

(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
2020年9月24日(24.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/189264 A1

(51) 国際特許分類:
H05B 3/02 (2006.01) *H01L 21/02* (2006.01)
H05B 3/74 (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/009002

(22) 国際出願日: 2020年3月3日(03.03.2020)

(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 2019-050231 2019年3月18日(18.03.2019) JP

(71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).

(72) 発明者: ▲のぼり▼ 和宏(NOBORI, Kazuhiro); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
木村 拓二(KIMURA, Takuji); 〒4678530 愛知

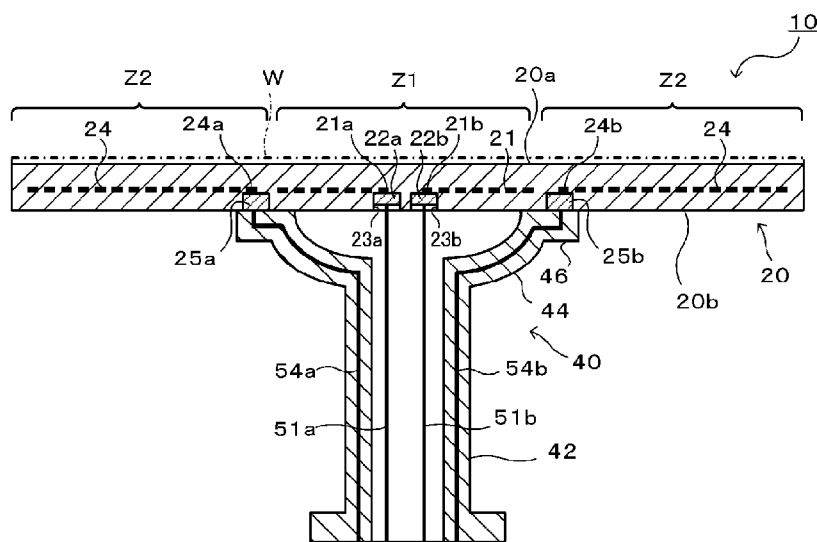
県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 本山 修一郎(MOTOYAMA, Shuichiro); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人アイテック国際特許事務所 (ITEC INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目16番26号SC伏見ビル Aichi (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, 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,

(54) Title: CERAMIC HEATER AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: セラミックヒータ及びその製法



(57) Abstract: A ceramic heater 10 comprising: a ceramic plate 20 having a wafer mounting surface 20a provided on the upper surface thereof and having a resistance heating element 24 embedded therein; a ceramic tubular shaft 40 having the upper end thereof bonded to the lower surface of the plate 20; power supply members 54a, 54b that penetrate a peripheral wall section of the tubular shaft 40 in the vertical direction and are electrically connected to the resistance heating element 24. The power supply members 54a, 54b are embedded in the peripheral wall of the tubular shaft 40 and are closely adhered to the ceramic material in the tubular shaft 40.

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: セラミックヒータ 10 は、上面にウエハ載置面 20 a が設けられ内部に抵抗発熱体 24 が埋設されたセラミック製のプレート 20 と、上端がプレート 20 の下面に接合されたセラミック製の筒状シャフト 40 と、筒状シャフト 40 の周壁部を上下方向に貫通して抵抗発熱体 24 と電氣的に接続された給電部材 54 a, 54 b と、を備えている。給電部材 54 a, 54 b は、筒状シャフト 40 の周壁部に埋設され、筒状シャフト 40 のセラミック材料と密着している。

明 細 書

発明の名称：セラミックヒータ及びその製法

技術分野

[0001] 本発明は、セラミックヒータ及びその製法に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造装置においては、ウエハを加熱するためのセラミックヒータが採用されている。こうしたセラミックヒータとしては、特許文献１に開示されているように、抵抗発熱体を内蔵したセラミック製のプレートと、そのプレートの下面に接合されたセラミック製の筒状シャフトと、筒状シャフトの周壁を上下方向に貫通する貫通孔にそれぞれが挿通されて抵抗発熱体と電気的に接続された給電部材とを備えたものが知られている。そして、それぞれの給電部材は貫通孔に挿通されているので、互いに電氣的に接触するおそれがなく、抵抗発熱体が多数存在してもそれぞれに給電部材を介して良好に給電することが可能になると説明されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１７－１６２８７８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献１では、筒状シャフトの周壁を上下方向に貫通する貫通孔に給電部材があそびをもって挿通されているため、給電部材に応力が働くと貫通孔内で給電部材が左右に振れて給電部材と抵抗発熱体との接合が外れるおそれがあった。

[0005] 本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、給電部材に応力が働いたとしても給電部材と抵抗発熱体との接合を確保できるようにすることを主目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明のセラミックヒータは、
上面にウエハ載置面が設けられ内部に抵抗発熱体が埋設されたセラミック製のプレートと、
前記プレートの下面に接合されたセラミック製の筒状シャフトと、
前記筒状シャフトの周壁部を上下方向に貫通して前記抵抗発熱体と電氣的に接続された給電部材と、
を備え、
前記給電部材は、前記筒状シャフトの周壁部に埋設され、前記筒状シャフトのセラミック材料と密着している、
ものである。
- [0007] このセラミックヒータでは、給電部材は、筒状シャフトの周壁部に埋設され、筒状シャフトのセラミック材料と密着している。そのため、給電部材に応力が働いたとしても、給電部材は筒状シャフトの周壁部内で揺れ動くことはなく、給電部材と抵抗発熱体との接合が確保される。
- [0008] なお、本明細書において、「上」「下」は、絶対的な位置関係を表すものではなく、相対的な位置関係を表すものである。そのため、セラミックヒータの向きによって「上」「下」は「左」「右」になったり「前」「後」になったり「下」「上」になったりする。
- [0009] 本発明のセラミックヒータにおいて、前記筒状シャフトは、上端に外向きフランジを有し、前記給電部材は、前記外向きフランジを通して前記抵抗発熱体と電氣的に接続されていてもよい。こうすれば、セラミックヒータの製造時に、筒状シャフトの外向きフランジをプレートの下面に押し当てると、給電部材が抵抗発熱体に押し当てられるため、給電部材と抵抗発熱体との導通を確保しつつ筒状シャフトとプレートとを接合することができる。
- [0010] 本発明のセラミックヒータにおいて、前記筒状シャフトは、下端から所定の高さまでが小径部であり、前記所定の高さから前記上端までが前記小径部よりも径の大きな拡径部とあるものとしてもよい。こうすれば、抵抗発熱体が多数設けられていたとしても、抵抗発熱体ごとに給電部材を比較的容易に

接続することができる。

[0011] 本発明のセラミックヒータにおいて、前記プレートは、前記プレートの内周ゾーンに配置された内周側抵抗発熱体と、前記プレートの外周ゾーンに配置された、前記抵抗発熱体としての外周側抵抗発熱体とを有していてもよい。こうすれば、外周側抵抗発熱体に接続される給電部材は筒状シャフトの内部空間に配置されない。そのため、筒状シャフトの内部空間を、別の目的に利用することができる。

[0012] この場合、前記内周側抵抗発熱体は、内周側接続端子を介して筒状シャフトの内部空間に配置された給電部材と電氣的に接続され、前記内周側接続端子の端面は、前記プレートの下面に設けられた穴の底面に位置していてもよい。こうすれば、筒状シャフトの内部空間を、内周側抵抗発熱体に接続される給電部材を配置するために利用することができる。また、内周側接続端子の端面はプレートの下面に設けられた穴の底面に位置しているが、こうした構造は、筒状シャフトとプレートとを接合する際に、内周側接続端子をプレートに埋設した状態にしておき、接合後にプレートの下面に穴を設けてその穴の底面に内周側接続端子を露出させるという製法を採用するのに適している。こうすれば、筒状シャフトとプレートとの接合時に内周側接続端子が変質するのを防止することができる。

