

(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  
2016年5月19日(19.05.2016)



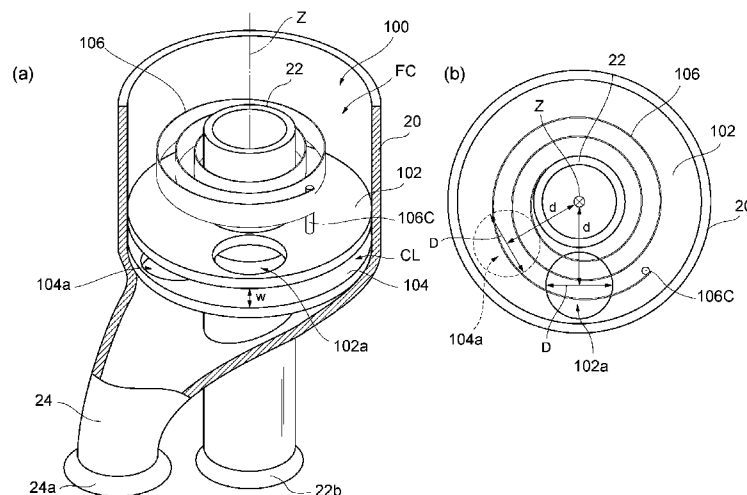
(10) 国際公開番号

WO 2016/076201 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)  
F16K 31/70 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/081187
- (22) 国際出願日: 2015年11月5日(05.11.2015)
- (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 2014-229995 2014年11月12日(12.11.2014) JP
- (71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 廣木 勤(HIROKI Tsutomu); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: STAGE AND SUBSTRATE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: ステージ及び基板処理装置



(57) Abstract: A stage according to an embodiment is provided with: a plate having a front surface on which a substrate is to be placed and a rear surface; a plurality of first tubes each extending toward different regions of the rear surface and providing opening ends facing the rear surface; a partition wall defining a plurality of spaces respectively enclosing the plurality of first tubes, the plurality of spaces respectively constituting a plurality of flow passageways through which a heat exchange medium discharged from the plurality of first tubes flows; a plurality of second tubes connected to the partition wall so as to be respectively in communication with the plurality of flow passageways; and a plurality of adjusting mechanisms respectively provided in the plurality of flow passageways and respectively configured to be deformed in accordance with the temperature of the heat exchange medium in the corresponding flow passageways so as to adjust the conductance of the flow passageways in accordance with the temperature.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/076201 A1

---

一実施形態のステージは、基板が載置される表面と裏面とを有するプレートと、各々が裏面の異なる領域に向けて延びて、裏面に対面する開口端を提供する複数の第1の管と、複数の第1の管をそれぞれ囲む複数の空間を画成する隔壁であり、該複数の空間がそれぞれ複数の第1の管から吐出される熱交換媒体が流れる複数の流路を構成する、該隔壁と、複数の流路にそれぞれ連通するよう隔壁に接続された複数の第2の管と、複数の流路内にそれぞれ設けられた複数の調整機構であり、各々が対応の流路の熱交換媒体の温度に応じて変形して該流路のコンダクタンスを該温度に応じて調整するように構成された該複数の調整機構と、を備える。

## 明 細 書

発明の名称：ステージ及び基板処理装置

### 技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、ステージ及び基板処理装置に関する。

### 背景技術

[0002] 基板処理装置は、減圧可能な処理容器内において基板を支持するためのステージを有している。ステージは、基板の温度を制御する機能を有していることがある。このようなステージの一例は、特許文献１に記載されている。

[0003] この特許文献１には、載置台、チラーユニット、加熱ユニット、流路切り替えユニット、及びコントローラを備える温度制御装置が記載されている。この載置台には、載置台の中心部領域において当該載置台の周方向に沿って延在する第１の冷媒通路と、載置台の周辺部領域において当該載置台の周方向に沿って延在する第２の冷媒通路が形成されている。チラーユニットは、送出口及び帰還口を有しており、当該送出口は、第１の流路を介して第１の冷媒通路の入口に接続されている。チラーユニットの帰還口は、第２の流路を介して第２の冷媒通路の出口に接続されている。

[0004] また、第１の流路の途中位置には第１の流路を流れる冷媒を加熱する加熱ユニットが接続されている。第２の流路の途中位置には、流路切り替えユニットが接続されている。この流路切り替えユニットは第１の冷媒通路と第２の冷媒通路との接続関係を切り替えるための複数の弁を有している。この装置では、コントローラが加熱ユニットの作動、及び流路切り替えユニットの弁の開閉を制御することにより、第１の冷媒通路及び第２の冷媒通路に供給される冷媒の温度が個別に調整される。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献１：特開２００６－２８６７３３号公報

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献 1 に記載の装置では、プラズマからの入熱といった外乱によって基板の温度が目標温度から変化したときに、第 1 の冷媒通路及び第 2 の冷媒通路に供給される冷媒の温度を個別に調整することによって、基板の温度変化を補正している。しかしながら、この装置では、冷媒を加熱する加熱ユニットが載置台の外部に設けられているので、加熱ユニットの動作タイミングと温度調整された冷媒が載置台に供給されるタイミングとの間には差異が生じる。したがって、特許文献 1 に記載の装置では、外乱による温度変化が補正されるまでに長い時間がかかる恐れがある。

[0007] したがって、本技術分野では、外乱に起因する温度変化を短時間で補正することができるステージ及び基板処理装置が要請されている。

## 課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様に係るステージは、基板が載置される表面と裏面とを有するプレートと、各々が裏面の異なる領域に向けて延びて、裏面に対面する開口端を提供する複数の第 1 の管と、複数の第 1 の管をそれぞれ囲む複数の空間を画成する隔壁であり、該複数の空間がそれぞれ複数の第 1 の管から吐出される熱交換媒体が流れる複数の流路を構成する、該隔壁と、複数の流路にそれぞれ連通するよう隔壁に接続された複数の第 2 の管と、複数の流路内にそれぞれ設けられた複数の調整機構であり、各々が対応の流路の熱交換媒体の温度に応じて変形して該流路のコンダクタンスを該温度に応じて調整するように構成された該複数の調整機構と、を備える。

[0009] 本発明の一態様では、調整機構が変形することによって、複数の流路のコンダクタンスが当該複数の流路内を流れる熱交換媒体の温度に応じたコンダクタンスに調整される。調整機構により流路のコンダクタンスが変化されると、流路内を流れる熱交換媒体の流量が変化する。そして、熱交換媒体の流量が変化すると、プレートと熱交換媒体との間で交換される熱量が変化する。したがって、複数の流路のコンダクタンスを熱交換媒体の温度に応じたコンダクタンスに調整することにより、ステージの温度を補正することが可能

になる。また、本ステージでは、調整機構が流路内に配置されているので、外乱によって熱交換媒体の温度が変化したときにステージ温度を短時間で補正することができる。

[0010] 一実施形態では、複数の調整機構の各々は、少なくともその一部が熱膨張率の異なる2枚の板材を貼り合わせたバイメタル構造体から構成されていてもよい。本実施形態では、流路の熱交換媒体の温度に応じて当該バイメタル構造体に変形することによって、複数の流路のコンダクタンスを熱交換媒体の温度に応じたコンダクタンスに調整することができる。

[0011] 一実施形態では、複数の調整機構の各々は、第1の管の中心軸線を中心に回転可能なように、第1の管と隔壁との間に設けられた第1の環状板であり、中心軸線から所定の距離だけ離間した径方向の位置に板厚方向に貫通する第1の貫通孔が形成された該第1の環状板と、第1の環状板に対面するように固定配置された第2の環状板であり、中心軸線から所定の距離だけ離間した径方向の位置に板厚方向に貫通する第2の貫通孔が形成された該第2の環状板と、熱交換媒体の温度に応じて変形して、中心軸線に対して周方向における第1の貫通孔と第2の貫通孔との相対的距離が変化するように、第1の環状板を中心軸線を中心に回転させる変形部と、を含んでもよい。

[0012] 上記実施形態では、熱交換媒体の温度に応じて中心軸線に対して周方向における第1の貫通孔と第2の貫通孔との相対的距離が変化される。そして、相対的距離が最も小さくなったとき、即ち、第1の貫通孔が第2の貫通孔上に配置されたときに、開口端から吐出された熱交換媒体が第1の貫通孔及び第2の貫通孔を通過可能となり、流路のコンダクタンスが高くなる。一方、相対的距離が大きくなったとき、即ち、第1の貫通孔が第2の貫通孔上に位置しないときには、第1の環状板によって熱交換媒体の流れが遮られ、流路のコンダクタンスが低くなる。このように、上記実施形態では、熱交換媒体の温度の変化に応じて流路のコンダクタンスを変化させることができる。

[0013] 一実施形態では、第2の環状板には、中心軸線から所定の距離だけ離間した径方向の位置に板厚方向に貫通する第3の貫通孔が更に形成されており、

第２の貫通孔は、基準温度において第１の貫通孔が配置される周方向の位置に対して該周方向において一方側の位置に配置されており、第３の貫通孔は、基準温度において第１の貫通孔が配置される周方向の位置に対して該周方向において他方側の位置に配置されていてもよい。

[0014] 上記実施形態では、熱交換媒体の温度が基準温度からずれたときに、第１の貫通孔が第２の貫通孔上又は第３の貫通孔上に配置される。このため、上記実施形態では、外乱によってステージの温度が基準温度から上昇した場合、或いは下降した場合に流路のコンダクタンスが大きくなるように調整される。よって、上記実施形態によれば、ステージの温度を基準温度に補正することが可能になる。

[0015] 一実施形態では、調整機構の各々は、第１の管の外側面に沿って設けられた板状体であり、板状体は、第１の管の外側面に固定された一端部と、第１の管の外側面に対して固定されていない他端部と、を有し、熱交換媒体の温度に応じて該他端部と第１の管との距離が変化するように構成されていてもよい。

[0016] 上記実施形態では、熱交換媒体の温度に応じて該他端部と第１の管との距離が変化するように構成されているので、熱交換媒体の温度に応じて流路の断面積を変化させることができる。したがって、上記実施形態によれば、熱交換媒体の温度に応じて流路のコンダクタンスを変化させることが可能となる。

[0017] 本発明の別の態様に係る基板処理装置は、処理容器と、処理容器内に設けられた、上述のステージと、を備える。

## 発明の効果

[0018] 以上説明したように、本発明の種々の態様及び種々の形態によれば、外乱に起因する温度変化を短時間で補正することができる。

## 図面の簡単な説明

[0019] [図１]一実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す断面図である。

[図２]一実施形態に係るステージを概略的に示す分解斜視図である。

[図3]図3（a）は一実施形態に係る熱交換器の上方からの斜視図であり、（b）は一実施形態に係る熱交換器の下方からの斜視図である。

[図4]複数のセル部のうち1つのセル部の斜視図である。

[図5]流路部の斜視図である。

[図6]（a）は一実施形態の調整機構の斜視図であり、（b）は（a）を上方から見た平面図である。

[図7]（a）は一実施形態の調整機構の斜視図であり、（b）は（a）を上方から見た平面図である。

[図8]熱交換器内の熱交換媒体の流れを模式的に示す断面図である。

[図9]熱交換器内の熱交換媒体の流れを模式的に示す断面図である。

[図10]（a）は別の実施形態の調整機構の斜視図であり、（b）は（a）を上方から見た平面図である。

[図11]（a）は別の実施形態の調整機構の斜視図であり、（b）は（a）を上方から見た平面図である。

[図12]（a）は別の実施形態の調整機構の斜視図であり、（b）は（a）を上方から見た平面図である。

[図13]更に別の実施形態に係る調整機構を示す斜視図である。

[図14]熱交換器内の熱交換媒体の流れを模式的に示す断面図である。

[図15]更に別の実施形態に係る調整機構を示す斜視図である。

[図16]更に別の実施形態に係る調整機構を示す斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照して種々の実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附することとする。また、各図面の寸法比率は、必ずしも実際の寸法比率とは一致していない。

[0021] まず、一実施形態のステージを備える基板処理装置について説明する。図1は、基板処理装置の一例であるプラズマ処理装置50を概略的に示す断面図である。プラズマ処理装置50は、容量結合型平行平板プラズマエッチング装置であり、略円筒状の処理容器52を備えている。処理容器52は、例

えば、その表面に陽極酸化処理がされたアルミニウムから構成されている。  
この処理容器 5 2 は接地されている。

[0022] 処理容器 5 2 の底部上には、ステージ S T が配置されている。図 1 に示すように、ステージ S T は、プレート 2、ケース 4、熱交換器 6 及び流路部 8 を備えている。図 2 を参照して、ステージ S T について詳細に説明する。図 2 は、ステージ S T の分解斜視図である。図 2 に示すステージ S T は、処理容器 5 2 内で基板を支持するための載置台として利用される。

[0023] プレート 2 は、円盤形状を有しており、例えばアルミニウムといった金属によって構成されている。プレート 2 は、表面 2 a と裏面 2 b を有している。プレート 2 の表面 2 a の上には、基板 W が載置され得る。

[0024] ケース 4 は、例えばステンレスといった金属によって構成されており、側壁 4 a と底壁 4 b とを有している。側壁 4 a は、円筒形状を有しており、その内部に收容空間 A S を画成している。側壁 4 a は、円筒軸線方向に沿って延びており、プレート 2 を下方から支持する。底壁 4 b は、側壁 4 a の下端部に接続されている。側壁 4 a の上端面 4 c には、該上端面 4 c に沿って環状に延在する O リング 1 0 が設けられ得る。この上端面 4 c には、例えばねじ止めによって O リング 1 0 を介してプレート 2 が気密に固定される。これにより、收容空間 A S がステージによって上方から画成される。側壁 4 a には、供給管 1 2 及び回収管 1 4 が設けられている。供給管 1 2 は、側壁 4 a の径方向に沿って延びており、第 1 の開口 1 6 を介して收容空間 A S に連通している。回収管 1 4 は、側壁 4 a の径方向に沿って延びており、第 2 の開口 1 8 を介して收容空間 A S に連通している。

