

(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
2023年9月21日(21.09.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/175690 A1

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

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/011436

(22) 国際出願日: 2022年3月14日(14.03.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社日立ハイテク
(HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) [JP/
JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目
17番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 堀川 恭兵 (HORIKAWA, Kyohei);
〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目17番
1号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP).
一野 貴雅 (ICHINO, Takamasa); 〒1056409 東

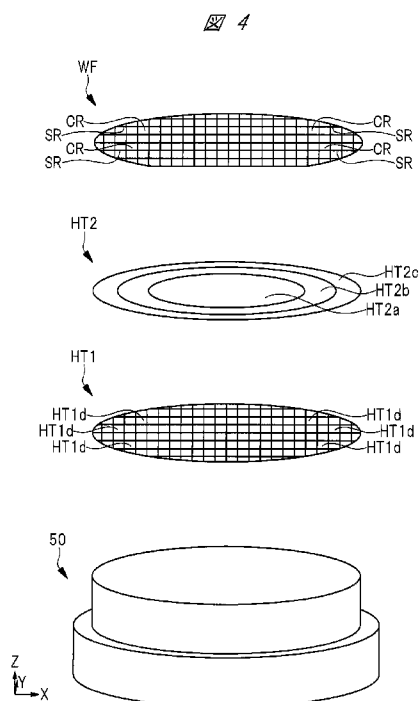
京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式会
社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 中谷 信太郎
(NAKATANI, Shintarou); 〒1056409 東京都港
区虎ノ門一丁目17番1号 株式会社日立ハ
イテク内 Tokyo (JP). 中本 和則 (NAKAMOTO,
Kazunori); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁
目17番1号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo
(JP). 田中 優貴 (TANAKA, Yuki); 〒1056409
東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式
会社日立ハイテク内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人筒井国際特許事務所
(TSUTSUI & ASSOCIATES); 〒1600022 東京都
新宿区新宿2丁目3番10号 新宿御
苑ビル3階 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,

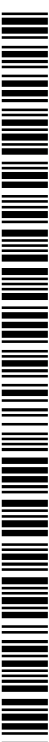
(54) Title: PLASMA TREATMENT DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置



(57) Abstract: An electrostatic chuck 40 has a heater HT1 and a heater HT2 covered by dielectric films 41-45, respectively. The heater HT2 is provided divided into a region HT2a forming a circular shape in plan view, a region HT2b surrounding the outer periphery of the region HT2a in plan view, and a region HT2c surrounding the outer periphery of the region HT2a in plan view. The heater HT1 is provided divided into a plurality of regions HT1d each forming a rectangular shape in plan view. The regions HT2a-HT2c and the plurality of regions HT1d are electrically connected to a control unit C0. The control unit C0 can individually control the supply of power to the regions HT2a-HT2c and the plurality of regions HT1d.

(57) 要約: 静電チャック40は、それぞれ誘電体膜41~45によって覆われたヒータHT1およびヒータHT2を有する。ヒータHT2は、平面視において円形状を成す領域HT2aと、平面視において領域HT2aの外周を囲む領域HT2bと、平面視において領域HT2aの外周を囲む領域HT2cとに分かれて設けられている。ヒータHT1は、それぞれ平面視において矩形状を成す複数の領域HT1dに分かれて設けられている。領域HT2a~HT2cおよび複数の領域HT1dは、制御部C0に電氣的に接続されている。制御部C0は、領域HT2a~HT2cおよび複数の領域HT1dへの電力供給を個別に制御できる。



WO 2023/175690 A1

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, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, 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, 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))

明 細 書

発明の名称： プラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、プラズマ処理装置に関し、特に、試料台にヒータを備えたプラズマ処理装置に関する。

背景技術

[0002] 一般的に、半導体ウェハ（以降、単にウェハと言う）などの板状の試料の表面には、複数の絶縁膜および複数の導電性膜が積層されている。プラズマ処理装置では、これらの膜がエッチングされるが、エッチング処理は、時間を短縮するために、ウェハを外部に取り出すことなく、同一のプラズマ処理装置の処理室内で行われる。

[0003] このようなエッチング処理では、処理室内に配置された試料台の温度を適した温度に調整した状態で、ウェハが処理される。それ故、プラズマ処理装置の試料台には、ヒータが内蔵されている。ウェハを加工する場合、そのヒータを用いて加工に適した温度に調整し、加工精度を高めることが行われている。

[0004] 例えば、特許文献1には、試料台を構成する金属製の基材の上部に、溶射法によってリング状のヒータ膜を形成する技術が開示されている。ヒータ膜によって、エッチング条件ごとにウェハ面内の温度分布を変化させることができる。

[0005] 特許文献2には、試料台を構成する金属製の基材の上部に設けられた同心円形状の第1ヒータエレメントと、第1ヒータエレメントの下方に設けられた第2ヒータエレメントとを備えたプラズマ処理装置が開示されている。第2ヒータエレメントは、複数の扇形状のヒータ分割体を組み合わせることで、全体的に同心円形状として構成されている。第2ヒータエレメントが分割されていることで、第2ヒータエレメントの発熱量が、第1ヒータエレメントの発熱量よりも小さくなっている。これら2つのヒータエレメントによっ

て、試料台上に配置されたウェハの温度制御を行いながら、ウェハにエッチング処理を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2007-67036号公報
特許文献2：特開2017-157855号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 近年、半導体デバイスの高い集積度および微細化に対応するために、ウェハの処理条件はより複雑化している。例えば、半導体デバイスの微細化に伴って、半導体デバイス内の様々なパターンに適応するように、プラズマ処理中の温度を制御することが求められる。従って、試料台には、広い範囲で温度条件を制御することが求められる共に、局所的には細かい温度条件を制御することが求められている。
- [0008] 微細な半導体デバイスに対して、局所的な温度制御を実現しようとすると、必然的にヒータの分割数を増やす必要がある。しかし、ヒータの分割数が増えれば、各ヒータへの給電構造を増やす必要があり、試料台の内部の構造物が複雑化してしまう。また、給電構造が増えることで、温度制御ができない箇所が増え、設定温度よりも低い温度になる領域が局所的に増えるという問題がある。特許文献1では、ウェハ面内の温度の均一性が損なわれてしまうという恐れがある。そうすると、ウェハの製造歩留まりが低下する。
- [0009] 特許文献2では、第1ヒータエレメントよりも分割数が多く、且つ、第1ヒータエレメントよりも発熱量が小さい第2ヒータエレメントによって、特許文献1よりも、細かい温度制御が可能となっている。しかしながら、ウェハのうち半導体デバイスが形成されるチップ領域は、スクライブ領域に囲まれた領域であり、矩形状になっている。第2ヒータエレメントは、全体的に同心円形状として構成されているので、半導体デバイスに対してより細かい

温度制御を行おうとすると、特許文献1と同様に、ウェハ面内の温度の均一性が損なわれてしまうという恐れがある。

[0010] 本願の主な目的は、ウェハ面内の温度の均一性を高めることができるヒータを備えたプラズマ処理装置を提供することにある。本願の他の目的は、そのようなプラズマ処理装置を用いてプラズマ処理（エッチング処理）を行うことで、ウェハの製造歩留まりの低下を抑制することにある。

[0011] その他の課題および新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになる。

課題を解決するための手段

[0012] 本願において開示される実施の形態のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

[0013] 一実施の形態におけるプラズマ処理装置は、真空容器と、前記真空容器の内部に設けられた処理室と、前記処理室に設けられた円筒形状の試料台と、制御部と、を備える。ここで、前記試料台は、基材と、前記基材の上面上に設けられた静電チャックとを含み、前記静電チャックは、それぞれ誘電体膜によって覆われた第1ヒータおよび第2ヒータを有し、前記第2ヒータは、前記第1ヒータの上方に設けられ、前記第2ヒータは、平面視において円形状を成す第1領域と、平面視において前記第1領域の外周を囲む第2領域と、平面視において前記第2領域の外周を囲む第3領域とに分かれて設けられ、前記第1ヒータは、それぞれ平面視において矩形状を成す複数の第4領域に分かれて設けられ、前記第1領域、前記第2領域、前記第3領域および前記複数の第4領域は、前記制御部に電氣的に接続され、前記制御部は、前記第1領域、前記第2領域、前記第3領域および前記複数の第4領域への電力供給を個別に制御できる。

発明の効果

[0014] 一実施の形態によれば、ウェハ面内の温度の均一性を高めることができるヒータを備えたプラズマ処理装置を提供できる。また、そのようなプラズマ処理装置を用いてプラズマ処理を行うことで、ウェハの製造歩留まりの低下

を抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]実施の形態1におけるプラズマ処理装置を示す模式図である。
- [図2]実施の形態1における試料台を示す断面図である。
- [図3]実施の形態1における試料台の一部を拡大して示す断面図である。
- [図4]実施の形態1におけるウェハ、2つのヒータおよび基材の位置関係を示す鳥観図である。
- [図5]実施の形態1におけるウェハを示す平面図である。
- [図6]実施の形態1における上層のヒータを示す平面図である。
- [図7]実施の形態1における下層のヒータを示す平面図である。
- [図8]実施の形態1における2つのヒータを重ね合わせた平面図である。
- [図9]実施の形態1における2つのヒータの各々の特性を比較した表である。
- [図10]実施の形態1におけるプラズマ処理方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0016] 以下、実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、以下の実施の形態では、特に必要なとき以外は同一または同様な部分の説明を原則として繰り返さない。
- [0017] また、本願において説明されるX方向、Y方向およびZ方向は、互いに交差し、互いに直交している。本願では、Z方向をある構造体の上下方向、高さ方向または厚さ方向として説明する。また、本願で用いられる「平面図」または「平面視」などの表現は、X方向およびY方向によって構成される面を「平面」とし、この「平面」をZ方向から見ることを意味する。
- [0018] (実施の形態1)

<プラズマ処理装置の構成>

以下に図1を用いて、実施の形態1におけるプラズマ処理装置1の概要について説明する。

- [0019] プラズマ処理装置 1 は、円筒形状の真空容器 2 と、真空容器 2 の内部に設けられた処理室 4 と、処理室 4 の内部に設けられた円筒形状の試料台 3 0 と、試料台 3 0 の側面に取り付けられたサセプタリング 5 とを備える。処理室 4 の上部は、プラズマ 3 が発生する空間である放電室を構成している。サセプタリング 5 の内部には、導体リング 6 が設けられている。
- [0020] 試料台 3 0 の上方には、円板形状を成す窓部材 7 と、円板形状を成すシャワープレート 8 とが設けられている。窓部材 7 は、例えば石英またはセラミクスのような誘電体材料からなり、処理室 4 の内部を気密に封止する。シャワープレート 8 は、窓部材 7 から離間するように窓部材 7 の下方に設けられ、例えば石英のような誘電体材料からなる。また、シャワープレート 8 には、複数の穴 9 が設けられている。窓部材 7 とシャワープレート 8 との間には、間隙 1 0 が設けられ、プラズマ処理を行う際に、間隙 1 0 には、処理ガスが供給される。
- [0021] 試料台 3 0 は、被処理材であるウェハ WF に対してプラズマ処理を行う際に、ウェハ WF を設置するために用いられる。試料台 3 0 は、上方から見て処理室 4 の放電室と同心、または、同心と見なせる程度に近似した位置に、その上下方向の中心軸が配置された部材であり、円筒形状を成している。
- [0022] なお、ウェハ WF は、例えばシリコンのような半導体基板と、上記半導体基板上に形成されたトランジスタなどの半導体素子と、上記半導体素子上に形成された絶縁膜および配線層とのうち、全部または一部を含んで構成されている。
- [0023] 試料台 3 0 と処理室 4 の底面との間の空間は、試料台 3 0 の側面と処理室 4 の側面との間の隙間を介して、試料台 3 0 の上方の空間と連通している。そのため、試料台 3 0 上に設置されたウェハ WF の処理中に生じた生成物、プラズマ 3 またはガスの粒子は、試料台 3 0 と処理室 4 の底面との間の空間を經由して、処理室 4 の外部へ排出される。
- [0024] 試料台 3 0 は、基材 5 0 と、基材 5 0 の上面上に設けられた静電チャック 4 0 とを含む。基材 5 0 および静電チャック 4 0 は、円筒形状を成す。本願

の主な特徴は、静電チャック40に含まれるヒータHT1、HT2の構造にあるが、そのような特徴については、後で詳細に説明する。

[0025] なお、基材50の中央部は凸部になっており、基材50の外周部は凹部になっている。静電チャック40は、基材50の凸部の上面上に設けられ、サセプタリング5は、凸部の側面および静電チャック40の側面を囲むように、凹部の上面上に設けられている。

[0026] 真空容器2の一部には、搬送口11が設けられている。ロボットアームのような真空搬送装置を用いることで、搬送口11を介して、ウェハWFを処理室4の内部または外部へ搬送することができる。

[0027] プラズマ処理装置1は、導波管12と、マグネトロン発振器13と、ソレノイドコイル14とを備える。窓部材7の上方には、導波管12が設けられ、導波管12の一端部には、マグネトロン発振器13が設けられている。マグネトロン発振器13は、マイクロ波の電界を発振して出力できる。マイクロ波の電界の周波数は、特に限定されないが、例えば2.45GHzである。導波管12は、マイクロ波の電界が伝播するための管路であり、マイクロ波の電界は、導波管12を介して処理室4の内部に供給される。ソレノイドコイル14は、導波管12および処理室4の周囲に設けられ、磁場発生手段として使用される。

[0028] 処理室4の底面には、真空排気口15が設けられている。ターボ分子ポンプおよびドライポンプを用いることで、真空排気口15を介して、処理室4の内部を大気圧から真空状態へ排気することができる。

[0029] プラズマ処理装置1は、負荷インピーダンス可変ボックス16と、負荷の整合器17と、高周波電源18とを備える。サセプタリング5の導体リング6には、負荷インピーダンス可変ボックス16および負荷の整合器17を介して高周波電源18が電氣的に接続されている。なお、高周波電源18は、接地電位に接続されている。

[0030] 高周波電源18で発生した交流高電圧は、導体リング6に導入される。好適なインピーダンスの値に調節された負荷インピーダンス可変ボックス16

と、サセプタリング5の上部に配置された相対的に高いインピーダンス部分との組み合わせによって、ウェハWFの外周部までの高周波電力に対するインピーダンスの値を相対的に低くできる。このため、ウェハWFの外周部に高周波電力を効果的に供給でき、ウェハWFの外周部における電界の集中を緩和できる。従って、プラズマ処理中において、イオンなどの荷電粒子を所望の方向でウェハWFの上面に誘引することができる。

[0031] プラズマ処理装置1は、制御部C0を備える。制御部C0は、マグネトロン発振器13、ソレノイドコイル14、負荷インピーダンス可変ボックス16、負荷の整合器17および高周波電源18に電氣的に接続され、これらの動作を制御する。

[0032] <静電チャックの構造>

以下に図2および図3を用いて、静電チャック40の断面構造について詳細に説明する。図3は、図2の静電チャック40の一部を拡大して示している。

[0033] 図2および図3に示されるように、基材50は、凸部と、その上面が凸部の上面よりも低い位置にある凹部とからなる。また、基材50には、同心円状または螺旋状に多重に配置された冷媒用流路51が設けられている。

[0034] 静電チャック40は、それぞれ誘電体膜41~45によって覆われたヒータHT1およびヒータHT2を有する。基材50上（基材50の凸部上）には、誘電体膜41が形成されている。誘電体膜41上には、ヒータHT1が形成されている。また、誘電体膜41上には、ヒータHT1を覆うように、誘電体膜42が形成されている。誘電体膜42上には、ヒータHT2が形成されている。また、誘電体膜42上には、ヒータHT2を覆うように、誘電体膜43が形成されている。

[0035] 誘電体膜43上には、シールド膜46が形成されている。また、シールド膜46は、誘電体膜41~43および基材50の凸部の各々の側面を覆っている。言い換えれば、ヒータHT1およびヒータHT2は、シールド膜46によって覆われている。シールド膜46上には、誘電体膜44が形成されて

いる。誘電体膜44上には、電極47が形成されている。また、誘電体膜44上には、電極47を覆うように、誘電体膜45が形成されている。誘電体膜45は、シールド膜46を覆うように、基材50の凹部の上面上にも形成されている。

[0036] 基材50は、例えば、チタン若しくはアルミニウム、または、これらの化合物などの金属材料からなる。誘電体膜41～45は、セラミックのような誘電体材料からなり、例えば酸化アルミニウムからなる。シールド膜46は、高周波を遮断できるような材料からなり、非磁性の金属材料からなる。電極47は、それぞれ非磁性の金属材料からなり、例えばタンタル、タングステンまたはモリブデンからなる。

[0037] 静電チャック40の上面40t（誘電体膜45の上面）のうち、誘電体膜45の外周部には、突出部が設けられている。ウェハWFの外周部は、この突出部上に載置される。その際、ウェハWFの下面と静電チャック40の上面40tとの間に、隙間が設けられる。