[0013] 本発明のセラミックヒータの製法は、

(a) セラミック製の筒状シャフトの内壁を作製するための第1モールドキャスト成形体の外面に給電部材を上下方向に這わせた状態で、前記筒状シャフトの外壁を作製するための第2モールドキャスト成形体を前記第1モールドキャスト成形体の外面に配置することにより、筒状成形体を得る工程と、

(b) 前記筒状成形体を焼成することにより前記筒状シャフトを得る工程と、

(c) 抵抗発熱体が埋設されたセラミック製のプレートであって、前記抵抗発熱体の両端にそれぞれ接触する接続端子が前記プレートの接合面から露出したものを用意する工程と、

(d) 前記筒状シャフトの接合面に前記給電部材を露出させ、前記給電部材と前記プレートの前記接続端子との間に金属接合材を配置すると共に、前記筒状シャフトの接合面と前記プレートとの間にセラミック接合材を配置した状態で、前記プレートに前記筒状シャフトを押圧しつつ加熱することにより、前記プレートと前記筒状シャフトとを接合する工程と、
を含むものである。

[0014] このセラミックヒータの製法によれば、上述したセラミックヒータを比較的容易に作製することができる。すなわち、この製法は、上述したセラミックヒータを製造するのに適している。また、この製法によれば、筒状シャフトに給電部材を挿通するための貫通孔を開ける必要がないし、筒状シャフトとプレートとを接合するのと同時に給電部材と抵抗発熱体との接合も行うため、製造作業の効率が大幅に改善される。

[0015] 本発明のセラミックヒータの製法において、前記工程(a)では、前記筒状成形体は、外向きフランジを有し、前記外向きフランジを前記給電部材が通過するように作製され、前記工程(d)では、前記筒状シャフトの前記外向きフランジの端面に前記給電部材を露出させ、前記給電部材と前記接続端子との間に前記金属接合材を配置すると共に、前記外向きフランジの端面と前記プレートとの接合面との間に前記セラミック接合材を配置した状態で、前記プレートに前記外向きフランジを押圧しつつ加熱することにより、前記プレートと前記筒状シャフトとを接合してもよい。こうすれば、筒状シャフトの外向きフランジをプレートに押し当てると、それと同時に給電部材が抵抗発熱体に押し当てられるため、給電部材と抵抗発熱体との導通を確保しつつ筒状シャフトとプレートとを接合することができる。

[0016] 本発明のセラミックヒータの製法において、前記筒状シャフトは、前記筒状シャフトの接合面とは反対側の端面から所定の高さまでが小径部であり、前記所定の高さから前記接合面までが前記小径部よりも径の大きな拡径部であるものとしてもよい。こうすれば、抵抗発熱体が多数設けられていたとしても、抵抗発熱体ごとに給電部材を比較的容易に接続することができる。

[0017] 本発明のセラミックヒータの製法において、前記工程（c）では、前記プレートとして、前記プレートの内周ゾーンに内周側抵抗発熱体を有し、前記プレートの外周ゾーンに前記抵抗発熱体としての外周側抵抗発熱体を有するものを用意してもよい。こうすれば、外周側抵抗発熱体に接続される給電部材は筒状シャフトの内部空間に配置されない。そのため、筒状シャフトの内部空間を、別の目的に利用することができる。

[0018] この場合、前記内周側抵抗発熱体は、内周側接続端子を介して前記筒状シャフトの内部空間に配置された給電部材と電氣的に接続されるものであり、前記工程（d）では、前記プレートと前記筒状プレートとを接合する際、前記内周側接続端子は前記プレートから露出せず前記プレートに埋設された状態であり、前記プレートと前記筒状プレートとの接合後、前記プレートに穴を設けて前記内周側接続端子の端面を前記穴の底面に露出させてもよい。こうすれば、筒状シャフトの内部空間を、内周側抵抗発熱体に接続される給電部材を配置するために利用することができる。また、筒状シャフトとプレートとの接合時に内周側接続端子が変質するのを防止することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]セラミックヒータ10の斜視図。

[図2]図1のA-A断面図。

[図3]筒状シャフト40の製造工程図。

[図4]プレート20の製造工程図。

[図5]プレート20と筒状シャフト40の接合工程を示す説明図。

[図6]セラミックヒータ10の別例の断面図。

発明を実施するための形態

[0020] 本発明の好適な実施形態を、図面を参照しながら以下に説明する。図1はセラミックヒータ10の斜視図、図2は図1のA-A断面図である。

[0021] セラミックヒータ10は、エッチングやCVDなどの処理が施されるウエハを加熱するために用いられるものであり、図示しない真空チャンバ内に設置される。このセラミックヒータ10は、上面にウエハ載置面20aが設け

られたセラミック製のプレート20と、このプレート20の下面20bに接合されたセラミック製の筒状シャフト40とを備えている。

[0022] プレート20は、窒化アルミニウムやアルミナなどに代表されるセラミック材料からなる円盤状のプレートである。プレート20の直径は特に限定されるものではないが、例えば300mm程度である。プレート20は、プレート20と同心円状の仮想境界20c（図1参照）によって小円形の内周ゾーンZ1と円環状の外周ゾーンZ2とに分けられている。プレート20の内周ゾーンZ1には内周側抵抗発熱体21が埋設され、外周ゾーンZ2には外周側抵抗発熱体24が埋設されている。両抵抗発熱体21, 24は、例えばモリブデン、タングステン又は炭化タングステンを主成分とするコイルで構成されている。

[0023] 筒状シャフト40は、プレート20と同じく窒化アルミニウム、アルミナなどのセラミックスで形成されている。筒状シャフト40は、上端がプレート20に固相接合又は拡散接合されている。筒状シャフト40のうち、下端から所定の高さまでは径が一定の小径部42であり、所定の高さから上端までは径が小径部42よりも大きな拡径部44である。本実施形態では、拡径部44は上端に近づくにつれて径が大きくなる形状である。筒状シャフト40の上端には、外向きフランジ46が設けられている。

[0024] 内周側抵抗発熱体21は、一方の端部21aから一筆書きの要領で複数の折り返し部で折り返されつつ内周ゾーンZ1のほぼ全域に配線されたあと、他方の端部21bの他方に至るように形成されている。端部21a, 21bは、プレート20のうち筒状シャフト40の内側の領域（シャフト内領域）に設けられている。端部21aは円柱状の接続端子22aを介して給電部材51aに接続され、端部21bは円柱状の接続端子22bを介して給電部材51bに接続されている。接続端子22a, 22bの下端面は、プレート20の下面20bに設けられた円穴23a, 23bの底面に位置している。給電部材51a, 51bは図示しない第1外部電源に接続されている。そのため、内周側抵抗発熱体21は、第1外部電源から給電部材51a, 51b及

び接続端子 22 a, 22 b を介して電力が供給される。なお、給電部材 51 a, 51 b は金属ワイヤが絶縁材で被覆されたものでもよいし、あるいは被覆されていないものでもよい。また、接続端子 22 a, 22 b の材質や給電部材 51 a, 51 b の金属ワイヤの材質は、内周側抵抗発熱体 21 と同様である。

