

(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6月4日(04.06.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/110850 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/683 (2006.01) *H05B 3/02* (2006.01)
B28B 11/00 (2006.01) *H05B 3/74* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/045380

(22) 国際出願日: 2019年11月20日(20.11.2019)

(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 2018-224680 2018年11月30日(30.11.2018) JP

(71) 出願人: 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 川邊 保典 (KAWANABE, Yasunori);

〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 石峯 裕作 (ISHIMINE, Yuusaku); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 宗石 猛 (MUNEISHI, Takeshi); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 大川 善裕 (OKAWA, Yoshihiro); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).

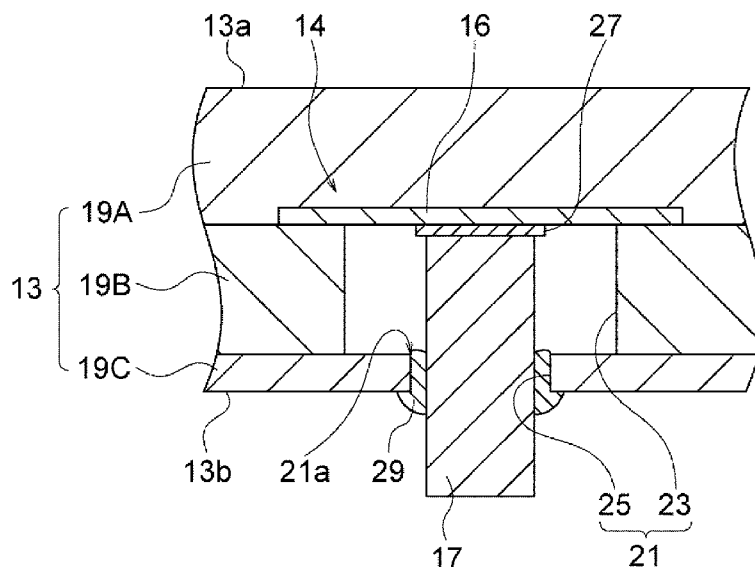
(74) 代理人: 飯島 康弘 (IIJIMA, YASUHIRO);

〒1050003 東京都港区西新橋3丁目4番2号 Sビル2階 創進国際特許事務所 Tokyo (JP).

(54) Title: CERAMIC STRUCTURE AND METHOD OF MANUFACTURING CERAMIC STRUCTURE

(54) 発明の名称: セラミック構造体及びセラミック構造体の製造方法

[図3]



(57) Abstract: A heater according to the present invention comprises a substrate and an internal conductor. The substrate is composed of ceramic. The internal conductor is positioned in the substrate and has a connection portion. The substrate has a space extending from the connection portion to a lower surface of the substrate. The space includes a first space and a second space. The first space adjoins the connection portion. The second space provides communication between the first space and the outside of the lower surface of the substrate, and is smaller than the first space when viewed in plan

[続葉有]



WO 2020/110850 A1

(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, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

through the lower surface of the substrate.

(57) 要約: ヒータは、基体と、内部導体とを有している。基体は、セラミックからなる。内部導体は、基体内に位置しており、接続部を有している。基体は、接続部から当該基体の下面に亘っている空間を有している。空間は、第1空間及び第2空間を有している。第1空間は、接続部に接している。第2空間は、第1空間と基体の下面の外側とを連通しており、基体の下面の平面透視において第1空間よりも小さい。

明 細 書

発明の名称：セラミック構造体及びセラミック構造体の製造方法
技術分野

[0001] 本開示は、セラミック構造体及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] セラミックを基体とするセラミック構造体が知られている。セラミック構造体としては、例えば、ウェハの加工に利用されるセラミックヒータ、静電チャック及びプラズマ発生用電極部材を挙げることができる。これらのセラミック構造体は、基体内に内部導体を有している。内部導体の一部は、端子との接続のために基体の外部へ露出している。特許文献1～3では、切削加工などによって基体に穴を形成することによって、内部導体の一部を基体の外部に露出させている。穴は、その深さ方向に直交する横断面の形状及び大きさが深さ方向において一定とされているか、基体の外部側ほど径が大きくなるテーパ状とされている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-49185号公報

特許文献2：特開2003-40686号公報

特許文献3：特開2002-141404号公報

発明の概要

[0004] 本開示の一態様に係るセラミック構造体は、基体と、内部導体とを有している。前記基体は、セラミックからなり、第1面を有している。前記内部導体は、前記基体内に位置しており、接続部を有している。前記基体は、前記接続部から前記第1面に亘っている空間を有している。前記空間は、第1空間と、第2空間とを有している。前記第1空間は、前記接続部に接している。前記第1空間は、前記第1空間と前記第1面の外側とを連通しており、前記第1面の平面透視において前記第1空間よりも小さい。

- [0005] 本開示の一態様に係るセラミック構造体は、基体と、内部導体とを有している。前記基体は、セラミックからなり、第1面を有している。前記内部導体は、前記基体内に位置しており、接続部を有している。前記基体は、前記接続部から前記第1面に亘っている空間を有している。前記内部導体は、前記第1面に沿って前記空間及びその外側に跨っている導体層を有している。前記導体層は、前記空間に重なる部分が前記第1面側に撓んでいる。
- [0006] 本開示の一態様に係るセラミック構造体は、基体と、内部導体とを有している。前記基体は、セラミックからなり、第1面を有している。前記内部導体は、前記基体内に位置しており、接続部を有している。前記基体は、前記接続部から前記第1面に亘っている空間を有している。前記空間の壁面は、第1領域と、第2領域とを有している。前記第2領域は、前記第1領域に対して前記第1面側に位置しており、前記第1領域とは表面の様相が異なる。
- [0007] 本開示の一態様に係る上記のいずれかのセラミック構造体の製造方法は、準備工程と、導体配置工程と、第1開口形成工程と、積層工程と、焼成工程と、第2開口形成工程とを有している。前記準備工程では、それぞれ1以上の第1～第3セラミックグリーンシートを準備する。前記第1セラミックグリーンシートは、前記基体のうち前記内部導体に対して前記第1面とは反対側に接する第1部分を構成する。前記第2セラミックグリーンシートは、前記基体のうち前記内部導体に対して前記第1面側に接する第2部分を構成する。前記第3セラミックグリーンシートは、前記基体のうち前記第2部分の前記第1面側に接するとともに前記第1面を有している第3部分を構成する。前記導体配置工程では、前記内部導体となる材料を前記第1セラミックグリーンシートの前記第1面側に配置する。前記第1開口形成工程では、前記空間のうち前記内部導体側の一部となる第1開口を前記第2セラミックグリーンシートに形成する。前記積層工程では、前記導体配置工程及び前記第1開口形成工程の後に、前記第1～第3セラミックグリーンシートを積層して積層体を得る。前記焼成工程では、前記積層体を焼成する。前記第2開口形成工程では、焼成後の前記積層体における前記第3部分のうち前記第1開口

