(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)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/158978 A1

(51) 国際特許分類:
C23C 14/34 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/087819

(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

(30) 優先権データ:
特願 2016-050217 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: 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). 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); 〒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). 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). 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).

(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).

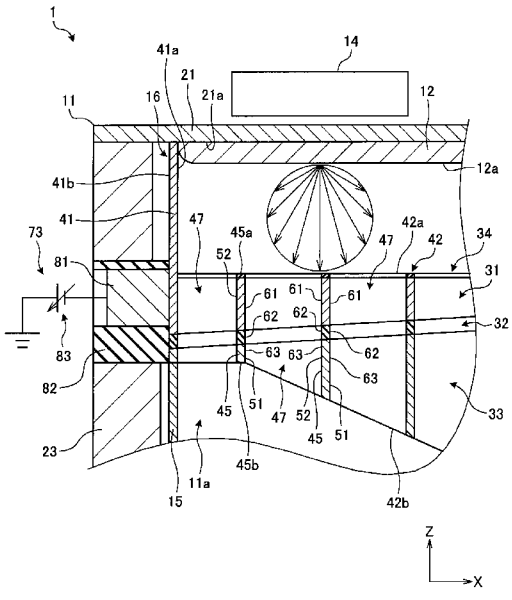
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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.

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

[続葉有]

(54) **Title**: PROCESSING DEVICE AND COLLIMATOR

(54) 発明の名称 : 処理装置及びコリメータ



(57) **Abstract**: The processing device pertaining to an embodiment of the present invention is provided with an object arrangement unit, a generation source arrangement unit, and a collimator. An object is arranged in the object arrangement unit. The generation source arrangement unit is arranged in a position separated from the object arrangement unit, and a particle generation source capable of releasing particles toward the object is arranged therein. The collimator is arranged between the object arrangement unit and the generation source arrangement unit and has a plurality of walls, and is provided with a plurality of penetrating openings formed by the plurality of walls. The plurality of walls have first inner surfaces facing the penetrating openings. The first inner surfaces have a first portion created from a first material capable of releasing the particles, and a second portion which is aligned with the first portion in a first direction, is closer to the object arrangement unit than the first portion, and is created from a second material.

(57) 要約: 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、を備える。前記物体配置部に物体が配置される。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。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、複数の壁を有し、前記複数の壁によって形成される複数の貫通口が設けられる。前記複数の壁は、前記貫通口に面する第１の内面を有する。前記第１の内面は、前記粒子を放出することが可能な第１の材料によって作られた第１の部分と、第１の方向において前記第１の部分と並べられ、前記第１の部分よりも前記物体配置部に近いとともに、第２の材料によって作られた第２の部分と、を有する。

WO 2017/158978 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)）

明　細　書

発明の名称 ： 処理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：特開平７－３１６８０６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　斜めに飛ぶ粒子が生じることで、粒子の利用効率が低下することがある。

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、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発生源配置部から前記物体配置部へ向かう第１の方向に延びる複数の貫通口が設けられる。前記複数の壁は、前記貫通口に面する第１の内面を有する。前記第１の内面は、前記粒子を放出することが可能な第１の材料によって作られた第１の部分と、前記第１の方向において前記第１の部分と並べられ、前記第１の部分よりも前記物体配置部に近いとともに、前記第１の材料

と異なる第２の材料によって作られた第２の部分と、を有する。

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示す断面図である。

[図4]図４は、第１の実施形態のコリメータの一部を概略的に示す断面図である。

[図5]図５は、第２の実施形態に係るコリメータの一部を示す断面図である。

[図6]図６は、第３の実施形態に係るコリメータの一部を概略的に示す断面図である。

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４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１１と、ターゲット１２と、ステージ１３と

、マグネット１４と、遮蔽部材１５と、コリメータ１６と、ポンプ１７と、タンク１８とを備える。ターゲット１２は、粒子発生源の一例である。コリメータ１６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。

[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１１の幅に沿う。Ｙ軸は、チャンバ１１の奥行き（長さ）に沿う。Ｚ軸は、チャンバ１１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１１は、密閉可能な箱状に形成される。チャンバ１１は、上壁２１と、底壁２２と、側壁２３と、排出口２４と、導入口２５とを有する。上壁２１は、例えば、バッキングプレート、取付部、又は保持部とも称され得る。

[0013] 上壁２１と底壁２２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２１は、所定の間隔を介して底壁２２の上方に位置する。側壁２３は、Ｚ軸に沿う方向に延びる筒状に形成され、上壁２１と底壁２２とを接続する。

[0014] チャンバ１１の内部に処理室１１ａが設けられる。処理室１１ａは、容器の内部とも称され得る。上壁２１、底壁２２、及び側壁２３の内面が、処理室１１ａを形成する。処理室１１ａ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１１ａ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１１ａ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１１ａに排出口２４及び導入口２５が開口しても良い。

[0015] ターゲット１２、ステージ１３、遮蔽部材１５、及びコリメータ１６は、処理室１１ａに配置される。言い換えると、ターゲット１２、ステージ１３、遮蔽部材１５、及びコリメータ１６は、チャンバ１１に収容される。なお、ターゲット１２、ステージ１３、遮蔽部材１５、及びコリメータ１６はそ

れぞれ、部分的に処理室１１ａの外に位置しても良い。

[0016] 排出口２４は、処理室１１ａに開口し、ポンプ１７に接続される。ポンプ１７は、例えば、ドライポンプ、クライオポンプ、又はターボ分子ポンプなどである。ポンプ１７が排出口２４から処理室１１ａの気体を吸引することで、処理室１１ａの気圧が低下し得る。ポンプ１７は、処理室１１ａを真空にすることが可能である。

[0017] 導入口２５は、処理室１１ａに開口し、タンク１８に接続される。タンク１８は、例えばアルゴンガスのような不活性ガスを収容する。アルゴンガスが、タンク１８から導入口２５を通って処理室１１ａに導入され得る。タンク１８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１２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１２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１２は、例えば銅によって作られる。ターゲット１２は、他の材料によって作られても良い。

[0019] ターゲット１２は、チャンバ１１の上壁２１の取付面２１ａに取り付けられる。バッキングプレートである上壁２１は、ターゲット１２の冷却材及び電極として用いられる。なお、チャンバ１１は、上壁２１と別個の部品としてのバッキングプレートを有しても良い。

[0020] 上壁２１の取付面２１ａは、Ｚ軸に沿う負方向（下方向）に向き、略平坦に形成された、上壁２１の内面である。このような取付面２１ａにターゲット１２が配置される。上壁２１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] Ｚ軸に沿う負方向は、Ｚ軸の矢印が向く方向の反対方向である。Ｚ軸に沿う負方向は、上壁２１の取付面２１ａからステージ１３の載置面１３ａに向かう方向であり、第１の方向の一例である。Ｚ軸に沿う方向及び鉛直方向は、Ｚ軸に沿う負方向と、Ｚ軸に沿う正方向（Ｚ軸の矢印が向く方向）とを含む。

[0022] ターゲット１２は、下面１２ａを有する。下面１２ａは、下方に向く略平坦な面である。ターゲット１２に電圧が印加されると、チャンバ１１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。

[0023] 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、例えば、電磁石又は永久磁石である。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。上壁２１は、ターゲット１２とマグネット１４との間に位置する。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。

[0024] 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Ｃ１が飛ぶ。言い換えると、ターゲット１２は、粒子Ｃ１を放出することが可能である。本実施形態において、粒子Ｃ１は、銅イオン、銅原子、及び銅分子を含む。粒子Ｃ１に含まれる銅イオンは、正の電荷を有する。銅原子及び銅分子が、正又は負の電荷を有しても良い。

[0025] ターゲット１２の下面１２ａから粒子Ｃ１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Ｃ１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（ｃｏｓθ）に大よそ比例する。

[0026] 粒子Ｃ１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。

[0027] 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。

[0028] 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。

[0029] 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。

[0030] 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Ｃ１が、底壁２２及び側壁２３に付着することを抑制する。

[0031] 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。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。

[0032] コリメータ１６とチャンバ１１との間は、絶縁される。例えば、コリメータ１６とチャンバ１１との間に、絶縁性の部材が介在する。さらに、コリメータ１６と遮蔽部材１５との間も絶縁される。

[0033] 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。

[0034] 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３は、第１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３に示すように、コリメータ１６は、異なる材料によって作られた複数の部分によって形成される。

[0035] 本実施形態において、コリメータ１６は、第１の金属部３１と、第１の絶縁部３２と、第２の金属部３３と、第２の絶縁部３４とを有する。第１の金属部３１は、第１の部材の一例である。第１の絶縁部３２は、第２の部材の一例である。第２の絶縁部３４は、第４の部分の一例である。コリメータ１６は、他の部分を有しても良い。

[0036] 第１の金属部３１は、ターゲット１２の材料と同じ材料によって作られる。本実施形態において、第１の金属部３１は、銅によって作られる。銅は、第１の材料の一例である。このため、第１の金属部３１は、導電性を有する。第１の金属部３１は、他の材料によって作られても良い。

[0037] 第１の絶縁部３２は、第１の金属部３１と異なる材料によって作られる。本実施形態において、第１の絶縁部３２は、絶縁性を有する材料であるセラミックによって作られる。セラミックは、第２の材料の一例である。第１の絶縁部３２は、他の材料によって作られても良い。

