(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
2019年5月23日(23.05.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/098087 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/683 (2006.01) *H02N 13/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/041134

(22) 国際出願日： 2018年11月6日(06.11.2018)

(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 2017-220459 2017年11月15日(15.11.2017) JP

(71) 出願人: 住友大阪セメント株式会社 (**SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1028465 東京都千代田区六番町６番地２８ Tokyo (JP).

(72) 発明者: 早原 竜二 (**HAYAHARA Ryuuji**); 〒1028465 東京都千代田区六番町６番地２８ 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP).

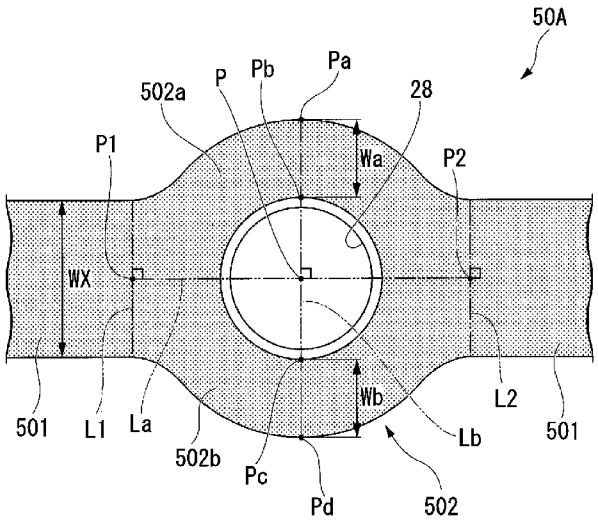
(74) 代理人: 西澤 和純, 外(**NISHIZAWA Kazuyoshi** et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** ELECTROSTATIC CHUCK DEVICE

(54) 発明の名称： 静電チャック装置

[図4]



(57) **Abstract:** This electrostatic chuck is provided with: an electrostatic chuck portion of which one major surface is a mounting surface for mounting a planar sample and which is provided with an electrostatic-suctioning electrode; a temperature-adjusting base portion which is disposed on the opposite side to the mounting surface with respect to the electrostatic chuck portion, and which cools the electrostatic chuck portion; and a heater element which is disposed between the electrostatic chuck portion and the temperature-adjusting base portion, or inside the electrostatic chuck portion in

WO 2019/098087 A1

[続葉有]

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))

layer form. The electrostatic chuck portion and the temperature-adjusting base portion include a plurality of through-holes communicating in a thickness direction. The heater element includes a first part formed in a band-like shape, and a second part which is continuous with the first part and formed in a band-like closed-ring shape. The through-holes when viewed in plan are disposed on the inner peripheral side of the second part, the second part having a width within a range of between 0.25 and 0.75 times the width of the first part.

(57) 要約:この静電チャックは、一主面が板状試料を載置する載置面であり静電吸着用電極を備える静電チャック部と、静電チャック部に対し載置面とは反対側に配置され静電チャック部を冷却する温度調節用ベース部と、静電チャック部と温度調節用ベース部との間、または静電チャック部の内部に層状に配置されたヒータエレメントと、を備え、静電チャック部および温度調節用ベース部は、厚み方向に連通する複数の貫通孔を有し、ヒータエレメントは、帯状に形成された第１部位と、第１部位に連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位と、を有し、貫通孔は、平面視で第２部位の内周側に配置され、第２部位の幅は、第１部位の幅の０．２５倍から０．７５倍の範囲に含まれる。

明　細　書

発明の名称 ： 静電チャック装置

技術分野

[0001] 本発明は、静電チャック装置に関する。

本願は、２０１７年１１月１５日に日本に出願された特願２０１７－２２０４５９号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] プラズマエッチング装置、プラズマＣＶＤ装置等のプラズマを用いた半導体製造装置においては、従来から、試料台に簡単にウエハを取付け、固定するとともに、このウエハを所望の温度に維持する装置として静電チャック装置が使用されている。

[0003] プラズマエッチング装置において、静電チャック装置に固定されたウエハにプラズマを照射すると、ウエハの表面温度が上昇する。この表面温度の上昇を抑えるために、静電チャック装置の温度調節用ベース部に水等の冷却媒体を循環させてウエハを下側から冷却しているが、この際、ウエハの面内で温度差が生じうる。

[0004] 例えば、ウエハの中心部の温度が高くなり、周縁側の温度が低くなる。更に、プラズマエッチング装置の構造や方式の違い等により、プラズマの生成状態が変化するのでウエハの面内で温度差が生じる。また、ウエハに各種の成膜を行う装置にしても成膜条件や成膜室内の雰囲気制御に影響を受けてウエハの面内で温度差が生じる。

[0005] そこで、静電チャック部と温度調節用ベース部との間にヒータ部材を取り付けたヒータ機能付き静電チャック装置が提案されている（特許文献１）。このような静電チャック装置によれば、ウエハの面内において相対的に低温となっている領域を加熱することができるため、ウエハの面内に生じうる温度差を低減することが可能である。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００８－３００４９１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述のように、静電チャック装置に載置されたウエハは、プラズマやヒータにより加熱されるとともに、温度調節用ベース部により冷却される。しかし、温度調節用ベース部には、例えば、ウエハの載置・離脱に用いるリフトピンが挿入される貫通孔が複数形成されている。温度調節用ベース部において、このような貫通孔が形成された位置では、貫通孔が形成されていない位置と熱の伝わり方が異なる。そのため、ウエハは、温度調節用ベース部の貫通孔と重なる位置において温度差を生じやすかった。

[0008] 同様に、温度調節用ベース部の形状・設計に起因して、ウエハに温度差を生じやすい位置が複数存在していた。

[0009] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、ウエハの面内温度差を低減させることが可能な新規な構造の静電チャック装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記の課題を解決するため、本発明は以下の装置を提供している。

すなわち、本発明の一態様は、以下の装置である。

一主面として板状試料を載置する載置面を有し、静電吸着用電極を備える静電チャック部と、前記静電チャック部に対し前記載置面とは反対側に配置され前記静電チャック部を冷却する温度調節用ベース部と、前記静電チャック部と前記温度調節用ベース部との間、または静電チャック部の内部に層状に配置されたヒータエレメントと、を備え、前記静電チャック部および前記温度調節用ベース部は、厚み方向に連通する複数の貫通孔を有し、前記ヒータエレメントは、帯状に形成された第１部位と、前記第１部位に連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位と、を有し、前記貫通孔は、平面視で前記

第２部位の内周側に配置され、前記第２部位の幅は、前記第１部位の幅の０．２５倍から０．７５倍の範囲に含まれる静電チャック装置を提供する。

[0011] 本発明の第一の態様においては、前記第２部位の内周縁の平面視形状は、前記内周縁の仮想内接円と比べ、前記第１部位側に突出している（凸である）構成としてもよい。

[0012] 本発明の第一の態様においては、前記第２部位の幅は、前記第１部位の幅の０．４５倍から０．５５倍の範囲に含まれる構成としてもよい。

[0013] また、本発明の第二の態様は、以下の装置である。

一主面として板状試料を載置する載置面を有し、静電吸着用電極を備える静電チャック部と、前記静電チャック部に対し前記載置面とは反対側に配置され前記静電チャック部を冷却する温度調節用ベース部と、前記静電チャック部と前記温度調節用ベース部との間、または静電チャック部の内部に層状に配置されたヒータエレメントと、を備え、前記静電チャック部および前記温度調節用ベース部は、厚み方向に連通する複数の貫通孔を有し、前記ヒータエレメントは、帯状に形成された第１部位と、前記第１部位に連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位と、を有し、前記貫通孔は、平面視で前記第２部位の内周側に配置され、前記第２部位の内周縁の平面視形状は、前記内周縁の仮想内接円と比べ、前記第１部位側に突出している静電チャック装置を提供する。

第二の態様では、前記第２部位の幅は、前記第１部位の幅の０．２５倍から０．７５倍の範囲に含まれることも好ましい。

[0014] 本発明の第一と第二の態様においては、前記ヒータエレメントは、円形領域に配置され、前記第１部位が前記円形領域の周方向に延在している構成としてもよい。

[0015] 本発明の第一と第二の態様においては、前記ヒータエレメントは、円形領域に配置され、前記第１部位が前記円形領域の径方向に延在している構成としてもよい。

[0016] 本発明の第一と第二の態様においては、前記ヒータエレメントは、円形領

域に配置され、前記第１部位が前記円形領域の径方向に斜めに交差する方向に延在している構成としてもよい。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、ウエハの面内温度差を低減させることが可能な新規な構造の静電チャック装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本実施形態の静電チャック装置の好ましい例を示す、概略断面図である。