に重なっている領域に前記空間の前記第 1 面側の一部となる第 2 開口を形成する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態に係るヒータの構成を示す模式的な分解斜視図。

[図2]図 1 のII-II線における断面図。

[図3]図 2 の領域IIIの拡大図。

[図4]図 1 のヒータの製造方法の手順の一例を示すフローチャート。

[図5]図 5 (a) 及び図 5 (b) は製造途中のヒータの一部を示す断面図。

[図6]図 6 (a) は製造途中のヒータの一部を示す断面図、図 6 (b) は図 6 (a) の一部拡大斜視図。

[図7]図 7 (a) 及び図 7 (b) は第 1 及び第 2 変形例に係るヒータの一部を示す断面図。

[図8]図 8 (a) 及び図 8 (b) は第 3 及び第 4 変形例に係るヒータの一部を示す断面図。

[図9]図 9 (a) は第 5 変形例に係るヒータの一部を示す断面図、図 9 (b) は図 9 (a) の一部拡大斜視図。

[図10]図 10 (a) は第 6 変形例に係るヒータの一部を示す断面図、図 10 (b) は図 10 (a) の領域 X b の拡大図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示のセラミック構造体について、セラミックヒータを例に取って説明する。以下で参照する各図は、説明の便宜上の模式的なものである。従って、細部は省略されていることがあり、また、寸法比率は必ずしも現実のものとは一致していない。また、ヒータは、各図に示されていない周知の構成要素をさらに備えていても構わない。

[0010] (ヒータシステム)

図 1 は、実施形態に係るヒータ 1 の構成を示す模式的な分解斜視図である。図 2 は、図 1 のヒータ 1 を含むヒータシステム 101 の構成を示す模式図である。図 2 において、ヒータ 1 については、図 1 のII-II線断面図が示さ

れている。図1は、ヒータ1の構造を示すために便宜的にヒータ1を分解して示しており、実際の完成後のヒータ1は、図1の分解斜視図のように分解可能である必要はない。

[0011] 図1及び図2の紙面上方は、例えば、鉛直上方である。ただし、ヒータ1は、必ずしも図1及び図2の紙面上方を鉛直上方として利用される必要はない。以下では、便宜上、図1及び図2の紙面上方を鉛直上方として、上面及び下面等の用語を用いることがある。特に断りがない限り、単に平面視という場合、図1及び図2の紙面上方から見ることを指すものとする。

[0012] ヒータシステム101は、ヒータ1と、ヒータ1に電力を供給する電力供給部3（図2）と、電力供給部3を制御する制御部5（図2）と、を有している。ヒータ1と電力供給部3とは配線部材7（図2）によって接続されている。なお、配線部材7は、ヒータ1の一部と捉えられても構わない。また、ヒータシステム101は、上記に挙げた構成の他、例えば、ヒータ1に気体及び／又は液体を供給する流体供給部を有していてもよい。

[0013] （ヒータ）

ヒータ1は、例えば、概略板状（図示の例では円盤状）のヒータプレート9と、ヒータプレート9から下方へ延びているパイプ11とを有している。

[0014] ヒータプレート9は、その上面13aに加熱対象物の一例としてのウェハWf（図2）が載置され（重ねられ）、ウェハの加熱に直接に寄与する。パイプ11は、例えば、ヒータプレート9の支持及び配線部材7の保護に寄与する。なお、ヒータプレート9のみがヒータと捉えられても構わない。

[0015] （ヒータプレート）

ヒータプレート9の上面13a及び下面13bは、例えば、概ね平面である。ヒータプレート9の平面形状及び各種の寸法は、加熱対象物の形状及び寸法等を考慮して適宜に設定されてよい。例えば、平面形状は、円形（図示の例）又は多角形（例えば矩形）である。寸法の一例を示すと、直径は20cm以上35cm以下、厚さは4mm以上30mm以下である。なお、本実施形態の説明において、矩形等の多角形に係る用語は、特に断りが無い限り

、角部が直線（平面）又は曲線（曲面）によって面取りされた形状を含んでよいものとする。

[0016] ヒータプレート9は、例えば、絶縁性の基体13（符号は図2）と、基体13に埋設されている内部導体14と、内部導体14と電氣的に接続されている端子17（図2）とを備えている。内部導体14は、抵抗発熱体15と、端子17に接続される接続部16とを含んでいる。抵抗発熱体15に電流が流れることによって、ジュールの法則に従って熱が発生し、ひいては、基体13の上面13aに載置されているウェハWfが加熱される。

[0017] （基体）

基体13の外形は、ヒータプレート9の外形を構成している。従って、上述のヒータプレート9の形状及び寸法に係る説明は、そのまま基体13の外形及び寸法の説明と捉えられてよい。基体13の材料は、例えば、セラミックである。セラミックは、例えば、窒化アルミニウム（AlN）、酸化アルミニウム（Al₂O₃、アルミナ）、炭化珪素（SiC）、及び窒化珪素（Si₃N₄）等を主成分とする焼結体である。なお、主成分は、例えば、その材料の50質量%以上又は80質量%以上を占める材料である（以下、特に断りが無い限り、他の部材及び他の材料についても、同様である。）。