[0038] 試料台30には、基材50および誘電体膜41～45を貫通する孔61および孔62が形成されている。ウェハWFが静電チャック40に載置された際には、ヘリウム（He）などの熱伝達性ガスが、孔61を介して、ウェハWFの下面と静電チャック40の上面40tとの間の隙間に供給される。熱伝達性ガスによって、静電チャック40からの温度変化をウェハWFへ伝達できる。

[0039] 孔62の内部には、上下方向（Z方向）に移動可能なリフトピン67が設けられている。ウェハWFの搬入時および搬出時には、リフトピン67が、静電チャック40の上面40tの突出部よりも上方の位置まで移動した状態で、ウェハWFがリフトピン67に載置される。その後、リフトピン67を下方に移動することで、ウェハWFの外周部が、静電チャック40の上面40tの突出部に載置される。なお、ここでは図示していないが、孔62およびリフトピン67は、試料台30に複数設けられている。

[0040] また、プラズマ処理装置1は、高周波電源70、直流電源71、直流電源

72および直流電源73を備える。制御部C0は、高周波電源70、直流電源71、直流電源72および直流電源73に電氣的に接続され、これらの動作を制御する。

[0041] 試料台30には、基材50および誘電体膜41～44を貫通し、電極47に達する孔63が形成されている。電極47は、孔63の内部に設けられたケーブルおよびコネクタによって、高周波電源70および直流電源71に電氣的に接続されている。なお、高周波電源70は、接地電位に接続されている。また、電極47および孔63は、それぞれ試料台30に複数形成されている。

[0042] ウェハWFを静電チャック40に載置する際、複数の電極47には、直流電源71から直流電圧が供給される。この直流電圧によって、ウェハWFを静電チャック40の上面40tに吸着させ、ウェハWFを保持するための静電氣力を、静電チャック40およびウェハWFの内部に生成することができる。なお、複数の電極47は、試料台30の上下方向の中心軸の周りに点対称に配置され、複数の電極47には、それぞれ異なる極性の電圧が印加される。

[0043] また、ウェハWFのプラズマ処理中において、ウェハWFの上面上にプラズマ中の荷電粒子を誘引するための電界を形成するために、高周波電源70から複数の電極47へ所定の周波数の高周波電力が供給される。高周波電源70の周波数は、好ましくは高周波電源18の周波数と同じであるか、高周波電源18の周波数の定数倍の値に設定されている。

[0044] シールド膜46は、基材50に電氣的に接続されている。基材50は、接地電位に固定されているので、シールド膜46も同様に接地電位に固定される。その結果、ヒータHT1、HT2への高周波の流入を抑制することができる。

[0045] 試料台30には、基材50および誘電体膜41、42を貫通し、ヒータHT2に達する孔64が形成されている。ヒータHT2は、孔62の内部に設けられたケーブルおよびコネクタによって、直流電源72に電氣的に接続さ

れている。

[0046] 試料台30には、基材50および誘電体膜41を貫通し、ヒータHT1に達する孔65が形成されている。ヒータHT1は、孔65の内部に設けられたケーブルおよびコネクタによって、直流電源73に電氣的に接続されている。なお、ヒータHT1、HT2に接続されているケーブルには、高周波電力用のフィルタが備えられていない。

[0047] ヒータHT1の下方に位置する基材50の内部には、制御部C0に電氣的に接続された温度センサ52が設けられている。制御部C0は、ウェハWFに対してプラズマ処理を行っている間に、温度センサ52によって検出された温度を保持する。なお、温度センサ52は、後述するヒータHT1の領域HT1dの数に応じて、複数設けられている。

[0048] 孔61～65の内壁には、それぞれ絶縁ボス66が設けられている。絶縁ボス66は、絶縁性材料からなり、例えばアルミナまたはイットリアなどのセラミクス材料からなるか、樹脂材料からなる。ウェハWFのプラズマ処理中には、高周波電力による電界によって、孔61～65の内部において放電が発生する恐れがあるが、絶縁ボス66を設けることで、そのような恐れを抑制することができる。

[0049] <ヒータの詳細な構造>

以下に図4～9を用いて、ヒータHT1およびヒータHT2の詳細な構造について説明する。図4は、ウェハWF、ヒータHT2、ヒータHT1および基材50の位置関係を示す鳥観図である。図5～図7は、ウェハWF、ヒータHT2およびヒータHT1を示す平面図である。図8は、ヒータHT1およびヒータHT2を重ね合わせた平面図である。

[0050] 図5に示されるように、ウェハWFは、Y方向およびX方向に延在するスクライプ領域SRと、それぞれスクライプ領域SRに囲まれた複数のチップ領域CR（複数のダイ領域）とを有する。複数のチップ領域CRは、それぞれ平面視において矩形状を成す。ウェハWFの製造工程が全て終了すると、ウェハWFは、ダイシングブレードなどによってスクライプ領域SRに沿っ

て切断され、複数のチップ領域CRとして個片化される。すなわち、複数のチップ領域CRは、実際に製品として出荷される領域であり、様々な半導体デバイスが形成されている領域である。

- [0051] ヒータHT1およびヒータHT2は、ウェハWFの様々な領域に対して、選択的に温度を変更できる機能を備えている。
- [0052] 図6に示されるように、ヒータHT2は、平面視において円形状を成す領域HT2aと、平面視において領域HT2aの外周を囲む領域HT2bと、平面視において領域HT2bの外周を囲む領域HT2cとに分かれて設けられている。すなわち、領域HT2bは、領域HT2aの半径よりも大きな内径および外径を有するリング形状を成し、領域HT2cは、領域HT2bの外径よりも大きな内径および外径を有するリング形状を成す。
- [0053] 領域HT2a～HT2cには、それぞれ図3に示される直流電源72が個別に電氣的に接続されている。従って、制御部C0は、領域HT2a～HT2cへの電力供給を個別に制御できる。これにより、ウェハWFのうち領域HT2a～HT2cに対応する領域が、個別に温度調整される。
- [0054] ヒータHT2の主な目的は、平面視における周方向の温度の均一化を図ること、並びに、プラズマ処理中の反応生成物分布およびプラズマ密度分布に応じて、ウェハWFの温度制御を行うことである。
- [0055] 図7に示されるように、ヒータHT1は、それぞれ平面視において矩形形状を成す複数の領域HT1dに分かれて設けられている。複数の領域HT1dは、X方向およびY方向において互いに隣接し、グリッド状に配置されている。
- [0056] 複数の領域HT1dには、それぞれ図3に示される直流電源73が個別に電氣的に接続されている。従って、制御部C0は、複数の領域HT1dへの電力供給を個別に制御できる。これにより、複数のチップ領域CRが、個別に温度調整される。言い換えれば、1つのチップ領域CRの下方に1つの領域HT1dが位置するように、複数の領域HT1dが設けられている。このため、1つの領域HT1dへの電力供給が変更されると、1つのチップ領域

CRの温度が変更される。

[0057] ヒータHT1の主な目的は、プラズマ処理中に複数のチップ領域CRに対して個別に温度調整を行い、エッチング形状を局所的に調整することである。このため、ヒータHT2が3つのゾーン（領域HT2a～HT2c）に分かれていたのに対して、ヒータHT1は、例えば120のゾーンに分かれている。すなわち、複数の領域HT1dの数は、例えば120個である。

[0058] ヒータHT1では、複数の直流電源73と複数の領域HT1dとを結ぶ給電ラインが多いので、設定温度よりも低い温度になる領域（コールドスポット）が局所的に増え易いという問題があるが、ヒータHT2によってコールドスポットの温度を補正することができる。また、ヒータHT2では細かい領域の温度制御ができないが、ヒータHT1によって、そのような細かい領域の温度制御が可能になる。

[0059] このように、プラズマ処理装置1がヒータHT1、HT2を備えていることで、ウェハWFの面内の温度の均一性を高めることができる。

[0060] なお、領域HT2a～HT2cおよび複数の領域HT1dは、ヒータとなる領域を示し、ヒータを構成する導電体自体の形状を示すものではない。具体的には、領域HT2a～HT2cおよび複数の領域HT1dは、それぞれヒータ線が複数回折り返して配置されることで構成されている。上記ヒータ線は、金属材料からなり、例えばチタン、タングステンまたはモリブデンからなる。

