。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1は、第1の実施形態に係るスパッタ装置を概略的に示す断面図である。

[図2]図2は、第1の実施形態のコリメータを示す平面図である。

[図3]図3は、第1の実施形態のスパッタ装置の一部を図1のF3-F3線に沿って示す断面図である。

[図4]図4は、第1の実施形態の一つの壁を概略的に示す斜視図である。

[図5]図5は、第1の実施形態の一つの壁を模式的に示す断面図である。

[図6]図6は、第2の実施形態に係るスパッタ装置の一部を示す断面図である。

[図7]図7は、第3の実施形態に係るスパッタ装置を概略的に示す断面図である。

[図8]図8は、第3の実施形態のスパッタ装置の一部を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0007] 以下に、第1の実施形態について、図1乃至図5を参照して説明する。なお、本明細書においては基本的に、鉛直上方を上方向、鉛直下方を下方向と定義する。また、本明細書において、実施形態に係る構成要素及び当該要素の説明について、複数の表現が記載されることがある。複数の表現がされた構成要素及び説明について、記載されていない他の表現がされても良い。さらに、複数の表現がされない構成要素及び説明についても、記載されていない他の表現がされても良い。

[0008] 図1は、第1の実施形態に係るスパッタ装置1を概略的に示す断面図である。スパッタ装置1は、処理装置の一例であり、例えば、半導体製造装置、製造装置、加工装置、又は装置とも称され得る。

[0009] スパッタ装置1は、例えば、マグネトロンスパッタリングを行うための装置である。スパッタ装置1は、例えば、半導体ウェハ2の表面に、金属粒子によって成膜を行う。半導体ウェハ2は、物体の一例であり、例えば、対象とも称され得る。なお、スパッタ装置1は、例えば、他の対象物に成膜を行

っても良い。

[0010] スパッタ装置 1 は、チャンバ 1 1 と、ターゲット 1 2 と、ステージ 1 3 と、マグネット 1 4 と、遮蔽部材 1 5 と、コリメータ 1 6 と、ポンプ 1 7 と、タンク 1 8 と、温度調整装置 1 9 と、を備える。チャンバ 1 1 は、容器の一例である。ターゲット 1 2 は、粒子発生源の一例である。コリメータ 1 6 は、例えば、遮蔽部品、整流部品、又は方向調整部品とも称され得る。ポンプ 1 7 は、例えば、圧力調整部、気体除去部、又は吸引部とも称され得る。温度調整装置 1 9 は、温度調整部の一例である。

[0011] 各図面に示されるように、本明細書において、X 軸、Y 軸及び Z 軸が定義される。X 軸と Y 軸と Z 軸とは、互いに直交する。X 軸は、チャンバ 1 1 の幅に沿う。Y 軸は、チャンバ 1 1 の奥行き（長さ）に沿う。Z 軸は、チャンバ 1 1 の高さに沿う。以下の記載は、Z 軸が鉛直方向に沿うものとして説明する。なお、スパッタ装置 1 の Z 軸が鉛直方向に対して斜めに交差しても良い。

[0012] チャンバ 1 1 は、密閉可能な箱状に形成される。チャンバ 1 1 は、上壁 2 1 と、底壁 2 2 と、側壁 2 3 と、排出口 2 4 と、導入口 2 5 とを有する。上壁 2 1 は、例えば、バックングプレート、取付部、又は保持部とも称され得る。

[0013] 上壁 2 1 と底壁 2 2 とは、Z 軸に沿う方向（鉛直方向）に対向するように配置される。上壁 2 1 は、所定の間隔を介して底壁 2 2 の上方に位置する。側壁 2 3 は、Z 軸に沿う方向に延びる筒状に形成され、上壁 2 1 と底壁 2 2 とを接続する。

[0014] チャンバ 1 1 の内部に処理室 1 1 a が設けられる。処理室 1 1 a は、容器の内部とも称され得る。上壁 2 1、底壁 2 2、及び側壁 2 3 の内面が、処理室 1 1 a を形成する。処理室 1 1 a は、気密に閉じられることが可能である。言い換えると、処理室 1 1 a は、密閉されることが可能である。気密に閉じられた状態とは、処理室 1 1 a の内部と外部との間で気体の移動が無い状態であり、処理室 1 1 a に排出口 2 4 及び導入口 2 5 が開口しても良い。

- [0015] ターゲット 1 2、ステージ 1 3、遮蔽部材 1 5、及びコリメータ 1 6は、処理室 1 1 aに配置される。言い換えると、ターゲット 1 2、ステージ 1 3、遮蔽部材 1 5、及びコリメータ 1 6は、チャンバ 1 1に收容される。なお、ターゲット 1 2、ステージ 1 3、遮蔽部材 1 5、及びコリメータ 1 6はそれぞれ、部分的に処理室 1 1 aの外に位置しても良い。
- [0016] 排出口 2 4は、処理室 1 1 aに開口し、ポンプ 1 7に接続される。ポンプ 1 7は、例えば、ドライポンプである。ポンプ 1 7が排出口 2 4から処理室 1 1 aの気体を吸引することで、処理室 1 1 aの気圧が低下し得る。ポンプ 1 7は、処理室 1 1 aを真空にしても良い。
- [0017] 導入口 2 5は、処理室 1 1 aに開口し、タンク 1 8に接続される。タンク 1 8は、例えばアルゴンガスのような不活性ガスを收容する。アルゴンガスが、タンク 1 8から導入口 2 5を通して処理室 1 1 aに導入され得る。タンク 1 8は、アルゴンガスの導入を止めることが可能なバルブを有する。
- [0018] ターゲット 1 2は、粒子の発生源として利用される、例えば円盤状の金属板である。なお、ターゲット 1 2は、他の形状に形成されても良い。本実施形態において、ターゲット 1 2は、例えば銅によって作られる。ターゲット 1 2は、他の材料によって作られても良い。
- [0019] ターゲット 1 2は、チャンバ 1 1の上壁 2 1の取付面 2 1 aに取り付けられる。バックングプレートである上壁 2 1は、ターゲット 1 2の冷却材及び電極として用いられる。なお、チャンバ 1 1は、上壁 2 1と別個の部品としてのバックングプレートを有しても良い。
- [0020] 上壁 2 1の取付面 2 1 aは、下方に向き、略平坦に形成された、上壁 2 1の内面である。このような取付面 2 1 aにターゲット 1 2が配置される。上壁 2 1は、発生源配置部の一例である。発生源配置部は、独立の部材又は部品に限らず、ある部材又は部品上の特定の位置であって良い。
- [0021] ターゲット 1 2は、下面 1 2 aを有する。下面 1 2 aは、下方に向く略平坦な面である。ターゲット 1 2に電圧が印加されると、チャンバ 1 1の内部に導入されたアルゴンガスがイオン化し、プラズマ Pが発生する。図 1は、

プラズマPを二点鎖線で示す。

- [0022] マグネット14は、処理室11aの外部に位置する。マグネット14は、上壁21及びターゲット12に沿って移動可能である。プラズマPは、マグネット14の近くで発生する。このため、マグネット14とプラズマPとの間に、ターゲット12が位置する。
- [0023] プラズマPのアルゴンイオンがターゲット12に衝突することで、例えばターゲット12の下面12aから、ターゲット12を構成する成膜材料の粒子Cが飛ぶ。言い換えると、ターゲット12は、粒子Cを放出することが可能である。本実施形態において、粒子Cは、銅イオン、銅原子、及び銅分子を含む。
- [0024] ターゲット12の下面12aから粒子Cが飛ぶ方向は、コサイン則（ランベルトの余弦則）に従って分布する。すなわち、下面12aのある一点から飛ぶ粒子Cは、下面12aの法線方向（鉛直方向）に最も多く飛ぶ。法線方向に対して角度 θ で傾斜する（斜めに交差する）方向に飛ぶ粒子の数は、法線方向に飛ぶ粒子の数の余弦（ $\cos \theta$ ）に大よそ比例する。
- [0025] 粒子Cは、本実施形態における粒子の一例であり、ターゲット12を構成する成膜材料の微小な粒である。粒子は、分子、原子、イオン、原子核、電子、素粒子、蒸気（気化した物質）、及び電磁波（光子）のような、物質又はエネルギー線を構成する種々の粒子であっても良い。
- [0026] ステージ13は、チャンバ11の底壁22の上に配置される。ステージ13は、Z軸に沿う方向に上壁21及びターゲット12から離間して配置される。ステージ13は、載置面13aを有する。ステージ13の載置面13aは、半導体ウェハ2を支持する。半導体ウェハ2は、例えば円盤状に形成される。なお、半導体ウェハ2は、他の形状に形成されても良い。
- [0027] ステージ13の載置面13aは、上方に向く略平坦な面である。載置面13aは、上壁21の取付面21aからZ軸に沿う方向に離間して配置され、取付面21aと向かい合う。このような載置面13aに、半導体ウェハ2が配置される。ステージ13は、物体配置部の一例である。物体配置部は、独