[0025] 外周側抵抗発熱体 24 は、一方の端部 24 a から一筆書きの要領で複数の折り返し部で折り返されつつ外周ゾーン Z2 のほぼ全域に配線されたあと他方の端部 24 b に至るように形成されている。端部 24 a, 24 b は、筒状シャフト 40 の外向きフランジ 46 と対向する位置に設けられている。端部 24 a は円柱状の接続端子 25 a を介して給電部材 54 a に接続され、端部 24 b は円柱状の接続端子 25 b を介して給電部材 54 b に接続されている。接続端子 25 a, 25 b の下端面は、プレート 20 の下面 20 b と同じ面になっている。給電部材 54 a, 54 b は、筒状シャフト 40 の周壁部を上下方向に貫通して外周側抵抗発熱体 24 の端部 24 a, 24 b と電氣的に接続されている。給電部材 54 a, 54 b は、例えばタングステンやモリブデンを主成分とする金属ワイヤであり、筒状シャフト 40 の周壁部に埋設され、筒状シャフト 40 のセラミック材料と密着している。具体的には、給電部材 54 a, 54 b は、筒状シャフト 40 の下端から小径部 42 の周壁部及び拡径部 44 の周壁部を通して外向きフランジ 46 の上端面に露出している。給電部材 54 a, 54 b は図示しない第 2 外部電源（第 1 外部電源とは異なる電源）に接続されている。そのため、外周側抵抗発熱体 24 は、第 2 外部電源から給電部材 54 a, 54 b 及び接続端子 25 a, 25 b を介して電力が供給される。接続端子 25 a, 25 b の材質は、外周側抵抗発熱体 24 と同様である。

[0026] 次に、セラミックヒータ 10 の使用例について説明する。まず、図示しない真空チャンバ内にセラミックヒータ 10 を設置し、そのセラミックヒータ 10 のウエハ載置面 20 a にウエハ W を載置する。そして、図示しない内周側熱電対によって検出された内周ゾーン Z1 の温度が予め定められた内周側

目標温度となるように、内周側抵抗発熱体 21 に供給する電力を第 1 外部電源によって調整する。それと共に、図示しない外周側熱電対によって検出された外周ゾーン Z2 の温度が予め定められた外周側目標温度となるように、外周側抵抗発熱体 24 に供給する電力を第 2 外部電源によって調整する。これにより、ウエハ W の温度が所望の温度になるように制御される。そして、真空チャンバ内を真空雰囲気もしくは減圧雰囲気になるように設定し、真空チャンバ内にプラズマを発生させ、そのプラズマを利用してウエハ W に CVD 成膜を施したりエッチングを施したりする。

[0027] 次に、セラミックヒータ 10 の製造例について説明する。この製造例は、(a) 筒状成形体 66 の作製工程と、(b) 筒状シャフト 40 の作製工程と、(c) プレート 20 の作製工程と、(d) プレート 20 と筒状シャフト 40 との接合工程とを含む。図 3 は筒状シャフト 40 の製造工程図（筒状成形体 66 の作製工程を含む）、図 4 はプレート 20 の製造工程図、図 5 はプレート 20 と筒状シャフト 40 の接合工程を示す説明図である。

[0028] ・工程 (a)

筒状成形体 66 を作製する。まず、筒状シャフト 40 の内壁を作製するための第 1 成形体 62 をモールドキャスト成形で作製し、第 1 成形体 62 の外面に給電部材 54a, 54b を配置するための溝 62a, 62b を 2 本設ける（図 3 (A) 参照）。モールドキャスト成形とは、ゲルキャスト成形と呼ばれることもある方法であり、その詳細は例えば特許第 5458050 号公報などに開示されている。モールドキャスト成形では、第 1 成形体 62 と同形状の内部空間を備えた第 1 成形型に、セラミック粉体、溶媒、分散剤及びゲル化剤を含むセラミックスラリーを流し込み、ゲル化剤を化学反応させてセラミックスラリーをゲル化させたあと離型することにより、第 1 成形体 62 を得る。溶媒としては、分散剤及びゲル化剤を溶解するものであれば、特に限定されないが、多塩基酸エステル（例えば、グルタル酸ジメチル等）、多価アルコールの酸エステル（例えば、トリアセチン等）等の、2 以上のエステル結合を有する溶媒を使用することが好ましい。分散剤としては、セラ

ミック粉体を溶媒中に均一に分散するものであれば、特に限定されないが、ポリカルボン酸系共重合体、ポリカルボン酸塩等を使用することが好ましい。ゲル化剤としては、例えば、イソシアネート類、ポリオール類及び触媒を含むものとしてもよい。このうち、イソシアネート類としては、イソシアネート基を官能基として有する物質であれば特に限定されないが、例えば、トリレンジイソシアネート（TDI）、ジフェニルメタンジイソシアネート（MDI）又はこれらの変性体等が挙げられる。ポリオール類としては、イソシアネート基と反応し得る水酸基を2以上有する物質であれば特に限定されないが、例えば、エチレングリコール（EG）、ポリエチレングリコール（PEG）、プロピレングリコール（PG）、ポリプロピレングリコール（PPG）等が挙げられる。触媒としては、イソシアネート類とポリオール類とのウレタン反応を促進させる物質であれば特に限定されないが、例えば、トリエチレンジアミン、ヘキサレンジアミン、6-ジメチルアミノ-1-ヘキサノール等が挙げられる。ここでは、ゲル化反応とは、イソシアネート類とポリオール類とがウレタン反応を起こしてウレタン樹脂（ポリウレタン）になる反応である。ゲル化剤の反応によりセラミックスラリーがゲル化し、ウレタン樹脂は有機バインダーとして機能する。

[0029] 続いて、第1成形体62の溝62a、62bに、図2に示した形状となるように予め加工された給電部材54a、54bを嵌め込む（図3（B）参照）。これにより、給電部材54a、54bは、第1成形体62の外面を上下方向に這った状態になる。

[0030] 続いて、第1成形体62の外面に、筒状シャフト40の外壁を作製するための第2成形体64をモールドキャスト成形で作製し、筒状成形体66を得る（図3（C）参照）。ここでは、筒状成形体66と同形状の内部空間を備えた成形型に第1成形体62を入れた後、残りの内部空間に先ほどと同様のセラミックスラリーを流し込み、ゲル化剤を化学反応させてセラミックスラリーをゲル化させたあと離型することにより、筒状成形体66を得る。筒状成形体66は、第1成形体62の外側に第2成形体64が形成されたもので

ある。給電部材 5 4 a, 5 4 b は、筒状成形体 6 6 の上端及び下端から露出しておらず筒状成形体 6 6 に埋設されている。

[0031] ・工程 (b)

筒状成形体 6 6 を乾燥、脱脂したあと焼成することにより、筒状焼成体 6 8 を得る (図 3 (D) 参照)。乾燥は、筒状成形体 6 6 に含まれる溶媒を蒸発させるために行う。乾燥温度や乾燥時間は、使用する溶媒に応じて適宜設定すればよい。但し、乾燥温度は、乾燥中の筒状成形体 6 6 にクラックが入らないように注意して設定する。乾燥後の脱脂は、筒状成形体 6 6 に含まれる分散剤や触媒などの有機物を分解・除去するために行う。脱脂温度は、含まれる有機物の種類に応じて適宜設定すればよいが、例えば 4 0 0 ~ 6 0 0 °C に設定してもよい。脱脂後の焼成は、筒状成形体 6 6 に含まれるセラミック粒子を焼結させるために行う。焼成温度は、セラミック粉末の種類、粒径などにより適宜設定すればよいが、1 0 0 0 ~ 2 0 0 0 °C の範囲に設定することが好ましい。なお、雰囲気は、大気雰囲気、不活性雰囲気、真空雰囲気の中から、セラミック粉末の種類に応じて適宜選択すればよい。例えば、セラミック粉末が窒化アルミニウム粉末の場合には、不活性雰囲気で乾燥、脱脂、焼成を行うことが好ましい。続いて、筒状焼成体 6 8 の上端及び下端を研削して給電部材 5 4 a, 5 4 b の上端及び下端を露出させることにより、筒状シャフト 4 0 を得る (図 3 (E) 参照)。このようにモールドキャスト成形を利用して筒状成形体 6 6 に給電部材 5 4 a, 5 4 b を埋設したあと焼成して筒状シャフト 4 0 を得るため、給電部材 5 4 a, 5 4 b は筒状シャフト 4 0 のセラミック材料と密着する。