[図2]ヒータエレメントのパターンの一例を示す、概略平面図である。

[図3]ヒータエレメントを構成する主ヒータについて説明する蓋着説明図である。

[図4]ピン挿通孔２８の近傍に配置された、ヒータ５０Ａの一部を示す、模式図である。

[図5]ヒータ５０Ｂの一部を示す、模式図である。

[図6]ヒータ５０Ｃの一部を示す、模式図である。

[図7]ヒータ５０Ａの説明図である。

[図8]ヒータ５０Ｄの説明図である。

[図9]第２部位の周辺の構成を示す、概略説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図１～図９を参照しながら、本発明の好ましい例である、本実施形態に係る静電チャック装置について説明する。なお、以下の全ての図面においては、図面を見やすくするため、各構成要素の寸法や比率などは適宜異ならせている場合がある。また以下の例は、発明の趣旨をより良く理解させるために具体的に好ましい例を説明するものであり、特に指定のない限り、本発明を限定するものではない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、長さ、位置、形状、数、量、及び材料等について、省略、追加、置換、その他の変更が可能である。

[0020] 図１は、本発明の第１実施形態の静電チャック装置の例を示す概略断面図

である。この形態の静電チャック装置１は、静電チャック部２と、温度調節用ベース部３と、ヒータエレメント５を備えている。

静電チャック部２は、円板状であり、一主面（上面）側を載置面とする。温度調節用ベース部３は、静電チャック部２の下方に設けられて静電チャック部２を所望の温度に調整する円板状の部材である。ヒータエレメント５は、静電チャック部２と温度調整用ベース部３の間に配置されている。

[0021] また、静電チャック部２と温度調節用ベース部３とは、静電チャック部２と温度調節用ベース部３の間に設けられた接着剤層８を介して接着されている。

[0022] 静電チャック部２は、上面を半導体ウエハ等の板状試料Ｗを載置する載置面１１ａとした載置板１１と、この載置板１１と一体化され前記載置板１１を底部側から支持する支持板１２と、これら載置板１１と支持板１２との間に設けられた静電吸着用電極（静電吸着用内部電極）１３、および静電吸着用電極１３の周囲を絶縁する絶縁材層１４と、を有している。

[0023] 載置板１１および支持板１２は、重ね合わせた面の形状を同じくする円板状の板である。これらの板は、好ましくは、酸化アルミニウム－炭化ケイ素（Al_2O_3－ＳｉＣ）複合焼結体、酸化アルミニウム（Al_2O_3）焼結体、窒化アルミニウム（ＡｌＮ）焼結体、酸化イットリウム（Y_2O_3）焼結体等の、機械的な強度を有し、かつ腐食性ガスおよびそのプラズマに対する耐久性を有する絶縁性のセラミックス焼結体からなる。

[0024] 載置板１１の載置面１１ａには、直径が板状試料の厚みより小さい突起部１１ｂが複数形成される。複数の突起部１１ｂが形成される間隔は、任意に選択できる所定の間隔であってもよい。これらの突起部１１ｂが板状試料Ｗを支える。突起部１１ｂの周囲には、複数の突起部１１ｂと底面１９aとで囲まれた溝１９が形成されている。

[0025] 載置板１１、支持板１２、静電吸着用電極１３および絶縁材層１４を含めた全体の厚み、即ち、静電チャック部２の厚みは、任意に選択できるが、一例として、０．７ｍｍ以上かつ５．０ｍｍ以下に形成されている。前記厚み

は、２．０ｍｍ以上かつ４．５ｍｍ以下に形成されることが好ましい。

[0026] 例えば、静電チャック部２の厚みが０．７ｍｍを下回ると、静電チャック部２の機械的強度を確保することが難しくなる場合がある。静電チャック部２の厚みが５．０ｍｍを上回ると、静電チャック部２の熱容量が大きくなり、載置される板状試料Ｗの熱応答性が劣化し、静電チャック部の横方向の熱伝達の増加により、板状試料Ｗの面内温度を所望の温度パターンに維持することが難しくなる場合がある。なお、ここで説明した各部の厚さは一例であって、前記範囲に限るものではない。

[0027] 静電吸着用電極１３は、電荷を発生させて静電吸着力で板状試料Ｗを固定するための静電チャック用電極として用いられる。静電吸着用電極１３は、用途によって、その形状や、大きさが適宜調整される。

[0028] 静電吸着用電極１３は、任意に選択される材料から形成できる。しかしながら、酸化アルミニウム－炭化タンタル（Al_2O_3－Ta_4C_5）導電性複合焼結体、酸化アルミニウム－タングステン（Al_2O_3－Ｗ）導電性複合焼結体、酸化アルミニウム－炭化ケイ素（Al_2O_3－ＳｉＣ）導電性複合焼結体、窒化アルミニウム－タングステン（ＡｌＮ－Ｗ）導電性複合焼結体、窒化アルミニウム－タンタル（ＡｌＮ－Ｔａ）導電性複合焼結体、酸化イットリウム－モリブデン（Y_2O_3－Ｍｏ）導電性複合焼結体等の導電性セラミックス、あるいは、タングステン（Ｗ）、タンタル（Ｔａ）、モリブデン（Ｍｏ）等の高融点金属、等から選択される材料により、形成されることが好ましい。

[0029] 静電吸着用電極１３の厚みは、任意に選択でき、特に限定されるものではない。例えば、０．１μｍ以上かつ１００μｍ以下の厚みを選択することができ、５μｍ以上かつ２０μｍ以下の厚みがより好ましい。

[0030] 静電吸着用電極１３の厚みが０．１μｍを下回ると、充分な導電性を確保することが難しくなる場合がある。静電吸着用電極１３の厚みが１００μｍを越えると、静電吸着用電極１３と載置板１１および支持板１２との間の熱膨張率差に起因し、静電吸着用電極１３と載置板１１および支持板１２との

接合界面にクラックが入り易くなる場合がある。

[0031] このような厚みの静電吸着用電極１３は、スパッタ法や蒸着法等の成膜法、あるいはスクリーン印刷法等の塗工法により容易に形成することができる。

[0032] 絶縁材層１４は、静電吸着用電極１３を囲繞して腐食性ガスおよびそのプラズマから静電吸着用電極１３を保護するとともに、載置板１１と支持板１２との境界部、すなわち静電吸着用電極１３以外の外周部領域を接合一体化するものである。絶縁層１４は、載置板１１および支持板１２を構成する材料と同一組成または主成分が同一の絶縁材料により、好ましく構成されている。

[0033] 静電吸着用電極１３には、静電吸着用電極１３に直流電圧を印加するための給電用端子１５が接続されている。給電用端子１５は、温度調節用ベース部３、接着剤層８、支持板１２を厚み方向に貫通する貫通孔１６の内部に挿入されている。給電用端子１５の外周側には、絶縁性を有する碍子１５ａが設けられ、この碍子１５ａにより金属製の温度調節用ベース部３に対し給電用端子１５が絶縁されている。

[0034] 図では、給電用端子１５を一体の部材として示しているが、複数の部材が電気的に接続して給電用端子１５を構成していてもよい。給電用端子１５は、熱膨張係数が互いに異なる温度調節用ベース部３および支持板１２に挿入されている。このため、例えば、温度調節用ベース部３および支持板１２に挿入されている、給電用端子１５の各部分について、それぞれ異なる材料で構成することとするとよい。

[0035] 給電用端子１５のうち、静電吸着用電極１３に接続され、支持板１２に挿入されている部分（取出電極）の材料としては、耐熱性に優れた導電性材料であれば特に制限されるものではない。好ましくは、熱膨張係数が静電吸着用電極１３および支持板１２の熱膨張係数に近似した材料である。例えば、Al_2O_3－ＴａＣなどの導電性セラミック材料からなる。

[0036] 給電用端子１５のうち、温度調節用ベース部３に挿入されている部分は、

例えば、タングステン（W）、タンタル（Ｔａ）、モリブデン（Ｍｏ）、ニオブ（Ｎｂ）、コバール合金等の金属材料からなることが好ましい。

[0037] 給電用端子１５のうち、静電吸着用電極１３に接続され、支持板１２に挿入されている部分の部材と、温度調整用ベース部３に挿入されている部分の部材は、柔軟性と耐電性を有するシリコン系の導電性接着剤で接続するとよい。