立の部材又は部品に限らず、ある部材又は部品上の特定の位置であって良い。

- [0028] ステージ１３は、Ｚ軸に沿う方向、すなわち上下方向に移動可能である。ステージ１３は、ヒータを有し、載置面１３ａに配置された半導体ウェハ２を温めることが可能である。さらに、ステージ１３は電極としても用いられる。
- [0029] 遮蔽部材１５は、略筒状に形成される。遮蔽部材１５は、側壁２３の一部と、側壁２３と半導体ウェハ２との間の隙間と、を覆う。遮蔽部材１５が半導体ウェハ２を保持しても良い。遮蔽部材１５は、ターゲット１２から放出された粒子Ｃが、底壁２２及び側壁２３に付着することを抑制する。
- [0030] コリメータ１６は、Ｚ軸に沿う方向において、上壁２１の取付面２１ａと、ステージ１３の載置面１３ａとの間に配置される。別の表現によれば、コリメータ１６は、Ｚ軸に沿う方向（鉛直方向）においてターゲット１２と半導体ウェハ２との間に配置される。Ｚ軸に沿う方向及び鉛直方向は、上壁２１の取付面２１ａからステージ１３の載置面１３ａに向かう方向である。コリメータ１６は、例えばチャンバ１１の側壁２３に取り付けられる。コリメータ１６は、遮蔽部材１５に支持されても良い。
- [0031] Ｚ軸に沿う方向において、コリメータ１６と上壁２１の取付面２１ａとの間の距離は、コリメータ１６とステージ１３の載置面１３ａとの間の距離よりも短い。言い換えると、コリメータ１６は、ステージ１３の載置面１３ａよりも、上壁２１の取付面２１ａに近い。コリメータ１６の配置は、これに限らない。
- [0032] 図２は、第１の実施形態のコリメータ１６を示す平面図である。図２に示すように、コリメータ１６は、枠３１と、整流部３２とを有する。枠３１は、例えば、外縁部、保持部、支持部、又は壁とも称され得る。
- [0033] 枠３１は、Ｚ軸に沿う方向に延びる円筒状に形成された壁である。なお、枠３１はこれに限らず、矩形のような他の形状に形成されても良い。枠３１は、内周面３１ａと、外周面３１ｂとを有する。

- [0034] 枠 3 1 の内周面 3 1 a は、円筒状の枠 3 1 の径方向に向く曲面であり、筒状の枠 3 1 の中心軸に向く。外周面 3 1 b は、内周面 3 1 a の反対側に位置する。X - Y 平面において、枠 3 1 の外周面 3 1 b に囲まれた部分の面積は、半導体ウェハ 2 の断面積よりも大きい。
- [0035] 図 1 に示すように、枠 3 1 は、側壁 2 3 の一部を覆う。Z 軸に沿う方向における上壁 2 1 とステージ 1 3 との間において、側壁 2 3 は、遮蔽部材 1 5 と、コリメータ 1 6 の枠 3 1 とに覆われる。枠 3 1 は、ターゲット 1 2 から放出された粒子 C が、側壁 2 3 に付着することを抑制する。
- [0036] 図 2 に示すように、整流部 3 2 は、X - Y 平面において、筒状の枠 3 1 の内側に設けられる。整流部 3 2 は、枠 3 1 の内周面 3 1 a に接続される。枠 3 1 と整流部 3 2 とは一体に作られる。なお、整流部 3 2 は、枠 3 1 と別個の部品であっても良い。
- [0037] 図 1 に示すように、整流部 3 2 は、Z 軸に沿う方向において、上壁 2 1 から離間するとともに、ステージ 1 3 から離間する。整流部 3 2 は、複数の壁 3 5 を有する。壁 3 5 は、例えば、板又は遮蔽部とも称され得る。
- [0038] 整流部 3 2 は、複数の壁 3 5 によって、複数の貫通口 3 7 を形成する。複数の貫通口 3 7 は、Z 軸に沿う方向（鉛直方向）に延びる六角形の孔である。言い換えると、複数の壁 3 5 は、内側に貫通口 3 7 が形成された複数の六角形の筒の集合体（ハニカム構造）を形成する。Z 軸に沿う方向に延びる貫通口 3 7 は、Z 軸に沿う方向に移動する粒子 C のような物体を通過させることが可能である。なお、貫通口 3 7 は、他の形状に形成されても良い。
- [0039] 整流部 3 2 は、上端部 3 2 a と下端部 3 2 b とを有する。上端部 3 2 a は、整流部 3 2 の Z 軸に沿う方向における一方の端部であり、ターゲット 1 2 及び上壁 2 1 の取付面 2 1 a に向く。下端部 3 2 b は、整流部 3 2 の Z 軸に沿う方向における他方の端部であり、ステージ 1 3 に支持された半導体ウェハ 2 及びステージ 1 3 の載置面 1 3 a に向く。
- [0040] 貫通口 3 7 は、整流部 3 2 の上端部 3 2 a から下端部 3 2 b に亘って設けられる。すなわち、貫通口 3 7 は、ターゲット 1 2 に向かって開口するとと

もに、ステージ 13 に支持された半導体ウェハ 2 に向かって開口する孔である。

[0041] 複数の壁 35 はそれぞれ、Z 軸に沿う方向に延びる略矩形（四角形）の板である。壁 35 は、例えば、Z 軸に沿う方向に対して斜めに交差する方向に延びても良い。壁 35 は、上端部 35 a と下端部 35 b とを有する。

[0042] 壁 35 の上端部 35 a は、壁 35 の Z 軸に沿う方向における一方の端部であり、ターゲット 12 及び上壁 21 の取付面 21 a に向く。複数の壁 35 の上端部 35 a は、整流部 32 の上端部 32 a を形成する。

[0043] 整流部 32 の上端部 32 a は、実質的に平坦に形成される。なお、上端部 32 a は、例えば、ターゲット 12 及び上壁 21 の取付面 21 a に対して曲面状に凹んでも良い。言い換えると、上端部 32 a は、ターゲット 12 及び上壁 21 の取付面 21 a から離れるように湾曲しても良い。

[0044] 壁 35 の下端部 35 b は、壁 35 の Z 軸に沿う方向における他方の端部であり、ステージ 13 に支持された半導体ウェハ 2 及びステージ 13 の載置面 13 a に向く。複数の壁 35 の下端部 35 b は、整流部 32 の下端部 32 b を形成する。

[0045] 整流部 32 の下端部 32 b は、ステージ 13 に支持された半導体ウェハ 2 及びステージ 13 の載置面 13 a に向かって突出する。言い換えると、整流部 32 の下端部 32 b は、枠 31 から離間するに従って、ステージ 13 に近づく。

[0046] 整流部 32 の上端部 32 a と下端部 32 b とは、互いに異なる形状を有する。このため、整流部 32 は、鉛直方向における長さが互いに異なる複数の壁 35 を有する。なお、Z 軸に沿う方向において、複数の壁 35 の長さが同一であっても良い。

[0047] コリメータ 16 は、例えば、アルミニウム又は銅のような金属によって作られる。コリメータ 16 は、他の材料によって作られても良い。枠 31 の材料と、整流部 32 の材料とが異なっても良い。

[0048] 図 3 は、第 1 の実施形態のスパッタ装置 1 の一部を図 1 の F3-F3 線に沿

って示す断面図である。図3に示すように、コリメータ16に、第1の開口41と、第2の開口42と、第1の流路43とが設けられる。第1及び第2の開口41、42はそれぞれ、例えば、接続部又は端部とも称され得る。第1の流路43は、例えば、管部又は配管とも称され得る。

[0049] 第1の開口41及び第2の開口42は、枠31の外周面31bにそれぞれ設けられる。第1の開口41と第2の開口42とは、X-Y平面において、互いに異なる位置に配置されるが、略同一位置に配置されても良い。第1の開口41と第2の開口42とは、Z軸に沿う方向において、互いに異なる位置に配置されるが、略同一位置に配置されても良い。

[0050] 第1の流路43は、複数の壁35の内部を通る孔である。第1の流路43は、第1の開口41と第2の開口42とを接続する。言い換えると、第1の開口41は第1の流路43の一方の端部であり、第2の開口42は第1の流路43の他方の端部である。

[0051] 第1の流路43は、全ての壁35の内部に設けられる。言い換えると、第1の流路43は、全ての壁35を通るように、複数の壁35の内部に設けられる。なお、整流部32は、第1の流路43が設けられない壁35を有しても良い。さらに、第1の流路43は、枠31の内部に設けられても良い。なお、図3において、第1の流路43の一部は省略される。すなわち、第1の流路43が示されていない壁35の内部にも、第1の流路43が設けられる。

[0052] 図4は、第1の実施形態の一つの壁35を概略的に示す斜視図である。図4に示すように、第1の流路43は、一つの壁35の内部において、蛇行しても良いし、直線状に延びても良い。言い換えると、第1の流路43は、一つの壁35から他の壁35に向かう方向（図4におけるY軸に沿う方向）に直線状に延びる部分43aや、一つの壁35から他の壁35に向かう方向と交差する方向に延びる直線状又は曲線状の部分43bを有しても良い。

[0053] 第1の流路43は、サプライ部分45と、リターン部分46とを有する。サプライ部分45は、第1の流路43の経路において、第2の開口42より

も第１の開口４１に近い部分である。リターン部分４６は、第１の流路４３の経路において、第１の開口４１よりも第２の開口４２に近い部分である。図４に示すように、一つの壁３５の内部に、サプライ部分４５とリターン部分４６とが設けられても良い。

[0054] Ｚ軸に沿う方向において壁３５を二分した場合、壁３５の上端部３５ａに近い部分（上半分）における第１の流路４３の密度は、壁３５の下端部３５ｂに近い部分（下半分）における第１の流路４３の密度よりも高い。ここでの密度は、壁３５の体積当たりの、第１の流路４３の容積である。すなわち、第１の流路４３は、壁３５の上端部３５ａの近傍により多く配置される。なお、第１の流路４３の配置はこれに限らない。

