(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6月29日(29.06.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/119601 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/31 (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/048052

(22) 国際出願日： 2021年12月23日(23.12.2021)

(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: 住友電気工業株式会社 (**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

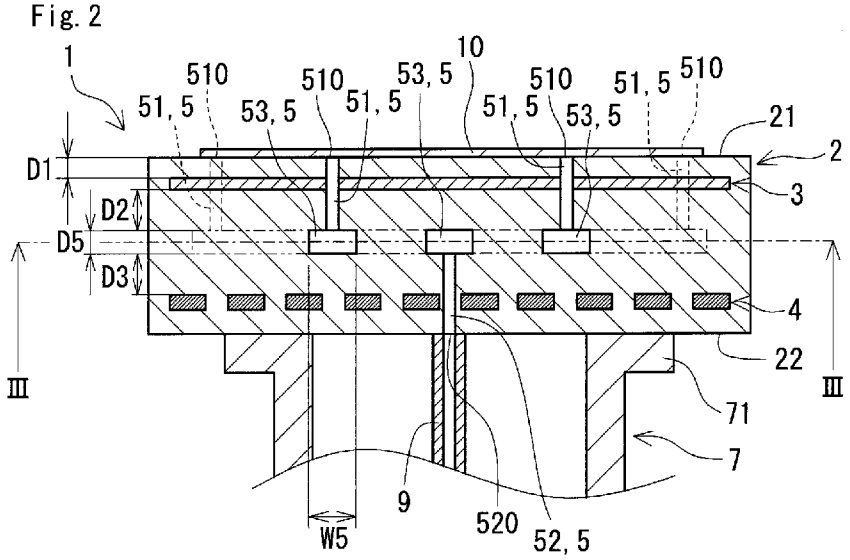
(72) 発明者: 島尾 大介 (**SHIMAO Daisuke**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 木村 功一(**KIMURA Koichi**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 先田 成伸(**SAKITA Shigenobu**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 阪口 浩平(**SAKAGUCHI Kohei**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 板倉 克裕(**ITAKURA Katsuhiro**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 山野 宏, 外 (**YAMANO Hiroshi** et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島六丁目１番３号 アストロ新大阪第２ビル１０階 啓明特許事務所 Osaka (JP).

(54) **Title:** HEATER

(54) 発明の名称： ヒータ

Fig. 2



(57) **Abstract:** A heater comprising a base body having a circular plate-form shape, a high-frequency electrode disposed inside the base body, a heat-generating body disposed inside the base body, and a support body having a cylindrical shape. The base body is provided with a first surface on which an object being heated is placed, a second surface to which a first end section of the support body is attached, and a flow path linked to the first and second surfaces. The flow path is provided with a first flow path having an intake port provided on the first-surface side, a second flow path having an

WO 2023/119601 A1

［続葉有］

(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, IT, 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, 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)）

exhaust port provided in a region on the second-surface side that is located inward from the support body, and a third flow path linking the first and second flow paths. The high-frequency electrode, the heat-generating body, and the third flow path are each disposed in a plane parallel to the first surface. The heat-generating body and the third flow path are disposed closer to the second-surface side than is the high-frequency electrode.

(57) 要約：円板状の形状を有する基体と、前記基体の内部に配置された高周波電極と、前記基体の内部に配置された発熱体と、筒状の形状を有する支持体と、を備え、前記基体は、加熱対象が載置される第一面と、前記支持体の第一端部が取り付けられた第二面と、前記第一面及び前記第二面につながる流路と、備え、前記流路は、前記第一面側に設けられた吸気口を有する第一流路と、前記第二面側における前記支持体の内側の領域に設けられた排気口を有する第二流路と、前記第一流路と前記第二流路とをつなぐ第三流路と、を備え、前記高周波電極、前記発熱体、及び前記第三流路の各々は、前記第一面に平行な面内に配置されており、前記発熱体及び前記第三流路は、前記高周波電極よりも前記第二面側に配置されている、ヒータ。

明　細　書

発明の名称 ： ヒータ

技術分野

[0001]　本開示は、ヒータに関する。

背景技術

[0002]　特許文献１は、ＲＦプレートとヒータプレートとが空間を介在させた状態で接続されたセラミックス部材を開示する。ＲＦプレートは、被加熱物であるウエハが載置される載置面を備える。ＲＦプレートの内部には、ウエハにプラズマ処理を施す際に使用される高周波電極が配置されている。ヒータプレートの内部には、発熱抵抗体が配置されている。空間は、高周波電極と発熱抵抗体との間に流れるリーク電流の発生を抑制するために設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１８－１８２２８０号公報

発明の概要

[0004]　本開示のヒータは、

円板状の形状を有する基体と、

前記基体の内部に配置された高周波電極と、

前記基体の内部に配置された発熱体と、

筒状の形状を有する支持体と、を備え、

前記基体は、

加熱対象が載置される第一面と、

前記支持体の第一端部が取り付けられた第二面と、

前記第一面及び前記第二面につながる流路と、備え、

前記流路は、

前記第一面側に設けられた吸気口を有する第一流路と、

前記第二面側における前記支持体の内側の領域に設けられた排気口を有する第二流路と、

前記第一流路と前記第二流路とをつなぐ第三流路と、を備え、

前記高周波電極、前記発熱体、及び前記第三流路の各々は、前記第一面に平行な面内に配置されており、

前記発熱体及び前記第三流路は、前記高周波電極よりも前記第二面側に配置されている。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図１は、実施形態１のヒータを備えた成膜装置を模式的に示す断面図である。

[図2]図２は、図１に示すヒータの主に基体を拡大して示す断面図である。

[図3]図３は、図２のＩＩＩ－ＩＩＩ断面図である。

[図4]図４は、変形例１における第三流路の断面図である。

[図5]図５は、変形例２における第三流路の断面図である。

[図6]図６は、変形例３における第三流路の断面図である。

[図7]図７は、変形例４における第三流路の断面図である。

[図8]図８は、変形例５における第三流路の断面図である。

[図9]図９は、変形例６における第三流路の断面図である。

[図10]図１０は、実施形態２のヒータの主に基体を拡大して示す断面図である。

[図11]図１１は、実施形態３のヒータの主に基体を拡大して示す断面図である。

[図12]図１２は、実施形態４のヒータの主に基体を拡大して示す断面図である。

[図13]図１３は、実施形態５のヒータの主に基体を拡大して示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0006] ［本開示が解決しようとする課題］

加熱対象を全面にわたって均一に加熱することが望まれる。プラズマ処理による加熱対象への成膜のばらつきを抑制することが望まれる。特許文献１の技術では、加熱対象を均一に加熱すると共に、加熱対象に均一に成膜を施すという点で改善の余地がある。

[0007] 本開示は、加熱対象を全面にわたって均一に加熱でき、かつ加熱対象への成膜のばらつきを抑制できるヒータを提供することを目的の一つとする。

[0008] ［本開示の効果］

本開示のヒータは、加熱対象を全面にわたって均一に加熱でき、かつ加熱対象への成膜のばらつきを抑制できる。

[0009] ［本開示の実施形態の説明］

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

[0010] （１）本開示の一態様に係るヒータは、

円板状の形状を有する基体と、

前記基体の内部に配置された高周波電極と、

前記基体の内部に配置された発熱体と、

筒状の形状を有する支持体と、を備え、

前記基体は、

加熱対象が載置される第一面と、

前記支持体の第一端部が取り付けられた第二面と、

前記第一面及び前記第二面につながる流路と、備え、

前記流路は、

前記第一面側に設けられた吸気口を有する第一流路と、

前記第二面側における前記支持体の内側の領域に設けられた排気口を有する第二流路と、

前記第一流路と前記第二流路とをつなぐ第三流路と、を備え、

前記高周波電極、前記発熱体、及び前記第三流路の各々は、前記第一面に平行な面内に配置されており、

前記発熱体及び前記第三流路は、前記高周波電極よりも前記第二面側に配

置されている。

[0011] 本開示のヒータでは、第一面に載置された加熱対象は、基体に設けられた流路によって第一面に真空吸着される。この真空吸着によって、加熱対象が第一面に載置される前に反りを有する板状体の場合であっても、その反りが矯正される。第一面に載置された加熱対象は、全面にわたって第一面に接触することができる。発熱体は、第一面に平行な面内に配置されている。よって、本開示のヒータでは、第一面に載置された加熱対象は、発熱体によって全面にわたって均一に加熱される。

[0012] 本開示のヒータでは、発熱体及び第三流路が高周波電極よりも第二面側に位置している。つまり、高周波電極と第一面との間には、発熱体及び第三流路が存在しない。高周波電極は、第一面に平行な面内に配置されている。高周波電極と第一面との間に発熱体及び第三流路が存在しないことで、第一面に載置された加熱対象と高周波電極との間にある基体の厚さが均一に確保され易い。高周波電極と第一面との間に第三流路が存在しないことで、加熱対象と高周波電極との間で放電が生じることを抑制でき、エネルギーロスの発生を抑制できる。

[0013] 一般的に、プラズマ処理で用いられる反応ガスを発生するシャワーヘッドは、上記高周波電極と対になる高周波電極を兼ねており、第一面に平行に配置されている。加熱対象が全面にわたって第一面に接触することで、第一面に載置された加熱対象とシャワーヘッドとの間隔が均一に確保され易い。

[0014] 本開示のヒータでは、第一面に載置された加熱対象と高周波電極との間にある基体の厚さが均一に確保され、かつ第一面に載置された加熱対象とシャワーヘッドとの間隔が均一に確保されることで、加熱対象の全面にわたって均一にエネルギーが付与される。よって、本開示のヒータでは、上記基体の厚さ又は上記間隔が不均一の場合に比較して、プラズマ処理による加熱対象への成膜のばらつきが抑制される。

[0015] （２）本開示のヒータにおいて、前記第三流路は、前記発熱体よりも前記第二面側に配置されていてもよい。

[0016] 上記形態では、発熱体から第一面への伝熱が第三流路で阻害され難い。よって、上記形態では、第一面に載置された加熱対象は、発熱体によって全面にわたってより均一に加熱される。

[0017] （３）本開示のヒータにおいて、前記高周波電極と前記第三流路との前記基体の厚さ方向の間隔が２ｍｍ以上であってもよい。

[0018] 上記形態では、上記間隔がある程度確保されることで、プラズマ処理による加熱対象への成膜時に、第三流路を構成する空間で放電が生じることが抑制され易い。

[0019] （４）本開示のヒータにおいて、前記基体の内部に配置されたシールド電極を更に備え、前記シールド電極は、前記第一面に平行な面内であって、前記高周波電極と前記第三流路との間の面内に配置されていてもよい。

[0020] 上記形態では、シールド電極を備えることで、第三流路にエネルギーが付与されることが抑制される。上記形態では、第三流路にエネルギーが付与され難いことで、プラズマ処理による加熱対象への成膜時に、第三流路を構成する空間で放電が生じることが抑制され易い。

[0021] （５）本開示のヒータにおいて、前記第一流路の数は複数であり、前記吸気口が、前記第一面において前記基体の周方向に並んで配置されていてもよい。

[0022] 上記形態では、第一面に載置された加熱対象は、全周にわたって第一面に真空吸着される。

[0023] （６）本開示のヒータにおいて、前記第一流路の数は複数であり、前記第二流路の数は一つであり、前記第一面には、前記吸気口として複数の第一吸気口が設けられており、前記複数の第一吸気口の各々から前記排気口までの前記第一流路、前記第二流路、及び前記第三流路に沿った長さが同じであってもよい。

[0024] 上記形態では、第一面に載置された加熱対象は、吸引力が同じ複数の第一吸気口によって第一面に真空吸着される。例えば、上記形態では、第一面に載置された加熱対象は、全周にわたって均一に第一面に真空吸着される。

[0025] （７）本開示のヒータにおいて、前記第一流路の数は複数であり、前記第二流路の数は一つであり、前記第一面には、前記吸気口として第二吸気口及び第三吸気口が設けられており、前記第二吸気口及び前記第三吸気口の各々から前記排気口までの前記第一流路、前記第二流路、及び前記第三流路に沿った長さが異なってもよい。

[0026] 上記形態では、第一面に載置された加熱対象は、基体の径方向の異なる位置で第一面に真空吸着される。

[0027] （８）本開示のヒータにおいて、前記第一流路の数は複数であり、前記第三流路は、前記基体の中心側から放射状に延びる複数の分岐路を備え、一つ又は複数の前記第二流路は、前記第三流路における前記基体の中心側につながっており、複数の前記第一流路の少なくとも一つは、前記分岐路の先端部につながっていてもよい。

[0028] 上記形態では、第一面に載置された加熱対象は、全周にわたって均一に第一面に真空吸着される。

[0029] ［本開示の実施形態の詳細］

本開示のヒータの実施形態を、図面を参照して説明する。図中の同一符号は、同一名称物を示す。なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0030] ＜全体構成＞

