

(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
2018年2月15日(15.02.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/030009 A1

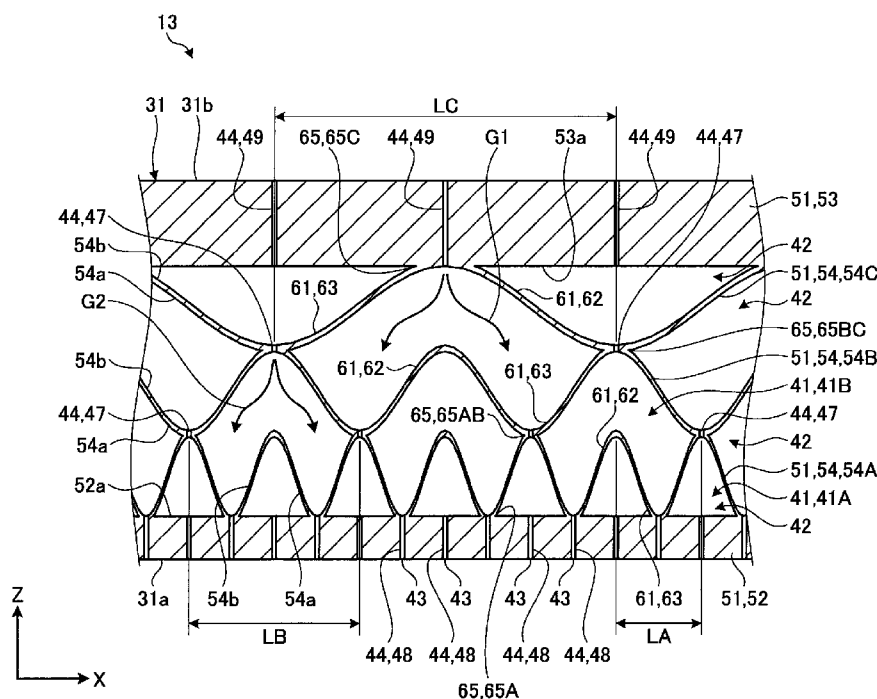
(51) 国際特許分類:
H01L 21/31 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/023441
(22) 国際出願日: 2017年6月26日(26.06.2017)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2016-158166 2016年8月10日(10.08.2016) JP
(71) 出願人: 株式会社東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 東 真也(HIGASHI, Shinya); 〒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). 松田 拓也(MATSUDA, Takuya); 〒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). 田中正幸(TANAKA, Masayuki); 〒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)

(54) Title: FLOW CHANNEL STRUCTURE AND PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 流路構造及び処理装置



(57) Abstract: A flow channel structure according to one embodiment is provided with a housing and a plurality of first wall parts. The housing has an outer surface positioned at an end along a first direction. Two passages that are mutually independent are provided in the interior of the housing. The two passages each include at least one liquid chamber, a plurality of openings that open to the outer surface, and a plurality of branch paths connected to the liquid chamber. The liquid chambers of each of the two passages are disposed in alternating fashion in the first direction. The plurality of

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

branch paths includes a plurality of branch paths connecting at least one of the plurality of openings and one of the liquid chambers, and/or a plurality of branch paths connecting one of the liquid chambers and the other liquid chamber. The plurality of first wall parts is provided in the housing, faces the liquid chambers, and is arranged in a row in the first direction with the liquid chambers interposed therebetween.

(57) 要約: 一つの実施形態に係る流路構造は、ハウジングと、複数の第1の壁部と、を備える。前記ハウジングは、第1の方向の端に位置する外面を有し、内部に互いに独立した二つの通路が設けられ、当該二つの通路がそれぞれ、少なくとも一つの流体室と、前記外面に開口する複数の開口と、前記流体室に接続された複数の分岐路と、を含み、前記二つの通路のそれぞれの前記流体室が前記第1の方向に交互に配置され、前記複数の分岐路が前記複数の開口のうち少なくとも一つと一つの前記流体室とを接続する前記複数の分岐路及び一つの前記流体室と他の前記流体室とを接続する前記複数の分岐路の少なくとも一方を含む。前記複数の第1の壁部は、前記ハウジングに設けられ、前記流体室に面するとともに前記第1の方向に前記流体室を介して並べられる。

明 細 書

発明の名称： 流路構造及び処理装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、流路構造及び処理装置に関する。

背景技術

[0002] 複数の開口から流体を吸引又は吐出する装置において、複数種類の流体を吸引又は吐出する部材が知られる。例えば、複数種類の流体が、部材によって形成された複数の通路でそれぞれ拡散し、複数の開口から吐出される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-102409号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 部材の複数の開口を通じた流体の吸引又は吐出が、不均一になってしまうことがある。

課題を解決するための手段

[0005] 一つの実施形態に係る流路構造は、ハウジングと、複数の第1の壁部と、を備える。前記ハウジングは、第1の方向の端に位置する外面を有し、内部に互いに独立した二つの通路が設けられ、当該二つの通路がそれぞれ、少なくとも一つの流体室と、前記外面に開口する複数の開口と、前記流体室に接続された複数の分岐路と、を含む。前記二つの通路のそれぞれの前記流体室が前記第1の方向に交互に配置される。前記複数の分岐路が、前記複数の開口のうち少なくとも一つと一つの前記流体室とを接続する前記複数の分岐路、及び一つの前記流体室と他の前記流体室とを接続する前記複数の分岐路、の少なくとも一方を含む。前記複数の第1の壁部は、前記ハウジングに設けられ、前記流体室に面するとともに前記第1の方向に前記流体室を介して並べられる。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1は、第1の実施形態に係る半導体製造装置を概略的に示す断面図である。

[図2]図2は、第1の実施形態の拡散部の一部を示す断面図である。

[図3]図3は、第1の実施形態の一方の通路の一部を示す斜視図である。

[図4]図4は、第1の実施形態の他方の通路の一部を示す斜視図である。

[図5]図5は、第1の実施形態の一つの隔壁を示す平面図である。

[図6]図6は、第1の実施形態の拡散部の一部を拡大して示す断面図である。

[図7]図7は、第1の実施形態のシャワープレートの断面を概略的に示す斜視図である。

[図8]図8は、第1の実施形態の第1の管路、第2の管路、複数の第1の分配路、及び複数の第2の分配路を示す斜視図である。

[図9]図9は、第2の実施形態に係る一つの隔壁を示す平面図である。

[図10]図10は、第3の実施形態に係る拡散部の一部の断面を示す斜視図である。

[図11]図11は、第3の実施形態の拡散部の一部を示す断面図である。

[図12]図12は、第4の実施形態に係る拡散部の一部の断面を示す斜視図である。

[図13]図13は、第5の実施形態に係る拡散部の一部の断面を示す斜視図である。

[図14]図14は、第6の実施形態に係る底壁の一部を示す断面図である。

[図15]図15は、第6の実施形態のガス溜まりの半径に対する、第2の延路へのガスの分配比を示すグラフである。

[図16]図16は、第6の実施形態の第2の絞り部の最小の半径に対する、第2の延路へのガスの分配比を示すグラフである。

[図17]図17は、第6の実施形態の変形例に係る分岐部を概略的に示す図である。

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8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は、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の実施形態に係る半導体製造装置10を概略的に示す断面図である。半導体製造装置10は、処理装置の一例であり、例えば、製造装置、加工装置、吸排装置、供給装置、又は装置とも称され得る。なお、処理装置は半導体製造装置10に限らず、対象となる物体に、例えば加工、洗浄、及び試験のような処理を行う他の装置であっても良い。

[0009] 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、半導体製造装置10の幅に沿う。Y軸は、半導体製造装置10の奥行き（長さ）に沿う。Z軸は、半導体製造装置10の高さに沿う。本実施形態において、Z軸は鉛直方向に延びる。なお、Z軸が延びる方向と、鉛直方向とが異なっても良い。

[0010] 図1に示される第1の実施形態の半導体製造装置10は、例えば、化学蒸着（CVD）装置である。半導体製造装置10は、他の装置であっても良い。半導体製造装置10は、製造部11と、ステージ12と、シャワープレート13と、第1のポンプ14と、第2のポンプ15と、を有する。

[0011] 製造部11は、例えば、筐体とも称され得る。ステージ12は、例えば、載置部又は台とも称され得る。シャワープレート13は、流路構造及びハウジングの一例であり、例えば、分岐部、吐出部、排出部、吸引部、部材、又は部品とも称され得る。本実施形態において、シャワープレート13は、流体を吐出する。しかし、流路構造は、流体を吸引しても良い。

[0012] 第1のポンプ14は、第1の流体供給部の一例である。第2のポンプ15は、第2の流体供給部の一例である。第1のポンプ14及び第2のポンプ1

5は、例えば、供給部、排出部、又は送部とも称され得る。

[0013] 製造部11の内部に、気密に密閉可能なチャンバ21が設けられる。チャンバ21は、例えば、部屋又は空間とも称され得る。半導体製造装置10は、例えば、チャンバ21において、半導体ウェハ（以下、ウェハと称する）Wを製造する。ウェハWは、物体の一例である。製造部11は、上壁23と、周壁24とを有する。

[0014] 上壁23は、内面23aを有する。内面23aは、下方向に向く略平坦な面である。内面23aは、チャンバ21の一部を形成する。すなわち、内面23aは、チャンバ21の内部に向く。

[0015] 周壁24は、内周面24aを有する。内周面24aは、略水平方向に向く面である。内周面24aは、チャンバ21の一部を形成する。すなわち、内周面24aは、チャンバ21の内部に向く。周壁24に、複数の排気口27が設けられる。排気口27から、チャンバ21の気体が吸引され得る。

[0016] ステージ12及びシャワープレート13は、チャンバ21に配置される。なお、図1に示されるように、ステージ12の一部及びシャワープレート13の一部が、チャンバ21の外に位置しても良い。

[0017] ステージ12は、支持部12aを有する。支持部12aは、物体支持部の一例である。支持部12aは、チャンバ21に位置し、上壁23の内面23aに向いてウェハWを支持する。ステージ12はヒータを有し、支持部12aに支持されたウェハWを加熱することが可能である。

[0018] ステージ12は、例えば、ウェハWを吸引することにより、当該ウェハWを支持部12aに固定し得る。さらに、ステージ12は、ウェハWを支持した状態で回転可能であっても良い。

[0019] シャワープレート13は、拡散部31と、管部32とを有する。拡散部31は、X-Y平面上で広がる略円盤状に形成される。管部32は、拡散部31の略中央部からZ軸に沿う正方向（Z軸の矢印が向く方向、上方向）に延びる。

[0020] 管部32は、上壁23を貫通する。例えば、管部32が上壁23に固定さ

れることで、シャワープレート 13 が製造部 11 の上壁 23 に取り付けられる。なお、シャワープレート 13 は、他の手段により製造部 11 に取り付けられても良い。

[0021] 拡散部 31 は、底面 31a と上面 31b と有する。底面 31a は、外面の一例であり、例えば、表面とも称され得る。底面 31a は、シャワープレート 13 の Z 軸に沿う負方向（Z 軸の矢印が向く方向の反対方向、下方向）の端に位置し、略平坦に形成される。Z 軸に沿う負方向は、第 1 の方向の一例である。底面 31a は、Z 軸に沿う負方向に向く。なお、底面 31a は、曲面であっても良いし、凹凸を有しても良い。

[0022] 拡散部 31 の底面 31a は、ステージ 12 の支持部 12a に支持されたウェハ W に面する。言い換えると、ステージ 12 は、拡散部 31 の底面 31a が向く位置にウェハ W を支持する。

[0023] 拡散部 31 の上面 31b は、底面 31a の反対側に位置する。上面 31b は、略平坦に形成され、Z 軸に沿う正方向に向く。なお、上面 31b は、曲面であっても良いし、凹凸を有しても良い。管部 32 は、上面 31b から、Z 軸に沿う正方向に延びる。

[0024] 図 2 は、第 1 の実施形態の拡散部 31 の一部を示す断面図である。図 2 に示すように、拡散部 31 に、二つの通路 41 が設けられる。二つの通路 41 はそれぞれ、例えば、空間、部屋、又は流路とも称され得る。

[0025] 説明のため、二つの通路 41 は、通路 41A 及び通路 41B と個別に称されることがある。通路 41A と通路 41B とに共通する説明は、通路 41 についての説明として記載される。

[0026] 二つの通路 41 はそれぞれ、シャワープレート 13 の内部に設けられる。二つの通路 41 は、互いに独立する。言い換えると、通路 41A は通路 41B から隔てられ、通路 41B は通路 41A から隔てられる。

[0027] 二つの通路 41 はそれぞれ、複数の流体室 42 と、複数の流出口 43 と、複数の分岐路 44 とを含む。流体室 42 は、例えば、部屋、流路、又は空間とも称され得る。流出口 43 は、開口の一例であり、例えば、開口端、端部

、縁、又は穴とも称され得る。分岐路 4 4 は、例えば、ブランチ、孔、開口、又は流路とも称され得る。

[0028] それぞれの通路 4 1 の複数の流体室 4 2 は、Z 軸に沿う負方向に間隔を介して配置される。二つの通路 4 1 のそれぞれの流体室 4 2 は、Z 軸に沿う負方向に交互に配置される。例えば、通路 4 1 A の一つの流体室 4 2 は、Z 軸に沿う負方向において、通路 4 1 B の二つの流体室 4 2 の間に位置する。さらに、通路 4 1 B の一つの流体室 4 2 は、Z 軸に沿う負方向において、通路 4 1 A の二つの流体室 4 2 の間に位置する。

[0029] 一つの通路 4 1 において、一つの流体室 4 2 の一部と、他の流体室 4 2 の一部とが、Z 軸に沿う負方向に隣り合っても良い。Z 軸に沿う負方向において、一方の通路 4 1 の一つの流体室 4 2 の一部と他の流体室 4 2 の一部との間に、他方の通路 4 1 の一つの流体室 4 2 が位置すれば、二つの通路 4 1 のそれぞれの流体室 4 2 が Z 軸に沿う負方向に交互に配置される、と称され得る。

[0030] 複数の流出口 4 3 は、拡散部 3 1 の底面 3 1 a に開口する。流出口 4 3 は、幾つかの分岐路 4 4 の端に設けられる。別の表現によれば、流出口 4 3 は、幾つかの分岐路 4 4 の端に位置する底面 3 1 a の縁によって形成される。

[0031] 図 3 は、第 1 の実施形態の通路 4 1 A の一部を示す斜視図である。図 3 は、拡散部 3 1 を省略して通路 4 1 A を示す。図 4 は、第 1 の実施形態の通路 4 1 B の一部を示す斜視図である。図 4 は、拡散部 3 1 を省略して通路 4 1 B を示す。

[0032] 図 3 及び図 4 に示すように、第 1 の実施形態において、複数の流出口 4 3 は、X 軸に沿う方向と Y 軸に沿う方向とに等間隔に配置される。言い換えると、複数の流出口 4 3 は、マトリクス状に配置される。複数の流出口 4 3 は、他の配置がされても良い。

[0033] 図 2 に示すように、複数の分岐路 4 4 はそれぞれ、少なくとも一つの流体室 4 2 に接続される。複数の分岐路 4 4 は、第 1 の実施形態において、複数の接続路 4 7 と、複数の流出路 4 8 と、複数の流入路 4 9 とを含む。

- [0034] 複数の接続路 4 7 はそれぞれ、一つの流体室 4 2 と、他の流体室 4 2 とを接続する分岐路 4 4 である。一方の通路 4 1 の接続路 4 7 によって接続される二つの流体室 4 2 は、Z 軸に沿う負方向において、他方の通路 4 1 の一つの流体室 4 2 を介して Z 軸に沿う負方向に隣り合う。
- [0035] 複数の流出路 4 8 はそれぞれ、複数の流出口 4 3 のうち少なくとも一つと、一つの流体室 4 2 とを接続する分岐路 4 4 である。一つの通路 4 1 の流出路 4 8 が接続される流体室 4 2 は、当該一つの通路 4 1 の複数の流体室 4 2 のうち、最も拡散部 3 1 の底面 3 1 a に近い流体室 4 2 である。流出口 4 3 は、流出路 4 8 の端に設けられる。
- [0036] 複数の流入路 4 9 はそれぞれ、一つの流体室 4 2 に接続される。一つの通路 4 1 の流入路 4 9 が接続される流体室 4 2 は、当該一つの通路 4 1 の複数の流体室 4 2 のうち、最も拡散部 3 1 の上面 3 1 b に近い流体室 4 2 である。
- [0037] 拡散部 3 1 に、複数の壁 5 1 が設けられる。複数の壁 5 1 は、第 1 の壁部の一例である。複数の壁 5 1 は、底壁 5 2 と、上壁 5 3 と、複数の隔壁 5 4 とを含む。底壁 5 2 及び上壁 5 3 は、例えば、外壁とも称され得る。隔壁 5 4 は、例えば、曲壁、介在部、又は隔離部とも称され得る。
- [0038] 底壁 5 2 と、上壁 5 3 と、複数の隔壁 5 4 とは、Z 軸に沿う負方向に、流体室 4 2 を介して並べられる。Z 軸に沿う負方向において、複数の隔壁 5 4 は、上壁 5 3 と底壁 5 2 との間に位置する。
- [0039] 例えば、底壁 5 2 と一つの隔壁 5 4 との間に、通路 4 1 A の一つの流体室 4 2 が介在する。上壁 5 3 と一つの隔壁 5 4 との間に、通路 4 1 B の一つの流体室 4 2 が介在する。隣り合う二つの隔壁 5 4 の間に、通路 4 1 A の一つの流体室 4 2 又は通路 4 1 B の一つの流体室 4 2 が介在する。
- [0040] 底壁 5 2 は、略平坦な板状に形成される。なお、底壁 5 2 は、他の形状に形成されても良い。底壁 5 2 は、拡散部 3 1 の底面 3 1 a を有する。すなわち、底壁 5 2 は、底壁 5 2、上壁 5 3、及び複数の隔壁 5 4 のうち、最も下方向に位置する。