[0025] 熱交換器 6 及び流路部 8 は、ケース 4 の收容空間 A S 内に收容される。図 3 及び図 4 を参照して、熱交換器 6 について詳細に説明する。図 3 (a) は熱交換器 6 の上方からの斜視図であり、図 3 (b) は下方からの斜視図である。図 3 に示すように、熱交換器 6 は、隔壁 2 0、複数の第 1 の管 2 2 及び複数の第 2 の管 2 4 を含んでいる。熱交換器 6 は、プレート 2 の裏面 2 b の複数の領域であり、2 次元的に分布し、且つ互いに内包しない該複数の領域

に対して個別に熱交換媒体を供給して、供給した熱交換媒体を回収するように構成されている。

[0026] 隔壁 20 は、全体として略円柱形状をなしており、略円柱柱状のセル部 C を複数有している。これらのセル部 C は互いに結合されている。複数のセル部 C は、円形の断面形状を有する複数の空間 S をそれぞれ画成している。即ち、隔壁 20 は、プレート 2 の下方において 2 次元的に分布し、且つ互いに内包しない複数の空間 S を形成する。複数のセル部 C のうち 1 つのセル部 C を図 4 に示す。図 4 はセル部 C の上方からの斜視図である。

[0027] 複数の第 1 の管 22 はそれぞれ、平面視において対応の空間 S の略中心位置を通して延在している。これら複数の第 1 の管 22 は、プレート 2 の裏面 2b (図 2 参照) に向けて互いに略平行に延びている。複数の第 1 の管 22 の各々は、その周囲の空間を画成する隔壁 20 によって囲まれている。また、複数の第 1 の管 22 の各々は、第 1 の開口端 22a 及び第 2 の開口端 22b を有している。第 1 の開口端 22a は、裏面 2b に対面するように配置されている。第 2 の開口端 22b は、第 1 の開口端 22a の反対側に位置しており、空間 S の下方に位置している。複数の第 1 の管 22 は、後述する熱交換媒体供給装置 42 から熱交換媒体を受けて第 1 の開口端 22a から吐出する管として機能する。

[0028] 複数の第 2 の管 24 は、複数の空間 S にそれぞれ連通するよう隔壁 20 に接続されている。複数の第 2 の管 24 の各々の下端部には、開口 24a が設けられている。複数の第 2 の管 24 は、複数の第 1 の管 22 の第 1 の開口端 22a から吐出され、当該第 1 の管 22 を囲む空間 S 内に回収された熱交換媒体を外部に排出される管として機能する。

[0029] また、複数の第 1 の管 22 の周囲を囲む空間 S は、複数の第 1 の開口端 22a から吐出された熱交換媒体をそれぞれ対応する第 2 の管 24 に導くための複数の流路 FC を構成している。この熱交換器 6 においては、第 1 の管 22、当該第 1 の管を囲む空間 S を画成する隔壁 20、及び、当該空間 S に連通する第 2 の管 24 は、熱交換部を構成している。よって、熱交換器 6 は、

互いに内包しないように二次元的に並べられた複数の熱交換部を有している。このような熱交換器 6 は、樹脂を主成分として構成され得る。一実施形態では、熱交換器 6 は、3D プリンタを用いて形成される。

[0030] また、複数の空間 S の内部には、複数の調整機構 100 がそれぞれ設けられている。これら調整機構 100 の各々は、流路 FC のコンダクタンスが当該流路 FC 内を流れる熱交換媒体の温度に応じたコンダクタンスになるように、熱交換媒体の温度によって変形する。調整機構 100 の詳細については、後述する。

[0031] 次に、流路部 8 について説明する。図 5 は、流路部 8 の斜視図である。流路部 8 は、熱交換器 6 の下方に配置されており、熱交換器 6 に熱交換媒体を供給するための流路、及び、熱交換器 6 から熱交換媒体を回収するための流路を提供する。

[0032] 図 5 に示すように、流路部 8 は、略円柱形のブロック体であり、上面 8a 及び側面 8b を有している。また、流路部 8 は、側面 8b から突出する第 1 の集合部 29 及び第 2 の集合部 30 を有している。この流路部 8 には、その内部を貫通する複数の第 1 の流路 26、及び複数の第 2 の流路 28 が形成されている。即ち、流路部 8 には、その上面 8a から第 1 の集合部 29 又は第 2 の集合部 30 に向けて当該流路部 8 の内部を貫通する小径の空洞が複数形成されており、これらの空洞が複数の第 1 の流路 26 及び複数の第 2 の流路 28 を構成している。複数の第 1 の流路 26 は、一端部 26a 及び他端部 26b をそれぞれ有している。これらの一端部 26a は、流路部 8 の上面 8a において熱交換器 6 の複数の第 1 の管 22 にそれぞれ対応する位置に形成されており、複数の第 1 の管 22 の第 2 の開口端 22b にそれぞれ接続される。複数の第 1 の流路 26 の他端部 26b は、第 1 の集合部 29 に局所的に集められている。第 1 の集合部 29 は、ケース 4 の第 1 の開口 16 に対応する位置に形成されており、ケース 4 内に収容された状態において第 1 の開口 16 に対面する。

[0033] 複数の第 2 の流路 28 は、一端部 28a 及び他端部 28b をそれぞれ有し

ている。複数の第2の流路28の一端部28aは、流路部8の上面8aにおいて熱交換器6の複数の第2の管24の開口24aにそれぞれ対応する位置に形成されており、複数の第2の管24の開口24aにそれぞれ接続される。複数の第2の流路28の他端部28bは、第2の集合部30に局所的に集められている。第2の集合部30は、ケース4の第2の開口18に対応する位置に形成されており、ケース4内に收容された状態において第2の開口18に対面する。なお、一実施形態では、流路部8は、樹脂を主成分として構成され得る。

[0034] 図1の説明に戻り、プラズマ処理装置50について説明する。ステージSTのプレート2の表面2aには、静電チャック54が設けられている。静電チャック54は、導電膜である電極56を一对の絶縁層又は絶縁シート間に配置した構造を有している。電極56には、直流電源58が電氣的に接続されている。この静電チャック54は、直流電源58からの直流電圧により生じたクーロン力等の静電力により基板Wを静電吸着保持することができる。

[0035] ケース4の供給管12及び回収管14には（図2参照）、第1の配管40a及び第2の配管40bの一端がそれぞれ接続されている。第1の配管40a及び第2の配管40bの他端は、処理容器52の外部に設けられた熱交換媒体供給装置42の供給口及び回収口にそれぞれ接続されている。熱交換媒体供給装置42は、第2の配管40bから回収口を介して回収した熱交換媒体の温度をステージSTの目標温度に調整し、ステージSTの目標温度に調整された熱交換媒体を供給口を介して第1の配管40aに供給する。例えば、ステージSTの目標温度が50℃である場合には、第1の配管40a及び第2の配管40bを介して50℃に調整された熱交換媒体がステージSTに循環供給される。なお、熱交換媒体とは、プレート2との熱の交換を目的としてステージST内を流通する流体であり、プレート2から熱を吸収する冷媒、及び、プレート2に熱を与える熱媒を含む概念である。熱交換媒体としては、例えば水、フッ素系液体等が用いられる。

[0036] 熱交換媒体供給装置42から供給された熱交換媒体は、第1の配管40a

、供給管 1 2、複数の第 1 の流路 2 6 を経て複数の第 1 の管 2 2 の第 1 の開口端 2 2 a からプレート 2 の裏面 2 b に向けて吐出される。そして、複数の第 2 の管 2 4 において回収された熱交換媒体は、複数の第 2 の流路 2 8、回収管 1 4、第 2 の配管 4 0 b を経て熱交換媒体供給装置 4 2 に戻される。このように熱交換媒体供給装置 4 2 とステージ S T との間で熱交換媒体が循環することにより、静電チャック 5 4 上に載置された基板 W の温度が目標温度になるように制御される。なお、熱交換媒体供給装置 4 2 から供給される熱交換媒体の温度は、後述の制御部 C n t によって制御され得る。

[0037] また、処理容器 5 2 内には、上部電極 6 0 が設けられている。この上部電極 6 0 は、下部電極として機能するプレート 2 の上方において、当該プレート 2 と対向配置されており、プレート 2 と上部電極 6 0 とは、互いに略平行に設けられている。この上部電極 6 0 は、下部電極と共にプラズマを発生する手段として機能する。これら上部電極 6 0 とプレート 2 との間には、例えば基板 W にプラズマエッチングを行うための処理空間 P S が画成されている。

[0038] 上部電極 6 0 は、絶縁性遮蔽部材 6 2 を介して、処理容器 5 2 の上部に支持されている。上部電極 6 0 は、電極板 6 4 及び電極支持体 6 6 を含み得る。電極板 6 4 は、処理空間 P S に面しており、複数のガス吐出孔 6 4 a を画成している。この電極板 6 4 は、ジュール熱の少ない低抵抗の導電体又は半導体から構成され得る。電極板 6 4 は、接地されている。

[0039] 電極支持体 6 6 は、電極板 6 4 を着脱自在に支持するものであり、例えばアルミニウムといった導電性材料から構成され得る。この電極支持体 6 6 は、水冷構造を有し得る。電極支持体 6 6 の内部には、ガス拡散室 6 6 a が設けられている。このガス拡散室 6 6 a からは、ガス吐出孔 6 4 a に連通する複数のガス通流孔 6 6 b が下方に延びている。また、電極支持体 6 6 にはガス拡散室 6 6 a に処理ガスを導くガス導入口 6 6 c が形成されており、このガス導入口 6 6 c には、ガス供給管 6 8 が接続されている。

[0040] ガス供給管 6 8 には、バルブ 7 2 及びマスフローコントローラ (M F C)

74を介して、ガス源70が接続されている。なお、MFCの代わりにFCSが設けられていてもよい。ガス源70は、処理ガスのガス源である。このガス源70からの処理ガスは、ガス供給管68からガス拡散室66aに至り、ガス通流孔66b及びガス吐出孔64aを介して処理空間PSに吐出される。ガス供給管68及びガス源70は、ガスを供給する手段として機能する。

[0041] また、プラズマ処理装置50は、接地導体52aを更に備え得る。接地導体52aは、略円筒状の接地導体であり、処理容器52の側壁から上部電極60の高さ位置よりも上方に延びるように設けられている。

[0042] また、プラズマ処理装置50では、処理容器52の内壁に沿ってデポシールド76が着脱自在に設けられている。また、デポシールド76は、ステージSTの外周にも設けられている。デポシールド76は、処理容器52にエッチング副生物（デポ）が付着することを防止するものであり、アルミニウム材に $Y_2O_3$ 等のセラミックスを被覆することにより構成され得る。

[0043] 処理容器52の底部側においては、ステージSTと処理容器52の内壁との間に排気プレート78が設けられている。排気プレート78は、例えば、アルミニウム材に $Y_2O_3$ 等のセラミックスを被覆することにより構成され得る。この排気プレート78の下方において処理容器52には、排気口52eが設けられている。排気口52eには、排気管53を介して排気装置80が接続されている。排気装置80は、ターボ分子ポンプなどの真空ポンプを有しており、処理容器52内を所望の真空度まで減圧することができる。また、処理容器52の側壁には基板Wの搬入出口52gが設けられており、この搬入出口52gはゲートバルブ81により開閉可能となっている。

[0044] 一実施形態においては、プラズマ処理装置50は、高周波電源HFG、高周波電源LFG、整合器MU1、及び、整合器MU2を更に備えている。高周波電源HFGは、プラズマ生成用の高周波電力を発生するものであり、27MHz以上の周波数、例えば、40MHzの高周波電力を整合器MU1を介して、プレート2に供給する。整合器MU1は、高周波電源HFGの内部

(又は出力) インピーダンスを負荷インピーダンスに整合させる回路を有している。また、高周波電源 L F G は、イオン引き込み用の高周波バイアス電力を発生するものであり、13.56 MHz 以下の周波数、例えば、3 MHz の高周波バイアス電力を、整合器 M U 2 を介してプレート 2 に供給する。整合器 M U 2 は、高周波電源 L F G の内部 (又は出力) インピーダンスを負荷インピーダンスに整合させる回路を有している。なお、下部電極はプレート 2 と別体として設けられても良い。

[0045] また、一実施形態においては、プラズマ処理装置 50 は、制御部 C n t を更に備え得る。この制御部 C n t は、プロセッサ、記憶部、入力装置、表示装置等を備えるコンピュータであり、プラズマ処理装置 50 の各部、例えば電源系やガス供給系、駆動系等を制御する。この制御部 C n t では、入力装置を用いて、オペレータがプラズマ処理装置 50 を管理するためにコマンドの入力操作等を行うことができ、また、表示装置により、プラズマ処理装置 50 の稼働状況を可視化して表示することができる。さらに、制御部 C n t の記憶部には、プラズマ処理装置 50 で実行される各種処理をプロセッサにより制御するための制御プログラムや、処理条件に応じてプラズマ処理装置 50 の各構成部に処理を実行させるためのプログラム、即ち、処理レシピが格納される。

[0046] 次に、一実施形態の調整機構について説明する。図 6 (a) は、一実施形態の調整機構 100 の斜視図である。なお、図 6 (a) では、熱交換器 6 の隔壁 20 の一部を破断して示している。図 6 (b) は、図 6 (a) を上方から見た平面図である。

[0047] 調整機構 100 は、図 6 (a) に示すように、隔壁 20 と第 1 の管 22 との間に形成された流路 F C 内に配置されている。この調整機構 100 は、流路 F C 内を流れる熱交換媒体の温度に応じて変形することで流路 F C のコンダクタンスを熱交換媒体の温度に応じたコンダクタンスに調整する。より詳細には、調整機構 100 は、流路 F C 内を流れる熱交換媒体の温度に応じて、流路 F C のコンダクタンスを互い異なるものとする定常モード及び第 1 の