図１から図３を参照して、実施形態のヒータ１を説明する。ヒータ１は、プラズマ処理によって加熱対象１０の表面に薄膜を形成する成膜装置に利用される。ヒータ１は、図１に示すように、雰囲気ガスの制御ができるチャンバー８内に配置されている。チャンバー８内において、ヒータ１に向かい合う上面には、シャワーヘッド８１が配置されている。プラズマ処理で用いられる反応ガスは、シャワーヘッド８１からヒータ１に向かって噴射される。シャワーヘッド８１には、図示しない高周波発信器が接続されている。シャワーヘッド８１は、高周波電極を兼ねている。

[0031] ヒータ１は、図１、図２、及び図１０に示すように、基体２と、高周波電極３と、発熱体４と、支持体７と、を備える。ヒータ１は、図１１から図１３に示すように、更にシールド電極６を備えていてもよい。高周波電極３、発熱体４、及びシールド電極６は、基体２の内部に互いに平行となるように配置されている。

[0032] 実施形態のヒータ１の特徴の一つは、加熱対象１０を基体２に真空吸着する構成として、基体２に流路５を備える点にある。実施形態のヒータ１の特徴の一つは、高周波電極３、発熱体４、及び流路５が特定の順序で基体２の内部に配置されている点にある。ヒータ１がシールド電極６を備える場合、シールド電極６も、特定の順序で基体２の内部に配置されている。

[0033] 図１から図３は、実施形態１のヒータ１を図示している。図４から図９は、ヒータ１の基体２に設けられた第三流路５３の異なるパターンを図示している。第三流路５３は流路５の一部である。図１０は、実施形態２のヒータ１を図示している。図１０は、図２に示す発熱体４と第三流路５３との順序が入れ替わっている。図１１は、実施形態３のヒータ１を図示している。図１１は、図２に示す基体２にシールド電極６を追加している。図１２は、実施形態４のヒータ１を図示している。図１２は、図１０に示す基体２にシールド電極６を追加している。図１３は、実施形態５のヒータ１を図示している。図１３は、図１０に示す基体２において、図１２とは別の位置にシールド電極６を追加している。各図では、分かり易いように、高周波電極３、発熱体４、流路５、及びシールド電極６を誇張して示している。各図において、基体２、高周波電極３、発熱体４、流路５、及びシールド電極６の大きさ等は模式的に示されたものであり、必ずしも実際の大きさに対応しているわけではない。以下、実施形態ごとに各構成を詳細に説明する。

[0034] ＜実施形態１＞

図１から図３を参照して、実施形態１のヒータ１を説明する。実施形態１のヒータ１は、図１及び図２に示すように、基体２と、高周波電極３と、発熱体４と、支持体７と、を備える。実施形態１のヒータ１では、基体２の内

部に第一面２１側から第二面２２側に向かって順に、高周波電極３、流路５の一部である第三流路５３、及び発熱体４が配置されている。

[0035] ≪基体≫

基体２は、図３に示すように、円板状の形状を有する。基体２は、図２に示すように、第一面２１と第二面２２とを備える。第一面２１と第二面２２とは、互いに向かい合っている。第一面２１には、加熱対象１０が載置される。加熱対象１０は、例えばシリコンや化合物半導体のウエハである。第二面２２には、後述する支持体７の第一端部７１が取り付けられている。第二面２２側における支持体７の内側の領域には、後述する高周波電極３及び発熱体４の各々に接続された図示しない端子が嵌め込まれた複数の穴が設けられている。上記端子は第二面２２から突出している。説明の便宜上、端子、及び端子が嵌め込まれた複数の穴は図示していない。

[0036] 基体２の内部には、後述する流路５が設けられている。流路５は、第一面２１と第二面２２とをつなぐように設けられている。

[0037] 基体２の材質は、例えば、公知のセラミックスである。セラミックスは、例えば、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、炭化珪素である。基体２の材質は、上記セラミックスと金属との複合材料で構成されていてもよい。金属は、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金である。本例の基体２の材質は、窒化アルミニウムである。

[0038] ≪高周波電極≫

高周波電極３は、図１に示すシャワーヘッド８１との間でプラズマを発生させる電極である。高周波電極３は接地されている。または、高周波電極３は、シャワーヘッド８１に接続された高周波発信器とは別の高周波発信器に接続されている。高周波電極３は、図示しない電力線につながっている。電力線には接地線が含まれる。電力線は、後述する支持体７の内側に配置されている。図示しない高周波発信器からの高周波電力がシャワーヘッド８１と高周波電極３との間に与えられる。シャワーヘッド８１から噴射された反応ガスが高周波エネルギーによってイオン化してプラズマ状態を発生する。反

応ガスのプラズマ状態によって第一面２１に載置された加熱対象１０で化学反応が生じ、反応ガスに応じて加熱対象１０に薄膜が形成される。

[0039] 高周波電極３は、円板状の形状を有する。高周波電極３は、好ましくは基体２と同心状に配置されている。高周波電極３は、例えば、加熱対象１０と同等の大きさを有する。高周波電極３は、加熱対象１０よりも一回り程度大きくてもよい。高周波電極３は、基体２の内部に埋め込まれている。高周波電極３は、第一面２１に平行な面内に配置されている。高周波電極３は、基体２の厚さ方向で最も第一面２１側に位置する。高周波電極３と第一面２１との間には、後述する発熱体４及び第三流路５３は存在しない。高周波電極３と第一面２１との間隔Ｄ１は、例えば１ｍｍ程度である。

[0040] 高周波電極３の材質は、耐熱性に優れる金属である。金属は、例えば、タングステン、タングステン合金、モリブデン、モリブデン合金、ニッケル、及びニッケル合金からなる群より選択される１種である。

[0041] 高周波電極３の形態は特に問わない。例えば、高周波電極３は、上記金属からなる粉を含んだペーストをスクリーン印刷及び焼成することで形成される。高周波電極３は、板、メッシュ、又は繊維で構成されてもよい。

[0042] ≪発熱体≫

発熱体４は、第一面２１に載置された加熱対象１０を加熱する熱源である。発熱体４は、基体２を介して上記加熱対象１０を加熱する。発熱体４は、図示しない端子及び電力線につながっている。電力線は、後述する支持体７の内側に配置されている。発熱体４には、電力線を介して図示しない電源から電力が供給される。

[0043] 発熱体４は、基体２の平面内に形成された回路パターンである。回路パターンは、帯状の細い線からなる帯状部で描かれている。発熱体４の形状は、特に限定されない。基体２を第一面２１側から平面視したとき、発熱体４の外周輪郭線の形状は、一般的には円形である。発熱体４の外周輪郭線は、帯状部の配置によって構成される。発熱体４は、好ましくは基体２と同心状に配置されている。発熱体４は、高周波電極３とも同心状に配置されている。

[0044] 発熱体４は、基体２の内部に埋め込まれている。発熱体４は、第一面２１に平行な面内に配置されている。発熱体４は、高周波電極３よりも第二面２２側に配置されている。

[0045] 発熱体４は、例えば帯状部を屈曲させて構成されている。帯状部の屈曲には、渦巻き状や蛇行状に屈曲することが含まれる。発熱体４は、帯状部よりも幅の広い所定形状の面状部を備えていてもよい。面状部の外周輪郭線の形状は、例えば扇状や半円状である。帯状部と面状部は一連につながっている。発熱体４の回路パターンは、特に限定されない。発熱体４の回路パターンは、加熱する温度や求められる温度分布に応じて適宜選択できる。

[0046] 発熱体４の材質は、加熱対象１０を所望の温度に加熱できる材質であれば特に限定されない。発熱体４の材質は、抵抗加熱に好適な金属である。金属は、例えば、ステンレス鋼、ニッケル、ニッケル合金、銀、銀合金、タングステン、タングステン合金、モリブデン、モリブデン合金、クロム、及びクロム合金からなる群より選択される１種である。ニッケル合金は、例えば、ニクロムである。

[0047] 発熱体４の形態は特に問わない。例えば、発熱体４は、上記金属からなる粉を含んだペーストをスクリーン印刷及び焼成することで形成される。他に、発熱体４は、上記金属からなる箔をパターニング加工することで形成される。発熱体４は、帯状部による回路パターン以外に、タングステンコイルやモリブデンコイルであってもよい。

[0048] ≪流路≫

流路５は、基体２の内部に設けられた空間である。流路５は、図２に示すように、第一面２１及び第二面２２につながるように設けられている。流路５は、第一流路５１、第二流路５２、及び第三流路５３を備える。図２では、第三流路５３を包括する外形が二点鎖線で示されている。図３は、図２に示す第三流路５３を第一面２１に平行な面で切断した断面図である。図３では、第一面２１側に設けられた吸気口５１０が実線で示されている。図３では、第二面２２側に設けられた排気口５２０が仮想的に破線で示されている

。

[0049] 〔第一流路〕

第一流路５１は、図２に示すように、第一面２１側に設けられた吸気口５１０を備える。本例の吸気口５１０は、第一面２１に設けられている。基体２に図示しないウエハポケットが設けられている場合、ウエハポケットの底面が第一面２１であり、その第一面２１に吸気口５１０が設けられている。第一面２１に図示しない溝が設けられている場合、溝の底面に複数の吸気口５１０が設けられていてもよい。

[0050] 本例の流路５は、複数の第一流路５１を備える。図２に示す第一面２１には、図３に示すように、複数の吸気口５１０が配置されている。各吸気口５１０は、第一面２１に載置された加熱対象１０に覆われる。複数の吸気口５１０は、第一面２１において基体２の周方向に並んで配置されていることが好ましい。特に、複数の吸気口５１０は、第一面２１（図２）において基体２の周方向に等間隔に並んで配置されていることが好ましい。複数の吸気口５１０は、第一面（図２）において基体２の異なる径の各円周上に配置されていてもよい。本例では、基体２の異なる二つの径の各円周上に四つずつ吸気口５１０が配置されている。

[0051] 吸気口５１０の開口形状は特に問わない。本例の吸気口５１０の開口形状は円形である。

[0052] 第一流路５１は、各吸気口５１０から基体２の内部に向かって延びている。第一流路５１は、第一面２１に交差する方向に延びている。本例の第一流路５１は、第一面２１に直交する方向に延びている。

[0053] 第一流路５１の横断面の形状は特に問わない。本例の第一流路５１の横断面の形状は、吸気口５１０の開口形状と同じ円形である。第一流路５１の横断面は、第一流路５１の延びる方向と直交する方向に切断した断面である。

[0054] 第一流路５１の横断面の面積は、良好な気体の流通性を確保できる程度に適宜選択できる。気体は、例えば反応ガスである。第一流路５１の横断面の総面積は、例えば、０．２ｍｍ^{2}以上２５００ｍｍ^{2}以下、好ましくは１５ｍ

m^2以上５００mm^2以下である。第一流路５１の横断面の総面積が下限値以上であることで、良好な気体の流通性が確保される。第一流路５１の横断面の総面積が上限値以下であることで、発熱体４からの伝熱が第一流路５１で阻害されることが抑制され易い。各第一流路５１の横断面の面積は、複数の横断面の総面積が上記範囲を満たすように、適宜選択される。

[0055] 本例の第一流路５１は、第一流路５１の延びる方向に一様な横断面の形状及び大きさを備える。第一流路５１の横断面の形状は、第一流路５１の延びる方向の途中で変化してもよい。第一流路５１の横断面の面積は、第一流路５１の延びる方向の途中で変化してもよい。

[0056] 複数の第一流路５１が設けられている場合、各第一流路５１の横断面の形状及び大きさは同じでもよいし、異なっていてもよい。第一面２１において基体２の異なる径の円周上に吸気口５１０が配置されるように第一流路５１が設けられている場合、小径側に位置する第一流路５１と大径側に位置する第一流路５１とがある。小径側に位置する第一流路５１と大径側に位置する第一流路５１とで、第一流路５１の横断面の形状及び大きさの少なくとも一方が異なっていてもよい。

[0057] 〔第二流路〕

第二流路５２は、図２に示すように、第二面２２における支持体７の内側の領域に設けられた排気口５２０を備える。本例の排気口５２０は、第二面２２に設けられている。第二面２２に支持体７の取付面から局所的に突出した凸部、又は局所的に窪んだ凹部が設けられている場合、凸部の端面又は凹部の底面に排気口５２０が設けられていてもよい。排気口５２０には、吸引管９が接続されている。吸引管９には、図示しない真空ポンプが接続されている。真空ポンプの吸引により、吸引管９を介して流路５内は減圧される。吸引管９は、後述する支持体７の内側に配置されている。

[0058] 本例の流路５は、一つの第二流路５２を備える。図２に示す第二面２２には、図３に示すように、一つの排気口５２０が配置されている。排気口５２０は、第二面２２において基体２の中心側に配置されていることが好ましい