[0032] ・工程 (c)

プレート 2 0 を図 4 (A) ~ (E) の手順で作製する。まず、プレート 2 0 のウエハ載置面 2 0 a 側の部分を作製するための円盤状の第 1 成形体 7 2 をモールドキャスト成形で作製する (図 4 (A) 参照)。ここでは、第 1 成形体 7 2 と同形状の内部空間を備えた成形型に、工程 (a) と同様のセラミックスラリーを流し込み、ゲル化剤を化学反応させてセラミックスラリーを

ゲル化させたあと離型することにより、第1成形体72を得る。

[0033] 続いて、第1成形体72の表面に内周側抵抗発熱体21と外周側抵抗発熱体24を配置し、内周側抵抗発熱体21の両端21a, 21bにそれぞれ接続端子22a, 22bを配置し、外周側抵抗発熱体24の両端24a, 24bにそれぞれ接続端子25a, 25bを配置する(図4(B)参照)。

[0034] 続いて、第1成形体72の表面に、プレート20の接合面側の部分を作製するための円盤状の第2成形体74をモールドキャスト成形で作製し、円盤状成形体76を得る(図4(C)参照)。ここでは、円盤状成形体76と同形状の内部空間を備えた成型型に図4(B)の第1成形体72を入れた後、残りの内部空間に先ほどと同様のセラミックスラリーを流し込む。そして、ゲル化剤を化学反応させてセラミックスラリーをゲル化させたあと離型することにより、円盤状成形体76を得る。円盤状成形体76は、第1成形体72の表面に第2成形体74が積層されたものであり、内周側及び外周側抵抗発熱体21, 24や接続端子22a, 22b, 25a, 25bを内蔵している。

[0035] 続いて、円盤状成形体76を乾燥、脱脂したあと焼成することにより、円盤状焼成体78を得る(図4(D)参照)。乾燥、脱脂及び焼成は、筒状成形体66から筒状焼成体68を得るときと同様にして行う。続いて、円盤状焼成体78の表面を研削して接続端子25a, 25bを露出させることにより、プレート20を得る(図4(E)参照)。この段階では、接続端子22a, 22bはプレート20に埋設されたままである。

[0036] ・工程(d)

工程(c)で得られたプレート20と、工程(b)で得られた筒状シャフト40とを接合する。まず、図5(A)に示すように、プレート20の表面に露出している接続端子25a, 25bに金属接合材として金属ペースト34を塗布し、塗布した金属ペースト34の周りにセラミック接合材35を塗布する。金属ペースト34に含まれる金属は、内周側及び外周側抵抗発熱体21, 24と同じものを用いてもよい。セラミック接合材35としては、固

相接合の際に用いられる接合助剤の溶液（例えば硝酸イットリウム水溶液など）が挙げられる。

[0037] 続いて、図5（B）に示すように、プレート20と筒状シャフト40とが同軸になるようにプレート20に筒状シャフト40を載せる。このとき、給電部材54a、54bのうち外向きフランジ46の端面から露出している部分を金属ペースト34と接触させる。また、外向きフランジ46の端面をセラミック接合材35と接触させる。これにより、給電部材54a、54bの端部と接続端子25a、25bとの間に金属ペースト34が配置され、筒状シャフト40の端面とプレート20の表面との間にセラミック接合材35が配置された状態となる。そして、筒状シャフト40に加圧筒80を挿入し、加圧筒80を筒状シャフト40の外向きフランジ46に載せ、更に加圧筒80に錘82を載せる。これを図示しない加熱炉内に設置し、不活性ガス雰囲気下、所定の高温（例えば1800～2000℃）まで昇温して、その温度で所定時間維持したあと降温する。こうすることにより、筒状シャフト40の外向きフランジ46は錘82によってプレート20に押圧された状態で加熱されるため、外向きフランジ46と筒状シャフト40とはセラミック同士が固相接合する。また、外向きフランジ46の端面に露出した給電部材54a、54bは金属ペースト34が固化して生じた金属層を介して接続端子25a、25bに接合される。

[0038] その後、プレート20の表面のうち接続端子22a、22bと対向する位置に円穴23a、23bを開けて、円穴23a、23bの底面に接続端子22a、22bの端面を露出させる。この接続端子22a、22bにロウ材などを介して給電部材51a、51bを電氣的に接続し、図2のセラミックヒータ10を得る。

[0039] 以上説明した本実施形態のセラミックヒータ10では、給電部材54a、54bは、筒状シャフト40の周壁部に埋設され、筒状シャフト40のセラミック材料と密着している。そのため、給電部材54a、54bに応力が働いたとしても、給電部材54a、54bは筒状シャフト40の周壁部内で揺

れ動くことはなく、給電部材 5 4 a, 5 4 b と外周側抵抗発熱体 2 4 との接合が確保される。

[0040] また、筒状シャフト 4 0 は、上端に外向きフランジ 4 6 を有し、給電部材 5 4 a, 5 4 b は、外向きフランジ 4 6 を通って外周側抵抗発熱体 2 4 と電氣的に接続されている。そのため、セラミックヒータ 1 0 の製造時に、筒状シャフト 4 0 の外向きフランジ 4 6 をプレート 2 0 に押し当てると、それと同時に給電部材 5 4 a, 5 4 b が外周側抵抗発熱体 2 4 の接続端子 2 5 a, 2 5 b に押し当てられる。したがって、給電部材 5 4 a, 5 4 b と接続端子 2 5 a, 2 5 b との導通を確保しつつ筒状シャフト 4 0 とプレート 2 0 とを接合することができる。

[0041] 更に、筒状シャフト 4 0 は、下端から所定の高さまでが小径部 4 2 で、所定の高さから上端までが小径部 4 2 よりも径の大きな拡径部 4 4 であるため、ストレート形状の筒状シャフトに比べて、上端から下端までの距離が長くなり、プレート 2 0 の熱が筒状シャフト 4 0 の下端まで伝わりにくくなる。そのため、筒状シャフト 4 0 の下端を図示しない O リングを介して別部材に接続するような場合、O リングが熱によって劣化するのを防止することができる。

[0042] 更にまた、プレート 2 0 の内周ゾーン Z 1 に内周側抵抗発熱体 2 1 が配置され、プレート 2 0 の外周ゾーン Z 2 に外周側抵抗発熱体 2 4 が配置され、筒状シャフト 4 0 の周壁部に埋設された給電部材 5 4 a, 5 4 b は、外周側抵抗発熱体 2 4 と電氣的に接続されている。つまり、外周側抵抗発熱体 2 4 に接続される給電部材 5 4 a, 5 4 b は筒状シャフト 4 0 の内部空間に配置されない。そのため、筒状シャフト 4 0 の内部空間を、別の目的に利用することができる。上述した実施形態では、筒状シャフト 4 0 の内部空間を、内周側抵抗発熱体 2 1 に接続される給電部材 5 1 a, 5 1 b を配置するために利用している。

[0043] そしてまた、接続端子 2 2 a, 2 2 b の端面はプレート 2 0 の下面に設けられた円穴 2 3 a, 2 3 b の底面に位置しているが、こうした構造は、筒状

シャフト40とプレート20とを接合する際に、接続端子22a, 22bをプレート20に埋設した状態にしておき、接合後にプレート20の下面20bに円穴23a, 23bを設けてその円穴23a, 23bの底面に接続端子22a, 22bを露出させるという製法を採用するのに適している。こうすれば、筒状シャフト40とプレート20との接合時に接続端子22a, 22bが変質するのを防止することができる。