- [0041] 底壁 5 2 は、内面 5 2 a をさらに有する。内面 5 2 a は、第 1 の面の一例である。内面 5 2 a は、底面 3 1 a の反対側に位置する。内面 5 2 a は、Z 軸に沿う正方向に向く略平坦な面である。内面 5 2 a は、他の形状に形成されても良い。
- [0042] 上壁 5 3 は、略平坦な板状に形成される。なお、上壁 5 3 は、他の形状に形成されても良い。上壁 5 3 は、拡散部 3 1 の上面 3 1 b を有する。すなわち、上壁 5 3 は、底壁 5 2、上壁 5 3、及び複数の隔壁 5 4 のうち、最も上方向に位置する。
- [0043] 上壁 5 3 は、内面 5 3 a をさらに有する。内面 5 3 a は、第 2 の面の一例である。内面 5 3 a は、上面 3 1 b の反対側に位置する。内面 5 3 a は、Z 軸に沿う負方向に向く略平坦な面である。内面 5 3 a は、他の形状に形成されても良い。
- [0044] 複数の隔壁 5 4 は、拡散部 3 1 の内部に設けられる。第 1 の実施形態において、複数の隔壁 5 4 はそれぞれ、周期的に曲げられた板状に形成される。隔壁 5 4 は、他の形状に形成されても良い。複数の隔壁 5 4 は、Z 軸に沿う負方向に重ねられる。
- [0045] 複数の隔壁 5 4 はそれぞれ、下面 5 4 a と、上面 5 4 b とを有する。下面 5 4 a は、第 2 の面の一例である。上面 5 4 b は、第 1 の面の一例である。上面 5 4 b は、下面 5 4 a の反対側に位置する。上面 5 4 b は、下面 5 4 a よりも Z 軸に沿う正方向に位置する。
- [0046] 上記のように配置された底壁 5 2 と、上壁 5 3 と、複数の隔壁 5 4 とはそれぞれ、通路 4 1 A の流体室 4 2 及び通路 4 1 B の流体室 4 2 の少なくとも一方に面する。例えば、底壁 5 2 の内面 5 2 a は、通路 4 1 A の一つの流体室 4 2 に面する。上壁 5 3 の内面 5 3 a は、通路 4 1 B の一つの流体室 4 2 に面する。複数の隔壁 5 4 の下面 5 4 a 及び上面 5 4 b はそれぞれ、通路 4 1 A の一つの流体室 4 2、又は通路 4 1 B の一つの流体室 4 2 に面する。
- [0047] 第 1 の実施形態において、拡散部 3 1 の内部に、三つの隔壁 5 4 が設けられる。説明のため、三つの隔壁 5 4 は、隔壁 5 4 A、5 4 B、5 4 C と個別

に称されることがある。隔壁 5 4 A, 5 4 B, 5 4 C に共通する説明は、隔壁 5 4 についての説明として記載される。

[0048] 隔壁 5 4 B は、Z 軸に沿う負方向において、隔壁 5 4 C と隔壁 5 4 A との間に位置する。隔壁 5 4 A は、隔壁 5 4 B よりも底壁 5 2 に近い。隔壁 5 4 C は、隔壁 5 4 B よりも上壁 5 3 に近い。

[0049] 複数の隔壁 5 4 はそれぞれ、複数の曲部 6 1 を有する。なお、底壁 5 2 及び上壁 5 3 の少なくとも一方がさらに、複数の曲部 6 1 を有しても良い。複数の曲部 6 1 は、複数の上曲部 6 2 と、複数の下曲部 6 3 とを含む。上曲部 6 2 は第 1 の曲部及び第 3 の曲部の一例である。下曲部 6 3 は、第 2 の曲部の一例である。

[0050] 上曲部 6 2 は、隔壁 5 4 の一部であって、Z 軸に沿う正方向に凸の部分である。Z 軸に沿う正方向は、第 1 の方向の反対方向の一例である。上曲部 6 2 は、底壁 5 2 から遠ざかるように窪み、上壁 5 3 に向かって突出する。上曲部 6 2 において、下面 5 4 a は Z 軸に沿う正方向に窪み、上面 5 4 b は Z 軸に沿う正方向に突出する。

[0051] 上曲部 6 2 は、頂部と、頂部の周りの部分とを有する。頂部は、上曲部 6 2 のうち、最も Z 軸に沿う正方向（上方向）に位置する部分である。頂部の周りの部分は、頂部よりも Z 軸に沿う負方向（下方向）に位置する。

[0052] 上曲部 6 2 は、Z 軸に沿う正方向に向かうに従って先細る。言い換えると、上曲部 6 2 の内側の空間の断面積は、Z 軸に沿う正方向に向かうに従って小さくなる。上曲部 6 2 は、他の形状を有しても良い。

[0053] 下曲部 6 3 は、隔壁 5 4 の一部であって、Z 軸に沿う負方向に凸の部分である。下曲部 6 3 は、底壁 5 2 に向かって突出し、上壁 5 3 から遠ざかるように窪む。下曲部 6 3 において、下面 5 4 a は Z 軸に沿う負方向に突出し、上面 5 4 b は Z 軸に沿う負方向に窪む。

[0054] 下曲部 6 3 は、頂部と、頂部の周りの部分とを有する。頂部は、下曲部 6 3 のうち、最も Z 軸に沿う負方向（下方向）に位置する部分である。頂部の周りの部分は、頂部よりも Z 軸に沿う正方向（上方向）に位置する。

- [0055] 下曲部 6 3 は、Z 軸に沿う負方向に向かうに従って先細る。言い換えると、下曲部 6 3 の内側の空間の断面積は、Z 軸に沿う負方向に向かうに従って小さくなる。下曲部 6 3 は、他の形状を有しても良い。
- [0056] 図 5 は、第 1 の実施形態の一つの隔壁 5 4 を示す平面図である。図 5 に示すように、第 1 の実施形態において、曲部 6 1 は、略四角錐状に形成される。すなわち、上曲部 6 2 の下方向の端部と、下曲部 6 3 の上方向の端部とはそれぞれ、略四角形に形成される。
- [0057] 複数の上曲部 6 2 と複数の下曲部 6 3 とは、X 軸に沿う方向に交互に配置される。さらに、複数の上曲部 6 2 と複数の下曲部 6 3 とは、Y 軸に沿う方向に交互に配置される。Z 軸に沿う負方向に平面視した場合、複数の上曲部 6 2 と複数の下曲部 6 3 とは、平面内に隙間無く且つ重複無く充填される。
- [0058] 図 2 に示すように、複数の上曲部 6 2 と複数の下曲部 6 3 とを有する隔壁 5 4 はそれぞれ、Y 軸に沿う方向に平面視した場合の一つの断面において正弦波形状を有する。言い換えると、隔壁 5 4 は、周期関数によって表現され得る形状を有する。隔壁 5 4 は、他の形状を有しても良い。
- [0059] 隔壁 5 4 A の複数の上曲部 6 2 及び複数の下曲部 6 3 とは、X 軸に沿う方向に、周期 L_A で配置される。X 軸に沿う方向は、第 2 の方向の一例である。周期 L_A は、第 1 の周期の一例である。周期 L_A は、隔壁 5 4 A の二つの上曲部 6 2 の頂部の間の距離である。隔壁 5 4 A の二つの下曲部 6 3 の頂部の間の距離も、周期 L_A である。さらに、隔壁 5 4 A の複数の上曲部 6 2 及び複数の下曲部 6 3 とは、Y 軸に沿う方向に、周期 L_A で配置される。
- [0060] 隔壁 5 4 B の複数の上曲部 6 2 及び複数の下曲部 6 3 とは、X 軸に沿う方向に、周期 L_B で配置される。周期 L_B は、第 1 の周期及び第 2 の周期の一例である。周期 L_B は、隔壁 5 4 B の二つの上曲部 6 2 の頂部の間の距離である。隔壁 5 4 B の二つの下曲部 6 3 の頂部の間の距離も、周期 L_B である。さらに、隔壁 5 4 B の複数の上曲部 6 2 及び複数の下曲部 6 3 とは、Y 軸に沿う方向に、周期 L_B で配置される。
- [0061] 隔壁 5 4 C の複数の上曲部 6 2 及び複数の下曲部 6 3 とは、X 軸に沿う方

向に、周期 L_C で配置される。周期 L_C は、第2の周期の一例である。周期 L_C は、隔壁54Cの二つの上曲部62の頂部の間の距離である。隔壁54Cの二つの下曲部63の頂部の間の距離も、周期 L_C である。さらに、隔壁54Cの複数の上曲部62及び複数の下曲部63とは、Y軸に沿う方向に、周期 L_C で配置される。

[0062] 第1の実施形態において、周期 L_B は、実質的に周期 L_A の2倍の周期である。すなわち、周期 L_B は、周期 L_A よりも長く且つ周期 L_A との公倍数を有する。周期 L_B は、例えば、周期 L_A に2の整数倍を乗じた他の周期であっても良い。周期 L_B は、周期 L_A と同じ周期であっても良いし、他の周期であっても良い。

[0063] 周期 L_C は、実質的に周期 L_B の2倍の周期である。すなわち、周期 L_C は、周期 L_B よりも長く且つ周期 L_B との公倍数を有する。周期 L_C は、例えば、周期 L_B に2の整数倍を乗じた他の周期であっても良い。周期 L_C は、周期 L_B と同じ周期であっても良いし、他の周期であっても良い。

[0064] 下記の式のように、隣り合う隔壁54の上曲部62及び下曲部63の周期の拡大倍率 A は、整数 N 倍したときに、整数 M となる。なお、拡大倍率 A は1以上である。

$$A = M / N \quad (M \geq N)$$

さらに、拡大倍率 A は、一定の倍率で増加しなくても良い。例えば、周期 L_B が周期 L_A の2倍の周期であり、周期 L_C が周期 L_B の6倍の周期であっても良い。

[0065] シャワープレート13に、少なくとも一つの曲部61の頂部と、当該曲部61を有する壁51と異なる壁51と、の接続部65が設けられる。シャワープレート13は、複数の接続部65を有する。

[0066] 複数の接続部65は、隔壁54Aの複数の下曲部63の頂部と、底壁52と、の複数の接続部65Aを含む。複数の接続部65は、隔壁54Aの複数の上曲部62の頂部と、隔壁54Bの複数の下曲部63の頂部と、の複数の接続部65ABを含む。

- [0067] 複数の接続部 6 5 は、隔壁 5 4 B の複数の上曲部 6 2 の頂部と、隔壁 5 4 C の複数の下曲部 6 3 の頂部と、の複数の接続部 6 5 B C を含む。複数の接続部 6 5 は、隔壁 5 4 C の複数の上曲部 6 2 の頂部と、上壁 5 3 と、の複数の接続部 6 5 C を含む。
- [0068] 接続部 6 5 において、二つの壁 5 1 は一体化される。言い換えると、接続部 6 5 は、隣り合う二つの壁 5 1 が一体に成形された部分である。接続部 6 5 は、例えば、隣り合う二つの壁 5 1 が互いに取り付け、接着、又は溶接された部分であっても良い。
- [0069] 図 6 は、第 1 の実施形態の拡散部 3 1 の一部を拡大して示す断面図である。図 6 に示すように、複数の接続部 6 5 にそれぞれ、管部 6 7 が設けられる。管部 6 7 は、第 2 の壁部の一例であり、例えば、管、介在部、又は隔離部とも称され得る。図 6 において、接続部 6 5 及び管部 6 7 は、二点鎖線によって示される。
- [0070] 複数の管部 6 7 はそれぞれ、シャワープレート 1 3 の内部に設けられ、一方の通路 4 1 の分岐路 4 4 と他方の通路 4 1 の流体室 4 2 とを隔てる。別の表現によれば、管部 6 7 の内側に一方の通路 4 1 の分岐路 4 4 が設けられ、管部 6 7 の外側に他方の通路 4 1 の流体室 4 2 が設けられる。
- [0071] 例えば、複数の管部 6 7 が、底壁 5 2 と、隔壁 5 4 A の複数の下曲部 6 3 の頂部との接続部 6 5 A に設けられる。底壁 5 2 と隔壁 5 4 A とは、通路 4 1 A の一つの流体室 4 2 に面する。
- [0072] 接続部 6 5 A に設けられた管部 6 7 は、通路 4 1 A の流体室 4 2 と、通路 4 1 B の流出路 4 8 とを隔てる。接続部 6 5 A に設けられた通路 4 1 B の流出路 4 8 は、隔壁 5 4 A の上面 5 4 b に開口する。通路 4 1 B の流出路 4 8 は、さらに、底壁 5 2 にも設けられ、流体室 4 2 と流出口 4 3 とを接続する。一方、通路 4 1 A の流出路 4 8 は、底壁 5 2 の内面 5 2 a に開口する。
- [0073] 複数の管部 6 7 が、隔壁 5 4 A の複数の上曲部 6 2 のうち幾つかの頂部と、隔壁 5 4 B の複数の下曲部 6 3 の頂部と、の接続部 6 5 A B に設けられる。隔壁 5 4 A と隔壁 5 4 B とは、通路 4 1 B の一つの流体室 4 2 に面する。

- [0074] 接続部 6 5 A B に設けられた管部 6 7 は、通路 4 1 B の流体室 4 2 と、通路 4 1 A の接続路 4 7 とを隔てる。接続部 6 5 A B に設けられた通路 4 1 A の接続路 4 7 は、隔壁 5 4 A の下面 5 4 a に開口し、且つ隔壁 5 4 B の上面 5 4 b に開口する。
- [0075] 複数の管部 6 7 が、隔壁 5 4 B の複数の上曲部 6 2 のうち幾つかの頂部と、隔壁 5 4 C の複数の下曲部 6 3 の頂部と、の接続部 6 5 B C に設けられる。隔壁 5 4 B と隔壁 5 4 C とは、通路 4 1 A の一つの流体室 4 2 に面する。
- [0076] 接続部 6 5 B C に設けられた管部 6 7 は、通路 4 1 A の流体室 4 2 と、通路 4 1 B の接続路 4 7 とを隔てる。接続部 6 5 B C に設けられた通路 4 1 B の接続路 4 7 は、隔壁 5 4 B の下面 5 4 a に開口し、且つ隔壁 5 4 C の上面 5 4 b に開口する。
- [0077] 複数の管部 6 7 が、隔壁 5 4 C の複数の上曲部 6 2 の頂部と、上壁 5 3 と、の接続部 6 5 C に設けられる。隔壁 5 4 C と上壁 5 3 とは、通路 4 1 B の一つの流体室 4 2 に面する。
- [0078] 接続部 6 5 C に設けられた管部 6 7 は、通路 4 1 B の流体室 4 2 と、通路 4 1 A の流入路 4 9 とを隔てる。接続部 6 5 C に設けられた通路 4 1 A の流入路 4 9 は、隔壁 5 4 C の下面 5 4 a に開口する。通路 4 1 A の流入路 4 9 は、さらに、上壁 5 3 にも設けられる。一方、通路 4 1 B の流入路 4 9 は、上壁 5 3 の内面 5 3 a に開口する。
- [0079] それぞれの接続部 6 5 に設けられる管部 6 7 及び分岐路 4 4 の数は、Z 軸に沿う負方向に向かうに従って増加する。別の表現によれば、一つの通路 4 1 において、一つの流体室 4 2 に開口する分岐路 4 4 の数は、当該流体室 4 2 よりも拡散部 3 1 の底面 3 1 a から遠い他の流体室 4 2 に開口する分岐路 4 4 の数よりも多い。
- [0080] 底壁 5 2 の内面 5 2 a に開口する複数の流出路 4 8 の数は、隔壁 5 4 A の下面 5 4 a に開口する複数の接続路 4 7 の数よりも多く、例えば 4 倍である。底壁 5 2 の内面 5 2 a と、隔壁 5 4 A の下面 5 4 a とは、通路 4 1 A の一つの流体室 4 2 に面する。