補正モードの何れかで動作する。

- [0048] まず、調整機構 100 の構成について説明する。調整機構 100 は、第 1 の環状板 102、第 2 の環状板 104、及び変形部 106 を有している。第 1 の環状板 102 及び第 2 の環状板 104 は、中心孔が形成された環状の板材であり、当該中心孔に第 1 の管 22 が挿入された状態で第 1 の管 22 と隔壁 20 との間に設けられている。第 1 の環状板 102 及び第 2 の環状板 104 は、樹脂、金属等の任意の材料から構成され得る。
- [0049] 第 1 の環状板 102 は、第 1 の管 22 の中心軸線 Z を中心に回転可能なように第 1 の管 22 と隔壁 20 との間に配置されている。第 1 の環状板 102 の中心軸線 Z から所定の距離 d だけ離間した径方向の位置には、板厚方向に貫通する第 1 の貫通孔 102 a が形成されている。この第 1 の貫通孔 102 a は、直径 D の円形を呈している。
- [0050] 第 1 の環状板 102 の下方には、第 2 の環状板 104 が設けられている。第 2 の環状板 104 は、第 1 の環状板 102 と同径の環状の板材であり、第 1 の環状板 102 と同軸に固定配置されている。第 2 の環状板 104 の中心軸線 Z から所定の距離 d だけ離間した径方向の位置には、板厚方向に貫通する第 2 の貫通孔 104 a が形成されている。即ち、第 2 の貫通孔 104 a は、第 1 の環状板 102 が中心軸線 Z を中心に回転したときに、中心軸線 Z 方向から見て第 1 の貫通孔 102 a が通過する位置に形成されている。この第 2 の貫通孔 104 a は、第 1 の貫通孔 102 a と同径、即ち直径 D の円形を呈している。
- [0051] これら第 1 の環状板 102 及び第 2 の環状板 104 は、隙間 CL を介して互いに対面している。第 1 の環状板 102 と第 2 の環状板 104 との間の距離、即ち、隙間 CL の幅 w は、第 1 の貫通孔 102 a 及び第 2 の貫通孔 104 a の直径 D よりも小さくなっている。
- [0052] 第 1 の環状板 102 の上方には、変形部 106 が設けられている。この変形部 106 は、温度によって変形して、中心軸線 Z に対して周方向における第 1 の貫通孔 102 a と第 2 の貫通孔 104 a との相対的距離が変化するよ

うに、第1の環状板102を中心軸線Zを中心に回転させる機能を有している。

[0053] 変形部106は、相対的に熱膨張率の高い湾曲板材と相対的に熱膨張率の低い湾曲板材とが貼り合わされて形成された帯状体であり、相対的に熱膨張率の高い湾曲板材が外側に面するように第1の管22の周囲に螺旋状に巻かれている。即ち、変形部106は熱膨張率の異なる2枚の板材を貼り合わせたバイメタル構造体から構成されている。

[0054] 変形部106は、一端及び他端を有している。変形部106の一端は、第1の管22の外側面に固定されている。変形部106の他端は、連結部106Cを介して第1の環状板102に接続されている。

[0055] 変形部106は、温度が高くなると当該変形部106の外側の湾曲板材が内側の湾曲板材に比べて膨張して、曲率が大きくなるように変形する。即ち、変形部106の温度が高くなると、当該変形部106は中心軸線Z方向から見て内側に縮むように変形する。反対に、変形部106は、温度が低くなると変形部106の外側の湾曲板材が内側の湾曲板材と比べて収縮して、曲率が小さくなるように変形する。即ち、変形部106の温度が低くなると、変形部106は中心軸線Zから見て外側に広がるように変形する。

[0056] 次に、調整機構の定常モードについて説明する。定常モードは、ステージSTの温度を維持するための動作モードである。調整機構100は、変形部106が定常状態であるときに定常モードとして動作する。変形部106は、当該変形部106の温度がステージSTの目標温度（基準温度）と一致しているときに定常状態となる。この定常モードでは、第1の貫通孔102aが、中心軸線Z方向から見て第2の貫通孔104aと重ならない位置に配置される。

[0057] 調整機構100が定常モードで動作しているときには、第1の管22の第1の開口端22aから吐出されて流路FCを流れる熱交換媒体は、第1の貫通孔102a、隙間CL、第2の貫通孔104aを通過して第2の管24に回収される。第1の環状板102と第2の環状板104との隙間CLの幅wは

、第1の貫通孔102a及び第2の貫通孔104aの直径Dよりも小さいので、第1の貫通孔102aが、中心軸線Z方向から見て第2の貫通孔104aと重ならない位置に配置されているときには熱交換媒体の流路の断面積が小さなものとなる。したがって、調整機構100が定常モードで動作しているときには、調整機構100が後述の第1の補正モードに設定されているときよりも熱交換媒体の流路FCのコンダクタンスが小さくなる。

[0058] 次に、図7(a)、(b)を参照して調整機構100の第1の補正モードについて説明する。図7(a)は第1の補正モードで動作する調整機構100の斜視図であり、図7(b)は、図7(a)を上方から見た平面図である。第1の補正モードは、ステージSTの温度を当該ステージSTの目標温度よりも低い第1の温度から当該目標温度に戻すための動作モードである。調整機構100は、変形部106の温度がステージSTの目標温度よりも低い第1の温度になったときに第1の動作モードで動作する。図7(a)、(b)に示すように、第1の補正モードでは、第1の貫通孔102aが、中心軸線Z方向から見て第2の貫通孔104aと重なる位置に配置される。

[0059] 変形部106の温度がステージSTの目標温度よりも低い第1の温度になると、変形部106は中心軸線Zを中心として外側に広がるように変形する。このような変形により、変形部106の端部に接続される連結部106Cの位置は、第1の環状板102の周方向において変形部106の巻き方向と反対方向（即ち、図7(b)の時計回り方向）に移動する。これに伴い、第1の環状板102が変形部106の巻き方向と反対方向に回転し、第1の貫通孔102aが第2の貫通孔104aに対して近づく方向に移動する。その結果、中心軸線Z方向から見て第1の貫通孔102aが第2の貫通孔104aと重なる位置に配置される。

[0060] 調整機構100が第1の補正モードで動作しているときには、第1の管22の第1の開口端22aから吐出されて流路FCを流れる熱交換媒体は、第1の環状板102と第2の環状板104との間の隙間CLを通過することなく、第1の貫通孔102a及び第2の貫通孔104aを通過して第2の管24

に回収される。したがって、第1の貫通孔102aが第2の貫通孔104a上に配置されているときには、熱交換媒体の流路の断面積が大きくなる。よって、調整機構100が第1の補正モードで動作しているときには、調整機構100が定常モードで動作しているときよりも熱交換媒体の流路FCのコンダクタンスが大きくなる。

[0061] 次に、ステージST内部の熱交換媒体の流れについて説明する。図8は、調整機構100が定常モードで動作しているときの熱交換器6内の熱交換媒体の流れを模式的に示す断面図である。

[0062] 熱交換媒体供給装置42によって第1の開口16からステージST内に供給された熱交換媒体は、流路部8の複数の第1の流路26を通過し、第2の開口端22bを介して複数の第1の管22にそれぞれ流入する。第2の開口端22bから流入した熱交換媒体は、複数の第1の管22に沿って上方に移動し、第1の開口端22aからプレート2の裏面2bに向けて放出される。第1の開口端22aから放出された熱交換媒体は、第1の開口端22aに対面するプレート2の裏面2bに接触することでプレート2との間で熱交換を行う。

[0063] プレート2と熱交換を行った熱交換媒体は、流路FCを通過して下方に移動する。そして、流路FCを流れる熱交換媒体は、第1の貫通孔102a、第1の環状板102と第2の環状板104との間の隙間CL、第2の貫通孔104aを通過して第2の管24に流入する。第2の管24に流入した熱交換媒体は、第2の管24の開口24aから空間Sの外部に排出される。空間Sから排出された熱交換媒体は、開口24aに接続された複数の第2の流路28、第2の開口18を介して熱交換媒体供給装置42に戻される。

[0064] 次に、図9を参照してステージSTの温度が外乱によって低下したときのステージST内部の熱交換媒体の流れについて説明する。図9は、調整機構100が第1の補正モードで動作しているときの熱交換器6内の熱交換媒体の流れを模式的に示す断面図である。

[0065] 図9に示すように、ステージST上に当該ステージSTの目標温度よりも

低温の基板Wが載置され、ステージS Tの温度が低下したケースについて説明する。ステージS T上に低温の基板Wが載置されると、プレート2の温度が低下する。これに伴い、プレート2に向けて吐出された熱交換媒体はプレート2によって熱が奪われることとなり、流路F Cを流れる熱交換媒体の温度がステージS Tの目標温度よりも低くなる。これにより、流路F C内に配置された変形部106の温度が熱交換媒体によって冷却され、変形部106が定常状態と比べて中心軸線Zから見て外側に広がるように変形する。そして、変形部106の温度が第1の温度に達すると、第1の貫通孔102aが中心軸線Z方向から見て第2の貫通孔104aと重なる位置に配置される。即ち、調整機構100が第1の補正モードに設定される。

[0066] 図9に示すように、調整機構100が第1の補正モードで動作している場合には、流路F Cを流れる熱交換媒体が、第1の環状板102と第2の環状板104との間の隙間C Lを通過することなく、第1の貫通孔102a及び第2の貫通孔104aを通過して第2の管24まで流れることとなる。したがって、流路F Cのコンダクタンスが高くなり、流路F Cを流れる熱交換媒体の流量が増加する。流路F Cを流れる熱交換媒体の流量が増加すると、熱交換媒体とステージS Tとの間の熱交換量が増加する。ステージS Tの目標温度に設定された熱交換媒体は、第1の温度であるステージS Tに熱を与えることになるが、流路F C内の熱交換媒体の流量が増加されると熱交換媒体からステージS Tに与えられる熱量が増加することになる。即ち、調整機構100が第1の補正モードで動作することにより、ステージS Tの温度を目標温度に戻すような加熱が行われることとなる。この加熱によって、ステージS Tの温度が目標温度に戻されると、変形部106が定常状態に戻り、再び調整機構100が定常モードで動作することになる。

[0067] 以上説明したように、このように、ステージS Tでは、ステージS Tの温度が外乱によって低下したときには、ステージS Tの温度を目標温度に戻すように調整機構100が熱交換媒体の流量を調整する。この調整は、熱交換器6の流路F Cの内部で行われることになるので、外乱によってステージS

Tの温度が低下した場合であっても、短時間でステージS Tの温度を目標温度に補正することが可能となる。さらに、上述のステージS Tでは、調整機構100が流路F Cの内部を流れる熱交換媒体の温度に応じて変形することによって流路F Cのコンダクタンスが調整されるので、外部からの制御によることなく、自律的にステージS Tの温度を制御することが可能となる。

[0068] 次に、別の実施形態に係る調整機構について説明する。図10(a)は、別の実施形態に係る調整機構110を示す斜視図である。図10(b)は、図10(a)の上方からの平面図である。なお、以下では、上述の調整機構100と同一の説明は省略し、異なる点について主に説明する。

[0069] まず調整機構110の構成について説明する。調整機構110は、第2の環状板104に代えて、第2の環状板114を備えている。第2の環状板114の中心軸線Zから所定の距離dだけ離間した径方向の位置には、第2の貫通孔114a及び第3の貫通孔114bが形成されている。即ち、第2の貫通孔114a及び第3の貫通孔114bは、第1の環状板102が中心軸線Zを中心に回転したときに、中心軸線Zから見て第1の貫通孔102aが通過する位置に形成されている。第2の貫通孔114a及び第3の貫通孔114bは、第1の貫通孔102aと同径、即ち直径Dの円形を呈している。

[0070] 調整機構110は、流路F C内を流れる熱交換媒体の温度に応じて、流路F Cのコンダクタンスを互いに異なるものとする定常モード、第1の補正モード、及び第2の補正モードの何れかの動作モードで動作する。調整機構110は、変形部106が定常状態であるときに定常モードとして動作する。また、調整機構110は、変形部106がステージS Tの目標温度よりも低い第1の温度になったときに第1の補正モードで動作し、変形部106がステージS Tの目標温度よりも高い第2の温度になったときに第2の補正モードで動作する。

[0071] まず定常モードで動作する調整機構110について説明する。定常モードは、ステージS Tの温度を維持するための動作モードである。図10(a)、(b)に示すように、調整機構110が定常モードで動作しているときに

は、第1の貫通孔102aが、中心軸線Z方向から見て第2の貫通孔114a及び第3の貫通孔114bとの間の位置に配置される。言い換えれば、第2の貫通孔114aは、目標温度（基準温度）において第1の貫通孔102aが配置される周方向の位置に対して当該周方向において一方側の位置に配置されており、第3の貫通孔114bは、目標温度において第1の貫通孔102aが配置される周方向の位置に対して周方向において他方側の位置に配置されている。

[0072] 第1の貫通孔102aが、中心軸線Z方向から見て第2の貫通孔104aと重ならない位置に配置されているときには、第1の管22の第1の開口端22aから吐出されて流路FCを流れる熱交換媒体は、第1の貫通孔102a、隙間CLを経て、第2の貫通孔114a又は第3の貫通孔114bを通して第2の管24に回収される。ここで、第1の環状板102と第2の環状板104との隙間CLの幅wは、第1の貫通孔102a及び第2の貫通孔104aの直径Dよりも小さいので、第1の貫通孔102aが、中心軸線Z方向から見て第2の貫通孔104aと重ならない位置に配置されているときには熱交換媒体の流路の断面積が小さなものとなる。したがって、調整機構110が定常モードで動作しているときには、調整機構110が後述の第1又は第2の補正モードに設定されているときよりも熱交換媒体の流路FCのコンダクタンスが小さくなる。

[0073] 次に、図11(a)、(b)を参照して、調整機構110の第1の補正モードについて説明する。図11(a)は第1の補正モードで動作する調整機構100の斜視図であり、図11(b)は、図11(a)を上方から見た平面図である。第1の補正モードは、ステージSTの温度を当該ステージSTの目標温度よりも低い第1の温度から当該目標温度に戻すための動作モードである。第1の補正モードでは、第1の貫通孔102aが、中心軸線Z方向から見て第2の貫通孔114aと重なる位置に配置される。

[0074] 例えば、ステージST上に低温の基板Wが載置されることによって熱交換媒体の温度がステージSTの目標温度よりも低い第1の温度になると、変形

部 1 0 6 は中心軸線 Z から見て外側に広がるように変形する。このような変形により、変形部 1 0 6 の端部に接続される連結部 1 0 6 C の位置は、第 1 の環状板 1 0 2 の周方向において変形部 1 0 6 の巻き方向と反対方向（即ち、図 1 1 （b）の時計回り方向）に移動する。これに伴い、第 1 の環状板 1 0 2 が変形部 1 0 6 の巻き方向と反対方向に回転し、第 1 の貫通孔 1 0 2 a が第 2 の貫通孔 1 0 4 a に対して近づく方向に移動する。その結果、中心軸線 Z 方向から見て第 1 の貫通孔 1 0 2 a が第 2 の貫通孔 1 1 4 a と重なる位置に配置される。