。本例の排気口５２０は、基体２の中心と同心に設けられている。

[0059] 排気口５２０の開口形状は特に問わない。本例の排気口５２０の開口形状は円形である。

[0060] 第二流路５２は、排気口５２０から基体２の内部に向かって延びている。第二流路５２は、第二面２２に交差する方向に延びている。本例の第二流路５２は、第二面２２に直交する方向に延びている。本例では、第一流路５１の延びる方向及び第二流路５２の延びる方向は、互いに平行であり、かつ基体２の軸方向と平行である。

[0061] 第二流路５２の横断面の形状は特に問わない。本例の第二流路５２の横断面の形状は、排気口５２０の開口形状と同じ円形である。第二流路５２の横断面は、第二流路５２の延びる方向と直交する方向に切断した断面である。

[0062] 第二流路５２の横断面の面積は、良好な気体の流通性を確保できる程度に適宜選択できる。例えば、第二流路５２の横断面の面積は、０．２ｍｍ^{2}以上５０ｍｍ^{2}以下、好ましくは２ｍｍ^{2}以上２０ｍｍ^{2}以下である。第二流路５２の横断面の面積が下限値以上であることで、良好な気体の流通性が確保される。第二流路５２の横断面の面積が上限値以下であることで、発熱体４が第三流路５３よりも第二面２２側に配置されていたとしても、発熱体４の配置、及び伝熱が阻害され難い。

[0063] 本例の第二流路５２は、第二流路５２の延びる方向に一様な横断面の形状及び大きさを備える。第二流路５２の横断面の形状は、第二流路５２の延びる方向の途中で変化してもよい。第二流路５２の横断面の面積は、第二流路５２の延びる方向の途中で変化してもよい。

[0064] 〔第三流路〕

第三流路５３は、図２に示すように、第一流路５１と第二流路５２とをつないでいる。第三流路５３は、第一面２１に平行な面内に配置されている。第三流路５３は、第一面２１に平行な面に沿って延びている。第三流路５３は、高周波電極３よりも第二面２２側に配置されている。高周波電極３と第三流路５３との基体２の厚さ方向の間隔Ｄ２は、例えば２ｍｍ以上である。

上記間隔Ｄ２が２ｍｍ以上であることで、プラズマ処理による加熱対象１０への成膜時に、第三流路５３を構成する空間で放電が生じることが抑制され易い。上記間隔Ｄ２は、例えば１２ｍｍ以下である。上記間隔Ｄ２が１２ｍｍ以下であることで、基体２の厚肉化が抑制され易い。上記間隔Ｄ２は、例えば２ｍｍ以上１２ｍｍ以下、更に４ｍｍ以上８ｍｍ以下である。

[0065] 本例の第三流路５３は、発熱体４よりも第一面２１側に配置されている。つまり、本例の第三流路５３は、高周波電極３と発熱体４との間の面内に配置されている。発熱体４と第三流路５３との基体２の厚さ方向の間隔Ｄ３は、例えば２ｍｍ以上である。上記間隔Ｄ３が２ｍｍ以上であることで、発熱体４と第三流路５３との間にある基体２の厚さをある程度確保でき、基体２を介した発熱体４からの伝熱性が確保され易い。上記間隔Ｄ３は、例えば１２ｍｍ以下である。上記Ｄ３が１２ｍｍ以下であることで、基体２の厚肉化が抑制され易い。上記間隔Ｄ３は、例えば２ｍｍ以上１２ｍｍ以下、更に４ｍｍ以上８ｍｍ以下である。

[0066] 第三流路５３は、図３に示すように、中心部５３１、及び複数の分岐路５３２を備えることが好ましい。本例の第三流路５３は、更に、各分岐路５３２の延びる方向の途中同士をつなぐ円形路５３３を備える。本例では、吸気口５１０として、第二吸気口５１２及び第三吸気口５１３が設けられている。

[0067] 中心部５３１は、基体２の略中心に配置されている。中心部５３１には、図２に示す第二流路５２がつながっている。つまり、基体２の略中心に排気口５２０が配置されている。

[0068] 各分岐路５３２は、中心部５３１から放射状に延びるように配置されている。各分岐路５３２の長さは同じである。各分岐路５３２の長さは、加熱対象１０の周縁部に届く長さである。本例では、４本の分岐路５３２が配置されている。４本の分岐路５３２は、基体２の周方向に等間隔に並ぶように配置されている。各分岐路５３２の先端部には、図２に示す第一流路５１がつながっている。複数の分岐路５３２の各先端部に第一流路５１がつながって

いることで、図２に示す第一面２１には、吸気口５１０として図３に示す複数の第二吸気口５１２が設けられている。複数の第二吸気口５１２は、第一面２１において基体２の単一の径の円周上に並んで配置されている。各第二吸気口５１２から排気口５２０までの第一流路５１、第二流路５２、及び第三流路５３に沿った長さは同じである。

[0069] 円形路５３３における隣り合う分岐路５３２間に、図２に示す第一流路５１がつながっている。各分岐路５３２の延びる方向の途中同士をつなぐ円形路５３３に第一流路５１がつながっていることで、図２に示す第一面２１には、吸気口５１０として図３に示す第三吸気口５１３が設けられている。複数の第三吸気口５１３は、第一面２１において基体２の単一の径の円周上に並んで配置されている。各第三吸気口５１３から排気口５２０までの第一流路５１、第二流路５２、及び第三流路５３に沿った長さは同じである。

[0070] 第二吸気口５１２と第三吸気口５１３とは、第一面２１において基体２の異なる径の各円周上に配置されている。第二吸気口５１２及び第三吸気口５１３の各々から排気口５２０までの第一流路５１、第二流路５２、及び第三流路５３に沿った長さは異なる。

[0071] 第三流路５３の横断面の形状は特に問わない。本例の第三流路５３の横断面の形状は、矩形である。第三流路５３の横断面は、第三流路５３の延びる方向と直交する方向に切断した断面である。

[0072] 第三流路５３の横断面の面積は、良好な気体の流通性を確保できる程度に適宜選択できる。第三流路５３の深さＤ５（図２参照）は、例えば０．２ｍｍ以上８ｍｍ以下、好ましくは０．４ｍｍ以上３ｍｍ以下である。第三流路５３の幅Ｗ５（図２参照）は、例えば０．５ｍｍ以上２０ｍｍ以下、好ましくは１ｍｍ以上６ｍｍ以下である。

[0073] 本例の第三流路５３は、第三流路５３の延びる方向に一様な横断面の形状及び大きさを備える。第三流路５３の横断面の形状は、第三流路５３の延びる方向の途中で変化してもよい。第三流路５３の横断面の面積は、第三流路５３の延びる方向の途中で変化してもよい。第三流路５３の横断面の形状又

は面積が第三流路５３の延びる方向の途中で変化しても、上記面積、上記深さＤ５、及び上記幅Ｗ５を満たすことが好ましい。

[0074] 第三流路５３を第一面２１に平行な面に沿って切断した断面の合計面積は、例えば、５００ｍｍ^{2}以上３００００ｍｍ^{2}以下、好ましくは１５００ｍｍ^{2}以上１００００ｍｍ^{2}以下である。上記断面の合計面積が下限値以上であることで、良好な気体の流通性が確保される。上記断面の合計面積が上限値以下であることで、発熱体４が第三流路５３よりも第二面２２側に配置されていたとしても、発熱体４からの伝熱が第三流路５３で阻害されることが抑制され易い。

[0075] 基体２を第一面２１側から平面視したとき、第三流路５３と発熱体４とがオーバーラップした面積は小さい方が好ましい。特に、本例のように第三流路５３が発熱体４よりも第一面２１側に配置されている場合、上記オーバーラップした面積はより小さい方が好ましい。上記オーバーラップした面積が小さいほど、発熱体４からの伝熱が第三流路５３で阻害されることが抑制され易い。

[0076] 流路５は、例えば以下の手順で製造できる。まず、高周波電極３が内部に配置された第一プレート、発熱体４が内部に配置された第二プレート、及び流路５が設けられた第三プレートを個別に作製する。高周波電極３が内部に配置された第一プレートには、例えば、上述したようにタングステンの金属からなる粉を含んだペーストをスクリーン印刷及び焼成して形成したものを用いる。発熱体４が内部に配置された第二プレートには、例えば、上述したようにタングステンの金属からなる粉を含んだペーストをスクリーン印刷及び焼成して形成したものを用いる。図示していないが第一プレートと第三プレートとの境界は、図２に示す高周波電極３と第三流路５３との間に位置する。第二プレートと第三プレートとの境界は、図２に示す発熱体４と第三流路５３との間に位置する。第一プレートには、第三プレートの流路５の形状に合わせて、第一流路５１を形成しておく。第二プレートには、第三プレートの流路５の形状に合わせて第二流路５２を形成しておく。最後に、第一プ

レート、第三プレート、第二プレートの順に重ねて接合する。

[0077] 上記手順で製造された基体２は、高周波電極３が配置された第三面、発熱体４が配置された第四面、及び第三流路５３が配置された第五面を備える。第三面、第四面、及び第五面は、第一面２１に平行な面である。本例では、第一面２１側から第二面２２側に向かって順に、第三面、第五面、及び第四面が位置する。

[0078] ≪支持体≫

支持体７は、図１及び図２に示すように、基体２を第二面２２側から支持している。支持体７は、筒状の形状を有する。支持体７の形状は特に問わない。本例の支持体７は円筒状部材である。支持体７は、基体２と同心状に配置されている。本例では、円筒状の支持体７の中心と、円板状の基体２の中心とが同軸となるように、基体２と支持体７とが接続されている。支持体７は、高周波電極３につながる電力線、発熱体４につながる電力線、流路５につながる吸引管９を囲むように基体２に接続されている。

[0079] 支持体７は、第一端部７１及び第二端部７２を備える。第一端部７１及び第二端部７２の各々は、外側に屈曲したフランジ状の形状を有する。第一端部７１は、第二面２２に取り付けられている。第一端部７１と第二面２２との間には、図示しないシール部材が配置されている。第二端部７２は、チャンバー８の底面に取り付けられている。第二端部７２とチャンバー８の底面との間には、図示しないシール部材が配置されている。これらのシール部材によって、支持体７の内部の気密が保たれている。気密を保つことができれば、第一端部７１と第二面２２との間、及び第二端部７２とチャンバー８の底面との間の少なくとも一方は、シール部材が配置されずに直接的に接合されていてもよい。ヒータ１が配置されたチャンバー８内には、代表的には、腐食性ガスが充満される。支持体７の内部の気密が保たれることで、支持体７の内側に配置された図示しない電力線、及び吸引管９を腐食性ガスから隔離することができる。チャンバー８の底面における支持体７の内側の領域には貫通孔８０が設けられている。図示しない電力線、及び吸引管９は、貫通

孔８０を通ってチャンバー８の外部に引き出されている。

[0080] 支持体７の材質は、例えば、基体２の材質と同様のセラミックスである。支持体７の材質と基体２の材質とは、同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0081] 実施形態１のヒータ１では、第一面２１に載置された加熱対象１０は、基体２に設けられた流路５によって第一面２１に真空吸着される。特に、複数の吸気口５１０が基体２の異なる径の各円周上に等間隔に並んで配置されていることで、加熱対象１０は全面にわたって第一面２１に均一に真空吸着される。この真空吸着によって、加熱対象１０が第一面２１に載置される前に反りを有していたとしても、その反りが矯正される。また、加熱対象１０の成膜時に、熱又は化学反応によって反りが生じそうになっても、その反りが矯正される。反りが矯正されることで、第一面２１に載置された加熱対象１０は、全面にわたって第一面２１に接触することができる。

[0082] 発熱体４が基体２内の第一面２１に平行な面内に配置されていることで、加熱対象１０は発熱体４によって全面にわたって均一に加熱される。

[0083] 高周波電極３が基体２内の厚さ方向の最も第一面２１側に位置すると共に、第一面２１に平行な面内に配置されていることで、加熱対象１０と高周波電極３との間にある基体２の厚さが均一に確保される。また、シャワーヘッド８１が第一面２１に平行に配置されていることで、加熱対象１０とシャワーヘッド８１との間隔が均一に確保される。よって、加熱対象１０の全面にわたって均一にエネルギーが付与され、プラズマ処理による加熱対象１０への成膜のばらつきが抑制される。

[0084] ＜変形例＞

流路５の形態は、第一面２１及び第二面２２につながり、第一面２１に載置された加熱対象１０を第一面２１に真空吸着できる範囲において適宜変更できる。例えば、以下に説明する変形例１から変形例６のように、主に第三流路５３の形態を変更できる。第一流路５１及び第二流路５２は、第三流路５３に対応して配置される。図４から図９は、図３と同様に、第三流路５３

を第一面２１に平行な面で切断した断面図である。図４から図９では、図２に示す第一面２１側に設けられた吸気口５１０が実線で示されている。図４から図９では、図２に示す第二面２２側に設けられた排気口５２０が仮想的に破線で示されている。変形例１の説明では、必要に応じて図２も参照する。

