(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
2024年6月27日(27.06.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/135380 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01) *H05H 1/46* (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/043800

(22) 国際出願日： 2023年12月7日(07.12.2023)

(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：
63/476,487 2022年12月21日(21.12.2022) US

(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).

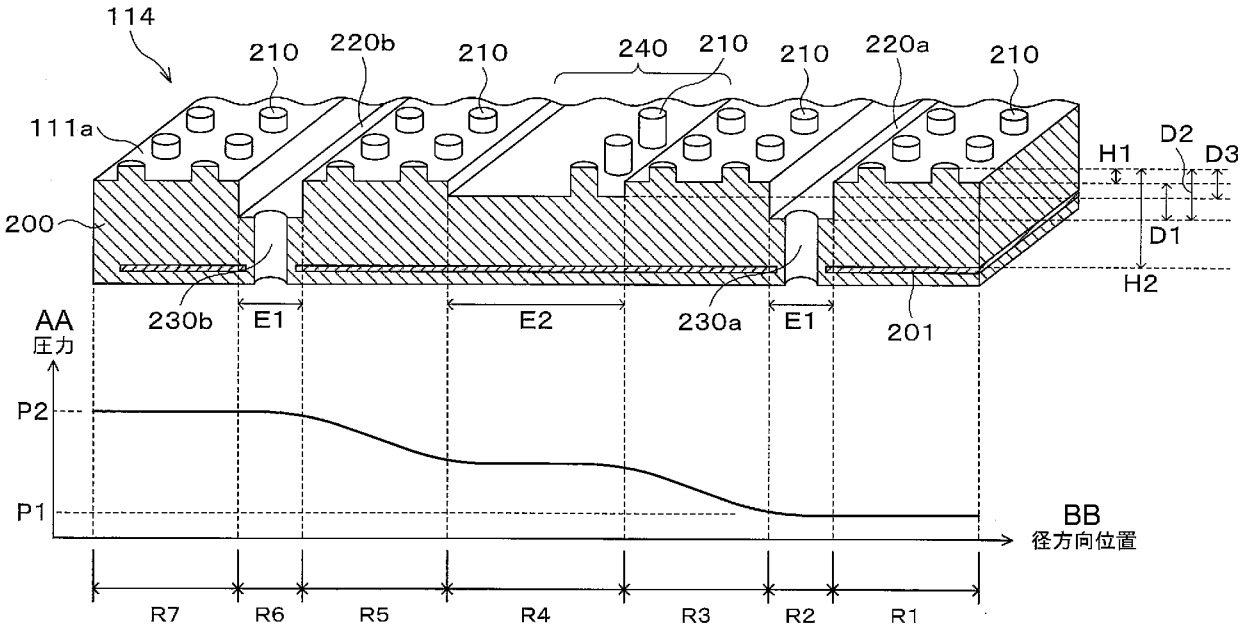
(72) 発明者: 大槻 興平(**OTSUKI, Kohei**); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ１番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP).

(74) 代理人: 金本 哲男, 外(**KANEMOTO, Tetsuo** et al.); 〒1620065 東京都新宿区住吉町１－２０ 角張ビル 曙国際特許事務所 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) **Title:** SUBSTRATE PROCESSING DEVICE AND ELECTROSTATIC CHUCK

(54) 発明の名称： 基板処理装置及び静電チャック



AA Pressure
BB Radial position

(57) **Abstract:** This electrostatic chuck is provided with a chuck main body part having an upper surface, at least one first gas supply path, and at least one second gas supply path. The upper surface has a plurality of protrusions and further has, formed therein, a first annular groove, a second annular groove that surrounds the first annular groove, and an annular intermediate groove that is disposed between the first annular groove and the second annular groove and is shallower than the first annular groove and the second annular groove. The first annular groove communicates with the at least one first

WO 2024/135380 A1

[続葉有]

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

gas supply path via at least one first gas supply hole, and the second annular groove communicates with the at least one second gas supply path via at least one second gas supply hole.

(57) 要約:静電チャックは、上面、少なくとも１つの第１のガス供給路及び少なくとも１つの第２のガス供給路を有するチャック本体部を備え、前記上面には、複数の突起と、第１の環状溝と、前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、前記第１の環状溝と前記第２の環状溝との間に配置され、前記第１の環状溝及び前記第２の環状溝より浅い環状の中間溝と、が形成され、前記第１の環状溝が少なくとも１つの第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、前記第２の環状溝が少なくとも１つの第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通している。

明　細　書

発明の名称 ： 基板処理装置及び静電チャック

技術分野

[0001]　本開示は、基板処理装置及び静電チャックに関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、静電チャックが、チャック表面上に位置する複数の密閉バンドを備えることが開示されている。複数の密閉バンドは、基板と接触して隣接する冷却帯間で密閉を形成する。

[0003]　特許文献２には、静電チャックの基板保持面において、最外周を環状に囲む外周リングが設けられることが開示されている。外周リングは、基板保持面に基板を載置した際に基板に接触する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表２０２０－５１２６９２号公報

特許文献2：特開２００６－２５７４９５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　本開示にかかる技術は、基板の温度を適切に制御し、基板面内におけるプラズマ処理の均一性を向上させる。

課題を解決するための手段

[0006]　本開示の一態様の基板処理装置は、基板処理チャンバと、前記基板処理チャンバ内に配置され、少なくとも１つの第１のガス供給路と少なくとも１つの第２のガス供給路とを有する基板支持部であり、基台と、前記基台上に配置され、上面を有する静電チャックであり、前記上面には、複数の突起と、第１の環状溝と、前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、前記第１の環状溝と前記第２の環状溝との間に配置され、前記第１の環状溝及び前記第２の環状溝より浅い環状の中間溝と、が形成され、前記第１の環状溝が少なくと

も１つの第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、前記第２の環状溝が少なくとも１つの第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通している、前記静電チャックと、を有する、前記基板支持部と、前記少なくとも１つの第１のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第１の制御バルブと、前記少なくとも１つの第２のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第２の制御バルブと、を備える。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、基板の温度を適切に制御し、基板面内におけるプラズマ処理の均一性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]プラズマ処理システムの構成を模式的に示す説明図である。

[図2]プラズマ処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図3]第１の実施形態に係る静電チャックの構成の概略を示す平面図である。

[図4]第１の実施形態に係る静電チャックの構成の概略を示す縦断面図である。

[図5]第１の実施形態に係る静電チャックの構成の概略を示す断面斜視図と、伝熱空間の圧力分布を示す説明図である。

[図6]第１の実施形態の変形例に係る静電チャックの構成の概略を示す平面図である。

[図7]第２の実施形態に係る静電チャックの構成の概略を示す平面図である。

[図8]第２の実施形態に係る静電チャックの構成の概略を示す平面図である。

[図9]比較例の静電チャックの構成の概略を示す平面図である。

[図10]第２の実施形態に係る静電チャックの効果を示す説明図である。

[図11]第３の実施形態に係る静電チャックの構成の概略を示す平面図である。

[図12]第３の実施形態に係る静電チャックの構成の概略を示す断面斜視図で

ある。

[図13]第３の実施形態に係る多孔質部材の物性値例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0009] 半導体デバイスの製造工程では、例えばプラズマ処理装置において半導体基板（以下、「基板」という。）にプラズマ処理が行われる。プラズマ処理装置では、チャンバの内部で処理ガスを励起させることによりプラズマを生成し、当該プラズマによって、静電チャックに支持された基板を処理する。

[0010] プラズマ処理では、基板に対するプラズマ処理の面内均一性を向上させるため、処理対象の基板の温度を適切に制御することが求められる。そこで、例えば基板の裏面と静電チャックの表面との空間にヘリウムガス等の伝熱ガスを供給し、当該伝熱ガスの圧力を制御することで、基板の温度を制御している。

[0011] また近年、基板の温度制御のさらなる高精度化に対応するため、上記基板の裏面と静電チャックの表面との空間を複数の領域に区画し、領域間に伝熱ガスの圧力差を設けることで、領域毎に基板の温度を制御することが行われている。従来、領域毎に伝熱ガスの圧力を制御するため、例えば静電チャックの表面には、いわゆるシールバンドといわれる、基板の裏面に直接接触する仕切りが設けられる。例えば上述した特許文献１には、静電チャックの表面に、シールバンドとして複数の密閉バンドを設けた構成が開示されている。また、上述した特許文献２には、静電チャックの表面に、最外周の外周リングの内側に内周リングを設けてもよいことが記載されている。

[0012] しかしながら、シールバンドは基板の裏面に直接接触するため、接触部分が局所的な温度特異点となる。具体的には、接触部分で基板に伝熱し、当該接触部分における基板の温度が低下する。基板の温度特異点はプラズマ処理のレートに影響を与え、その結果、プラズマ処理が基板面内で均一に行われない場合がある。従って、従来のプラズマ処理には改善の余地がある。

[0013] 本開示にかかる技術は、上記事情に鑑みてなされたものであり、基板の温度を適切に制御し、基板面内におけるプラズマ処理の均一性を向上させる。

以下、本実施形態にかかるプラズマ処理装置及び静電チャックについて、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0014] ＜プラズマ処理システム＞

先ず、一実施形態にかかるプラズマ処理システムについて説明する。図１は、プラズマ処理システムの構成例を説明するための図である。

[0015] 一実施形態において、プラズマ処理システムは、プラズマ処理装置１及び制御部２を含む。プラズマ処理システムは、基板処理システムの一例であり、プラズマ処理装置１は、基板処理装置の一例である。プラズマ処理装置１は、基板処理チャンバとしてのプラズマ処理チャンバ１０、基板支持部１１及びプラズマ生成部１２を含む。プラズマ処理チャンバ１０は、プラズマ処理空間を有する。また、プラズマ処理チャンバ１０は、少なくとも１つの処理ガスをプラズマ処理空間に供給するための少なくとも１つのガス供給口と、プラズマ処理空間からガスを排出するための少なくとも１つのガス排出口とを有する。ガス供給口は、後述するガス供給部２０に接続され、ガス排出口は、後述する排気システム４０に接続される。基板支持部１１は、プラズマ処理空間内に配置され、基板を支持するための基板支持面を有する。

[0016] プラズマ生成部１２は、プラズマ処理空間内に供給された少なくとも１つの処理ガスからプラズマを生成するように構成される。プラズマ処理空間において形成されるプラズマは、容量結合プラズマ（ＣＣＰ：Ｃａｐａｃｉｔｉｖｅｌｙ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｐｌａｓｍａ）、誘導結合プラズマ（ＩＣＰ：Ｉｎｄｕｃｔｉｖｅｌｙ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｐｌａｓｍａ）、ＥＣＲプラズマ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎ－Ｃｙｃｌｏｔｒｏｎ－Ｒｅｓｏｎａｎｃｅ Ｐｌａｓｍａ）、ヘリコン波励起プラズマ（ＨＷＰ：Ｈｅｌｉｃｏｎ Ｗａｖｅ Ｐｌａｓｍａ）、又は、表面波プラズマ（ＳＷＰ：Ｓｕｒｆａｃｅ Ｗａｖｅ Ｐｌａｓｍａ）等であってもよい。また、ＡＣ（Ａｌｔｅｒｎａｔｉｎｇ Ｃｕｒｒｅｎｔ）プラズマ生成部及びＤＣ（Ｄｉｒｅｃｔ Ｃｕｒｒ

ｅｎｔ）プラズマ生成部を含む、種々のタイプのプラズマ生成部が用いられてもよい。一実施形態において、ＡＣプラズマ生成部で用いられるＡＣ信号（ＡＣ電力）は、１００ｋＨｚ～１０ＧＨｚの範囲内の周波数を有する。従って、ＡＣ信号は、ＲＦ（Ｒａｄｉｏ　Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ）信号及びマイクロ波信号を含む。一実施形態において、ＲＦ信号は、１００ｋＨｚ～１５０ＭＨｚの範囲内の周波数を有する。

[0017] 制御部２は、本開示において述べられる種々の工程をプラズマ処理装置１に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する。制御部２は、ここで述べられる種々の工程を実行するようにプラズマ処理装置１の各要素を制御するように構成され得る。一実施形態において、制御部２の一部又は全てがプラズマ処理装置１に含まれてもよい。制御部２は、処理部２ａ１、記憶部２ａ２及び通信インターフェース２ａ３を含んでもよい。制御部２は、例えばコンピュータ２ａにより実現される。処理部２ａ１は、記憶部２ａ２からプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部２ａ２に格納されていてもよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラムは、記憶部２ａ２に格納され、処理部２ａ１によって記憶部２ａ２から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ２ａに読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよく、通信インターフェース２ａ３に接続されている通信回線であってもよい。処理部２ａ１は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）であってもよい。記憶部２ａ２は、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ　Ｄｉｓｋ　Ｄｒｉｖｅ）、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。通信インターフェース２ａ３は、ＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ　Ａｒｅａ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）等の通信回線を介してプラズマ処理装置１との間で通信してもよい。

[0018] ＜プラズマ処理装置＞

以下に、プラズマ処理装置１の一例としての容量結合型のプラズマ処理装置の構成例について説明する。図２は、容量結合型のプラズマ処理装置の構成例を説明するための図である。

[0019] 容量結合型のプラズマ処理装置１は、プラズマ処理チャンバ１０、ガス供給部２０、電源３０及び排気システム４０を含む。また、プラズマ処理装置１は、基板支持部１１及びガス導入部を含む。ガス導入部は、少なくとも１つの処理ガスをプラズマ処理チャンバ１０内に導入するように構成される。ガス導入部は、シャワーヘッド１３を含む。基板支持部１１は、プラズマ処理チャンバ１０内に配置される。シャワーヘッド１３は、基板支持部１１の上方に配置される。一実施形態において、シャワーヘッド１３は、プラズマ処理チャンバ１０の天部（ｃｅｉｌｉｎｇ）の少なくとも一部を構成する。プラズマ処理チャンバ１０は、シャワーヘッド１３、プラズマ処理チャンバ１０の側壁１０ａ及び基板支持部１１により規定されたプラズマ処理空間１０ｓを有する。プラズマ処理チャンバ１０は接地される。シャワーヘッド１３及び基板支持部１１は、プラズマ処理チャンバ１０の筐体とは電気的に絶縁される。

[0020] 基板支持部１１は、支持本体部１１１及びリングアセンブリ１１２を含む。支持本体部１１１の上面は、基板Ｗを支持するための中央領域である基板支持面１１１ａと、リングアセンブリ１１２を支持するための環状領域であるリング支持面１１１ｂとを有する。ウェハは基板Ｗの一例である。支持本体部１１１のリング支持面１１１ｂは、平面視で支持本体部１１１の基板支持面１１１ａを囲んでいる。基板Ｗは、支持本体部１１１の基板支持面１１１ａ上に配置され、リングアセンブリ１１２は、支持本体部１１１の基板支持面１１１ａ上の基板Ｗを囲むように支持本体部１１１のリング支持面１１１ｂ上に配置される。

[0021] 一実施形態において、支持本体部１１１は、基台１１３及び静電チャック１１４を含む。基台１１３は、導電性部材を含む。基台１１３の導電性部材は下部電極として機能し得る。静電チャック１１４は、基台１１３の上に配