[0044] そして更に、上述した製造例では、筒状シャフト40に給電部材54a, 54bを挿通するための貫通孔を開ける必要がないし、筒状シャフト40とプレート20とを接合すると同時に給電部材54a, 54bと接続端子25a, 25bとの接合も行うため、製造作業の効率が大幅に改善される。

[0045] なお、本発明は上述した実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

[0046] 例えば、上述した実施形態では、図2の筒状シャフト40は、下端から所定の高さまでが小径部42で、所定の高さから上端までが小径部42よりも径の大きな拡径部44である。そのため、外周ゾーンZ2を複数の小ゾーンに分割して、小ゾーンごとに外周側抵抗発熱体を設けたとしても、外周側抵抗発熱体に給電部材を比較的容易に接続することができる。例えば、拡径部44を有する筒状シャフト40とストレート形状の筒状シャフトとにおいて、同数の給電部材を筒状シャフトの周壁部に埋設する場合、筒状シャフトの上端に露出する給電部材同士の間隔は、後者よりも前者の方が広くしやすい。そのため、外周側抵抗発熱体の端子間距離も広くすることができ、外周側抵抗発熱体に給電部材を比較的容易に接続することができる。なお、給電部材は、外周側抵抗発熱体ごとに1対必要になる。

[0047] 上述した実施形態では、筒状シャフト40に埋設した給電部材54a, 54bは外向きフランジ46を通るようにしたが、図6に示すように外向きフランジ46を通らないようにしてもよい。また、給電部材54a, 54bの一方は外向きフランジ46を通るようにし、もう一方は外向きフランジ46を通らないようにしてもよい。

- [0048] 上述した実施形態では、プレート20と筒状シャフト40とを固相接合した場合を説明したが、固相接合以外の方法で接合してもよく、例えばTCB接合（Thermal compression bonding）を採用してもよい。TCB接合の詳細は、例えば特許第5008875号等に詳述されている。
- [0049] 上述した実施形態において、もしセラミックヒータ10の給電部材54a, 54bと接続端子25a, 25bとが導通していなかったならば、外向きフランジ46のうち下面から導通していない箇所に向かって穴をあけて、その穴にろう材を注入して導通を確保したあとセラミック粉末を溶射して穴を閉じるようにしてもよい。
- [0050] 上述した実施形態では、小径部42と拡張部44とを有する筒状シャフト40を例示したが、筒状シャフト40をストレート形状にしてもよい。
- [0051] 上述した実施形態では、プレート20に内周側及び外周側抵抗発熱体21, 24を内蔵した場合を例示したが、プレート20に静電電極を内蔵したりRF電極を内蔵したりしてもよい。静電電極は、ウエハ載置面20aにウエハを吸着するのに用いられる電極であり、RF電極は、プラズマを発生させるのに用いられる電極である。
- [0052] 本出願は、2019年3月18日に出願された日本国特許出願第2019-050231号を優先権主張の基礎としており、引用によりその内容の全てが本明細書に含まれる。

産業上の利用可能性

- [0053] 本発明は、例えば半導体製造装置に利用可能である。

符号の説明

- [0054] 10 セラミックヒータ、20 プレート、20a ウエハ載置面、20b 下面、20c 仮想境界、21 内周側抵抗発熱体、21a, 21b 端部、22a, 22b 接続端子、23a, 23b 円穴、24 外周側抵抗発熱体、24a, 24b 端部、25a, 25b 接続端子、34 金属ペースト、35 セラミック接合材、40 筒状シャフト、42 小径部、44 拡張部、46 外向きフランジ、51a, 51b 給電部材、54a,

5 4 b 給電部材、6 2 第 1 成形体、6 2 a, 6 2 b 溝、6 4 第 2 成形体、6 6 筒状成形体、6 8 筒状焼成体、7 2 第 1 成形体、7 4 第 2 成形体、7 6 円盤状成形体、7 8 円盤状焼成体、8 0 加圧筒、8 2 錘、Z 1 内周ゾーン、Z 2 外周ゾーン。

請求の範囲

- [請求項1] 上面にウエハ載置面が設けられ内部に抵抗発熱体が埋設されたセラミック製のプレートと、
- 上端が前記プレートの下面に接合されたセラミック製の筒状シャフトと、
- 前記筒状シャフトの周壁部を上下方向に貫通して前記抵抗発熱体と電氣的に接続された給電部材と、
- を備え、
- 前記給電部材は、前記筒状シャフトの周壁部に埋設され、前記筒状シャフトのセラミック材料と密着している、
- セラミックヒータ。
- [請求項2] 前記筒状シャフトは、上端に外向きフランジを有し、
- 前記給電部材は、前記外向きフランジを通して前記抵抗発熱体と電氣的に接続されている、
- 請求項1に記載のセラミックヒータ。
- [請求項3] 前記筒状シャフトは、下端から所定の高さまでが小径部であり、前記所定の高さから前記上端までが前記小径部よりも径の大きな拡径部である、
- 請求項1又は2に記載のセラミックヒータ。
- [請求項4] 前記プレートは、前記プレートの内周ゾーンに配置された内周側抵抗発熱体と、前記プレートの外周ゾーンに配置された、前記抵抗発熱体としての外周側抵抗発熱体とを有している、
- 請求項1～3のいずれか1項に記載のセラミックヒータ。
- [請求項5] 前記内周側抵抗発熱体は、内周側接続端子を介して筒状シャフトの内部空間に配置された給電部材と電氣的に接続され、
- 前記内周側接続端子の端面は、前記プレートの下面に設けられた穴の底面に位置している、
- 請求項4に記載のセラミックヒータ。

[請求項6] (a) セラミック製の筒状シャフトの内壁を作製するための第1 モールドキャスト成形体の外面に給電部材を上下方向に這わせた状態で、前記筒状シャフトの外壁を作製するための第2 モールドキャスト成形体を前記第1 モールドキャスト成形体の外面に配置することにより、筒状成形体を得る工程と、

(b) 前記筒状成形体を焼成することにより前記筒状シャフトを得る工程と、

(c) 抵抗発熱体が埋設されたセラミック製のプレートであって、前記抵抗発熱体の両端にそれぞれ接触する接続端子が前記プレートの接合面から露出したものを用意する工程と、

(d) 前記筒状シャフトの接合面に前記給電部材を露出させ、前記給電部材と前記プレートの前記接続端子との間に金属接合材を配置すると共に、前記筒状シャフトの接合面と前記プレートの接合面との間にセラミック接合材を配置した状態で、前記プレートに前記筒状シャフトを押圧しつつ加熱することにより、前記プレートと前記筒状シャフトとを接合する工程と、

を含むセラミックヒータの製法。

[請求項7] 前記工程 (a) では、前記筒状成形体は、外向きフランジを有し、前記外向きフランジを前記給電部材が通過するように作製され、

前記工程 (d) では、前記筒状シャフトの前記外向きフランジの端面に前記給電部材を露出させ、前記給電部材と前記接続端子との間に前記金属接合材を配置すると共に、前記外向きフランジの端面と前記プレートの接合面との間に前記セラミック接合材を配置した状態で、前記プレートに前記外向きフランジを押圧しつつ加熱することにより、前記プレートと前記筒状シャフトとを接合する、

請求項6に記載のセラミックヒータの製法。

[請求項8] 前記筒状シャフトは、前記筒状シャフトの接合面とは反対側の端面から所定の高さまでが小径部であり、前記所定の高さから前記接合面

までが前記小径部よりも径の大きな拡径部である、

請求項 6 又は 7 に記載のセラミックヒータの製法。

[請求項 9] 前記工程 (c) では、前記プレートとして、前記プレートの内周ゾーンに内周側抵抗発熱体を有し、前記プレートの外周ゾーンに前記抵抗発熱体としての外周側抵抗発熱体を有するものを用意する、