[0085] 〔変形例１〕

変形例１の第三流路５３は、図４に示すように、実施形態１の第三流路５３と同様に、複数の分岐路５３２と円形路５３３とを備える。変形例１の第三流路５３は、円形路５３３が図２に示す第一流路５１につながっていない点が、実施形態１の第三流路５３と異なる。各分岐路５３２の先端部には、図２に示す第一流路５１がつながっている。本例では、吸気口５１０として、複数の第一吸気口５１１が設けられている。

[0086] 変形例１の流路５では、第一吸気口５１１から排気口５２０までの第一流路５１、第二流路５２、及び第三流路５３に沿った長さが全て同じである。変形例１の流路５は、円形路５３３が図２に示す第一流路５１がつながっていないことから、シンプルである。

[0087] 〔変形例２〕

変形例２の第三流路５３は、図５に示すように、中心部５３１から放射状に延びる直線状の複数の分岐路５３２を備える。本例では、８本の分岐路５３２が配置されている。８本の分岐路５３２は、基体２の周方向に等間隔に並ぶように配置されている。各分岐路５３２の長さは同じである。各分岐路５３２の長さは、図２に示す加熱対象１０の周縁部に届く長さである。中心部５３１には、図２に示す第二流路５２がつながっている。各分岐路５３２の先端部には、図２に示す第一流路５１がつながっている。本例では、吸気口５１０として、複数の第一吸気口５１１が設けられている。

[0088] 変形例２の第三流路５３は、実施形態１の第三流路５３と比較して、分岐路５３２の数が多く、図３に示す円形路５３３を備えない。

[0089] 変形例２の流路５では、加熱対象１０の周縁部により多くの第一吸気口５

１１が配置される。変形例２の流路５では、第一吸気口５１１から排気口５２０までの第一流路５１、第二流路５２、及び第三流路５３に沿った長さが全て同じである。よって、変形例２の流路５では、加熱対象１０の周縁部を第一面２１の周方向に均一に真空吸着し易い。変形例２の流路５は、直線状の分岐路５３２で構成されているためシンプルである。

[0090] 〔変形例３〕

変形例３の第三流路５３は、図６に示すように、円形路５３３と連結路５３４とを備える。円形路５３３は、図２に示す加熱対象１０の周縁部に向かい合うように設けられた円形状の流路である。連結路５３４は、中心部５３１と円形路５３３とをつなぐ。連結路５３４の数は一つである。

[0091] 変形例３の流路５では、吸気口５１０として、複数の第一吸気口５１１が円形路５３３に沿って等間隔に配置されている。変形例３の流路５では、実施形態１等に比較して、基体２の中心領域に配置される第三流路５３が少ない。よって、変形例３の流路５では、発熱体４からの伝熱が第三流路５３で阻害され難い。

[0092] 〔変形例４〕

変形例４の第三流路５３は、図７に示すように、径の異なる二つの円形路５３３と複数の連結路５３４とを備える。二つの円形路５３３のうち大径の円形路５３３は、図２に示す加熱対象１０の周縁部に向かい合うように設けられた円形状の流路である。二つの円形路５３３のうち小径の円形路５３３は、図２に示す加熱対象１０の中心部と周縁部との間の環状部分に向かい合うように設けられた円形状の流路である。複数の連結路５３４のうちの一つは、中心部５３１と小径の円形路５３３とをつなぐ。複数の連結路５３４のうちの残りの四つは、小径の円形路５３３と大径の円形路５３３とをつなぐ。

[0093] 変形例４の流路５では、吸気口５１０として、複数の第一吸気口５１１が大径の円形路５３３に沿って等間隔に配置されている。変形例４の流路５では、変形例３に比較して、第三流路５３による気体の流通性が確保され易い

。

[0094] 〔変形例５〕

変形例５の第三流路５３は、図８に示すように、図５に示す変形例２の第三流路５３に更に円形路５３３を備える。円形路５３３は、複数の分岐路５３２の先端部をつなぐように設けられている。変形例５の流路５では、変形例２に比較して、第三流路５３による気体の流通性が確保され易い。

[0095] 〔変形例６〕

変形例６の第三流路５３は、図９に示すように、中心部５３１から放射状に延びる曲線状の複数の分岐路５３２を備える。変形例６の第三流路５３は、変形例２の第三流路５３と比較して、分岐路５３２が曲線状である点が異なり、その他の点は同じである。変形例６の流路５では、変形例２の流路５と同様に、加熱対象１０の周縁部を第一面２１の周方向に均一に真空吸着し易い。変形例６の流路５では、変形例２に比較して、曲線の曲がり具合で流通抵抗を調整し易い。

[0096] ＜実施形態２＞

図１０を参照して、実施形態２のヒータ１を説明する。実施形態２のヒータ１は、実施形態１のヒータ１と比較して、発熱体４と第三流路５３との順序が入れ替わっている。実施形態１のヒータ１では、第三流路５３は、発熱体４よりも第二面２２側に配置されている。実施形態２のヒータ１では、基体２の内部に第一面２１側から第二面２２側に向かって順に、高周波電極３、発熱体４、及び第三流路５３が配置されている。実施形態２のヒータ１において、実施形態１のヒータ１に対して、発熱体４と第三流路５３との順序が入れ替わっている点以外の構成は同じである。

[0097] 高周波電極３と発熱体４との基体２の厚さ方向の間隔は、例えば２ｍｍ以上１２ｍｍ以下、更に４ｍｍ以上８ｍｍ以下である。発熱体４と第三流路５３との基体２の厚さ方向の間隔は、例えば２ｍｍ以上１２ｍｍ以下、更に４ｍｍ以上８ｍｍ以下である。

[0098] 実施形態２のヒータ１は、実施形態１のヒータ１と同様の効果を奏する。

実施形態２のヒータ１では、第三流路５３が発熱体４よりも第二面２２側に配置されていることで、発熱体４と第一面２１との間に第三流路５３が存在しない。つまり、第一面２１に載置された加熱対象１０と発熱体４との間にある基体２の厚さが均一に確保され易い。そのため、実施形態２のヒータ１では、実施形態１のヒータ１に比較して、発熱体４からの伝熱は第三流路５３で阻害されることがより抑制され易い。言い換えると、実施形態２のヒータ１では、実施形態１のヒータ１に比較して、基体２を介した加熱対象１０への伝熱が基体２の径方向及び周方向に均一に行われ易い。

[0099] ＜実施形態３＞

図１１を参照して、実施形態３のヒータ１を説明する。実施形態３のヒータ１は、実施形態１のヒータ１に対して、基体２の内部に配置されたシールド電極６を更に備える。実施形態３のヒータ１において、実施形態１のヒータ１に対して、シールド電極６を更に備える点以外の構成は同じである。

[0100] ≪シールド電極≫

シールド電極６は、第一面２１に平行な面内であって、高周波電極３と第三流路５３との間の面内に配置されている。本例では、基体２の内部に第一面２１側から第二面２２側に向かって順に、高周波電極３、シールド電極６、第三流路５３、及び発熱体４が配置されている。基体２では、基体２の構成材料によっては発熱体４による加熱で基体２の体積抵抗率が低下し得ること、及び流路５内が減圧されることによって、第三流路５３で放電が生じ易い。シールド電極６は、第三流路５３内で放電が生じることを抑制する機能を備える。シールド電極６は、更に発熱体４への高周波ノイズの影響を抑制する機能も備える。シールド電極６は接地されている。シールド電極６は、図示しない電力線につながっている。電力線は、支持体７の内側を通ってチャンバー８の外部に引き出されている。

[0101] シールド電極６は、円板状の形状を有する。シールド電極６は、高周波電極３よりも大きい直径を有する。シールド電極６は、基体２の内部に埋め込まれている。シールド電極６と高周波電極３との基体２の厚さ方向の間隔は

、例えば１ｍｍ以上１２ｍｍ以下、更に２ｍｍ以上８ｍｍ以下である。シールド電極６と第三流路５３との基体２の厚さ方向の間隔は、例えば１ｍｍ以上１２ｍｍ以下、更に２ｍｍ以上８ｍｍ以下である。

[0102] シールド電極６は、更に第三流路５３の側部に向かい合うように基体２の厚さ方向にも配置されていてもよい。

[0103] シールド電極６の材質は、例えば、高周波電極３と同様の金属である。シールド電極６の材質と高周波電極３の材質とは、同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0104] 実施形態３のヒータ１は、実施形態１のヒータ１と同様の効果を奏する。実施形態３のヒータ１では、シールド電極６を更に備えることで、第三流路５３を構成する空間で放電が生じることが抑制される。第三流路５３を構成する空間で放電が生じると、エネルギーロスによって成膜性が悪化する。他に、第三流路５３を構成する空間で放電が生じると、基体２にダメージが生じ、ヒータ１の寿命が短くなる。実施形態３のヒータ１では、実施形態１のヒータ１に比較して、上記放電を抑制することで、成膜性が向上され、更にヒータ１の寿命の低下が抑制される。

[0105] ＜実施形態４＞

図１２を参照して、実施形態４のヒータ１を説明する。実施形態４のヒータ１は、実施形態２のヒータ１に対して、基体２の内部に配置されたシールド電極６を更に備える。実施形態４のヒータ１において、実施形態２のヒータ１に対して、シールド電極６を更に備える点以外の構成は同じである。シールド電極６の構成は、実施形態３のヒータ１におけるシールド電極６と同じである。

[0106] 本例では、基体２の内部に第一面２１側から第二面２２側に向かって順に、高周波電極３、発熱体４、シールド電極６、及び第三流路５３が配置されている。シールド電極６と発熱体４との基体２の厚さ方向の間隔は、例えば１ｍｍ以上１２ｍｍ以下、更に２ｍｍ以上８ｍｍ以下である。

[0107] 実施形態４のヒータ１では、実施形態３のヒータ１と同様に、第三流路５

３を構成する空間で放電が生じることが抑制されることで、成膜性が向上され、更にヒータ１の寿命の低下が抑制される。

[0108] ＜実施形態５＞

図１３を参照して、実施形態５のヒータ１を説明する。実施形態５のヒータ１は、実施形態４のヒータ１に対して、シールド電極６の位置が異なる。実施形態５のヒータ１は、シールド電極６の位置を除いて実施形態４のヒータ１と同じ構成を備える。

[0109] 本例では、基体２の内部に第一面２１側から第二面２２側に向かって順に、高周波電極３、シールド電極６、発熱体４、及び第三流路５３が配置されている。高周波電極３とシールド電極６との基体２の厚さ方向の間隔は、例えば１ｍｍ以上１２ｍｍ以下、更に２ｍｍ以上８ｍｍ以下である。シールド電極６と発熱体４との基体２の厚さ方向の間隔は、例えば１ｍｍ以上１２ｍｍ以下、更に２ｍｍ以上８ｍｍ以下である。

[0110] 実施形態５のヒータ１では、実施形態４のヒータ１と同様に、第三流路５３を構成する空間で放電が生じることが抑制される。この放電の抑制により、成膜性が向上され、更にヒータ１の寿命の低下が抑制される。

[0111] ［試験例１］

試験例１では、基体に流路を設け、その流路の配置が加熱対象への均熱性及び加熱対象への成膜性におよぼす影響を調べた。

[0112] ≪試験体≫

以下の試験体１－１、１－２、１－３、及び１－４を準備した。いずれの試験体も、基体の内部に高周波電極及び発熱体を備える。試験体１－１、１－２、及び１－３は、基体の内部に更に流路を備える。試験体１－４は、基体の内部に流路を備えない。試験体１－１、１－２、及び１－３は、高周波電極、発熱体、及び流路の一部である第三流路の配置順序が異なる。いずれの試験体も、基体の材質、形状、及びサイズは同じである。いずれの試験体も、高周波電極の材質、形状、及びサイズは同じである。いずれの試験体も、発熱体の材質、形状、及びサイズは同じである。試験体１－１、１－２、

及び１－３において、第三流路の形状及びサイズは同じである。各試験体における高周波電極、発熱体、及び第三流路の配置順序は、以下の通りである。

[0113] 試験体１－１では、基体の第一面側から第二面側に向かって順に、高周波電極、第三流路、及び発熱体が配置されている。試験体１－１は、図２に示すヒータ１と同じである。