[0038] 温度調節用ベース部３は、静電チャック部２を所望の温度に調整するための部材である。温度調整用ベース部３は、好ましくは、厚みのある円板状である。この温度調節用ベース部３としては、例えば、その内部に水を循環させる流路３Ａが形成された水冷ベース等が好適である。

[0039] この温度調節用ベース部３を構成する材料としては、熱伝導性、導電性、及び、加工性に優れた金属、またはこれらの金属を含む複合材であれば特に制限はなく、例えば、アルミニウム（Ａｌ）、アルミニウム合金、銅（Ｃｕ）、銅合金、ステンレス鋼（ＳＵＳ） 等が好適に用いられる。この温度調節用ベース部３の少なくともプラズマに曝される面は、アルマイト処理が施されているか、あるいはアルミナ等の絶縁膜が成膜されていることが好ましい。

[0040] また、温度調節用ベース部３は、厚み方向に貫通する複数の貫通孔を有している。貫通孔について、詳しくは後述する。

[0041] 温度調節用ベース部３の上面側には、接着層６を介して絶縁板７が接着されている。接着層６は任意に選択できるが、例えば、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂、エポキシ樹脂等の、耐熱性、および、絶縁性を有するシート状またはフィルム状の接着性樹脂からなることが好ましい。接着層は例えば厚み５μｍ～１００μｍ程度に形成される。絶縁板７は任意に選択できるが、例えば、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂などの耐熱性を有する樹脂の薄板、シートあるいはフィルムからなる。

[0042] なお、絶縁板７は、樹脂シートに代え、絶縁性のセラミック板でもよく、またアルミナ等の絶縁性を有する溶射膜でもよい。

[0043] 図２は、本発明に使用できるヒータエレメントのパターンの一例を示す、概略平面図である。各ヒータは蛇行した帯状等の形状を好ましく有するが、説明をわかりやすくするために、ここではその形状が省略されている。

ヒータエレメント５は、図２に示すように、円形領域に設けられた、４つのヒータ領域を有する。具体的には、中心部の円環状（ドーナッツ状）の領域に配置された第１の主ヒータ５Ａと、この第１の主ヒータ５Ａを順次取り囲むように円環状の領域に配置された第２の主ヒータ５Ｂと、第３の主ヒータ５Ｃと、第４の主ヒータ５Ｄとからなる。図２に示すように第１～第４の主ヒータ５Ａ～５Ｄが配置されている領域を合計した領域は、円板状の静電チャック部２と、平面視で、同程度の大きさであることが好ましい。図２に示す円環状の領域全体が、本発明の「円形領域」に該当する。

なお、円形領域は、静電チャック部内に設けられた領域、又は、静電チャック部外に設けられた領域である。これら円環状の領域は、例えば接着剤層内に設けられても良い。

図２中に示される、円環状の領域同士の間には、互いのヒータを分けるためのエリアが設けられているが、円環状の領域のヒータを互いに分けることができれば、これらエリアはなくてもよい。またこれらエリアの幅や形状は、問題のない限り任意に選択できる。

[0044] なお、主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄは、図２では平面視単純な円環状に描いた。しかしながら、各主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄは、実際には、帯状のヒータを蛇行させて、図２に示す円環状の領域を密に占めるように、好ましく配置されている。このため、図１に示す断面構造では、各主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄを構成する帯状のヒータを個別に描いた。なお、ヒータの蛇行パターンは、特に問題のないかぎり任意に選択できる。曲線状部位の他に、直線状の部位を有しても良い。ヒータは、葛折り状に配置される部分を有することも好ましい。

[0045] 図３は、ヒータエレメント５を構成する主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄについての、好ましい例を示す説明図である。ここでは、主ヒータ５Ａ、５

Ｂ、５Ｃ、５Ｄについて代表する符号５０を用い、「ヒータ５０」として説明する。

[0046] ヒータ５０は、円形領域に配置される、連続した帯状の部材である。ヒータ５０は、円弧状を呈する複数の第１部材５１と、複数の第１部材５１のうち隣り合う２つの第１部材５１を接続する第２部材５２と、を有している。

[0047] 第１部材５１は、平面視で円板状を呈する静電チャック部２に対し、静電チャック部２の周方向（図中、符号Ａで示す両矢印方向）に延在する。複数の第１部材５１は、上述した円形領域において同心円状に複数列配列している。第１部材や第２部材の長さや数は、任意に選択できる。なお必要に応じて、１つの円環状の領域に複数のヒータが含まれても良い。

[0048] また、第２部材５２は、静電チャック部２の径方向（図中、符号Ｂで示す両矢印方向）に延在する。なお、第２部材５２が延在する「径方向」とは、円形領域の中心を通る直線の延在方向には限定されない。円形領域の中心からの距離が異なる２つの第１部材５１を接続するならば、第２部材５２の延在方向は、正確に円形領域の半径方向と一致せず、径方向に対して斜めに交差する方向であってもよい。

[0049] ヒータ５０は、任意に選択される方法で形成できる。例えば、厚みが０．２ｍｍ以下、好ましくは０．１ｍｍ程度の一定の厚みを有する非磁性金属薄板、例えばチタン（Ｔｉ）薄板、タングステン（Ｗ）薄板、モリブデン（Ｍｏ）薄板等を用意する。これを、フォトリソグラフィー法やレーザー加工により所望のヒータ形状、例えば帯状の導電薄板を蛇行させた形状であって、全体輪郭が円環状のヒータ形状に、加工することで得られる。

[0050] このようなヒータ５０は、静電チャック部２に非磁性金属薄板を接着した後に、静電チャック部２の表面で加工成型することとしてもよい。あるいは、静電チャック部２とは異なる位置でヒータ５０を加工成形したものを、静電チャック部２の表面に転写印刷することとしてもよい。

ヒータ５０の構成については、後に詳述する。

[0051] 図１に戻り、ヒータエレメント５は、厚みの均一な耐熱性および絶縁性を

有するシート状またはフィルム状のシリコン樹脂またはアクリル樹脂からなる接着層４により、支持板１２の底面に接着・固定されている。

[0052] 前述のようにヒータエレメント５は、主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄからなる。静電チャック装置には、これら個々の主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄに給電するための複数本の給電用端子１７が設けられている。図２では主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄの概形のみ、すなわち大まかな形のみを示している。これらのいずれのヒータであっても、電源に接続するための導通部が、各ヒータの一端側と他端側に設けられる。そのため、ヒータエレメント５には、主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄに対し２本ずつ、合計８本の給電用端子１７が設けられている。

[0053] 図１では説明の簡略化のために、ヒータエレメント５に接続された給電用端子１７を１本のみ描いている。この給電用端子１７は、温度調節用ベース部３と絶縁板７とそれらの周囲に存在する接着剤層８とを、それらの厚さ方向に部分的に貫通して、配置されている。また、給電用端子１７の外周面には絶縁用の筒型の碍子１８が装着され、温度調節用ベース部３と給電用端子１７が絶縁されている。

[0054] 給電用端子１７を構成する材料は任意に選択できるが、先の給電用端子１５を構成する材料と同等の材料を好ましく用いることができる。

[0055] 図１では全ての給電用端子１７を描いてはいないが、主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄのいずれについても給電用端子１７が２本ずつ接続されている。主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄには、それぞれ２本の給電用端子１７を介し、図示略のスイッチ素子と電源装置が接続され、通電制御がされている。

[0056] これらの給電用端子１７は、それぞれ温度調節用ベース部３に形成された貫通孔３ｂに挿入され、更に接続する相手が主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄのいずれかである場合は、絶縁板７も貫通して設けられている。

[0057] 以上説明の構成により、主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄのそれぞれは、スイッチ素子と電源の動作に応じ、個々の通電と発熱とが制御されている。

[0058] また、ヒータエレメント５（主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄ）の下面側には温度センサー２０が設けられている。図１の構造では、温度調節用ベース部３と絶縁板７を厚さ方向に貫通して設置孔２１が形成され、これらの設置孔２１内の最上部に温度センサー２０が設置されている。なお、温度センサー２０はできるだけヒータエレメント５に近い位置に設置することが望ましい。よって、図１の構造から、更に、接着剤層８側に突き出るように設置孔２１を延在して形成し、温度センサー２０とヒータエレメント５とを近づけることとしてもよい。