[0055] 図３に示すように、整流部３２の内部において、第１の流路４３は分岐する。言い換えると、第１の流路４３は、第１の部分５１と、複数の第２の部分５２とを有する。第１の部分５１は、第１の流路４３の経路において、第２の部分５２よりも第１の開口４１に近い。複数の第２の部分５２は、第１の部分５１に接続される。第２の部分５２は、第１の流路４３の経路において、第１の部分５１よりも第２の開口４２に近い。図３は、一つの第２の部分５２の一部を省略して示す。なお、第１の流路４３は、分岐せず、一筆書きできる経路で設けられても良い。

[0056] 第１の流路４３の経路において、第１の開口４１から第２の開口４２に向かう途中で、第１の流路４３が分岐される。分岐された第１の流路４３は、第１の開口４１から第２の開口４２に向かう途中で集約される。

[0057] 図１に示すように、温度調整装置１９は、第１の接続装置６１と、第１の冷凍装置６２と、コンプレッサ６３と、二つの第１の配管６４と、二つの第２の配管６５とを有する。温度調整装置１９は、いわゆる冷凍機構である。温度調整装置１９は、対象の温度を調整する他の装置であっても良い。

[0058] 第１の接続装置６１は、チャンバ１１に設けられる。図３に示すように、第１の接続装置６１は、カバー７１と、蓋７２と、第１の接続部７３と、第２の接続部７４と、固定部７５とを有する。

- [0059] カバー 7 1 は、側壁 2 3 に設けられる。カバー 7 1 は、チャンバ 1 1 の内部とチャンバ 1 1 の外部とを接続する。蓋 7 2 は、カバー 7 1 に取り付けられることで、処理室 1 1 a を気密に閉じる。二つの第 1 の配管 6 4 が、蓋 7 2 を貫通する。
- [0060] 第 1 の接続部 7 3 は、一方の第 1 の配管 6 4 の一方の端部に接続される。第 2 の接続部 7 4 は、他方の第 1 の配管 6 4 の一方の端部に接続される。図 1 に示すように、二つの第 1 の配管 6 4 のそれぞれの他方の端部は、第 1 の冷凍装置 6 2 に接続される。
- [0061] 図 3 に示すように、固定部 7 5 は、第 1 の接続部 7 3 と第 2 の接続部 7 4 とに接続される。固定部 7 5 は、コリメータ 1 6 の枠 3 1 の外周面 3 1 b に取り付けられる。固定部 7 5 が枠 3 1 に取り付けられると、第 1 の接続部 7 3 が第 1 の開口 4 1 に接続され、第 2 の接続部 7 4 が第 2 の開口 4 2 に接続される。
- [0062] 第 1 の接続部 7 3 及び一方の第 1 の配管 6 4 は、第 1 の開口 4 1 と、第 1 の冷凍装置 6 2 とを接続する。第 2 の接続部 7 4 及び他方の第 1 の配管 6 4 は、第 2 の開口 4 2 と、第 1 の冷凍装置 6 2 とを接続する。
- [0063] カバー 7 1、蓋 7 2、第 1 の接続部 7 3、第 2 の接続部 7 4、及び固定部 7 5 はそれぞれ、絶縁性を有する。例えば、カバー 7 1、蓋 7 2、第 1 の接続部 7 3、第 2 の接続部 7 4、及び固定部 7 5 はそれぞれ、合成樹脂又はセラミックのような絶縁材料によって作られる。なお、第 1 の接続装置 6 1 の一部が導電性を有しても良い。
- [0064] 上述のように、第 1 の接続装置 6 1 は、二つの第 1 の配管 6 4 を介して、第 1 及び第 2 の開口 4 1、4 2 と、第 1 の冷凍装置 6 2 とを接続する。第 1 の接続装置 6 1 の具体的な構成は、上述の構成に限らない。
- [0065] 図 1 に示す第 1 の冷凍装置 6 2 は、シリンダで圧縮冷却した熱媒体を、一方の第 1 の配管 6 4 に送る。さらに、第 1 の冷凍装置 6 2 は、他方の第 1 の配管 6 4 から戻った熱媒体を、シリンダで再び圧縮冷却する。このように、一方の第 1 の配管 6 4 は、サプライ側の配管である。他方の第 1 の配管 6 4

は、リターン側の配管である。

[0066] 第１の冷凍装置６２は、一方の第１の配管６４及び第１の接続部７３から、第１の開口４１に熱媒体を流入させる。熱媒体は、第１の開口４１から第１の流路４３に流入される。

[0067] 熱媒体は、第１の開口４１から第２の開口４２に向かって、第１の流路４３を流れる。熱媒体が第１の流路４３を流れることで、第１の流路４３が設けられた壁３５の温度は低下する。第１の流路４３が無い壁３５の温度も、熱伝導により低下する。このように、温度調整装置１９は、コリメータ１６の温度を低下させる。言い換えると、温度調整装置１９は、コリメータ１６の温度を変化させ、コリメータ１６の温度を調整するよう構成される。

[0068] 熱媒体は、第２の開口４２から第２の接続部７４に流出する。熱媒体は、第２の開口４２から、第２の接続部７４及び他方の第１の配管６４を通り、第１の冷凍装置６２に戻される。第１の冷凍装置６２は、第２の開口４２から流出した熱媒体を再び冷却し、第１の開口４１へ送る。

[0069] 本実施形態における熱媒体は、ヘリウムガスである。ヘリウムは熱伝導率が高く、コリメータ１６をより効率良く冷却できる。さらに、気体であるヘリウムガスは、細い第１の流路４３を流れやすい。なお、熱媒体は、他の物質であっても良い。

[0070] 二つの第２の配管６５は、第１の冷凍装置６２とコンプレッサ６３とを接続する。一方の第２の配管６５は、サプライ（高圧）側の配管である。他方の第２の配管６５は、リターン（低圧）側の配管である。

[0071] 以上説明したスパッタ装置１は、例えば、以下のようにマグネトロンスパッタリングを行う。なお、スパッタ装置１がマグネトロンスパッタリングを行う方法は、以下に説明される方法に限らない。

[0072] まず、ポンプ１７が、排出口２４から処理室１１ａの気体を吸引する。これにより、処理室１１ａの空気が除去され、処理室１１ａの気圧が低下する。しかし、処理室１１ａに空気が残ることがある。

[0073] 次に、温度調整装置１９は、第１の冷凍装置６２を作動させる。第１の冷

凍装置 6 2 は、圧縮冷却された熱媒体を第 1 の開口 4 1 から第 1 の流路 4 3 に流入させる。言い換えると、第 1 の冷凍装置 6 2 は、コリメータ 1 6 の内部に熱媒体を流す。

[0074] 第 1 の冷凍装置 6 2 は、第 1 の流路 4 3 に熱媒体を流すことで、コリメータ 1 6 の温度を低下させる。例えば、第 1 の冷凍装置 6 2 は、コリメータ 1 6 の複数の壁 3 5 の温度を数ケルビンまで低下させる。壁 3 5 の温度はこれに限らない。

[0075] コリメータ 1 6 の温度が低下することで、処理室 1 1 a に残った空気が、壁 3 5 の表面で凝縮する。壁 3 5 の表面に、例えば、ヘリウム、水素、酸素、及び他の物質が付着する。言い換えると、壁 3 5 は、処理室 1 1 a の気体を吸着する。

[0076] 壁 3 5 の表面はいわゆる梨地状に形成され、凹凸を有する。これにより、壁 3 5 の表面積がより大きくなり、壁 3 5 の表面で空気が凝縮しやすくなる。壁 3 5 の表面は、例えば、滑らかであっても良い。

[0077] 以上のように、コリメータ 1 6 の複数の壁 3 5 が、いわゆるクライオパネルとして機能する。クライオパネルは、クライオポンプにおける極低温面である。温度調整装置 1 9 は、処理室 1 1 a の気体をコリメータ 1 6 に吸着させ、処理室 1 1 a を真空にする。

[0078] 次に、タンク 1 8 が、導入口 2 5 から処理室 1 1 a に、アルゴンガスを導入する。ターゲット 1 2 に電圧が印加されると、マグネット 1 4 の磁場付近でプラズマ P が生じる。ターゲット 1 2 の下面 1 2 a をイオンがスパッタすることで、ターゲット 1 2 の下面 1 2 a から、半導体ウェハ 2 に向かって粒子 C が放出される。ターゲット 1 2 が粒子 C を放出する間も、温度調整装置 1 9 はコリメータ 1 6 の温度を低下させ、又は極低温に保つ。

[0079] 鉛直方向に放出された粒子 C は、コリメータ 1 6 の貫通口 3 7 を通過して、ステージ 1 3 に支持された半導体ウェハ 2 に向かって飛ぶ。なお、鉛直方向に飛ぶ粒子 C は、例えば、壁 3 5 の上端部 3 5 a に付着することもある。

[0080] 一方、鉛直方向に対して斜めに交差する方向（傾斜方向）に放出される粒

子Cも存在する。傾斜方向と鉛直方向との間の角度が所定の範囲よりも大きい粒子Cは、壁35に付着する。すなわち、コリメータ16は、傾斜方向と鉛直方向との間の角度が所定の範囲外である粒子Cを遮断する。傾斜方向に飛ぶ粒子Cは、遮蔽部材15又はコリメータ16の枠31に付着することもある。