- [0081] 隔壁54Aの上面54bに開口する複数の流出路48の数は、隔壁54Bの下面54aに開口する複数の接続路47の数よりも多く、例えば4倍である。隔壁54Aの上面54bと、隔壁54Bの下面54aとは、通路41Bの一つの流体室42に面する。
- [0082] 隔壁54Bの上面54bに開口する複数の接続路47の数は、隔壁54Cの下面54aに開口する複数の流入路49の数よりも多く、例えば4倍である。隔壁54Bの上面54bと、隔壁54Cの下面54aとは、通路41Aの一つの流体室42に面する。
- [0083] 隔壁54Cの上面54bに開口する複数の接続路47の数は、上壁53の内面53aに開口する複数の流入路49の数よりも多く、例えば4倍である。隔壁54Cの上面54bと、上壁53の内面53aとは、通路41Bの一つの流体室42に面する。
- [0084] 隔壁54Aの複数の上曲部62は、隔壁54Bの複数の下曲部63に接続されず、隔壁54Bの複数の下曲部63から離間した複数の上曲部62を含む。隔壁54Aの複数の上曲部62のうち隔壁54Bの複数の下曲部63から離間した少なくとも一つは、管部67が設けられた接続部65BCに面する。言い換えると、隔壁54Aの複数の上曲部62のうち隔壁54Bの複数の下曲部63から離間した少なくとも一つは、管部67が設けられた接続部65BCの下方向に位置する。
- [0085] 隔壁54Bの複数の上曲部62は、隔壁54Cの複数の下曲部63に接続されず、隔壁54Cの複数の下曲部63から離間した複数の上曲部62を含む。隔壁54Bの複数の上曲部62のうち隔壁54Cの複数の下曲部63から離間した少なくとも一つは、管部67が設けられた接続部65Cに面する。言い換えると、隔壁54Bの複数の上曲部62のうち隔壁54Cの複数の下曲部63から離間した少なくとも一つは、管部67が設けられた接続部65Cの下方向に位置する。
- [0086] 図5に示すように、複数の隔壁54のそれぞれにおいて、複数の曲部61の複数の頂部は、Z軸に沿う負方向に平面視した場合に、平面内に充填され

た複数の正多角形Pの頂点（角）と重なる位置に配置される。第1の実施形態において、正多角形Pは四角形である。別の表現によれば、Z軸に沿う負方向に平面視した場合、複数の曲部61の頂部によって形成される正多角形Pは、平面内に隙間無く且つ重複無く充填される。

[0087] 複数の隔壁54のそれぞれにおいて、複数の曲部61の頂部に設けられる接続部65、管部67、及び分岐路44も、Z軸に沿う負方向に平面視した場合に、平面内に充填された複数の正多角形Pの頂点（角）と重なる位置に配置される。このため、複数の隔壁54のそれぞれにおいて、曲部61の頂部、接続部65、管部67、及び分岐路44は、等間隔に配置される。

[0088] 複数の隔壁54の正多角形Pは相似である。例えば、隔壁54Aの正多角形Pは、四角形である隔壁54Bの正多角形Pよりも大きい四角形である。隔壁54Bの正多角形Pは、四角形である隔壁54Cの正多角形Pよりも大きい四角形である。

[0089] 図2に示すように、流出路48のそれぞれの長さは、接続路47のそれぞれの長さよりも長い。第1の実施形態において、流出路48の内径と、接続路47の内径とは略同一である。なお、流出路48の内径と、接続路47の内径とが異なっても良い。

[0090] 図7は、第1の実施形態のシャワープレート13の断面を概略的に示す斜視図である。図8は、第1の実施形態の第1の管路75、第2の管路76、複数の第1の分配路77、及び複数の第2の分配路78を示す斜視図である。

[0091] 図7及び図8に示すように、シャワープレート13に、第1の管路75と、第2の管路76と、複数の第1の分配路77と、複数の第2の分配路78（図8に示す）とが設けられる。図8は、管部32を省略し、第1の管路75と、第2の管路76と、複数の第1の分配路77と、複数の第2の分配路78とを示す。

[0092] 第1の管路75と第2の管路76とはそれぞれ、管部32に設けられ、Z軸に沿う方向に延びる。第2の管路76は、環状の断面を有する。第1の管

路 7 5 は、第 2 の管路 7 6 の内側に位置する。すなわち、第 1 の管路 7 5 と第 2 の管路 7 6 とは、いわゆる二重管である。

[0093] 第 1 の管路 7 5 の一方の端部は、管部 3 2 の上方向の端部で開口する。第 1 の管路 7 5 の他方の端部は、複数の第 1 の分配路 7 7 によって、通路 4 1 A の流入路 4 9 に接続される。第 1 の管路 7 5 は、通路 4 1 A の一つの流体室 4 2 に、通路 4 1 A の流入路 4 9 を介して接続される。

[0094] 第 2 の管路 7 6 の一方の端部は、管部 3 2 の上方向の端部で開口する。第 2 の管路 7 6 の他方の端部は、複数の第 2 の分配路 7 8 によって、通路 4 1 B の流入路 4 9 に接続される。第 2 の管路 7 6 は、通路 4 1 B の一つの流体室 4 2 に、通路 4 1 B の流入路 4 9 を介して接続される。

[0095] 図 1 に示すように、第 1 のポンプ 1 4 は、例えば配管を介して、シャワープレート 1 3 の管部 3 2 に接続される。第 1 のポンプ 1 4 は、図 8 に示される第 1 の管路 7 5 及び複数の第 1 の分配路 7 7 を通じて、通路 4 1 A に第 1 のガス G 1 を供給する。第 1 のガス G 1 は、第 1 の流体の一例である。第 1 の流体は気体に限らず、例えば、液体であっても良い。

[0096] 第 1 のポンプ 1 4 から第 1 の管路 7 5 に供給された第 1 のガス G 1 は、複数の第 1 の分配路 7 7 及び複数の流入路 4 9 を通って、通路 4 1 A の一つの流体室 4 2 に供給される。第 1 のガス G 1 は、図 2 に示される通路 4 1 A の上方の流体室 4 2 に供給される。

[0097] 流体室 4 2 に、複数の分岐路 4 4 が開口する。しかし、流体室 4 2 の断面積は、分岐路 4 4 の断面積よりも大きい。このため、流体室 4 2 を流れる第 1 のガス G 1 の圧力損失は、分岐路 4 4 を流れる第 1 のガス G 1 の圧力損失よりも小さい。従って、第 1 のガス G 1 は、流体室 4 2 に開口する接続路 4 7 に入るよりも先に、流体室 4 2 で拡散し、流体室 4 2 に充満する。

[0098] 第 1 のガス G 1 が上方の流体室 4 2 に充満すると、第 1 のガス G 1 が複数の接続路 4 7 を通って、下方の流体室 4 2 に供給される。第 1 のガス G 1 は、流体室 4 2 に開口する流出路 4 8 に入るよりも先に、流体室 4 2 で拡散し、流体室 4 2 に充満する。

- [0099] 第1のガスG1が下方の流体室42に充満すると、第1のガスG1が複数の流出路48を通して、複数の流出口43から、ステージ12に支持されたウェハWに向かって吐出される。図1は、流出口43から吐出された第1のガスG1を細線の矢印で模式的に示す。
- [0100] 第2のポンプ15は、例えば配管を介して、シャワープレート13の管部32に接続される。第2のポンプ15は、図8に示される第2の管路76及び第2の分配路78を通じて、通路41Bに第2のガスG2を供給する。第2のガスG2は、第2の流体の一例である。第2の流体は気体に限らず、例えば、液体であっても良い。
- [0101] 第2のポンプ15から第2の管路76に供給された第2のガスG2は、複数の第2の分配路78及び複数の流入路49を通して、図2に示される通路41Bの上方の流体室42に供給される。
- [0102] 流体室42に、複数の分岐路44が開口する。しかし、流体室42の断面積は、分岐路44の断面積よりも大きい。このため、流体室42を流れる第2のガスG2の圧力損失は、分岐路44を流れる第2のガスG2の圧力損失よりも小さい。従って、第2のガスG2は、流体室42に開口する接続路47に入るよりも先に、流体室42で拡散し、流体室42に充満する。
- [0103] 第2のガスG2が上方の流体室42に充満すると、第2のガスG2が複数の接続路47を通して、下方の流体室42に供給される。第2のガスG2は、流体室42に開口する流出路48に入るよりも先に、流体室42で拡散し、流体室42に充満する。
- [0104] 第2のガスG2が下方の流体室42に充満すると、第2のガスG2が複数の流出路48を通して、複数の流出口43から、ステージ12に支持されたウェハWに向かって吐出される。図1は、流出口43から吐出された第2のガスG2を二点鎖線の矢印で模式的に示す。
- [0105] 第1のガスG1は、例えば、メチルシランである。第2のガスG2は、例えば、過酸化水素である。シャワープレート13から吐出された第1のガスG1と第2のガスG2とは、化学反応により、ウェハWに二酸化ケイ素膜を

形成する。なお、第1のガスG1と第2のガスG2とは、他の流体であっても良い。また、第1のガスG1と第2のガスG2とが同一の組成を有する流体であっても良い。なお、第1のガスG1及び第2のガスG2は、第1及び第2の管路75, 76を介さず、例えば、シャワープレート13の側方から通路41A及び通路41Bに供給されても良い。

[0106] 本実施形態において、シャワープレート13は、例えば、3Dプリンタによって積層造形される。このため、シャワープレート13は一体物として成形される。すなわち、シャワープレート13と、複数の壁51と、複数の管部67とが一体に成形される。なお、シャワープレート13と、複数の壁51と、複数の管部67とが個別に成形されても良い。

[0107] 上述のように、隔壁54はそれぞれ、Y軸に沿う方向に平面視した場合の一つの断面において正弦波形状を有する。このような下方向に向く平坦な面が無い隔壁54は、3Dプリンタによって積層造形しやすい。なお、シャワープレート13は、他の方法で成形されても良い。

[0108] 以上説明された第1の実施形態に係る半導体製造装置10において、二つの通路41A, 41Bのそれぞれの流体室42がZ軸に沿う負方向に交互に配置される。これにより、第1の実施形態のように二つの通路41A, 41Bがそれぞれ複数の流体室42を有する場合、通路41Aの流出路48の長さ、通路41Bの流出路48の長さが大きく異なることが抑制される。従って、複数の流出口43におけるガスG1, G2の排出又は吸引のばらつきが抑制される。また、二つの通路41A, 41Bの流体室42及び分岐路44が効率的に配置され得る。

[0109] 管部67が、一方の通路41の分岐路44と、他方の通路41の流体室42と、を隔てる。これにより、例えば、通路41Bの分岐路44が通路41Aの流体室42を迂回することが無くなり、分岐路44が長くなることが抑制される。

[0110] 二つの通路41A, 41Bはそれぞれ、複数の流体室42を含む。例えば、二つの通路41A, 41Bはそれぞれ、上流の流体室42でガスG1, G

2を拡散させてから、下流の流体室42に多数設けられた流出路48を通じて流出口43からガスG1, G2を排出することができる。従って、複数の流出口43におけるガスG1, G2の排出又は吸引のばらつきが抑制される。

[0111] 隔壁54は、それぞれがZ軸に沿う負方向に凸又はZ軸に沿う正方向に凸である少なくとも一つの曲部61を有する。これにより、隔壁54の強度が向上し、隔壁54がより薄くされることが可能である。従って、シャワープレート13が薄型化及び軽量化され得る。

[0112] シャワープレート13に、曲部61の頂部と、他の壁51と、の接続部65が設けられる。これにより、シャワープレート13の剛性及び強度が向上する。

[0113] 接続部65に、管部67が設けられる。これにより、シャワープレート13の剛性及び強度が向上する。さらに、他の壁51に接近した部分である接続部65に管部67が設けられるため、分岐路44の長さが短くなり、分岐路44における圧力損失が低減するとともにコンダクタンスが向上する。さらに、一方の通路41の流体室42に、例えば互いに離間した二つの壁51を接続するパイプ状の管部67を設ける必要が無くなる。

[0114] 上曲部62のうち少なくとも一つの頂部と、下曲部63のうち少なくとも一つの頂部と、の接続部65に、管部67が設けられる。これにより、シャワープレート13の剛性及び強度が向上する。さらに、Z軸に沿う正方向に凸の上曲部62と、Z軸に沿う負方向に凸の下曲部63と、が接続されるため、流体室42がZ軸に沿う方向においてより広く形成される。従って、流体室42におけるガスG1, G2の圧力損失が低減するとともにコンダクタンスが向上し、流体室42でガスG1, G2が拡散しやすくなる。

[0115] 例えば、隔壁54Aの複数の上曲部62は、X軸に沿う方向及びY軸に沿う方向に周期L_Aで配置される。隔壁54Bの複数の上曲部62及び複数の下曲部63は、X軸に沿う方向及びY軸に沿う方向に周期L_Bで配置される。周期L_Bは、周期L_Aよりも長く且つ周期L_Aとの公倍数を有する。また

は、隔壁54Cの下曲部63の周期LCは、周期LBよりも長く且つ周期LBとの公倍数を有する。これにより、Z軸に沿う負方向に向かうに従って二つの壁51の接続部65の数が増加する。従って、流出口43からガスG1, G2が吐出される場合、二つの通路41はそれぞれ、接続部65及び分岐路44が少ない上流の流体室42でガスG1, G2を拡散させてから、下流の流体室42に多数設けられた流出路48を通じて流出口43からガスG1, G2を排出することができる。従って、複数の流出口43におけるガスG1, G2の排出又は吸引のばらつきが抑制される。なお、隣り合う二つの隔壁54の形状を表現し得る周期関数は、当該周期関数の周期が公倍数を有すれば、異なる関数形であっても良い。

[0116] 周期LBが周期LAに2の整数倍を乗じた周期であり、周期LCが周期LBに2の整数倍を乗じた周期であると、分岐路44及び管部67が設けられる接続部65の下に、上に凸の上曲部62が設けられる。これにより、図2の矢印に示すように、分岐路44からZ軸に沿う負方向に噴出したガスG1, G2が上曲部62に衝突し、略均等に分配される。従って、ガスG1, G2の流れの剥離が生じることが抑制され、ガスG1, G2が流体室42で滞留することが抑制される。

[0117] 上曲部62のうち下曲部63から離間した少なくとも一つは、管部67が設けられた上曲部62の接続部65に面する。言い換えると、分岐路44及び管部67が設けられる接続部65の下に、上に凸の上曲部62が設けられる。これにより、図2の矢印に示すように、分岐路44からZ軸に沿う負方向に噴出したガスG1, G2が上曲部62に衝突し、略均等に分配される。従って、ガスG1, G2の流れの剥離が生じることが抑制され、ガスG1, G2が流体室42で滞留することが抑制される。

[0118] 上曲部62は、Z軸に沿う正方向に向かって先細る。これにより、図2の矢印に示すように、上曲部62と下曲部63との接続部65に設けられた管部67の分岐路44からZ軸に沿う負方向に噴出したガスG1, G2が、上曲部62に沿って流れる。従って、ガスG1, G2の流れの剥離が生じるこ

とが抑制され、ガスG 1, G 2が流体室4 2で滞留することが抑制される。

[0119] 曲部6 1の頂部は、Z軸に沿う負方向に平面視した場合に、平面内に充填された複数の正多角形Pの頂点と重なる位置に配置される。これにより、分岐路4 4及び流出口4 3が均等に配置され、複数の流出口4 3におけるガスG 1, G 2の排出又は吸引のばらつきが抑制される。さらに、より均一な二酸化ケイ素膜がウェハWに形成される。

[0120] 一つの流体室4 2に面する上面5 4 bに開口する複数の分岐路4 4の数は、当該一つの流体室4 2に面する下面5 4 aに開口する複数の分岐路4 4の数よりも多い。従って、流出口4 3からガスG 1, G 2が吐出される場合、二つの通路4 1 A, 4 1 Bはそれぞれ、分岐路4 4が少ない上流の流体室4 2でガスG 1, G 2を拡散させてから、下流の流体室4 2に多数設けられた流出路4 8を通じて流出口4 3からガスG 1, G 2を排出することができる。従って、複数の流出口4 3におけるガスG 1, G 2の排出又は吸引のばらつきが抑制される。