置される。静電チャック１１４は、チャック本体部２００とチャック本体部２００内に配置される静電電極２０１とを含む。チャック本体部２００は、基板支持面１１１ａを有する。一実施形態において、チャック本体部２００は、リング支持面１１１ｂも有する。なお、環状静電チャックや環状絶縁部材のような、静電チャック１１４を囲む他の部材がリング支持面１１１ｂを有してもよい。この場合、リングアセンブリ１１２は、環状静電チャック又は環状絶縁部材の上に配置されてもよく、静電チャック１１４と環状絶縁部材の両方の上に配置されてもよい。また、後述するＲＦ電源３１及び／又はＤＣ電源３２に結合される少なくとも１つのＲＦ／ＤＣ電極がチャック本体部２００内に配置されてもよい。この場合、少なくとも１つのＲＦ／ＤＣ電極が下部電極として機能する。後述するバイアスＲＦ信号及び／又はＤＣ信号が少なくとも１つのＲＦ／ＤＣ電極に供給される場合、ＲＦ／ＤＣ電極はバイアス電極とも呼ばれる。なお、基台１１３の導電性部材と少なくとも１つのＲＦ／ＤＣ電極とが複数の下部電極として機能してもよい。また、静電電極２０１が下部電極として機能してもよい。従って、基板支持部１１は、少なくとも１つの下部電極を含む。

[0022] リングアセンブリ１１２は、１又は複数の環状部材を含む。一実施形態において、１又は複数の環状部材は、１又は複数のエッジリングと少なくとも１つのカバーリングとを含む。エッジリングは、導電性材料又は絶縁材料で形成され、カバーリングは、絶縁材料で形成される。

[0023] また、基板支持部１１は、静電チャック１１４、リングアセンブリ１１２及び基板Ｗのうち少なくとも１つをターゲット温度に調節するように構成される温調モジュールを含んでもよい。温調モジュールは、ヒータ、伝熱媒体、流路１２０、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路１２０には、ブラインやガスのような伝熱流体が流れる。一実施形態において、流路１２０が基台１１３内に形成され、１又は複数のヒータが静電チャック１１４のチャック本体部２００内に配置される。また、基板支持部１１は、基板Ｗの裏面と基板支持面１１１ａとの間の間隙に伝熱ガスを供給するように構成さ

れた伝熱ガス供給部を含んでもよい。

[0024] シャワーヘッド１３は、ガス供給部２０からの少なくとも１つの処理ガスをプラズマ処理空間１０ｓ内に導入するように構成される。シャワーヘッド１３は、少なくとも１つのガス供給口１３ａ、少なくとも１つのガス拡散室１３ｂ、及び複数のガス導入口１３ｃを有する。ガス供給口１３ａに供給された処理ガスは、ガス拡散室１３ｂを通過して複数のガス導入口１３ｃからプラズマ処理空間１０ｓ内に導入される。また、シャワーヘッド１３は、少なくとも１つの上部電極を含む。なお、ガス導入部は、シャワーヘッド１３に加えて、側壁１０ａに形成された１又は複数の開口部に取り付けられる１又は複数のサイドガス注入部（ＳＧＩ：Ｓｉｄｅ　Ｇａｓ　Ｉｎｊｅｃｔｏｒ）を含んでもよい。

[0025] ガス供給部２０は、少なくとも１つのガスソース２１及び少なくとも１つの流量制御器２２を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部２０は、少なくとも１つの処理ガスを、それぞれに対応のガスソース２１からそれぞれに対応の流量制御器２２を介してシャワーヘッド１３に供給するように構成される。各流量制御器２２は、例えばマスフローコントローラ又は圧力制御式の流量制御器を含んでもよい。さらに、ガス供給部２０は、少なくとも１つの処理ガスの流量を変調又はパルス化する少なくとも１つの流量変調デバイスを含んでもよい。

[0026] 電源３０は、少なくとも１つのインピーダンス整合回路を介してプラズマ処理チャンバ１０に結合されるＲＦ電源３１を含む。ＲＦ電源３１は、少なくとも１つのＲＦ信号（ＲＦ電力）を少なくとも１つの下部電極及び／又は少なくとも１つの上部電極に供給するように構成される。これにより、プラズマ処理空間１０ｓに供給された少なくとも１つの処理ガスからプラズマが形成される。従って、ＲＦ電源３１は、プラズマ生成部１２の少なくとも一部として機能し得る。また、バイアスＲＦ信号を少なくとも１つの下部電極に供給することにより、基板Ｗにバイアス電位が発生し、形成されたプラズマ中のイオン成分を基板Ｗに引き込むことができる。

[0027] 一実施形態において、ＲＦ電源３１は、第１のＲＦ生成部３１ａ及び第２のＲＦ生成部３１ｂを含む。第１のＲＦ生成部３１ａは、少なくとも１つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも１つの下部電極及び／又は少なくとも１つの上部電極に結合され、プラズマ生成用のソースＲＦ信号（ソースＲＦ電力）を生成するように構成される。一実施形態において、ソースＲＦ信号は、１０ＭＨｚ～１５０ＭＨｚの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第１のＲＦ生成部３１ａは、異なる周波数を有する複数のソースＲＦ信号を生成するように構成されてもよい。生成された１又は複数のソースＲＦ信号は、少なくとも１つの下部電極及び／又は少なくとも１つの上部電極に供給される。

[0028] 第２のＲＦ生成部３１ｂは、少なくとも１つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも１つの下部電極に結合され、バイアスＲＦ信号（バイアスＲＦ電力）を生成するように構成される。バイアスＲＦ信号の周波数は、ソースＲＦ信号の周波数と同じであっても異なっていてもよい。一実施形態において、バイアスＲＦ信号は、ソースＲＦ信号の周波数よりも低い周波数を有する。一実施形態において、バイアスＲＦ信号は、１００ｋＨｚ～６０ＭＨｚの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第２のＲＦ生成部３１ｂは、異なる周波数を有する複数のバイアスＲＦ信号を生成するように構成されてもよい。生成された１又は複数のバイアスＲＦ信号は、少なくとも１つの下部電極に供給される。また、種々の実施形態において、ソースＲＦ信号及びバイアスＲＦ信号のうち少なくとも１つがパルス化されてもよい。

[0029] また、電源３０は、プラズマ処理チャンバ１０に結合されるＤＣ電源３２を含んでもよい。ＤＣ電源３２は、第１のＤＣ生成部３２ａ及び第２のＤＣ生成部３２ｂを含む。一実施形態において、第１のＤＣ生成部３２ａは、少なくとも１つの下部電極に接続され、第１のＤＣ信号を生成するように構成される。生成された第１のＤＣ信号は、少なくとも１つの下部電極に印加される。一実施形態において、第２のＤＣ生成部３２ｂは、少なくとも１つの上部電極に接続され、第２のＤＣ信号を生成するように構成される。生成さ

れた第２のＤＣ信号は、少なくとも１つの上部電極に印加される。

[0030] 種々の実施形態において、第１及び第２のＤＣ信号がパルス化されてもよい。この場合、電圧パルスのシーケンスが少なくとも１つの下部電極及び／又は少なくとも１つの上部電極に印加される。電圧パルスは、矩形、台形、三角形又はこれらの組み合わせのパルス波形を有してもよい。一実施形態において、ＤＣ信号から電圧パルスのシーケンスを生成するための波形生成部が第１のＤＣ生成部３２ａと少なくとも１つの下部電極との間に接続される。従って、第１のＤＣ生成部３２ａ及び波形生成部は、電圧パルス生成部を構成する。第２のＤＣ生成部３２ｂ及び波形生成部が電圧パルス生成部を構成する場合、電圧パルス生成部は、少なくとも１つの上部電極に接続される。電圧パルスは、正の極性を有してもよく、負の極性を有してもよい。また、電圧パルスのシーケンスは、１周期内に１又は複数の正極性電圧パルスと１又は複数の負極性電圧パルスとを含んでもよい。なお、第１及び第２のＤＣ生成部３２ａ、３２ｂは、ＲＦ電源３１に加えて設けられてもよく、第１のＤＣ生成部３２ａが第２のＲＦ生成部３１ｂに代えて設けられてもよい。

[0031] 排気システム４０は、例えばプラズマ処理チャンバ１０の底部に設けられたガス排出口１０ｅに接続され得る。排気システム４０は、圧力調整弁及び真空ポンプを含んでもよい。圧力調整弁によって、プラズマ処理空間１０ｓ内の圧力が調整される。真空ポンプは、ターボ分子ポンプ、ドライポンプ又はこれらの組み合わせを含んでもよい。

[0032] ＜プラズマ処理方法＞

次に、以上のように構成されたプラズマ処理システムを用いて行われるプラズマ処理について説明する。プラズマ処理としては、例えばエッチング処理や成膜処理が行われる。

[0033] 先ず、プラズマ処理チャンバ１０の内部に基板Ｗを搬入し、静電チャック１１４上に基板Ｗを載置する。その後、静電チャック１１４の静電電極２０１にＤＣ電圧を印加することにより、基板Ｗはクーロン力によって静電チャック１１４に静電吸着され、保持される。この際、基板Ｗは所望の温度に調

整される。また、基板Ｗの搬入後、排気システム４０によってプラズマ処理チャンバ１０内を所望の真空度まで減圧する。

[0034] 次に、ガス供給部２０からシャワーヘッド１３を介してプラズマ処理空間１０ｓに処理ガスを供給する。また、ＲＦ電源３１の第１のＲＦ生成部３１ａによりプラズマ生成用のソースＲＦ電力を基板支持部１１の導電性部材及び／又はシャワーヘッド１３の導電性部材に供給する。そして、処理ガスを励起させて、プラズマを生成する。この際、第２のＲＦ生成部３１ｂによりイオン引き込み用のバイアスＲＦ信号を供給してもよい。そして、生成されたプラズマの作用によって、基板Ｗにプラズマ処理が施される。

[0035] ＜第１の実施形態＞

次に、第１の実施形態にかかる静電チャック１１４の構成について説明する。図３は、静電チャック１１４の構成の概略を示す平面図である。図４は、静電チャック１１４の構成の概略を示す縦断面図である。なお、図４において、Ｃは静電チャック１１４の中心線を示している。

[0036] 図３及び図４に示すように、静電チャック１１４は、チャック本体部２００を有する。チャック本体部２００は、誘電体からなり、例えばアルミナ（Al_2O_3）等のセラミックスから形成される。静電チャック１１４は、略円盤形状を有する。チャック本体部２００の内部には、例えば第１のＤＣ生成部３２ａに接続される静電電極２０１が設けられる。第１のＤＣ生成部３２ａから静電電極２０１に直流電圧を印加しクーロン力を発生させることにより、静電チャック１１４は基板Ｗを吸着できる。また、チャック本体部２００の内部には、ヒータ（図示せず）が設けられてもよい。

[0037] チャック本体部２００の上面は、基板Ｗを支持するための基板支持面１１１ａを有する。基板支持面１１１ａは、例えば支持される基板Ｗよりも小さい径を有する円形に形成される。これにより、基板支持面１１１ａに基板Ｗが支持されると、基板Ｗの外周部が基板支持面１１１ａの端部から外側に突出する。

[0038] チャック本体部２００の基板支持面１１１ａは、複数の突起としての基板

接触部２１０と、外周突起としての外周接触部２１１とを有する。基板接触部２１０は、円柱形状を有するドットであり、基板支持面１１１ａから突出して設けられる。複数の基板接触部２１０は、外周接触部２１１の内側に設けられる。外周接触部２１１は、基板支持面１１１ａの最外周部において、当該基板支持面１１１ａから突出して環状に設けられる。すなわち、外周接触部２１１は、後述する第１の環状溝２２０ａ、第２の環状溝２２０ｂ及び中間溝２４０を囲むように配置される。複数の基板接触部２１０と外周接触部２１１は、上面が同じ高さで且つ平坦に形成されており、静電チャック１１４で基板Ｗを支持する際に基板Ｗに接触する。従って、基板Ｗは、複数の基板接触部２１０と外周接触部２１１により支持される。

[0039] チャック本体部２００の基板支持面１１１ａには、少なくとも１つの環状溝２２０、本実施形態では２つの環状溝２２０ａ、２２０ｂが形成される。環状溝２２０ａ、２２０ｂはそれぞれ、基板支持面１１１ａから窪んで環状、本実施形態では円環状に形成される。環状溝２２０ａ、２２０ｂは径方向に内側から外側に向けてこの順で並べて配置され、第２の環状溝２２０ｂが第１の環状溝２２０ａを囲むように配置される。環状溝２２０ａ、２２０ｂの平面視における中心位置はそれぞれ、基板支持面１１１ａにおける中心位置と同じであり、すなわち、環状溝２２０ａ、２２０ｂは同心円上に配置される。

[0040] 環状溝２２０ａ、２２０ｂはそれぞれ、断面視において矩形状を有する。環状溝２２０ａ、２２０ｂの断面形状は同じである。以下の説明において、環状溝２２０ａ、２２０ｂを、環状溝２２０と総称する場合がある。

[0041] 図５に示すように、環状溝２２０の深さＤ１（基板支持面１１１ａから環状溝２２０の底部までの深さ）は、基板接触部２１０の高さＨ１（基板支持面１１１ａから基板接触部２１０の上面までの高さ）以上である。また、環状溝２２０の深さＤ２（基板接触部２１０の上面から環状溝２２０の底部までの深さ）は、基板接触部２１０の高さＨ１の２倍以上である。例えば、基板接触部２１０の高さＨ１が５μｍ～２０μｍに対して、環状溝２２０の深

さＤ２は１０μｍ～４０μｍである。

[0042] 環状溝２２０の深さＤ１、Ｄ２の上限値は、特に限定されるものではない。例えば環状溝２２０は、その底部が静電電極２０１まで到達せず、且つ静電電極２０１の上面の僅かに上方に位置するまで鉛直下方に延在していてもよい。また例えば、環状溝２２０の深さＤ１は、基板接触部２１０の上面から静電電極２０１の上面までの距離Ｈ２の半分以下であってもよい。

[0043] 環状溝２２０の幅Ｅ１は、例えば０．３ｍｍ～１０ｍｍである。なお、環状溝２２０の幅Ｅ１も特に限定されるものではない。

[0044] 図３及び図４に示すように、第１の環状溝２２０ａには、少なくとも１つの第１のガス供給孔としての第１の伝熱ガス供給孔２３０ａが形成される。第１の伝熱ガス供給孔２３０ａは、第１の環状溝２２０ａの底部からチャック本体部２００を貫通して形成される。第１の伝熱ガス供給孔２３０ａには、少なくとも１つの第１のガス供給路としての第１の伝熱ガス供給路２３１ａが接続され、さらに第１の伝熱ガス供給路２３１ａは伝熱ガス供給源２３２に連通している。第１の伝熱ガス供給路２３１ａには、伝熱ガス供給源２３２側から少なくとも１つの第１の制御バルブ２３３ａと第１の圧力計２３４ａが設けられる。第１の制御バルブ２３３ａの開度は、第１の圧力計２３４ａによって検出される圧力が所望の圧力になるように制御される。これにより、第１の制御バルブ２３３ａは、伝熱ガス供給源２３２から第１の伝熱ガス供給路２３１ａを介して供給される伝熱ガスの流量又は圧力を制御するように構成される。なお、第１の制御バルブ２３３ａと第１の圧力計２３４ａは一体として設けられてもよい。そして、伝熱ガス供給源２３２から供給された伝熱ガスは、第１の伝熱ガス供給路２３１ａ及び第１の伝熱ガス供給孔２３０ａを介して第１の環状溝２２０ａに供給され、当該第１の環状溝２２０ａに沿って周方向に拡散する。また伝熱ガスは、基板Ｗの裏面と基板支持面１１１ａとの空間（以下、「伝熱空間」という。）にも供給される。

[0045] 第２の環状溝２２０ｂには、少なくとも１つの第２のガス供給孔としての第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂが形成される。第２の伝熱ガス供給孔２３０