[0081] 傾斜方向と鉛直方向との間の角度が所定の範囲内である粒子Cは、コリメータ16の貫通口37を通過して、ステージ13に支持された半導体ウェハ2に向かって飛ぶ。なお、傾斜方向と鉛直方向との間の角度が所定の範囲内である粒子Cも、壁35に付着することがある。

[0082] 図5は、第1の実施形態の一つの壁35を模式的に示す断面図である。図5に示すように、壁35の表面に、粒子Cと、吸着ガスGとが付着する。吸着ガスGは、例えば、壁35の表面に吸着された固体又は液体状の空気である。

[0083] 壁35の表面を吸着ガスGが覆うことで、壁35が吸着ガスGを吸着する性能が低下する可能性がある。しかし、壁35に吸着ガスGが付着した状態で、壁35に粒子Cがさらに付着する。粒子Cは金属の粒子であり、高い熱伝導性を有する。

[0084] 熱媒体が第1の流路43を流れることで、壁35に付着した粒子Cの温度が低下する。壁35に付着した粒子Cは、壁35の表面の一部になり、処理室11aの気体を吸着する。このように、壁35の表面が粒子Cにより新たに形成されるため、壁35が吸着ガスGを吸着する性能が低下することが抑制される。

[0085] コリメータ16の貫通口37を通過した粒子Cは、半導体ウェハ2に付着及び堆積することで、半導体ウェハ2に成膜される。言い換えると、半導体ウェハ2は、ターゲット12が放出した粒子Cを受ける。貫通口37を通過した粒子Cの向き（方向）は、鉛直方向に対して所定の範囲内で揃う。このように、コリメータ16の形状によって、半導体ウェハ2に成膜される粒子Cの方向が制御される。

- [0086] 半導体ウェハ2に成膜される粒子Cの膜の厚さが所望の厚さに達するまでの間、マグネット14が移動する。マグネット14が移動することで、プラズマPが移動し、ターゲット12を均一に削ることができる。
- [0087] 以上説明したスパッタ装置1が所定の回数に亘って使用されると、コリメータ16の表面に吸着ガスGが溜まる。このため、コリメータ16は常温下におかれ、吸着ガスGを除去されるリジェネが行われる。しかし、上述のように、壁35の表面が粒子Cにより新たに形成されるため、リジェネの回数が低減され、又はリジェネが不要となる。吸着ガスGは、コリメータ16に付着した粒子Cを除去する際に、一緒に除去されても良い。
- [0088] 本実施形態のコリメータ16は、例えば、3Dプリンタによって積層造形される。これにより、第1の流路43が設けられたコリメータ16が容易に製造され得る。なお、コリメータ16はこれに限らず、他の方法で作られても良い。
- [0089] 第1の実施形態に係るスパッタ装置1において、温度調整装置19は、コリメータ16の温度を変化させ、コリメータ16の温度を調整するよう構成される。例えば、温度調整装置19がコリメータ16の温度を一定に保つことで、コリメータ16の温度変化によりコリメータ16が遮断する粒子Cの量及び向きが変化することが抑制される。また、ターゲット12から放出された粒子Cがコリメータ16に付着した状態で、コリメータ16の温度が変化すると、コリメータ16に付着した粒子Cがストレスにより剥落することがある。温度調整装置19がコリメータ16の温度を例えば一定に保つことで、コリメータ16に付着した粒子Cが剥落することが抑制される。従って、処理室11aに粒子Cのダストが生じることが抑制される。
- [0090] 温度調整装置19は、コリメータ16の温度を低下させる。コリメータ16は、気密に閉じられることが可能な処理室11aに配置される。温度調整装置19がコリメータ16の温度を数ケルビンまで低下させると、処理室11aの気体がコリメータ16の表面に吸着される。これにより、コリメータ16が処理室11a内部の気圧を更に下げることができる。言い換えると、

コリメータ 16 をクライオポンプのクライオパネルのように利用することができるため、ターボ分子ポンプやクライオポンプのような他の真空ポンプ無しで処理室 11 a が真空にされ、スパッタ装置 1 の部品数の増加が抑制される。

[0091] コリメータ 16 は、複数の貫通口 37 を形成する複数の壁 35 を有する。このため、コリメータ 16 の表面積は大きい。このようなコリメータ 16 が冷却されることで、処理室 11 a の気体がより早く冷却され、より早くコリメータ 16 に吸着されやすい。言い換えると、コリメータ 16 及び温度調整装置 19 をクライオポンプと擬して見た場合、排気速度が大きくされやすい。

[0092] 上述のように、コリメータ 16 の温度が変化すると、コリメータ 16 に付着した粒子 C がストレスにより剥落することがある。しかし、コリメータ 16 に付着した粒子 C が剥落するまでの時間は、コリメータ 16 の温度に反比例する。温度調整装置 19 がコリメータ 16 の温度を低下させることで、コリメータ 16 に付着した粒子 C が剥落することが抑制される。従って、処理室 11 a に粒子 C のダストが生じることが抑制される。

[0093] さらに、スパッタ装置 1 がマグネトロンスパッタリングを行う場合、上壁 21 の近傍でプラズマ P が発生する。コリメータ 16 がステージ 13 と上壁 21 との間で、処理室 11 a の気体を吸着する。これにより、プラズマ P に不純物が取り込まれることが抑制される。従って、半導体ウェハ 2 に堆積する粒子 C の膜に含まれる不純物が低減され、半導体ウェハ 2 の表面に形成される粒子 C の膜の比抵抗が低減される。

[0094] 第 1 の流路 43 が複数の壁 35 の内部を通り、当該第 1 の流路 43 に熱媒体が流入される。温度調整装置 19 は、コリメータ 16 の第 2 の開口 42 から流出する熱媒体を冷却し、第 1 の開口 41 からコリメータ 16 の第 1 の流路 43 に流入させる。これにより、熱媒体がコリメータ 16 の温度を低下させ、温度調整装置 19 がコリメータ 16 の温度を容易に低下させることができる。

- [0095] 第1の流路43は、第1の部分51と、第1の流路43の経路において第1の部分51よりも第2の開口42に近く且つ第1の部分51に接続された複数の第2の部分52と、を有する。言い換えると、コリメータ16の内部において、第1の流路43は分岐する。これにより、表面積が大きいコリメータ16がより容易に数ケルビンまで冷却されることができる。
- [0096] 第1及び第2の開口41、42に接続される第1及び第2の接続部73、74は、絶縁性を有する。コリメータ16と温度調整装置19との間が絶縁される。これにより、コリメータ16の電位が、ターゲット12から放出される粒子Cの軌道に影響することが抑制される。
- [0097] ポンプ17が処理室11aの気体を吸引する。例えば、ポンプ17によって低圧状態にされた状態の処理室11aが、数ケルビンまで冷却されたコリメータ16により真空にされる。これにより、処理室11aがより早く真空にされることができる。
- [0098] コリメータ16と上壁21の取付面21aとの間の距離は、コリメータ16とステージ13の載置面13aとの間の距離よりも短い。スパッタ装置1がマグネトロンスパッタリングを行う場合、上壁21の近傍でプラズマPが発生する。コリメータ16が上壁21により近い位置で、処理室11aの気体を吸着する。これにより、プラズマPに不純物が取り込まれることが抑制される。従って、半導体ウェハ2に堆積する粒子Cの膜に含まれる不純物が低減され、半導体ウェハ2の表面に形成される粒子Cの膜の比抵抗が低減される。
- [0099] 温度調整装置19は、スパッタ装置1のコリメータ16の温度を変化させ、コリメータ16の温度を調整する。これにより、例えば、コリメータ16の温度、及びコリメータ16が配置される処理室11aの内部の状態によって、スパッタリングの結果に及ぶ影響が制御され得る。
- [0100] Z軸に沿う方向において壁35を二分した場合、壁35の上端部35aに近い部分における第1の流路43の密度は、壁35の下端部35bに近い部分における第1の流路43の密度よりも高い。壁35の上半分は、下半分よ

りもプラズマPに近い、加熱されやすい。壁35の上半分により多くの第1の流路43が設けられることで、コリメータ16の温度が調整されやすい。

[0101] 以下に、第2の実施形態について、図6を参照して説明する。なお、以下の複数の実施形態の説明において、既に説明された構成要素と同様の機能を持つ構成要素は、当該既述の構成要素と同じ符号が付され、さらに説明が省略される場合がある。また、同じ符号が付された複数の構成要素は、全ての機能及び性質が共通するとは限らず、各実施形態に応じた異なる機能及び性質を有していても良い。

[0102] 図6は、第2の実施形態に係るスパッタ装置1の一部を示す断面図である。図6に示すように、第2の実施形態の第1の接続装置61は、第1の接続部73、第2の接続部74、及び固定部75の代わりに、接触部81を有する。接触部81は、第3の接続部の一例であり、例えば、熱伝導部とも称され得る。

[0103] 接触部81は、コリメータ16の枠31の外周面31bに接触する。言い換えると、接触部81は、枠31の外周面31bに熱的に接続される。接触部81は、例えば、グリス、ペースト、又は伝熱シートを介してコリメータ16に熱的に接続されても良い。