[0121] 流出口4 3と流体室4 2とを接続する流出路4 8の長さは、二つの流体室4 2を接続する接続路4 7の長さよりも長い。分岐路4 4が長いほど、分岐路4 4を通るガスG 1, G 2の圧力損失が大きく且つコンダクタンスが低い。このため、流出口4 3からガスG 1, G 2が吐出される場合、ガスG 1, G 2は、流出口4 3と流体室4 2とを接続する流出路4 8に入るよりも先に、流体室4 2で拡散するようになる。従って、二つの通路4 1 A, 4 1 Bはそれぞれ、流体室4 2でガスG 1, G 2を拡散させてから、流出路4 8を通じて流出口4 3からガスG 1, G 2を排出することができる。従って、複数の流出口4 3におけるガスG 1, G 2の排出又は吸引のばらつきが抑制される。

[0122] 例えば、シャワープレート1 3が複数の部材により形成される場合、部材と部材との間からガスG 1, G 2が漏出する可能性がある。一方、本実施形態において、シャワープレート1 3と、壁5 1と、管部6 7とが、一体に成形される。これにより、シャワープレート1 3からガスG 1, G 2が漏出す

ることが抑制される。

[0123] 以下に、第2の実施形態について、図9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。

[0124] 図9は、第2の実施形態に係る一つの隔壁54を示す平面図である。図9に示すように、第2の実施形態において、曲部61は、略三角錐状に形成される。すなわち、上曲部62の下方向の端部と、下曲部63の上方向の端部とはそれぞれ、略三角形に形成される。

[0125] 複数の上曲部62と複数の下曲部63とは、X軸に沿う方向に交互に配置される。さらに、複数の上曲部62と複数の下曲部63とは、図9に矢印で示す方向Dに交互に配置される。方向Dは、第2の方向の一例であり、X軸に対して120度交差する方向である。Z軸に沿う負方向に平面視した場合、複数の上曲部62と複数の下曲部63とは、平面内に隙間無く且つ重複無く充填される。

[0126] 複数の隔壁54のそれぞれにおいて、曲部61の頂部、接続部65、管部67、及び分岐路44は、Z軸に沿う負方向に平面視した場合に、平面内に充填された複数の正多角形Pの頂点（角）と重なる位置に配置される。第2の実施形態において、正多角形Pは三角形である。このため、複数の隔壁54のそれぞれにおいて、曲部61の頂部、接続部65、管部67、及び分岐路44は、等間隔に配置される。

[0127] 以上説明された第2の実施形態に示されるように、正多角形Pは、第1の実施形態の四角形に限らず、第2の実施形態の三角形のような他の形状であっても良い。さらに、正多角形Pは複数の形状を含んでも良い。例えば、正多角形Pは、アルキメデスの平面充填を形成する六角形、四角形、及び三角形を含んでも良い。正多角形Pは、他の形状を含んでも良い。

- [0128] 以下に、第3の実施形態について、図10及び図11を参照して説明する。図10は、第3の実施形態に係る拡散部31の一部の断面を示す斜視図である。図10に示すように、第3の実施形態の隔壁54は、周期的に曲げられた板状に形成されるが、第1の実施形態の隔壁54と異なる形状を有する。さらに、第3の実施形態において、拡散部31の内部に、六つの隔壁54が設けられる。
- [0129] 第3の実施形態において、曲部61に含まれる上曲部62及び下曲部63はそれぞれ、二つの平坦な板状の部分と、二つの曲げられた板状の部分と、によって形成される。当該曲部61の頂部は、略四角錐状に形成される。曲部61は他の形状を有しても良い。
- [0130] 第3の実施形態において、複数の上曲部62は、互いに異なる形状を有する複数の上曲部62を含む。すなわち、一つの隔壁54は、ある形状を有する上曲部62と、当該上曲部62と異なる形状を有する他の上曲部62とを有する。
- [0131] 上曲部62と同じく、複数の下曲部63は、互いに異なる形状を有する複数の下曲部63を含む。すなわち、一つの隔壁54は、ある形状を有する下曲部63と、当該下曲部63と異なる形状を有する他の下曲部63とを有する。
- [0132] 上記の複数の上曲部62と複数の下曲部63とを有する隔壁54は、Y軸に沿う方向に平面視した場合の一つの断面においてジグザグに形成される。すなわち、隔壁54の断面形状は、第1の実施形態の正弦波形状のような連続する曲線形状に限らず、第3の実施形態のジグザグ形のような他の形状に形成されても良い。第3の実施形態の隔壁54の形状も、周期関数によって表現され得る。
- [0133] 図11は、第3の実施形態の拡散部31の一部を示す断面図である。図11に示すように、一つの流体室42に面する二つの隔壁54に注目した場合、他方よりもZ軸に沿う負方向に位置する一方が隔壁54Lと称され、他方が隔壁54Uと称されることがある。

- [0134] 図 1 1 に示すように、シャワープレート 1 3 のある位置における断面を Y 軸に沿う方向に平面視する場合、隔壁 5 4 U, 5 4 L の一方（図 1 1 においては隔壁 5 4 U）の複数の上曲部 6 2 及び複数の下曲部 6 3 とは、X 軸に沿う方向に、周期 L で配置される。また、隔壁 5 4 U, 5 4 L の他方（図 1 1 においては隔壁 5 4 L）の複数の上曲部 6 2 及び複数の下曲部 6 3 とは、X 軸に沿う方向に、周期 L の 2 倍の周期で配置される。なお、シャワープレート 1 3 の他の位置における断面を Y 軸に沿う方向に平面視する場合、隔壁 5 4 U, 5 4 L の周期は上記の周期と異なる。
- [0135] 隔壁 5 4 L の複数の上曲部 6 2 のうち少なくとも一つは、隔壁 5 4 U の複数の下曲部 6 3 に接続されず、隔壁 5 4 U の複数の下曲部 6 3 から離間した複数の上曲部 6 2 を含む。隔壁 5 4 L の複数の上曲部 6 2 のうち隔壁 5 4 U の複数の下曲部 6 3 から離間した少なくとも一つは、管部 6 7 が設けられた隔壁 5 4 U の上曲部 6 2 の接続部 6 5 に面する。
- [0136] 以上説明された第 3 の実施形態に示されるように、隔壁 5 4 の形状は、第 1 の実施形態の正弦関数のような単純な周期関数に限らず、複雑な周期関数によって表現され得る形状であっても良い。
- [0137] 第 3 の実施形態において、隔壁 5 4 L の上曲部 6 2 のうち隔壁 5 4 U の下曲部 6 3 から離間した少なくとも一つは、隔壁 5 4 U の管部 6 7 が設けられた上曲部 6 2 の接続部 6 5 に面する。これにより、分岐路 4 4 から Z 軸に沿う負方向に噴出したガス G 1, G 2 が隔壁 5 4 L の上曲部 6 2 に衝突し、略均等に分配される。従って、ガス G 1, G 2 の流れの剥離が生じることが抑制され、ガス G 1, G 2 が流体室 4 2 で滞留することが抑制される。
- [0138] 以下に、第 4 の実施形態について、図 1 2 を参照して説明する。図 1 2 は、第 4 の実施形態に係る拡散部 3 1 の一部の断面を示す斜視図である。図 1 2 に示すように、第 4 の実施形態の隔壁 5 4 は、周期的に曲げられた板状に形成されるが、第 1 の実施形態の隔壁 5 4 と異なる形状を有する。さらに、第 4 の実施形態において、拡散部 3 1 の内部に、一つの隔壁 5 4 が設けられる。

- [0139] 第4の実施形態において、曲部61に含まれる上曲部62及び下曲部63はそれぞれ、四つの平坦な板状の部分によって形成される。当該曲部61の頂部は、略四角錐状に形成される。曲部61は他の形状を有しても良い。
- [0140] 上記の複数の上曲部62と複数の下曲部63とを有する隔壁54は、Y軸に沿う方向に平面視した場合の一つの断面においてジグザグに形成される。第4の実施形態の隔壁54の形状も、周期関数によって表現され得る。
- [0141] 上曲部62の頂部と上壁53との接続部65に、管部67が設けられる。当該管部67は、通路41Aの流入路49と、通路41Bの流体室42とを隔てる。また、下曲部63の頂部と底壁52との接続部65に、管部67が設けられる。当該管部67は、通路41Bの流出路48と、通路41Aの流体室42とを隔てる。
- [0142] 第4の実施形態において、底壁52の内面52aと、隔壁54の下面54aとが、通路41Aの流体室42に面する。さらに、隔壁54の上面54bと、上壁53の内面53aとが、通路41Bの流体室42に面する。通路41Aの流体室42と、通路41Bの流体室42とは、Z軸に沿う方向において大よそ同一位置に配置される。
- [0143] 以上説明された第4の実施形態の半導体製造装置10において、シャワープレート13に、曲部61の頂部と、他の壁51と、の接続部65が設けられる。これにより、シャワープレート13の剛性及び強度が向上する。
- [0144] さらに、一方の通路41Aの流体室42の形状を、他方の通路41Bの流体室42の形状と幾何学的に略同一とし、一方の通路41Aの流体室42における第1のガスG1の圧力損失及びコンダクタンスと、他方の通路41Bの流体室42における第2のガスG2の圧力損失及びコンダクタンスとを、より近くすることが可能である。従って、複数の流出口43におけるガスG1、G2の排出又は吸引のばらつきが抑制される。
- [0145] 接続部65に、管部67が設けられる。これにより、一方の通路41の流体室42に、例えば互いに離間した二つの壁51を接続するパイプ状の管部67を設ける必要が無くなる。従って、一方の通路41Aの流体室42の形

状を、他方の通路 4 1 B の流体室 4 2 の形状と幾何学的に略同一とすることが可能となる。

[0146] 以下に、第 5 の実施形態について、図 1 3 を参照して説明する。図 1 3 は、第 5 の実施形態に係る拡散部 3 1 の一部の断面を示す斜視図である。図 1 3 に示すように、第 5 の実施形態の隔壁 5 4 は、略平坦な板状に形成される。このため、隔壁 5 4 の下面 5 4 a 及び上面 5 4 b は、略平坦に形成される。さらに、第 5 の実施形態において、拡散部 3 1 の内部に、三つの隔壁 5 4 (5 4 A, 5 4 B, 5 4 C) が設けられる。

[0147] 第 5 の実施形態において、複数の壁 5 1 は、互いに離間して Z 軸に沿う負方向に並べられる。すなわち、三つの隔壁 5 4 A, 5 4 B, 5 4 C は、互いに離間する。底壁 5 2 は、隔壁 5 4 A から離間する。上壁 5 3 は、隔壁 5 4 C から離間する。

[0148] 第 5 の実施形態の管部 6 7 は、Z 軸に沿う負方向に延びるパイプ状に形成され、互いに離間した二つの壁 5 1 を接続する。さらに、流体室 4 2 に、Z 軸に沿う負方向に延び、互いに離間した二つの壁 5 1 を接続する支柱 8 1 が設けられる。このため、互いに離間する二つの壁 5 1 は、管部 6 7 及び支柱 8 1 によって互いに支持される。

[0149] 第 1 乃至第 4 の実施形態の管部 6 7 と同じく、第 5 の実施形態の複数の管部 6 7 は、通路 4 1 A の分岐路 4 4 と、通路 4 1 B の流体室 4 2 とを隔てる。他の複数の管部 6 7 は、通路 4 1 B の分岐路 4 4 と、通路 4 1 A の流体室 4 2 とを隔てる。

[0150] 以上説明された第 5 の実施形態の半導体製造装置 1 0 において、隔壁 5 4 の下面 5 4 a 及び上面 5 4 b は、略平坦に形成される。これにより、例えば、流体室 4 2 に、ガス G 1, G 2 を拡散させる拡散板を配置しやすくなる。

[0151] 以下に、第 6 の実施形態について、図 1 4 乃至図 1 6 を参照して説明する。図 1 4 は、第 6 の実施形態に係る底壁 5 2 の一部を示す断面図である。図 1 4 に示すように、第 6 の実施形態の流出路 4 8 は分岐される。流出路 4 8 はそれぞれ、内側開口 1 0 1 と、流路 1 0 2 と、複数の分岐部 1 0 3 とを含

む。

[0152] 内側開口 101 は、底壁 52 の内面 52 a に開口する。言い換えると、内側開口 101 は、流体室 42 に開口する。内側開口 101 は、流出路 48 の端に設けられる。別の表現によれば、内側開口 101 は、流出路 48 の端に位置する内面 52 a の縁によって形成される。

[0153] 流路 102 は、流体室 42 に開口する内側開口 101 と、少なくとも二つの流出口 43 とを接続する。すなわち、少なくとも二つの流出口 43 が、流路 102 を介して一つの内側開口 101 に接続される。

[0154] 複数の分岐部 103 は、流路 102 に設けられる。言い換えると、分岐部 103 は、流路 102 の一部である。複数の分岐部 103 はそれぞれ、第 1 の延路 111 と、複数の第 2 の延路 112 と、ガス溜まり 113 とを含む。第 1 の延路 111 は、上流通路の一例である。第 2 の延路 112 は、下流通路の一例である。ガス溜まり 113 は、キャビティの一例であり、例えば、淀み部、連結部とも称され得る。

[0155] 第 1 の延路 111 は、Z 軸に沿う方向に延びる。なお、第 1 の延路 111 は、他の方向に延びても良いし、曲線状に延びても良い。複数の第 2 の延路 112 はそれぞれ、第 1 の延路 111 が延びる方向と交差する方向に延びる。図 14 において、複数の第 2 の延路 112 は X 軸に沿う方向に延びる。第 2 の延路 112 は、Y 軸に沿う方向のような他の方向に延びても良い。

[0156] 複数の第 2 の延路 112 はそれぞれ、流路 102 において、第 1 の延路 111 よりも流出口 43 に近い。言い換えると、内側開口 101 から流出口 43 へガス G1, G2 が流れる場合、第 1 の延路 111 は第 2 の延路 112 よりも上流側に位置し、第 2 の延路 112 は第 1 の延路 111 よりも下流側に位置する。このため、第 1 の延路 111 と流出口 43 との間の距離が、第 2 の延路 112 と流出口 43 との間の距離より短くても良い。

[0157] 第 1 の延路 111 は、第 1 の接続端部 111 a を有する。第 1 の接続端部 111 a は、Z 軸に沿う方向における第 1 の延路 111 の一方の端部である。第 1 の接続端部 111 a は、第 1 の延路 111 の端のみならず、当該端に

隣接する第1の延路111の一部を含む。

- [0158] 複数の第2の延路112はそれぞれ、第2の接続端部112aを有する。第2の接続端部112aは、複数の下流通路のそれぞれの上流側の端部、の一例である。第2の接続端部112aは、第2の延路112が延びる方向（X軸に沿う方向）における第2の延路112の一方の端部である。第2の接続端部112aは、第2の延路112の端のみならず、当該端に隣接する第2の延路112の一部を含む。
- [0159] ガス溜まり113は、第1の延路111と、複数の第2の延路112との間に位置する。ガス溜まり113に、第1の延路111と、複数の第2の延路112とが接続される。言い換えると、第1の延路111がガス溜まり113に開口し、さらに、複数の第2の延路112がそれぞれガス溜まり113に開口する。
- [0160] ガス溜まり113に、第1の延路111の第1の接続端部111aが接続される。言い換えると、第1の接続端部111aにおいて、第1の延路111とガス溜まり113とが接続される。
- [0161] さらに、ガス溜まり113に、第2の延路112の第2の接続端部112aが接続される。言い換えると、第2の接続端部112aにおいて、第2の延路112とガス溜まり113とが接続される。
- [0162] 本実施形態において、ガス溜まり113は、Z軸に沿う方向に延びる略楕円体形状又は長球形状に形成される。ガス溜まり113は他の形状に形成されても良い。ガス溜まり113は、第1の端部113aと、第2の端部113bとを有する。
- [0163] 第1の端部113aは、Z軸に沿う方向におけるガス溜まり113の一方の端部である。第2の端部113bは、Z軸に沿う方向におけるガス溜まり113の他方の端部である。すなわち、第2の端部113bは、第1の端部113aの反対側にある。
- [0164] 第1の延路111の第1の接続端部111aは、第1の端部113aに接続される。第2の延路112の第2の接続端部112aは、Z軸に沿う方向

において、第2の端部113bから離間した位置でガス溜まり113に接続される。

[0165] 第1の延路111は、ガス溜まり113を介して、複数の第2の延路112に接続される。言い換えると、複数の第2の延路112は、一つの第1の延路111から分岐される。複数の第2の延路112は、例えば、ガス溜まり113から放射状に延びる。