試験体１－２では、基体の第一面側から第二面側に向かって順に、高周波電極、発熱体、及び第三流路が配置されている。試験体１－２は、図１０に示すヒータ１と同じである。

試験体１－３では、基体の第一面側から第二面側に向かって順に、第三流路、高周波電極、及び発熱体が配置されている。

試験体１－４では、基体の第一面側から第二面側に向かって順に、高周波電極、及び発熱体が配置されている。

表１に示す配置順序では、左側が第一面側、右側が第二面側として記載している。

[0114] 各試験体において、基体の第一面に加熱対象を載置した状態の温度分布をシミュレーションにて求めた。

[0115] ≪均熱性≫

発熱体に給電する条件は、常温から５００℃まで昇温させ、５時間保持とした。その後、加熱対象に複数の測定点を設定し、各測定点の温度を求めた。上記複数の測定点は、加熱対象の中心点、及び加熱対象の周縁部を周方向に等間隔に設けた。複数の測定点における最も高い温度と最も低い温度との差を求めた。上記差が小さいほど、均熱性に優れる。表１に示す均熱性の評価は次の通りである。「ＡＡ」は、上記差が実質的にゼロであり、均熱性に非常に優れる。「Ａ」は、上記差があるものの小さく、均熱性に優れる。「Ｂ」は、上記差が大きく、均熱性に劣る。「Ｃ」は、上記差が非常に大きく、均熱性に非常に劣る。均熱性の評価は、既知のウエハ温度計を用いて、例えば１７点の測定点での測温値に基づいて評価できる。

[0116] ≪成膜性≫

プラズマ処理により加熱対象に薄膜を形成し、加熱対象の中心点、及び加熱対象の周縁部を周方向に等間隔に設けた複数の測定点における薄膜の最も厚い厚さと最も薄い厚さとの差を求める。上記差が小さいほど、成膜性に優れる。表１に示す成膜性の評価は次の通りである。「Ａ」は、上記差が小さく、成膜性に優れる。「Ｃ」は、上記差が非常に大きく、成膜性に非常に劣る。成膜性の評価は、例えば４９点の測定点について既知の膜厚計を用いて測定することができる。

[0117] [表1]

試験体	配置順序	均熱性	成膜性
1-1	高周波電極－第三流路－発熱体	A	A
1-2	高周波電極－発熱体－第三流路	AA	A
1-3	第三流路－高周波電極－発熱体	B	C
1-4	高周波電極－発熱体	C	C

[0118] ≪均熱性に関して≫

表１に示すように、高周波電極が基体内の厚さ方向の最も第一面側に位置し、かつ流路を備える試験体１－１及び１－２は、均熱性に優れる。試験体１－１及び１－２では、流路によって加熱対象が基体の第一面に真空吸着されることで、加熱対象が全面にわたって第一面に接触することができたと考えられる。よって、試験体１－１及び１－２では、加熱対象を全面にわたって均一に加熱できたと考えられる。特に、試験体１－２では、第三流路が発熱体よりも第二面側に位置することで、均熱性に非常に優れる。試験体１－２では、発熱体と第一面との間に第三流路が存在しないので、第一面に載置された加熱対象と発熱体との間にある基体の厚さが均一に確保され、発熱体からの伝熱が第三流路で阻害され難いと考えられる。

[0119] 第三流路が基体内の厚さ方向の最も第一面側に位置する試験体１－３は、均熱性に劣る。試験体１－３では、第三流路が第一面に近過ぎることで、第

三流路による伝熱の阻害の影響を大きく受けたと考えられる。流路を備えない試験体１－４は、均熱性に非常に劣る。試験体１－４では、流路を備えないことで加熱対象の反りが矯正されず、加熱対象が全面にわたって第一面に接触できていないと考えられる。

[0120] ≪成膜性に関して≫

表１に示すように、高周波電極が基体内の厚さ方向の最も第一面側に位置し、かつ流路を備える試験体１－１及び１－２は、成膜性に優れる。試験体１－１及び１－２では、流路によって加熱対象が基体の第一面に真空吸着されることで、加熱対象が全面にわたって第一面に接触することができると考えられる。高周波電極が第一面に平行な面内に配置されていることで、加熱対象と高周波電極との間にある基体の厚さが均一に確保される。シャワーヘッドは第一面に平行に配置されているため、加熱対象とシャワーヘッドとの間隔が均一に確保される。よって、試験体１－１及び１－２では、プラズマ処理による加熱対象への成膜のばらつきが抑制されると考えられる。

[0121] 第三流路が基体内の厚さ方向の最も第一面側に位置する試験体１－３は、成膜性に非常に劣る。試験体１－３では、第一面と高周波電極との間に第三流路が存在し、加熱対象と高周波電極との間にある基体の厚さが不均一になることで、成膜のばらつきが生じると考えられる。流路を備えない試験体１－４は、成膜性に非常に劣る。試験体１－４では、流路を備えないことで加熱対象の反りが矯正されず、加熱対象が全面にわたって第一面に接触できないと考えられる。

[0122] ［試験例２］

試験例２では、試験例１における試験体１－１及び１－２の各々に更にシールド電極を設け、シールド電極が加熱対象への成膜性及びヒータ寿命におよぼす影響を調べた。

[0123] ≪試験体≫

以下の試験体２－１、２－２、２－３、２－４、及び２－５を準備した。試験体２－１は、試験体１－１と同じである。試験体２－２は、試験体１－

２と同じである。試験体２－３は、試験体２－１に更にシールド電極を配置した。試験体２－４及び試験体２－５は、試験体２－２に更にシールド電極を配置した。試験体２－４と２－５は、シールド電極６の位置が異なる。試験体２－３、２－４、及び２－５において、シールド電極の材質、形状、及びサイズは同じである。試験体２－３、２－４、及び２－５は、高周波電極、発熱体、第三流路、及びシールド電極の配置順序が異なる。各試験体における高周波電極、発熱体、第三流路、及びシールド電極の配置順序は、以下の通りである。

[0124] 試験体２－３では、基体の第一面側から第二面側に向かって順に、高周波電極、シールド電極、第三流路、及び発熱体が配置されている。試験体２－３は、図１１に示すヒータ１と同じである。

試験体２－４では、基体の第一面側から第二面側に向かって順に、高周波電極、発熱体、シールド電極、及び第三流路が配置されている。試験体２－４は、図１２に示すヒータ１と同じである。

試験体２－５では、基体の第一面側から第二面側に向かって順に、高周波電極、シールド電極、発熱体、及び第三流路が配置されている。試験体２－５は、図１３に示すヒータ１と同じである。

表２に示す配置順序では、左側が第一面側、右側が第二面側として記載している。

[0125] 各試験体において、基体の第一面に加熱対象を載置する。各試験体においては、流路の一部である第二流路の排気口に吸引管を接続し、流路を介して加熱対象を基体の第一面に真空吸着する。

[0126] ≪成膜性≫

プラズマ処理により加熱対象に薄膜を形成する。加熱対象に複数の測定点を設定し、各測定点における薄膜の厚さを評価する。上記複数の測定点は、加熱対象の中心点、及び加熱対象の周縁部を周方向に等間隔に設ける。所定時間でのプラズマ処理で各測定点における薄膜の厚さが所定の厚さになっているか否かを調べる。表２に示す成膜性の評価は次の通りである。「Ａ」は

、所定時間で所定の厚さの薄膜が得られており、成膜性に優れる。「Ｂ」は、所定時間で所定の厚さまで成膜できておらず、成膜性に劣る。

[0127] ≪ヒータ寿命≫

プラズマ処理により加熱対象に薄膜を形成する作業を１００００回行い、基体に損傷が生じるか否かを確認する。表２に示すヒータ寿命の評価は次の通りである。「Ａ」は、基体に損傷が見受けられない。「Ｂ」は、基体に若干の損傷が見受けられる。

[0128] [表2]

試験体	配置順序	成膜性	ﾋｰﾀ寿命
2-1	高周波電極－第三流路－発熱体	B	B
2-2	高周波電極－発熱体－第三流路	B	B
2-3	高周波電極－シールド電極－第三流路－発熱体	A	A
2-4	高周波電極－発熱体－シールド電極－第三流路	A	A
2-5	高周波電極－シールド電極－発熱体－第三流路	A	A

[0129] ≪成膜性に関して≫

表２に示すように、高周波電極と第三流路との間にシールド電極を備える試験体２－３、２－４、及び２－５は、成膜性に優れる。試験体２－３、２－４、及び２－５では、シールド電極によって第三流路を構成する空間で放電が生じることが抑制されると考えられる。よって、エネルギーロスが生じることなく、成膜が良好に行われると考えられる。一方、シールド電極を備えない試験体２－１及び２－２は、成膜性に劣る。試験体２－１及び２－２では、第三流路を構成する空間で放電が生じ、エネルギーロスによって成膜に悪影響がおよぶと考えられる。

[0130] ≪ヒータ寿命に関して≫

表２に示すように、高周波電極と第三流路との間にシールド電極を備える試験体２－３、２－４、及び２－５は、基体に損傷が生じ難い。試験体２－３、２－４、及び２－５では、シールド電極によって第三流路を構成する空

間で放電が生じることが抑制されると考えられる。よって、基体が損傷するような悪影響はないと考えられる。一方、シールド電極を備えない試験体２－１及び２－２は、基体に損傷が生じる。試験体２－１及び２－２では、第三流路を構成する空間で放電が生じ、放電によって基体が損傷するような悪影響がおよぶと考えられる。

符号の説明

[0131] １　ヒータ

２　基体、２１　第一面、２２　第二面

３　高周波電極

４　発熱体

５　流路

５１　第一流路

５１０　吸気口、５１１　第一吸気口、５１２　第二吸気口、５１３　第三吸気口

５２　第二流路、５２０　排気口

５３　第三流路、

５３１　中心部、５３２　分岐路、５３３　円形路、５３４　連結路

６　シールド電極

７　支持体、７１　第一端部、７２　第二端部

８　チャンバー、８０　貫通孔

８１　シャワーヘッド

９　吸引管

１０　加熱対象

Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３　間隔

Ｄ５　深さ、Ｗ５　幅

請求の範囲

[請求項1] 円板状の形状を有する基体と、

前記基体の内部に配置された高周波電極と、

前記基体の内部に配置された発熱体と、

筒状の形状を有する支持体と、を備え、

前記基体は、

加熱対象が載置される第一面と、

前記支持体の第一端部が取り付けられた第二面と、

前記第一面及び前記第二面につながる流路と、備え、

前記流路は、

前記第一面側に設けられた吸気口を有する第一流路と、

前記第二面側における前記支持体の内側の領域に設けられた排気口を有する第二流路と、

前記第一流路と前記第二流路とをつなぐ第三流路と、を備え、

前記高周波電極、前記発熱体、及び前記第三流路の各々は、前記第一面に平行な面内に配置されており、

前記発熱体及び前記第三流路は、前記高周波電極よりも前記第二面側に配置されている、

ヒータ。

[請求項2] 前記第三流路は、前記発熱体よりも前記第二面側に配置されている、請求項１に記載のヒータ。

[請求項3] 前記高周波電極と前記第三流路との前記基体の厚さ方向の間隔が２ｍｍ以上である、請求項１又は請求項２に記載のヒータ。

[請求項4] 前記基体の内部に配置されたシールド電極を更に備え、

前記シールド電極は、前記第一面に平行な面内であって、前記高周波電極と前記第三流路との間の面内に配置されている、請求項１から請求項３のいずれか１項に記載のヒータ。

[請求項5] 前記第一流路の数は複数であり、

前記吸気口が、前記第一面において前記基体の周方向に並んで配置されている、請求項１から請求項４のいずれか１項に記載のヒータ。

[請求項6] 前記第一流路の数は複数であり、

前記第二流路の数は一つであり、

前記第一面には、前記吸気口として複数の第一吸気口が設けられており、

前記複数の第一吸気口の各々から前記排気口までの前記第一流路、前記第二流路、及び前記第三流路に沿った長さが同じである、請求項１から請求項５のいずれか１項に記載のヒータ。

[請求項7] 前記第一流路の数は複数であり、

前記第二流路の数は一つであり、

前記第一面には、前記吸気口として第二吸気口及び第三吸気口が設けられており、

前記第二吸気口及び前記第三吸気口の各々から前記排気口までの前記第一流路、前記第二流路、及び前記第三流路に沿った長さが異なる、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載のヒータ。