[0038] 第１の絶縁部３２は、Ｚ軸に沿う方向において第１の金属部３１と並べられる。Ｚ軸に沿う方向において、第１の絶縁部３２は、第１の金属部３１よりも、ステージ１３に近い。言い換えると、Ｚ軸に沿う方向において、第１の絶縁部３２は、第１の金属部３１とステージ１３との間に位置する。

[0039] 第２の金属部３３は、第１の金属部３１と異なる材料によって作られる。本実施形態において、第２の金属部３３は、アルミニウムによって作られる。アルミニウムは、第３の材料の一例である。このため、第２の金属部３３は、導電性を有する。アルミニウムの密度は、セラミックの密度より低い。第２の金属部３３は、他の材料によって作られても良い。

[0040] 第２の金属部３３は、Ｚ軸に沿う方向において第１の絶縁部３２と並べられる。Ｚ軸に沿う方向において、第２の金属部３３は、第１の絶縁部３２よりも、ステージ１３に近い。Ｚ軸に沿う方向において、第１の絶縁部３２は、第１の金属部３１と、第２の金属部３３との間に位置する。

[0041] 第２の絶縁部３４は、第１の金属部３１と異なる材料によって作られる。本実施形態において、第２の絶縁部３４は、絶縁性を有する材料であるセラミックによって作られる。セラミックは、第４の材料の一例である。第２の絶縁部３４は、他の材料によって作られても良い。

[0042] 第１の金属部３１、第１の絶縁部３２、第２の金属部３３、第２の絶縁部３４によって形成されるコリメータ１６は、枠４１と、整流部４２とを有する。枠４１は、例えば、外縁部、保持部、支持部、又は壁とも称され得る。

[0043] 第１の金属部３１、第１の絶縁部３２、及び第２の金属部３３はそれぞれ、枠４１の一部と、整流部４２の一部とを構成する。第２の絶縁部３４は、整流部４２の一部を構成する。言い換えると、第１の金属部３１、第１の絶縁部３２、第２の金属部３３、及び第２の絶縁部３４によって、枠４１及び整流部４２が形成される。

[0044] 枠４１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４１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４１は、内周面４１ａと、外周面４１ｂとを有する。

[0045] 枠４１の内周面４１ａは、円筒状の枠４１の径方向に向く曲面であり、筒状の枠４１の中心軸に向く。外周面４１ｂは、内周面４１ａの反対側に位置する。Ｘ－Ｙ平面において、枠４１の外周面４１ｂ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。

[0046] 図１に示すように、枠４１は、側壁２３の一部を覆う。Ｚ軸に沿う方向における上壁２１とステージ１３との間において、側壁２３は、遮蔽部材１５と、コリメータ１６の枠４１とに覆われる。枠４１は、ターゲット１２から放出された粒子Ｃ１が、側壁２３に付着することを抑制する。

[0047] 図２に示すように、整流部４２は、Ｘ－Ｙ平面において、筒状の枠４１の

内側に設けられる。整流部４２は、枠４１の内周面４１ａに接続される。枠４１と整流部４２とは一体に作られる。なお、整流部４２は、枠４１から独立した部品であっても良い。

[0048] 図１に示すように、整流部４２は、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。整流部４２は、Ｚ軸に沿う方向において、上壁２１から離間するとともに、ステージ１３から離間する。図２に示すように、整流部４２は、複数の壁４５を有する。壁４５は、例えば、板又は遮蔽部とも称され得る。

[0049] 整流部４２は、複数の壁４５によって、複数の貫通口４７を形成する。複数の貫通口４７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４５は、内側に貫通口４７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４７は、Ｚ軸に沿う方向に移動する粒子Ｃ１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４７は、他の形状に形成されても良い。

[0050] 図３に示すように、第１の金属部３１によって形成される複数の壁４５の一部は、一体に形成され、互いに接続される。第１の金属部３１によって形成された複数の壁４５の一部は、第１の金属部３１によって形成される枠４１の一部に接続される。

[0051] 第１の絶縁部３２によって形成される複数の壁４５の一部は、一体に形成され、互いに接続される。第１の絶縁部３２によって形成された複数の壁４５の一部は、第１の絶縁部３２によって形成される枠４１の一部に接続される。

[0052] 第２の金属部３３によって形成される複数の壁４５の一部は、一体に形成され、互いに接続される。第２の金属部３３によって形成された複数の壁４５の一部は、第２の金属部３３によって形成された枠４１の一部に接続される。

[0053] 第２の絶縁部３４によって形成される複数の壁４５の一部は、一体に形成され、互いに接続される。第２の絶縁部３４によって形成された複数の壁４

５の一部は、第１の金属部３１によって形成された枠４１の一部に接続される。

[0054] 整流部４２は、上端部４２ａと下端部４２ｂとを有する。上端部４２ａは、整流部４２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２１ａに向く。下端部４２ｂは、整流部４２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１３ａに向く。

[0055] 貫通口４７は、整流部４２の上端部４２ａから下端部４２ｂに亘って設けられる。すなわち、貫通口４７は、ターゲット１２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。

[0056] 複数の壁４５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４５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４５は、上端面４５ａと下端面４５ｂとを有する。上端面４５ａは、端部の一例である。

[0057] 壁４５の上端面４５ａは、壁４５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２１ａに向く。複数の壁４５の上端面４５ａは、整流部４２の上端部４２ａを形成する。

[0058] 整流部４２の上端部４２ａは、実質的に平坦に形成される。なお、上端部４２ａは、例えば、ターゲット１２及び上壁２１の取付面２１ａに対して曲面状に凹んでも良い。言い換えると、上端部４２ａは、ターゲット１２及び上壁２１の取付面２１ａから離れるように湾曲しても良い。

[0059] 壁４５の下端面４５ｂは、壁４５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１３ａに向く。複数の壁４５の下端面４５ｂは、整流部４２の下端部４２ｂを形成する。

[0060] 整流部４２の下端部４２ｂ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１３ａに向かって突出する。言い換えると、整流

部４２の下端部４２ｂは、枠４１から離間するに従って、ステージ１３に近づく。整流部４２の下端部４２ｂは、他の形状に形成されても良い。

[0061] 整流部４２の上端部４２ａと下端部４２ｂとは、互いに異なる形状を有する。このため、整流部４２は、鉛直方向における長さが互いに異なる複数の壁４５を有する。なお、Ｚ軸に沿う方向において、複数の壁４５の長さが同一であっても良い。

[0062] 複数の壁４５はそれぞれ、第１の内面５１と、第２の内面５２とを有する。第１の内面５１と第２の内面５２とはそれぞれ、Ｚ軸と直交する方向（Ｘ－Ｙ平面上の方向）に向く。第２の内面５２は、第１の内面５１の反対側に位置する。

[0063] 一つの壁４５の第１の内面５１は、当該壁４５が形成する一つの貫通口４７に面する。当該壁４５の第２の内面５２は、当該壁４５が形成する他の貫通口４７に面する。本実施形態において、複数の壁４５の第１の内面５１及び第２の内面５２のうち六つが、一つの貫通口４７を規定する。

[0064] 例えば、三つの第１の内面５１と三つの第２の内面５２とが、一つの貫通口４７を規定する。この例において、三つの第１の内面５１と三つの第２の内面５２とが、当該貫通口４７に面する。

[0065] 本実施形態において、第１の内面５１は、枠４１の径方向において、枠４１の中心軸に向く。言い換えると、第１の内面５１は、枠４１の内側に向く。第２の内面５２は、枠４１の外側に向く。第１の内面５１と第２の内面５２とは、他の方向に向いても良い。

[0066] 第１の内面５１は、第１の部分６１と、第２の部分６２と、第３の部分６３とを有する。さらに、第２の内面５２も、第１の部分６１と、第２の部分６２と、第３の部分６３とを有する。

[0067] 第１の部分６１は、第１の金属部３１によって形成される、第１の内面５１及び第２の内面５２の一部である。言い換えると、第１の金属部３１は、第１の部分６１を構成する。このため、第１の部分６１は、銅によって作られ、導電性を有する。

[0068] 第２の部分６２は、第１の絶縁部３２によって形成される、第１の内面５１及び第２の内面５２の一部である。言い換えると、第１の絶縁部３２は、第２の部分６２を構成する。このため、第２の部分６２は、セラミックによって作られ、絶縁性を有する。第２の部分６２は、Ｚ軸に沿う方向において第１の部分６１と並べられ、第１の部分６１よりもステージ１３に近い。

[0069] 第３の部分６３は、第２の金属部３３によって形成される、第１の内面５１及び第２の内面５２の一部である。言い換えると、第２の金属部３３は、第３の部分６３を構成する。このため、第３の部分６３は、アルミニウムによって作られ、導電性を有する。第３の部分６２は、Ｚ軸に沿う方向において第２の部分６２と並べられ、第２の部分６２よりもステージ１３に近い。第２の部分６２は、Ｚ軸に沿う方向において、第１の部分６１と第３の部分６３との間に位置する。