[0166] ガス溜まり113は、溜まり部113cを含む。溜まり部113cは、ガス溜まり113の一部であって、Z軸に沿う方向における第2の接続端部112aと第2の端部113bとの間の部分である。

[0167] 分岐部103は、第1の絞り部115と、複数の第2の絞り部116とをさらに含む。第1の絞り部115は、第1の延路111の第1の接続端部111aに位置する。言い換えると、第1の絞り部115は、第1の延路111とガス溜まり113との間に位置する。本実施形態において、Z軸に沿う方向に平面視した場合、第1の絞り部115の断面積は、第1の延路111の他の部分の断面積よりも小さい。

[0168] 例えば、第1の絞り部115の断面積は、ガス溜まり113に近づくに従って縮小する。言い換えると、第1の絞り部115は、ガス溜まり113に向かって先細る。第1の絞り部115は、例えば、第1の延路111の内面から突出する壁によって、断面積を縮小された部分であっても良い。なお、分岐部103は、第1の絞り部115を有さなくても良い。言い換えると、第1の延路111の断面積は一定であっても良い。

[0169] 第2の絞り部116は、複数の第2の延路112のそれぞれの第2の接続端部112aに位置する。言い換えると、第2の絞り部116は、第2の延路112とガス溜まり113との間に位置する。本実施形態において、当該第2の延路112が延びる方向に平面視した場合、第2の絞り部116の断面積は、第2の延路112の他の部分の断面積よりも小さい。

[0170] 例えば、第2の絞り部116の断面積は、ガス溜まり113に近づくに従って縮小する。言い換えると、第2の絞り部116は、ガス溜まり113に

向かって先細る。第2の絞り部116は、例えば、第2の延路112の内面から突出する壁によって、断面積を縮小された部分であっても良い。

[0171] 第2の絞り部116は、流出路48において、当該第2の絞り部116の上流に隣接する上流区間よりも断面積が小さい部分である。このため、第2の絞り部116の断面積と第2の延路112の断面積とが同じであっても良い。

[0172] それぞれの第2の延路112とガス溜まり113とが接続された部分の断面積は、第1の延路111とガス溜まり113とが接続された部分の断面積よりも小さい。言い換えると、第2の絞り部116の最小の断面積は、第1の絞り部115の最小の断面積よりも小さい。

[0173] Z軸に沿う方向に平面視した場合において、ガス溜まり113の最大の断面積は、第1の絞り部115の最小の断面積よりも大きい。さらに、本実施形態において、ガス溜まり113の最大の断面積は、第1の延路111の最大の断面積よりも大きい。なお、ガス溜まり113の最大の断面積はこれに限らない。

[0174] 図14に示すように、第6の実施形態の流出路48は、二回分岐される。以下、説明のために、複数の分岐部103を分岐部103A、103Bと個別に称することがある。分岐部103A、103Bに共通する説明は、分岐部103についての説明として記載される。

[0175] 複数の分岐部103は、一つに分岐部103Aと、複数の分岐部103Bとを含む。分岐部103Aは一階層目の分岐部103であり、分岐部103Bは二階層目の分岐部103である。

[0176] 分岐部103Aの第1の延路111は、内側開口101に接続される。分岐部103Aの第2の延路112と、分岐部103Bの第1の延路111とは、互いに接続される。分岐部103Bの第2の延路112は、流出口43に接続される。

[0177] 分岐部103Aのガス溜まり113の体積は、分岐部103Bのガス溜まり113の体積よりも大きい。分岐部103Aの第2の絞り部116の最小

の断面積は、分岐部 103B の第 2 の絞り部 116 の最小の断面積よりも大きい。なお、分岐部 103A と分岐部 103B との形状はこれに限らない。

[0178] 図 14 に矢印で示すように、第 1 のガス G1 又は第 2 のガス G2 (ガス G1, G2) が内側開口 101 から、流出路 48 に流入する。ガス G1, G2 は、分岐部 103A において、第 1 の延路 111 から、ガス溜まり 113 に流入する。

[0179] 第 2 の絞り部 116 の最小断面積は、ガス溜まり 113 の最大断面積よりも小さい。このため、ガス G1, G2 は、第 2 の絞り部 116 を通って第 2 の延路 112 に流入するよりも、ガス溜まり 113 で滞留しやすい。このため、ガス G1, G2 は、ガス溜まり 113 に開口する第 2 の延路 112 を通り過ぎ、ガス溜まり 113 の溜まり部 113c に向かって流れる。ガス G1, G2 は、ガス溜まり 113 で滞留した後、複数の第 2 の絞り部 116 を通って複数の第 2 の延路 112 に流出する。

[0180] 分岐部 103A の第 2 の延路 112 へ流出したガス G1, G2 は、分岐部 103B において、第 1 の延路 111 から、ガス溜まり 113 に流入する。分岐部 103B においても、ガス G1, G2 は、ガス溜まり 113 で滞留した後、複数の第 2 の絞り部 116 を通って複数の第 2 の延路 112 に流出する。ガス G1, G2 は、第 2 の延路 112 を通って、流出口 43 から排出される。

[0181] 上述のように、ガス G1, G2 は、複数の第 2 の絞り部 116 を通って複数の第 2 の延路 112 に流出する前に、ガス溜まり 113 で滞留する。このため、第 1 の延路 111 における流れの影響により、複数の第 2 の延路 112 に流れるガス G1, G2 の流量がばらつくことが抑制される。

[0182] 以下、図 15 及び図 16 を参照して、ガス溜まり 113 及び第 2 の絞り部 116 を含む分岐部 103 におけるガス G1, G2 の流れの一例について説明する。図 15 は、第 6 の実施形態のガス溜まり 113 の半径に対する、第 2 の延路 112 へのガス G1, G2 の分配比を示すグラフである。図 16 は、第 6 の実施形態の第 2 の絞り部 116 の最小の半径に対する、第 2 の延路

1 1 2 へのガス G 1 , G 2 の分配比を示すグラフである。

[0183] 図 1 5 及び図 1 6 のグラフは、以下の条件における、第 2 の延路 1 1 2 へのガス G 1 , G 2 の分配比の一例を示す。すなわち、

第 1 の延路 1 1 1 とガス溜まり 1 1 3 とが接続された部分は、略長方形に形成される。

分岐部 1 0 3 は、互いに反対方向に延びる二つの第 2 の延路 1 1 2 を含む。

第 2 の延路 1 1 2 とガス溜まり 1 1 3 とが接続された部分は、円形に形成され、第 2 の延路 1 1 2 と同じ半径を有する。図 1 6 において、第 2 の延路 1 1 2 の半径が変更される。

ガス溜まり 1 1 3 は、円柱形に形成される。図 1 5 において、ガス溜まり 1 1 3 の半径が変更される。

[0184] 図 1 5 に示すように、ガス溜まり 1 1 3 の半径（ガス溜まり 1 1 3 の体積）が大きいほど、分配比が 0.5 に近づく。分配比が 0.5 の場合、二つの第 2 の延路 1 1 2 に均等にガス G 1 , G 2 が流れる。このように、ガス溜まり 1 1 3 の体積が大きいほど、複数の第 2 の延路 1 1 2 にガス G 1 , G 2 が均等に流れる。

[0185] 図 1 6 に示すように、第 2 の絞り部 1 1 6 の最小の半径（第 2 の絞り部 1 1 6 の最小の断面積）が小さいほど、分配比が 0.5 に近づく。このように、第 2 の絞り部 1 1 6 の最小の断面積が小さいほど、複数の第 2 の延路 1 1 2 にガス G 1 , G 2 が均等に流れる。

[0186] 以上説明された第 6 の実施形態の半導体製造装置 1 0 において、流出路 4 8 は、複数の第 2 の延路 1 1 2 のそれぞれの第 2 の接続端部 1 1 2 a に位置する複数の第 2 の絞り部 1 1 6 を含む。このような本実施形態の流出路 4 8 は、第 2 の絞り部 1 1 6 が設けられていない場合に比べて、第 2 の絞り部 1 1 6 の上流側におけるガス G 1 , G 2 の速度及び圧力の、場所によるばらつきを低減できる。従って、複数の第 2 の絞り部 1 1 6 及びその下流に隣接する複数の下流区間のそれぞれにおける、ガス G 1 , G 2 の流量のばらつきが

より低減される。

[0187] 流出路48は、一つの第1の延路111と複数の第2の延路112との間に位置するキャビティとしてのガス溜まり113を含む。このような本実施形態の流出路48は、ガス溜まり113が設けられていない場合に比べて、ガス溜まり113の上流側におけるガスG1、G2の速度及び圧力の、場所によるばらつきを低減できる。従って、複数のガス溜まり113及びその下流に隣接する複数の下流区間のそれぞれにおける、ガスG1、G2の流量のばらつきがより低減される。

[0188] 下流側の分岐部103Bにおいて、ガス溜まり113を形成可能な部分は小さい。しかし、分岐部103Bのガス溜まり113の体積は、分岐部103Aのガス溜まり113の体積よりも小さい。このため、分岐部103Bのガス溜まり113が容易に設けられる。

[0189] 下流側の分岐部103BにおけるガスG1、G2の流速は、上流側の分岐部103AにおけるガスG1、G2の流速よりも遅い。しかし、分岐部103Bの第2の絞り部116の最小の断面積は、分岐部103Aの第2の絞り部116の最小の断面積よりも小さい。これにより、第2の絞り部116の上流側と下流側との間で圧力差が確保され、第2の絞り部116の上流側におけるガスG1、G2の速度及び圧力の、場所によるばらつきを低減できる。

[0190] 図17は、第6の実施形態の変形例に係る分岐部103を概略的に示す図である。図17に示すように、第1の延路111は、延長部111bを有しても良い。延長部111bは、第1の延路111の一部であり、ガス溜まり113の第1の端部113aから第2の端部113bに向かって延びる。

[0191] 延長部111bが設けられることで、第1の延路111は、ガス溜まり113の内部で、当該ガス溜まり113に開口する。第1の延路111は、第2の延路112よりも第2の端部113bに近い位置で、ガス溜まり113に開口する。これにより、第1の延路111における流れの影響により、複数の第2の延路112に流れるガスG1、G2の流量がばらつくことが抑制

される。

[0192] 以上説明された少なくとも一つの実施形態によれば、二つの通路がそれぞれ、少なくとも一つの流体室を有する。二つの通路のそれぞれの流体室が、第1の方向に交互に配置される。これにより、複数の開口における流体の排出又は吸引のばらつきが抑制される。

[0193] 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] 第1の方向の端に位置する外面を有し、内部に互いに独立した二つの通路が設けられ、当該二つの通路がそれぞれ、少なくとも一つの流体室と、前記外面に開口する複数の開口と、前記流体室に接続された複数の分岐路と、を含み、前記二つの通路のそれぞれの前記流体室が前記第1の方向に交互に配置され、前記複数の分岐路が前記複数の開口のうち少なくとも一つと一つの前記流体室とを接続する前記複数の分岐路及び一つの前記流体室と他の前記流体室とを接続する前記複数の分岐路の少なくとも一方を含む、ハウジングと、
- 前記ハウジングに設けられ、前記流体室に面するとともに前記第1の方向に前記流体室を介して並べられた複数の第1の壁部と、
- を具備する流路構造。
- [請求項2] 前記ハウジングの内部に設けられ、一方の前記通路の前記分岐路と、他方の前記通路の前記流体室と、を隔てる少なくとも一つの第2の壁部をさらに具備する、請求項1の流路構造。
- [請求項3] 前記二つの通路はそれぞれ、複数の前記流体室を含む、請求項2の流路構造。
- [請求項4] 前記複数の第1の壁部の少なくとも一つは、それぞれが前記第1の方向に凸又は前記第1の方向の反対方向に凸である少なくとも一つの曲部を有する、請求項2の流路構造。
- [請求項5] 少なくとも一つの前記曲部の頂部と、当該曲部を有する前記第1の壁部と異なる前記第1の壁部と、の接続部をさらに具備する請求項4の流路構造。
- [請求項6] 前記接続部に前記第2の壁部が設けられた、請求項5の流路構造。
- [請求項7] 一つの前記流体室に面する二つの前記第1の壁部のうち、他方よりも前記第1の方向に位置する一方は、前記曲部に含まれ且つ前記第1の方向の反対方向に凸の複数の第1の曲部、を有し、
- 当該一つの前記流体室に面する二つの前記第1の壁部のうち他方は

、前記曲部に含まれ且つ前記第 1 の方向に凸の複数の第 2 の曲部を有し、

前記複数の第 1 の曲部のうち少なくとも一つの頂部と、前記複数の第 2 の曲部のうち少なくとも一つの頂部と、の前記接続部に、前記第 2 の壁部が設けられる、

請求項 6 の流路構造。

[請求項 8] 前記複数の第 1 の曲部は、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に、第 1 の周期で配置され、

前記複数の第 2 の曲部は、前記第 2 の方向に、前記第 1 の周期よりも長く且つ前記第 1 の周期との公倍数を有する第 2 の周期で配置される、

請求項 7 の流路構造。

[請求項 9] 前記第 2 の周期は、前記第 1 の周期に 2 の整数倍を乗じた周期である、請求項 8 の流路構造。

[請求項 10] 前記複数の第 2 の曲部を有する前記第 1 の壁部に、前記第 1 の方向の反対方向に凸の複数の第 3 の曲部が設けられ、

前記複数の第 3 の曲部のうち少なくとも一つの頂部と、前記複数の第 2 の曲部を有する前記第 1 の壁部よりも前記第 1 の方向の反対方向に位置する他の前記第 1 の壁部との前記接続部に、前記第 2 の壁部が設けられ、

前記複数の第 1 の曲部のうち前記第 2 の曲部から離間した少なくとも一つは、前記第 2 の壁部が設けられた前記第 3 の曲部の前記接続部に面する、

請求項 7 の流路構造。

[請求項 11] 前記第 1 の曲部は、前記第 1 の方向の反対方向に向かって先細る、請求項 7 の流路構造。

[請求項 12] 前記曲部を有する前記複数の第 1 の壁部のそれぞれにおいて、前記曲部の頂部は、前記第 1 の方向に平面視した場合に、平面内に充填さ

れた複数の正多角形の頂点と重なる位置に配置される、請求項4の流路構造。

[請求項13] 一つの前記流体室に面する二つの前記第1の壁部のうち、他方よりも前記第1の方向に位置する一方は、当該一つの前記流体室に面し、前記複数の分岐路が開口する第1の面を有し、

当該一つの前記流体室に面する二つの前記第1の壁部のうち他方は、当該一つの前記流体室に面し、前記複数の分岐路が開口する第2の面を有し、

前記第1の面に開口する前記複数の分岐路の数は、前記第2の面に開口する前記複数の分岐路の数よりも多い、

請求項1の流路構造。

[請求項14] 前記複数の開口の一つと一つの前記流体室とを接続する前記分岐路の長さは、一つの前記流体室と他の前記流体室とを接続する前記分岐路の長さよりも長い、請求項1の流路構造。

[請求項15] 前記ハウジングと、前記複数の第1の壁部と、前記少なくとも一つの第2の壁部とが、一体に成形される、請求項2の流路構造。

[請求項16] 前記複数の開口のうち少なくとも一つと前記流体室とを接続する前記複数の分岐路はそれぞれ、一つの上流通路と、前記一つの上流通路から分岐される複数の下流通路と、前記複数の下流通路のそれぞれの上流側の端部に位置する複数の絞り部と、を含む、請求項1の流路構造。

[請求項17] 前記複数の開口のうち少なくとも一つと前記流体室とを接続する前記複数の分岐路はそれぞれ、前記一つの上流通路と前記複数の下流通路との間に位置するキャビティを含み、