[0018] 図1に示すように、基体13は、例えば、第1絶縁層19A、第2絶縁層19B及び第3絶縁層19C（以下、単に「絶縁層19」といい、これらを区別しないことがある。）が積層されて構成されている。第1絶縁層19Aは、抵抗発熱体15から上面13aまでの部分を構成している。第2絶縁層19Bは、抵抗発熱体15から下面13bまでの部分のうち内部導体14側の一部を構成している。第3絶縁層19Cは、第2絶縁層19Bから下面13bまでの部分を構成している。

[0019] 複数の絶縁層19の材料は、上述した基体13の材料である。また、複数の絶縁層19の材料は、互いに同一であってもよいし、互いに異なってもよい。複数の絶縁層19の境界は、材料の観点から特定できなくてもよい。各絶縁層19は、さらに薄い複数の絶縁層が積層されて構成されていても

よい。

[0020] (抵抗発熱体)

抵抗発熱体 15 は、基体 13 の上面 13 a 及び下面 13 b に沿って（例えば平行に）延びている。また、抵抗発熱体 15 は、平面視において、例えば、基体 13 の概ね全面に亘って延びている。

[0021] 平面視における抵抗発熱体 15 の具体的なパターン（経路）は適宜なものとされてよい。例えば、抵抗発熱体 15 は、ヒータプレート 9 において 1 本のみ設けられており、その一端から他端まで自己に対して交差することなく延びている。また、図示の例では、抵抗発熱体 15 は、ヒータプレート 9 を 2 分割した各領域において、円周方向に往復するように（ミアンダ状に）延びている。この他、例えば、抵抗発熱体 15 は、渦巻状に延びていたり、一の半径方向において直線状に往復するように延びていたりしてよい。

[0022] 抵抗発熱体 15 を局所的に見たときの形状も適宜なものとされてよい。例えば、抵抗発熱体 15 は、上面 13 a 及び下面 13 b に平行な層状導体であってもよいし、上記の経路を軸として巻かれたコイル状（スプリング状）であってもよいし、メッシュ状に形成されているものであってもよい。各種の形状における寸法も適宜に設定されてよい。

[0023] 抵抗発熱体 15 の材料は、電流が流れることによって熱を生じる導体（例えば金属）である。すなわち、抵抗値が比較的大きい導体である。導体は、適宜に選択されてよく、例えば、タングステン（W）、モリブデン（Mo）、プラチナ（Pt）若しくはインジウム（In）又はこれらを主成分とする合金である。また、抵抗発熱体 15 の材料は、前記のような金属を含む導電ペーストを焼成して得られるものであってもよい。すなわち、抵抗発熱体 15 の材料は、ガラス粉末及び／又はセラミック粉末等の添加剤（別の観点では無機絶縁物）を含むものであってもよい。

[0024] (接続部)

接続部 16 は、抵抗発熱体 15 の一部によって構成されていてもよいし、抵抗発熱体 15 とは別個の部位として構成され、抵抗発熱体 15 と端子 17

との間に介在していてもよい。また、別の観点では、接続部 16 の材料、幅及び／又は厚さは、抵抗発熱体 15 の材料、幅及び／又は厚さと同一であってもよいし、異なってもよい。

[0025] 図 1 では、便宜上、抵抗発熱体 15 の全部又は大部分が抽象的に線で描かれているとともに、接続部 16 が当該線の幅よりも直径が大きい黒丸で描かれている。図 2 では、抵抗発熱体 15 として層状導体からなるものを示し、その一部によって接続部 16 が構成されている例を模式的に示している。接続部 16 の材料が抵抗発熱体 15 の材料と異なる材料である場合において、接続部 16 の材料は、抵抗発熱体 15 の材料として利用可能なものであってもよいし、利用不可能なものであってもよく、また、導電ペーストを焼成して得られるものであってもよい。

[0026] 本実施形態の説明では、便宜上、接続部 16 が抵抗発熱体 15 の一部である場合を例に取るものとする。

[0027] 接続部 16 は、例えば、抵抗発熱体 15 の長さ方向両端に位置しており、1 対設けられている。1 対の接続部 16（抵抗発熱体 15 の両端）は、例えば、ヒータプレート 9 の中央側に位置している。なお、1 つの抵抗発熱体 15 に 3 以上の接続部 16（端子 17）が設けられてもよいし、2 以上（例えば 2 層以上）の抵抗発熱体 15 に電力を供給する 2 組以上の接続部 16（端子 17）が設けられてもよい。

[0028]（端子）

端子 17 は、例えば、接続部 16 の数と同数で設けられ、接続部 16 に接合されているとともに、一部が基体 13 の下面 13b から基体 13 の外部へ露出している。これにより、ヒータプレート 9 の外部から端子 17 及び接続部 16 を介して抵抗発熱体 15 へ電力を供給可能になっている。端子 17 は、例えば、少なくとも表面に導電性を有する部材によって構成されている。例えば、端子 17 は、その全体が金属からなるバルク材（金属部材）によって構成されている。端子 17 の形状は適宜なものとされてよく、例えば、概略、柱状（軸状）である。その軸に直交する横断面の形状は、円形等の適宜

な形状とされてよい。端子 17 の軸方向（上下方向）の長さや径とはいずれが大きくてもよい。

[0029] （パイプ）

パイプ 11 は、上下（軸方向両側）が開口している中空状である。別の観点では、パイプ 11 は、上下に貫通する空間 11 s を有している。パイプ 11 の横断面（軸方向に直交する断面）及び縦断面（軸方向に平行な断面。図 2 に示す断面）の形状は適宜に設定されてよい。図示の例では、パイプ 11 は、軸方向の位置に対して径が一定の円筒形状である。もちろん、パイプ 11 は、高さ方向の位置によって径が異なってもよい。また、パイプ 11 の寸法の具体的な値は適宜に設定されてよい。特に図示しないが、パイプ 11 には、気体又は液体が流れる流路が形成されていてもよい。