[0075] 調整機構 1 1 0 が第 1 の補正モードで動作しているときには、第 1 の管 2 2 の第 1 の開口端 2 2 a から吐出されて流路 F C を流れる熱交換媒体は、第 1 の環状板 1 0 2 と第 2 の環状板 1 0 4 との間の隙間 C L を通過することなく、第 1 の貫通孔 1 0 2 a 及び第 2 の貫通孔 1 1 4 a を通って第 2 の管 2 4 に回収される。したがって、第 1 の貫通孔 1 0 2 a が第 2 の貫通孔 1 1 4 a 上に配置されているときには熱交換媒体の流路の断面積が大きくなる。よって、調整機構 1 1 0 が第 1 の補正モードで動作しているときには、調整機構 1 1 0 が定常モードで動作しているときよりも、熱交換媒体の流路 F C のコンダクタンスが大きくなる。

[0076] このように熱交換媒体のコンダクタンスが大きくなると、流路 F C を流れる熱交換媒体の流量が増加する。流路 F C を流れる熱交換媒体の流量が増加すると、熱交換媒体とステージ S T との間の熱交換量が増加する。ステージ S T の目標温度に設定された熱交換媒体は、第 1 の温度であるステージ S T に熱を与えることになるが、流路 F C 内の熱交換媒体の流量が増加されると熱交換媒体からステージ S T に与えられる熱量が増加することになる。即ち、調整機構 1 1 0 が第 1 の補正モードで動作した場合には、ステージ S T の温度が目標温度に戻るようステージ S T が加熱されることとなる。この加熱によって、ステージ S T の温度は目標温度に近づくように補正される。この温度補正によって、ステージ S T の温度が目標温度に戻されると、変形部 1 0 6 が定常状態に戻り、再び調整機構 1 1 0 が再び定常モードで動作する

ことになる。

[0077] 次に、図12(a)、(b)を参照して調整機構110の第2の補正モードについて説明する。図12(a)は第2の補正モードで動作する調整機構110の斜視図であり、図12(b)は、図12(a)を上方から見た平面図である。第2の補正モードは、ステージSTの温度を当該ステージSTの目標温度よりも高い第2の温度から当該目標温度に戻すための動作モードである。第2の補正モードでは、第1の貫通孔102aが、中心軸線Z方向から見て第3の貫通孔114bと重なる位置に配置される。

[0078] 例えば処理容器52内に生成されたガスのプラズマによって、ステージSTに熱量が加えられると流路FC内を流れる熱交換媒体の温度が上昇する。そして、熱交換媒体の温度がステージSTの目標温度よりも高い第2の温度になると、変形部106は中心軸線Zから見て内側に縮まるように変形する。このような変形により、変形部106の端部に接続される連結部106Cの位置は、第1の環状板102の周方向において変形部106の巻き方向（即ち、図12(b)の反時計回り方向）に移動する。これに伴い、第1の環状板102が変形部106の巻き方向と同じ方向に回転し、第1の貫通孔102aが中心軸線Zを中心とした周方向において第3の貫通孔114bに対して近づく方向に移動する。その結果、第1の貫通孔102aが第3の貫通孔114b上に配置される。

[0079] 調整機構110が第2の補正モードで動作しているときには、第1の管22の第1の開口端22aから吐出されて流路FCを流れる熱交換媒体は、第1の環状板102と第2の環状板104との間の隙間CLを通過することなく、第1の貫通孔102a及び第3の貫通孔114bを通過して第2の管24に回収される。したがって、第1の貫通孔102aが第3の貫通孔114b上に配置されているときには、熱交換媒体の流路の断面積が大きくなる。よって、調整機構110が第2の補正モードで動作しているときには、調整機構110が定常モードで動作しているときよりも熱交換媒体の流路FCのコンダクタンスが大きくなる。

[0080] このように熱交換媒体のコンダクタンスが大きくなると、流路F Cを流れる熱交換媒体の流量が増加する。流路F Cを流れる熱交換媒体の流量が増加すると、熱交換媒体とステージS Tとの間の熱交換量が増加する。ステージS Tの目標温度に設定された熱交換媒体は、第2の温度であるステージS Tから熱を奪うことになるが、流路F C内の熱交換媒体の流量が増加されると熱交換媒体がステージS Tから奪う熱量が増加することになる。即ち、調整機構110が第2の補正モードで動作した場合には、ステージS Tの温度を目標温度に戻すようにステージS Tが冷却されることとなる。この冷却によって、ステージS Tの温度は目標温度に近づくように補正される。この温度補正によって、ステージS Tの温度が目標温度に戻されると、変形部106が定常状態に戻り、再び調整機構110が再び定常モードで動作する。

[0081] 以上のように、調整機構110を備えるステージS Tにおいても、ステージの温度が外乱によって目標温度からずれた場合に、熱交換媒体の流量を増加させることによって短時間でステージS Tの温度を目標温度に補正することが可能となる。さらに、調整機構110によれば、ステージS Tの温度が目標温度よりも低い第1の温度になった場合、及び、ステージS Tの温度が目標温度よりも高い第2の温度になった場合の双方でステージS Tの温度を目標温度に補正することが可能である。

[0082] 次に、更に別の実施形態に係る調整機構について説明する。図13は、更に別の実施形態に係る調整機構120を示す斜視図である。本実施形態では、図13に示すように、第1の管22の外縁が矩形の断面形状を有し得る。さらに、隔壁20は、その内部に第1の管22との間に矩形の断面形状を有する空間を画成し得る。

[0083] 図13に示すように、調整機構120は複数の板状体124によって構成されている。図13に示す実施形態では、第1の管22の4面の外側面に沿って4つの板状体124がそれぞれ設けられている。板状体124は、熱交換媒体の温度に応じて後述する他端部124bと第1の管22との距離が変化するように構成されている。

[0084] これらの板状体 1 2 4 は、相対的に熱膨張率の高い板材と相対的に熱膨張率の低い板材とを貼り合わせた板状の部材であり、相対的に熱膨張率の高い板材が第 1 の管 2 2 の外側面に対面するように配置されている。即ち、板状体 1 2 4 は熱膨張率の異なる 2 枚の板材を貼り合わせたバイメタル構造体から構成されている。

[0085] 複数の板状体 1 2 4 の各々は、一端部 1 2 4 a 及び他端部 1 2 4 b を有している。板状体 1 2 4 の一端部 1 2 4 a は、第 1 の管 2 2 の外側面の上部に固定されている。板状体 1 2 4 の他端部 1 2 4 b は、一端部 1 2 4 a の下方に位置している。この他端部 1 2 4 b は第 1 の管 2 2 の外側面に対して固定されずに遊離している。これらの板状体 1 2 4 は、その温度がステージ S T の目標温度と一致しているときに定常状態となる。この定常状態では、複数の板状体 1 2 4 の各々は、図 1 3 に示すように、一端部 1 2 4 a から他端部 1 2 4 b に近づくにつれて徐々に隔壁 2 0 に近づくように湾曲している。

[0086] また、板状体 1 2 4 は、温度が高くなると当該板状体 1 2 4 の第 1 の管 2 2 側に設けられた板材が隔壁 2 0 側に設けられた板材に比べて膨張することによって湾曲が大きくなるように変形する。反対に、板状体 1 2 4 は、温度が高くなると当該板状体 1 2 4 の第 1 の管 2 2 側に設けられた板材が隔壁 2 0 側に設けられた板材に比べて収縮することによって湾曲が小さくなるように変形する。

[0087] 次に、板状体 1 2 4 が定常状態であるときのステージ S T 内部の熱交換媒体の流れについて説明する。図 1 4 (a) に示すように、板状体 1 2 4 が定常状態であるときには、板状体 1 2 4 は一端部 1 2 4 a から他端部 1 2 4 b に近づくにつれて徐々に隔壁 2 0 に近づくように湾曲している。したがって、他端部 1 2 4 b と第 1 の管 2 2 との距離が大きくなっており、流路 F C の断面積が小さくなっている。このため、板状体 1 2 4 が定常状態であるときには、熱交換媒体の流路 F C のコンダクタンスは比較的小さなものとなる。

[0088] 次に、図 1 4 (b) を参照して、ステージ S T の温度が外乱によって低下したときのステージ S T 内部の熱交換媒体の流れについて説明する。例えば

、図14(b)に示すように、ステージST上に当該ステージSTの目標温度よりも低温の基板WがステージST上に載置されると、プレート2の温度が低下する。これに伴い、プレート2に向けて吐出された熱交換媒体の熱がプレート2に奪われることになり、流路FCを流れる熱交換媒体の温度がステージSTの目標温度よりも低くなる。これにより、流路FC内に配置された板状体124が熱交換媒体によって冷却される。板状体124が冷却されると、板状体124は隔壁20側への湾曲が小さくなるように変形する。このような変形により、板状体124の他端部124bと隔壁20との距離が大きくなり、板状体124が定常状態であるときに比べて熱交換媒体の流路の断面積が大きくなる。よって、熱交換媒体の流路FCのコンダクタンスが大きくなる。

[0089] このように熱交換媒体の流路FCのコンダクタンスが大きくなることにより、流路FCを流れる熱交換媒体の流量が増加する。流路FCを流れる熱交換媒体の流量が増加すると、熱交換媒体からステージSTに与えられる熱量が増加することになる。これにより、故に、ステージSTの温度が目標温度よりも低くなると、ステージSTの温度が目標温度に近づくように補正されることとなる。この温度補正によって、ステージSTの温度が目標温度に戻されると、板状体124が定常状態に戻り、再び熱交換媒体の流量が小さくなる。

[0090] 以上のように、調整機構120を備えるステージSTにおいても、ステージの温度が外乱によって目標温度からずれた場合に、熱交換媒体の流量を増加させることによって短時間でステージSTの温度を目標温度に補正することが可能となる。

[0091] 次に、更に別の実施形態に係る調整機構について説明する。図15は、更に別の実施形態に係る調整機構130を示す斜視図である。なお、以下では、上述の調整機構100と同一の説明は省略し、異なる点について主に説明する。

[0092] まず調整機構130の構成について説明する。調整機構130は第1の環

状板 102、第2の環状板 104、及び変形部 106 に代えて、変形部 132 を備えている。変形部 132 は、相対的に熱膨張率の高い湾曲板材と相対的に熱膨張率の低い湾曲板材とが貼り合わされた帯状の板材であり、相対的に熱膨張率の高い湾曲板材が内側に面するように第1の管 22 の周囲に螺旋状に巻かれている。即ち、変形部 132 は熱膨張率の異なる2枚の板材を貼り合わせたバイメタル構造を有している。

[0093] 変形部 132 は、一端及び他端を有している。変形部 132 の一端は、第1の管 22 の外側面に固定されている。さらに、変形部 132 には、隔壁 20 に向けて突出するように設けられた第1の突出板部 132 a、第2の突出板部 132 b、及び第3の突出板部 132 c が設けられている。第1の突出板部 132 a は変形部 132 の一端の近傍に設けられており、第3の突出板部 132 c は変形部 132 の他端に設けられている。第2の突出板部 132 b は、変形部 132 の長さ方向において第1の突出板部 132 a と第3の突出板部 132 c との間に設けられている。また、第1の突出板部 132 a、第2の突出板部 132 b、及び第3の突出板部 132 c は、高さ方向において互いに異なる位置に設けられている。

[0094] 調整機構 130 は、流路 FC 内を流れる熱交換媒体の温度に応じて、定常モード及び第1の補正モード何れか一方の動作モードで動作する。調整機構 130 は、変形部 132 が定常状態であるときに定常モードとして動作する。また、調整機構 130 は、変形部 132 がステージ ST の目標温度よりも低い第1の温度になったときに第1の補正モードで動作する。

[0095] まず定常モードで動作する調整機構 130 について説明する。定常モードは、ステージ ST の温度を維持するための動作モードである。図 15 に示すように、定常モードでは、中心軸線 Z 方向から見て、第1の突出板部 132 a、第2の突出板部 132 b、及び第3の突出板部 132 c が互いに重ならない位置に配置される。この定常モードでは、流路 FC 内の熱交換媒体の流れが第1の突出板部 132 a、第2の突出板部 132 b、及び第3の突出板部 132 c のそれぞれによって阻害されることになるので、流路 FC のコン

ダクタンスは後述の第１の補正モードよりも小さくなる。

[0096] 次に、図１６を参照して、調整機構１３０の第１の補正モードについて説明する。図１６は第１の補正モードで動作する調整機構１００の斜視図である。第１の補正モードは、ステージＳＴの温度を当該ステージＳＴの目標温度よりも低い第１の温度から当該目標温度に戻すための動作モードである。第１の補正モードでは、中心軸線Ｚ方向から見て、第１の突出板部１３２ａ、第２の突出板部１３２ｂ、及び第３の突出板部１３２ｃが互いに重なる位置に配置される。

[0097] 例えば、ステージＳＴ上に低温の基板Ｗが載置されることによって熱交換媒体の温度がステージＳＴの目標温度よりも低い第１の温度になると、変形部１３２は中心軸線Ｚ方向から見て内側に縮まるように変形する。このような変形により、図１６に示すように、中心軸線Ｚ方向から見て、第１の突出板部１３２ａ、第２の突出板部１３２ｂ、及び第３の突出板部１３２ｃが互いに重なる位置に配置される。

[0098] この第１の補正モードでは、流路ＦＣ内の熱交換媒体の流れが第１の突出板部１３２ａのみによって阻害されることになるので、定常モードに比べて熱交換媒体の流路ＦＣのコンダクタンスが大きくなる。このように熱交換媒体のコンダクタンスが大きくなると、流路ＦＣを流れる熱交換媒体の流量が増加する。流路ＦＣを流れる熱交換媒体の流量が増加すると、熱交換媒体とステージＳＴとの間の熱交換量が増加する。したがって、調整機構１１０が第１の補正モードで動作した場合には、ステージＳＴの温度が目標温度に戻るようステージＳＴが加熱されることとなる。この加熱によって、ステージＳＴの温度は目標温度に近づくように補正される。この温度補正によって、ステージＳＴの温度が目標温度に戻されると、変形部１３２が定常状態に戻り、再び調整機構１３０が再び定常モードで動作することになる。