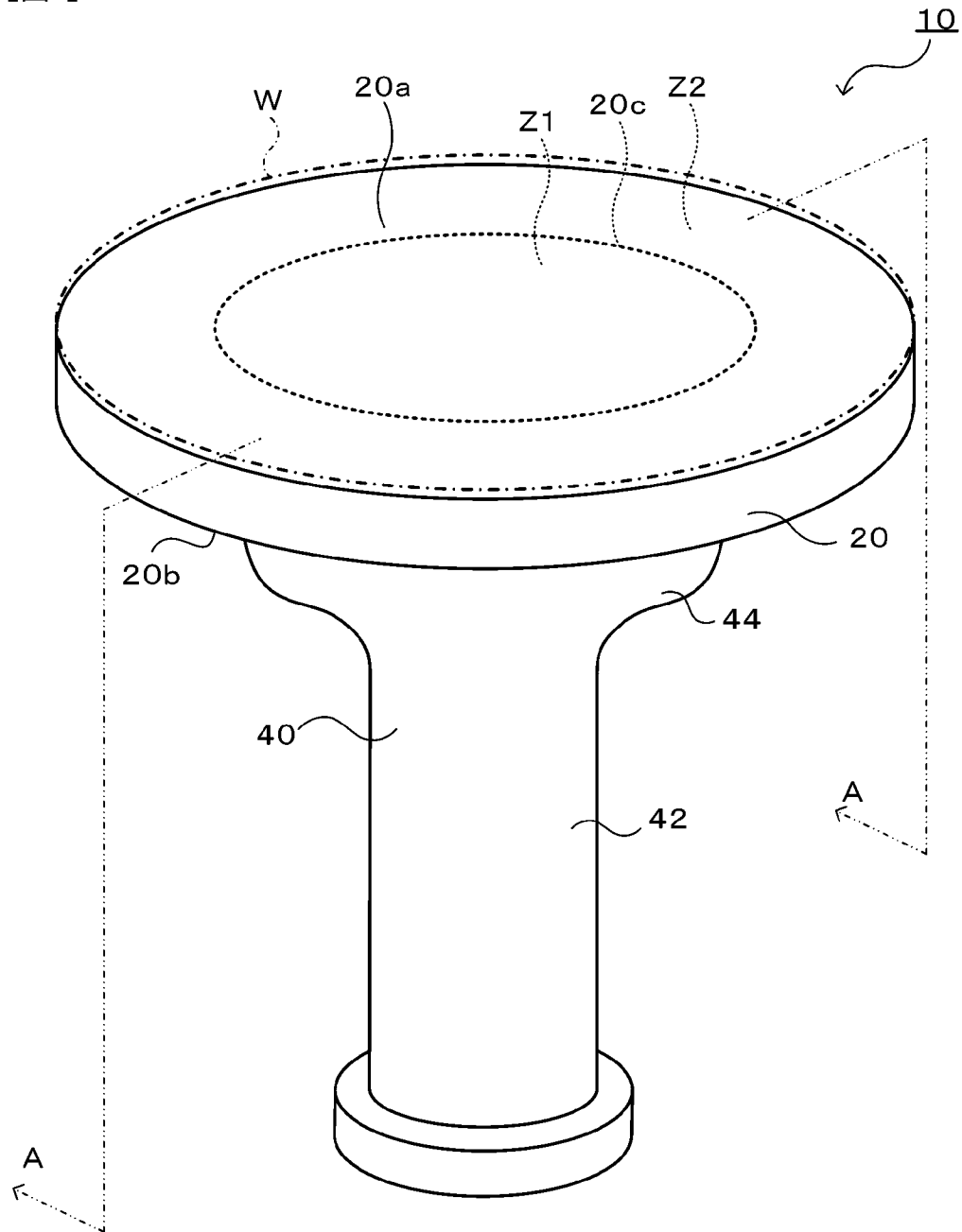
請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 項に記載のセラミックヒータの製法。

[請求項 10] 前記内周側抵抗発熱体は、内周側接続端子を介して前記筒状シャフトの内部空間に配置された給電部材と電氣的に接続されるものであり、

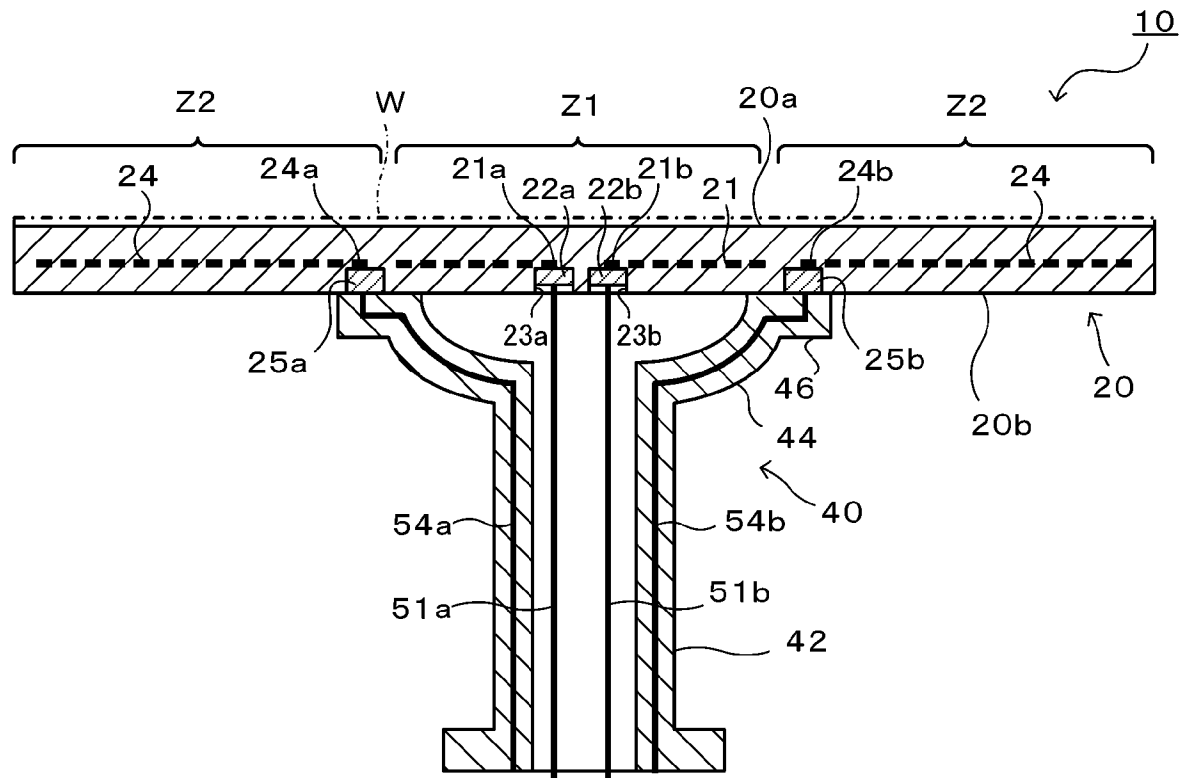
前記工程 (d) では、前記プレートと前記筒状プレートとを接合する際、前記内周側接続端子は前記プレートから露出せず前記プレートに埋設された状態であり、前記プレートと前記筒状プレートとの接合後、前記プレートに穴を設けて前記内周側接続端子の端面を前記穴の底面に露出させる、