[0070] Ｚ軸に沿う方向において、複数の壁４５のうち一つにおける第１の部分６１の長さは、複数の壁４５のうち他の一つにおける第１の部分６１の長さよりも長い。本実施形態において、枠４１の中心軸から枠４１に近づくに従って、第１の部分６１が長くなる。例えば、Ｚ軸に沿う方向において、一つの壁４５の第１の部分６１の長さは、当該壁４５よりも枠４１に近い壁４５の第１の部分６１の長さよりも短い。言い換えると、内側の壁４５の第１の部分６１の長さは、外側の壁４５の第１の部分６１の長さよりも短い。

[0071] Ｚ軸に沿う方向において、複数の壁４５の第２の部分６２の長さは、ほぼ等しい。さらに、Ｚ軸に沿う方向において、複数の壁４５の第３の部分６３の長さは互いに異なる。例えば、Ｚ軸に沿う方向において、一つの壁４５の第３の部分６３の長さは、当該壁４５よりも枠４１に近い壁４５の第３の部分６３の長さよりも長い。なお、第１乃至第３の部分６１～６３の長さはこれに限らない。

[0072] 第２の絶縁部３４は、壁４５の上端面４５ａを形成する。このため、第２の絶縁部３４と第１の絶縁部３２との間に、第１の金属部３１が位置する。言い換えると、第１の部分６１は、第２の絶縁部３４と、第２の部分６２と

の間に位置する。

[0073] 図１に示すように、スパッタ装置１は、第１の電源装置７１と、第２の電源装置７２と、第３の電源装置７３とをさらに有する。第３の電源装置７３は、電源の一例である。

[0074] 第１の電源装置７１と、第２の電源装置７２とは、直流の可変電源である。なお、第１の電源装置７１と第２の電源装置７２とは、他の電源であっても良い。第１の電源装置７１は、電極である上壁２１に接続される。第１の電源装置７１は、上壁２１及びターゲット１２に例えば負の電圧を印加することができる。第２の電源装置７２は、電極であるステージ１３に接続される。第２の電源装置７２は、ステージ１３及び半導体ウェハ２に例えば負の電圧を印加することができる。

[0075] 図３に示すように、第３の電源装置７３は、電極８１と、絶縁部材８２と、電源８３とを有する。電極８１と、絶縁部材８２とは、チャンバ１１の側壁２３に設けられる。コリメータ１６は、電極８１に面する。なお、電極８１の配置はこれに限らない。

[0076] 電極８１は、第１の金属部３１によって形成された枠４１の外周面４１ｂの一部に接触する。電極８１は、例えばバネによって、第１の金属部３１によって形成された枠４１の外周面４１ｂの一部に向かって押される。電極８１は、第１の金属部３１と、電源８３とを電気的に接続する。

[0077] 絶縁部材８２は、例えば、セラミックのような絶縁性の材料によって作られる。絶縁部材８２は、電極８１が移動可能に、電極８１を囲む。絶縁部材８２は、電極８１とチャンバ１１の側壁２３との間を絶縁する。

[0078] 電源８３は、直流の可変電源である。電源８３は、他の電源であっても良い。電源８３は、電極８１を介して第１の金属部３１に電気的に接続される。電源８３は、第１の金属部３１に負の電圧を印加することができる。言い換えると、電源８３は、第１及び第２の内面５１，５２の第１の部分６１に、負の電圧を印加することができる。なお、電源８３は、第１の部分６１に正の電圧を印加可能であっても良い。

[0079] 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。

[0080] まず、図１に示すポンプ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。ポンプ１７は、処理室１１ａを真空にする。

[0081] 次に、タンク１８が、導入口２５から処理室１１ａに、アルゴンガスを導入する。第１の電源装置７１がターゲット１２に電圧を印加すると、マグネット１４の磁場付近でプラズマＰが生じる。さらに、第２の電源装置７２がステージ１３に電圧を印加しても良い。

[0082] ターゲット１２の下面１２ａをイオンがスパッタすることで、ターゲット１２の下面１２ａから、半導体ウェハ２に向かって粒子Ｃ１が放出される。本実施形態において、粒子Ｃ１は、銅イオンを含む。銅イオンは、正の電荷を有する。上述のように、粒子Ｃ１が飛ぶ方向は、コサイン則に従って分布する。図３の矢印は、粒子Ｃ１が飛ぶ方向の分布を模式的に示す。

[0083] 図４は、第１の実施形態のコリメータ１６の一部を概略的に示す断面図である。電源８３は、第１の金属部３１に、負の電圧を印加する。すなわち、電源８３は、第１の金属部３１が形成する第１の部分６１に、粒子Ｃ１である銅イオンが有する電荷と正負が異なる電圧を印加する。

[0084] 負の電圧が印加された第１の部分６１を形成する第１の金属部３１は、電界Ｅを生じる。すなわち、第１の金属部３１によって形成された枠４１の一部と壁４５の一部とが、電界Ｅを生じる。

[0085] 第１の絶縁部３２が、第１の金属部３１と第２の金属部３３との間に位置する。言い換えると、第１の絶縁部３２は、第１の金属部３１と第２の金属部３３との間を絶縁する。このため、第１の金属部３１に電圧が印加されたときに、第２の金属部３３は電界を生じない。

[0086] 鉛直方向に放出された粒子Ｃ１は、貫通口４７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。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Ｃ１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Ｃ１は、壁４５に向かって飛ぶ。

[0087] 正の電荷を有するイオンである粒子Ｃ１は、負の電圧を印加された第１の金属部３１によって生じる電界Ｅから、引力を受ける。このため、電界Ｅを生じる第１の金属部３１に近づいた粒子Ｃ１は、第１の部分６１に向かって加速させられる。言い換えると、電界Ｅは、粒子Ｃ１に、第１の部分６１に向かう運動エネルギーを付与する。

[0088] 加速された粒子Ｃ１は、第１の部分６１に衝突する。言い換えると、イオンである粒子Ｃ１が、第１の部分６１をスパッタする。これにより、第１の部分６１から、粒子Ｃ２が放出される。

[0089] 第１の部分６１から放出される粒子Ｃ２は、ターゲット１２から放出される粒子Ｃ１と同じく、銅イオン、銅原子、及び銅分子を含む。このように、第１の部分６１は、ターゲット１２が放出する粒子Ｃ１と同じ粒子Ｃ２を放出することができる。粒子Ｃ２を放出する第１の部分６１に、粒子Ｃ１が付着するため、第１の金属部３１の体積が減少することが抑制される。

[0090] 第１の部分６１から粒子Ｃ２が飛ぶ方向は、コサイン則に従って分布する。このため、第１の部分６１から放出される粒子Ｃ２は、鉛直方向に放出される粒子Ｃ２を含む。鉛直方向に放出された粒子Ｃ２は、貫通口４７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。

[0091] 粒子Ｃ２は、鉛直方向に対して交差する方向に放出される粒子Ｃ２も含む。例えば、粒子Ｃ２は、一つの壁４５の第１の部分６１から、他の壁４５の第１の内面５１又は第２の内面５２に向かって飛ぶことがある。

[0092] 粒子Ｃ２は、他の壁４５の第１の部分６１に向かって飛ぶことがある。イオンである粒子Ｃ２は、電界Ｅによって加速させられ、他の壁４５の第１の部分６１に衝突する。粒子Ｃ２によりスパッタされた第１の部分６１が、さらに粒子Ｃ２を放出することがある。しかし、例えば、第１の部分６１に衝突する粒子Ｃ２の運動エネルギーが十分でない場合、粒子Ｃ２は、第１の部

分６１に付着する。

[0093] 粒子Ｃ２は、他の壁４５の第２の部分６２又は第３の部分６３に向かって飛ぶことがある。第２の部分６２を形成する第１の絶縁部３２と、第３の部分６３を形成する第２の金属部３３は電界を生じない。このため、粒子Ｃ２は加速されない。

[0094] 第２の部分６２に向かって飛ぶ粒子Ｃ２は、第２の部分６２に付着する。第３の部分６３に向かって飛ぶ粒子Ｃ２は、第３の部分６３に付着する。すなわち、加速されない粒子Ｃ２の運動エネルギーは、第３の部分６３からスパッタにより粒子を放出させるための運動エネルギーよりも低い。第２の部分６２及び第３の部分６３は、粒子Ｃ２が放出された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Ｃ２を遮断する。

[0095] 第１の部分６１は、第２の部分６２及び第３の部分６３よりも、上壁２１及びターゲット１２に近い。このため、プラズマＰのアルゴンイオンが、第１の部分６１に衝突することがある。第１の部分６１をアルゴンイオンがスパッタした場合にも、第１の部分６１から粒子Ｃ２が放出される。

[0096] ターゲット１２から放出される粒子Ｃ１は、壁４５の上端面４５ａに向かって飛ぶことがある。上端面４５ａを形成する第２の絶縁部３４は、電界を生じない。このため、上端面４５ａに向かって飛ぶ粒子Ｃ１は、加速されず、上端面４５ａに付着する。

[0097] ターゲット１２から放出される粒子Ｃ１は、電気的に中性である銅原子及び銅分子を含み得る。電界Ｅは、電気的に中性である粒子Ｃ１を加速しない。このため、電気的に中性であり、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Ｃ１は、壁４５に付着することがある。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Ｃ１を遮断する。傾斜方向に飛ぶ粒子Ｃ１は、遮蔽部材１５に付着することもある。