[0059] 温度センサー２０は任意に選択できるが、例えば一例として、石英ガラス等からなる直方体形状の透光体の上面側に蛍光体層が形成された蛍光発光型の温度センサーであることも好ましい。この温度センサー２０が透光性および耐熱性を有するシリコン樹脂系接着剤等によりヒータエレメント５（主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄ）の下面に接着されていることも好ましい。

[0060] 前記蛍光体層は、主ヒータからの発熱に応じて蛍光を発生する材料からなり、発熱に応じて蛍光を発生する材料であれば多種多様の蛍光材料を選択できる。例えば、発光に適したエネルギー順位を有する希土類元素が添加された蛍光材料、ＡｌＧａＡｓ等の半導体材料、酸化マグネシウム等の金属酸化物、ルビーやサファイア等の鉱物から適宜選択して用いることができる。

[0061] 主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄに対応する温度センサー２０はそれぞれ給電用端子などと干渉しない位置であって主ヒータ５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、５Ｄの下面周方向の任意の位置にそれぞれ設けられている。

[0062] これらの温度センサー２０の蛍光から主ヒータ５Ａ～５Ｄの温度を測定する温度計測部２２は、一例として、図1に示すような構成であっても良い。具体的には、図１に示すように、温度調節用ベース部３の設置孔２１の外側（下側）に前記蛍光体層に対し励起光を照射する励起部２３と、蛍光体層から発せられた蛍光を検出する蛍光検出器２４と、励起部２３および蛍光検出器２４を制御するとともに前記蛍光に基づき主ヒータの温度を算出する制御部２５と、を好ましく備える。

[0063] さらに、静電チャック装置１は、温度調節用ベース部３から載置板１１までをそれらの厚さ方向に貫通して設けられたピン挿通孔２８を有している。このピン挿通孔２８には、板状試料離脱用のリフトピンが挿通される。ピン挿通孔２８の内周部には筒状の碍子２９が設けられている。

[0064] さらに、静電チャック装置１は、温度調節用ベース部３から載置板１１まで厚さ方向に連通して設けられた不図示のガス穴を好ましく有している。ガス穴は、例えばピン挿通孔２８と同様の構成を採用することができる。ガス穴には、板状試料を冷却するための冷却ガスが供給される。冷却ガスは、ガス穴を介して溝１９および載置面１１ａに供給され、板状試料を冷却する。

静電チャック装置１の基本構成は、以上のような構成を有する。

[0065] 上述のような静電チャック装置１では、貫通孔（ピン挿通孔２８、ガス穴）が設けられた位置は、貫通孔が設けられていない位置よりも加熱されにくい。また、貫通孔が設けられた位置と、貫通孔が設けられていない位置とでは、熱の伝わり方が異なる。そのため、載置面１１ａに載置された板状試料Wの温度制御をする場合、板状試料Wにおいて貫通孔と重なる部分と、貫通孔と重ならない部分との間で温度差を生じやすかった。

[0066] そこで、本実施形態における静電チャック装置１では、ヒータエレメント（ヒータ５０）のパターンを工夫することで、ピン挿通孔２８、ガス穴などの貫通孔の周辺において生じる、板状試料Wの面内温度差を低減している。

以下、好ましい複数のヒータ形状を例示して、本願発明の実施形態について説明する。

[0067] （ヒータ５０Ａ）

図４は、ピン挿通孔２８の近傍に配置されたヒータ５０Ａの一部分の例を示す、模式図である。図に示すように、ピン挿通孔２８を囲むように配置されたヒータ５０Ａは、帯状かつ直線状に形成された第１部位５０１と、第１部位５０１と連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位５０２と、を有している。このように、第２部位５０２は、少なくとも一つの開口を有し、この開口部を挟んで第一パターン部と第二パターン部を有する。

[0068] 詳しくは、ヒータ５０Ａは、延在方向において第１部位５０１、第２部位５０２、第１部位５０１の順に、連続して接続されている。図４の第２部位５０２の両側の第１部位５０１は、共通する中心線に沿って、直線状に形成されている。

[0069] ピン挿通孔２８は、第２部位５０２の内周側に配置され、周囲を第２部位５０２で囲まれている。

[0070] このようなヒータ５０Ａにおいては、第２部位５０２の幅は、すなわち第２部位５０２の孔を中心とする２つの部位の各幅は、第１部位５０１の幅の０．２５倍から０．７５倍の範囲に含まれるように好ましく形成されている。第２部位５０２の幅は、第１部位５０１の幅の０．４５倍から０．５５倍の範囲に含まれることがより好ましい。

[0071] ここで、第１部位５０１の「幅」とは、第１部位５０１の延在方向に延びる中心線と直交する方向を幅方向としたとき、第１部位５０１の幅方向での長さを指す。

[0072] また、第２部位５０２の「幅」は、以下のように定める。

まず、第２部位５０２の両側に配置された第１部位５０１の幅方向の中心をそれぞれ点Ｐ１，Ｐ２とする。点Ｐ１は、第１部位５０１の幅方向の線分Ｌ１の中点である。点Ｐ２は、第２部位５０２の幅方向の線分Ｌ２の中点である。このとき、点Ｐ１、Ｐ２を結ぶ線分を線分Ｌａとする。

[0073] 次いで、線分Ｌａと直交し、且つピン挿通孔２８（貫通孔）の中心Ｐを通る線分Ｌｂを想定したとき、線分Ｌｂと第２部位５０２の周縁部との４つの交点をそれぞれ点Ｐａ，Ｐｂ，Ｐｃ，Ｐｄとする。

[0074] 第２部位５０２について、線分Ｌａから見て一方側に配置されたパターンをパターン５０２ａ、他方側に配置されたパターンをパターン５０２ｂとしたとき、パターン５０２ａ側に配置された点Ｐａ，Ｐｂの間の距離をパターン５０２ａの幅とする。また、パターン５０２ｂ側に配置された点Ｐｃ，Ｐｄの間の距離をパターン５０２ｂの幅とする。

[0075] 第２部位５０２の「幅」とは、パターン５０２ａの幅（すなわち点Ｐａ、

Ｐｂ間の距離）と、パターン５０２ｂの幅（すなわち点Ｐｃ、Ｐｄ間の距離）と、のそれぞれを指す。

[0076] すなわち、本実施形態の静電チャック装置１においては、ヒータ５０Ａの第２部位５０２の幅Ｗａ，Ｗｂはそれぞれ、第１部位５０１の幅ＷＸの０．２５倍から０．７５倍の範囲に含まれるように好ましく形成されている。また、第２部位５０２の幅Ｗａ，Ｗｂはそれぞれ、第１部位の幅ＷＸの０．４５倍から０．５５倍の範囲に含まれることがより好ましい。Ｗａ，Ｗｂは必要に応じて同じであっても異なっても良い。

さらに、第２部位５０２の幅Ｗａ，Ｗｂの合計は、幅ＷＸに略一致することが好ましい。第２部位５０２では、第１部位５０１を流れる電流が、パターン５０２ａ，５０２ｂの２つの経路に並列に流れることとなる。幅Ｗａ，Ｗｂの合計が幅ＷＸに略一致する場合、第１部位５０１を流れる電流が第２部位５０２に流れこむ際に、第１部位５０１と第２部位５０２との接続位置で電気抵抗差が生じ難く、一様な発熱が得られやすい。

[0077] ヒータは、帯状の導電薄板に通電した時の抵抗発熱を利用して加熱するものである。第２部位５０２の幅Ｗａ，Ｗｂが第１部位５０１の幅ＷＸの０．２５倍から０．７５倍の範囲に含まれることにより、第２部位５０２に適切な量の電流を通電させ、所望の発熱とさせやすい。

[0078] （ヒータ５０Ｂ、ヒータ５０Ｃ）

図５，６は、それぞれピン挿通孔２８の近傍に配置されたヒータ５０Ｂ、ヒータ５０Ｃの例を示す、模式図である。図５，６に示すように、ピン挿通孔２８を囲むように配置されたヒータ５０Ｂと、５０Ｃは、帯状かつ円弧状に湾曲して形成された第１部位５０３と、第１部位５０３と連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位５０２と、を有している。