[0104] 接触部81の内部に、折り返し流路81aが設けられる。折り返し流路81aは、一方の第1の配管64の一方の端部と、他方の第1の配管64の一方の端部とを接続する。第1の冷凍装置62から一方の第1の配管64に送られた熱媒体は、折り返し流路81aを通り、他方の第1の配管64から第1の冷凍装置62に戻される。

[0105] 熱媒体が折り返し流路81aを通ることで、接触部81の温度が低下する。さらに、熱伝導により、接触部81に接触するコリメータ16の温度も低下する。このように、第1の冷凍装置62は、接触部81を通じてコリメータ16の温度を低下させる。

[0106] 第2の実施形態のスパッタ装置1において、温度調整装置19は、コリメ

ータ 16 に熱的に接続された接触部 81 を通じてコリメータ 16 の温度を低下させる。言い換えると、温度調整装置 19 は、熱伝導によってコリメータ 16 を冷却する。これにより、コリメータ 16 の内部に第 1 の流路 43 を設けることなく、コリメータ 16 が冷却されることができる。コリメータ 16 から熱媒体が漏れることが抑制されるとともに、第 1 の流路 43 により壁 35 の厚さが増大することが抑制される。

[0107] 以下に、第 3 の実施形態について、図 7 及び図 8 を参照して説明する。図 7 は、第 3 の実施形態に係るスパッタ装置 1 を概略的に示す断面図である。図 7 に示すように、第 3 の実施形態の温度調整装置 19 は、第 2 の接続装置 85 と、第 2 の冷凍装置 86 と、二つの第 3 の配管 87 と、二つの第 4 の配管 88 とを有する。

[0108] 図 8 は、第 3 の実施形態のスパッタ装置 1 の一部を示す断面図である。図 8 に示すように、コリメータ 16 に、第 3 の開口 91 と、第 4 の開口 92 と、第 2 の流路 93 とが設けられる。第 3 及び第 4 の開口 91, 92 はそれぞれ、例えば、接続部又は端部とも称され得る。第 2 の流路 93 は、例えば、管部又は配管とも称され得る。

[0109] 第 3 の開口 91 及び第 4 の開口 92 は、枠 31 の外周面 31b にそれぞれ設けられる。第 3 の開口 91 と第 4 の開口 92 とは、X-Y 平面において、互いに異なる位置に配置されるが、略同一位置に配置されても良い。第 3 の開口 91 と第 4 の開口 92 とは、Z 軸に沿う方向において、互いに異なる位置に配置されるが、略同一位置に配置されても良い。

[0110] 第 2 の流路 93 は、複数の壁 35 の内部を通る孔である。第 2 の流路 93 は、第 3 の開口 91 と第 4 の開口 92 とを接続する。言い換えると、第 3 の開口 91 は第 2 の流路 93 の一方の端部であり、第 4 の開口 92 は第 2 の流路 93 の他方の端部である。

[0111] 第 2 の流路 93 は、全ての壁 35 の内部に設けられる。言い換えると、第 2 の流路 93 は、全ての壁 35 を通るように、複数の壁 35 の内部に設けられる。なお、整流部 32 は、第 2 の流路 93 が設けられない壁 35 を有して

も良い。さらに、第2の流路93は、枠31の内部に設けられても良い。なお、図8において、第2の流路93の一部は省略される。すなわち、第2の流路93が示されていない壁35の内部にも、第2の流路93が設けられる。

[0112] 整流部32に、第1の流路43と第2の流路93とが設けられる。上述のように、第1の流路43と第2の流路93とは、全ての壁35を通るように、複数の壁35の内部に設けられる。すなわち、一つの壁35に、第1の流路43と、第2の流路93とが設けられる。なお、例えば、複数の壁35のうち半分を第1の流路43が通り、複数の壁35のうち残り半分を第2の流路93が通っても良い。

[0113] 整流部32の内部において、第2の流路93は分岐する。言い換えると、第2の流路93は、第3の部分95と、複数の第4の部分96とを有する。第3の部分95は、第2の流路93の経路において、第4の部分96よりも第3の開口91に近い。複数の第4の部分96は、第3の部分95に接続される。第4の部分96は、第2の流路93の経路において、第3の部分95よりも第4の開口92に近い。図8は、一つの第4の部分96の一部を省略して示す。なお、第2の流路93は、分岐せず、一筆書きできる経路で設けられても良い。

[0114] 第2の流路93の経路において、第3の開口91から第4の開口92に向かう途中で、第2の流路93が分岐される。分岐された第2の流路93は、第3の開口91から第4の開口92に向かう途中で集約される。

[0115] 第2の接続装置85は、チャンバ11に設けられる。第2の接続装置85は、カバー101と、蓋102と、第3の接続部103と、第4の接続部104と、固定部105とを有する。

[0116] カバー101は、側壁23に設けられる。カバー101は、チャンバ11の内部とチャンバ11の外部とを接続する。蓋102は、カバー101に取り付けられることで、処理室11aを気密に閉じる。二つの第3の配管87が、蓋102を貫通する。

- [0117] 第3の接続部103は、一方の第3の配管87の一方の端部に接続される。第4の接続部104は、他方の第3の配管87の一方の端部に接続される。図7に示すように、二つの第3の配管87のそれぞれ他方の端部は、第2の冷凍装置86に接続される。
- [0118] 図8に示すように、固定部105は、第3の接続部103と第4の接続部104とに接続される。固定部105は、コリメータ16の枠31の外周面31bに取り付けられる。固定部105が枠31に取り付けられると、第3の接続部103が第3の開口91に接続され、第4の接続部104が第4の開口92に接続される。
- [0119] 第3の接続部103及び一方の第3の配管87は、第3の開口91と、第2の冷凍装置86とを接続する。第4の接続部104及び他方の第3の配管87は、第4の開口92と、第2の冷凍装置86とを接続する。
- [0120] カバー101、蓋102、第3の接続部103、第4の接続部104、及び固定部105はそれぞれ、絶縁性を有する。例えば、カバー101、蓋102、第3の接続部103、第4の接続部104、及び固定部105はそれぞれ、合成樹脂又はセラミックのような絶縁材料によって作られる。なお、第2の接続装置85の一部が導電性を有しても良い。
- [0121] 上述のように、第2の接続装置85は、二つの第3の配管87を介して、第3及び第4の開口91、92と、第2の冷凍装置86とを接続する。第2の接続装置85の具体的な構成は、上述の構成に限らない。
- [0122] 図7に示す第2の冷凍装置86は、シリンダで圧縮冷却した熱媒体を、一方の第3の配管87に送る。さらに、第2の冷凍装置86は、他方の第3の配管87から戻った熱媒体を、シリンダで再び圧縮冷却する。このように、一方の第3の配管87は、サプライ側の配管である。他方の第3の配管87は、リターン側の配管である。
- [0123] 第2の冷凍装置86は、一方の第3の配管87及び第3の接続部103から、第3の開口91に熱媒体を流入させる。熱媒体は、第3の開口91から第2の流路93に流入される。

- [0124] 熱媒体は、第3の開口91から第4の開口92に向かって、第2の流路93を流れる。熱媒体が第2の流路93を流れることで、第2の流路93が設けられた壁35の温度は低下する。第2の流路93が無い壁35の温度も、熱伝導により低下する。このように、温度調整装置19は、コリメータ16の温度を低下させる。言い換えると、温度調整装置19は、コリメータ16の温度を変化させ、コリメータ16の温度を調整するよう構成される。
- [0125] 熱媒体は、第4の開口92から第4の接続部104に流出する。熱媒体は、第4の開口92から、第4の接続部104及び他方の第3の配管87を通り、第2の冷凍装置86に戻される。第2の冷凍装置86は、第4の開口92から流出した熱媒体を再び冷却し、第3の開口91へ送る。
- [0126] 二つの第4の配管88は、第2の冷凍装置86とコンプレッサ63とを接続する。図7は、第4の配管88の一部を省略して示す。一方の第4の配管88は、サプライ（高圧）側の配管である。他方の第4の配管88は、リターン（低圧）側の配管である。
- [0127] 以上説明したスパッタ装置1において、第1の冷凍装置62は、第1の流路43に熱媒体を流すことで、コリメータ16の温度を低下させる。さらに、第2の冷凍装置86は、第2の流路93に熱媒体を流すことで、コリメータ16の温度を低下させる。すなわち、複数の冷凍装置62、86が、コリメータ16の複数の流路43、93に熱媒体を流すことで、コリメータ16の温度を変化させ、コリメータ16の温度を調整する。
- [0128] 第3の実施形態のスパッタ装置1において、温度調整装置19は、コリメータ16の第4の開口92から流出する熱媒体を冷却し、第3の開口91からコリメータ16の第2の流路93に流入させる。このように、第1の流路43を通る熱媒体と、第2の流路93を通る熱媒体とにより、コリメータ16が冷却される。これにより、表面積が大きいコリメータ16がより容易に数ケルビンまで冷却されることができ。さらに、二つの流路43、93に流れる熱媒体によってコリメータ16が冷却されるため、コリメータ16において温度の偏りが生じることが抑制される。