ｂは、第２の環状溝２２０ｂの底部からチャック本体部２００を貫通して形成される。第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂには、少なくとも１つの第２のガス供給路としての第２の伝熱ガス供給路２３１ｂが接続され、さらに第２の伝熱ガス供給路２３１ｂは伝熱ガス供給源２３２に連通している。第２の伝熱ガス供給路２３１ｂには、伝熱ガス供給源２３２側から少なくとも１つの第２の制御バルブ２３３ｂと第２の圧力計２３４ｂが設けられる。第２の制御バルブ２３３ｂと第２の圧力計２３４ｂはそれぞれ、第１の制御バルブ２３３ａと第１の圧力計２３４ａと同様の構成を有し、第２の制御バルブ２３３ｂは伝熱ガスの流量又は圧力を制御するように構成される。そして第１の環状溝２２０ａと同様に、伝熱ガス供給源２３２から第２の伝熱ガス供給路２３１ｂ及び第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂを介して供給された伝熱ガスは、第２の環状溝２２０ｂに沿って周方向に拡散するとともに、伝熱空間にも供給される。

[0046] なお、本実施形態では伝熱ガス供給路２３１ａ、２３１ｂは合流して共通の伝熱ガス供給源２３２に連通していたが、それぞれ個別の伝熱ガス供給源に連通していてもよい。また、本実施形態では制御バルブ２３３ａ、２３３ｂを用いて伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂから供給される伝熱ガスの流量又は圧力を制御したが、これに加えて、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂの径を変更することで伝熱ガスの流量又は圧力を制御してもよい。なお、伝熱ガス（バックサイドガス）には、例えばヘリウムガスが用いられる。また、以下の説明において、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂを伝熱ガス供給孔２３０と総称し、伝熱ガス供給路２３１ａ、２３１ｂを伝熱ガス供給路２３１と総称し、制御バルブ２３３ａ、２３３ｂを制御バルブ２３３と総称し、圧力計２３４ａ、２３４ｂを圧力計２３４と総称する場合がある。

[0047] チャック本体部２００の基板支持面１１１ａには、後述するように圧力調整溝として機能する中間溝２４０が形成される。中間溝２４０は、基板支持面１１１ａから窪んで環状、本実施形態では円環状に形成される。中間溝２４０は、第１の環状溝２２０ａと第２の環状溝２２０ｂの間に配置される。

中間溝２４０の平面視における中心位置はそれぞれ、基板支持面１１１ａにおける中心位置と同じであり、すなわち、環状溝２２０ａ、２２０ｂ及び中間溝２４０は同心円上に配置される。

[0048] 中間溝２４０は、断面視において矩形状を有する。図５に示すように、中間溝２４０の深さＤ３（基板接触部２１０の上面から中間溝２４０の底部までの深さ）は、環状溝２２０の深さＤ２（基板接触部２１０の上面から環状溝２２０の底部までの深さ）より小さい。例えば、基板接触部２１０の高さＨ１が５μｍ～２０μｍに対して、中間溝２４０の深さＤ３は１０μｍ～３０μｍである。

[0049] 中間溝２４０の幅Ｅ２は、環状溝２２０の幅Ｅ１以上である。例えば、中間溝２４０の幅Ｅ２は１０ｍｍ～５０ｍｍである。なお、中間溝２４０の幅Ｅ２は特に限定されるものではない。

[0050] 図３及び図４に示すように、環状溝２２０ａ、２２０ｂ及び中間溝２４０によって、基板支持面１１１ａが７つの領域Ｒ１～Ｒ７に区画される。第１の領域Ｒ１は、第１の環状溝２２０ａの径方向内側の円形の領域である。第２の領域Ｒ２は、第１の環状溝２２０ａが形成された環状の領域である。第３の領域Ｒ３は、第１の環状溝２２０ａと中間溝２４０の間の環状の領域である。第４の領域Ｒ４は、中間溝２４０が形成された環状の領域である。第５の領域Ｒ５は、中間溝２４０と第２の環状溝２２０ｂの間の環状の領域である。第６の領域Ｒ６は、第２の環状溝２２０ｂが形成された環状の領域である。第７の領域Ｒ７は、第２の環状溝２２０ｂと外周接触部２１１の間の環状の領域である。各領域Ｒ１、Ｒ３、Ｒ５、Ｒ７には、上述した複数の基板接触部２１０が配置される。

[0051] 例えば、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂから供給される伝熱ガスの圧力が異なる場合、７つの領域Ｒ１～Ｒ７毎に伝熱空間の圧力が制御される。図５は、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂからの伝熱ガスの圧力Ｐ２が第１の伝熱ガス供給孔２３０ａからの圧力Ｐ１より高い場合において、領域Ｒ１～Ｒ７の伝熱空間の圧力を示す説明図である。なお、図５のグラフにおいて、

縦軸は伝熱空間の圧力を示し、横軸は基板Ｗの特定方向における径方向位置を示す。

[0052] 第１の環状溝２２０ａの径方向内側の伝熱空間、すなわち第１の領域Ｒ１及び第２の領域Ｒ２の伝熱空間には、第１の伝熱ガス供給孔２３０ａから伝熱ガスが拡散する。そして、これら第１の領域Ｒ１及び第２の領域Ｒ２における伝熱空間の圧力は、第１の伝熱ガス供給孔２３０ａからの伝熱ガスの圧力Ｐ１と略同一になる。

[0053] 第２の環状溝２２０ｂの径方向外側の伝熱空間、すなわち第６の領域Ｒ６及び第７の領域Ｒ７の伝熱空間には、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂから伝熱ガスが拡散する。そして、これら第６の領域Ｒ６及び第７の領域Ｒ７における伝熱空間の圧力は、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂからの伝熱ガスの圧力Ｐ２と略同一になる。

[0054] 上述したように第１の環状溝２２０ａに沿って周方向に伝熱ガスが拡散し、第２の環状溝２２０ｂに沿って周方向に伝熱ガスが拡散する。第１の環状溝２２０ａと第２の環状溝２２０ｂの間の伝熱空間、すなわち領域Ｒ３～Ｒ５の伝熱空間と、径方向内側の領域Ｒ１、Ｒ２の伝熱空間との間では、伝熱空間におけるガスコンダクタンスが低くなり、差圧が発生する。同様に、領域Ｒ３～Ｒ５の伝熱空間と、径方向外側の領域Ｒ６、Ｒ７の伝熱空間との間でも、伝熱空間におけるガスコンダクタンスが低くなり、差圧が発生する。すなわち、領域Ｒ３～Ｒ５の伝熱空間の圧力は、径方向外側から内側に向けて、Ｐ２からＰ１に変化する。

[0055] 第４の領域Ｒ４には中間溝２４０が形成されており、この中間溝２４０により伝熱空間の圧力の径方向変化（以下、「圧力勾配」という。）が小さいか、略一定になる。すなわち、領域Ｒ３～Ｒ５において径方向外側から内側に向けて、第５の領域Ｒ５の伝熱空間において圧力勾配が大きく、第４の領域Ｒ４の伝熱空間において圧力勾配が小さく、第３の領域Ｒ３の伝熱空間において圧力勾配が大きくなる。

[0056] 以上のように本実施形態によれば、領域Ｒ３～Ｒ５の伝熱空間と領域Ｒ１

、Ｒ２の伝熱空間との間で差圧を発生させることができ、領域Ｒ３～Ｒ５の伝熱空間と領域Ｒ６、Ｒ７の伝熱空間との間でも差圧を発生させることができる。その結果、領域Ｒ１～Ｒ７の伝熱空間の圧力を制御して、領域Ｒ１～Ｒ７毎に基板Ｗの温度を制御することができる。この際、環状溝２２０ａ、２２０ｂを形成することによって、基板Ｗに接触することなく上記差圧を発生させることができるので、従来のようにシールバンドが基板に接触する場合に生じる局所的な温度特異点が生じ得ない。従って、本実施形態によれば、基板Ｗの温度制御性を向上させることができ、基板面内におけるプラズマ処理の均一性を向上させることができる。

[0057] なお、このように本実施形態によれば、基板支持面１１１ａを領域Ｒ１～Ｒ７に区画する際、基板Ｗに接触しないので、従来のシールバンドのように消耗して形状が変化することがない。このため、経時変化が生じにくく、領域Ｒ１～Ｒ７の伝熱空間での圧力を適切に制御することができる。

[0058] ここで、領域Ｒ３～Ｒ５の領域に中間溝２４０を形成しない場合、当該領域Ｒ３～Ｒ５の伝熱空間の圧力は、径方向外側から内側に向けて、一定の圧力勾配となる。この点、本実施形態によれば、領域Ｒ３～Ｒ５の領域において、第４の領域Ｒ４に中間溝２４０が形成されるため、中間溝２４０において伝熱ガスの流れを変化させることができ、該第４の領域Ｒ４では伝熱空間の圧力勾配を小さくすることができる。従って、伝熱空間の径方向の圧力分布をさらに精密に制御することができる。その結果、基板Ｗの温度制御性をさらに向上させることができ、基板面内におけるプラズマ処理の均一性をさらに向上させることができる。

[0059] シミュレーションにおいては、比較例として領域Ｒ３～Ｒ５の領域に中間溝２４０を形成しない場合、当該領域Ｒ３～Ｒ５の領域において伝熱空間の圧力勾配を制御することはできなかった。一方、実施例として、領域Ｒ３～Ｒ５の領域に中間溝２４０の位置を変更して設けたところ、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂから供給される伝熱ガスの圧力条件が同じでも、中間溝２４０の位置に応じて伝熱空間の圧力勾配を制御することができた。

[0060] しかも、領域Ｒ３～Ｒ５の領域では、環状溝２２０ａ、２２０ｂと同様の環状溝２２０を形成する必要がないため、当該環状溝２２０に伝熱ガスを供給するための伝熱ガス供給路２３１、制御バルブ２３３、圧力計２３４等の供給系が不要になる。従って、中間溝２４０を形成するという簡易な構造で、基板Ｗの温度制御性を向上させることができる。

[0061] なお、第４の領域Ｒ４の伝熱空間の圧力勾配は、中間溝２４０の深さＤ３で制御することができる。例えば、中間溝２４０の深さＤ３が大きい場合、第４の領域Ｒ４の伝熱空間の圧力勾配は小さくなる。一方例えば、中間溝２４０の深さＤ３が小さい場合、第４の領域Ｒ４の伝熱空間の圧力勾配は大きくなる。そして基板Ｗに要求される仕様に応じて、第４の領域Ｒ４の伝熱空間の圧力勾配が決定され、中間溝２４０の深さＤ３が決定される。

[0062] また、本実施形態のように中間溝２４０の深さＤ３が環状溝２２０の深さＤ２半分程度の場合、上述した中間溝２４０の効果、すなわち第４の領域Ｒ４の伝熱空間の圧力勾配を十分に小さく制御できる効果を発揮できることが分かった。

[0063] また、本実施形態では、中間溝２４０の深さＤ３は環状溝２２０の深さＤ２より小さいが、中間溝２４０の深さＤ３と環状溝２２０の深さＤ２は同一であってもよい。かかる場合であっても、上述した効果、すなわち第４の領域Ｒ４の伝熱空間の圧力勾配を制御できる効果を発揮できる。なお、中間溝２４０の深さＤ３の上限値は特に限定されないが、付加さＤ３が大きすぎると異常放電が発生する懸念があるため、このような異常放電を抑制できる程度にするのが好ましい。

[0064] なお、第４の領域Ｒ４の伝熱空間の圧力勾配は、中間溝２４０の幅Ｅ２も影響する。例えば、中間溝２４０の幅Ｅ２が小さい場合、第４の領域Ｒ４の伝熱空間の圧力勾配は大きくなる。一方例えば、中間溝２４０の幅Ｅ２が大きい場合、第４の領域Ｒ４の伝熱空間の圧力勾配は小さくなる。

[0065] また、本実施形態によれば、環状溝２２０ａ、２２０ｂにおいて伝熱ガスが周方向に沿って拡散するため、基板Ｗにおける周方向の温度均一性も向上

させることができる。

[0066] また、本実施形態によれば、基板支持面１１１ａの最外周部に基板Ｗと接触する外周接触部２１１が設けられるので、外周接触部２１１の径方向内側の伝熱空間に伝熱ガスが供給されても、当該伝熱ガスが伝熱空間の外部に流出するのを抑制することができる。

[0067] ＜第１の実施形態の変形例＞

以上の実施形態の静電チャック１１４において、図５に示すように基板接触部２１０は、中間溝２４０に設けられていてもよい。かかる場合、例えば中間溝２４０の幅Ｅ２が大きい場合であっても、基板接触部２１０によって基板Ｗを適切に支持することができる。

[0068] 以上の実施形態の静電チャック１１４の基板支持面１１１ａには、第１の環状溝２２０ａと第２の環状溝２２０ｂの間に円環状の中間溝２４０が形成されたが、中間溝２４０の数や配置、形状はこれに限定されない。

[0069] 例えば図６に示すように基板支持面１１１ａにおいて、第１の環状溝２２０ａと第２の環状溝２２０ｂの間に第１の中間溝２４０ａが形成され、第２の環状溝２２０ｂの径方向外側に第２の中間溝２４０ｂが形成されてもよい。また、基板支持面１１１ａにおいて、第１の環状溝２２０ａと第２の環状溝２２０ｂの間には中間溝２４０が形成されず、第２の環状溝２２０ｂの径方向外側のみに円環状の中間溝２４０が形成されてもよい。換言すれば、中間溝２４０は、環状溝２２０の内周側に形成されてもよいし、外周側に形成されてもよい。

[0070] また、基板支持面１１１ａにおいて、第１の環状溝２２０ａと第２の環状溝２２０ｂの間に複数の中間溝２４０が形成されてもよい。同様に、基板支持面１１１ａにおいて、第２の環状溝２２０ｂの径方向外側に複数の中間溝２４０が形成されてもよい。以上のように、中間溝２４０がいずれの数や配置でも、上記実施形態と同様の効果を享受することができ、すなわち中間溝２４０が形成された領域の伝熱空間の圧力勾配を制御することができる。

[0071] 以上の実施形態では、中間溝２４０は断面視において矩形状を有していた

が、中間溝２４０の断面形状はこれに限定されない。例えば中間溝２４０は断面視において五角形状を有し、当該中間溝２４０の底部は鉛直方向に突出してもよい。また、中間溝２４０の底面は、鉛直方向に突出して湾曲してもよい。いずれの場合でも、上述した中間溝２４０の効果を享受することができる。

[0072] 以上の実施形態では、中間溝２４０は円環状に形成されていたが、中間溝２４０の平面形状はこれに限定されず、環状であればよい。中間溝２４０は、多角形状であってもよく、基板支持面１１１ａの中心位置と異なる中心非対称形状であってもよい。いずれの場合でも、上述した中間溝２４０の効果を享受することができる。

[0073] 以上の実施形態では、中間溝２４０は連続した環状であったが、一部が不連続になっていてもよい。この際、中間溝２４０の１箇所が不連続になっていてもよいし、複数箇所が不連続になっていてもよい。このように中間溝２４０が周方向に分割された複数のセグメントにより構成されていてもよく、中間溝２４０が全体として環状に形成されていれば、上述した中間溝２４０の効果を享受することができる。

[0074] 以上の実施形態の基板支持面１１１ａには、第１の環状溝２２０ａと第２の環状溝２２０ｂが形成されたが、環状溝２２０の数や配置、形状はこれに限定されない。

[0075] ＜第２の実施形態＞

次に、第２の実施形態にかかる静電チャック１１４の構成について説明する。第２の実施形態では、複数の環状溝２２０における複数の伝熱ガス供給孔２３０の配置を最適化する。