請求項 9 に記載のセラミックヒータの製法。

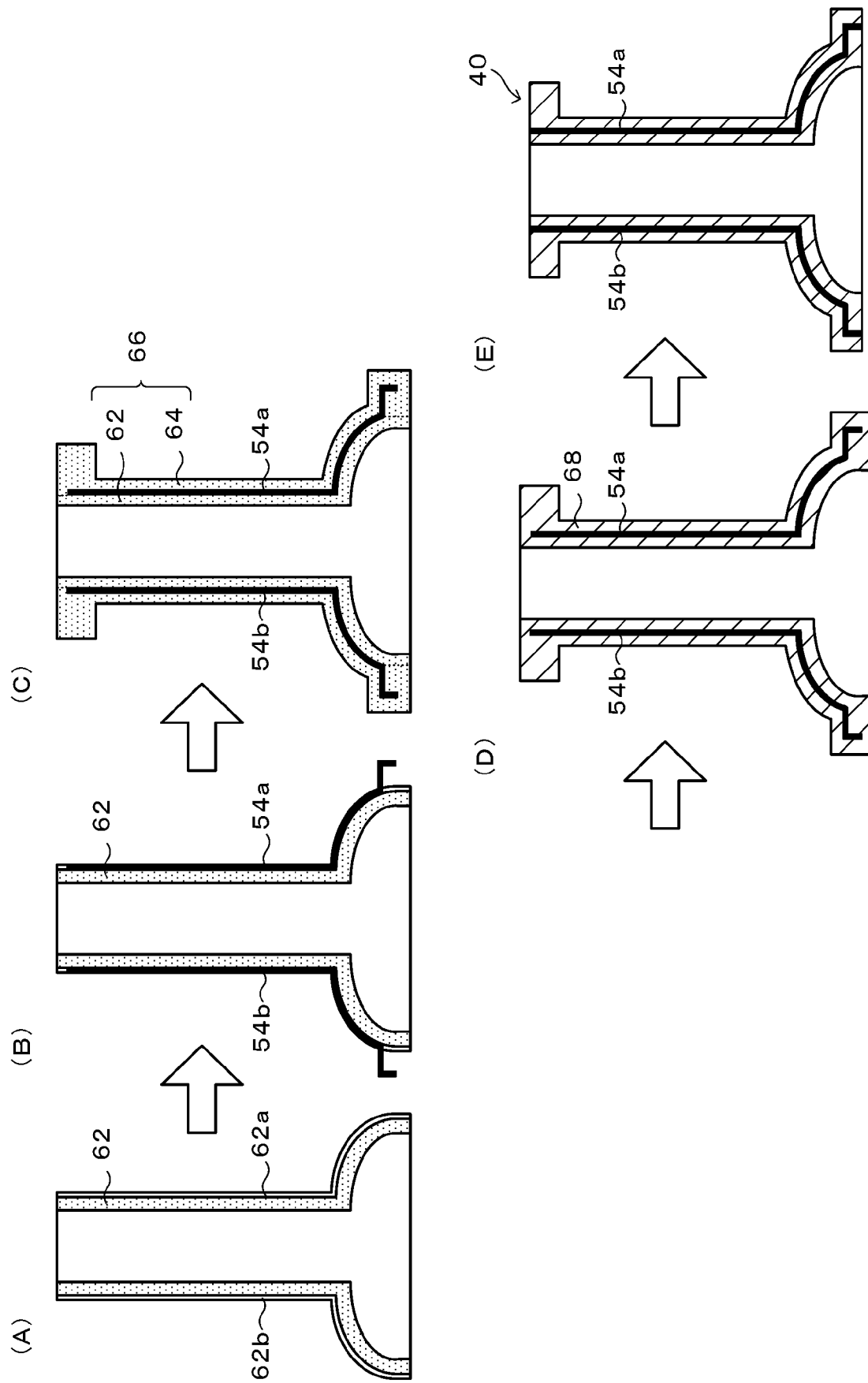
[図1]



[図2]



[図3]

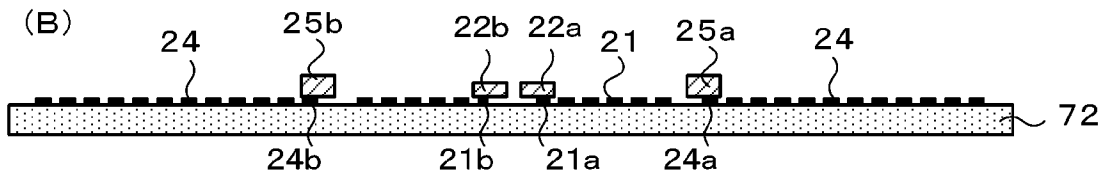


[図4]

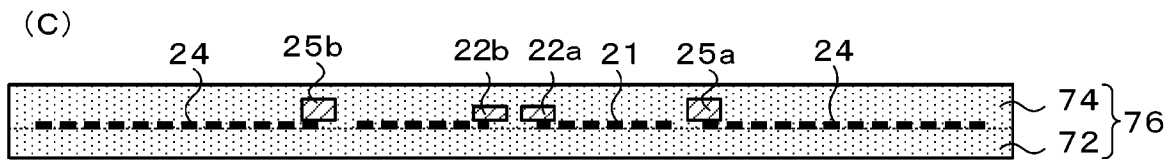
(A)



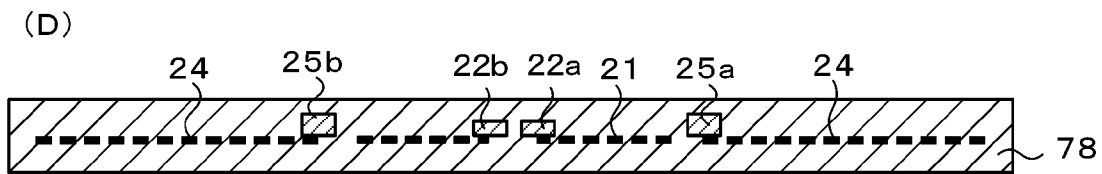
(B)



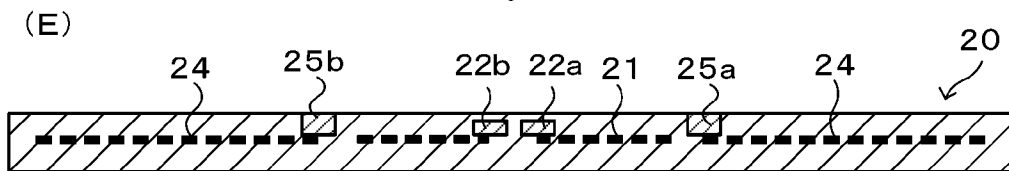
(C)



(D)