また、図５，６では、ヒータ５０Ｂ，５０Ｃに流れる電流Ｃを矢印で表している。

[0079] 図５に示すヒータ５０Ｂは、図４に示す、上述したヒータ５０Ａと比べ第１部位の形状のみ異なっている。

[0080] 第２部位５０２では、第１部位５０１を流れる電流が、パターン５０２ａ（第一パターン部），パターン５０２ｂ（第二パターン部）の２つの経路に並列に流れることとなる。一方、電流は最短経路を伝わる性質がある。そのため、パターン５０２ａの幅Ｗｃとパターン５０２ｂの幅Ｗｄが略等しい場合、ヒータ５０Ｂのように第１部位５０３が湾曲していると、ヒータに通電させたときに、湾曲する第１部位５０３の外側（凸側）よりも、第１部位５０３の内側（凹側）の方が通電しやすい。

[0081] これにより、第１部位５０３、パターン５０２ａ、第１部位５０３の順に並ぶ電流経路Ｒ１を流れる電流Ｃの量よりも、第１部位５０３、パターン５０２ｂ、第１部位５０３の順に並ぶ電流経路Ｒ２を流れる電流Ｃの量の方が多くなりやすい。また、パターン５０２ａよりもパターン５０２ｂの方が発熱しやすい。

[0082] ヒータ５０Ｂにおいても、上述したヒータ５０Ａと同様に、第２部位５０２の幅を第１部位５０３の幅に対して所定の大きさの範囲とすることで、第２部位５０２に適切な量の電流を通電させ、所望の発熱とさせやすい。しかし、上述した理由により、第２部位５０２において、発熱量が不均一となるおそれがある。

[0083] 対して、図６に示すヒータ５０Ｃでも、帯状かつ円弧状に湾曲して形成された第１部位５０３と、第１部位５０３と連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位５０２と、を有する。しかしながら、図６に示すように、第２部位５０２では、内周縁５０２ｘの位置をずらし、湾曲する第１部位５０３の外側のパターン５０２ａを、第１部位５０３の内側のパターン５０２ｂよりも太く形成している。すなわち、パターン５０４ａの幅Ｗｅが、パターン５０２ｂの幅Ｗｆよりも大きくなっている。

[0084] このようなヒータ５０Ｃでは、第２部位５０２において、幅が広いパターン５０２ａのほうが、相対的に幅が狭いパターン５０２ｂよりも電気抵抗が小さく、通電しやすい。そのため、ヒータ５０Ｃでは、上述したヒータ５０Ｂで生じていた電流経路Ｒ１と電流経路Ｒ２との通電量の差を是正し、パタ

ーン５０２ａとパターン５０２ｂとの発熱量の差を低減することができる。これにより、ヒータ５０Ｃは、第２部位５０２においても均一な発熱量となる。

[0085]（ヒータ５０Ｄ）

図７，８は、ピン挿通孔２８の近傍に配置されたヒータＤを説明する、説明図である。図７は、上述したヒータ５０Ａの説明図である。図８は、ヒータ５０Ｄの説明図である。

[0086] まず、図７に示すヒータ５０Ａに通電した場合、電流Ｃは、ヒータ５０Ａにおいて最短経路を流れる。このことから、第２部位５０２の内周縁５０２ｘのうち、第１部位５０１の面する領域ＡＲ１には流れにくく、第１部位５０１に面さない領域ＡＲ２には流れやすい。そのため、領域ＡＲ１では発熱しにくく、領域ＡＲ２では発熱しやすくなり、ピン挿通孔２８の周囲で発熱量が異なってしまうおそれが生じる。

[0087] これに対し、図８に示すヒータ５０Ｄは、帯状かつ直線状に湾曲して形成された第１部位５０１と、第１部位５０１と連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位５０４と、を有している。図７に示すヒータ５０Ａと図８に示すヒータ５０Ｄとは、第２部位の構成のみ異なっている。

[0088] 第２部位５０４においては、内周縁５０４ｘの平面視形状が、内周縁５０４ｘの仮想内接円ＶＣと比べ、第１部位５０１側に突出している（凸となっている）。図では、内周縁５０４ｘにおいて第１部位５０１側に突出した領域を、符号５０４ｚで示している。第２部位５０４の開口は、平面視で、２つの曲線が２点で結合した、中心線に対して線対称のアーモンド形状を有する。

[0089] ヒータ５０Ｄでは、このような構成とすることにより、内周縁５０４ｘの近傍において電流Ｃが流れにくく発熱しにくい領域を減らし、内周縁５０４ｘ近傍での発熱量の差を生じにくくすることができる。

[0090] なお、内周縁５０４ｘの仮想内接円ＶＣと比べ、第１部位５０１側に突出しているという関係を満たせば、第２部位５０４の幅が第１部位５０１の幅

の０．２５倍から０．７５倍の範囲でなくても、上述した効果が得られる。すなわち、第２部位５０４に適切な量の電流を通電させ、所望の発熱とさせることができる。

[0091] また、内周縁５０４ｘの仮想内接円ＶＣと比べ、第１部位５０１側に縁が突出しているという関係を満たせば、内周縁５０４ｘの平面視形状は特に制限は無い。例えば、図８に示した形状の他、多角形や、楕円形であってもよい。すなわち、第２部位５０４内の開口の形状は、多角形や楕円形など、任意に選択できる。

[0092] さらに、第２部位５０４の幅が一定となるように、第２部位５０４の外周縁５０４ｙの平面視形状は、内周縁５０４ｘの平面視形状に倣った形とするとよい。

[0093] 上述したヒータ５０Ａ～５０Ｄのように、帯状に形成された第１部位と、第１部位に連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位と、を有する構成は、任意の位置に設けることができる。例えば、図３に示したヒータ５０において第１部材５１に採用してもよく、第２部材５２に採用してもよい。

[0094] 通常のヒータエレメントは、円弧状の第１部材５１がヒータエレメントの総面積の大半を占める。そのため、ヒータエレメント５において、第１部材５１が、上述した閉環状の第２部位を有する場合、第２部位の形成位置の自由度が高く、ヒータエレメントの設計が容易であり、構成が簡単となる。

[0095] また、ヒータエレメント５において、上述した円形領域の径方向と斜めに交差する第２部材５２が、閉環状の第２部位を有する場合、設計の自由度を高めることができる。

[0096] さらに、ヒータエレメント５において、上述した円形領域の径方向に延在する第２部材５２が、閉環状の第２部位を有する場合には、ヒータ５０Ａ，５０Ｄのように第１部位を直線状に形成することができる。そのため、第１部位が湾曲していることによって生じ得る通電量の差を考慮する必要が無く、第２部位における発熱量の差が生じ難い。

[0097] 図９は、第２部材５２が第２部位５２２Ａを有するヒータエレメント５に

おける、第２部位５２２Ａの周辺の構成を示す説明図である。図中、符号Ｄを付した両矢印は、径方向示す。

[0098] 第２部材５２Ａは、径方向に延在している。第２部材５２Ａは、帯状かつ直線状に形成された第１部位５２１Ａと、第１部位５２１Ａと連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位５２２Ａと、を有している。

[0099] 第２部材５２Ａの周囲には、２つの第１部材５１と、隣り合う２つの第１部材５１を接続する第２部材５２と、を有するヒータ５０Ｘが径方向に複数（図では、第２部材５２Ａの両側に３つずつ、計６つ）配列している。複数のヒータ５０Ｘは、図９の表示範囲外で互いに接続され１本のヒータエレメントを構成していてもよい。

[0100] このような構成のヒータエレメントとすることにより、ピン挿通孔２８の周囲に効率的にヒータパターンを形成し、載置面１１ａ上の位置の違いによる温度差を低減することができる。

[0101] 以上のようなヒータ５０Ａ～５０Ｄを有する静電チャック装置１では、板状部材の面内温度差を低減させることが可能となる。

[0102] 以上、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施の形態例について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。上述した例において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

符号の説明

[0103] １…静電チャック装置、２…静電チャック部、３…温度調節用ベース部、３ｂ，１６…貫通孔、５…ヒータエレメント、１１ａ…載置面、１３…静電吸着用電極、１９…溝，１９ａ…底面５０，５０Ａ，５０Ｂ，５０Ｃ，５０Ｄ，５０Ｘ…ヒータ、５０１，５０３，５２１Ａ…第１部位、５０２，５０４，５２２Ａ…第２部位、５０２ｘ，５０４ｘ…内周縁、ＡＲ１，ＡＲ２…領域、ＶＣ…仮想内接円、Ｗ…板状試料、Ｗａ，Ｗｂ，Ｗｃ，Ｗｄ，Ｗｅ，Ｗｆ，ＷＸ…幅