[0099] 以上のように、調整機構１２０を備えるステージＳＴにおいても、ステージの温度が外乱によって目標温度からずれた場合に、熱交換媒体の流量を増加させることによって短時間でステージＳＴの温度を目標温度に補正するこ

とが可能となる。

[0100] 以上、種々の実施形態について説明してきたが、上述した実施形態に限定されることなく種々の変形態様を構成可能である。例えば、上述した実施形態では、種々の実施形態のステージをプラズマ処理装置に適用したが、ステージが適用される対象は、プラズマ処理装置に限定されず、任意の基板処理装置に適用することができる。

[0101] また、上述の調整機構 100、120、130 は、熱交換媒体の温度がステージ S T の温度よりも低いときに流路 F C のコンダクタンスを大きくするように構成されているが、熱交換媒体の温度がステージ S T の温度よりも高いときに流路 F C のコンダクタンスを大きくするように構成されてもよい。このような構成は、例えば温度変化に応じた変形方向が上述の実施形態と反対方向になるようにバイメタル構造体を設計することによって実現することができる。

## 符号の説明

[0102] 2…プレート、2 a…表面、2 b…裏面、4…ケース、6…熱交換器、8…流路部、20…隔壁、22…第1の管、22 a…第1の開口端、24…第2の管、42…熱交換媒体供給装置、50…プラズマ処理装置、52…処理容器、60…上部電極、70…ガス源、100…調整機構、102…第1の環状板、102 a…第1の貫通孔、104…第2の環状板、104 a…第2の貫通孔、106…変形部、106 C…連結部、110…調整機構、114…第2の環状板、114 a…第2の貫通孔、114 b…第3の貫通孔、120…調整機構、124…板状体、124 a…一端部、124 b…他端部、130…調整機構、132…変形部、132 a…第1の突出板部、132 b…第2の突出板部、132 c…第3の突出板部、C n t…制御部、F C…流路、P S…処理空間、S…空間、S T…ステージ、W…基板、Z…中心軸線。

## 請求の範囲

### [請求項1]

基板が載置される表面と裏面とを有するプレートと、  
各々が前記裏面の異なる領域に向けて延びて、前記裏面に対面する開口端を提供する複数の第1の管と、  
前記複数の第1の管をそれぞれ囲む複数の空間を画成する隔壁であり、該複数の空間がそれぞれ前記複数の第1の管から吐出される熱交換媒体が流れる複数の流路を構成する、該隔壁と、  
前記複数の流路にそれぞれ連通するよう前記隔壁に接続された複数の第2の管と、  
前記複数の流路内にそれぞれ設けられた複数の調整機構であり、各々が対応の流路の熱交換媒体の温度に応じて変形して該流路のコンダクタンスを該温度に応じて調整するように構成された該複数の調整機構と、  
を備えるステージ。

### [請求項2]

前記複数の調整機構の各々は、少なくともその一部が熱膨張率の異なる2枚の板材を貼り合わせたバイメタル構造体から構成されている、  
請求項1に記載のステージ。

### [請求項3]

前記複数の調整機構の各々は、  
前記第1の管の中心軸線を中心に回転可能なように、前記第1の管と前記隔壁との間に設けられた第1の環状板であり、前記中心軸線から所定の距離だけ離間した径方向の位置に板厚方向に貫通する第1の貫通孔が形成された該第1の環状板と、  
前記第1の環状板に対面するように固定配置された第2の環状板であり、前記中心軸線から前記所定の距離だけ離間した径方向の位置に板厚方向に貫通する第2の貫通孔が形成された該第2の環状板と、  
前記熱交換媒体の温度に応じて変形して、前記中心軸線に対して周方向における前記第1の貫通孔と前記第2の貫通孔との相対的距離

が変化するように、前記第 1 の環状板を前記中心軸線を中心に回転させる変形部と、

を含む、請求項 1 又は 2 に記載のステージ。

[請求項4] 前記第 2 の環状板には、前記中心軸線から前記所定の距離だけ離間した径方向の位置に板厚方向に貫通する第 3 の貫通孔が更に形成されており、

前記第 2 の貫通孔は、基準温度において前記第 1 の貫通孔が配置される前記周方向の位置に対して該周方向において一方側の位置に配置されており、

前記第 3 の貫通孔は、基準温度において前記第 1 の貫通孔が配置される前記周方向の位置に対して該周方向において他方側の位置に配置されている、

請求項 3 に記載のステージ。

[請求項5] 前記調整機構の各々は、前記第 1 の管の外側面に沿って設けられた板状体であり、

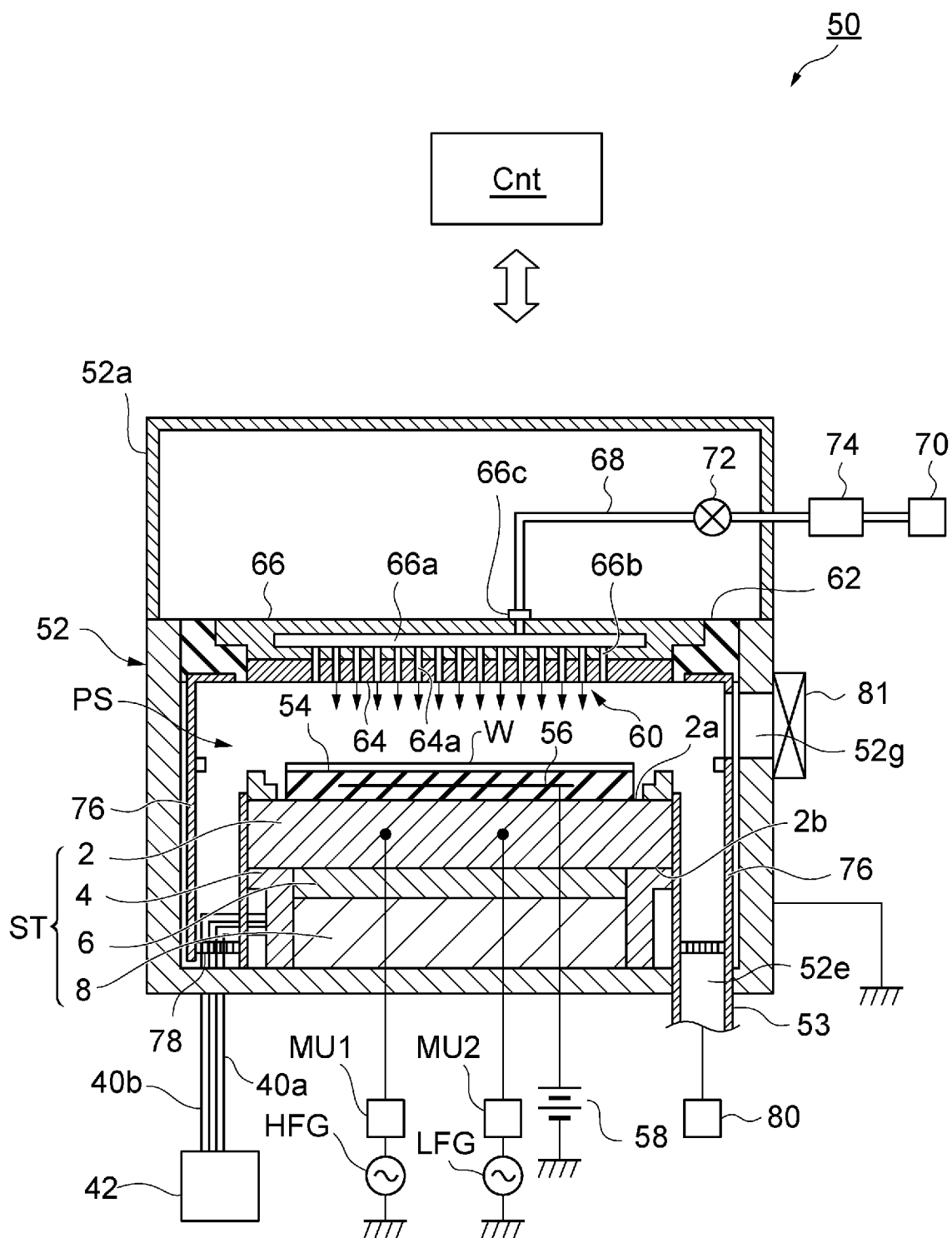
前記板状体は、前記第 1 の管の外側面に固定された一端部と、前記第 1 の管の外側面に対して固定されていない他端部と、を有し、前記熱交換媒体の温度に応じて該他端部と前記第 1 の管との距離が変化するように構成されている、