前記複数の下流通路はそれぞれ、前記キャビティに開口し、

前記キャビティと前記下流通路との間に前記絞り部が位置する、

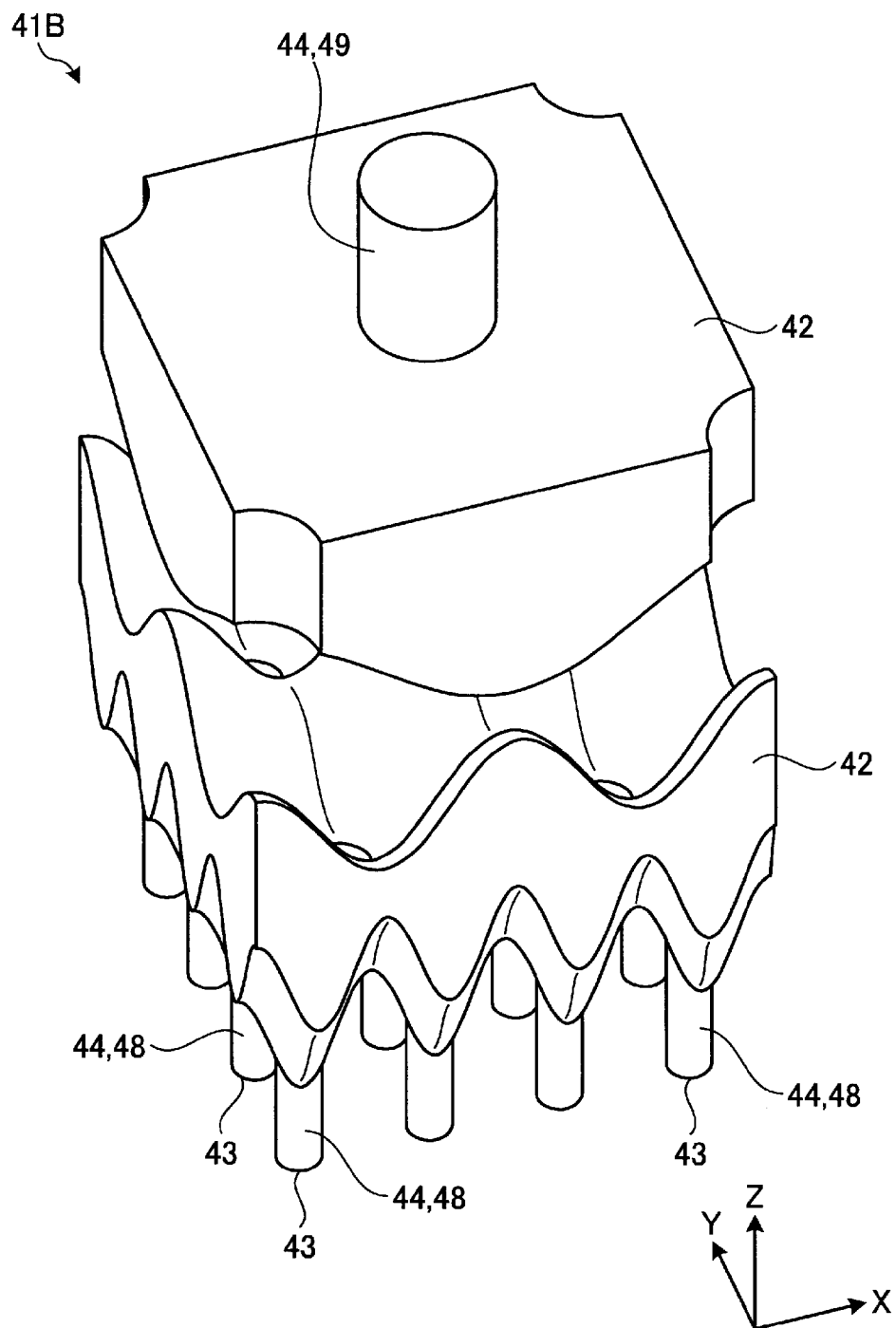
請求項16の流路構造。

[請求項18] 請求項1の流路構造と、

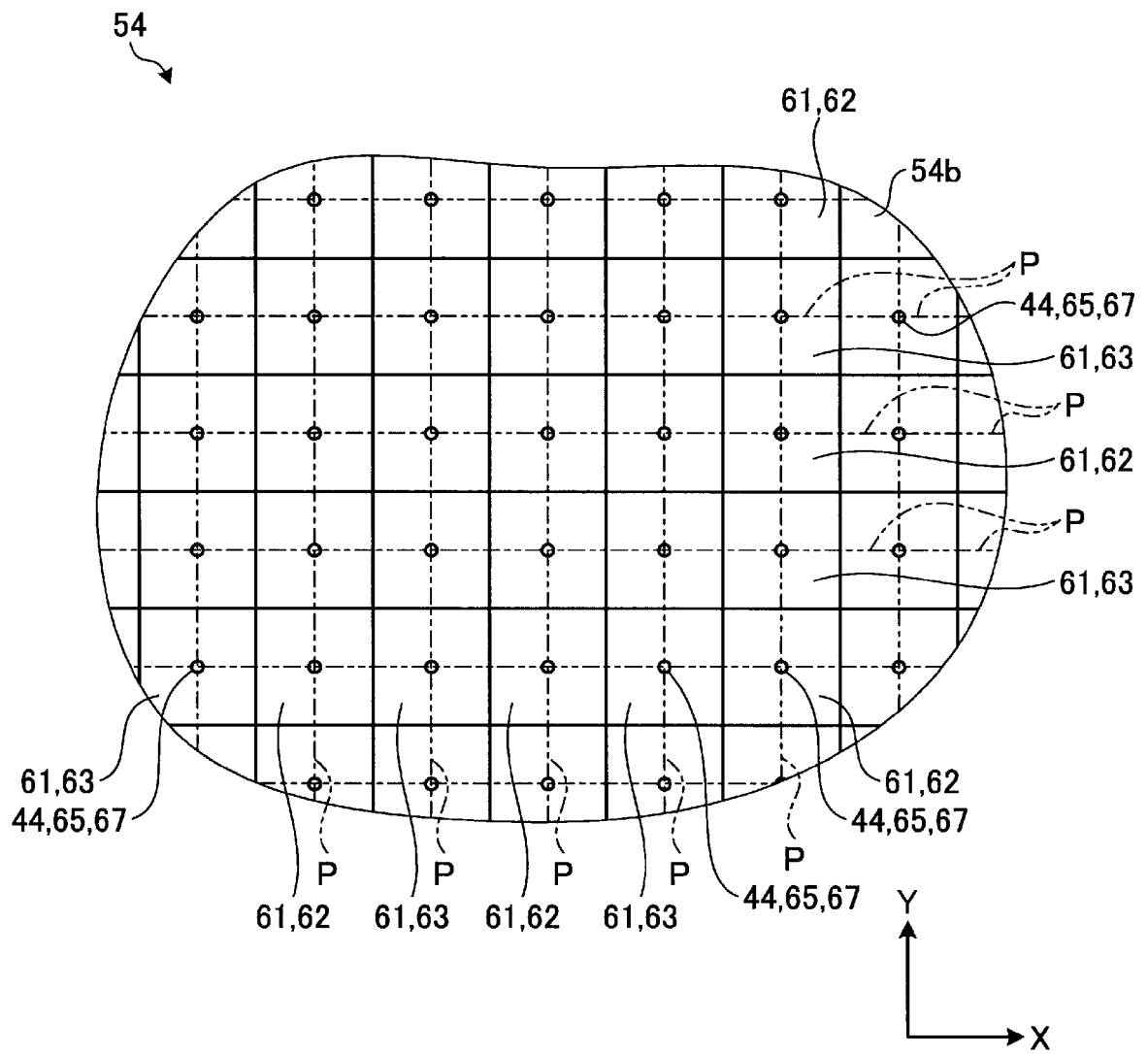
前記外面が向く位置に物体を支持するよう構成された物体支持部と、
一方の前記通路に第 1 の流体を供給するよう構成された第 1 の流体供給部と、
他方の前記通路に第 2 の流体を供給するよう構成された第 2 の流体供給部と、
を具備する処理装置。

FIG. 1 is a perspective view of a first embodiment of a device 41A. The device includes a base 42 with a wavy top surface. A central rectangular opening 43 is surrounded by a raised rim 44,48. A vertical post 44,49 is located on the left side. A curved, wave-like structure 44,49 is on the right side. A coordinate system (X, Y, Z) is shown at the bottom right.

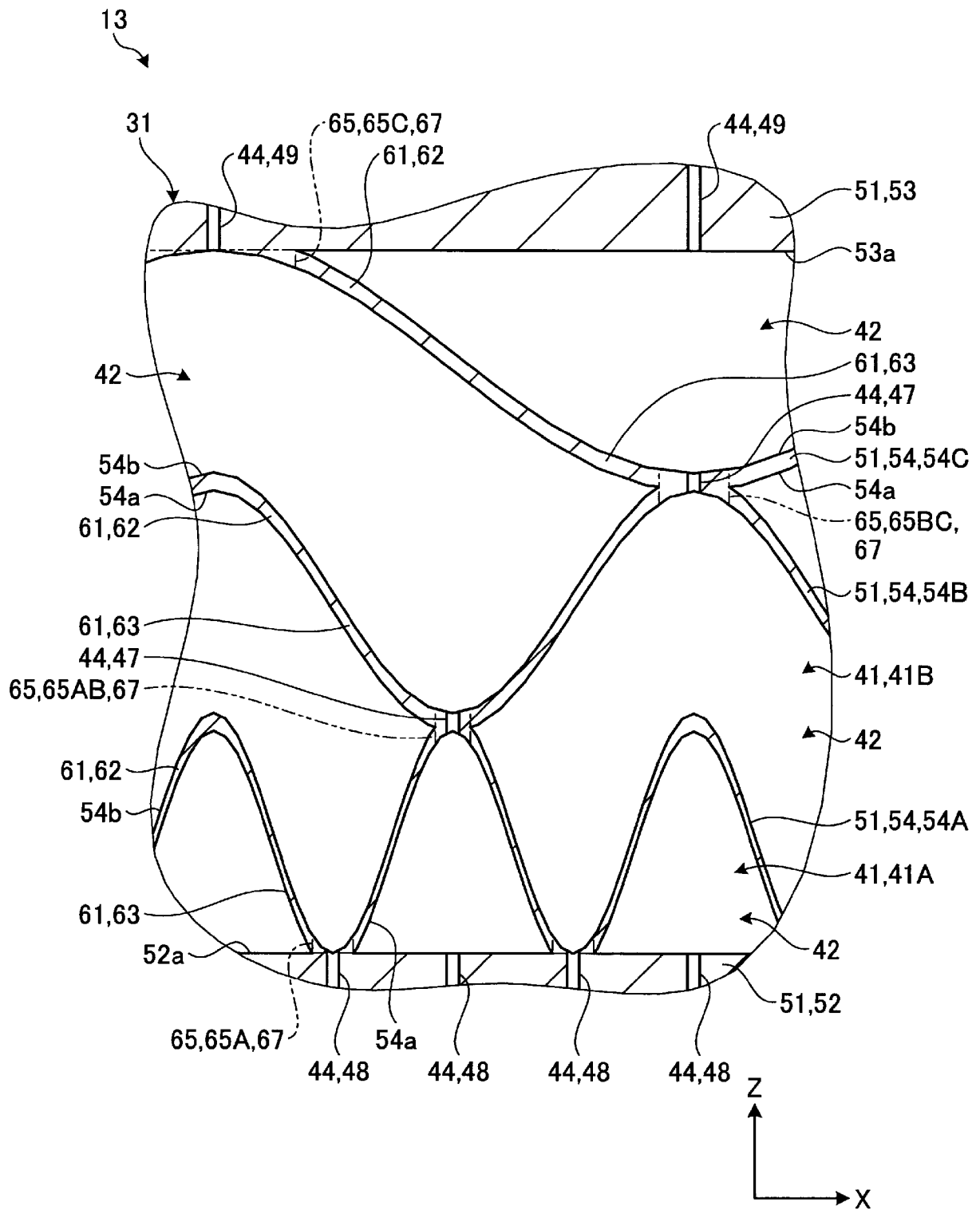
[図4]



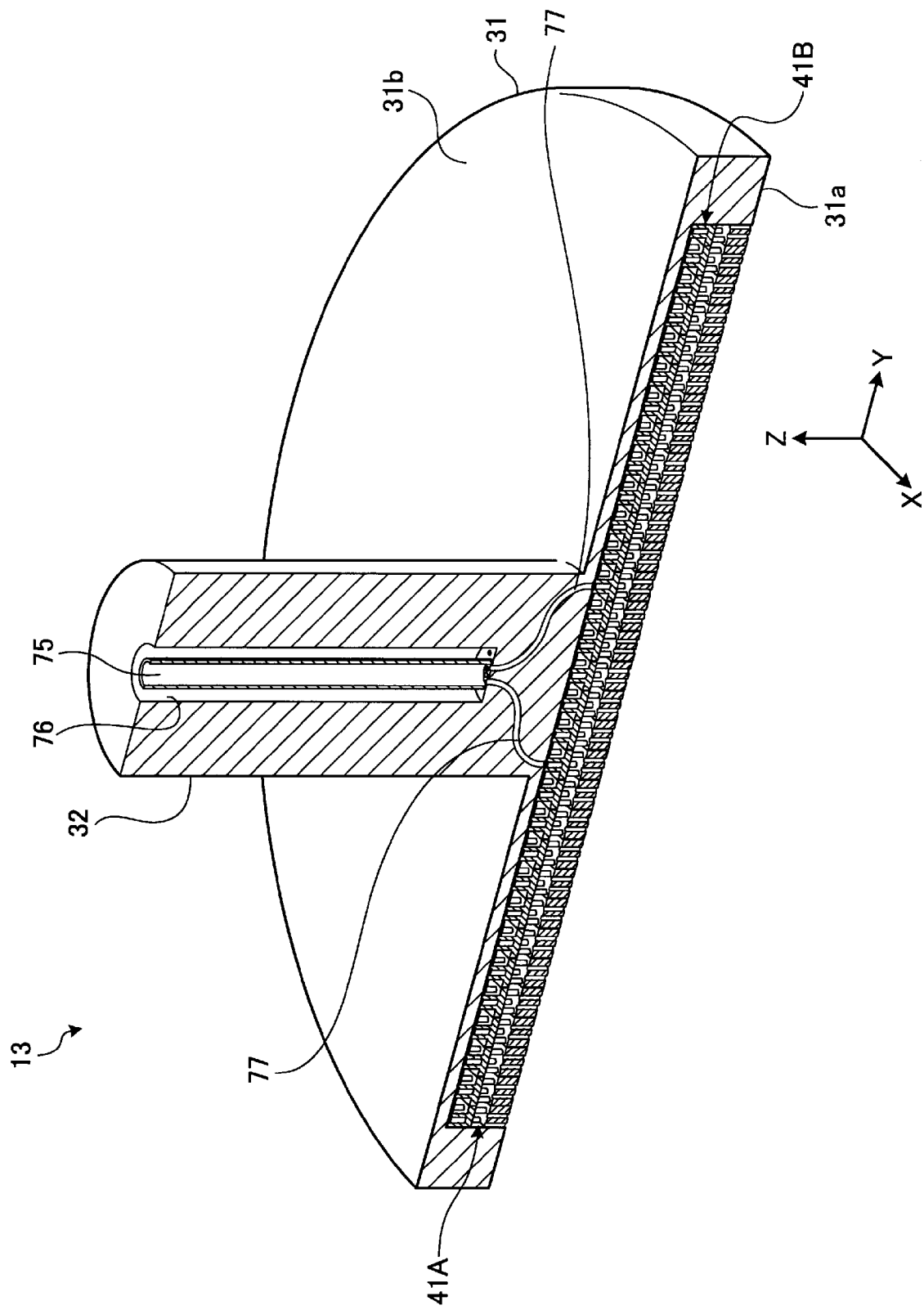
[図5]