[0076] 図７は、基板支持面１１１ａに２つの第１の環状溝２２０ａと第２の環状溝２２０ｂが形成された例を示す。なお、図７では、説明を容易にするため、基板接触部２１０の図示を省略する。第１の環状溝２２０ａと第２の環状溝２２０ｂは、径方向に内側から外側に向けてこの順で並べて配置され、且つ、同心円状に配置される。第１の環状溝２２０ａには、複数、例えば６つ

の第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１～２３０ａ６が周方向に等間隔で形成される。第２の環状溝２２０ｂには、複数、例えば６つの第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１～２３０ｂ６が周方向に等間隔で形成される。

[0077] 第１の伝熱ガス供給孔２３０ａは、周方向に隣接して配置される２つの第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂから等距離の位置に配置される。例えば、第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１は、周方向に隣接して配置される第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１と第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ２から等距離Ｌ１の位置に配置される。同様に、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂは、周方向に隣接して配置される２つの第１の伝熱ガス供給孔２３０ａから等距離の位置に配置される。なお、以下の説明において、このような伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂの配置を等距離配置という場合がある。かかる場合、６つの第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１～２３０ａ６と６つの第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１～２３０ｂ６は、いわゆる千鳥状に配置される。

[0078] また図８は、基板支持面１１１ａに３つの第１の環状溝２２０ａ、第２の環状溝２２０ｂ及び第３の環状溝２２０ｃが形成された例を示す。なお、図８でも、説明を容易にするため、基板接触部２１０の図示を省略する。第１の環状溝２２０ａ、第２の環状溝２２０ｂ及び第３の環状溝２２０ｃは、径方向に内側から外側に向けてこの順で並べて配置され、且つ、同心円状に配置される。第１の環状溝２２０ａには、複数、例えば６つの第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１～２３０ａ６が周方向に等間隔で形成される。第２の環状溝２２０ｂには、複数、例えば６つの第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１～２３０ｂ６が周方向に等間隔で形成される。第３の環状溝２２０ｃには、複数、例えば６つの第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃ１～２３０ｃ６が周方向に等間隔で形成される。

[0079] 第１の伝熱ガス供給孔２３０ａは、周方向に隣接して配置される２つの第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂから等距離の位置に配置される。例えば、第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１は、周方向に隣接して配置される第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１と第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ２から等距離Ｌ２の位

置に配置される。同様に、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂは、周方向に隣接して配置される２つの第１の伝熱ガス供給孔２３０ａから等距離の位置に配置される。

[0080] 第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂは、周方向に隣接して配置される２つの第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃから等距離の位置に配置される。例えば、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１は、周方向に隣接して配置される第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃ１と第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃ２から等距離Ｌ３の位置に配置される。同様に、第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃは、周方向に隣接して配置される２つの第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂから等距離の位置に配置される。

[0081] 以上のように伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃの配置は等距離配置である。そしてかかる場合、６つの第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１～２３０ａ６、６つの第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１～２３０ｂ６及び６つの第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃ１～２３０ｃ６は、いわゆる千鳥状に配置される。

[0082] ここで、本実施形態の効果について、図９に示す比較例を用いて説明する。なお、図９でも、説明を容易にするため、基板接触部２１０の図示を省略する。図９に示す例では、図８と同様に基板支持面１１１ａに３つの第１の環状溝２２０ａ、第２の環状溝２２０ｂ及び第３の環状溝２２０ｃが形成されるが、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃの配置が等距離配置になっていない。例えば、第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１と第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１の間の距離Ｌ２１と、第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１と第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ２の間の距離Ｌ２２は異なり、距離Ｌ２１は距離Ｌ２２より小さい。また例えば、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１と第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃ１の間の距離Ｌ３１と、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１と第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃ２の間の距離Ｌ３２は異なり、距離Ｌ３１は距離Ｌ３２より小さい。なお、このような伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃの配置を不等距離配置という場合がある。

[0083] 図９に示す例においては、第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１と第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１の間の距離Ｌ２１が小さいため、第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１と第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１の間は、第１の伝熱ガス供給孔２３０ａ１と第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ２の間より伝熱ガスが流れやすくなる。このため、環状溝２２０ａの径方向内側の領域の伝熱空間と、環状溝２２０ａ、２２０ｂ間の領域の伝熱空間との間で差圧が発生しにくい。同様に、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１と第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃ１の間の距離Ｌ３１が小さいため、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１と第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃ１の間は、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂ１と第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃ２の間よりで伝熱ガスが流れやすくなる。このため、環状溝２２０ａ、２２０ｂ間の領域の伝熱空間と、環状溝２２０ｂ、２２０ｃ間の領域の伝熱空間との間で差圧が発生しにくい。従って、基板支持面１１１ａの伝熱空間の圧力を適切に制御することができない場合がある。

[0084] この点、本実施形態の図８に示したように伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂの配置を等距離配置とすると、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ間の距離Ｌ２を長くすることができる。このため、環状溝２２０ａの径方向内側の領域の伝熱空間と、環状溝２２０ａ、２２０ｂ間の領域の伝熱空間との間で差圧を大きくすることができる。また同様に、伝熱ガス供給孔２３０ｂ、２３０ｃの配置を等距離配置とすると、伝熱ガス供給孔２３０ｂ、２３０ｃ間の距離Ｌ３を長くすることができる。このため、環状溝２２０ａ、２２０ｂ間の領域の伝熱空間と、環状溝２２０ｂ、２２０ｃ間の領域の伝熱空間との間で差圧を大きくすることができる。従って、基板支持面１１１ａの伝熱空間の圧力を適切に制御することができる。

[0085] 次に、本実施形態の効果を検証した結果について説明する。図１０（ａ）に示す実施例は図８に示した伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃの配置が等距離配置の場合であり、図１０（ｂ）に示す比較例は図９に示した伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃの配置が不等距離配置の場

合である。そして、実施例と比較例において、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂから供給される伝熱ガスの圧力Ｐ２は、第１の伝熱ガス供給孔２３０ａと第３の伝熱ガス供給孔２３０ｃのそれぞれから供給される伝熱ガスの圧力Ｐ１より大きい。なお、図１０のグラフにおいて、縦軸は伝熱空間における圧力を示し、横軸は基板Ｗの特定方向における径方向位置を示す。

[0086] かかる場合、図１０（ｂ）に示すように不等距離配置の場合、伝熱空間の圧力のピークが、第２の環状溝２２０ｂから第３の環状溝２２０ｃ側にずれた位置となった。この伝熱空間の圧力分布は、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃから供給される伝熱ガスの圧力と異なる。従って、不等距離配置の場合、伝熱空間の圧力を適切に制御することができなかった。

[0087] この点、図１０（ａ）に示すように等距離配置の場合、伝熱空間の圧力のピークが、第２の環状溝２２０ｂの位置となった。この伝熱空間の圧力分布は、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃから供給される伝熱ガスの圧力と同じである。従って、等距離配置の場合、伝熱空間の圧力を適切に制御することができた。その結果、基板Ｗの温度を適切に制御することができた。

[0088] なお、図７及び図８に示した例では、伝熱ガス供給孔２３０の配置を等距離配置としたが、伝熱ガス供給孔２３０の配置はこれに限定されない。例えば、径方向に隣接する環状溝２２０の伝熱ガス供給孔２３０間の最小距離が、予め定められた閾値以上であれば、上述した本実施形態の効果を享受することができ、伝熱空間の圧力を適切に制御することができる。この閾値は、基板Ｗに要求される仕様に応じて決定され、領域間の差圧が基板Ｗの温度を適切に制御できる程度に発生すればよい。

[0089] また、図７及び図８に示した例では、伝熱ガス供給孔２３０の配置は千鳥状であったが、伝熱ガス供給孔２３０の配置はこれに限定されない。例えば、第１の環状溝２２０ａに形成される第１の伝熱ガス供給孔２３０ａの数と、第２の環状溝２２０ｂに形成される第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂの数が異なる場合、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂの配置は千鳥状の配置でな

くてもよい。上述したように、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂが等距離配置であるか、或いは伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ間の最小距離が予め定められた閾値以上であればよい。

[0090] また、図７及び図８に示した例ではそれぞれ、基板支持面１１１ａに２つ及び３つの環状溝２２０が形成されたが、環状溝２２０の数はこれらに限定されない。例えば基板支持面１１１ａには、４つ以上の環状溝２２０が設けられていてもよい。

[0091] また、図７及び図８に示した例では、環状溝２２０間に中間溝２４０が形成されていないが、第１の実施形態で示したように中間溝２４０が形成されていてもよい。かかる場合、伝熱空間の圧力をより適切に制御することができる。

[0092] ＜第３の実施形態＞

次に、第３の実施形態にかかる静電チャック１１４の構成について説明する。第３の実施形態では、環状溝２２０の内部に多孔質部材を設ける。

[0093] 図１１及び図１２に示すように、基板支持面１１１ａに設けられた３つの第１の環状溝２２０ａ、第２の環状溝２２０ｂ及び第３の環状溝２２０ｃのそれぞれの内部には、第１の多孔質部材３００ａ、第２の多孔質部材３００ｂ及び第３の多孔質部材３００ｃが設けられる。多孔質部材３００ａ、３００ｂ、３００ｃはそれぞれ、周方向に延在し、円環状に設けられる。なお、環状溝２２０ａ、２２０ｂ、２２０ｃはそれぞれ、図８に示した環状溝２２０ａ、２２０ｂ、２２０ｃと同様である。また、以下の説明において、多孔質部材３００ａ、３００ｂ、３００ｃを、多孔質部材３００と総称する場合がある。

[0094] 多孔質部材３００ａ、３００ｂ、３００ｃのそれぞれの上面は、基板接触部２１０の上面より低い。すなわち、静電チャック１１４で基板Ｗを支持する際に、多孔質部材３００ａ、３００ｂ、３００ｃは基板Ｗに接触しない。

[0095] 図１２に示すように、第１の多孔質部材３００ａと第２の多孔質部材３００ｂのそれぞれ下方には、第１の環状下溝３１０ａと第２の環状下溝３１０

ｂが形成される。また、図示はしないが、第３の多孔質部材３００ｃの下方にも、第３の環状下溝３１０ｃが形成される。環状下溝３１０ａ、３１０ｂ、３１０ｃはそれぞれ、環状溝２２０ａ、２２０ｂ、２２０ｃと同一形状を有し、円環状に形成される。また、環状下溝３１０ａ、３１０ｂ、３１０ｃのそれぞれには、図８に示した伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃが形成される。

[0096] 本実施形態によれば、第１の多孔質部材３００ａが周方向に延在して設けられているので、当該第１の多孔質部材３００ａの下方の第１の環状下溝３１０ａを流れる伝熱ガスの圧力が周方向に均一になる。同様に、多孔質部材３００ｂ、３００ｃの下方の環状下溝３１０ｂ、３１０ｃのそれぞれを流れる伝熱ガスの圧力も周方向に均一になる。

[0097] かかる場合、例えば図１２に示すように、多孔質部材３００ａ、３００ｂ間の伝熱空間と、多孔質部材３００ａの径方向内側の伝熱空間との間では、伝熱空間におけるガスコンダクタンスが低くなり、差圧が発生する。そうすると、第２の伝熱ガス供給孔２３０ｂからの伝熱ガスの圧力Ｐ２が第１の伝熱ガス供給孔２３０ａからの圧力Ｐ１より高い場合、多孔質部材３００ａ、３００ｂ間の伝熱空間の圧力は、径方向外側から内側に向けて、Ｐ２からＰ１に変化する。従って、本実施形態によれば、環状溝２２０ａ、２２０ｂ、２２０ｃがなくても、多孔質部材３００ａ、３００ｂ、３００ｃを設けることで、環状溝２２０ａ、２２０ｂ、２２０ｃによって得られる伝熱空間の圧力分布と同様の圧力分布を得ることができる。

[0098] また、環状溝２２０ａ、２２０ｂ、２２０ｃのそれぞれに多孔質部材３００ａ、３００ｂ、３００ｃを設けることによって、異常放電を抑制できるという副次的な効果も享受することができる。

[0099] ここで、多孔質部材３００の気孔率が４５％～７５％の場合、上述した効果、すなわち伝熱ガスの圧力が周方向に均一になる効果を享受できることが分かった。また、例えば静電チャック１１４に基板Ｗが支持されていない状態で、当該静電チャック１１４をプラズマによってドライクリーニングをす

る場合がある。かかる場合、多孔質部材３００がプラズマに曝されるため、多孔質部材３００には耐プラズマ性を有する材料を用いるのが好ましい。そこで以上を鑑みて、多孔質部材３００には、例えば図１０に示すポーラス材Ａ～Ｄが用いられる。なお、図１３に示すポーラス材Ａ～Ｄは一例であって、例えばポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）等の樹脂のポーラス体が用いられてもよい。

[0100] なお、本実施形態において、多孔質部材３００ａ、３００ｂ、３００ｃに用いられるポーラス材の気効率を変更してもよい。例えば、第２の多孔質部材３００ｂの気孔率を、第１の多孔質部材３００ａの気孔率より低くしてもよい。第１の多孔質部材３００ａの周方向長さに比して、第２の多孔質部材３００ｂの周方向長さが長い。このため、第２の多孔質部材３００ｂの気孔率を小さくした方が、当該第２の多孔質部材３００ｂから抜け出る伝熱ガスの量を抑えることができ、第２の環状下溝３１０ｂの圧力が周方向に均一になりやすい。同様に、例えば第３の多孔質部材３００ｃの気孔率を、第２の多孔質部材３００ｂの気孔率を低くしてもよい。

[0101] なお、図１１に示した例では、３つの環状溝２２０ａ、２２０ｂ、２２０ｃのすべてに多孔質部材３００ａ、３００ｂ、３００ｃが設けられたが、少なくともいずれかの環状溝２２０に多孔質部材３００が設けられればよい。少なくとも１つの多孔質部材３００が設けられれば、上述した効果を享受することができる。

[0102] また、図１１に示した例では、基板支持面１１１ａに３つの環状溝２２０が形成されたが、環状溝２２０の数はこれらに限定されない。例えば基板支持面１１１ａには、２つ又は４つ以上の環状溝２２０が形成されていてもよい。

[0103] また、図１１に示した例では、環状溝２２０間に中間溝２４０が形成されていないが、第１の実施形態で示したように中間溝２４０が形成されていてもよい。かかる場合、伝熱空間の圧力をより適切に制御することができる。

[0104] また、図１１に示した例では、第２の実施形態で示したように伝熱ガス供

給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃの配置が等距離配置（千鳥配置）であったが、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃの配置はこれに限定されない。多孔質部材３００ａ、３００ｂ、３００ｃによって伝熱ガスの圧力が周方向に均一になるので、伝熱ガス供給孔２３０ａ、２３０ｂ、２３０ｃは少なくとも１つ形成されていればよい。

[0105] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。例えば、上記実施形態の構成要件は任意に組み合わせることができる。当該任意の組み合せからは、組み合わせにかかるそれぞれの構成要件についての作用及び効果が当然に得られるとともに、本明細書の記載から当業者には明らかな他の作用及び他の効果が得られる。

[0106] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、又は、上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0107] なお、以下のような構成例も本開示の技術的範囲に属する。