[0061] 図9は、ヒータHT1の特性と、ヒータHT2の特性とを比較した表である。ヒータHT2の発熱面積は、ヒータHT1の発熱面積よりも大きくなっている。しかし、ヒータHT1は複数の領域HT1dに分けられているので、給電ラインが多くなり、電流量が大きくなる。電流量が大きいと、給電ラインに接触抵抗が存在する場合、溶損または熱変形などのような発熱による装置の損傷が発生する恐れがある。更に、給電ラインが多いと、給電ライン自体が発熱する恐れもある。このような発熱箇所が密集すると、その影響が無視できなくなり、静電チャック40内で排熱を考慮する工夫が必要になっ

てしまう。以上のように、ヒータHT1では、抵抗値を大きくし、電流量を小さくするという工夫が必要になる。

[0062] 一方で、ヒータHT2では、面積が大きく、敷き詰めるヒータ線が長いので、抵抗値が高くなり易い。それ故、電流量が小さくなるので、抵抗値を下げるという工夫が必要である。

[0063] 以上を考慮すると、ヒータHT1（複数の領域HT1d）およびヒータHT2（領域HT2a～HT2c）を構成するヒータ線の構造が、以下のような関係にあることが好ましい。なお、ここでは、ヒータHT1を構成するヒータ線の材料が、ヒータHT2を構成するヒータ線の材料と同じである。

[0064] ヒータHT2を構成するヒータ線の厚さは、ヒータHT1を構成するヒータ線の厚さよりも厚い。また、ヒータHT2を構成するヒータ線の線幅は、ヒータHT1を構成するヒータ線の線幅よりも広い。そして、これらの関係が両方とも満たされていることが、更に好ましい。

[0065] また、図8に示されるように、1つの領域HT1dが領域HT2a～HT2cのうち2つの領域に跨っている箇所が、複数存在する。このような箇所においては、領域HT2a～HT2cおよび領域HT1dの各々の温度と、該当する領域HT1dの周囲への電力量を考慮して、供給電力を調整する。

[0066] また、ヒータHT1の最外周の領域HT1dは、いびつな形状になっている。いびつな形状で温度制御を実施すると、ウェハWFの最外周部において均一性を保つことが難しい。従って、ウェハWFの最外周部では、領域HT2cによって温度制御を実施することで、温度バラつきを低減できる。また、ウェハWFの最外周部にもチップ領域CRを形成しようとする、その領域は、いびつな形状になってしまう。従って、実際には、ウェハWFの最外周部は、半導体デバイスが形成されない領域であり、製品として出荷されない領域である。従って、ヒータHT1の最外周の領域HT1dがいびつな形状になっていて、ウェハWFの最外周部で温度バラつきが発生していたとしても、ウェハWFの製造歩留まりに関して、大きな影響は無い。

[0067] <プラズマ処理方法>

以下に図10を用いて、プラズマ処理方法の一例として、ウェハWFの表面上に予め形成された所定の膜に対して、プラズマ3を用いたエッチング処理を実行する方法について例示する。

- [0068] まず、ステップS1では、制御部C0からの指示によって、直流電源72、73からヒータHT1、HT2へ直流電圧を供給し、ヒータHT1、HT2をオンする。プラズマ処理を行う前に、ヒータHT2（領域HT2a～HT2c）およびヒータHT1（領域HT1d）に対して目標温度になるように、電力供給を設定する。
- [0069] ステップS2では、真空容器2の側壁に連結された真空搬送容器の内部の圧力を、処理室4と同様の圧力まで減圧する。ウェハWFは、プラズマ処理装置1の外部からロボットアームのような真空搬送装置のアームの先端部に載せられ、真空搬送容器の内部へ搬送される。搬送口11を開口することで、ウェハWFは、真空搬送容器の内部から処理室4の内部へ搬送され、試料台30上に設置される。真空搬送装置のアームが処理室4から退室すると、処理室4の内部が密封される。
- [0070] ステップS3では、直流電源71から電極47へ直流電圧が供給され、生成された静電気力によって、ウェハWFは、静電チャック40の上面40t上で保持される。この状態で、ウェハWFと静電チャック40の上面40tとの間の隙間には、ヘリウム（He）などの熱伝達性を有するガスが、孔61を介して供給される。また、図示しない冷媒温度調整器によって所定の温度に調整された冷媒が、冷媒用流路51に供給される。これにより、温度が調整された基材50とウェハWFとの間で、熱の伝達が促進され、ウェハWFの温度が、プラズマ処理の開始に適切な範囲内の値に調整される。
- [0071] ステップS4では、図示しないガス供給装置によって流量および速度が調整された処理ガスが、間隙10に供給され、間隙10の内部で拡散する。拡散した処理ガスは、複数の穴9から試料台30の上方へ供給される。処理ガスが処理室4の内部に供給されると共に、真空排気口15から処理室4の内部が真空排気される。両者のバランスによって、処理室4の内部の圧力が、

プラズマ処理に適した範囲内の値に調整される。

[0072] この状態で、マグネトロン発振器 13 からマイクロ波の電界が発振される。マイクロ波の電界は、導波管 12 内部を伝播し、窓部材 7 およびシャワープレート 8 を透過する。更に、ソレノイドコイル 14 によって生成された磁界が、処理室 4 に供給される。上記磁界とマイクロ波の電界との相互作用によって、電子サイクロトロン共鳴（ECR : Electron Cyclotron Resonance）が生起される。そして、処理ガスの原子または分子が励起、電離または解離することによって、処理室 4 の内部にプラズマ 3 が生成される。

[0073] プラズマ 3 が生成されると、高周波電源 70 から電極 47 へ高周波電力が供給され、ウェハ WF の上面上にバイアス電位が形成され、プラズマ 3 中のイオンなどの荷電粒子がウェハ WF の上面に誘引される。これにより、マスク層のパターン形状に沿うように、ウェハ WF の所定の膜に対して、プラズマ処理（エッチング処理）が実行される。

[0074] ステップ S5 では、制御部 C0 は、ウェハ WF に対してプラズマ処理を行っている間に、複数の温度センサ 52 によって検出された温度と、ステップ S1 で複数の領域 HT1d に対して事前に設定されていた目標温度との差分を比較する。そして、制御部 C0 は、その差分が小さくなるように、複数の領域 HT1d への電力供給を個別に制御する。ここで、制御部 C0 は、領域 HT2a ~ HT2c への電力供給を変更せずに、複数の領域 HT1d のみへの電力供給を個別に制御している。これにより、電力供給が変更された領域 HT1d に対応するチップ領域 CR が、個別に温度調整される。

[0075] ステップ S6 では、エッチング処理の対象が別の膜へと移行する。それ故、制御部 C0 は、別の膜に適した温度へ変更するために、領域 HT2a ~ HT2c への電力供給を変更する。変更された温度は、複数の温度センサ 52 によって検出され、制御部 C0 へ伝達される。制御部 C0 は、変更された温度の誤差が所定の温度内になるように、領域 HT2a ~ HT2c への電力供給を調整し、ウェハ WF の面内温度を調整する。

[0076] ここで、ヒータ HT1 では、ステップ S5 と同様の処理が行われる。すな

わち、複数の領域HT1dへの電力供給が個別に制御され、複数のチップ領域CRが、個別に温度調整される。

[0077] その後、ステップS7では、更なるウェハWFのエッチング処理の必要が無い場合、間隙10へ処理ガスの供給を停止し、マグネトロン発振器13からマイクロ波の発信を停止し、高周波電源70からの高周波電力の供給を停止する。これにより、プラズマ処理が停止される。ステップS8では、静電気が除かれ、ウェハWFの吸着が解除される。ステップS9では、真空搬送装置のアームが処理室4の内部へ進入し、処理済みのウェハWFがプラズマ処理装置1の外部へ搬送される。

[0078] このように、プラズマ処理装置1を用いてプラズマ処理（エッチング処理）を行うことで、ウェハWF面内の温度の均一性を高めることができるので、ウェハの製造歩留まりの低下を抑制することができる。

[0079] 以上、上記実施の形態に基づいて本発明を具体的に説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

符号の説明

- [0080]
- | | |
|----|----------|
| 1 | プラズマ処理装置 |
| 2 | 真空容器 |
| 3 | プラズマ |
| 4 | 処理室 |
| 5 | サセプタリング |
| 6 | 導体リング |
| 7 | 窓部材 |
| 8 | シャワープレート |
| 9 | 穴 |
| 10 | 間隙 |
| 11 | 搬送口 |
| 12 | 導波管 |