- [0129] 第3の実施形態において、複数の流路43, 93を熱媒体が流れることにより、コリメータ16が冷却される。しかし、第2の接続装置85は、第2の実施形態の接触部81を有しても良い。言い換えると、温度調整装置19は、第1の流路43に熱媒体を流すことと、熱伝導とによって、コリメータ16の温度を低下させても良い。さらに、第1の接続装置61と第2の接続装置85とがそれぞれ、接触部81を有しても良い。
- [0130] 以上説明した少なくとも一つの実施形態において、スパッタ装置1が処理装置の一例である。しかし、処理装置は、蒸着装置のような他の装置であっても良い。
- [0131] 処理装置が蒸着装置である場合、例えば、蒸発させられる材料が粒子発生源の一例であり、当該材料から発生する蒸気が粒子の一例であり、蒸着させられる加工対象が物体の一例である。気化した物質である蒸気は、一種類又は複数種類の分子を含む。当該分子は粒子である。蒸着装置において、コリメータ16は、例えば、蒸発させられる材料が配置される位置と、加工対象が配置される位置との間に配置される。
- [0132] 以上説明した少なくとも一つの実施形態によれば、温度調整部がコリメータの温度を調整することにより、処理の結果を制御することができる。
- [0133] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

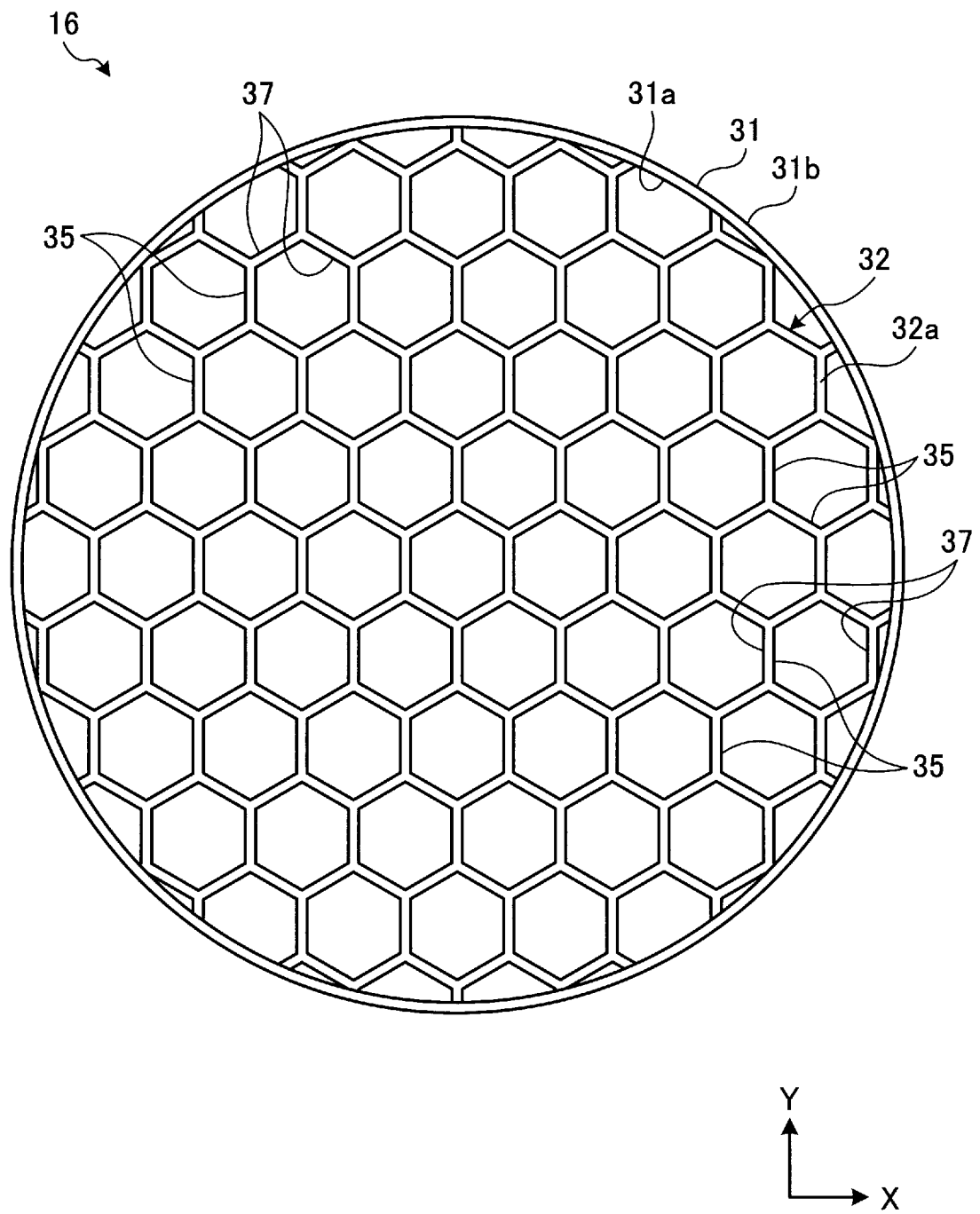
- [請求項1] 物体が配置されるよう構成された物体配置部と、
 前記物体配置部から離間した位置に配置され、前記物体に向かって
 粒子を放出することが可能な粒子発生源が配置されるよう構成された
 発生源配置部と、
 前記物体配置部と前記発生源配置部との間に配置されるよう構成さ
 れ、複数の壁を有し、前記複数の壁によって形成され前記物体配置部
 から前記発生源配置部へ向かう方向に延びる複数の貫通口を形成する
 コリメータと、
 前記コリメータの温度を調整するよう構成された温度調整部と、
 を具備する処理装置。
- [請求項2] 気密に閉じられることが可能な処理室が設けられた容器、をさらに
 具備し、
 前記物体配置部と、前記発生源配置部と、前記コリメータとは、前
 記処理室に配置されるよう構成され、
 前記温度調整部は、前記コリメータの温度を低下させるよう構成さ
 れた、
 請求項1の処理装置。
- [請求項3] 前記コリメータに、第1の開口と、第2の開口と、前記複数の壁の
 内部を通り前記第1の開口と前記第2の開口とを接続する第1の流路
 と、が設けられ、
 前記温度調整部は、前記第1の開口から前記第1の流路に熱媒体を
 流入させ、前記第2の開口から流出する前記熱媒体を冷却するよう構
 成された、
 請求項2の処理装置。
- [請求項4] 前記第1の流路は、第1の部分と、前記第1の流路の経路において
 前記第1の部分よりも前記第2の開口に近く且つ前記第1の部分に接
 続された複数の第2の部分と、を有する、請求項3の処理装置。

- [請求項5] 前記温度調整部は、前記第1の開口に接続されるよう構成された第1の接続部と、前記第2の開口に接続されるよう構成された第2の接続部と、を有し、前記第1の接続部から前記第1の開口に前記熱媒体を流入させ、前記第2の開口から前記第2の接続部に流出する前記熱媒体を冷却するよう構成され、
- 前記第1の接続部は、絶縁性を有し、
- 前記第2の接続部は、絶縁性を有する、
- 請求項3の処理装置。
- [請求項6] 前記コリメータに、第3の開口と、第4の開口と、前記複数の壁の内部を通り前記第3の開口と前記第4の開口とを接続する第2の流路と、が設けられ、
- 前記温度調整部は、前記第3の開口から前記第2の流路に前記熱媒体を流入させ、前記第4の開口から流出する前記熱媒体を冷却するよう構成された、
- 請求項3の処理装置。
- [請求項7] 前記温度調整部は、前記コリメータに熱的に接続されるよう構成された第3の接続部を有し、前記第3の接続部を通じて前記コリメータの温度を低下させるよう構成された、請求項2の処理装置。
- [請求項8] 前記処理室の気体を吸引するよう構成されたポンプ、をさらに具備する、請求項2の処理装置。
- [請求項9] 前記コリメータと前記発生源配置部との間の距離は、前記コリメータと前記物体配置部との間の距離よりも短い、請求項2の処理装置。
- [請求項10] 請求項1の処理装置を具備するスパッタ装置。
- [請求項11] 第1の開口と、第2の開口と、が設けられた枠と、
- 少なくとも一部が前記枠の内側に位置し、複数の貫通口を形成し、内部を通るとともに前記第1の開口と前記第2の開口とを接続する第1の流路が設けられた複数の壁と、
- を具備するコリメータ。