請求項 1 又は 2 に記載のステージ。

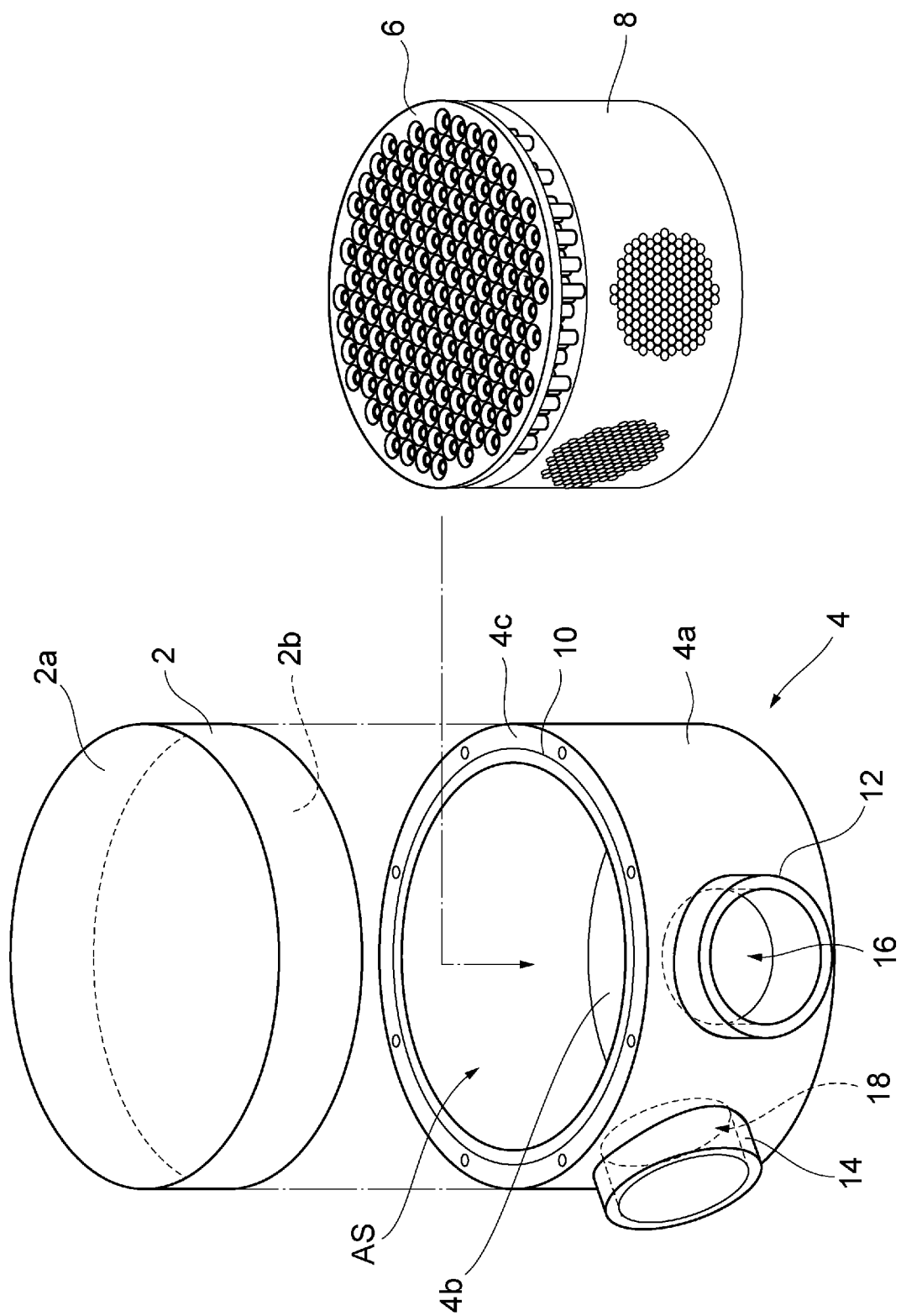
[請求項6] 処理容器と、

前記処理容器内に設けられた、請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載のステージと、

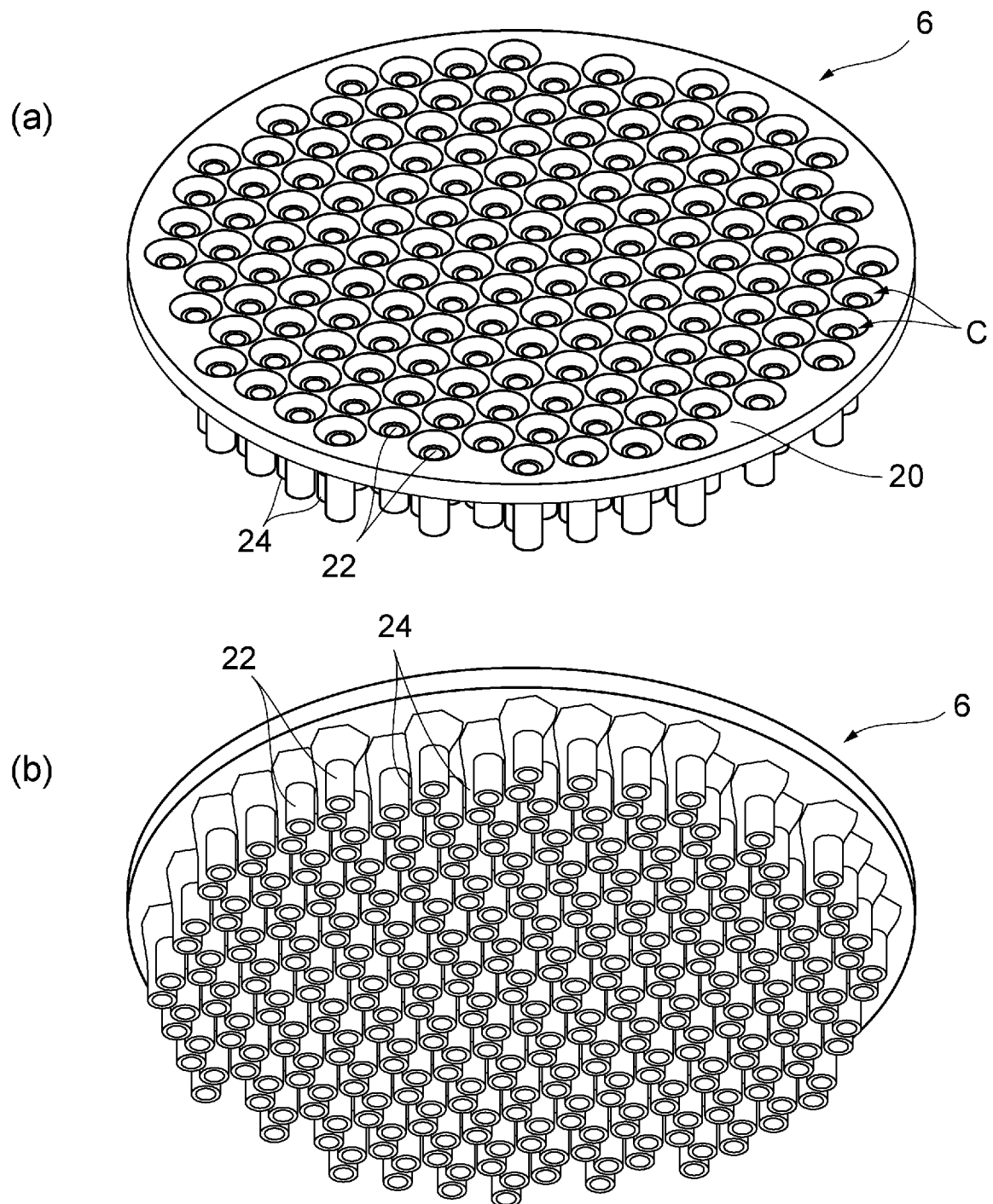
を備える基板処理装置。



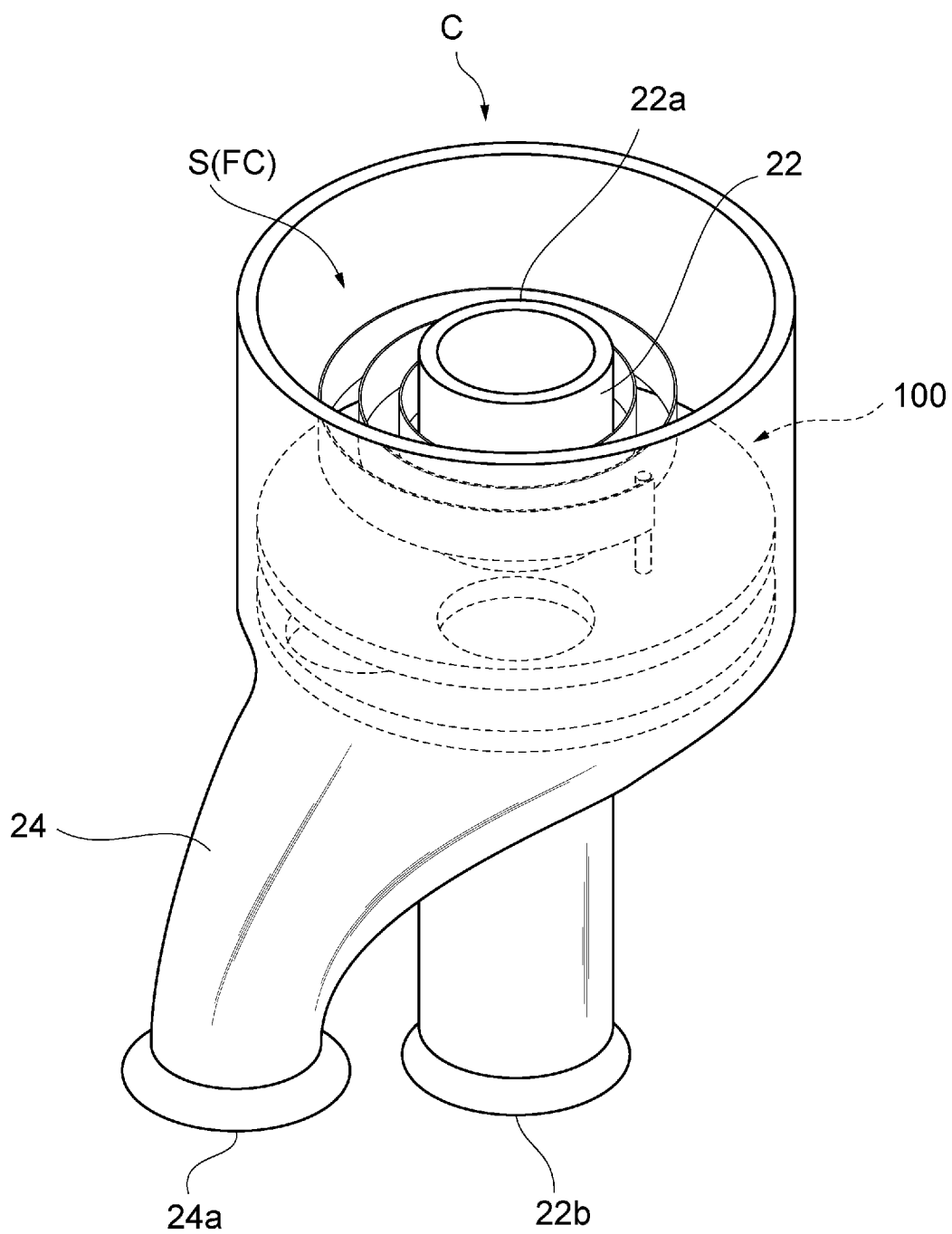
[図2]



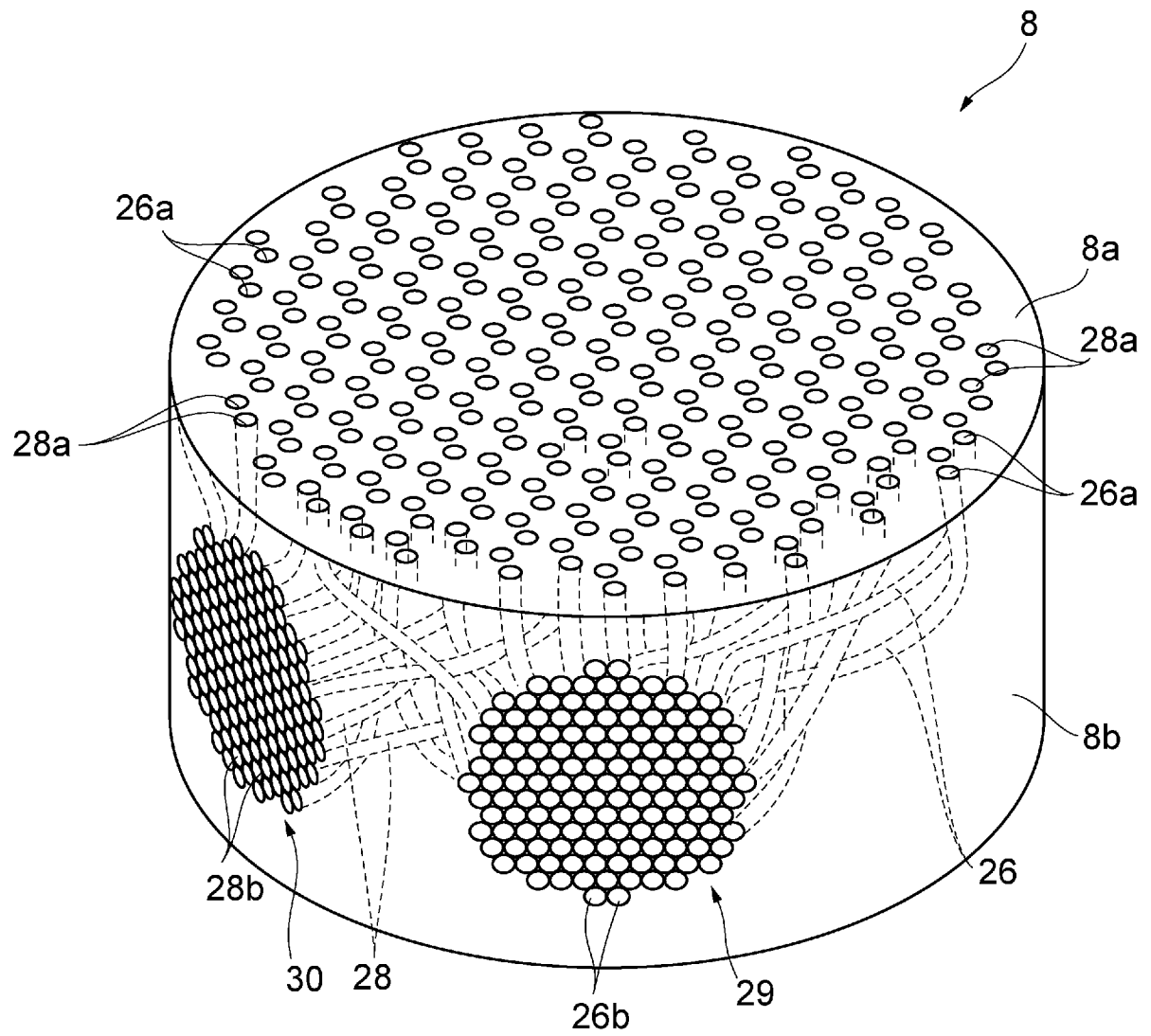
[図3]



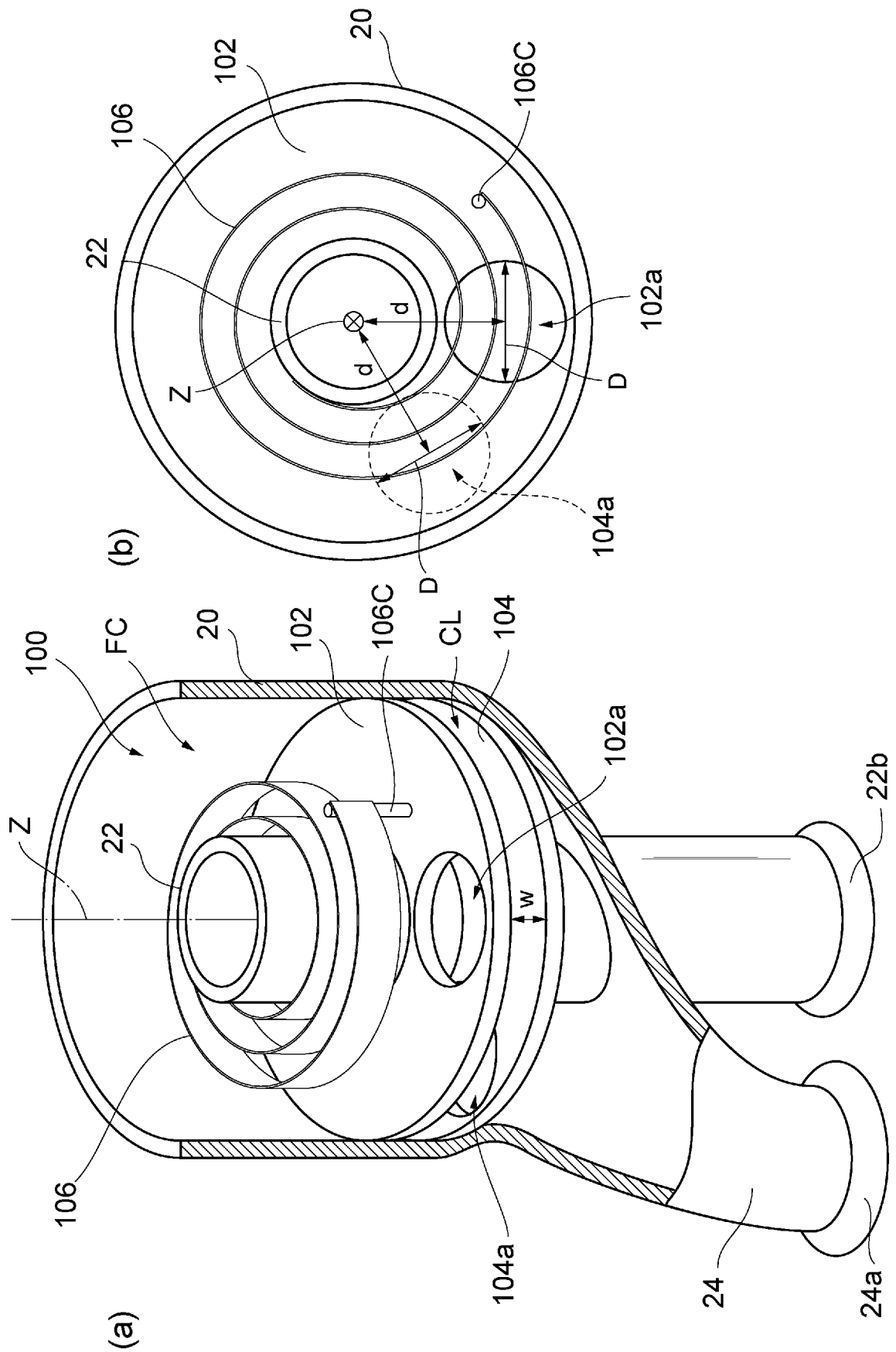
[図4]



[図5]