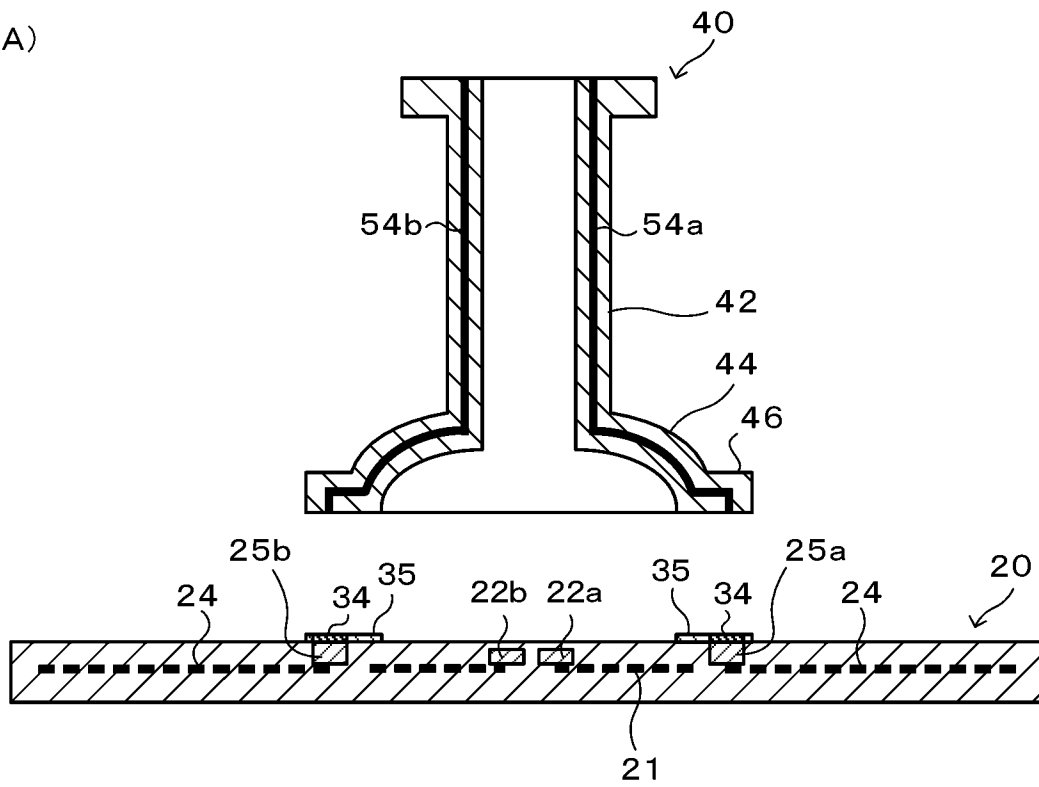


(E)

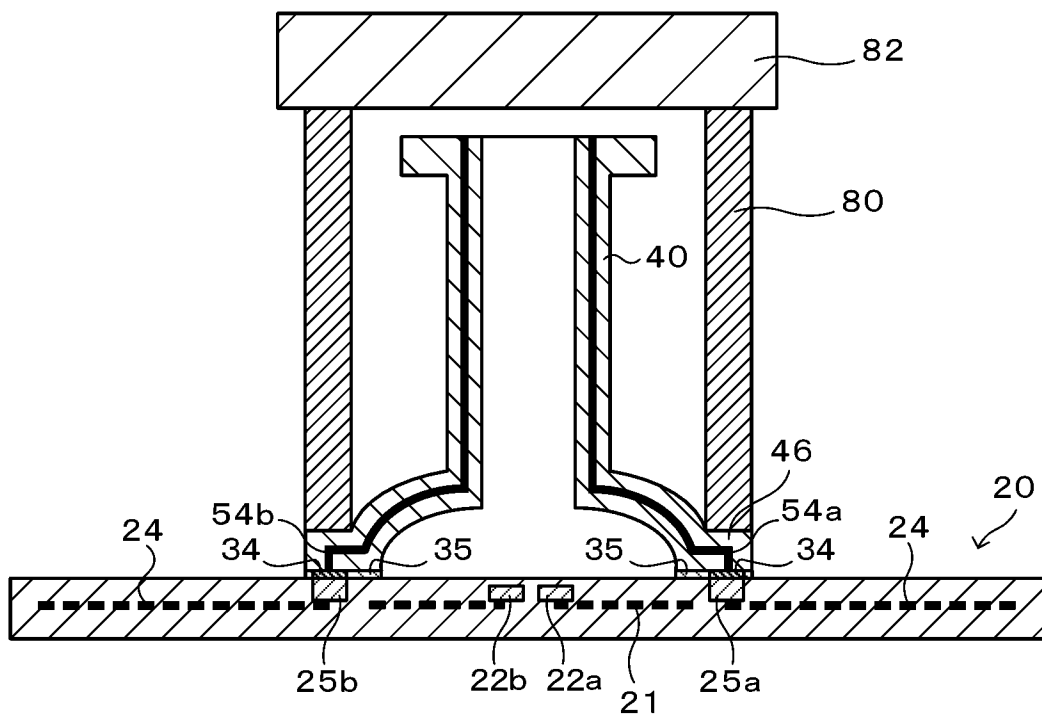


[図5]

(A)



(B)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/009002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H05B3/02 (2006.01) i, H05B3/74 (2006.01) i, H01L21/02 (2006.01) i,
H01L21/683 (2006.01) i

FI: H01L21/68 N, H05B3/02 B, H05B3/74, H01L21/02 Z

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. H05B3/02, H05B3/74, H01L21/02, 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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 A	JP 2017-162878 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 14 September 2017, claims 1-6, paragraphs [0021]- [0052], fig. 1-4	1, 3-4, 6, 8-9 2, 5, 7, 10
Y A	JP 2016-536803 A (APPLIED MATERIALS INC.) 24 November 2016, paragraphs [0024]-[0027], fig. 2	1, 3-4, 6, 8-9 2, 5, 7, 10
A	JP 2017-085087 A (NGK INSULATORS, LTD.) 18 May 2017, entire text, all drawings	1-10
A	JP 2017-183609 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 05 October 2017, entire text, all drawings	1-10

☐ 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
25.05.2020

Date of mailing of the international search report
02.06.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/009002

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-162878 A	14.09.2017	US 2018/0204754 A1 claims 1-6, paragraphs [0026]- [0058], fig. 1-4 WO 2017/154435 A1 KR 10-2018-0008740 A	
JP 2016-536803 A	24.11.2016	US 2015/0076135 A1 paragraphs [0027]- [0030], fig. 2 WO 2015/038610 A1 TW 201515145 A CN 105556656 A KR 10-2016-0055257 A	
JP 2017-085087 A	18.05.2017	US 2017/0127475 A1 entire text, all drawings KR 10-2017-0051310 A CN 106653652 A TW 201731013 A	
JP 2017-183609 A	05.10.2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05B 3/02(2006.01)i; H05B 3/74(2006.01)i; H01L 21/02(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i FI: H01L21/68 N; H05B3/02 B; H05B3/74; H01L21/02 Z										
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）） H05B3/02; H05B3/74; H01L21/02; 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										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年									
日本国登録実用新案公報	1994-2020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 2017-162878 A（日本特殊陶業株式会社）14.09.2017（2017-09-14） 請求項1-6, 段落[0021]-[0052], 図1-4	1, 3-4, 6, 8-9 2, 5, 7, 10								
Y A	JP 2016-536803 A（アブライド マテリアルズ インコーポレイテッド）24.11.2016 （2016-11-24） 段落[0024]-[0027], 図2	1, 3-4, 6, 8-9 2, 5, 7, 10								
A	JP 2017-085087 A（日本碍子株式会社）18.05.2017（2017-05-18） 全文, 全図	1-10								
A	JP 2017-183609 A（日本特殊陶業株式会社）05.10.2017（2017-10-05） 全文, 全図	1-10								
☐ 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 25.05.2020		国際調査報告の発送日 02.06.2020								
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） 宮久保 博幸 50 3136 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/JP2020/009002

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-162878	A	14.09.2017	US 2018/0204754 A1 請求項1-6, 段落[0026]- [0058], 図1-4 WO 2017/154435 A1 KR 10-2018-0008740 A	
JP	2016-536803	A	24.11.2016	US 2015/0076135 A1 段落[0027]-[0030], 図2 WO 2015/038610 A1 TW 201515145 A CN 105556656 A KR 10-2016-0055257 A	
JP	2017-085087	A	18.05.2017	US 2017/0127475 A1 全文, 全図 KR 10-2017-0051310 A CN 106653652 A TW 201731013 A	
JP	2017-183609	A	05.10.2017	(ファミリーなし)	