[請求項8] 前記第一流路の数は複数であり、

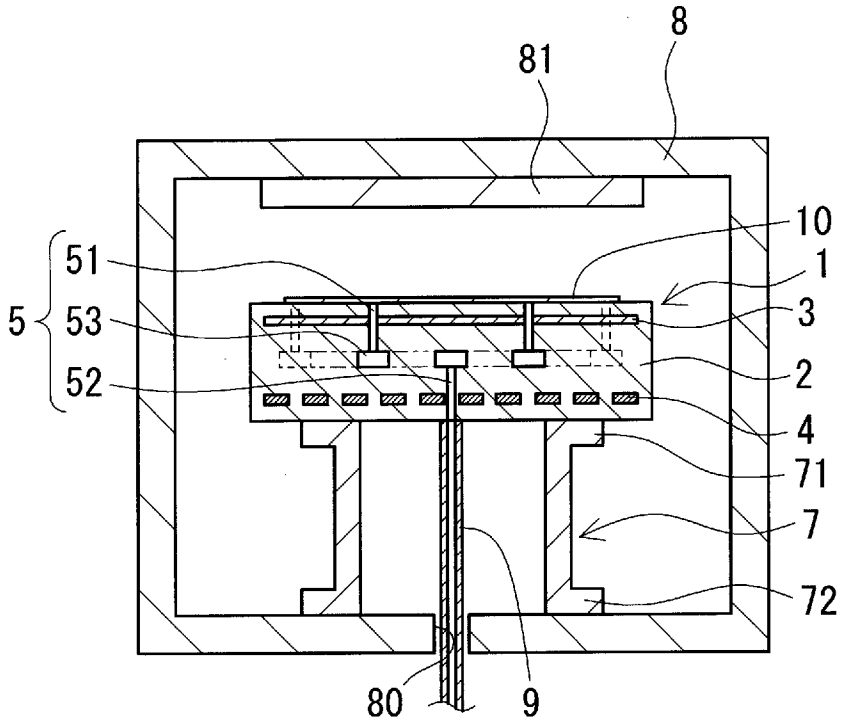
前記第三流路は、前記基体の中心側から放射状に延びる複数の分岐路を備え、

一つ又は複数の前記第二流路は、前記第三流路における前記基体の中心側につながっており、

複数の前記第一流路の少なくとも一つは、前記分岐路の先端部につながっている、請求項１から請求項７のいずれか１項に記載のヒータ。

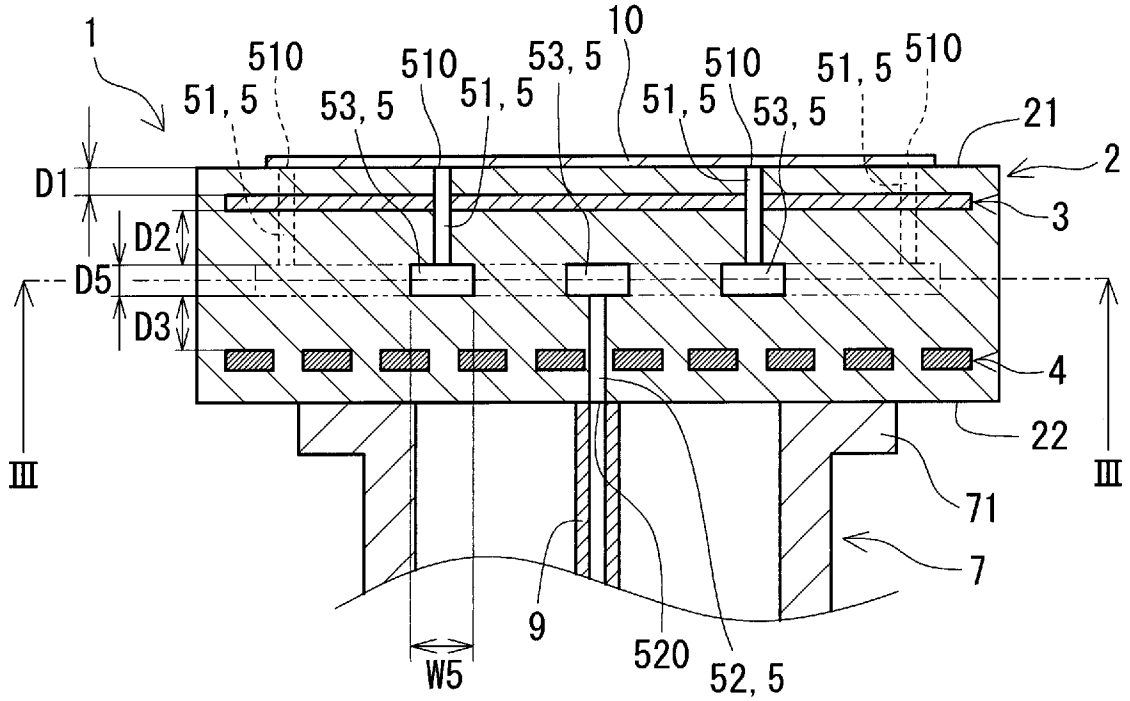
[図1]

Fig. 1



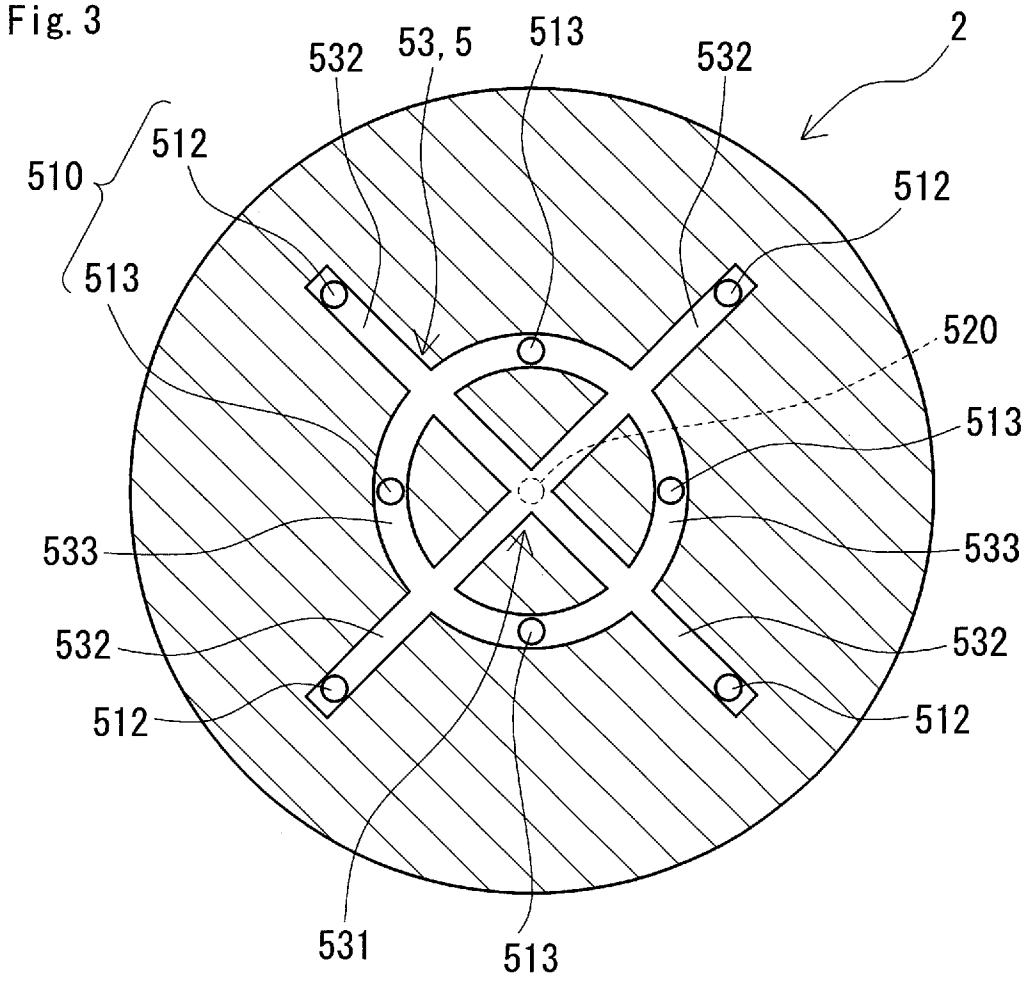
[図2]

Fig. 2



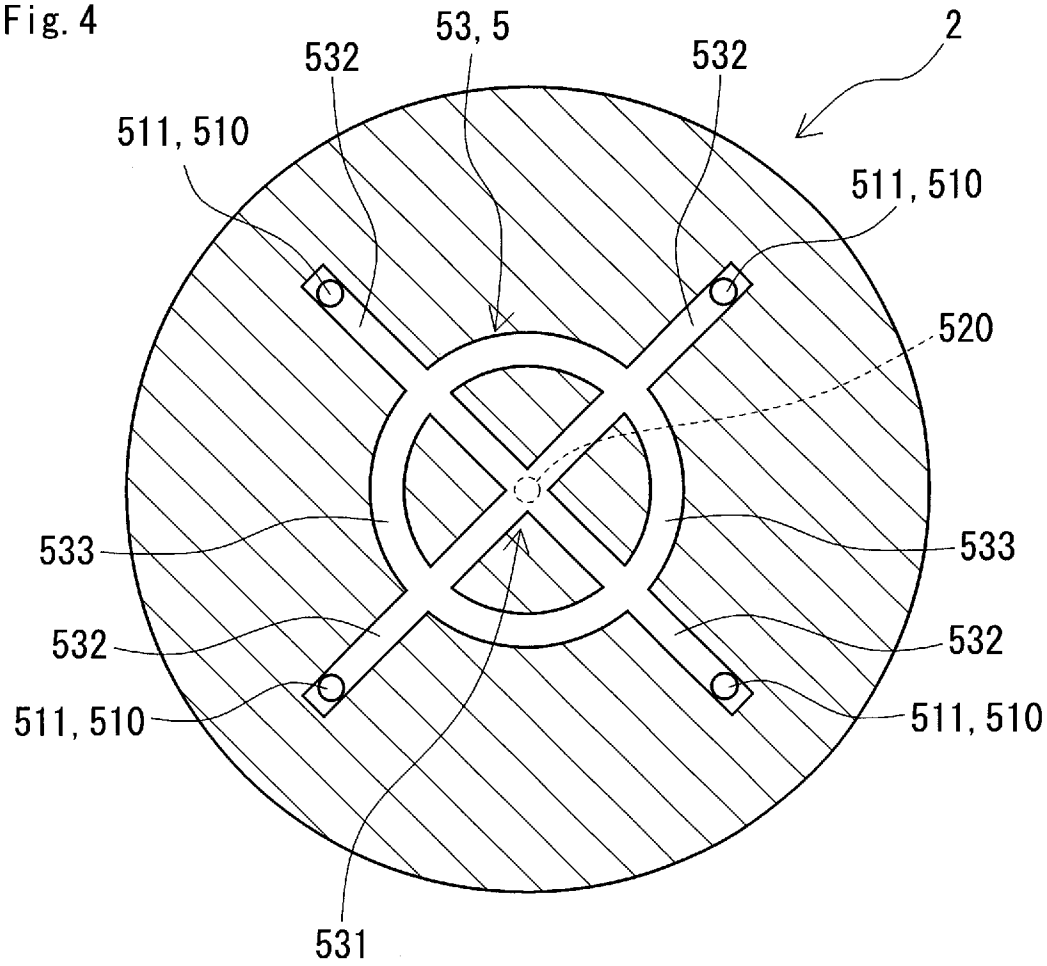
[図3]

Fig. 3


532
53, 5
513
532
2
512
510
512
513
520
513
533
533
532
532
512
512
531
513

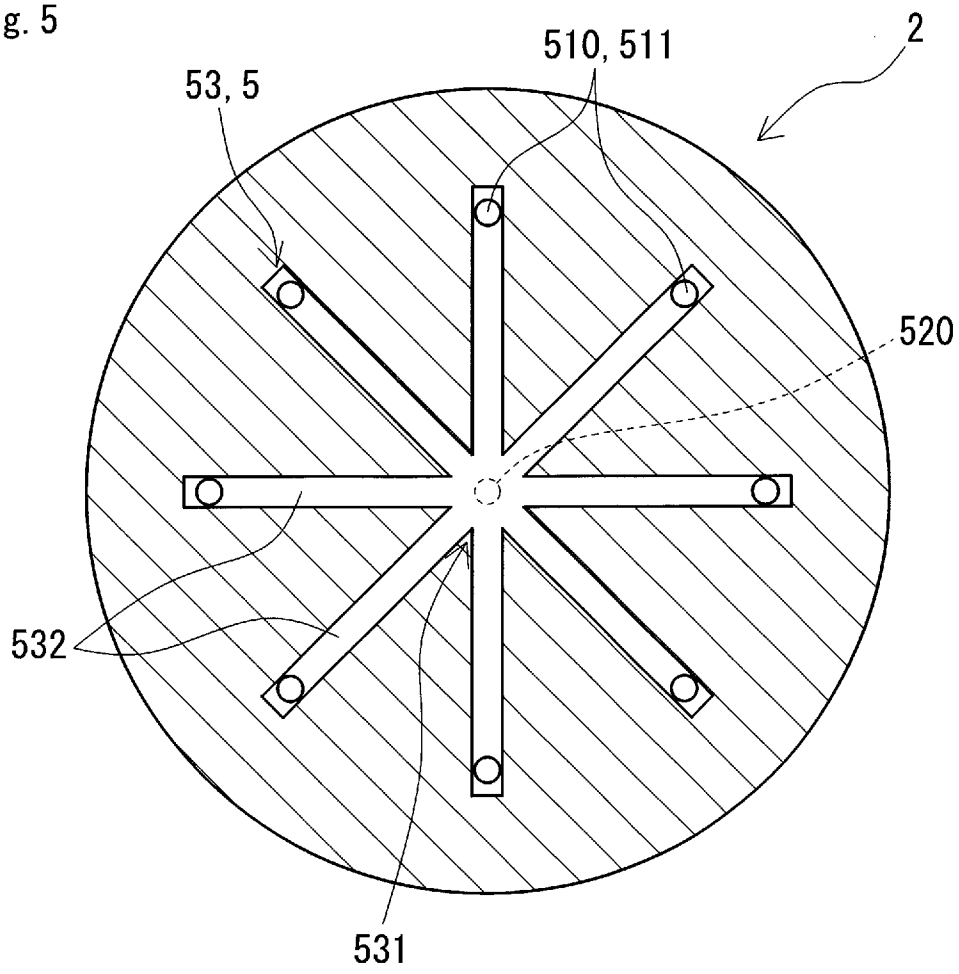
[図4]