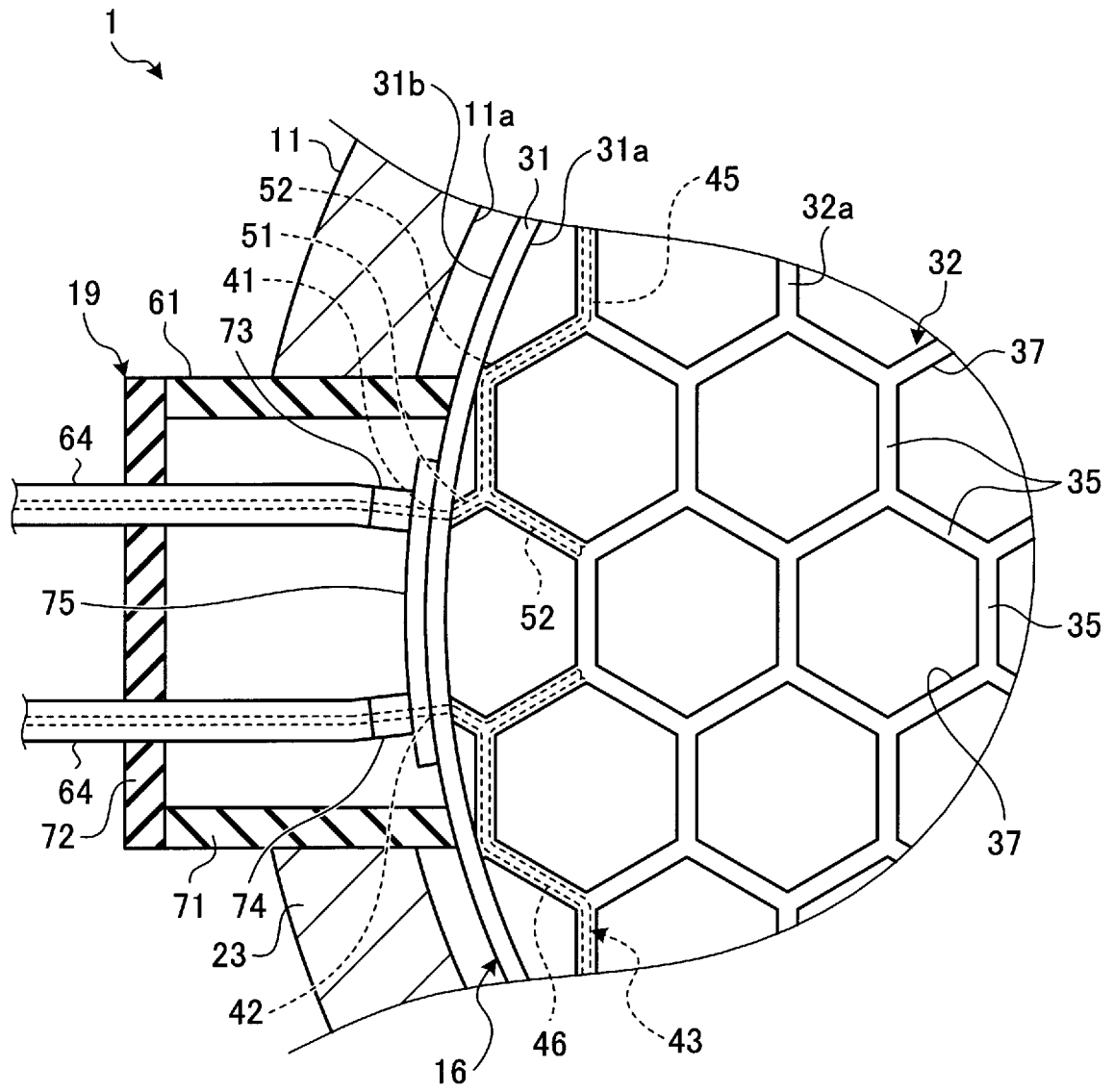
[請求項12] 前記第1の流路は、第1の部分と、前記第1の流路の経路において前記第1の部分よりも前記第2の開口に近く且つ前記第1の部分に接続された複数の第2の部分と、を有する、請求項11のコリメータ。

[請求項13] 前記枠に、第3の開口と、第4の開口が設けられ、
前記複数の壁に、当該複数の壁の内部を通り前記第3の開口と前記第4の開口とを接続する第2の流路が設けられる、
請求項11のコリメータ。

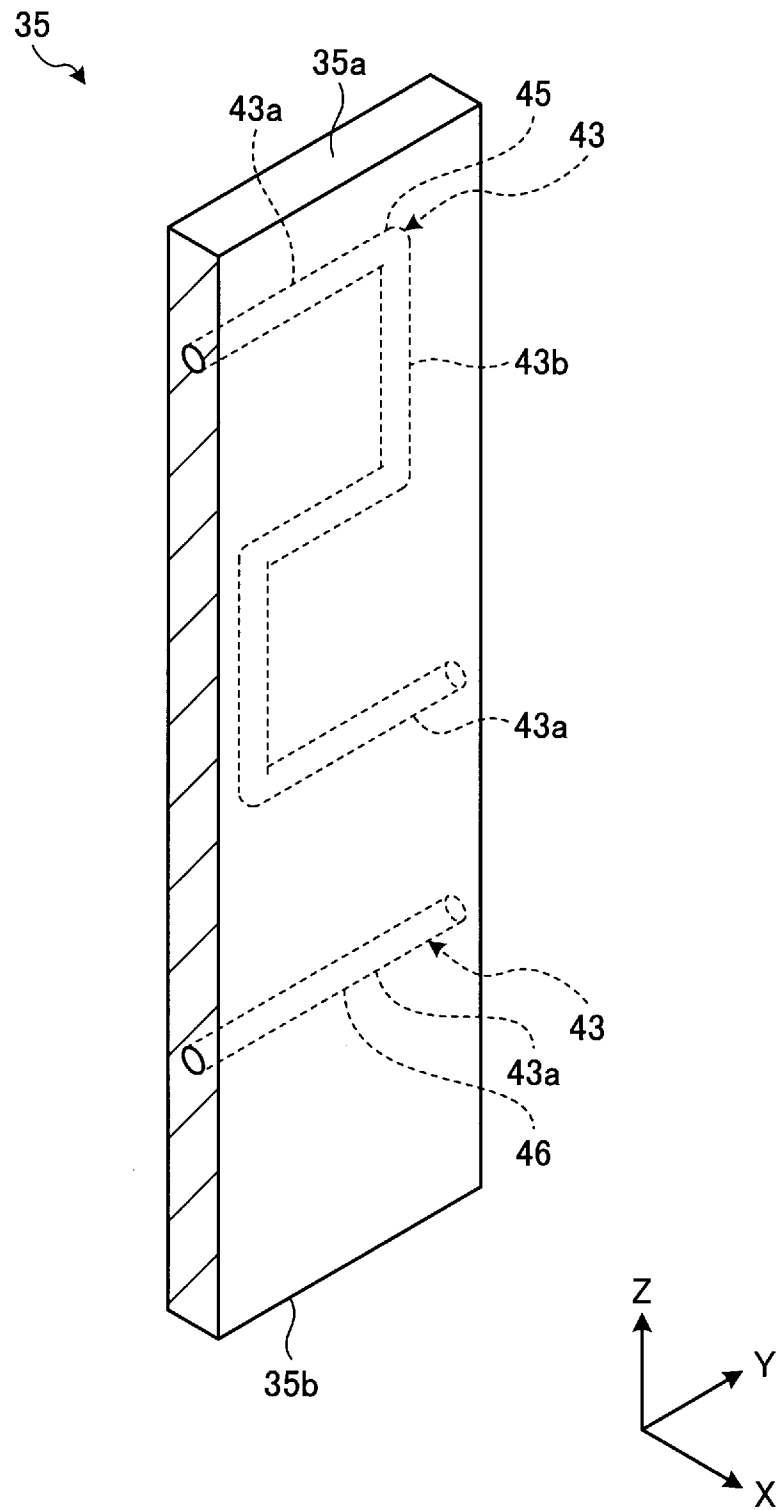
[図2]



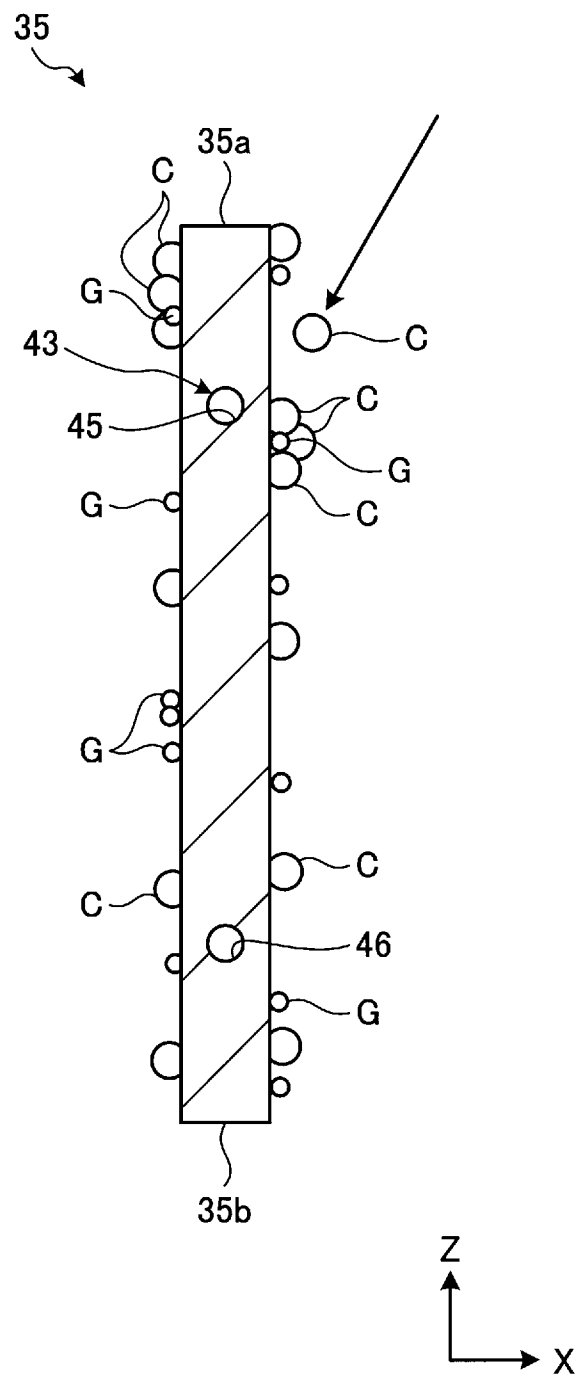
[図3]