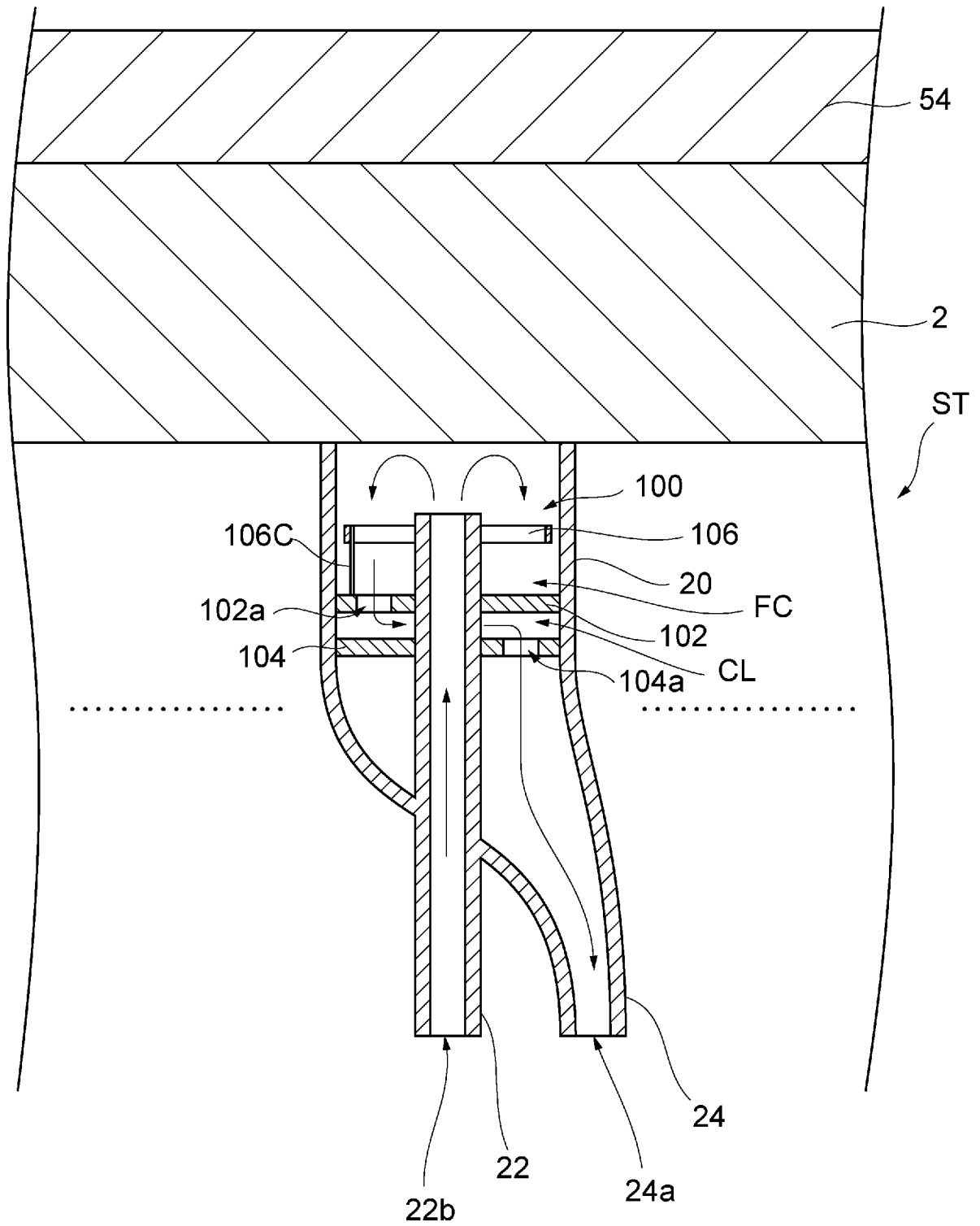


[図6]

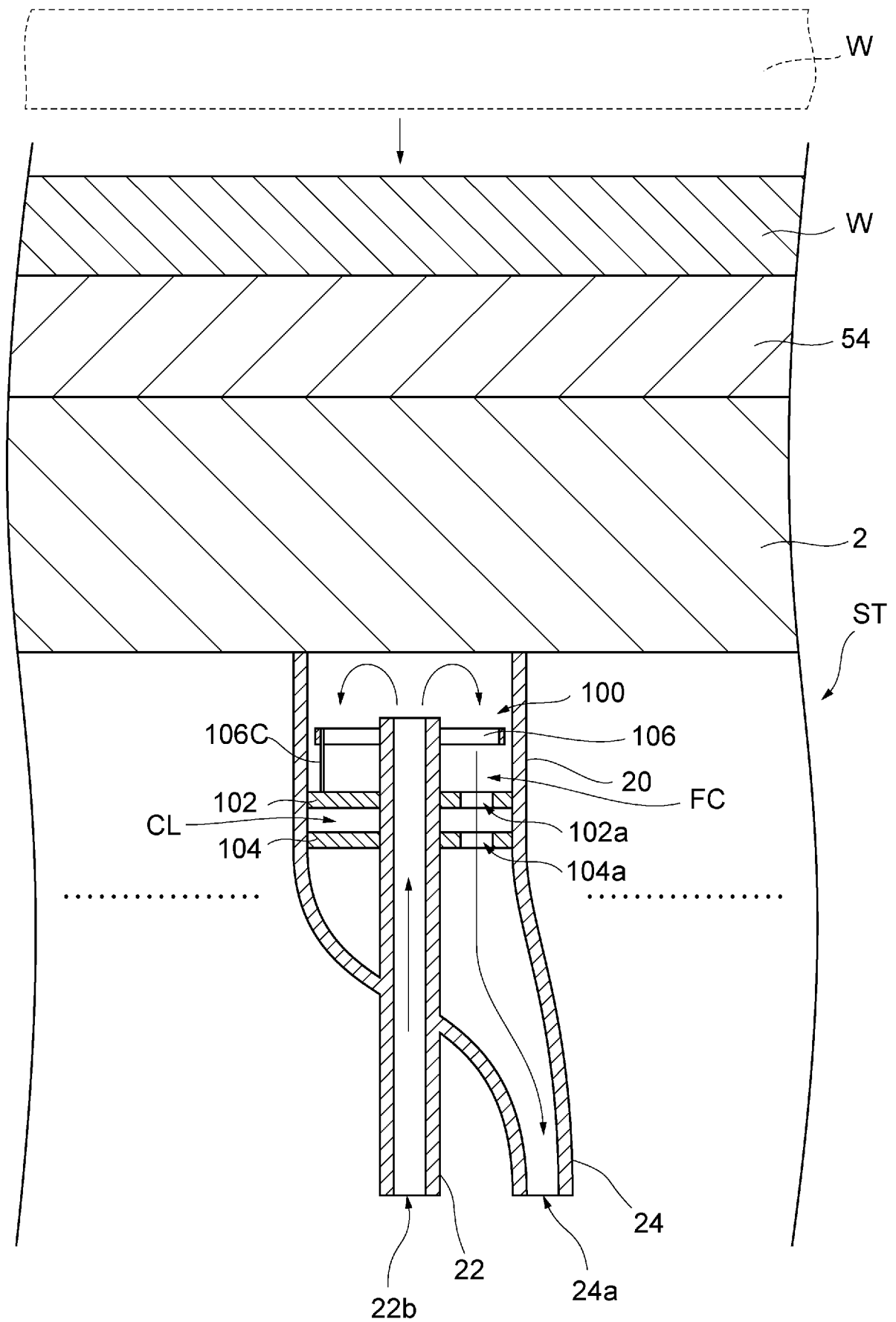




[図8]

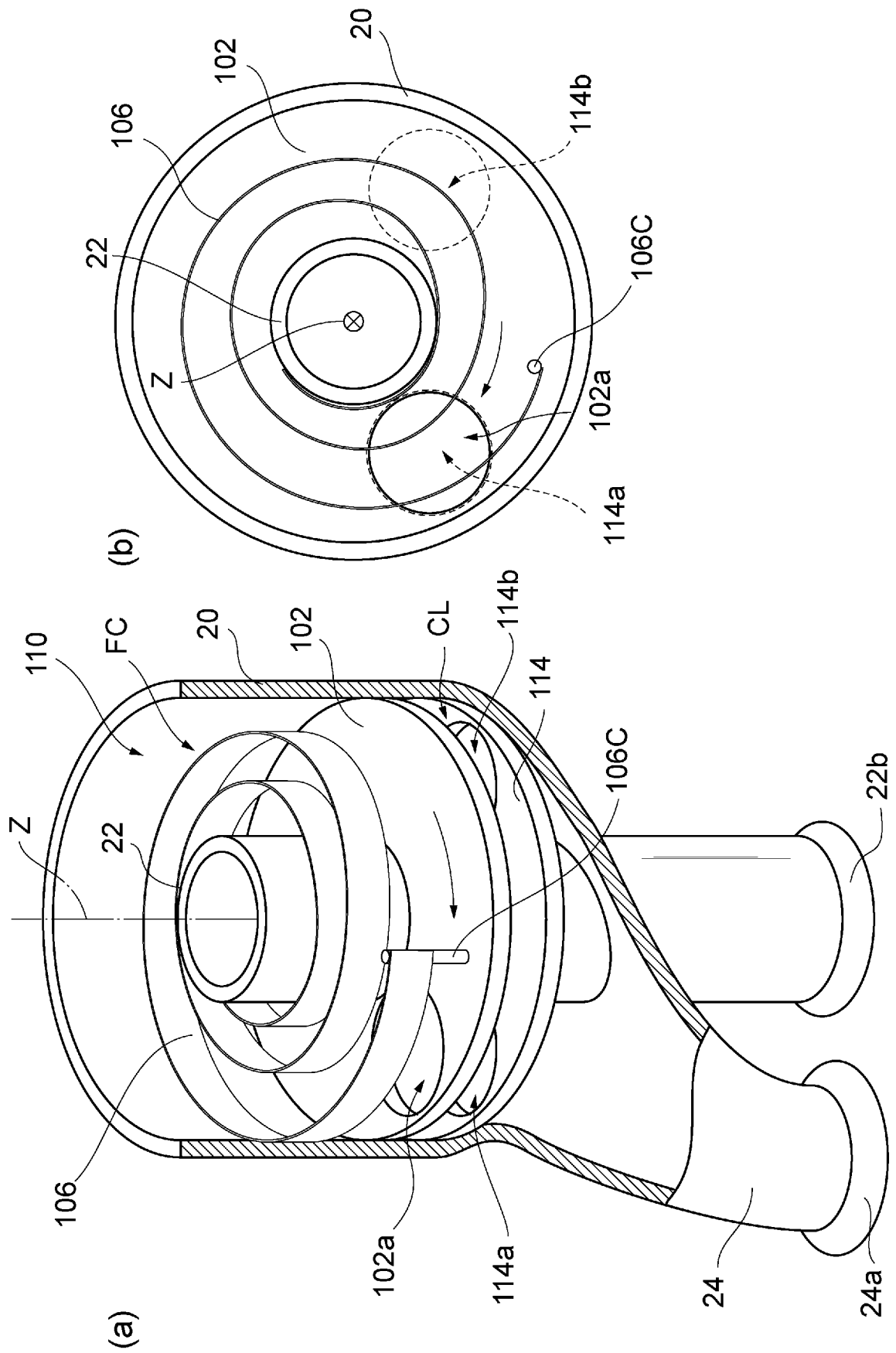


[図9]



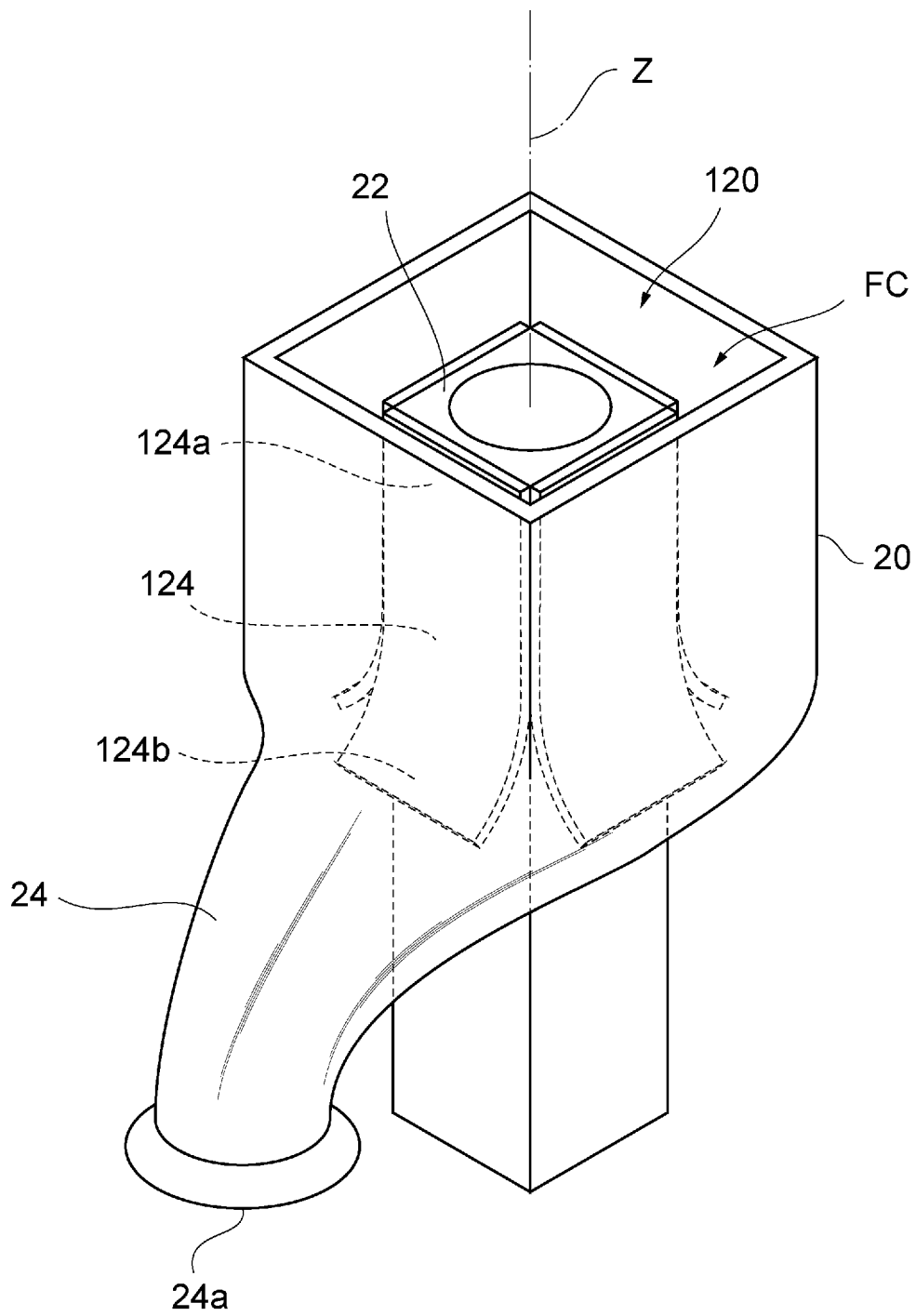


[図11]