（１）

基板処理チャンバと、

前記基板処理チャンバ内に配置され、少なくとも１つの第１のガス供給路と少なくとも１つの第２のガス供給路とを有する基板支持部であり、

基台と、

前記基台上に配置され、上面を有する静電チャックであり、

前記上面には、

複数の突起と、

第１の環状溝と、

前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、

前記第１の環状溝と前記第２の環状溝との間に配置され、前記第１の環状溝

及び前記第２の環状溝より浅い環状の中間溝と、が形成され、
前記第１の環状溝が少なくとも１つの第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、
前記第２の環状溝が少なくとも１つの第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通している、前記静電チャックと、を有する、前記基板支持部と、
前記少なくとも１つの第１のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第１の制御バルブと、
前記少なくとも１つの第２のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第２の制御バルブと、
を備える、基板処理装置。
（２）
前記第１のガス供給孔は前記第１の環状溝に複数形成され、
前記第２のガス供給孔は前記第２の環状溝に複数形成され、
前記第１のガス供給孔は、周方向に隣接して配置される２つの前記第２のガス供給孔から等距離の位置に形成される、前記（１）に記載の基板処理装置。
（３）
前記中間溝の幅は、前記第１の環状溝の幅及び第２の環状溝の幅以上である、前記（１）又は（２）に記載の基板処理装置。
（４）
前記中間溝には前記複数の突起が設けられる、前記（１）～（３）のいずれかに記載の基板処理装置。
（５）
前記上面は、前記第１の環状溝及び前記第２の環状溝を囲む環状の外周突起を有する、前記（１）～（４）のいずれかに記載の基板処理装置。
（６）
前記第１の環状溝と前記第２の環状溝の少なくとも一方の内部には多孔質部

材が設けられる、前記（１）～（５）のいずれかに記載の基板処理装置。

（７）

前記多孔質部材の下方には環状下溝が配置され、

前記環状下溝には、前記少なくとも１つの第１のガス供給孔と前記少なくとも１つの第２のガス供給孔の少なくとも一方が形成される、前記（６）に記載の基板処理装置。

（８）

前記多孔質部材は前記第１の環状溝と前記第２の環状溝の両方の内部に設けられ、

前記第２の環状溝の内部に設けられる前記多孔質部材の気孔率は、前記第１の環状溝の内部に設けられる前記多孔質部材の気孔率より低い、前記（６）又は（７）に記載の基板処理装置。

（９）

基板処理チャンバと、

前記基板処理チャンバ内に配置され、少なくとも１つのガス供給路を有する基板支持部であり、

基台と、

前記基台上に配置され、上面を有する静電チャックであり、

前記上面には、

複数の突起と、

環状溝と、

前記環状溝の径方向内側と径方向外側の少なくとも一方に配置され、前記環状溝より浅い環状の中間溝と、が形成され、

前記環状溝が少なくとも１つのガス供給孔を介して前記少なくとも１つのガス供給路に連通している、前記静電チャックと、を有する、前記基板支持部と、

前記少なくとも１つのガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの制御バルブと、

を備える、基板処理装置。

（１０）

基板処理チャンバと、

前記基板処理チャンバ内に配置され、少なくとも１つの第１のガス供給路と少なくとも１つの第２のガス供給路とを有する基板支持部であり、

基台と、

前記基台上に配置され、上面を有する静電チャックであり、

前記上面には、

複数の突起と、

第１の環状溝と、

前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、が形成され、

前記第１の環状溝が複数の第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、

前記第２の環状溝が複数の第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通している、前記静電チャックと、を有する、前記基板支持部と、

前記少なくとも１つの第１のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第１の制御バルブと、

前記少なくとも１つの第２のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第２の制御バルブと、を備え、

前記第１のガス供給孔は、周方向に隣接して配置される２つの前記第２のガス供給孔から等距離の位置に設けられる、基板処理装置。

（１１）

基板処理チャンバと、

前記基板処理チャンバ内に配置され、少なくとも１つの第１のガス供給路と少なくとも１つの第２のガス供給路とを有する基板支持部であり、

基台と、

前記基台上に配置され、上面を有する静電チャックであり、

前記上面には、

複数の突起と、

第１の環状溝と、

前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、が形成され、

前記第１の環状溝が複数の第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、

前記第２の環状溝が複数の第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通している、前記静電チャックと、を有する、前記基板支持部と、

前記少なくとも１つの第１のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第１の制御バルブと、

前記少なくとも１つの第２のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第２の制御バルブと、を備え、

前記第１のガス供給孔と前記第２のガス供給孔の間の最小距離が予め定められた閾値以上である、基板処理装置。

（１２）

基板処理チャンバと、

前記基板処理チャンバ内に配置され、少なくとも１つの第１のガス供給路と少なくとも１つの第２のガス供給路とを有する基板支持部であり、

基台と、

前記基台上に配置され、上面を有する静電チャックであり、

前記上面は、

複数の突起と、

第１の環状溝と、

前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、

前記第１の環状溝の内部に設けられた第１の多孔質部材と、

前記第２の環状溝の内部に設けられた第２の多孔質部材と、を有し、
前記第１の環状溝が少なくとも１つの第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、
前記第２の環状溝が少なくとも１つの第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通している、前記静電チャックと、を有する、前記基板支持部と、
前記少なくとも１つの第１のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第１の制御バルブと、
前記少なくとも１つの第２のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第２の制御バルブと、
を備える、基板処理装置。
（１３）
上面、少なくとも１つの第１のガス供給路及び少なくとも１つの第２のガス供給路を有するチャック本体部を備え、
前記上面には、
複数の突起と、
第１の環状溝と、
前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、
前記第１の環状溝と前記第２の環状溝との間に配置され、前記第１の環状溝及び前記第２の環状溝より浅い環状の中間溝と、が形成され、
前記第１の環状溝が少なくとも１つの第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、
前記第２の環状溝が少なくとも１つの第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通している、静電チャック。
（１４）
前記第１のガス供給孔は前記第１の環状溝に複数形成され、
前記第２のガス供給孔は前記第２の環状溝に複数形成され、
前記第１のガス供給孔は、周方向に隣接して配置される２つの前記第２のガ

ス供給孔から等距離の位置に形成される、前記（１３）に記載の静電チャック。

（１５）

前記中間溝の幅は、前記第１の環状溝の幅及び第２の環状溝の幅以上である、前記（１３）又は（１４）に記載の静電チャック。

（１６）

前記中間溝には前記複数の突起が設けられる、前記（１３）～（１５）のいずれかに記載の静電チャック。

（１７）

前記上面は、前記第１の環状溝及び前記第２の環状溝を囲む環状の外周突起を有する、前記（１３）～（１６）のいずれかに記載の静電チャック。

（１８）

前記第１の環状溝と前記第２の環状溝の少なくとも一方の内部には多孔質部材が設けられる、前記（１３）～（１７）のいずれかに記載の静電チャック。

（１９）

前記多孔質部材の下方には環状下溝が配置され、

前記環状下溝には、前記少なくとも１つの第１のガス供給孔と前記少なくとも１つの第２のガス供給孔の少なくとも一方が形成される、前記（１８）に記載の静電チャック。

（２０）

前記多孔質部材は前記第１の環状溝と前記第２の環状溝の両方の内部に設けられ、

前記第２の環状溝の内部に設けられる前記多孔質部材の気孔率は、前記第１の環状溝の内部に設けられる前記多孔質部材の気孔率より低い、前記（１８）又は（１９）に記載の静電チャック。

（２１）

上面、少なくとも１つのガス供給路を有するチャック本体部を備え、

前記上面には、

複数の突起と、

環状溝と、

前記環状溝の径方向内側と径方向外側の少なくとも一方に配置され、前記環状溝より浅い環状の中間溝と、が形成され、

前記環状溝が少なくとも１つのガス供給孔を介して前記少なくとも１つのガス供給路に連通している、静電チャック。

（２２）

上面、少なくとも１つの第１のガス供給路及び少なくとも１つの第２のガス供給路を有するチャック本体部を備え、

前記上面には、

複数の突起と、

第１の環状溝と、

前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、が形成され、

前記第１の環状溝が複数の第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、

前記第２の環状溝が複数の第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通し、

前記第１のガス供給孔は、周方向に隣接して配置される２つの前記第２のガス供給孔から等距離の位置に設けられる、静電チャック。

（２３）

上面、少なくとも１つの第１のガス供給路及び少なくとも１つの第２のガス供給路を有するチャック本体部を備え、

前記上面には、

複数の突起と、

第１の環状溝と、

前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、が形成され、

前記第１の環状溝が複数の第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの

第１のガス供給路に連通し、

前記第２の環状溝が複数の第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通し、

前記第１のガス供給孔と前記第２のガス供給孔の間の最小距離が予め定められた閾値以上である、基板処理装置。

（２４）

上面、少なくとも１つの第１のガス供給路及び少なくとも１つの第２のガス供給路を有するチャック本体部を備え、

前記上面は、

複数の突起と、

第１の環状溝と、

前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、

前記第１の環状溝の内部に設けられた第１の多孔質部材と、

前記第２の環状溝の内部に設けられた第２の多孔質部材と、を有し、

前記第１の環状溝が少なくとも１つの第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、

前記第２の環状溝が少なくとも１つの第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通している、静電チャック。

符号の説明

[0108]

１	プラズマ処理装置
１０	プラズマ処理チャンバ
１１	基板支持部
１１１ａ	基板支持面
１１３	基台
１１４	静電チャック
２１０	基板接触部
２２０ａ	第１の環状溝
２２０ｂ	第２の環状溝

２３０ａ　第１の伝熱ガス供給孔

２３０ｂ　第２の伝熱ガス供給孔

２３１ａ　第１の伝熱ガス供給路

２３１ｂ　第２の伝熱ガス供給路

２３３ａ　第１の制御バルブ

２３３ｂ　第２の制御バルブ

２４０　中間溝

請求の範囲

[請求項1] 基板処理チャンバと、

前記基板処理チャンバ内に配置され、少なくとも１つの第１のガス供給路と少なくとも１つの第２のガス供給路とを有する基板支持部であり、

基台と、

前記基台上に配置され、上面を有する静電チャックであり、

前記上面には、

複数の突起と、

第１の環状溝と、

前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、

前記第１の環状溝と前記第２の環状溝との間に配置され、前記第１の環状溝及び前記第２の環状溝より浅い環状の中間溝と、が形成され、

前記第１の環状溝が少なくとも１つの第１のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、

前記第２の環状溝が少なくとも１つの第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通している、前記静電チャックと、を有する、前記基板支持部と、

前記少なくとも１つの第１のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第１の制御バルブと、

前記少なくとも１つの第２のガス供給路を介して供給されるガスの流量又は圧力を制御するように構成される少なくとも１つの第２の制御バルブと、

を備える、基板処理装置。

[請求項2] 前記第１のガス供給孔は前記第１の環状溝に複数形成され、

前記第２のガス供給孔は前記第２の環状溝に複数形成され、

前記第１のガス供給孔は、周方向に隣接して配置される２つの前記第

２のガス供給孔から等距離の位置に形成される、請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項3] 前記中間溝の幅は、前記第１の環状溝の幅及び第２の環状溝の幅以上である、請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項4] 前記中間溝には前記複数の突起が設けられる、請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項5] 前記上面は、前記第１の環状溝及び前記第２の環状溝を囲む環状の外周突起を有する、請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項6] 前記第１の環状溝と前記第２の環状溝の少なくとも一方の内部には多孔質部材が設けられる、請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項7] 前記多孔質部材の下方には環状下溝が配置され、

前記環状下溝には、前記少なくとも１つの第１のガス供給孔と前記少なくとも１つの第２のガス供給孔の少なくとも一方が形成される、請求項６に記載の基板処理装置。

[請求項8] 前記多孔質部材は前記第１の環状溝と前記第２の環状溝の両方の内部に設けられ、

前記第２の環状溝の内部に設けられる前記多孔質部材の気孔率は、前記第１の環状溝の内部に設けられる前記多孔質部材の気孔率より低い、請求項６に記載の基板処理装置。

[請求項9] 上面、少なくとも１つの第１のガス供給路及び少なくとも１つの第２のガス供給路を有するチャック本体部を備え、

前記上面には、

複数の突起と、

第１の環状溝と、

前記第１の環状溝を囲む第２の環状溝と、

前記第１の環状溝と前記第２の環状溝との間に配置され、前記第１の環状溝及び前記第２の環状溝より浅い環状の中間溝と、が形成され、

前記第１の環状溝が少なくとも１つの第１のガス供給孔を介して前記

少なくとも１つの第１のガス供給路に連通し、

前記第２の環状溝が少なくとも１つの第２のガス供給孔を介して前記少なくとも１つの第２のガス供給路に連通している、静電チャック。

[請求項10] 前記第１のガス供給孔は前記第１の環状溝に複数形成され、

前記第２のガス供給孔は前記第２の環状溝に複数形成され、

前記第１のガス供給孔は、周方向に隣接して配置される２つの前記第２のガス供給孔から等距離の位置に形成される、請求項９に記載の静電チャック。

[請求項11] 前記中間溝の幅は、前記第１の環状溝の幅及び第２の環状溝の幅以上である、請求項９に記載の静電チャック。

[請求項12] 前記中間溝には前記複数の突起が設けられる、請求項９に記載の静電チャック。

[請求項13] 前記上面は、前記第１の環状溝及び前記第２の環状溝を囲む環状の外周突起を有する、請求項９に記載の静電チャック。

[請求項14] 前記第１の環状溝と前記第２の環状溝の少なくとも一方の内部には多孔質部材が設けられる、請求項９に記載の静電チャック。

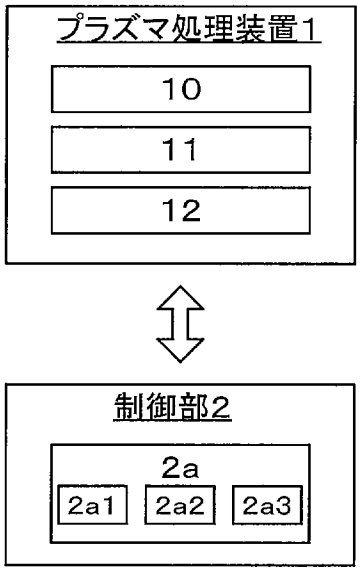
[請求項15] 前記多孔質部材の下方には環状下溝が配置され、

前記環状下溝には、前記少なくとも１つの第１のガス供給孔と前記少なくとも１つの第２のガス供給孔の少なくとも一方が形成される、請求項１４に記載の静電チャック。

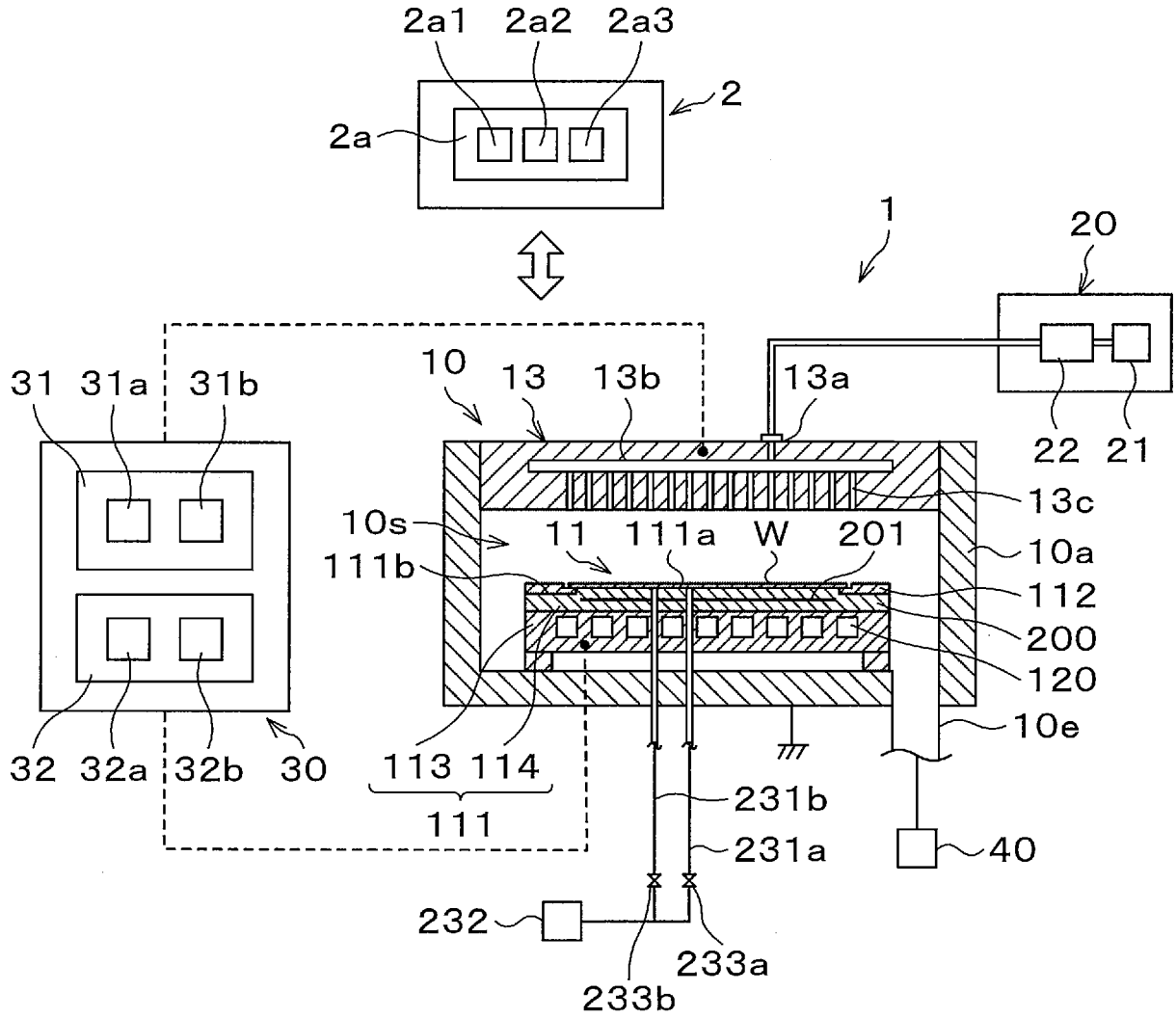
[請求項16] 前記多孔質部材は前記第１の環状溝と前記第２の環状溝の両方の内部に設けられ、