Fig. 4


53, 5
532
532
2
511, 510
511, 510
520
533
533
532
532
511, 510
511, 510
531

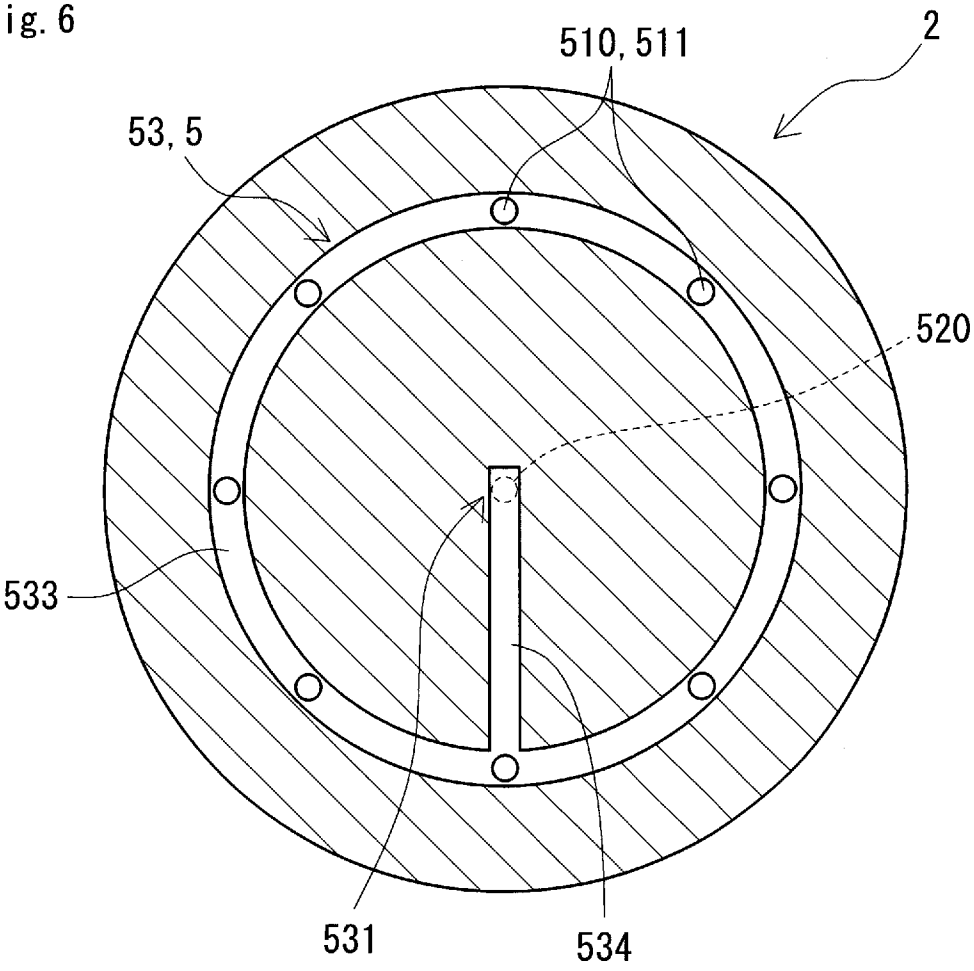
[図5]

Fig. 5



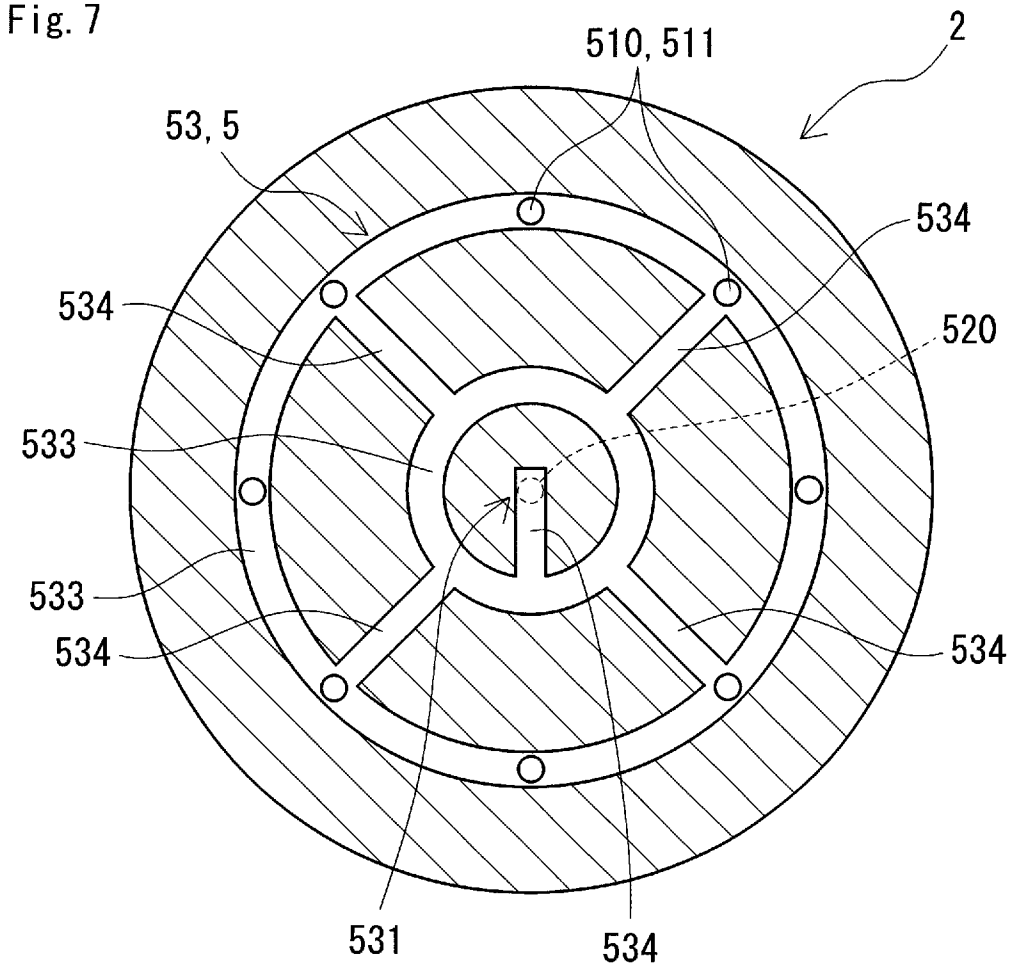
[図6]

Fig. 6



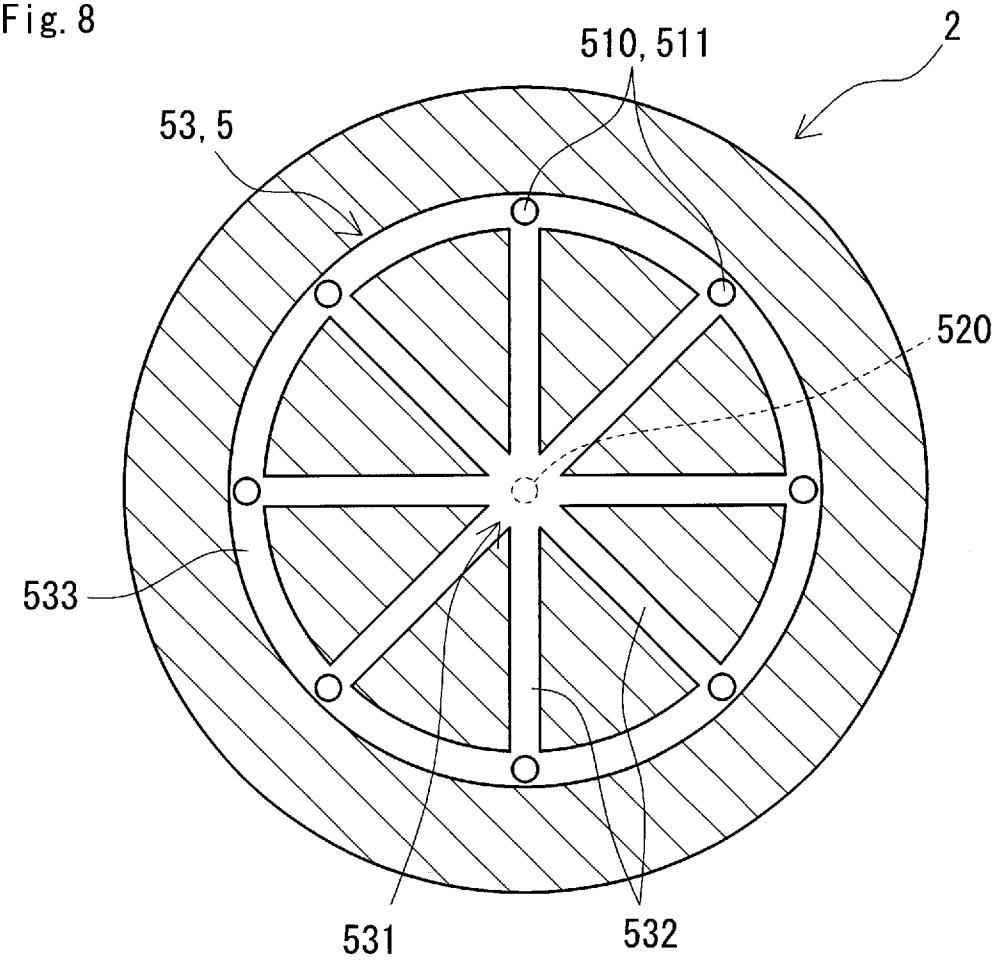
[図7]

Fig. 7



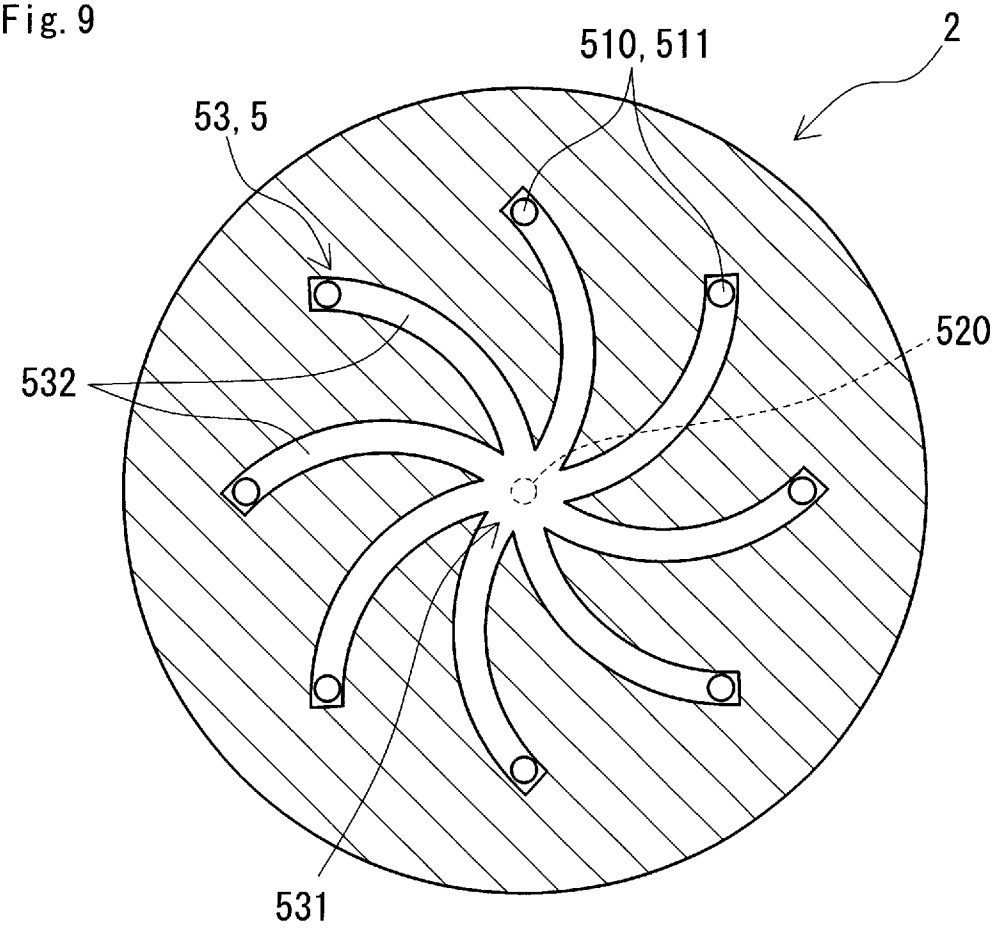
[図8]