請求の範囲

[請求項1] 一主面として板状試料を載置する載置面を有し、静電吸着用電極を備える静電チャック部と、

前記静電チャック部に対し前記載置面とは反対側に配置され前記静電チャック部を冷却する温度調節用ベース部と、

前記静電チャック部と前記温度調節用ベース部との間、または静電チャック部の内部に層状に配置されたヒータエレメントと、を備え、

前記静電チャック部および前記温度調節用ベース部は、厚み方向に連通する複数の貫通孔を有し、

前記ヒータエレメントは、帯状に形成された第１部位と、前記第１部位に連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位と、を有し、

前記貫通孔は、平面視で前記第２部位の内周側に配置され、

前記第２部位の幅は、前記第１部位の幅の０．２５倍から０．７５倍の範囲に含まれる静電チャック装置。

[請求項2] 前記第２部位の内周縁の平面視形状は、前記内周縁の仮想内接円と比べ、前記第１部位側に突出している請求項１に記載の静電チャック装置。

[請求項3] 前記第２部位の幅は、前記第１部位の幅の０．４５倍から０．５５倍の範囲に含まれる請求項１に記載の静電チャック装置。

[請求項4] 前記ヒータエレメントは、円形領域に配置され、

前記第１部位が前記円形領域の周方向に延在している請求項１に記載の静電チャック装置。

[請求項5] 前記ヒータエレメントは、円形領域に配置され、

前記第１部位が前記円形領域の径方向に延在している請求項１に記載の静電チャック装置。

[請求項6] 前記ヒータエレメントは、円形領域に配置され、

前記第１部位が前記円形領域の径方向に斜めに交差する方向に延在している請求項１に記載の静電チャック装置。

[請求項7] 一主面として板状試料を載置する載置面を有し、静電吸着用電極を備える静電チャック部と、

前記静電チャック部に対し前記載置面とは反対側に配置され前記静電チャック部を冷却する温度調節用ベース部と、

前記静電チャック部と前記温度調節用ベース部との間、または静電チャック部の内部に層状に配置されたヒータエレメントと、を備え、

前記静電チャック部および前記温度調節用ベース部は、厚み方向に連通する複数の貫通孔を有し、

前記ヒータエレメントは、帯状に形成された第１部位と、前記第１部位に連続し帯状かつ閉環状に形成された第２部位と、を有し、

前記貫通孔は、平面視で前記第２部位の内周側に配置され、

前記第２部位の内周縁の平面視形状は、前記内周縁の仮想内接円と比べ、前記第１部位側に突出している静電チャック装置。

[請求項8] 前記ヒータエレメントは、円形領域に配置され、

前記第１部位が前記円形領域の周方向に延在している請求項７に記載の静電チャック装置。

[請求項9] 前記ヒータエレメントは、円形領域に配置され、

前記第１部位が前記円形領域の径方向に延在している請求項７に記載の静電チャック装置。

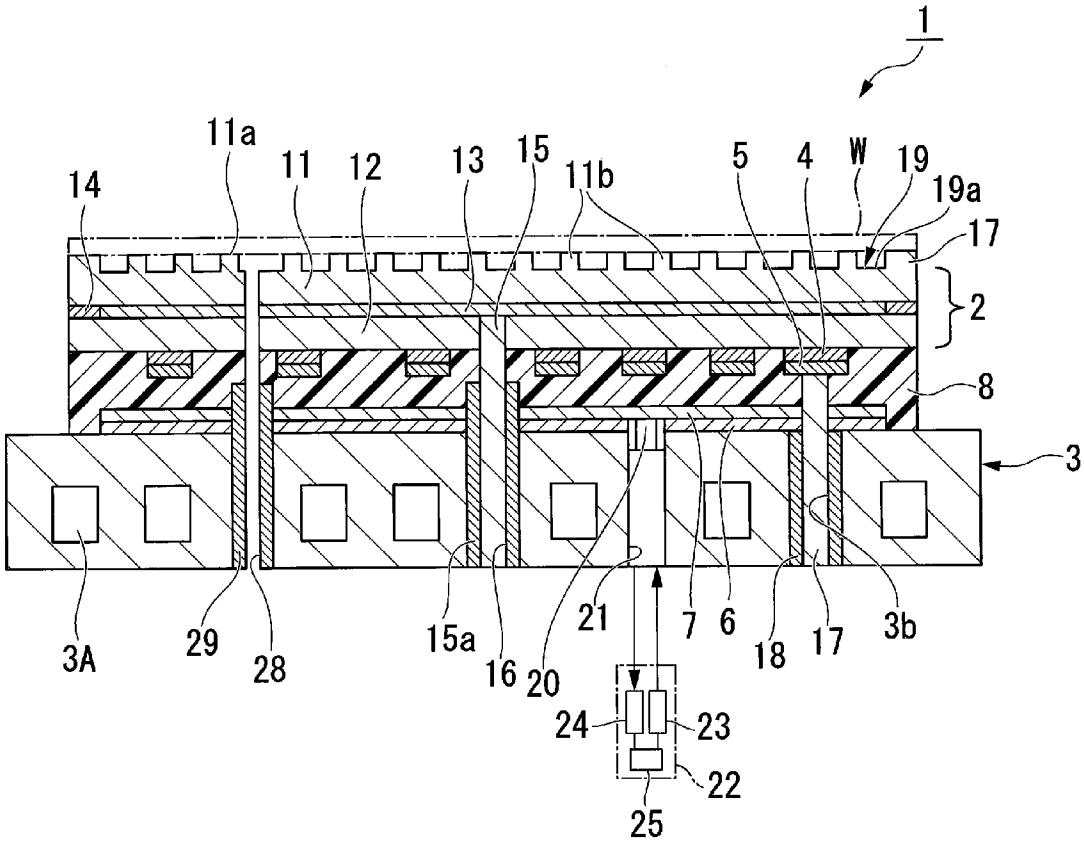
[請求項10] 前記ヒータエレメントは、円形領域に配置され、

前記第１部位が前記円形領域の径方向に斜めに交差する方向に延在している請求項７に記載の静電チャック装置。

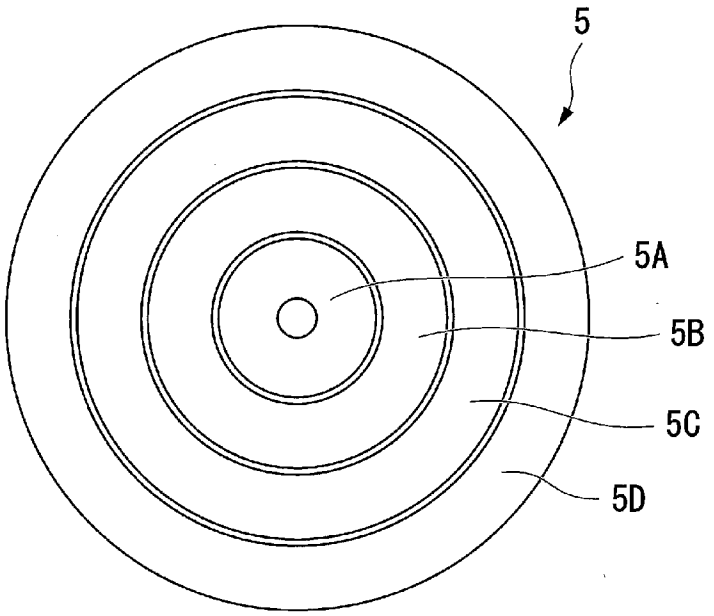
[請求項11] 前記第２部位の幅は、前記第１部位の幅の０．２５倍から０．７５倍の範囲に含まれる、請求項７に記載の静電チャック装置。