[0098] 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Ｃ１は、コリメータ１６の貫通口４７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Ｃ１も、電界Ｅから引力を受け、又は壁４５に付着することがある。

[0099] コリメータ１６の貫通口４７を通過した粒子Ｃ１，Ｃ２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Ｃ１と、第１の部分６１が放出した粒子Ｃ２とを受ける。貫通口４７を通過した粒子Ｃ１，Ｃ２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Ｃ１，Ｃ２の方向が制御される。

[0100] 半導体ウェハ２に成膜される粒子Ｃ１，Ｃ２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。

[0101] 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の金属部３１、第１の絶縁部３２、第２の金属部３３、及び第２の絶縁部３４を有するコリメータ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。

[0102] コリメータ１６の第１の金属部３１と、第１の絶縁部３２と、第２の金属部３３と、第２の絶縁部３４とは、互いに固定される。すなわち、Ｚ軸に沿う方向において、第１の金属部３１の一方の端部が第２の絶縁部３４に固定され、第１の金属部３１の他方の端部が第１の絶縁部３２に固定される。さらに、Ｚ軸に沿う方向において、第１の絶縁部３２の一方の端部が第１の金属部３１に固定され、第１の絶縁部３２の他方の端部が第２の金属部３３に固定される。

[0103] 例えば、コリメータ１６の第１の金属部３１と、第１の絶縁部３２と、第２の金属部３３と、第２の絶縁部３４とが、一体に形成される。なお、コリメータ１６の第１の金属部３１と、第１の絶縁部３２と、第２の金属部３３と、第２の絶縁部３４とが、例えば、互いに接着されても良い。

[0104] コリメータ１６の第１の金属部３１と、第１の絶縁部３２と、第２の金属部３３と、第２の絶縁部３４とは、互いに分離可能であっても良い。例えば、独立した部品である第１の金属部３１と、第１の絶縁部３２と、第２の金属部３３と、第２の絶縁部３４とが、互いに積み重ねられる。この場合、第１の金属部３１と、第１の絶縁部３２と、第２の金属部３３と、第２の絶縁部３４とが、容易に製造されることができる。

[0105] 第１の実施形態に係るスパッタ装置１において、コリメータ１６の第１の内面５１は、粒子Ｃ２を放出することが可能な銅によって作られた第１の部分６１と、Ｚ軸に沿う方向において第１の部分６１と並べられ、第１の部分６１よりもステージ１３に近いとともに、銅と異なるセラミックによって作られた第２の部分６２と、を有する。例えば、ターゲット１２から放出された粒子Ｃ１が、第１の部分６１に衝突すると、第１の部分６１から粒子Ｃ２が放出され得る。また、スパッタリングにおいて、上壁２１の近傍で発生するプラズマＰが、第１の部分６１から粒子Ｃ２を発生させ得る。第１の部分６１から放出された粒子Ｃ２がＺ軸に沿う方向に放出されれば、当該粒子Ｃ２によって成膜が行われる。すなわち、傾斜方向に放出された粒子Ｃ１が、鉛直方向に放出される粒子Ｃ２を発生させることができる。これにより、粒子Ｃ１，Ｃ２の利用効率の低下が抑制される。

[0106] 第１の部分６１は、第２の部分６２よりも上壁２１に近い。このため、第１の部分６１から放出された粒子Ｃ２が、Ｚ軸に沿う方向と大きく異なる方向に放出されたとしても、第２の部分６２及び第３の部分６３が当該粒子Ｃ２を遮断する。これにより、Ｚ軸に沿う方向と大きく異なる方向に放出された粒子Ｃ１が半導体ウェハ２に付着することが抑制され、コリメータ１６の成膜性能の低下が抑制される。

[0107] 第３の電源装置７３は、第１の部分６１に、ターゲット１２から放出される粒子Ｃ１が有する電荷と正負が異なる電圧を印加する。別の表現によれば、第３の電源装置７３は、第１の部分６１の材料である銅がイオン化した場合に、当該イオンが有する電荷と正負が異なる電圧を、第１の部分６１に印

加する。これにより、第１の部分６１が生じさせた電界Ｅは、ターゲット１２から放出された粒子Ｃ１に引力を作用させる。引力が作用した粒子Ｃ１は加速するため、第１の部分６１に衝突したときに、第１の部分６１から粒子Ｃ２を放出させやすい。当該粒子Ｃ２は、半導体ウェハ２に向かって放出され得る。従って、粒子Ｃ１，Ｃ２の利用効率の低下が抑制される。さらに、第２の部分６２を形成するセラミックは、絶縁性を有する。このため、ターゲット１２から放出された粒子Ｃ１が、第２の部分６２に誘引されることが抑制され、粒子Ｃ１，Ｃ２の利用効率の低下が抑制される。

[0108] 第１の内面５１は、Ｚ軸に沿う方向において第２の部分６２と並べられ、第２の部分６２よりもステージ１３に近いとともに、銅と異なるアルミニウムによって作られた第３の部分６３を有する。言い換えると、第１の部分６１と第３の部分６３との間に、絶縁性の第２の部分６２が介在する。これにより、第１の部分６１に印加された電圧が、第３の部分６３にも印加されることが抑制される。従って、ターゲット１２から放出された粒子Ｃ１が、第３の部分６３に誘引されることが抑制され、粒子Ｃ１，Ｃ２の利用効率の低下が抑制される。さらに、第３の部分６３からアルミニウムイオン、アルミニウム原子、及びアルミニウム分子のような粒子が発生することが抑制される。

[0109] 第３の部分６３の材料であるアルミニウムの密度は、第２の部分６２の材料であるセラミックの密度よりも低い。このため、第２の金属部３３によって形成される部分を代わりに第１の絶縁部３２が形成する場合に比べ、コリメータ１６を軽くすることが可能となる。

[0110] Ｚ軸に沿う方向において、複数の壁４５のうち一つにおける第１の部分６１の長さは、複数の壁４５のうち他の一つにおける第１の部分６１の長さよりも長い。例えば、コリメータ１６の外側の部分の壁４５の第１の部分６１の長さは、コリメータ１６の内側の部分の壁４５の第１の部分６１の長さよりも長く設定される。ある一例において、コリメータ１６の内側の部分においては、半導体ウェハ２に向かって垂直に飛ぶ粒子Ｃ１が多い。一方、コリ

メータ１６の外側の部分においては、半導体ウェハ２に向かって垂直に飛ぶ粒子Ｃ１は少ない。しかし、第１の部分６１に衝突し、第１の部分６１で粒子Ｃ２を放出させるような、斜めに飛ぶ粒子Ｃ１が多い。このため、コリメータ１６の内側の部分から半導体ウェハ２に向かって飛ぶ粒子Ｃ１，Ｃ２の数と、コリメータ１６の外側の部分から半導体ウェハ２に向かって飛ぶ粒子Ｃ１，Ｃ２の数が均等になりやすい。従って、半導体ウェハ２に付着する粒子Ｃ１，Ｃ２の分布のばらつきが抑制される。

[0111] 壁４５の上端面４５ａを形成する第２の絶縁部３４は、銅と異なる絶縁性のセラミックによって作られる。ターゲット１２から放出された粒子Ｃ１は、壁４５の上端面４５ａに衝突することがある。しかし、第２の絶縁部３４は粒子Ｃ１を誘引しないため、上端面４５ａに衝突した粒子Ｃ１が、上端面４５ａから粒子を放出させることが抑制される。従って、上端面４５ａから放出された粒子が、ターゲット１２から放出された粒子Ｃ１に干渉することが抑制される。

[0112] 第１の部分６１を有する第１の金属部３１は、第２の部分６２を有する第１の絶縁部３２に固定される。これにより、第１の金属部３１が形成する貫通口４７と、第１の絶縁部３２が形成する貫通口４７とがずれることで、貫通口４７の大きさが変化し、粒子Ｃ１，Ｃ２の利用効率が低下することが抑制される。

[0113] 上述のように、第１の部分６１を有する第１の金属部３１は、第２の部分６２を有する第１の絶縁部３２から分離可能であっても良い。この場合、例えば、第１の金属部３１が第１の絶縁部３２に積み重ねられることで、コリメータ１６が形成される。これにより、第１の金属部３１と第１の絶縁部３２とを有するコリメータ１６を容易に製造することが可能となる。

[0114] 以下に、第２の実施形態について、図５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。

[0115] 図５は、第２の実施形態に係るコリメータ１６の一部を示す断面図である。図５に示すように、第２の部分６２は、突出部９１と、凹部９２とを形成する。第２の部分６２は、突出部９１と、凹部９２との一方のみを有しても良い。

[0116] 突出部９１は、第２の部分６２が設けられた壁４５の第１の内面５１が向く方向において、当該第２の部分６２と並ぶ第１の部分６１から突出する。第１の内面５１が向く方向は、第２の方向の一例である。突出部９１の表面は、曲面である。

[0117] 凹部９２は、第２の部分６２が設けられた壁４５の第１の内面５１が向く方向において、当該第２の部分６２と並ぶ第１の部分６１から窪む。凹部９２の表面は、曲面である。