[0030] パイプ 11 は、セラミック等の絶縁材料から構成されていてもよいし、金属（導電材料）から構成されていてもよい。セラミックの具体的な材料としては、例えば、基体 13 の説明で挙げたもの（AlN 等）が利用されてよい。また、パイプ 11 の材料は、基体 13 の材料と同一であってもよいし、異なってもよい。

[0031] 基体 13 とパイプ 11 との固定は、適宜な方法によってなされてよい。例えば、両者は、両者の間に介在する接着剤（不図示）によって固定されてもよいし、両者の間に接着剤を介在させずに、固相接合によって固定されてもよいし、ボルト及びナット（いずれも不図示）を利用して機械的に固定されてもよい。

[0032] （配線部材）

配線部材 7 は、パイプ 11 の空間 11 s 内に挿通されている。平面透視において、ヒータプレート 9 のうち空間 11 s 内に露出する領域では、複数の端子 17 が基体 13 から露出している。そして、配線部材 7 は、その一端が複数の端子 17 に接続されている。

[0033] 複数の配線部材 7 は、可撓性の電線であってもよいし、可撓性を有さないロッド状のものであってもよいし、これらの組み合わせであってもよい。ま

た、複数の可撓性の電線は、纏められて１本のケーブルのようになっているもよいし、纏められていなくてもよい。

[0034] 配線部材 7 と端子 1 7 との接続も適宜なものとされてよい。例えば、両者は、導電性の接合材によって接合されてよい。また、例えば、両者は、一方に雄ねじが形成され、他方に雌ねじが形成されることにより、螺合されていてもよい。端子 1 7 は、前記のねじのように、配線部材 7 との接続のための特定の形状を有していてもよい。ただし、以下の説明では、そのような特定の形状の図示は基本的に省略する。

[0035] (接続部の周囲の構造)

図 3 は、図 2 の領域 III の拡大図である。

[0036] 基体 1 3 は、接続部 1 6 と端子 1 7 とを接続可能にするために、接続部 1 6 を基体 1 3 の外部へ露出させる空間 2 1 を有している。空間 2 1 には端子 1 7 が配置されている。端子 1 7 は、接続部 1 6 と接続されているとともに基体 1 3 の下面 1 3 b から基体 1 3 の外部へ露出している。

[0037] 図示の例では、空間 2 1 の大部分は空の状態（真空状態又は気体が存在している状態）とされている。ただし、ヒータ 1 の製造過程で空間 2 1 に所定の材料（例えば封止材又は接合材）が充填されてもよい。すなわち、ヒータ 1 の完成後においては、空間 2 1 は、その内部に基体 1 3 を構成する材料が位置していなければよく、空の状態であることを要しない。基体 1 3 において所定の材料が充填されている部位が空間 2 1 であるか否かは、その材料の種類、材料の体積、材料が充填されている部位の形状、及び製造過程等から合理的に判断されてよい。

[0038] 空間 2 1 は、第 2 絶縁層 1 9 B を貫通する貫通孔からなる第 1 空間 2 3 （図 1 も参照）と、第 3 絶縁層 1 9 C を貫通する貫通孔からなる第 2 空間 2 5 （図 1 も参照）とを有している。換言すれば、空間 2 1 は、接続部に接している第 1 空間 2 3 と、第 1 空間 2 3 と基体 1 3 の下面 1 3 b の外側とを連通している第 2 空間 2 5 とを有している。

[0039] 第 1 空間 2 3 及び第 2 空間 2 5 の形状及び寸法は適宜に設定されてよい。

例えば、第1空間23及び／又は第2空間25の基体13の下面13bに平行な横断面の形状は、円形（図示の例）、楕円、矩形又は矩形以外の多角形等の適宜な形状とされてよい。また、例えば、第1空間23及び／又は第2空間25の基体13の下面13bに直交する縦断面の形状は、矩形（図示の例）、下面13b側ほど拡径する台形状、下面13b側ほど縮径する台形状、又は一部に曲線（曲面）を含む形状とされてよい。

[0040] 下面13bの平面透視において、第1空間23及び第2空間25は、一方が他方に収まっているもよいし、双方が互いに一致しているもよい。図示の例では、下面13bの平面透視において、第2空間25は、第1空間23よりも小さく、第1空間23に収まっている。ひいては、空間21の内壁面には、第1空間23と第2空間25との境界に段差21aが構成されている。別の観点では、第2空間25は、第1空間23の下面13b側の面の一部に開口している。両者の大きさの相違の程度は適宜に設定されてよい。例えば、両者の大きさの差は、加工誤差よりも若干大きい程度であってもよい。

[0041] 第1空間23及び第2空間25の基体13の下面13bに直交する方向（上下方向）の大きさ（第2絶縁層19B及び第3絶縁層19Cの厚さ）は、いずれが他方よりも大きくてもよい。図示の例では、第2空間25の上下方向の大きさは、第1空間23の上下方向の大きさよりも小さい。その大きさの相違の程度は適宜に設定されてよい。例えば、第2空間25の上下方向の大きさは、第1空間23の上下方向の大きさに対して、 $1/2$ 以下又は $1/3$ 以下とされてよい。

[0042] 空間21の接続部16等に対する相対的な大きさも適宜に設定されてよい。図示の例では、空間21（第1空間23及び第2空間25それぞれ）は、例えば、接続部16毎に設けられている。すなわち、第1空間23は、1つの接続部16のみに接し、2以上の接続部16に重なっていない。また、第1空間23は、基体13の下面13bの平面透視において、接続部16に収まっているもよいし（図示の例）、接続部16と一致しているもよいし、接続部16よりも外側まで広がっているもよい。