[請求項12] 前記第２部位の幅は、前記第１部位の幅の０．４５倍から０．５５倍の範囲に含まれる請求項７に記載の静電チャック装置。

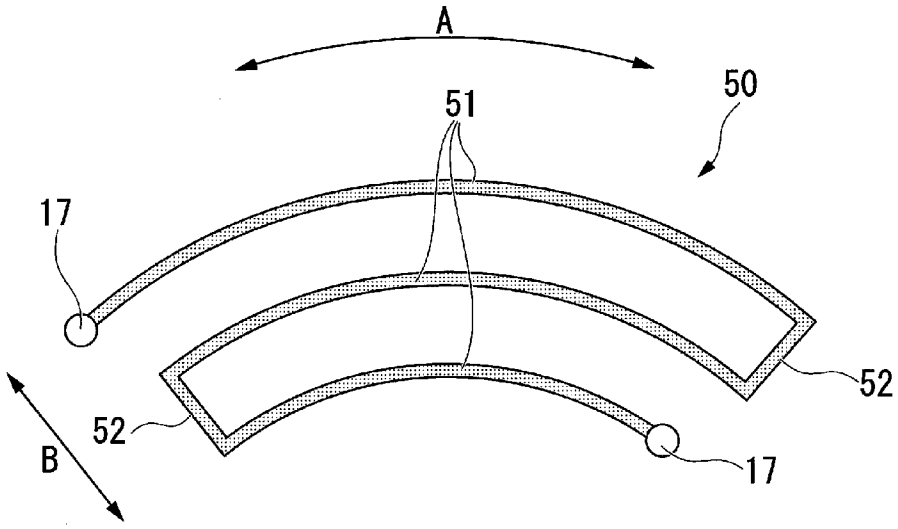
[図1]


1
11a
11
12
13
15
11b
5
4
W
19
19a
17
14
2
8
3
3A
29
28
15a
16
20
21
7
6
18
17
3b
24
23
22
25

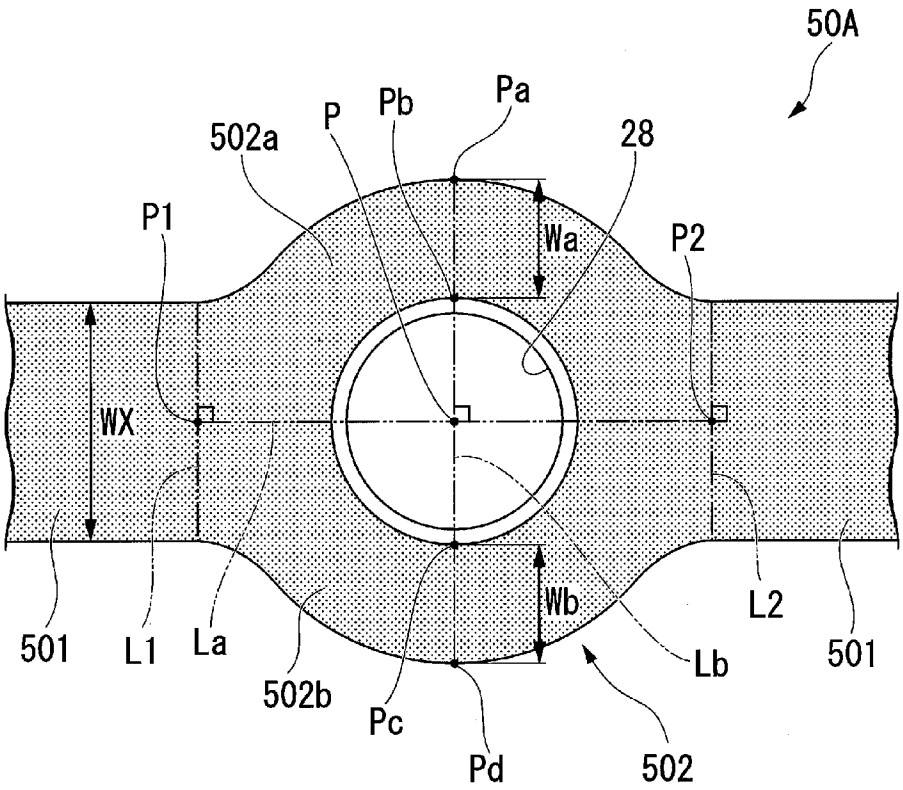
[図2]



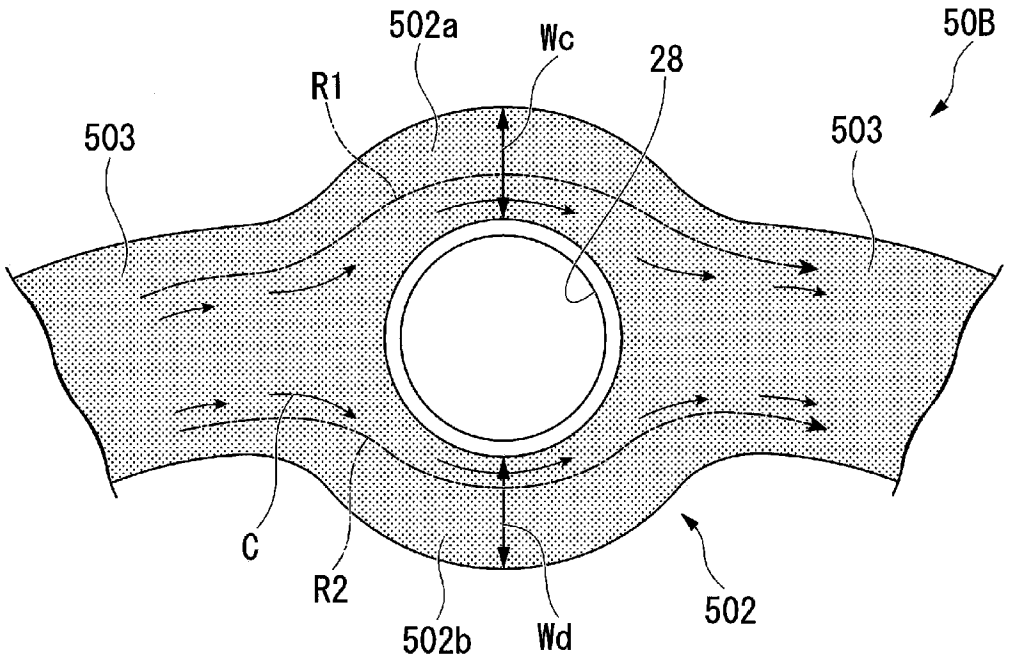
[図3]



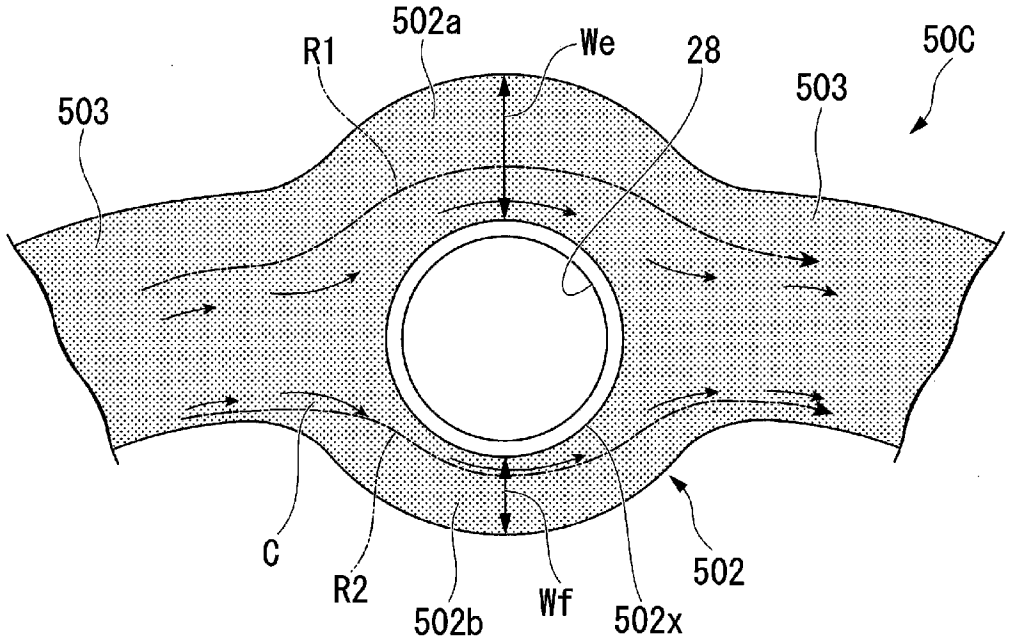
[図4]