[0118] 突出部９１と凹部９２とは、互いに滑らかに接続される。言い換えると、突出部９１と凹部９２とは、鋭角な部分をつくることなく連続する。Ｚ軸に沿う方向において、突出部９１は、凹部９２よりも、第１の部分６１に近い。

[0119] 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Ｃ１は、第２の部分６２に付着することがある。突出部９１のステージ１３に向く部分は、ターゲット１２に対して陰になり、粒子Ｃ１が付着しにくい。凹部９２のステージ１３に向く部分は、ターゲット１２に対して陰になり、粒子Ｃ１が付着しにくい。

[0120] 第２の実施形態のスパッタ装置１において、第２の部分６２は、第１の部分６１から突出する突出部９１と、第１の部分６１から窪む凹部９２と、の少なくとも一方を形成する。第２の部分６２が突出部９１を形成する場合、ターゲット１２から放出された粒子Ｃ１は、突出部９１のターゲット１２に近い部分に付着するが、突出部９１のターゲット１２から遠い部分に付着しにくい。第２の部分６２が凹部９２を有する場合、ターゲット１２から放出

された粒子Ｃ１は、凹部９２のターゲット１２から遠い部分に付着するが、凹部９２のターゲット１２に近い部分に付着しにくい。このように、第２の部分６２に、粒子Ｃ１が付着しにくい部分が形成されるため、第１の部分６１と第３の部分６３とが粒子Ｃ１によって互いに導通することが抑制される。

[0121] 以下に、第３の実施形態について、図６を参照して説明する。図６は、第３の実施形態に係るコリメータ１６の一部を概略的に示す断面図である。図６に示すように、第３の実施形態のコリメータ１６は、第１の金属部３１、第１の絶縁部３２、第２の金属部３３、及び第２の絶縁部３４の代わりに、部材１０１と、複数の金属部１０２とを有する。

[0122] 部材１０１は、絶縁性を有する材料であるセラミックによって作られる。部材１０１は、他の材料によって作られても良い。部材１０１は、枠４１と整流部４２とを有する。このため、部材１０１は、複数の壁４５を有する。

[0123] 壁４５の第１の内面５１は、第１の部分６１と、第２の部分６２とを有する。部材１０１は、第２の部分６２を形成する。すなわち、第２の部分６２は、セラミックによって作られ、絶縁性を有する。第１の実施形態と同じく、第２の部分６２は、第１の部分６１よりもステージ１３に近い。

[0124] 金属部１０２は、ターゲット１２の材料と同じ材料によって作られる。本実施形態において、金属部１０２は、銅によって作られる。このため、金属部１０２は、導電性を有する。金属部１０２は、他の材料によって作られても良い。

[0125] 本実施形態において、金属部１０２は、金属膜である。金属部１０２は、例えば、壁、板、又は他の部材であっても良い。金属部１０２は、部材１０１の表面の一部を覆い、第１の部分６１を形成する。

[0126] 図６は説明のため、金属部１０２が部材１０１の表面から突出する。しかし、金属部１０２が形成する第１の部分６１と、部材１０１が形成する第２の部分６２とは、実質的に連続した第１の内面５１を形成する。

[0127] 第３の電源装置７３の電源８３は、金属部１０２に電気的に接続される。

例えば、複数の壁４５の内部を通る配線が、金属部１０２と電源８３とを電気的に接続する。電源８３は、金属部１０２が形成する第１の部分６１に、負の電圧を印加することができる。

[0128] 第１の内面５１は第１の部分６１と第２の部分６２とを有するが、第２の内面５２は、第１及び第２の部分６１，６２のうち、第２の部分６２を有し、第１の部分６１を有さない。すなわち、壁４５の第２の内面５２は、第２の部分６２を有する部材１０１によって形成される。さらに、壁４５の上端面４５ａ及び下端面４５ｂも、部材１０１によって形成される。

[0129] なお、第２の内面５２が、第１の部分６１を有しても良い。この場合、第１の内面５１と同じく、金属部１０２が第１の部分６１を形成する。Ｚ軸に沿う方向において、第１の内面５１の第１の部分６１の長さと、第２の内面５１の第２の部分６１の長さとが異なっても良い。

[0130] このようなスパッタ装置１において、ターゲット１２の下面１２ａをプラズマＰのイオンがスパッタすることで、ターゲット１２の下面１２ａから、半導体ウェハ２に向かって粒子Ｃ１が放出される。

[0131] 電源８３は、金属部１０２に、負の電圧を印加する。すなわち、電源８３は、金属部１０２が形成する第１の部分６１に、粒子Ｃ１である銅イオンが有する電荷と正負が異なる電圧を印加する。負の電圧が印加された第１の部分６１を形成する金属部１０２は、電界Ｅを生じる。

[0132] 第２の部分６２を形成する部材１０１は、絶縁性を有する。このため、金属部１０２に電圧が印加されたときに、第２の部分６２を形成する部材１０１は、電界を生じない。

[0133] 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Ｃ１は、壁４５に向かって飛ぶ。正の電荷を有するイオンである粒子Ｃ１は、負の電圧を印加された金属部１０２によって生じる電界Ｅから、引力を受ける。このため、電界Ｅを生じる金属部１０２に近づいた粒子Ｃ１は、第１の部分６１に向かって加速させられる。

[0134] 加速された粒子Ｃ１は、第１の部分６１に衝突する。言い換えると、イオ

ンである粒子Ｃ１が、第１の部分６１をスパッタする。これにより、第１の部分６１から、粒子Ｃ２が放出される。

[0135] 第１の部分６１から放出される粒子Ｃ２は、ターゲット１２から放出される粒子Ｃ１と同じく、銅イオン、銅原子、及び銅分子を含む。このように、第１の部分６１は、ターゲット１２が放出する粒子Ｃ１と同じ粒子Ｃ２を放出することができる。粒子Ｃ２を放出する第１の部分６１に、粒子Ｃ１が付着するため、金属部１０２の体積が減少することが抑制される。

[0136] 第１の部分６１から粒子Ｃ２が飛ぶ方向は、コサイン則に従って分布する。このため、第１の部分６１から放出される粒子Ｃ２は、鉛直方向に放出される粒子Ｃ２を含む。鉛直方向に放出された粒子Ｃ２は、貫通口４７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。

[0137] 粒子Ｃ２は、鉛直方向に対して交差する方向に放出される粒子Ｃ２も含む。例えば、粒子Ｃ２は、一つの壁４５の第１の部分６１から、他の壁４５の第１の内面５１又は第２の内面５２に向かって飛ぶことがある。

[0138] 粒子Ｃ２は、他の壁４５の第１の部分６１に向かって飛ぶことがある。イオンである粒子Ｃ２は、電界Ｅによって加速させられ、他の壁４５の第１の部分６１に衝突する。粒子Ｃ２によりスパッタされた第１の部分６１が、さらに粒子Ｃ２を放出することがある。しかし、例えば、第１の部分６１に衝突する粒子Ｃ２の運動エネルギーが十分でない場合、粒子Ｃ２は、第１の部分６１に付着する。

[0139] 粒子Ｃ２は、他の壁４５の第２の部分６２に向かって飛ぶことがある。第２の部分６２を形成する部材１０１は電界を生じない。このため、粒子Ｃ２は加速されない。第２の部分６２に向かって飛ぶ粒子Ｃ２は、第２の部分６２に付着する。第２の部分６２は、粒子Ｃ２が放出された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Ｃ２を遮断する。

[0140] 第１の部分６１は、第２の部分６２よりも、上壁２１及びターゲット１２に近い。このため、プラズマＰのアルゴンイオンが、第１の部分６１に衝突することがある。第１の部分６１をアルゴンイオンがスパッタした場合にも

、第１の部分６１から粒子Ｃ２が放出される。

[0141] コリメータ１６の貫通口４７を通過した粒子Ｃ１，Ｃ２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Ｃ１と、第１の部分６１が放出した粒子Ｃ２とを受ける。貫通口４７を通過した粒子Ｃ１，Ｃ２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Ｃ１，Ｃ２の方向が制御される。

[0142] 第３の実施形態のスパッタ装置１において、複数の壁４５の第２の内面５２は、第２の部分６２を有し、第１の部分６１は有さない。すなわち、壁４５の一方の面５１は第１の部分６１から粒子Ｃ２を発生させるが、壁４５の他方の面５２は粒子Ｃ２を発生させない。このような壁４５が設けられることで、半導体ウェハ２に付着する粒子Ｃ１，Ｃ２の分布が調整されることができる。

[0143] 以上説明した少なくとも一つの実施形態によれば、コリメータの第１の内面は、粒子を放出することが可能な第１の材料によって作られた第１の部分と、第１の方向において第１の部分と並べられ、第１の部分よりも物体配置部に近いとともに、第１の材料と異なる第２の材料によって作られた第２の部分と、を有する。これにより、粒子の利用効率の低下が抑制される。

[0144] 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発生源配置部から前記物体配置部へ向かう第１の方向に延びる複数の貫通口が設けられたコリメータと、

を具備し、

前記複数の壁は、前記貫通口に面する第１の内面を有し、

前記第１の内面は、前記粒子を放出することが可能な第１の材料によって作られた第１の部分と、前記第１の方向において前記第１の部分と並べられ、前記第１の部分よりも前記物体配置部に近いとともに、前記第１の材料と異なる第２の材料によって作られた第２の部分と、を有する、