[0043] 空間 2 1 は、例えば、既述のように、その大部分（例えば 8 割以上）が空の状態とされている。この空の状態の空間 2 1 は、密閉されていてもよいし、密閉されていなくてもよい。図示の例では、空間 2 1 は、端子 1 7 と基体 1 3 との間に介在する封止材 2 9 が設けられることによって密閉されている。密閉されている空間 2 1 は、気体が封入されていてもよいし、真空とされていてもよい。封入されている気体は、例えば、窒素等の不活性ガスとされてよい。真空は、実際には、大気圧よりも減圧された状態である。これにより、接続部 1 6 等を酸化から保護できる。なお、空間 2 1 が密閉されていない場合、空間 2 1 には、例えば、基体 1 3 の周囲の気体が存在している。

[0044] 封止材 2 9 の材料は、適宜なものとされてよく、例えば、一般的なガラス封止に用いられる材料であってもよいし、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Y}_2\text{O}_3$ 系等の接合剤が用いられてもよい。封止材 2 9 は、例えば、第 2 空間 2 5 の概ね全体に充填されている。ただし、封止材 2 9 は、第 2 空間 2 5 の少なくとも一部を空の状態とするように配置されていてもよい。逆に、封止材 2 9 は、第 1 空間 2 3 にも比較的大きな体積で位置していてもよく、さらには、第 1 空間 2 3 に充填されていてもよい。

[0045] 端子 1 7 は、空間 2 1 に配置され、一端が接続部 1 6 に接合されている。端子 1 7 の接続部 1 6 に接続される端部とは反対側の端部は、基体 1 3 の下面 1 3 b よりも外側に位置していてもよいし（図示の例）、第 2 空間 2 5 に位置していてもよいし、第 1 空間 2 3 に位置していてもよい。端子 1 7 のうち、少なくとも下面 1 3 b よりも接続部 1 6 側の部分は、第 2 空間 2 5 を通過可能な大きさとされている。特に図示しないが、端子 1 7 は、第 2 空間 2 5 の周囲にて下面 1 3 b に対向（係合）するフランジを有していてもよい。

[0046] 端子 1 7 と接続部 1 6 との接続は、適宜な方法によってなされてよい。図示の例では、両者は、導電性の接合材 2 7 によって接合されている。接合材 2 7 は、例えば、 $\text{Ag}-\text{Cu}-\text{Ti}$ 系合金（ Ag 、 Cu 及び Ti を含む合金）等のろう材とされてよい。なお、完成後のヒータ 1 において、接合材 2 7 と接続部 1 6 との区別は不可能であってもよい。この場合、接合材 2 7 は、

例えば、接続部 16 の一部と捉えられても構わない。特に図示しないが、端子 17 は、接続部 16 に当接しているだけであってもよい。

[0047] (ヒータプレートの製造方法)

図 4 は、ヒータプレート 9 の製造方法の手順の一例を示すフローチャートである。また、図 5 (a)、図 5 (b) 及び図 6 (a) は、製造途中のヒータプレート 9 の一部を示す、図 3 に相当する断面図である。各部材の材質及び形状等は、製造過程の進行に伴って変化する。ただし、説明の便宜上、材質及び形状等の変化の前後で同一の符号を用いる。

[0048] ステップ S T 1 では、焼成前の第 1 絶縁層 19 A ~ 第 3 絶縁層 19 C (セラミックグリーンシート) を準備する (図 5 (a) 参照)。

[0049] ステップ S T 2 では、焼成前の第 2 絶縁層 19 B (セラミックグリーンシート) に第 1 空間 23 となる貫通孔 (第 1 開口) を形成する (図 5 (a) 参照)。貫通孔の形成方法は、公知の種々の方法と同様とされてよい。例えば、打ち抜き加工、切削加工及び／又はレーザ加工が用いられてよい。切削加工に用いられる切削工具は適宜なものとされてよく、例えば、ドリルが用いられてよい。

[0050] ステップ S T 3 では、焼成前の第 1 絶縁層 19 A ~ 第 3 絶縁層 19 C (セラミックグリーンシート) に対して、内部導体 14 となる導電ペーストを配置する (図 5 (a) 参照)。具体的には、例えば、接続部 16 を含む抵抗発熱体 15 となる導電ペーストを第 1 絶縁層 19 A の第 2 絶縁層 19 B 側に配置する。なお、ステップ S T 2 及びステップ S T 3 は、順序が逆であっても構わない。

[0051] ステップ S T 4 では、焼成前の第 1 絶縁層 19 A ~ 第 3 絶縁層 19 C を積層して焼成前の基体 13 (セラミックグリーンシートの積層体) を得る (図 5 (b) 参照)。まだ第 3 絶縁層 19 C には第 2 空間 25 が形成されていないから、第 1 空間 23 は第 3 絶縁層 19 C によって塞がれて密閉される。密閉された第 1 空間 23 は、真空とされていてよいし、気体が封入されていてよい。気体は、例えば、窒素等の不活性ガスとされてよい。また、第 1

絶縁層 19A～第3絶縁層 19Cを積層した後、脱脂を行なってもよい。ここで、例えば、脱脂を窒素雰囲気で行なえば、密閉された第1空間23には窒素が封入される。そして、脱脂開始から焼成までは、数日を要する場合があります、密閉された第1空間23に窒素等の不活性ガスが封入されていれば、この期間も接続部16等の酸化の蓋然性が低減される。

[0052] ステップST5では、生の基体13（セラミックグリーンシートの積層体）を焼成する。

[0053] ステップST6では、焼成後の基体13の第3絶縁層19Cに第2空間25となる貫通孔（第2開口）を形成する（図6（a））。貫通孔の形成方法は、公知の種々の方法と同様とされてよい。例えば、切削加工及び／又はレーザー加工が用いられてよい。図6（a）では、切削工具31（例えばドリル）によって切削加工がなされる態様が例示されている。