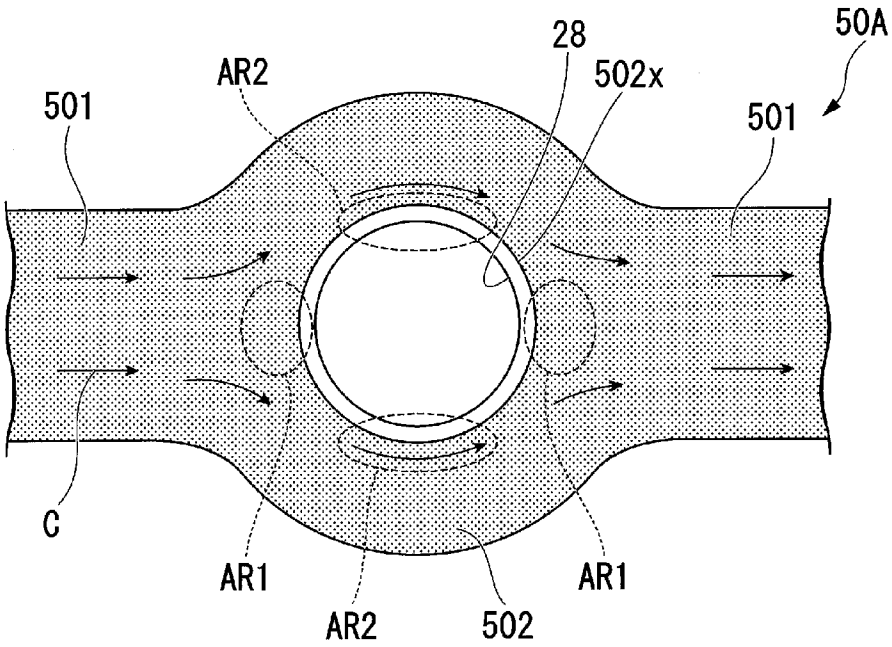
[図5]


502a
Wc
28
50B
R1
503
503
C
R2
502b
Wd
502

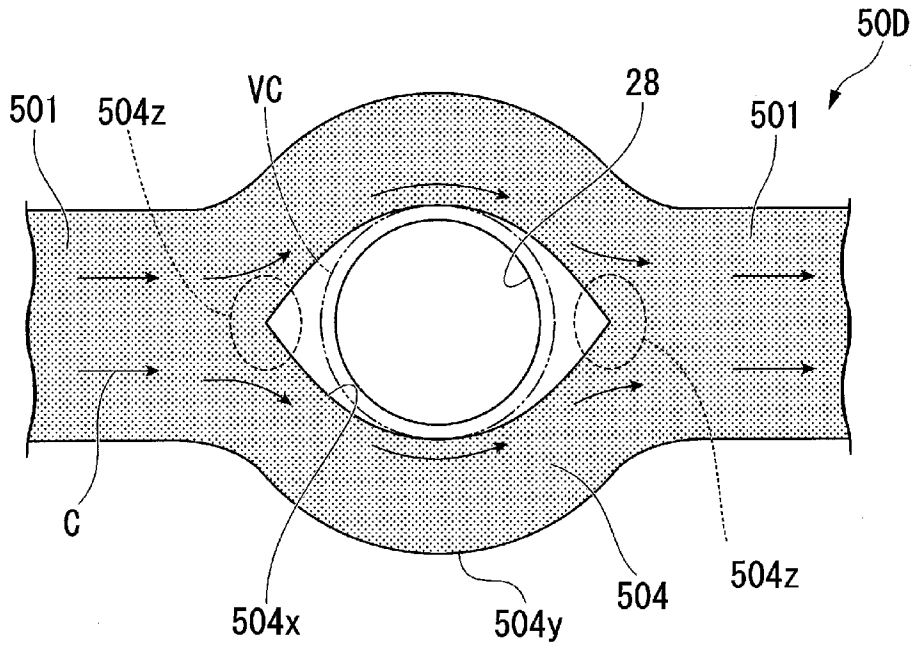
[図6]


502a
R1
We
28
50C
503
503
C
R2
502b
Wf
502x
502

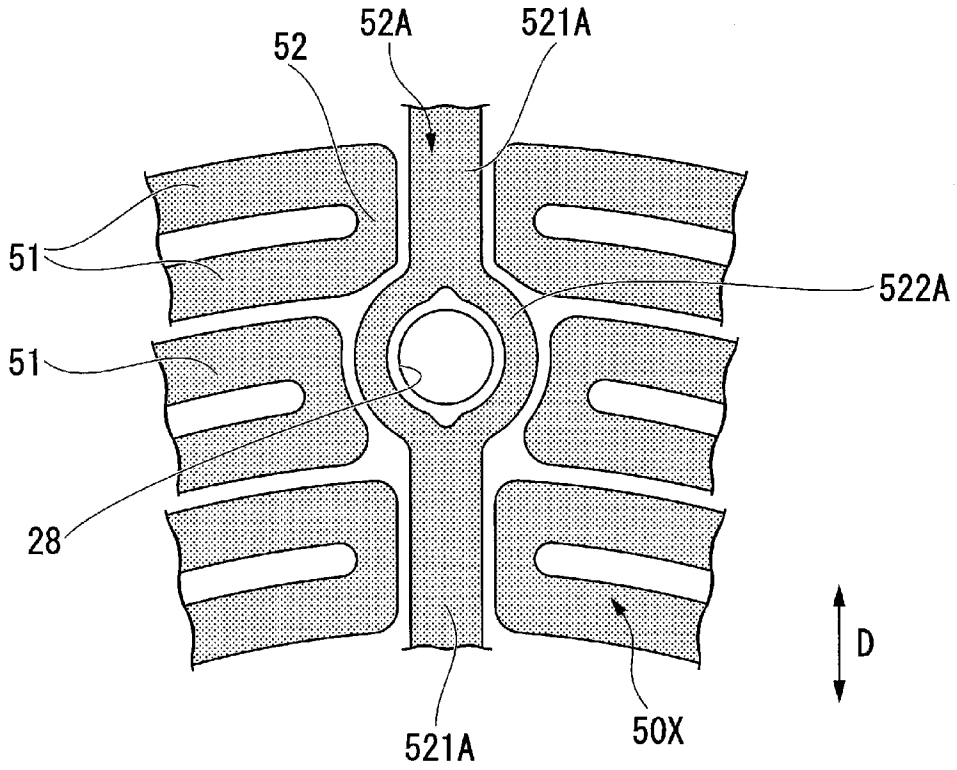
[図7]


50A
28
AR2
502x
501
501
C
AR1
AR2
502
AR1

[図8]


50D
501
504z
VC
28
501
C
504x
504y
504
504z

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/041134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01L21/683(2006.01)i, H02N13/00(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)
Int.Cl. H01L21/683, H02N13/00

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2016-129183 A (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) 14 July 2016, fig. 5-10, paragraph [0070] (Family: none)	1-12
A	JP 2016-208053 A (TOTO LTD.) 08 December 2016, fig. 1-7, paragraphs [0065]-[0073] & WO 2016/093297 A1 & TW 201633448 A & KR 10-2017-0067838 A & CN 107004629 A	1-12
A	JP 2006-310832 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 09 November 2006, fig. 8, paragraphs [0061]-[0063] & US 2006/0221539 A1, fig. 8, paragraphs [0102]-[0105] & KR 10-2006-0105664 A	1-12
A	JP 2016-207777 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 08 December 2016, fig. 4, paragraphs [0067]-[0070] & US 2016/0307787 A1, fig. 4, paragraphs [0107]-[0110] & KR 10-2016-0124668 A & TW 201703581 A	1-12
A	JP 2017-152137 A (NGK INSULATORS, LTD.) 31 August 2017, fig. 3, paragraph [0024] (Family: none)	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 January 2019 (22.01.2019)	29 January 2019 (29.01.2019)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０４１１３４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/683(2006.01)i, H02N13/00(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.　H01L21/683, H02N13/00

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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 2016-129183 A（住友大阪セメント株式会社）2016.07.14, 図５－１０、段落００７０（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2016-208053 A（ＴＯＴＯ株式会社）2016.12.08, 図１－７、段落００６５－００７３ & WO 2016/093297 A1 & TW 201633448 A & KR 10-2017-0067838 A & CN 107004629 A	1-12

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２２．０１．２０１９	２９．０１．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｏ　３５６６
儀同　孝信
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 2006-310832 A（日本特殊陶業株式会社）2006.11.09, 図８、段落００６１－００６３ & US 2006/0221539 A1, 図８、段落０１０２－０１０５ & KR 10-2006-0105664 A	1-12
A	JP 2016-207777 A（日本特殊陶業株式会社）2016.12.08, 図４、段落００６７－００７０ & US 2016/0307787 A1, 図４、段落０１０７－０１１０ & KR 10-2016-0124668 A & TW 201703581 A	1-12
A	JP 2017-152137 A（日本碍子株式会社）2017.08.31, 図３、段落００２４（ファミリーなし）	1-12