処理装置。

[請求項2] 前記第１の部分に、前記粒子発生源から放出される前記粒子が有する電荷と正負が異なる電圧を印加するよう構成された電源、をさらに具備し、

前記第２の材料は、絶縁性を有する、

請求項１の処理装置。

[請求項3] 前記第１の内面は、前記第１の方向において前記第２の部分と並べられ、前記第２の部分よりも前記物体配置部に近いとともに、前記第１の材料と異なる導電性の第３の材料によって作られた第３の部分を有する、請求項２の処理装置。

[請求項4] 前記第２の部分は、前記第１の内面が向く第２の方向において、前記第１の部分から突出する突出部と、前記第１の部分から窪む凹部と

、の少なくとも一方を形成する、請求項３の処理装置。

[請求項5] 前記第１の方向において、前記複数の壁のうち一つにおける前記第１の部分の長さは、前記複数の壁のうち他の一つにおける前記第１の部分の長さよりも長い、請求項１の処理装置。

[請求項6] 前記複数の壁は、前記第１の内面の反対側に位置する第２の内面を有し、

前記第２の内面は、前記第２の部分を有する、

請求項１の処理装置。

[請求項7] 前記複数の壁は、前記発生源配置部に向く、前記第１の方向における端部と、前記端部を形成し、前記第１の材料と異なる絶縁性の第４の材料によって作られた第４の部分と、を有する、請求項１の処理装置。

[請求項8] 前記コリメータは、前記第１の部分を有し、前記第１の材料によって作られた第１の部材と、前記第１の方向において前記第１の部材と並べられ、前記第２の部分を有し、前記第２の材料によって作られた第２の部材と、を有し、

前記第１の部材は、前記第２の部材に固定される、

請求項１の処理装置。

[請求項9] 前記コリメータは、前記第１の部分を有し、前記第１の材料によって作られた第１の部材と、前記第１の方向において前記第１の部材と並べられ、前記第２の部分を有し、前記第２の材料によって作られた第２の部材と、を有し、

前記第１の部材は、前記第２の部材から分離可能である、

請求項１の処理装置。

[請求項10] 第１の方向に延びる複数の貫通口を形成する複数の壁と、

前記複数の壁に設けられて前記貫通口に面する第１の内面と、

前記第１の内面の一部を形成し、粒子を放出することが可能な第１の材料によって作られた第１の部分と、

前記第１の内面の一部を形成し、前記第１の方向において前記第１の部分と並べられ、前記第１の材料と異なる第２の材料によって作られた第２の部分と、

を具備するコリメータ。

[請求項11] 前記第１の材料は、導電性を有し、

前記第２の材料は、絶縁性を有する、

請求項１０のコリメータ。

[請求項12] 前記第１の内面の一部を形成し、前記第１の方向において前記第２の部分と並べられ、前記第１の材料と異なる導電性の第３の材料によって作られた第３の部分と、

を具備し、

前記第２の部分は、前記第１の部分と前記第３の部分との間に位置する、

請求項１１のコリメータ。

[請求項13] 前記第２の部分は、前記第１の内面が向く第２の方向において、前記第１の部分から突出する突出部と、前記第１の部分から窪む凹部と、の少なくとも一方を形成する、請求項１２のコリメータ。

[請求項14] 前記第１の方向において、前記複数の壁のうち一つにおける前記第１の部分の長さは、前記複数の壁のうち他の一つにおける前記第１の部分の長さよりも長い、請求項１０のコリメータ。

[請求項15] 前記複数の壁は、前記第１の内面の反対側に位置する第２の内面を有し、

前記第２の内面は、前記第２の部分を有する、

請求項１０のコリメータ。

[請求項16] 前記第１の方向における前記複数の壁の端部を形成し、前記第１の材料と異なる絶縁性の第４の材料によって作られた第４の部分、をさらに具備し、

前記第１の部分は、前記第４の部分と、前記第２の部分との間に位

置する、

請求項１０のコリメータ。

[請求項17] 前記第１の部分を有し、前記第１の材料によって作られた第１の部材と、

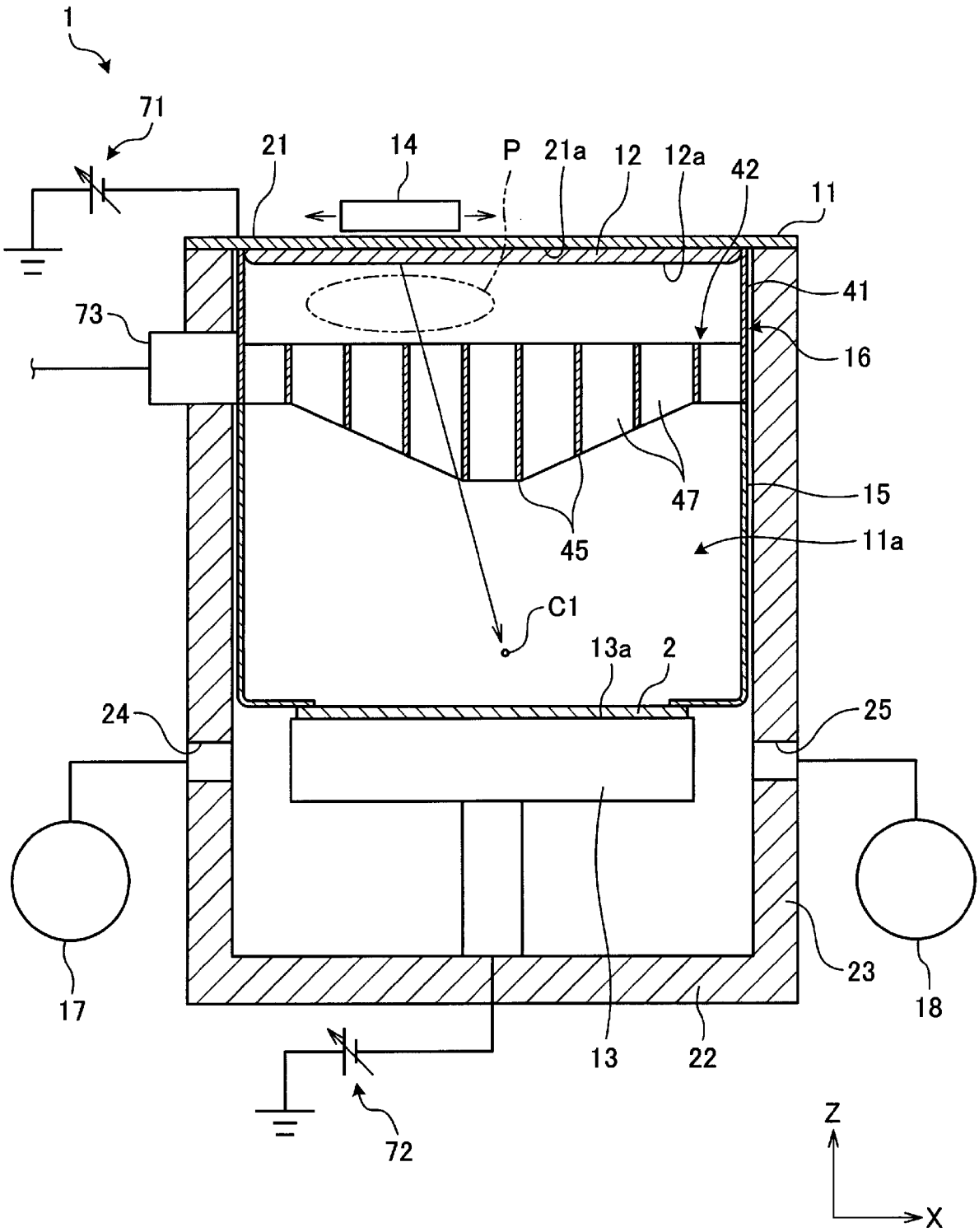
前記第１の方向において前記第１の部材と並べられ、前記第２の部分を有し、前記第２の材料によって作られた第２の部材と、