前記第２の環状溝の内部に設けられる前記多孔質部材の気孔率は、前記第１の環状溝の内部に設けられる前記多孔質部材の気孔率より低い、請求項１４に記載の静電チャック。

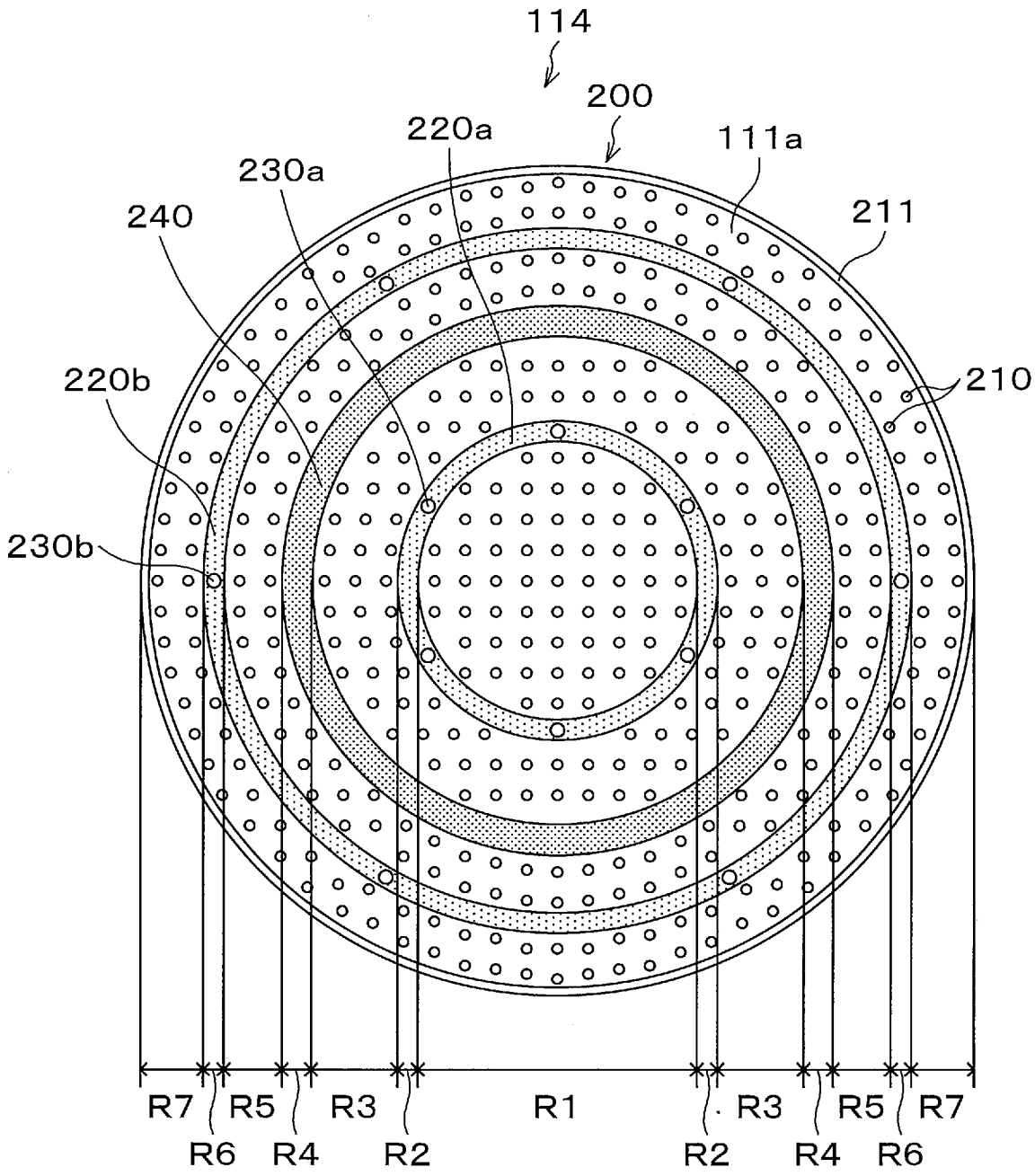
[図1]


プラズマ処理装置1
10
11
12
制御部2
2a
2a1
2a2
2a3

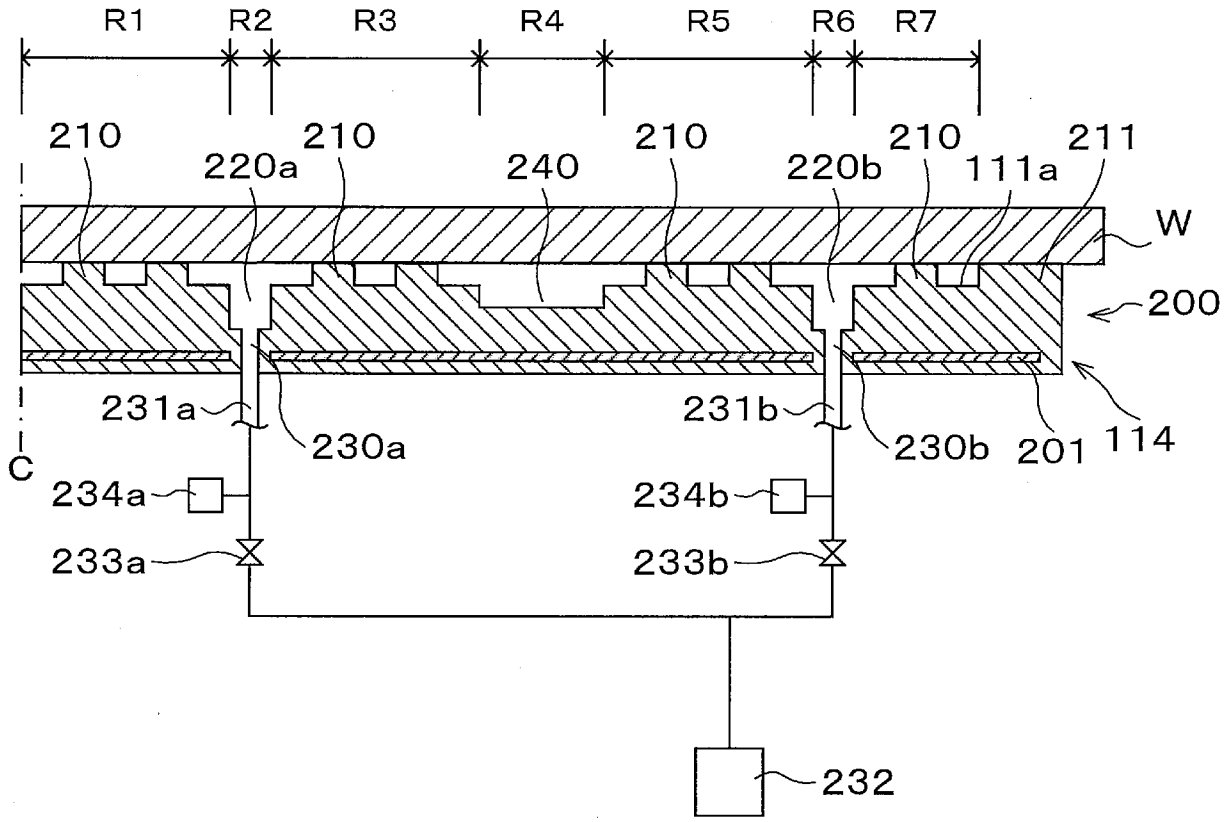
[図2]


2a1
2a2
2a3
2
2a
1
20
31
31a
31b
10
13
13b
13a
22
21
13c
10s
11
111a
W
201
10a
111b
112
200
120
10e
32
32a
32b
30
113
114
111
231b
231a
40
232
233a
233b

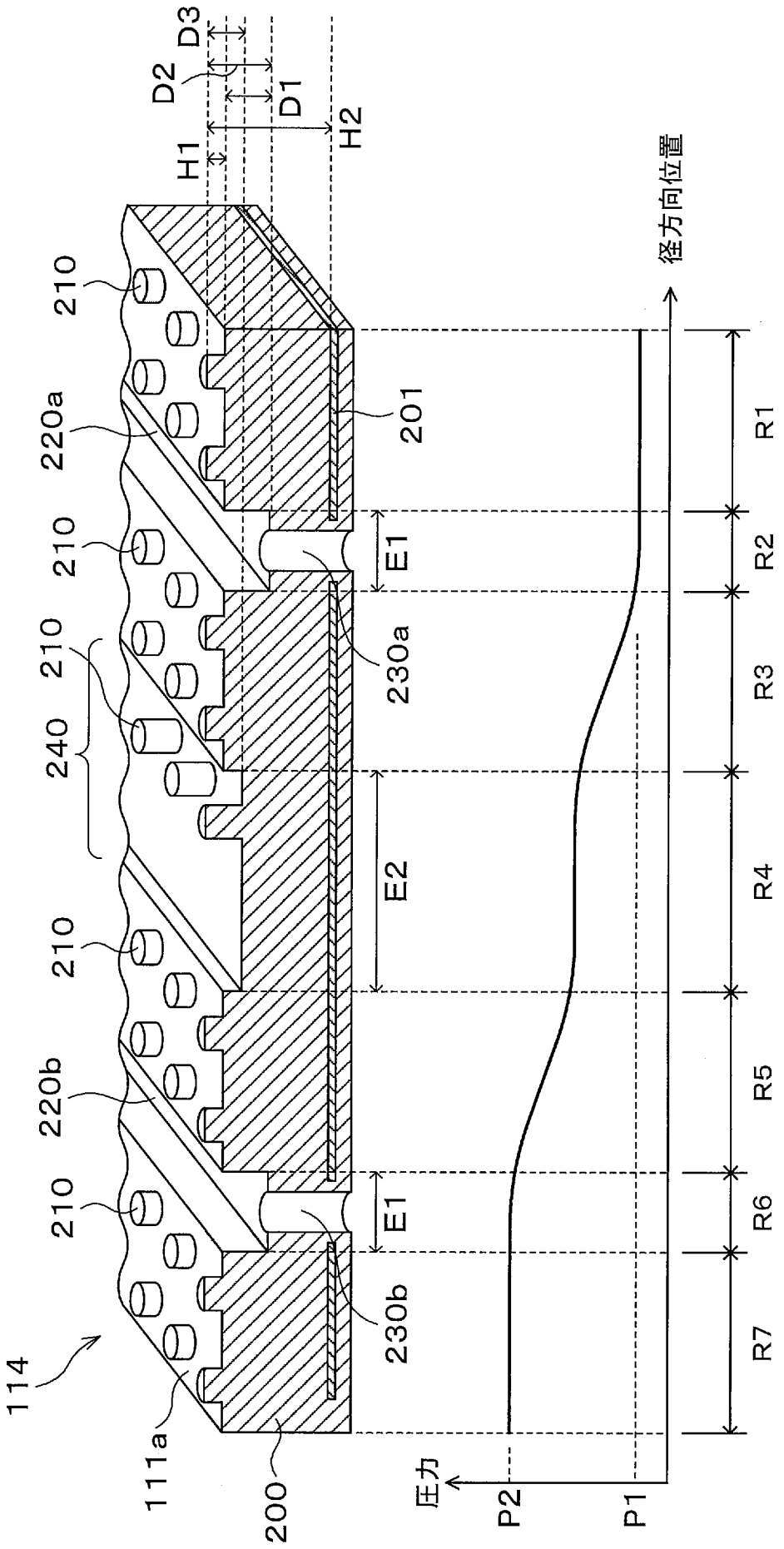
[図3]


114
200
220a
111a
230a
240
211
220b
210
230b
R7
R5
R3
R1
R3
R5
R7
R6
R4
R2
R2
R4
R6