- 1 3 マグネトロン発振器
- 1 4 ソレノイドコイル
- 1 5 真空排気口
- 1 6 負荷インピーダンス可変ボックス
- 1 7 負荷の整合器
- 1 8 高周波電源
- 3 0 試料台
- 4 0 静電チャック
- 4 0 t 上面
- 4 1 ~ 4 5 誘電体膜
- 4 6 シールド膜
- 4 7 電極
- 5 0 基材
- 5 1 冷媒用流路
- 5 2 温度センサ
- 6 1 ~ 6 5 孔
- 6 6 絶縁ボス
- 6 7 リフトピン
- 7 0 高周波電源
- 7 1 直流電源
- 7 2 直流電源
- 7 3 直流電源
- C 0 制御部
- C R チップ領域
- H T 1 ヒータ
- H T 1 d 領域
- H T 2 ヒータ
- H T 2 a ~ H T 2 c 領域

S R スクライブ領域

WF ウェハ

請求の範囲

[請求項1]

真空容器と、
前記真空容器の内部に設けられた処理室と、
前記処理室に設けられた円筒形状の試料台と、
制御部と、
を備え、
前記試料台は、基材と、前記基材の上面に設けられた静電チャックとを含み、
前記静電チャックは、それぞれ誘電体膜によって覆われた第1ヒータおよび第2ヒータを有し、
前記第2ヒータは、前記第1ヒータの上方に設けられ、
前記第2ヒータは、平面視において円形状を成す第1領域と、平面視において前記第1領域の外周を囲む第2領域と、平面視において前記第2領域の外周を囲む第3領域とに分かれて設けられ、
前記第1ヒータは、それぞれ平面視において矩形形状を成す複数の第4領域に分かれて設けられ、
前記第1領域、前記第2領域、前記第3領域および前記複数の第4領域は、前記制御部に電氣的に接続され、
前記制御部は、前記第1領域、前記第2領域、前記第3領域および前記複数の第4領域への電力供給を個別に制御できる、プラズマ処理装置。

[請求項2]

請求項1に記載のプラズマ処理装置において、
前記第1ヒータおよび前記第2ヒータは、前記静電チャックの上面にウェハが載置された際に、前記ウェハの温度を調整するために設けられ、
前記ウェハは、スクライブ領域と、それぞれスクライブ領域に囲まれ、且つ、それぞれ平面視において矩形形状を成す複数のチップ領域とを有し、

前記制御部が前記複数の第4領域への電力供給を個別に制御することで、前記複数のチップ領域が、個別に温度調整される、プラズマ処理装置。

[請求項3]

請求項2に記載のプラズマ処理装置において、

前記静電チャックの上面に前記ウェハが載置された際に、複数の第4領域は、1つの前記チップ領域の下方に1つの前記第4領域が位置するように設けられている、プラズマ処理装置。

[請求項4]

請求項2に記載のプラズマ処理装置において、

それぞれ前記複数の第4領域の下方に位置する前記基材の内部に設けられ、且つ、前記制御部に電氣的に接続された複数の温度センサを更に備え、

前記制御部は、前記ウェハに対してプラズマ処理を行っている間に、前記複数の温度センサによって検出された温度と、前記プラズマ処理を行う前に、前記複数の第4領域に対して事前に設定されていた目標温度との差分を比較し、その差分が小さくなるように、前記複数の第4領域への電力供給を個別に制御する、プラズマ処理装置。

[請求項5]

請求項4に記載のプラズマ処理装置において、

前記制御部は、前記第1領域、前記第2領域および前記第3領域への電力供給を変更せずに、前記複数の第4領域への電力供給を個別に制御する、プラズマ処理装置。

[請求項6]

請求項1に記載のプラズマ処理装置において、

前記第1領域、前記第2領域、前記第3領域および前記複数の第4領域は、それぞれ金属材料からなるヒータ線が複数回折り返して配置されることで構成され、

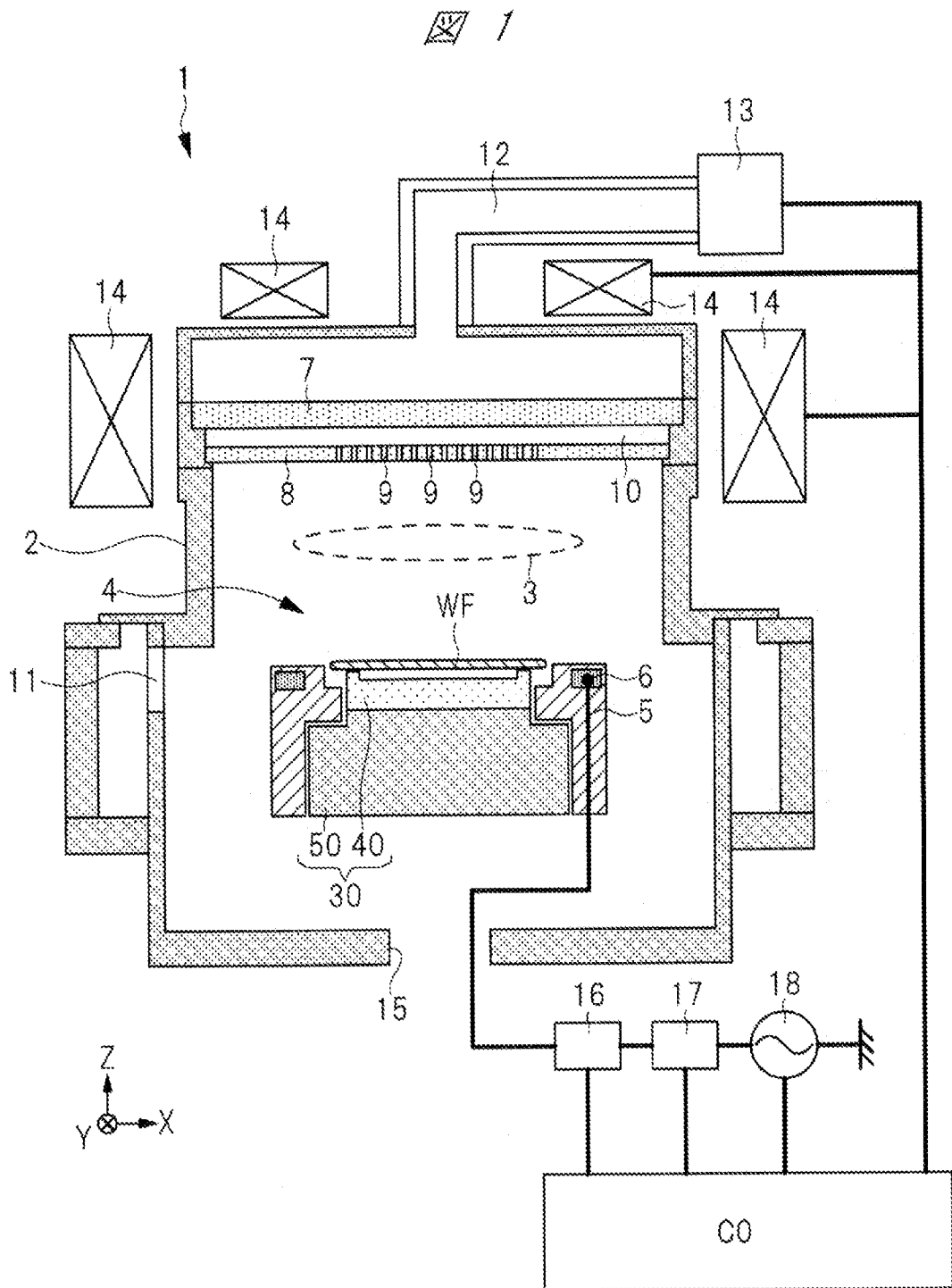
前記第1領域、前記第2領域および前記第3領域を構成する前記ヒータ線の厚さは、前記複数の第4領域を構成する前記ヒータ線の厚さよりも厚い、プラズマ処理装置。

[請求項7]