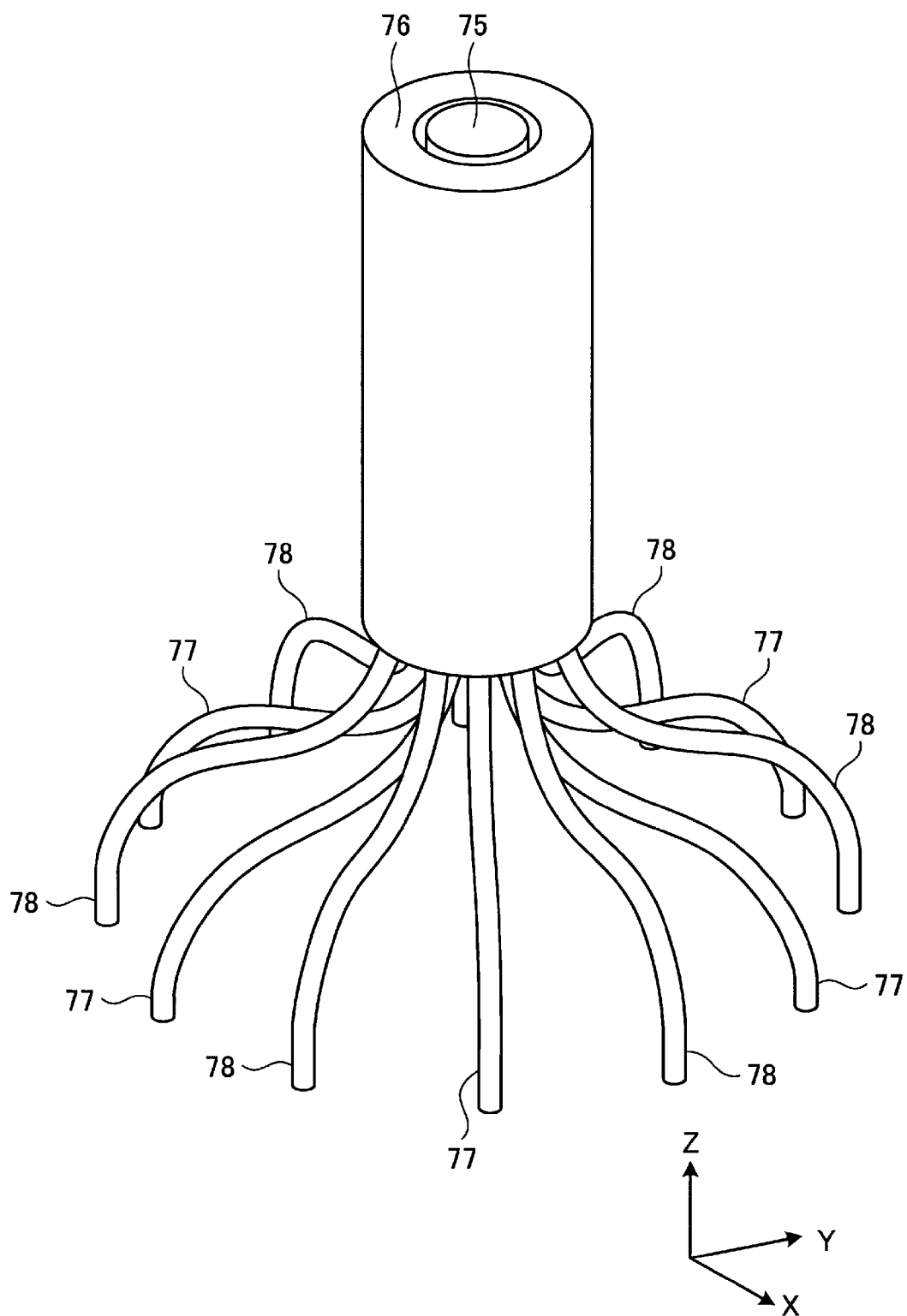
[図6]



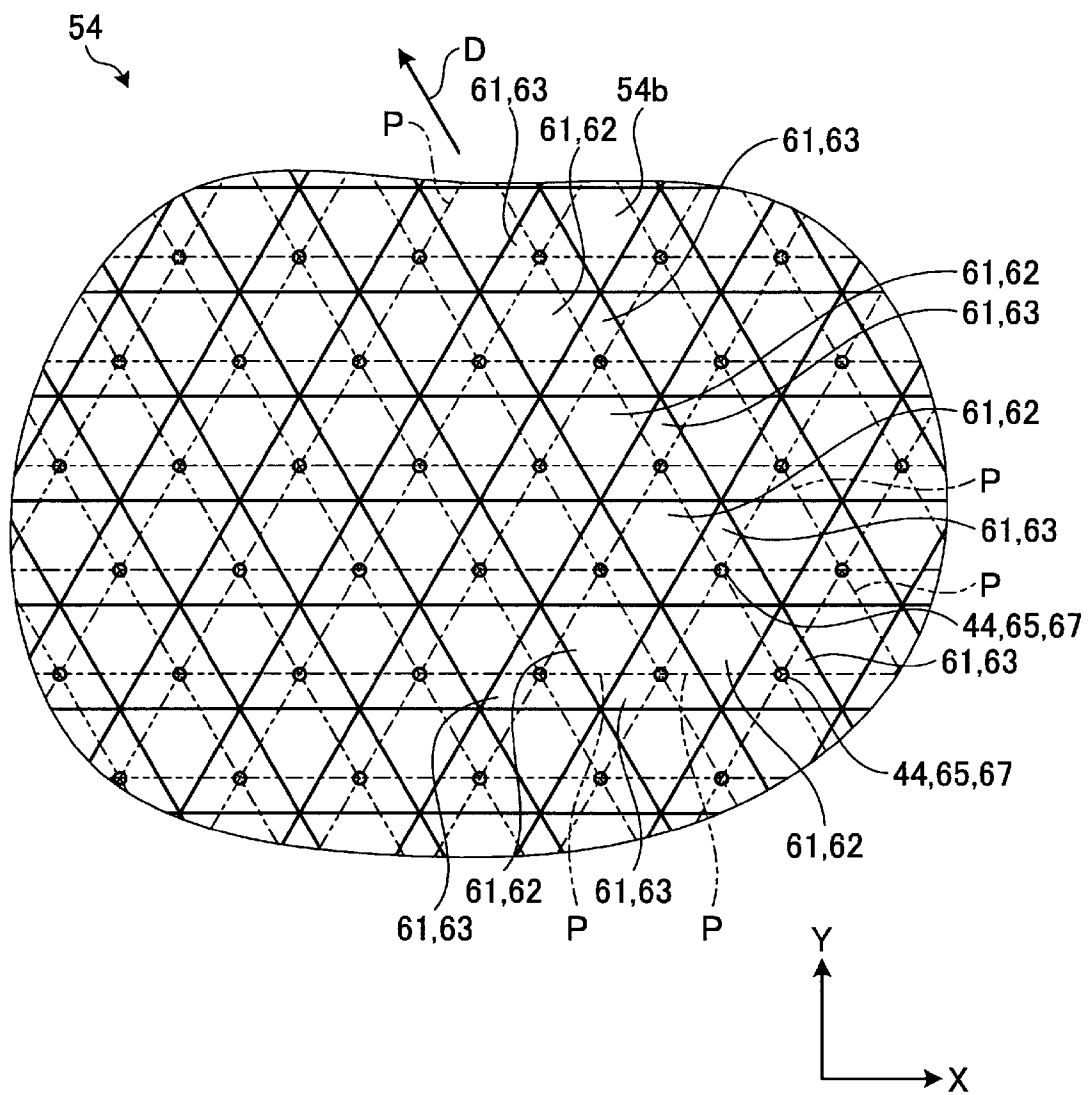
[図7]



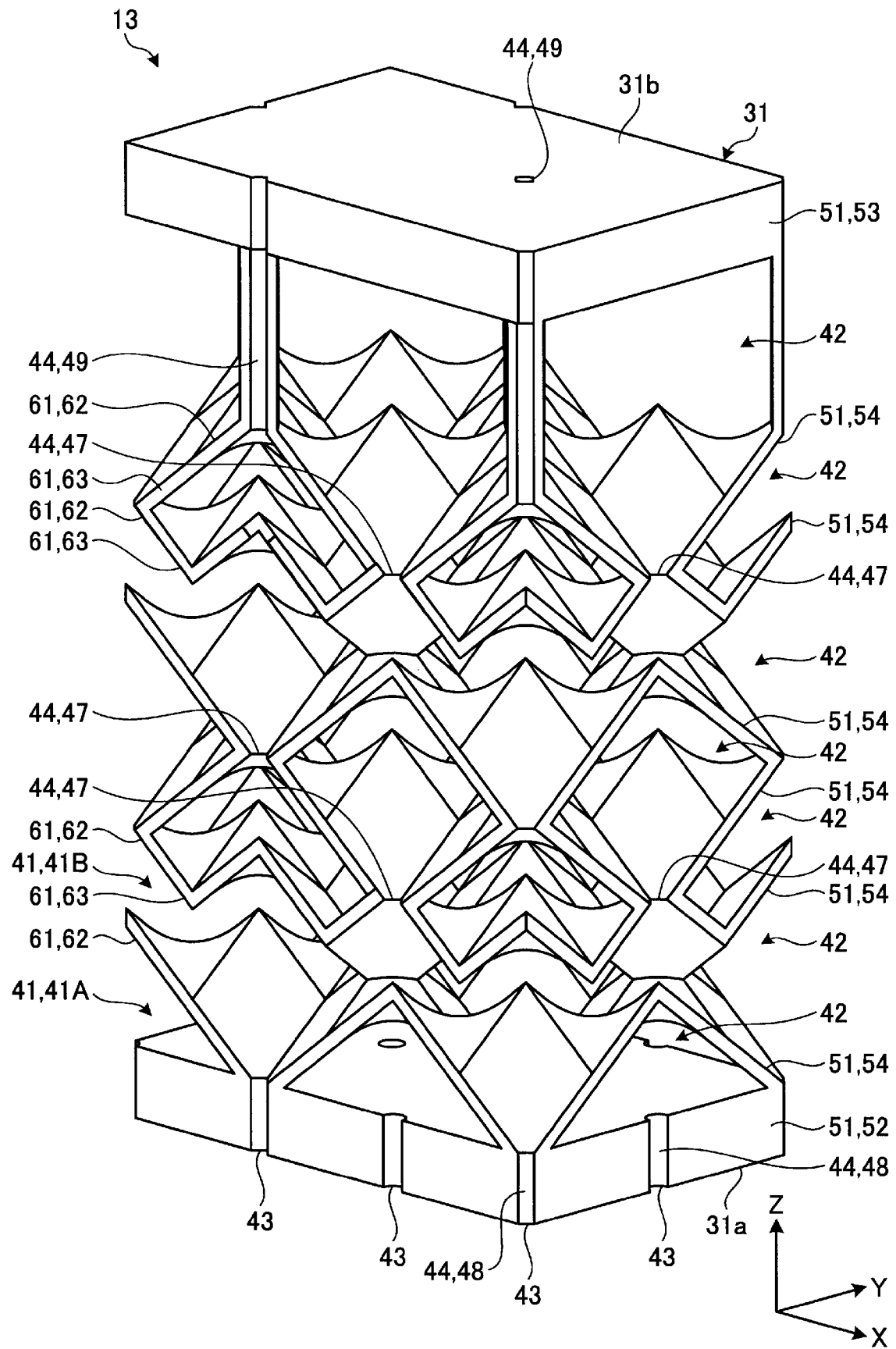
[図8]



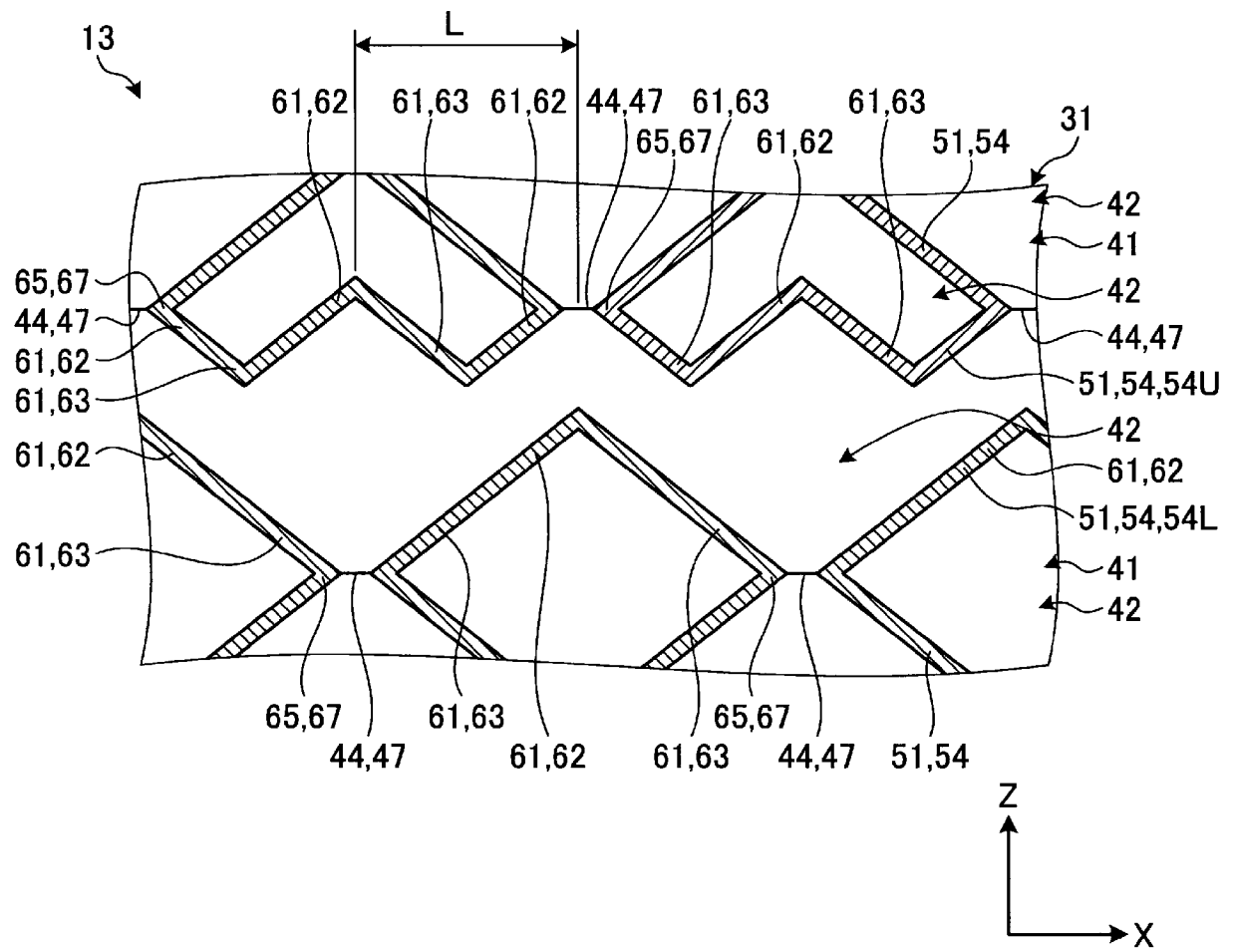
[図9]



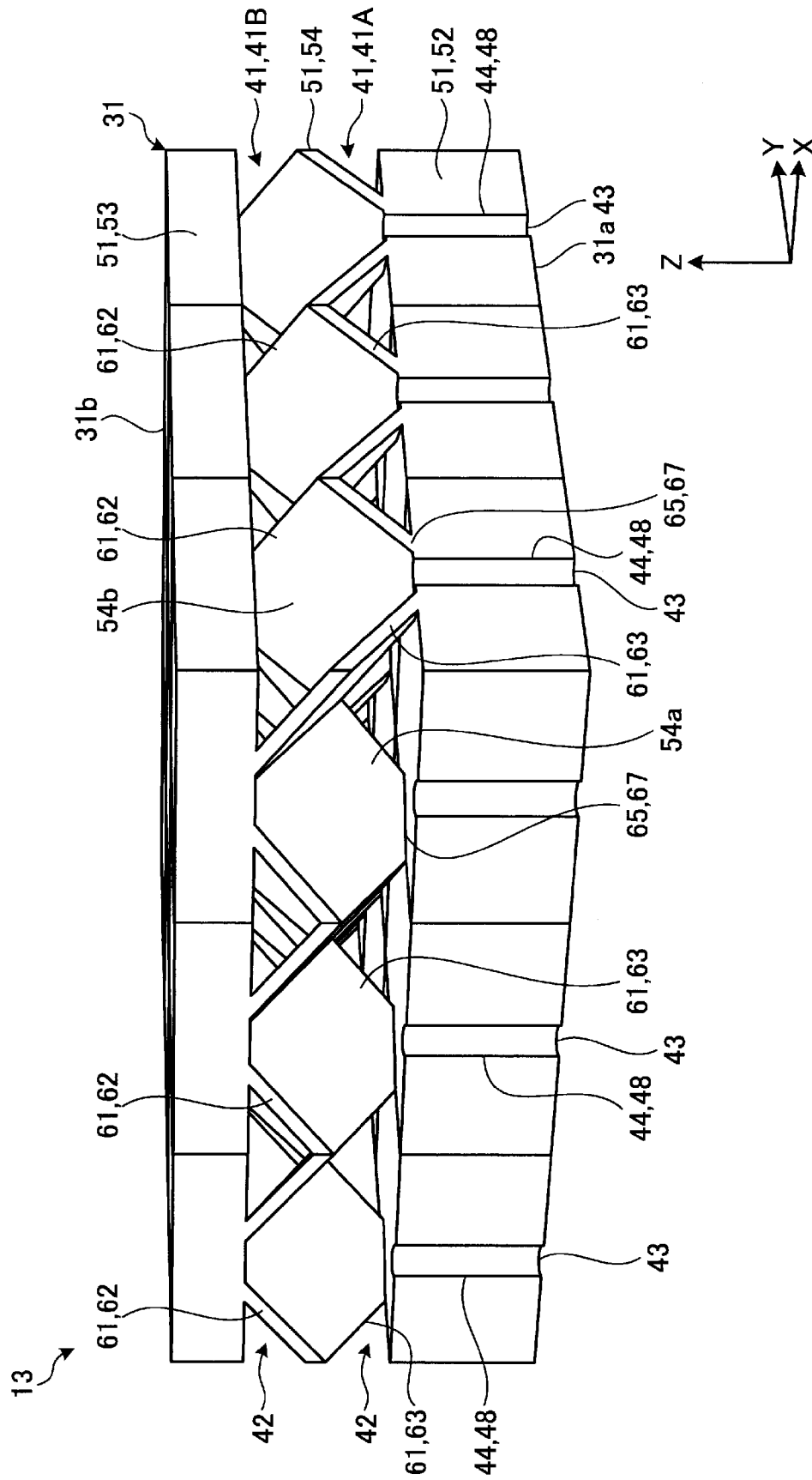
[図10]