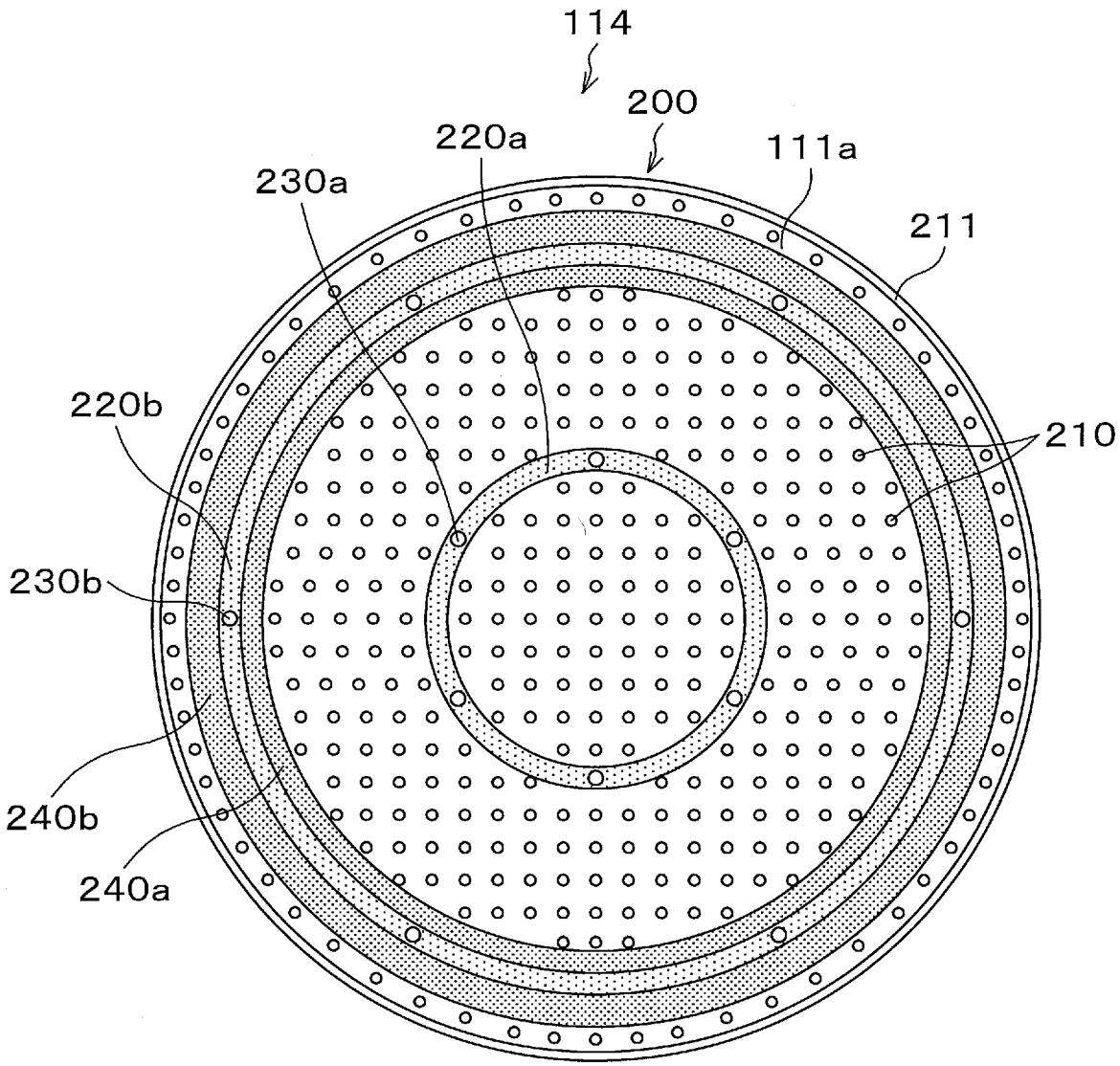
[図4]


R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
210
210
210
210
211
220a
240
220b
111a
W
200
231a
231b
230a
230b
201
114
C
234a
234b
233a
233b
232

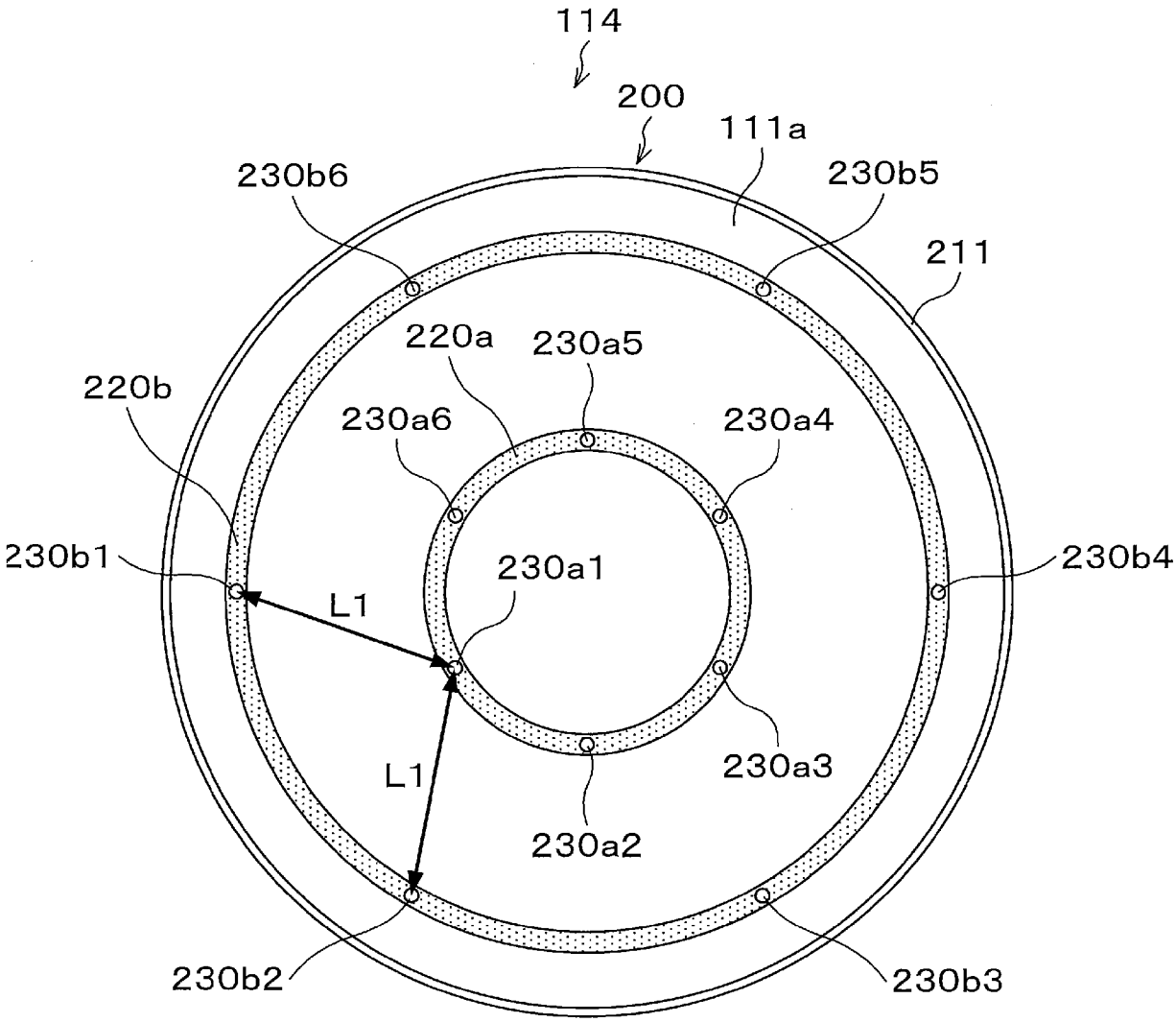
[図5]


D3
D2
D1
H2
H1
径方向位置
210
220a
201
210
E1
230a
210
240
210
E2
210
220b
210
E1
230b
114
111a
200
圧力
P2
P1
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7

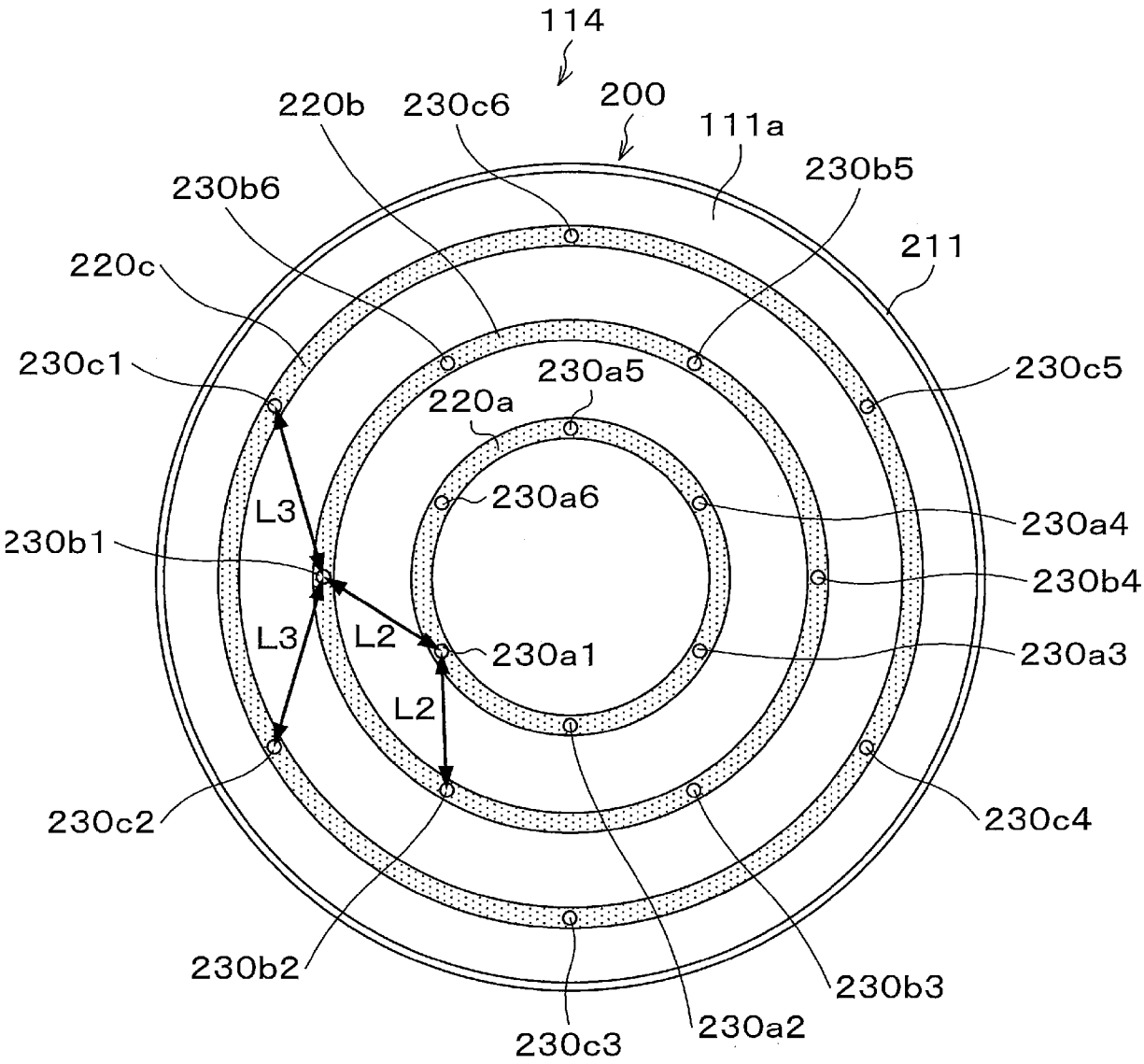
[図6]



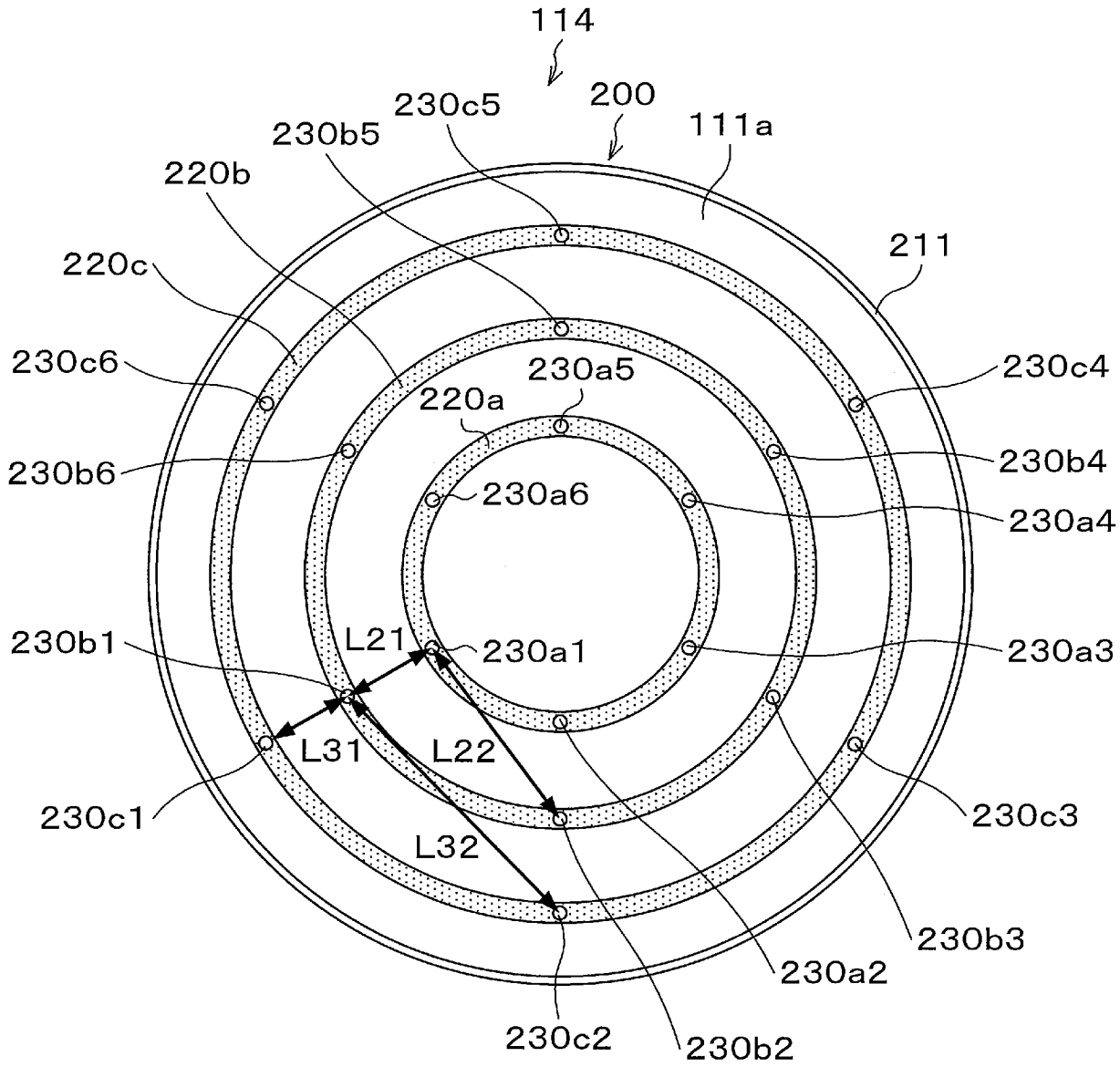
[図7]


114
200
111a
230b6
230b5
211
220a
230a5
220b
230a6
230a4
230b1
230a1
230b4
L1
L1
230a3
230a2
230b2
230b3

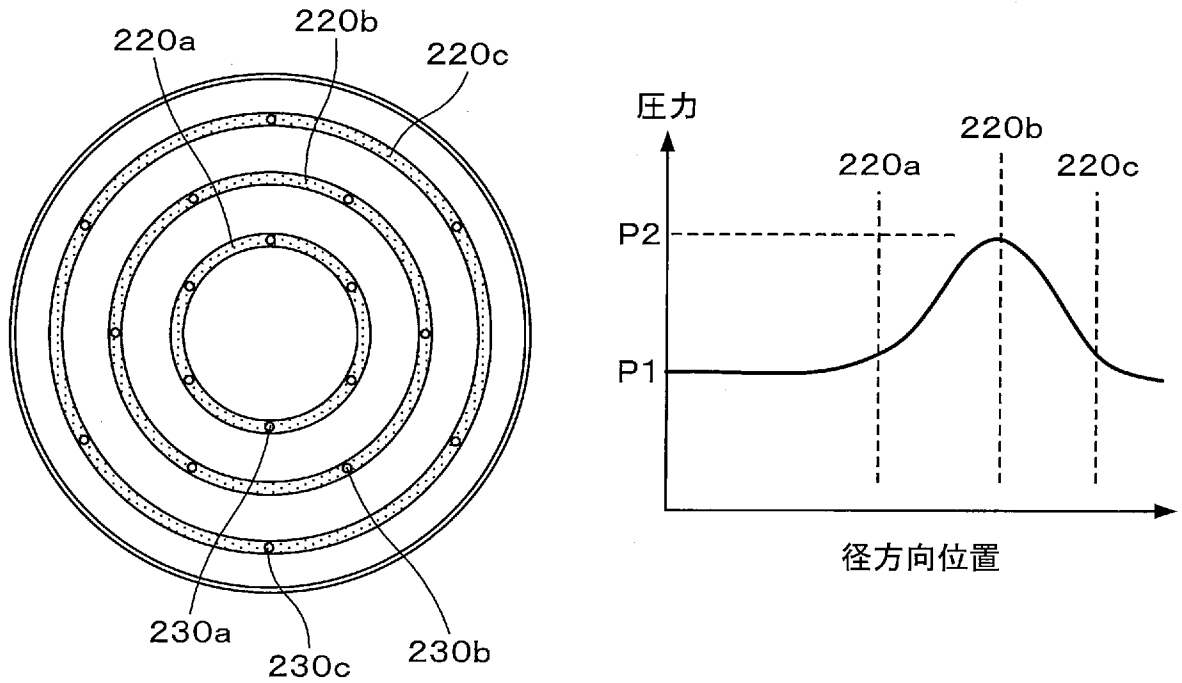
[図8]