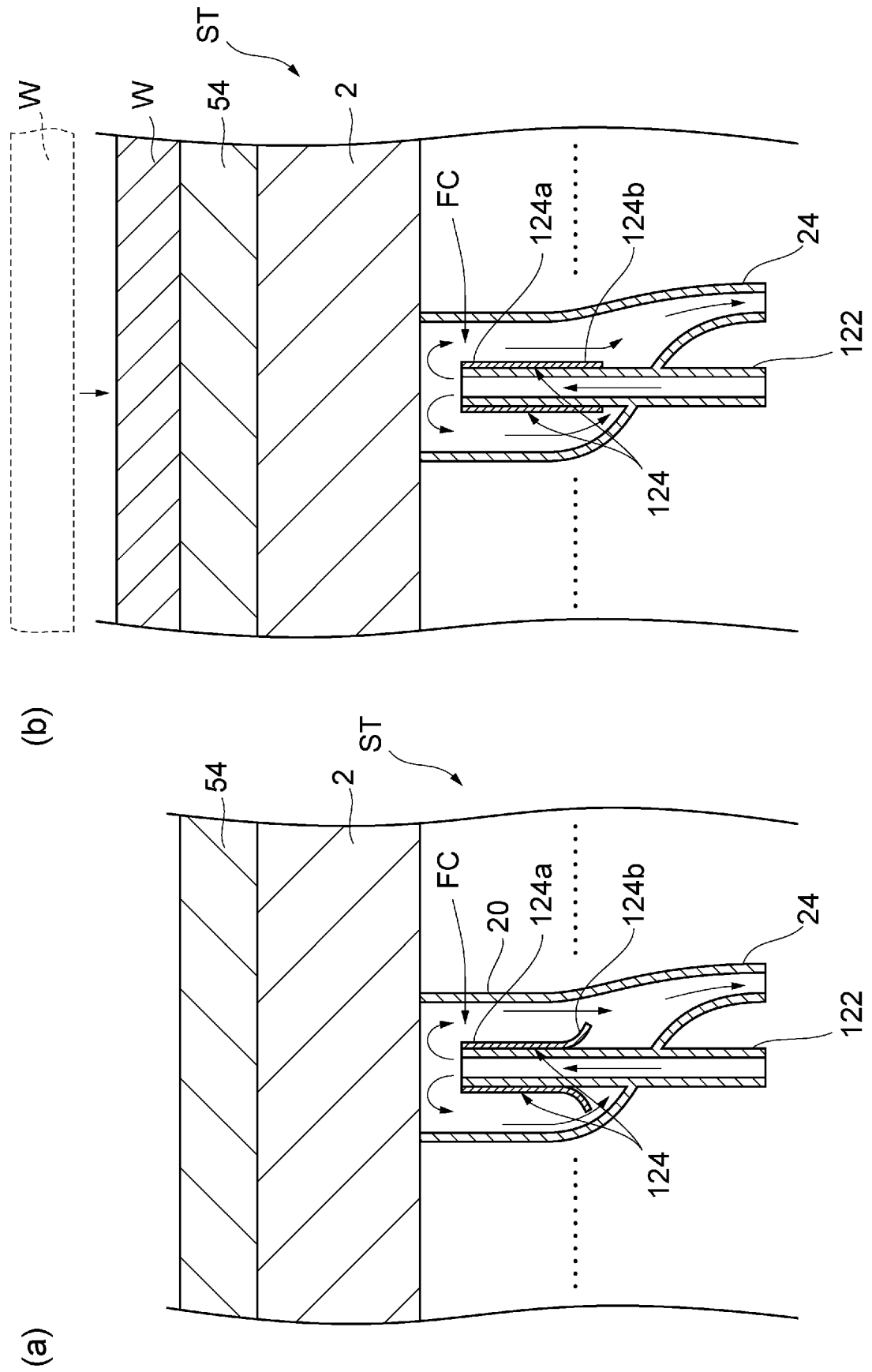




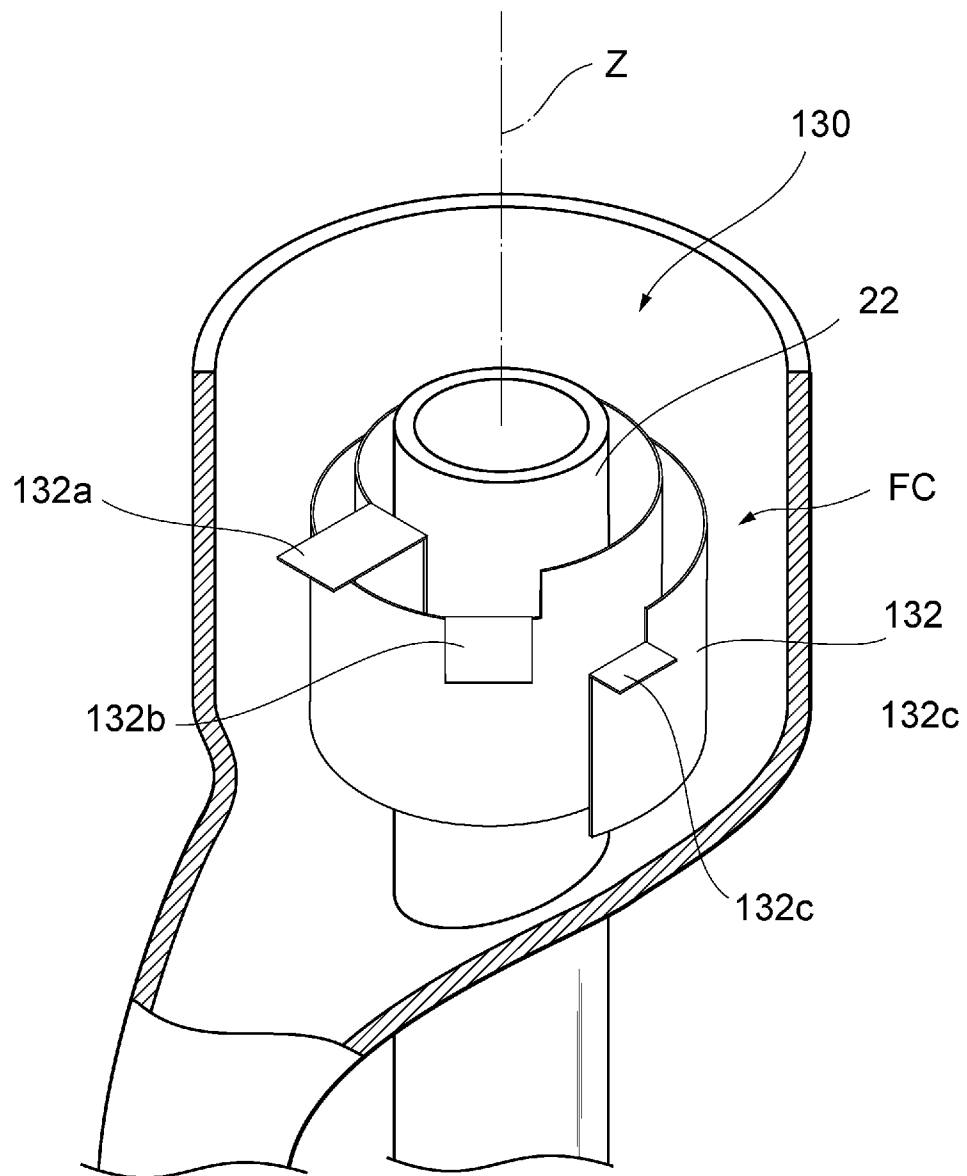
[図13]



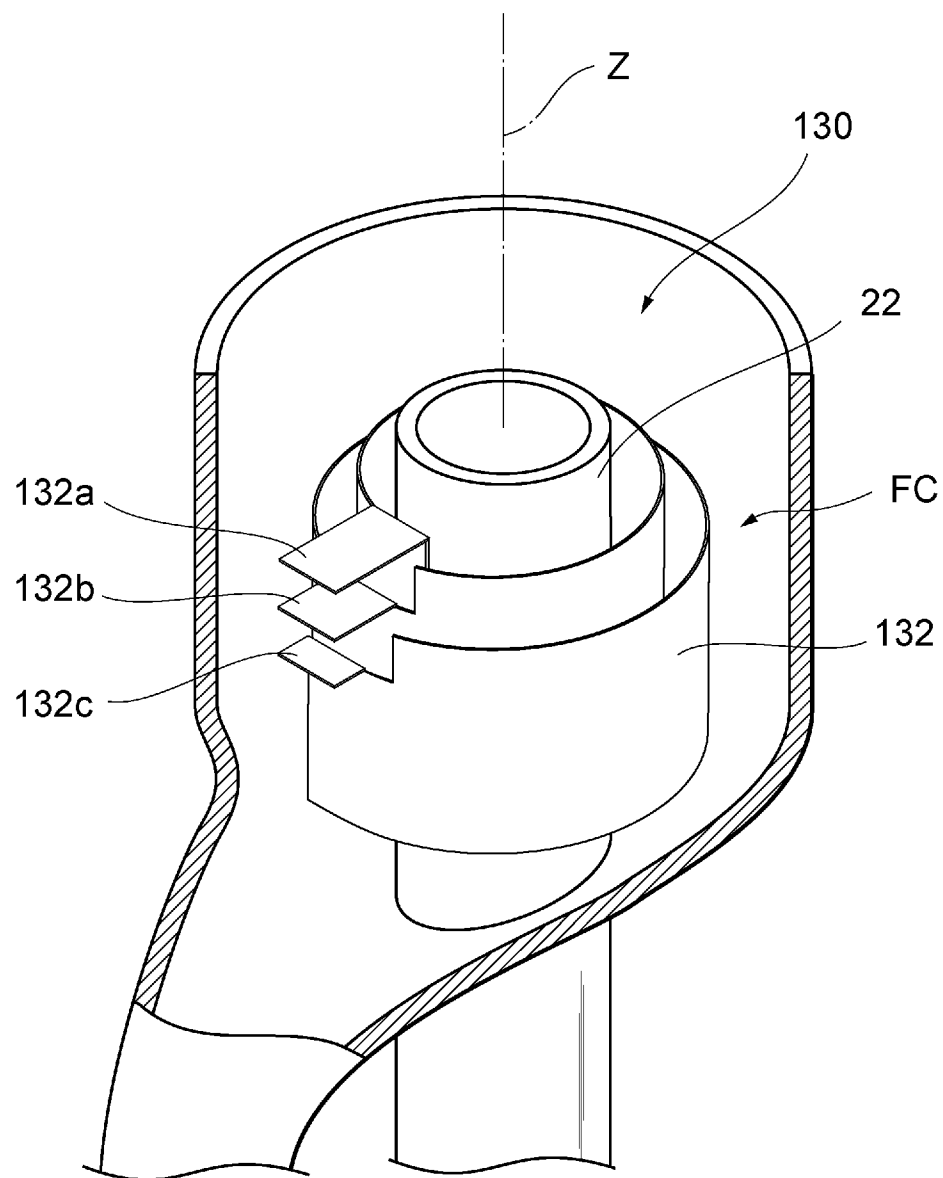
[図14]



[図15]



[図16]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/081187

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/3065(2006.01)i, F16K31/70(2006.01)i, H01L21/683(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)

H01L21/3065, F16K31/70, H01L21/683

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 | 1996-2016 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2016 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2016 |

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 11-054482 A (Hitachi, Ltd.),<br>26 February 1999 (26.02.1999),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)               | 1-6                   |
| A         | JP 8-045909 A (Sony Corp.),<br>16 February 1996 (16.02.1996),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                   | 1-6                   |
| A         | JP 5-013350 A (Tokyo Electron Yamanashi Ltd.),<br>22 January 1993 (22.01.1993),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-6                   |

☒ 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  
08 January 2016 (08.01.16)

Date of mailing of the international search report  
19 January 2016 (19.01.16)

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/JP2015/081187

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 7-224386 A (Anelva Corp.),<br>22 August 1995 (22.08.1995),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-6                   |
| A         | JP 3-212934 A (Tokyo Electron Ltd.),<br>18 September 1991 (18.09.1991),<br>fig. 1, 2<br>(Family: none)       | 1-6                   |
| A         | JP 2000-182959 A (Canon Inc.),<br>30 June 2000 (30.06.2000),<br>fig. 8 to 10<br>(Family: none)               | 1-6                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/3065(2006.01)i, F16K31/70(2006.01)i, H01L21/683(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. H01L21/3065, F16K31/70, H01L21/683

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 | 1971-2016年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2016年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2016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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 11-054482 A（株式会社日立製作所）<br>1999.02.26, 全文、全図（ファミリーなし）     | 1-6            |
| A               | JP 8-045909 A（ソニー株式会社）<br>1996.02.16, 全文、全図（ファミリーなし）        | 1-6            |
| A               | JP 5-013350 A（東京エレクトロン山梨株式会社）<br>1993.01.22, 全文、全図（ファミリーなし） | 1-6            |

☑ 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

08.01.2016

国際調査報告の発送日

19.01.2016

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）

李 哲次

50

3952

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<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 7-224386 A (日電アネルバ株式会社)<br>1995. 08. 22, 全文、全図 (ファミリーなし)   | 1-6            |
| A                     | JP 3-212934 A (東京エレクトロン株式会社)<br>1991. 09. 18, 図1, 2 (ファミリーなし) | 1-6            |
| A                     | JP 2000-182959 A (キヤノン株式会社)<br>2000. 06. 30, 図8-10 (ファミリーなし)  | 1-6            |