をさらに具備し、

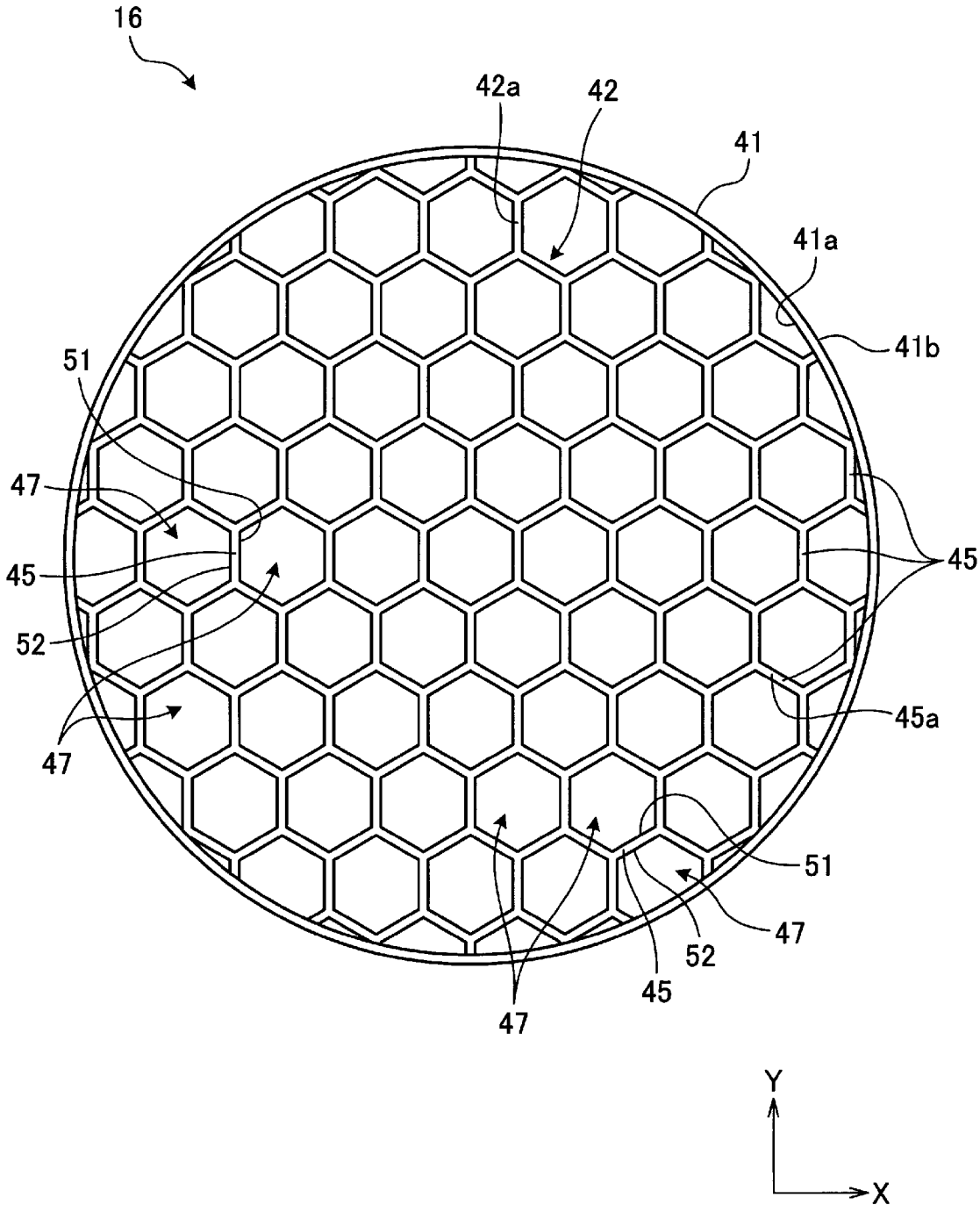
前記第１の部材は、前記第２の部材に固定される、

請求項１０のコリメータ。

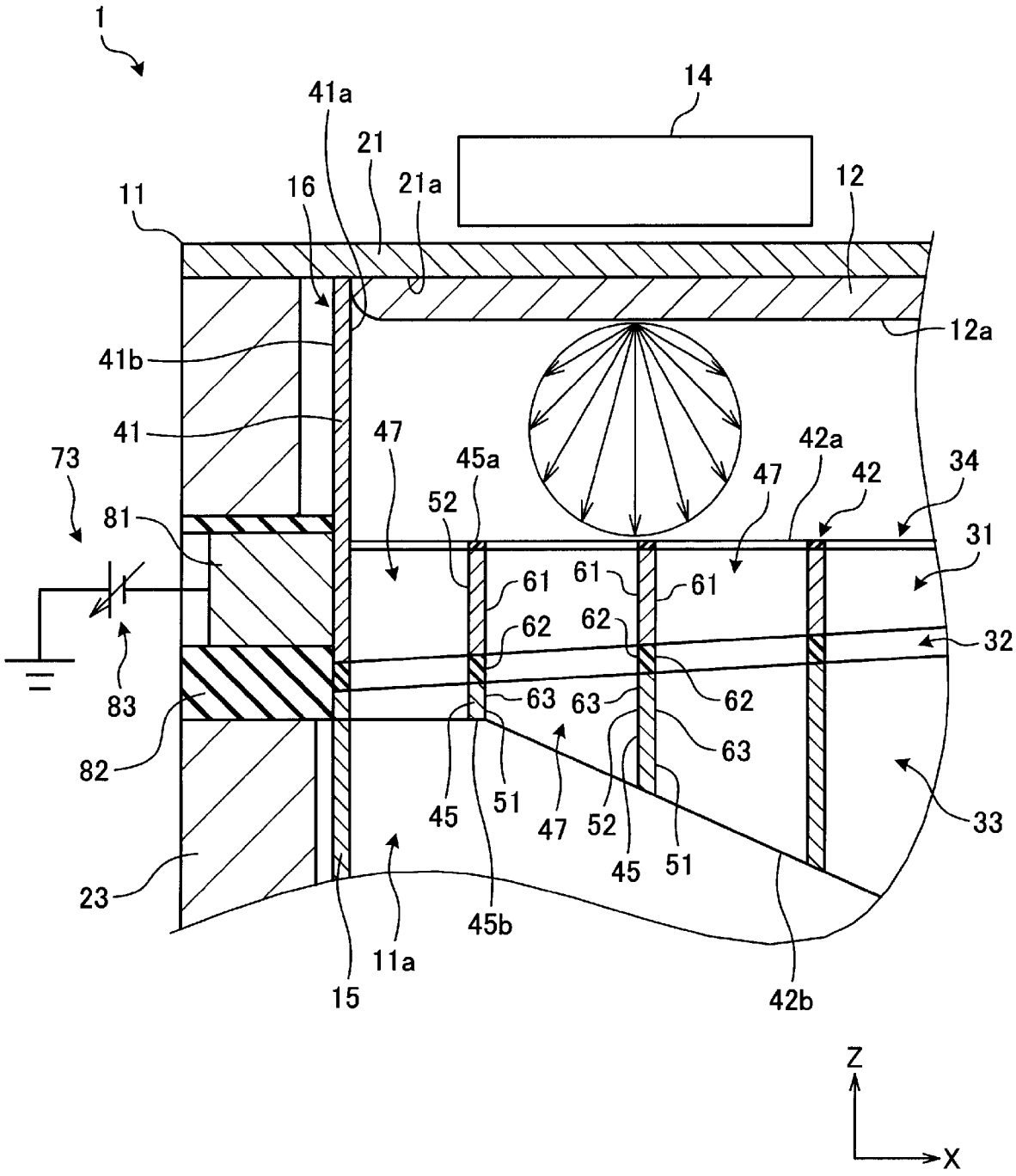
[図1]


1
71
21
14
P
21a
12
12a
42
11
41
73
16
47
15
45
11a
C1
13a
2
24
25
17
18
23
13
22
72
Z
X

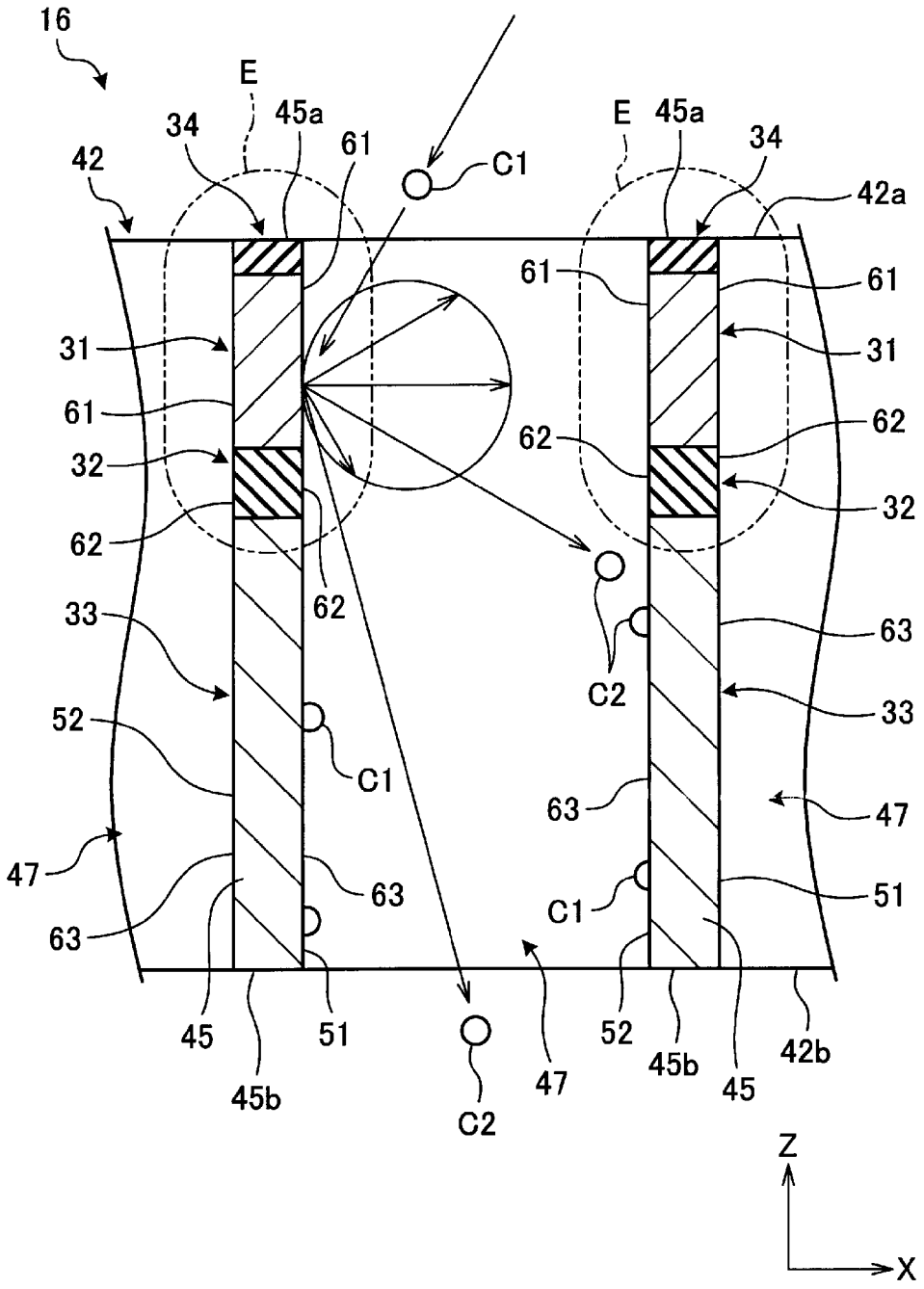
[図2]