114
200
220b
230c6
111a
230b5
230b6
211
220c
230c1
230a5
230c5
220a
230a6
230a4
L3
230b1
230b4
L3
L2
230a1
230a3
L2
230c2
230c4
230b2
230b3
230c3
230a2

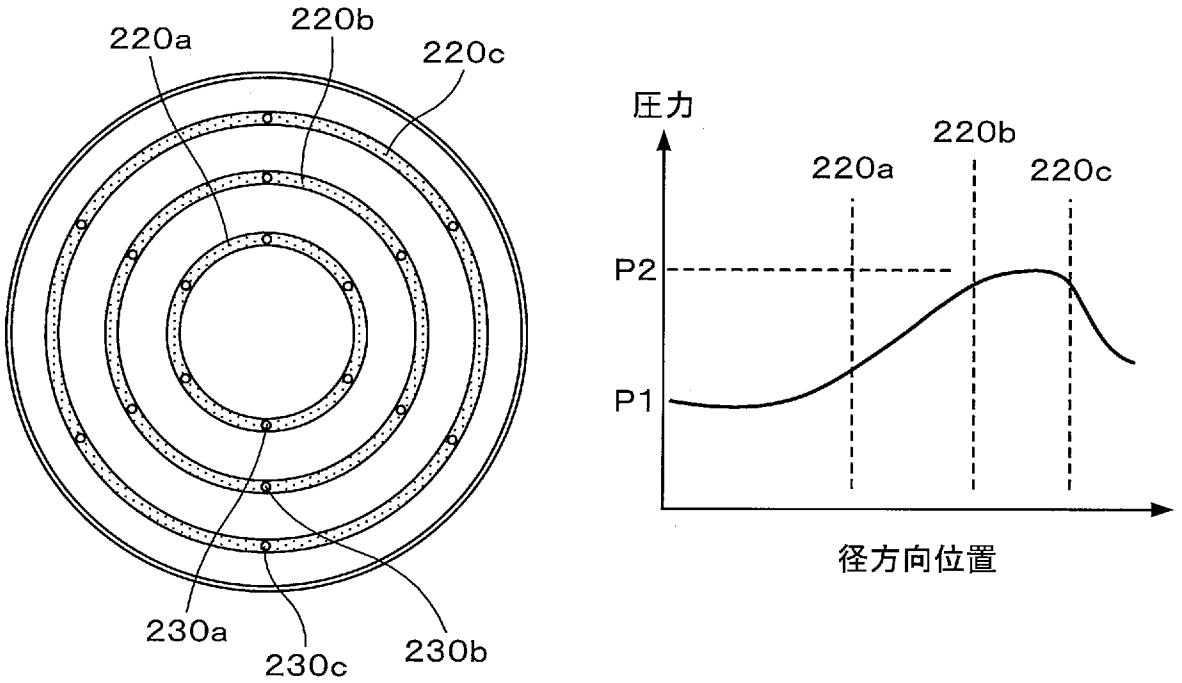
[図9]


114
200
111a
211
230c5
230b5
220b
220c
230c6
230b6
230c4
230b4
230a4
230a3
230c3
230b3
230a2
230b2
230c2
230c1
230b1
230a1
230a5
220a
230a6
L21
L31
L22
L32

[図10]

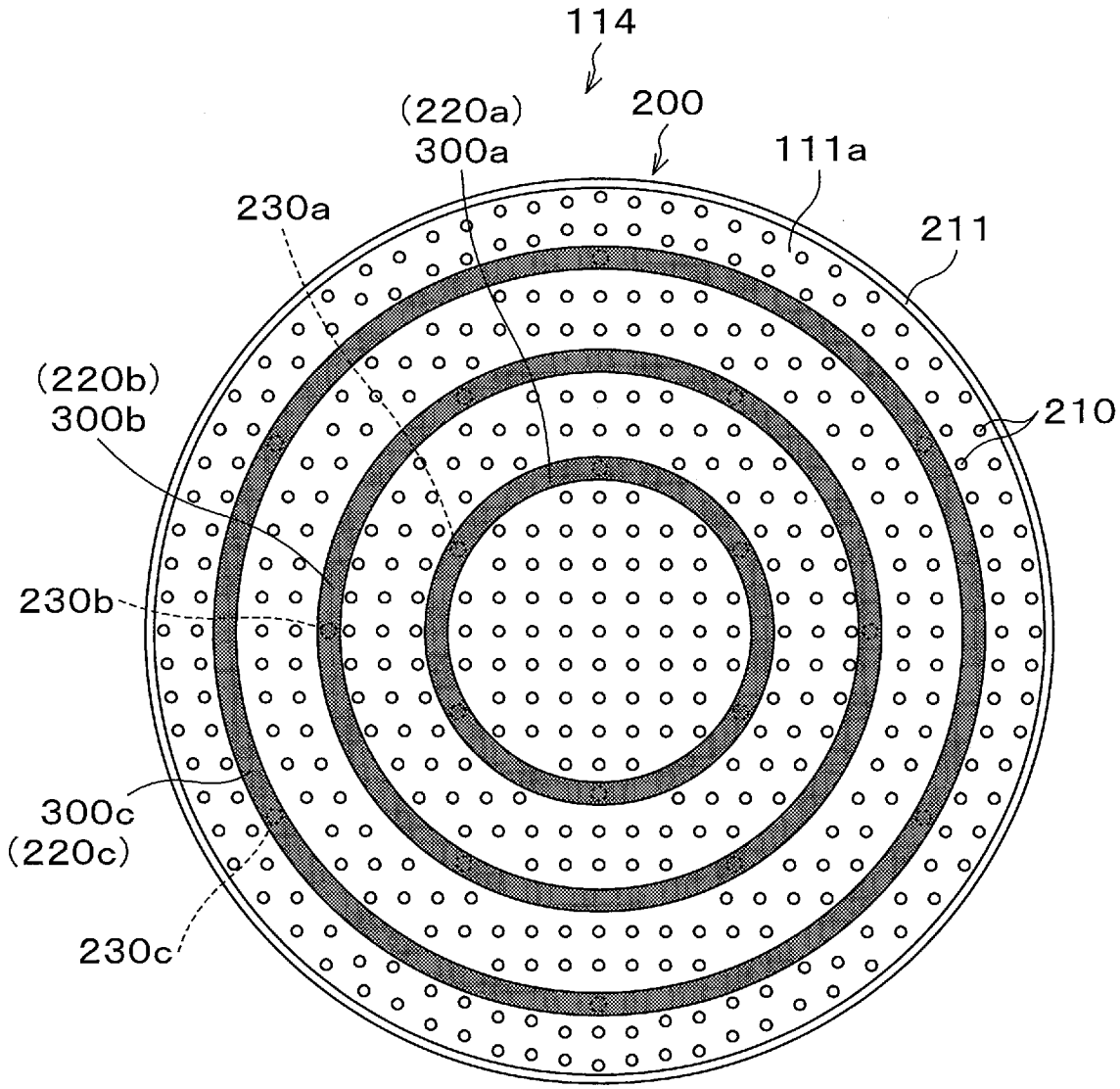

220a
220b
220c
230a
230c
230b
圧力
P2
P1
径方向位置

(a)

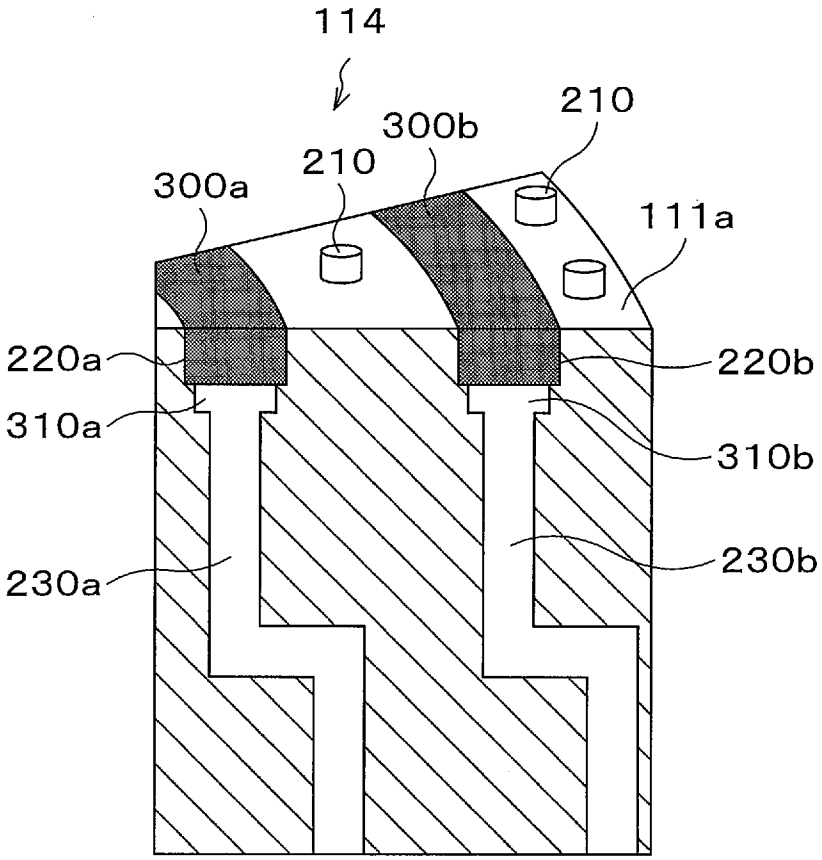

220a
220b
220c
230a
230c
230b
圧力
P2
P1
径方向位置

(b)

[図11]


114
(220a)
300a
200
111a
230a
211
(220b)
300b
210
230b
300c
(220c)
230c

[図12]



[図13]

ポーラス材	A	B	C	D
材質	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	SiC
気孔率	60%	60%	40%	40%
通気率 (10^-13m^2)	200	5.73	100	6.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/043800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/3065(2006.01)i; ***H01L 21/683***(2006.01)i; ***H05H 1/46***(2006.01)i
FI: H01L21/302 101G; H01L21/68 R; H05H1/46 M

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; H01L21/683; H05H1/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-270681 A (ANELVA CORP.) 20 September 2002 (2002-09-20) paragraphs [0010], [0012]-[0018], [0048]-[0053], fig. 1, 8, 9	1-6, 9-14
A		7, 8, 15, 16
Y	JP 2020-512692 A (LAM RESEARCH CORPORATION) 23 April 2020 (2020-04-23) paragraphs [0036], [0040], [0044]-[0066], fig. 1, 3-6	1-6, 9-14
A		7, 8, 15, 16
Y	JP 2004-508728 A (SAINTGOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.) 18 March 2004 (2004-03-18) abstract, paragraphs [0027]-[0033], [0039]-[0045], fig. 1, 2B	6, 14
A		7, 8, 15, 16
A	JP 2011-155170 A (PANASONIC CORPORATION) 11 August 2011 (2011-08-11) entire text, all drawings	1-16

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
06 February 2024	**20 February 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/043800

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015/0116689 A1 (SEMES CO., LTD.) 30 April 2015 (2015-04-30) entire text, all drawings	1-16
A	JP 2018-098497 A (LAM RESEARCH CORPORATION) 21 June 2018 (2018-06-21) entire text, all drawings	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/043800

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2002-270681 A	20 September 2002	(Family: none)	
JP 2020-512692 A	23 April 2020	US 2018/0286642 A1 paragraphs [0036], [0040], [0044]-[0066], fig. 1, 3-6 WO 2018/183557 A1 TW 201843765 A CN 110462812 A KR 10-2019-0126444 A	
JP 2004-508728 A	18 March 2004	US 6606234 B1 abstract, column 5, line 15 to column 6, line 22, column 7, line 4 to column 8, line 15, fig. 1, 2B WO 2002/021590 A2 EP 1316110 A2 TW 526521 B KR 10-0557695 B1	
JP 2011-155170 A	11 August 2011	(Family: none)	
US 2015/0116689 A1	30 April 2015	KR 10-2015-0050300 A CN 104600019 A	
JP 2018-098497 A	21 June 2018	US 2018/0148835 A1 entire text, all drawings KR 10-2018-0060954 A CN 108335993 A TW 201834027 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/043800

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 21/3065(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i; H05H 1/46(2006.01)i
FI: H01L21/302 101G; H01L21/68 R; H05H1/46 M

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））

H01L21/3065; H01L21/683; H05H1/46

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2002-270681 A (アネルバ株式会社) 20.09.2002 (2002-09-20) 段落[0010], [0012]-[0018], [0048]-[0053], 図1, 8, 9	1-6, 9-14
A		7, 8, 15, 16
Y	JP 2020-512692 A (ラム リサーチ コーポレーション) 23.04.2020 (2020-04-23) 段落[0036], [0040], [0044]-[0066], 図1, 3-6	1-6, 9-14
A		7, 8, 15, 16
Y	JP 2004-508728 A (サンーゴバン　セラミックス　アンド　プラスティクス, インコーポレイティド) 18.03.2004 (2004-03-18) [要約], 段落[0027]-[0033], [0039]-[0045], 図1, 2B	6, 14
A		7, 8, 15, 16
A	JP 2011-155170 A (パナソニック株式会社) 11.08.2011 (2011-08-11) 全文, 全図	1-16
A	US 2015/0116689 A1 (SEMES CO., LTD.) 30.04.2015 (2015-04-30) 全文, 全図	1-16

☑ 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
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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抵触するものではなく、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
06.02.2024	20.02.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

長谷川　直也 50 4549

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

国際出願番号
PCT/JP2023/043800

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 2018-098497 A (ラム リサーチ コーポレーション) 21.06.2018 (2018-06-21) 全文, 全図	1-16

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/043800

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2002-270681 A	20.09.2002	（ファミリーなし）	
JP 2020-512692 A	23.04.2020	US 2018/0286642 A1 段落[0036], [0040], [0044]-[0066], 図1, 3-6 WO 2018/183557 A1 TW 201843765 A CN 110462812 A KR 10-2019-0126444 A	
JP 2004-508728 A	18.03.2004	US 6606234 B1 [要約], 第5欄第15行-第6欄第22行, 第7欄第4行-第8欄第15行, 図1, 2B WO 2002/021590 A2 EP 1316110 A2 TW 526521 B KR 10-0557695 B1	
JP 2011-155170 A	11.08.2011	（ファミリーなし）	
US 2015/0116689 A1	30.04.2015	KR 10-2015-0050300 A CN 104600019 A	
JP 2018-098497 A	21.06.2018	US 2018/0148835 A1 全文, 全図 KR 10-2018-0060954 A CN 108335993 A TW 201834027 A	