請求項6に記載のプラズマ処理装置において、

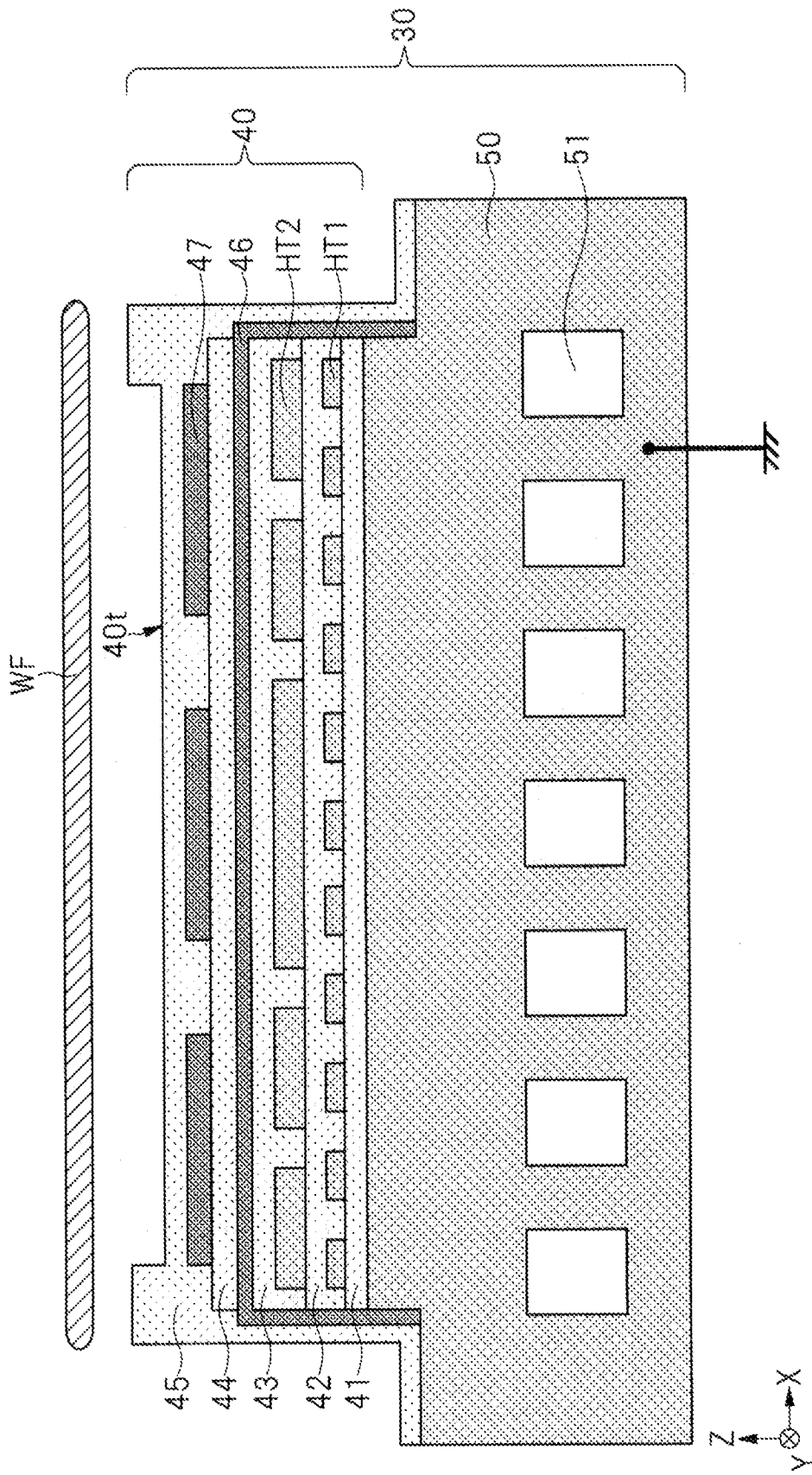
前記第1領域、前記第2領域および前記第3領域を構成する前記ヒータ線の線幅は、前記複数の第4領域を構成する前記ヒータ線の線幅よりも広い、プラズマ処理装置。

[図1]



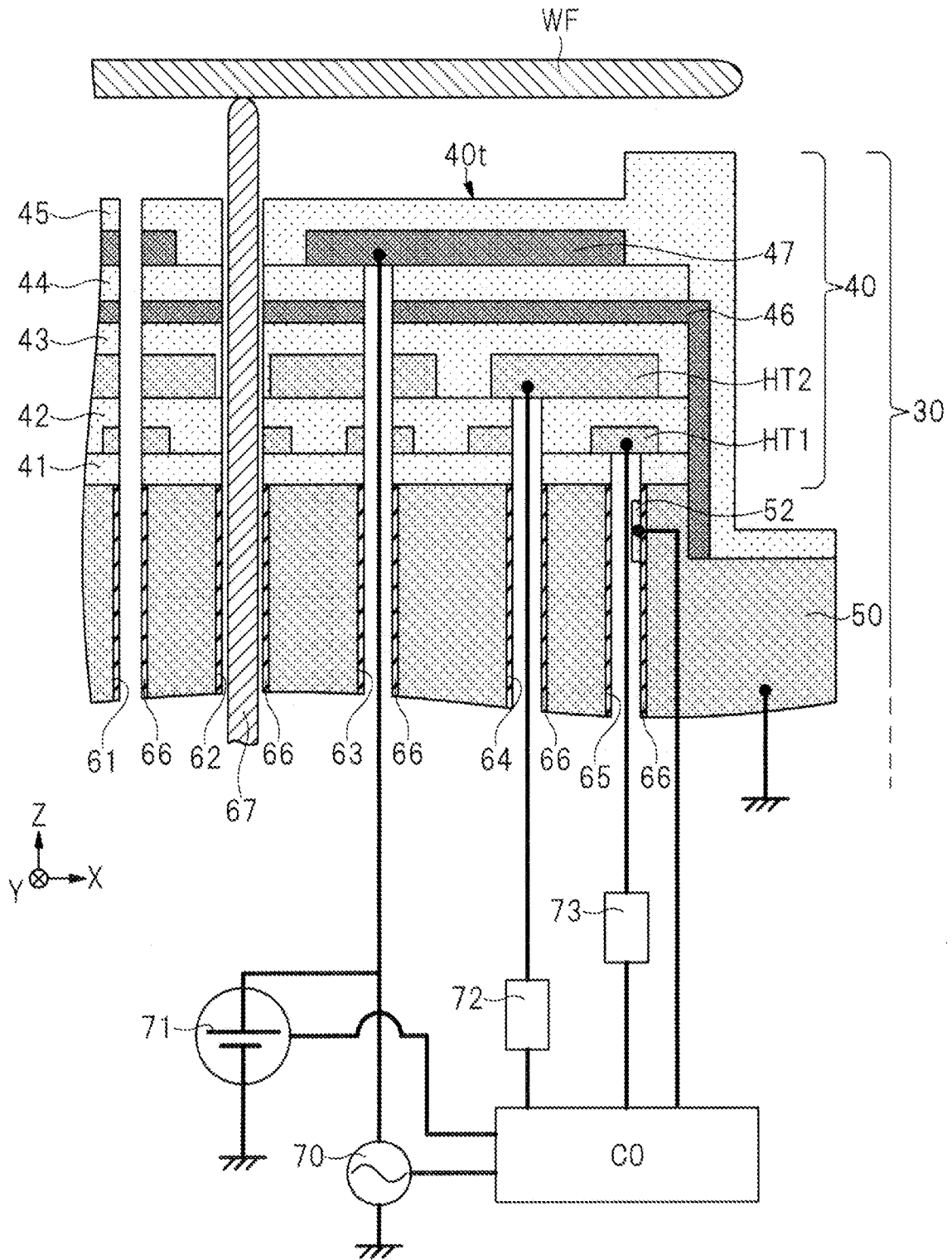
[図2]