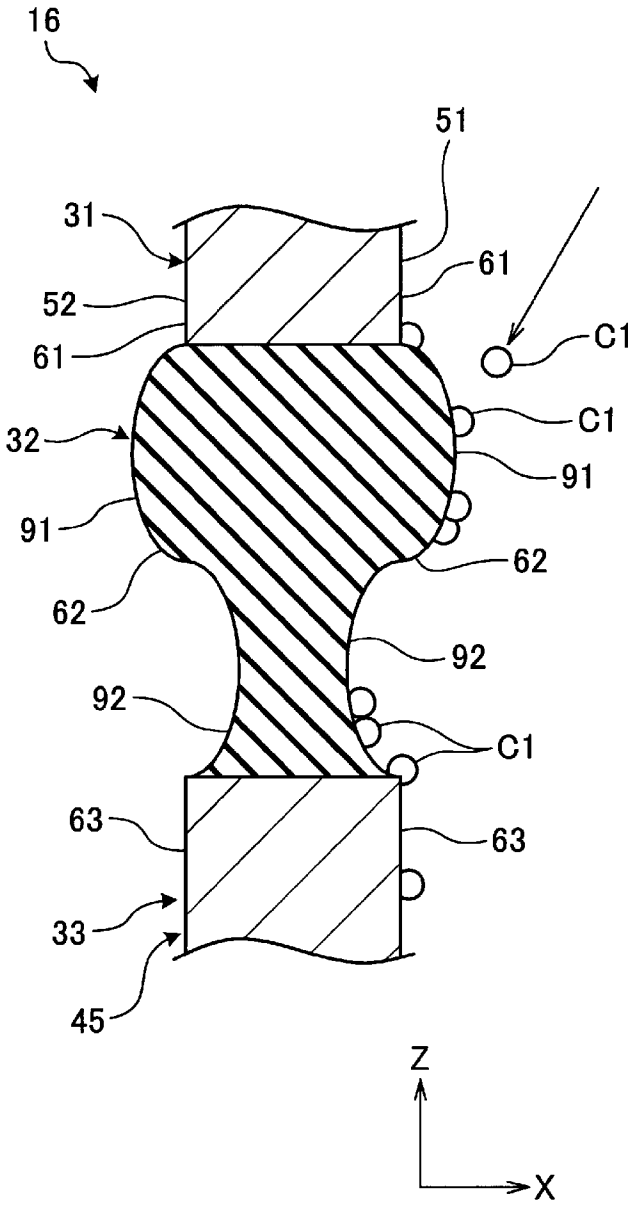
[図3]


1
14
41a
21
16
21a
11
12
12a
41b
41
47
45a
42a
42
34
73
81
52
47
31
61
61
61
62
62
32
83
62
63
63
82
63
45
51
47
52
45
51
33
23
45b
11a
15
42b
Z
X

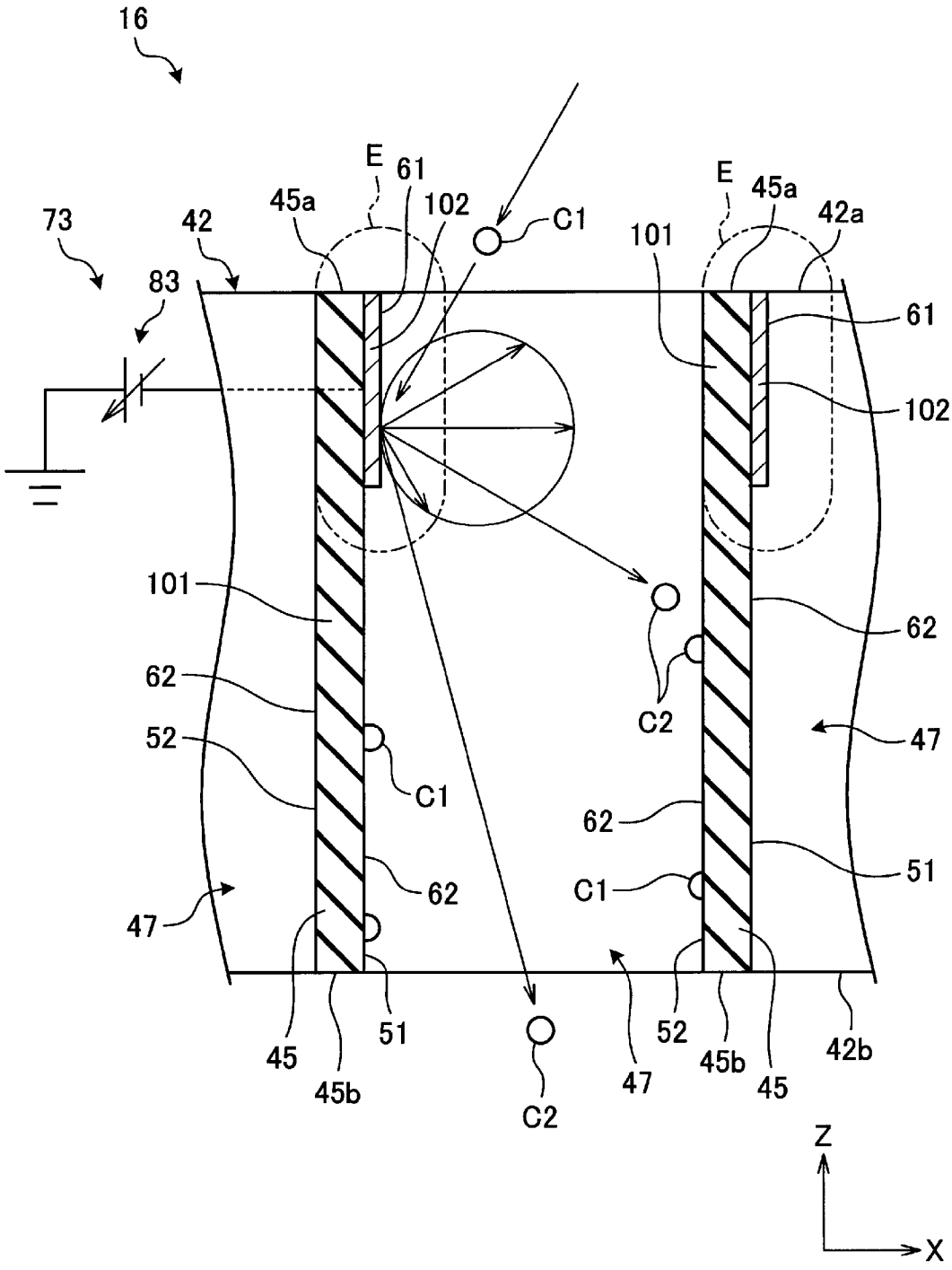
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/087819

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C23C14/34(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)
C23C14/34

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)
JSTPlus/JST7580/JSTChina(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-328456 A (Pioneer Corp.), 07 December 2006 (07.12.2006), claim 1; fig. 3 (Family: none)	1-17
A	JP 8-316147 A (Sony Corp.), 29 November 1996 (29.11.1996), claim 1; fig. 1 (Family: none)	1-17
A	JP 7-316806 A (Tokyo Electron Ltd.), 05 December 1995 (05.12.1995), claim 1; fig. 1 (Family: none)	1-17

☐ 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	Date of mailing of the international search report
30 January 2017 (30.01.17)	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.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０８７８１９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C23C14/34(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.　C23C14/34

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）

JSTPlus/JST7580/JSTChina（JDreamIII）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2006-328456 A（パイオニア株式会社）2006.12.07，請求項1、図3（ファミリーなし）	1-17
A	JP 8-316147 A（ソニー株式会社）1996.11.29，請求項1、図1（ファミリーなし）	1-17
A	JP 7-316806 A（東京エレクトロン株式会社）1995.12.05，請求項1、図1（ファミリーなし）	1-17

☐　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	国際調査報告の発送日
３０．０１．２０１７	０７．０２．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｇ　６１０９
今井　淳一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４１６