[0054] その後、特に図示しないが、端子17が空間21に挿入されて接続部16と接合される。また、封止材29が配置される。

[0055] 第2空間25となる貫通孔の形成方法は、第1空間23となる貫通孔の形成方法と異なる種類のものであってもよいし、同一の種類のものであってもよい。例えば、前者の例としては、第1空間23を打ち抜き加工又はレーザー加工で形成し、第2空間25を切削加工によって形成する態様が挙げられる。後者の例としては、第1空間23及び第2空間25の双方を切削加工によって形成する態様が挙げられる。また、同一の種類の方法が用いられる場合においては、その具体的な加工条件は、第1空間23と第2空間25とで互いに異なってもよいし、同一であってもよい。具体的な加工条件としては、例えば、切削工具を用いる場合においては、切削工具の形状及び寸法、並びに切削工具の回転速度及び切削工具の送り速度を挙げることができる。

[0056] 第1空間23となる貫通孔の形成方法と、第2空間25となる貫通孔の形成方法とが、その種類又は具体的な加工条件において異なる場合、空間21の壁面は、第1空間23と第2空間25とで表面の様相の相違を観察できることがある。例えば、第1空間23が打ち抜き加工又はレーザー加工によって

形成され、第2空間25が切削工具31によって形成される態様においては、第2空間25の壁面のみに切削痕（例えばドリル痕）を観察することができる。

[0057] 図6（b）は、切削工具31によって第2空間25を形成した場合における第2空間25の壁面を模式的に示す斜視図であり、切削痕33を模式的に示している。切削痕33は、例えば、切削工具の軸回り（第2空間25を上下に通過する中心線回り）に延びる複数の溝33aからなる縞模様として観察される。

[0058] 以上のとおり、本実施形態では、セラミック構造体（ヒータ1）は、基体13と、内部導体14とを有している。基体13は、セラミックからなり、第1面（下面13b）を有している。内部導体14は、基体13内に位置しており、接続部16を有している。基体13は、接続部16から下面13bに亘っている空間21を有している。空間21は、第1空間23及び第2空間25を有している。第1空間23は、接続部16に接している。第2空間25は、第1空間23と下面13bの外側とを連通しており、下面13bの平面透視において第1空間23よりも小さい。

[0059] 従って、例えば、接続部16が空間21に露出する面積を大きくすることができる。その結果、例えば、端子17と接続部16とを接合する接合材27の接続部16に対する接合面積を大きくすることができる。一方で、第2空間25の径が小さくされていることから、空間21の封止の信頼性を向上させることができる。その結果、例えば、接続部16を酸化から保護しやすい。また、例えば、空間21が真空とされ、又は空間21に気体が封入されている場合においては、空間21は、断熱部として機能する。その結果、例えば、抵抗発熱体15の熱は下面13bに伝わりにくくなり、基体13を介して上面13aへ伝わりやすくなる。そして、平面透視において第1空間23が相対的に大きくされていることにより、当該効果が向上する。

[0060] また、別の観点では、本実施形態では、セラミック構造体（ヒータ1）は、基体13と、内部導体14とを有している。基体13は、セラミックから

なり、第1面（下面13b）を有している。内部導体14は、基体13内に位置しており、接続部16を有している。基体13は、接続部16から下面13bに亘っている空間21を有している。空間21の壁面は、第1領域（第1空間23の壁面）と、第2領域（第2空間25の壁面）とを有している。第2領域は、第1領域に対して下面13b側に位置しており、第1領域とは表面の様相が異なる。

[0061] 従って、例えば、表面の様相の相違を利用することができる。例えば、第2空間25の内壁に切削痕33が形成されている場合においては、切削痕33が構成する凹凸によって封止材29の第2空間25の壁面に対する接合強度が向上する。また、切削痕33は、基体13の下面13bから接続部16への方向に対して交差する複数の溝33aによって構成されている。従って、第2空間25の壁面と封止材29との界面は、基体13の下面13bの外側から接続部16へ至る経路が、切削痕33が無い場合に比較して長くなる。その結果、空間21の密閉性が向上する。

[0062] また、本実施形態では、空間21の壁面は、第1空間23と第2空間25との境界に段差21aを有している。

[0063] この場合、例えば、第1空間23と第2空間25との径の差を大きくして、上述した効果を得ることが容易化される。また、例えば、封止材29が第3絶縁層19Cに対して第1空間23側から係合することによって、封止材29の基体13に対する固定の強度を向上させることもできる。

[0064] また、本実施形態では、1つの空間21は、1つのみ第2空間25を有している。

[0065] この場合、例えば、第1空間23の大きさ以下の範囲で第2空間25を極力大きくすることが容易である。その結果、例えば、第2空間25を介して第1空間23に端子17を配置することが容易化される。

[0066] また、本実施形態では、セラミック構造体（ヒータ1）の製造方法は、準備工程（ステップST1）、導体配置工程（ステップST3）、第1開口形成工程（ステップST2）、積層工程（ステップST4）、焼成工程（ステ

ップST5)及び第2開口形成工程(ステップST6)を有している。準備工程では、それぞれ1以上の第1～第3セラミックグリーンシート(焼成前の第1絶縁層19A～第3絶縁層19C)を用意する。第1セラミックグリーンシートは、基体13のうち内部導体14に対して第1面(下面13b)とは反対側に接する第1部分(第1絶縁層19A)を構成する。第2セラミックグリーンシートは、基体13のうち内部導体14に対して下面13b側に接する第2部分(第2絶縁層19B)を構成する。第3セラミックグリーンシートは、基体13のうち第2絶縁層19Bの下面13b側に接するとともに下面13bを有している第3部分(第3絶縁層19C)を構成する。導体配置工程では、内部導体14となる材料を第1セラミックグリーンシート(焼成前の第1絶縁層19A)の下面13b側に配置する。第1開口形成工程では、空間21のうち内部導体14側の一部(第1空間23)となる第1開口を第2セラミックグリーンシート(焼成前の第2絶縁層19B)に形成する。積層工程では、導体配置工程及び第1開口形成工程の後に、第1～第3セラミックグリーンシートを積層して積層体(焼成前の基体13)を得る。焼成工程では、積層体を焼成する。第2開口形成工程では、焼成後の積層体(基体13)における第3部分(第3絶縁層19C)のうち第1空間23に重なっている領域に空間21の下面13b側の一部(第2空間25)となる第2開口を形成する。