Fig. 8



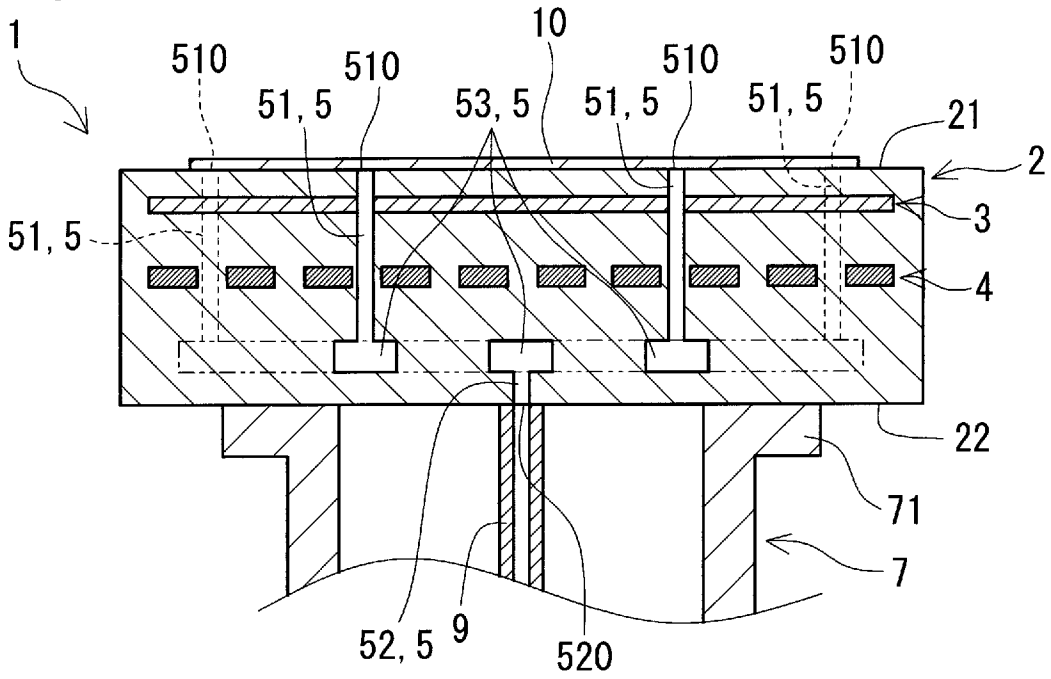
[図9]

Fig. 9



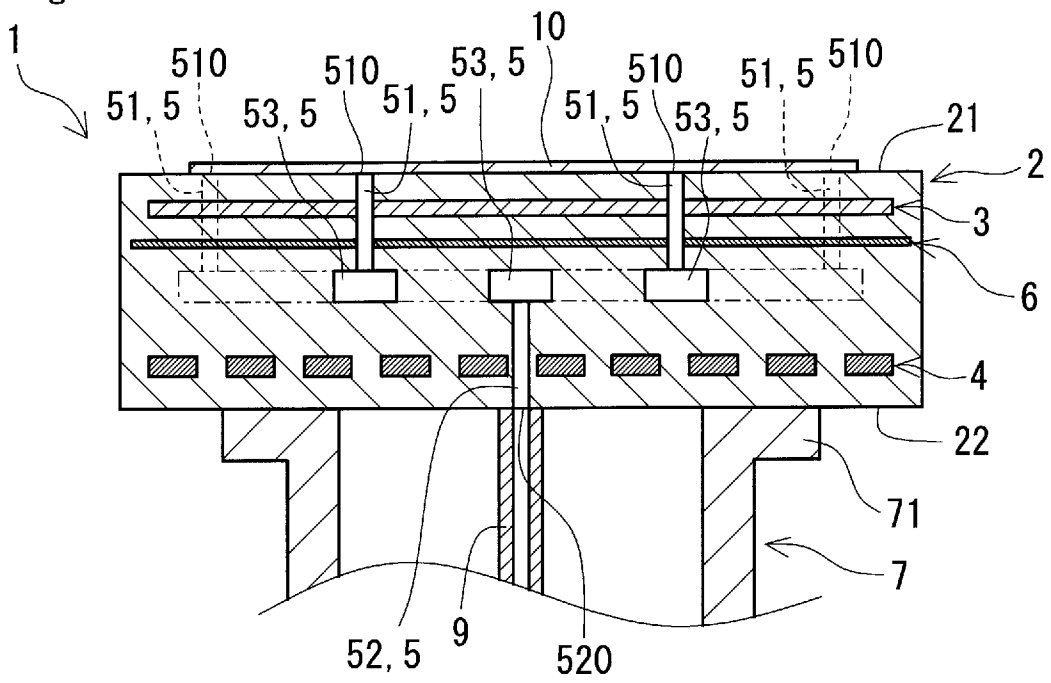
[図10]

Fig. 10



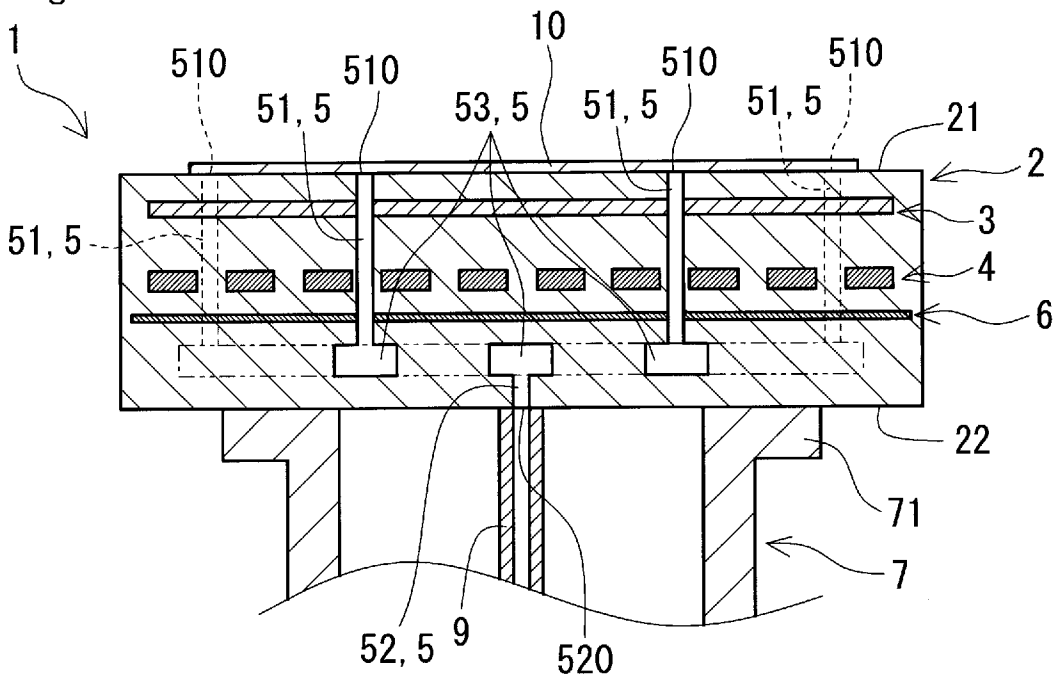
[図11]

Fig. 11



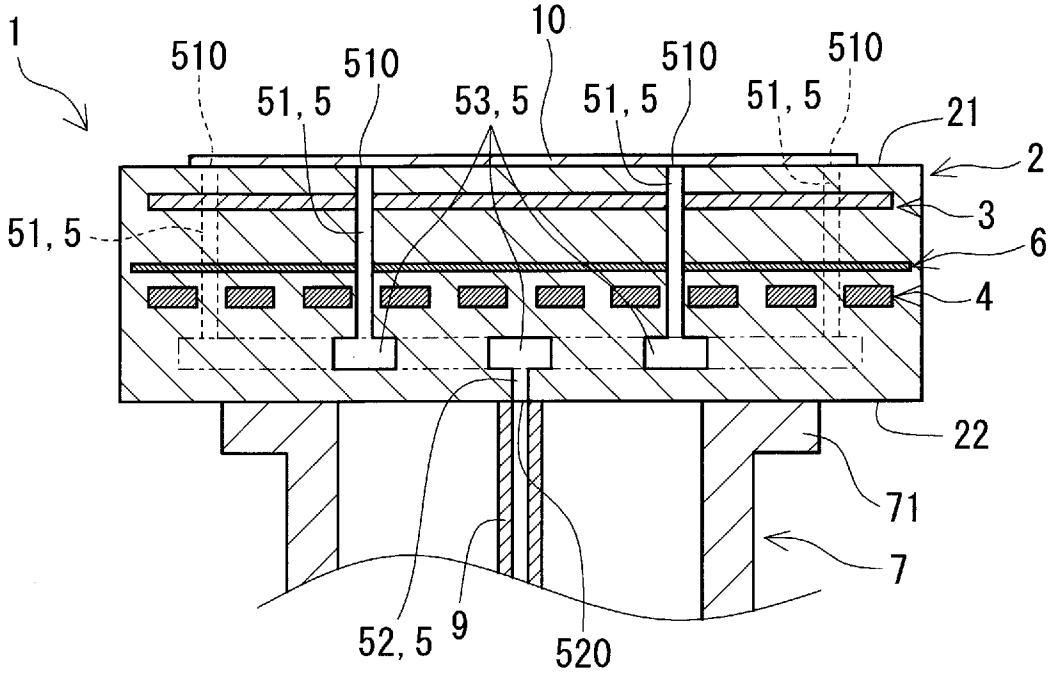
[図12]

Fig. 12



[図13]

Fig. 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/048052

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/31(2006.01)i; ***H01L 21/683***(2006.01)i
FI: H01L21/31 C; H01L21/68 P

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/31; 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	WO 2020/55565 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 19 March 2020 (2020-03-19) paragraphs [0041]-[0046], [0052], fig. 4	1-8
Y	JP 2003-142564 A (NGK INSULATORS LTD) 16 May 2003 (2003-05-16) paragraphs [0007]-[0014], fig. 1-3	1-8
Y	JP 2020-155519 A (SCREEN HOLDINGS CO LTD) 24 September 2020 (2020-09-24) paragraphs [0019]-[0021], fig. 1, 3	6
Y	JP 2019-521526 A (MICO LTD) 25 July 2019 (2019-07-25) paragraphs [0039]-[0042], fig. 1, 3	8

☐ 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
11 March 2022	**29 March 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/JP2021/048052

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2020/55565 A1	19 March 2020	JP 2021-536141 A paragraphs [0035]-[0040], [0046], fig. 4 US 2020/0090972 A1 CN 112771654 A KR 10-2021-0044906 A TW 202025217 A	
JP 2003-142564 A	16 May 2003	(Family: none)	
JP 2020-155519 A	24 September 2020	WO 2020/188997 A1 paragraphs [0019]-[0021], fig. 1, 3 TW 202036771 A	
JP 2019-521526 A	25 July 2019	EP 3483925 A1 paragraphs [0044]-[0048], fig. 1, 3 KR 10-2018-0006647 A TW 201812983 A CN 109417047 A WO 2018/012783 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/048052

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 21/31(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i
FI: H01L21/31 C; H01L21/68 P

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））

H01L21/31; 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	WO 2020/55565 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 19.03.2020 (2020-03-19) 段落0041-0046,0052,図4	1-8
Y	JP 2003-142564 A (日本碍子株式会社) 16.05.2003 (2003-05-16) 段落0007-0014,図1-3	1-8
Y	JP 2020-155519 A (株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス) 24.09.2020 (2020-09-24) 段落0019-0021,図1,3	6
Y	JP 2019-521526 A (ミコ リミテッド) 25.07.2019 (2019-07-25) 段落0039-0042,図1,3	8

☐ 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
11.03.2022	29.03.2022

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）
田中　崇大 50 7894

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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/JP2021/048052

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2020/55565 A1	19.03.2020	JP 2021-536141 A 段落0035-0040,0046,図4 US 2020/0090972 A1 CN 112771654 A KR 10-2021-0044906 A TW 202025217 A	
JP 2003-142564 A	16.05.2003	（ファミリーなし）	
JP 2020-155519 A	24.09.2020	WO 2020/188997 A1 段落0019-0021,図1,3 TW 202036771 A	
JP 2019-521526 A	25.07.2019	EP 3483925 A1 段落0044-0048,図1,3 KR 10-2018-0006647 A TW 201812983 A CN 109417047 A WO 2018/012783 A1	