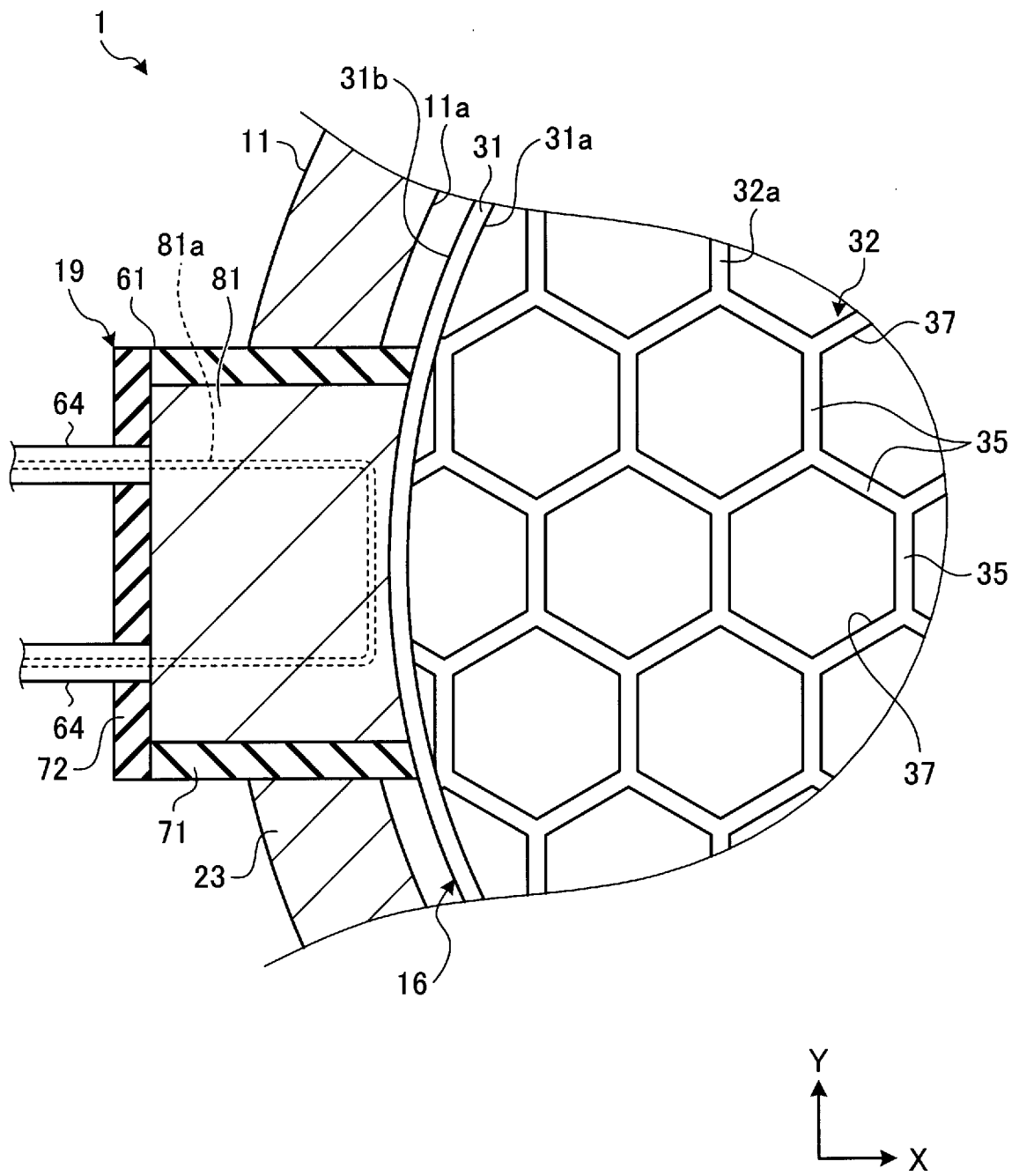
[図4]



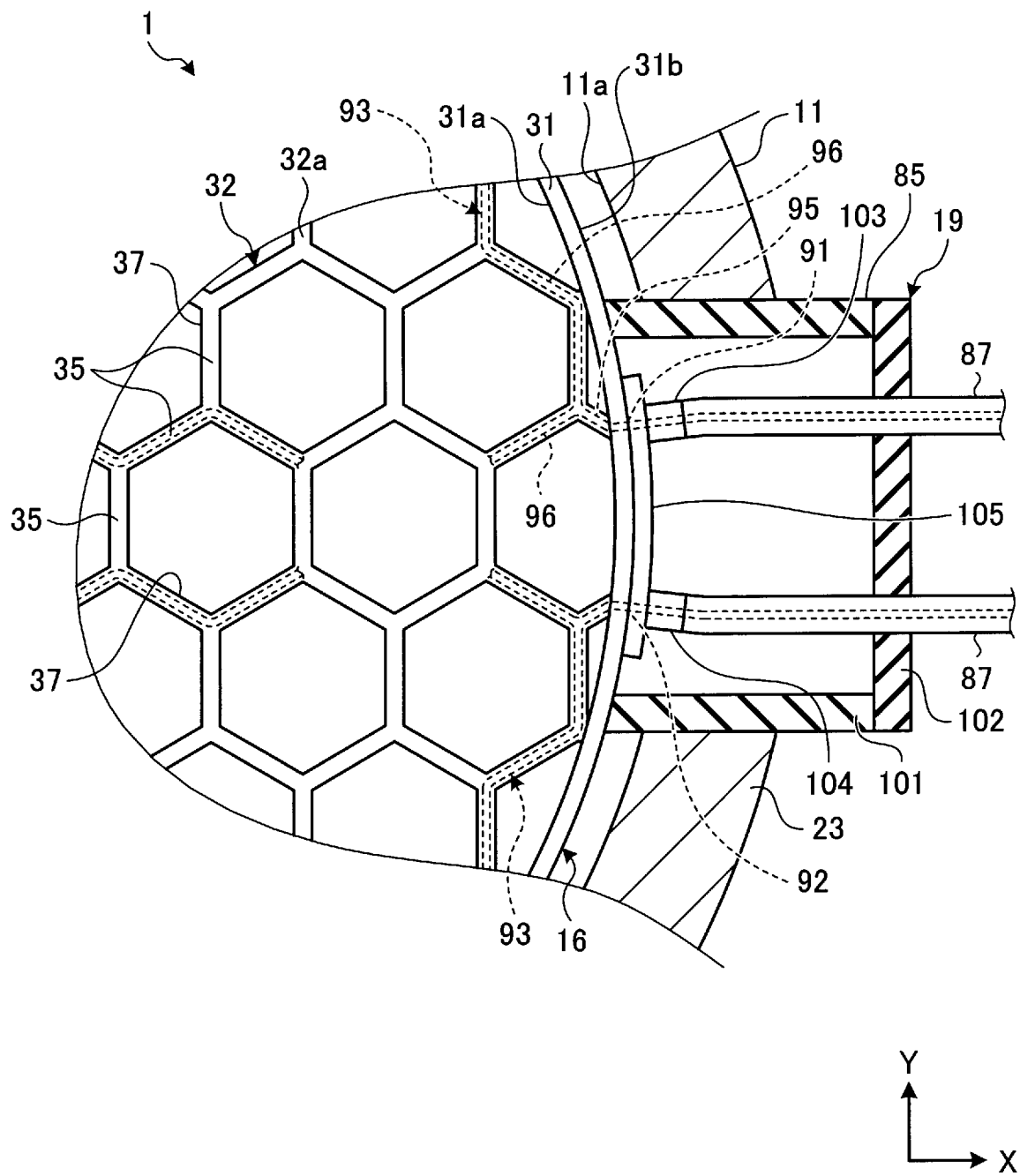
[図5]



[図6]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/087824

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C14/54(2006.01)i, H01L21/285(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)

C23C14/54, H01L21/285

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	US 6036821 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP.), 14 March 2000 (14.03.2000), column 5, line 13 to column 10, line 63 (Family: none)	1-4, 6, 8-13 5, 7
Y	JP 10-303132 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 13 November 1998 (13.11.1998), paragraphs [0014] to [0022] (Family: none)	5
Y	US 2015/0354054 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.), 10 December 2015 (10.12.2015), paragraphs [0020] to [0062] & WO 2015/187354 A1 & TW 201546937 A	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
23 January 2017 (23.01.17)

Date of mailing of the international search report
07 February 2017 (07.02.17)

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/JP2016/087824

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 4-223035 A (Fujitsu Ltd.), 12 August 1992 (12.08.1992), paragraphs [0006] to [0014] (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. C23C14/54(2006.01)i, H01L21/285(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. C23C14/54, H01L21/285

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	US 6036821 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 2000.03.14, column 5 line 13 -column 10 line63 (No Family)	1-4, 6, 8-13
Y		5, 7
Y	JP 10-303132 A (国際電気株式会社) 1998.11.13, [0014]~[0022] (ファミリーなし)	5
Y	US 2015/0354054 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 2015.12.10, [0020] ~[0062] & WO 2015/187354 A1 & TW 201546937 A	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

23.01.2017

国際調査報告の発送日

07.02.2017

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)

今井 淳一

4G

9055

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
A	JP 4-223035 A (富士通株式会社) 1992. 08. 12, [0006]-[0014] (ファミリーなし)	1-13