[0067] 従って、例えば、基体13の焼成後においては、空間21を形成するための加工は、第3絶縁層19Cに対してのみ行われ、第2絶縁層19Bに対する加工は不要である。その結果、例えば、焼成後の基体13に対する空間21を形成する加工によって、接続部16を損傷してしまう蓋然性が低減される。例えば、切削工具31によって接続部16を切削してしまう蓋然性が低減される。ここで、第1空間23だけでなく、第2空間25も、セラミックグリーンシートの積層前に形成することが考えられる。ただし、この場合、焼成工程等において、接続部16が基体13の外部の雰囲気中に晒される。その結果、例えば、接続部16が酸化してしまい、接続部16の特性が低下す

る可能性が生じる。一方、本実施形態の製造方法では、焼成後に第2空間25が形成されるまでは第1空間23は第3絶縁層19Cによって塞がれているから、そのような酸化の蓋然性が低減される。また、切削工具31によって第3絶縁層19Cに第2開口（第2空間25）を形成する場合、切削工具31のうち第3絶縁層19Cを通過した先端側部分は、第1空間23に位置することになり、基体13に接しない。その結果、例えば、切削工具31から、基体13のうちの上面13a側の部分に付与される衝撃が低減される。ひいては、例えば、基体13の上面13a側に亀裂が生じる蓋然性を低減することができる。別の観点では、基体13の、内部導体14から上面13aまでの厚さを薄くすることができる。

[0068] （変形例）

以下では、種々の変形例について述べる。変形例の説明では、基本的に、実施形態との相違点について述べる。特に言及しない点については、例えば、実施形態と同様とされたり、実施形態から類推されたりしてよい。また、変形例において、実施形態の構成と対応又は類似する構成については、相違点があっても、便宜上、同一の符号を付すことがある。また、以下の説明では、端子17、接合材27及び封止材29の図示を省略することがある。

[0069] （第1変形例）

図7（a）は、第1変形例に係るヒータプレート209の一部を示す断面図である。この断面図は、図3に概ね対応しているが、抵抗発熱体15が紙面右側に延びていることによって示されているように、抵抗発熱体15の長手方向に沿う断面を示している。ただし、図3と同一の方向の断面において、この図に示す構成の特徴が現れていてもよい。

[0070] ヒータプレート209の空間221においては、1つの第1空間23に対して複数の第2空間225が設けられている。基体13の下面13bの平面透視において、複数の第2空間225の大きさ及び配置は適宜なものとされてよい。例えば、複数の第2空間225は、1列に配列されてもよいし、2次元的に配列されていてもよいし、配列されているとは捉えることができない

い態様で配置されていてもよい。

[0071] このような態様によれば、例えば、第1空間23の直下において第3絶縁層19Cの強度を確保することが容易化される。その一方で、第1空間23を広く確保して、第1空間23による効果（例えば断熱効果）を向上させることができる。また、例えば、複数の第2空間25を図示の例のように抵抗発熱体15に沿って配列し、複数の第2空間25のそれぞれに対して端子17を挿通して抵抗発熱体15を接合することができる。この場合、細長形状である抵抗発熱体15において端子17との接続面積を確保しやすい。その一方で、第1空間23及び／又は第2空間25の、抵抗発熱体15の幅方向における長さを短くして、基体13の強度を向上させたり、空間221の密閉性を向上させたりすることができる。

[0072] （第2変形例）

図7（b）は、第2変形例に係るヒータプレート309の一部を示す、図3に対応する断面図である。

[0073] この変形例では、ヒータプレート309の内部導体314は、第1面（基体13の下面13b）に沿っている導体層（図示の例では抵抗発熱体15）と、当該導体層に対して下面13b側に重なっている接続用導体35とを有している。そして、この接続用導体35によって、端子17に接合される接続部316が構成されている。なお、接続用導体のみを接続部316と捉えてもよいし、抵抗発熱体15の一部と接続用導体との組み合わせが接続部316と捉えられてもよい。

[0074] 接続用導体35の位置、厚さ及び広さ等は適宜に設定されてよい。例えば、接続用導体35は、第1空間23に収まってもよいし（図示の例）、第1空間23からはみ出して、第1絶縁層19Aと第2絶縁層19Bとの間に位置する部分を有してもよい。また、接続用導体35は、抵抗発熱体15のうち平面透視において第1空間23と重なる部分の全部を覆っていてもよいし（図示の例）、一部を覆っていてもよい。接続用導体35の厚さは、抵抗発熱体15の厚さよりも薄くてもよいし、同等でもよいし、厚くても

よい（図示の例）。接続用導体 35 の材料は、抵抗発熱体 15 の材料と同一であってもよいし、異なってもよく、また、導電ペーストを焼成して得られるものであってもよい。

[0075] ヒータプレート 309 の製造方法において、接続用導体 35 は、焼成前の第 3 絶縁層 19C によって第 1 空間 23 を塞ぐ前に設けられる限り、適宜な時期において適宜な方法で設けられてよい。例えば、第 1 絶縁層 19A となる第 1 セラミックグリーンシートに抵抗発熱体 15 となる導電ペーストを配置した後、かつ当該第 1 セラミックグリーンシートと第 2 絶縁層 19B となる第 2 セラミックグリーンシートとを重ねる前に、接続用導体 35 となる導電ペーストが配置されてよい。