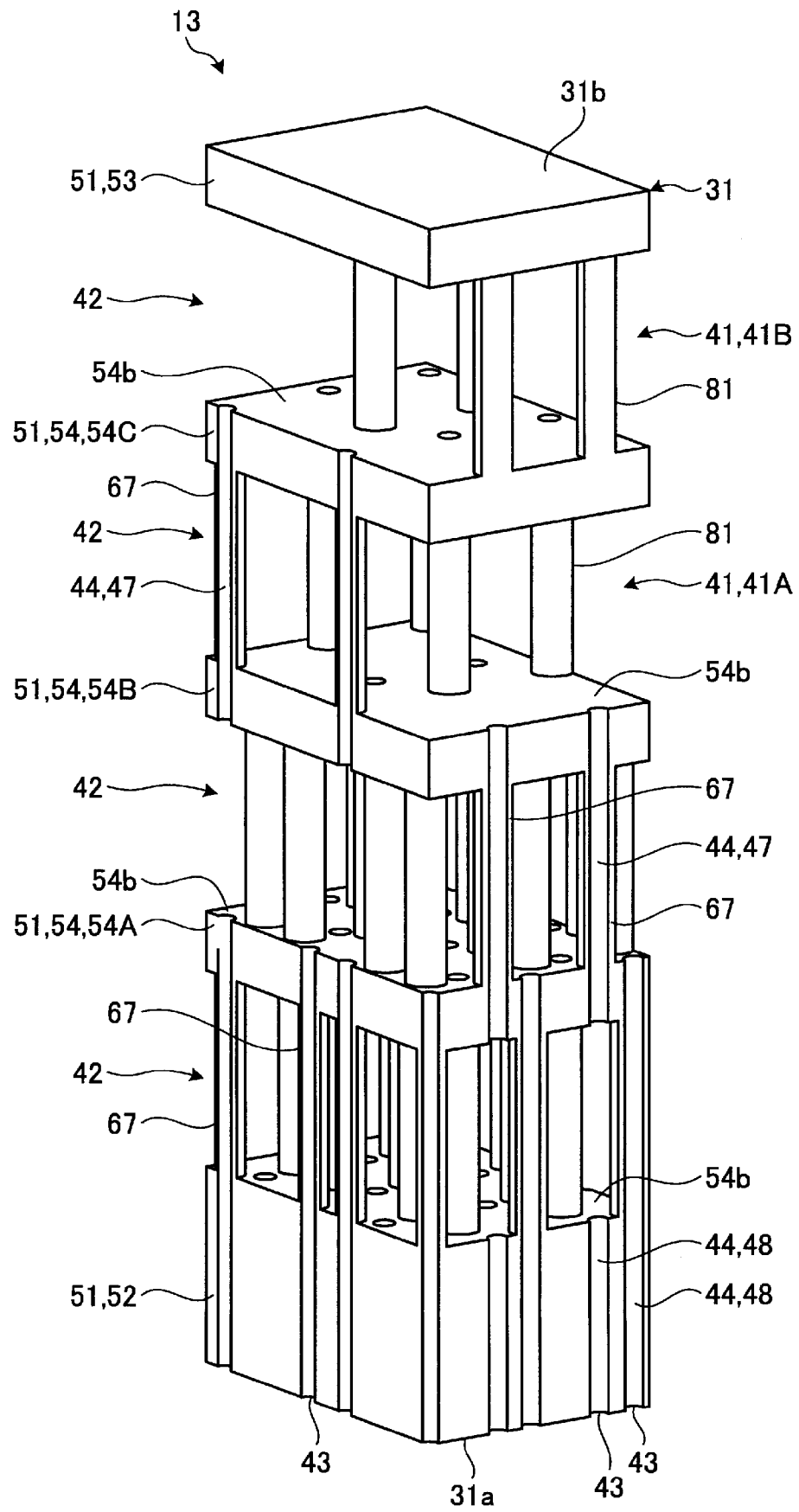
[図11]



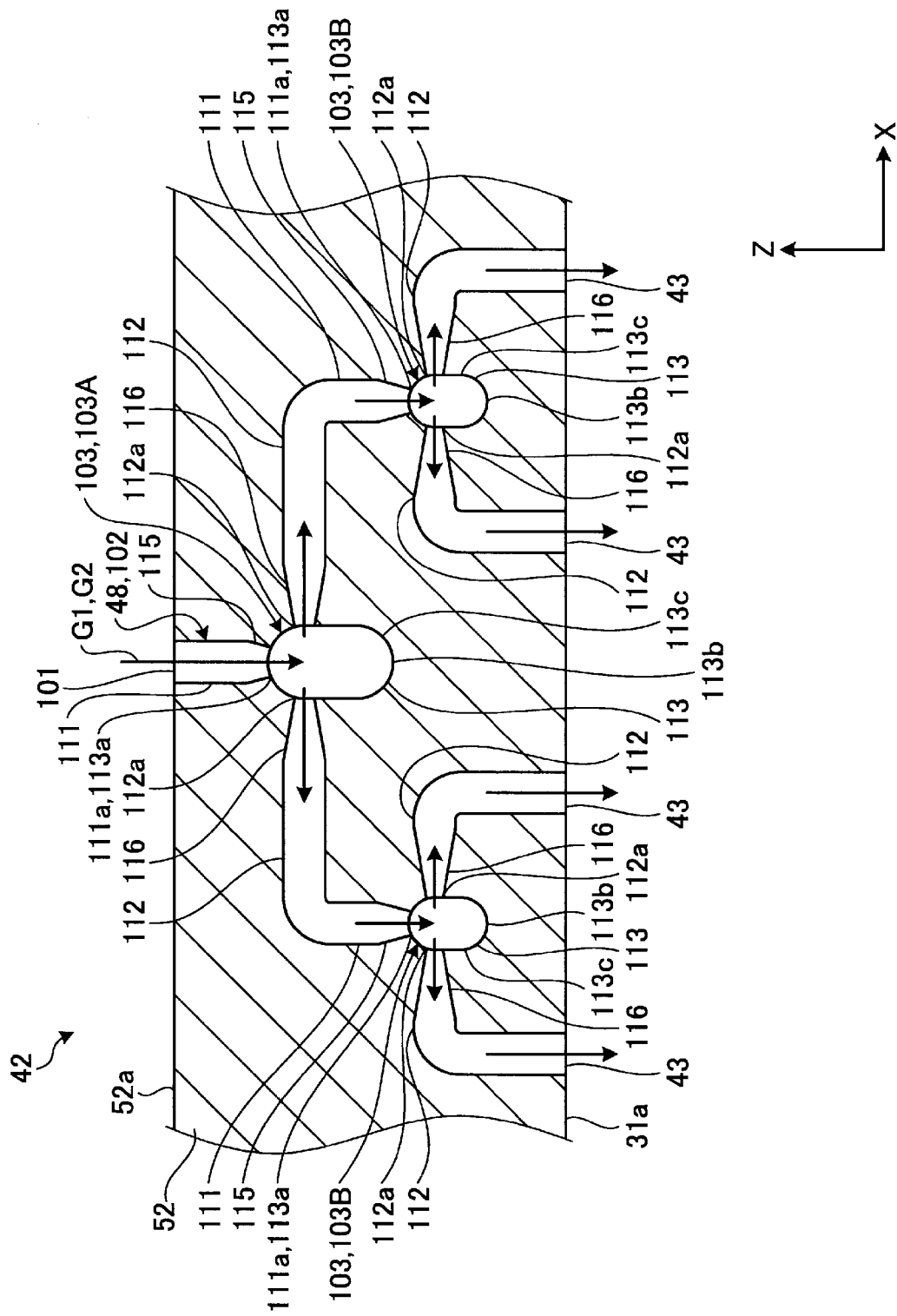
[図12]



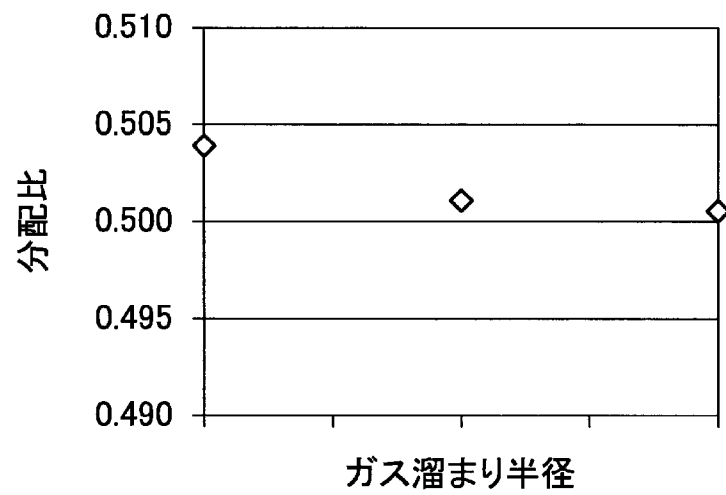
[図13]



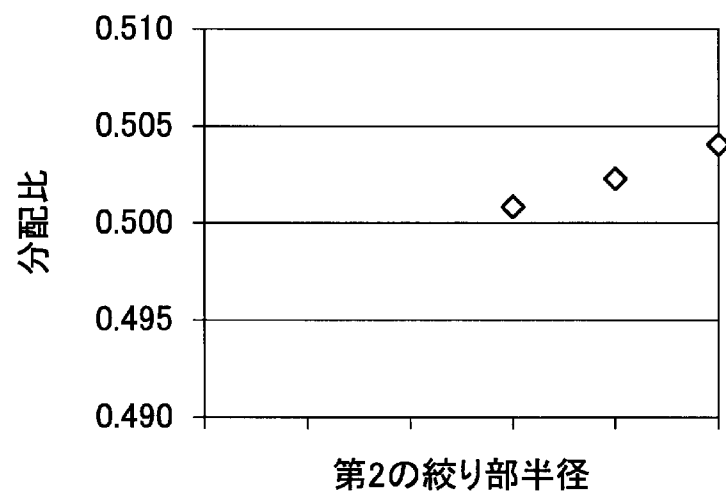
[図14]



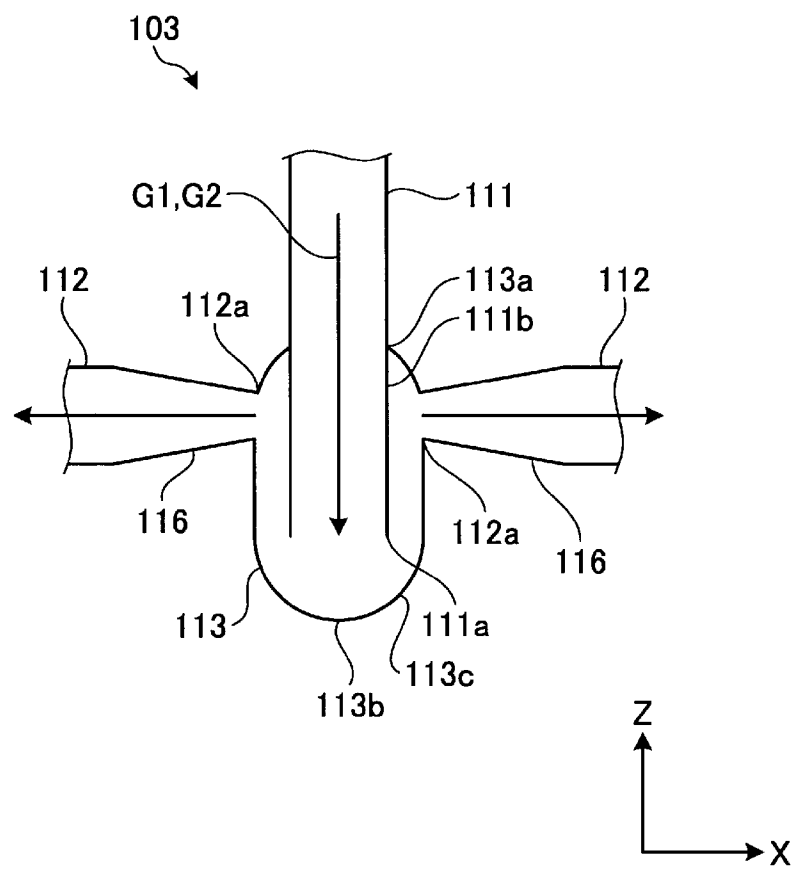
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/023441

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/31(2006.01)i, C23C16/455(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/31, C23C16/455

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.
A	JP 2010-503768 A (Piezonics Co., Ltd.), 04 February 2010 (04.02.2010), entire text; all drawings & US 2009/0169744 A1 entire text; all drawings & JP 5372757 B2 & WO 2008/032910 A1 & DE 112007002179 T5 & KR 10-2008-0025277 A & CN 101517704 A	1-18
A	JP 2004-100001 A (Air Water Inc.), 02 April 2004 (02.04.2004), entire text; all drawings & WO 2004/024982 A1 & TW 200412375 A	1-18

☒ 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
06 September 2017 (06.09.17)

Date of mailing of the international search report
19 September 2017 (19.09.17)

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/JP2017/023441

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 2009-88232 A (Tokyo Electron Ltd.), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text; all drawings & WO 2009/041283 A1 & TW 200932945 A	1-18
A	JP 2002-110567 A (Mitsubishi Electric Corp.), 12 April 2002 (12.04.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2013-239707 A (Advanced Micro-fabrication Equipment Inc.(Shanghai)), 28 November 2013 (28.11.2013), entire text; all drawings & US 2013/0299009 A1 entire text; all drawings & CN 103388132 A & KR 10-2013-0126477 A & TW 201346065 A	1-18
A	WO 2012/008440 A1 (Ulvac, Inc.), 19 January 2012 (19.01.2012), entire text; all drawings & US 2013/0174783 A1 entire text; all drawings & DE 112011102327 T5 & CN 102971449 A & KR 10-2013-0016424 A & TW 201212104 A	1-18
A	JP 2014-143101 A (Tokyo Electron Ltd.), 07 August 2014 (07.08.2014), entire text; all drawings & US 2014/0203702 A1 entire text; all drawings & KR 10-2014-0095440 A & TW 201435965 A	1-18
A	JP 2011-249448 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-18
A	US 2011/0308458 A1 (SUNG et al.), 22 December 2011 (22.12.2011), entire text; all drawings & KR 10-1100284 B1 & CN 102286730 A & TW 201202464 A	1-18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

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

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/31, C23C16/455

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
A	JP 2010-503768 A（ピエゾニックス カンパニー リミテッド） 2010.02.04, 全文、全図 & US 2009/0169744 A1, 全文、全図 & JP 5372757 B2 & WO 2008/032910 A1 & DE 112007002179 T5 & KR 10-2008-0025277 A & CN 101517704 A	1-18
A	JP 2004-100001 A（エア・ウォーター株式会社）2004.04.02, 全文、 全図 & WO 2004/024982 A1 & TW 200412375 A	1-18

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

06.09.2017

国際調査報告の発送日

19.09.2017

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）

正山 旭

50

9276

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-88232 A (東京エレクトロン株式会社) 2009. 04. 23, 全文、 全図 & WO 2009/041283 A1 & TW 200932945 A	1-18
A	JP 2002-110567 A (三菱電機株式会社) 2002. 04. 12, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-18
A	JP 2013-239707 A (中微半導体設備 (上海) 有限公司) 2013. 11. 28, 全文、全図 & US 2013/0299009 A1, 全文、全図 & CN 103388132 A & KR 10-2013-0126477 A & TW 201346065 A	1-18
A	WO 2012/008440 A1 (株式会社アルバック) 2012. 01. 19, 全文、全図 & US 2013/0174783 A1, 全文、全図 & DE 112011102327 T5 & CN 102971449 A & KR 10-2013-0016424 A & TW 201212104 A	1-18
A	JP 2014-143101 A (東京エレクトロン株式会社) 2014. 08. 07, 全文、 全図 & US 2014/0203702 A1, 全文、全図 & KR 10-2014-0095440 A & TW 201435965 A	1-18
A	JP 2011-249448 A (信越半導体株式会社) 2011. 12. 08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-18
A	US 2011/0308458 A1 (SUNG et al.) 2011. 12. 22, 全文、全図 & KR 10-1100284 B1 & CN 102286730 A & TW 201202464 A	1-18