図 2



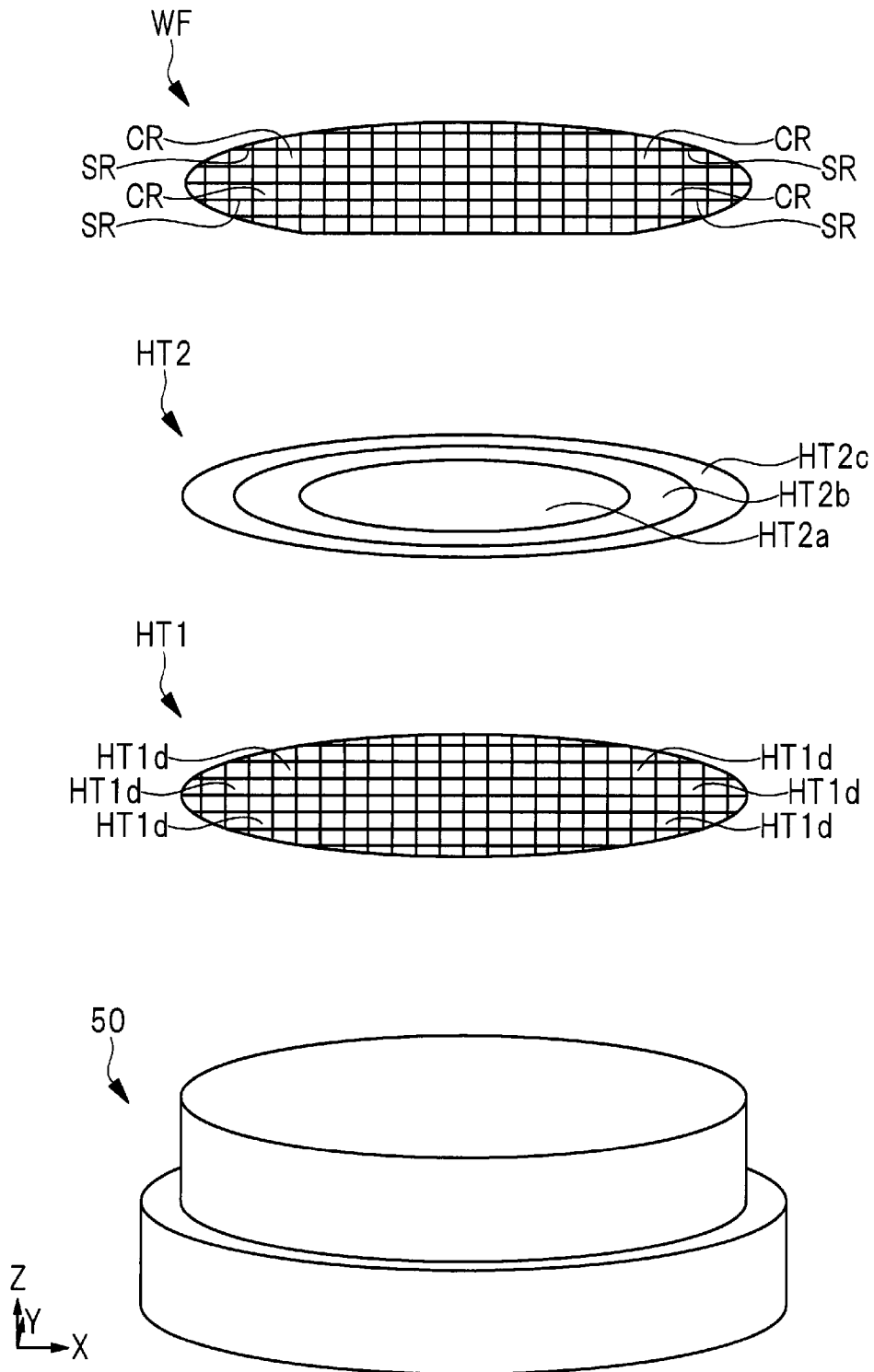
[図3]

3

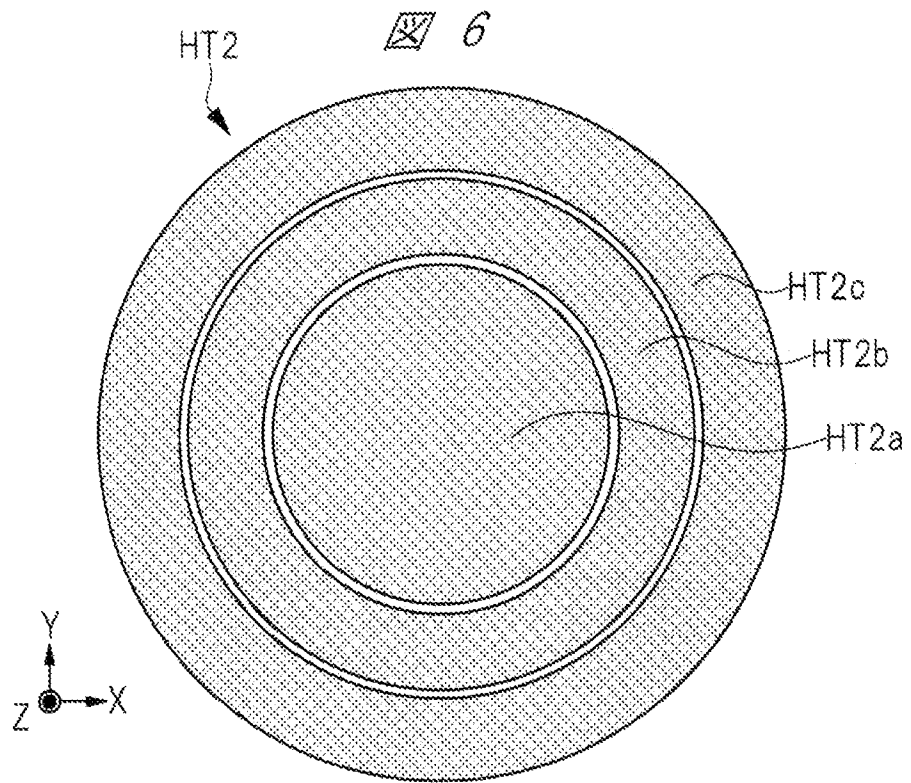


[図4]

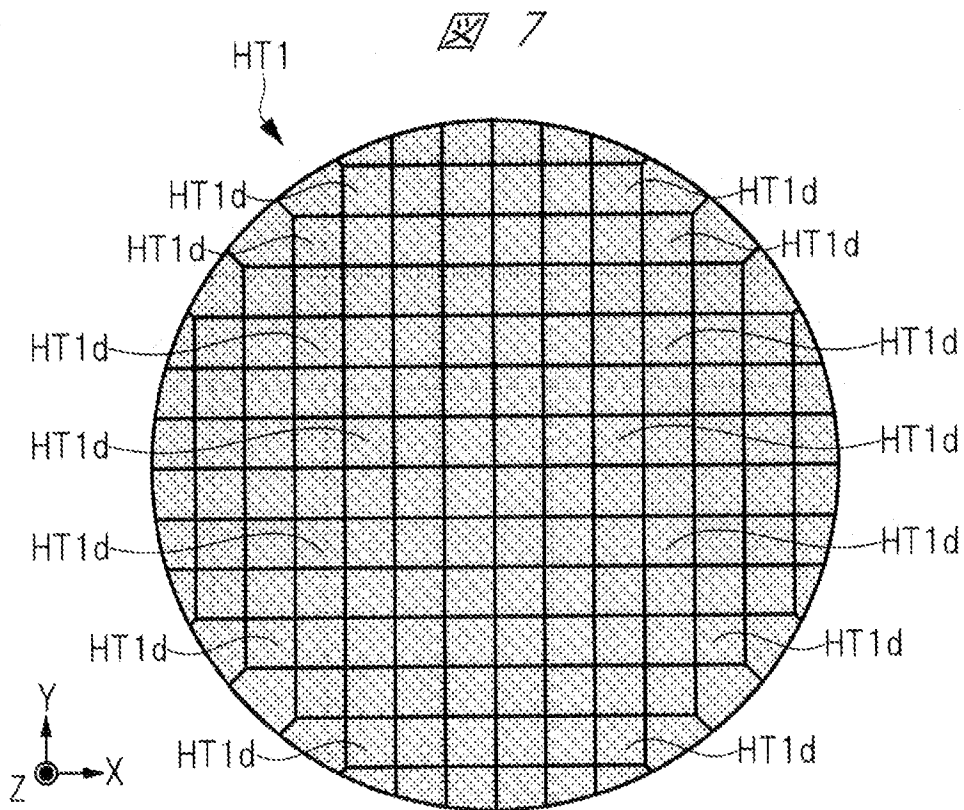
4



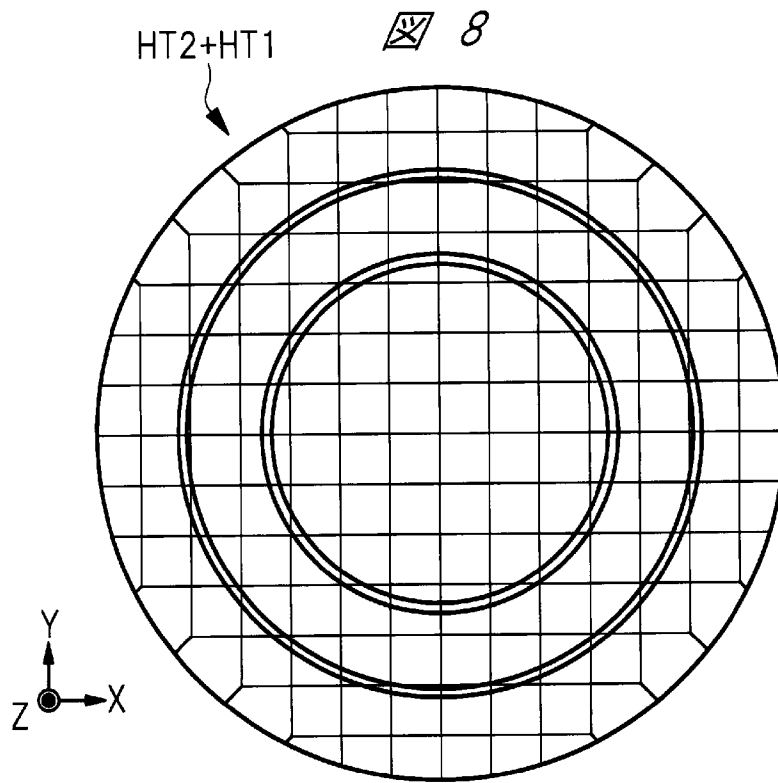
[図6]



[図7]



[図8]



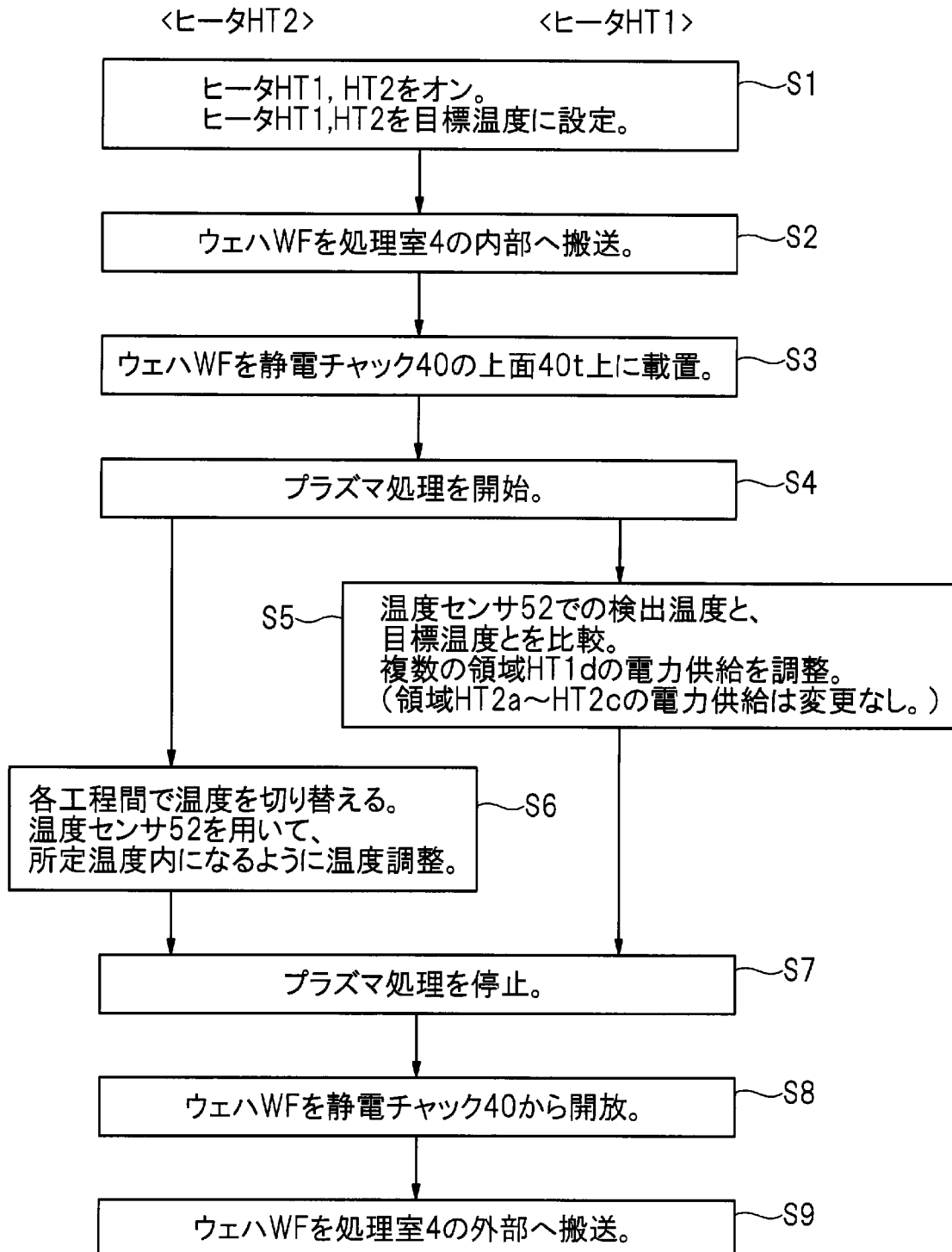
[図9]

図 9

	ヒータHT2	ヒータHT1
発熱面積	大	小
敷き詰めるヒータ線	長い	短い
抵抗値	高い	低い
電流量	小	大

[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/011436

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H05H 1/46</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/3065</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/683</i> (2006.01)i FI: H05H1/46 A; H01L21/302 101G; H01L21/68 R		
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) H05H1/00-1/54; H01L21/3065; H01L21/683		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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 2017-157855 A (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO LTD) 07 September 2017 (2017-09-07) paragraphs [0007]-[0009], [0084]-[0098], fig. 2-5	1-3, 6, 7
A	entire text, all drawings	4, 5
Y	JP 2015-515713 A (LAM RESEARCH CORPORATION) 28 May 2015 (2015-05-28) paragraphs [0016]-[0019], fig. 1-2	1-3, 6, 7
A	entire text, all drawings	4, 5
A	JP 2017-28111 A (HITACHI HIGH TECH CORP) 02 February 2017 (2017-02-02) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2014-150160 A (HITACHI HIGH TECH CORP) 21 August 2014 (2014-08-21) entire text, all drawings	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 30 March 2022		Date of mailing of the international search report 12 April 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/011436

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-157855	A	07 September 2017	US 2019/0088517 A1 paragraphs [0011]-[0015], [0189]-[0213], fig. 2-5 WO 2016/080502 A1 CN 107004626 A KR 10-2017-0088352 A	
JP	2015-515713	A	28 May 2015	US 2013/0220989 A1 paragraphs [0016]-[0019], fig. 1, 2 WO 2013/130210 A1 TW 201407708 A CN 104205307 A KR 10-2014-0130215 A CN 107452647 A	
JP	2017-28111	A	02 February 2017	US 2017/0025255 A1 entire text, all drawings KR 10-2017-0012106 A TW 201715561 A	
JP	2014-150160	A	21 August 2014	US 2014/0216657 A1 entire text, all drawings CN 103972130 A KR 10-2014-0099158 A CN 108511313 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05H 1/46(2006.01)i; H01L 21/3065(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i FI: H05H1/46 A; H01L21/302 101G; H01L21/68 R		
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）） H05H1/00-1/54; H01L21/3065; 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 A	JP 2017-157855 A (住友大阪セメント株式会社) 07.09.2017 (2017-09-07) [0007]-[0009], [0084]-[0098], [図2]-[図5] 全文, 全図	1-3, 6, 7 4, 5
Y A	JP 2015-515713 A (ラム リサーチ コーポレーション) 28.05.2015 (2015-05-28) [0016]-[0019], [図1]-[図2] 全文, 全図	1-3, 6, 7 4, 5
A	JP 2017-28111 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 02.02.2017 (2017-02-02) 全文, 全図	1-7
A	JP 2014-150160 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 21.08.2014 (2014-08-21) 全文, 全図	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 30.03.2022	国際調査報告の発送日 12.04.2022	
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） 後藤 大思 2G 5261 電話番号 03-3581-1101 内線 3226	

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/JP2022/011436

引用文献			公表日	パテントファミリー文献		公表日
JP	2017-157855	A	07.09.2017	US 2019/0088517	A1	
				[0011]-[0015], [0189]-		
				[0213], [FIG. 2]-[FIG. 5]		
				WO 2016/080502	A1	
				CN 107004626	A	
				KR 10-2017-0088352	A	

JP	2015-515713	A	28.05.2015	US 2013/0220989	A1	
				[0016]-[0019], [FIG. 1],		
				[FIG. 2]		
				WO 2013/130210	A1	
				TW 201407708	A	
				CN 104205307	A	
				KR 10-2014-0130215	A	
				CN 107452647	A	

JP	2017-28111	A	02.02.2017	US 2017/0025255	A1	
				全文, 全図		
				KR 10-2017-0012106	A	
				TW 201715561	A	

JP	2014-150160	A	21.08.2014	US 2014/0216657	A1	
				全文, 全図		
				CN 103972130	A	
				KR 10-2014-0099158	A	
				CN 108511313	A	