[0076] このような接続用導体 35 を設けることによって、例えば、抵抗発熱体 15 の一部からなる接続部 16 よりも端子 17 との接合に適した形状及び材料からなる接続部 316 を実現できる。また、製造方法の観点から見ると、例えば、切削工具 31 によって焼成後の第 3 絶縁層 19C に第 2 開口（第 2 空間 25）を形成するとき、切削工具 31 が接続部 316 に接触してしまっても、抵抗発熱体 15（内部導体 314 の本体、導体層）まで切削される蓋然性が低減される。

[0077] （第 3 変形例）

図 8（a）は、第 3 変形例に係るヒータプレート 409 を示す、図 1 の II-II 線に対応する断面図（ヒータプレートの全体の断面図）である。

[0078] この変形例において、空間 421 は、実施形態の空間 21（空間本体）に加えて、層状空間 37 を有している。層状空間 37 の位置、厚さ及び広さは、適宜に設定されてよい。例えば、層状空間 37 の厚さは、第 1 空間 23 及び第 2 空間 25 の厚さよりも薄い。その具体的な厚さは、例えば、 $100\mu\text{m}$ 以下である。層状空間 37 は、例えば、上記の $100\mu\text{m}$ 以下の厚さの部分を層状空間 37 の面積のうち 5 割以上、8 割以上又は全部に亘って有している。

[0079] 層状空間 37 は、例えば、第 1 絶縁層 19A と第 2 絶縁層 19B との間に

形成されている。別の観点では、層状空間 37 は、内部導体 14（図示の例では抵抗発熱体 15 と同じ）に対して第 1 面（基体 13 の下面 13b）側から接している。さらに別の観点では、層状空間 37 は、空間本体（空間 21）の、下面 13b に直交する方向（上下方向）の厚みのうち、接続部 16 に接している一部の厚みから下面 13b に沿って広がっている。

[0080] 図 8（a）に示す縦断面（下面 13b に直交する断面）では、層状空間 37 は、その端から端まで繋がっている。ただし、第 1 絶縁層 19A と第 2 絶縁層 19B とが層状空間 37 の配置領域内の一部において接触することにより、他の縦断面において、層状空間 37 は分断されていてもよい。さらには、分断によって、層状空間 37 の一部に空間 21 と通じていない部分（当該部分は、空間 21 と通じる層状空間 37 とは別の空間として捉えられてもよい。）が生じていてもよい。また、図示の例では、層状空間 37 によって、複数の空間本体（空間 21）が互いに連通されているが、このような連通がなされていなくてもよい。

[0081] 層状空間 37 は、内部導体 14 の配置領域（図示の例では抵抗発熱体 15 の配置領域と同じ）に対して、適宜な割合で広がっていてよい。例えば、平面透視において内部導体 14 を収容する最小の円形又は多角形（例えば矩形）を想定する。このとき、層状空間 37 は、上記円形又は上記多角形の面積の 1 割以上、3 割以上、5 割以上、8 割以上又は全部に亘って広がっていてよい。なお、上記において、層状空間 37 の配置領域内で第 1 絶縁層 19A と第 2 絶縁層 19B とが接触している面積は、層状空間 37 の面積から除外してもよいし、除外しなくてもよい。また、層状空間 37 は、上記円形又は上記多角形の外側にまで広がっていてよい。

[0082] 層状空間 37 の形成方法は、適宜な方法とされてよい。例えば、セラミックグリーンシートの積層体を焼成するときの条件を適宜に設定することによって、セラミックグリーンシートの焼成に伴う収縮を利用して第 1 絶縁層 19A と第 2 絶縁層 19B との間に隙間を生じさせて層状空間 37 を形成してよい。また、例えば、セラミックグリーンシートの積層時に第 1 絶縁層 19

Aと第2絶縁層19Bとの間に比較的微小なスペーサを配置することによって、焼成前から層状空間37を形成したり、又は焼成時の収縮による隙間を生じやすくしたりしてもよい。

[0083] 本変形例のように層状空間37を設けると、例えば、熔融状態の接合材27（図3参照）が層状空間37に侵入し、硬化状態の接合材27が第2絶縁層19Bの第1絶縁層19A側の面に係合する。これにより、接合材27が接続部16から剥離する蓋然性が低減される。ひいては、端子17と接続部16との接続の信頼性が向上する。

[0084] また、例えば、空間421又は層状空間37の容積の8割以上又は全部が真空とされ、又は空間421又は層状空間37の容積の8割以上又は全部に気体が存在している（例えば封入されている）場合においては、層状空間37は、断熱層として機能する。その結果、抵抗発熱体15から基体13の下面13b側へ逃げる熱を低減して、基体13の上面13aに熱を伝えやすくすることができる。また、空間本体（空間21）の平面透視における面積を大きくする場合に比較して、基体13の体積が確保されるから、ヒータプレート409の強度確保及び／又は熱容量増加に有利である。

[0085] （第4変形例）

図8（b）は、第4変形例に係るヒータプレート509を示す、図8（a）と同様の断面図である。

[0086] 第3変形例では、空間421は、第1面（基体13の下面13b）の平面透視において、内部導体14の配置領域の比較的広い範囲（例えば8割以上）に亘っていてよいことを述べた。このような態様は、第4変形例に示すように、第1空間523によって実現されても構わない。

[0087] また、図示の例では、第1絶縁層19Aと第3絶縁層19Cとの間にスペーサ39が設けられている。スペーサ39は、例えば、基体13の強度確保に寄与している。スペーサ39は、第2絶縁層19Bの一部であってもよいし、第2絶縁層19Bとは異なる材料から構成されていてもよい。スペーサ39は、例えば、柱状であってもよいし、壁状であってもよい。壁状のスペーサ39は、例えば、壁状であってもよい。

ーサ 39 は、第 1 絶縁層 19 A と第 3 絶縁層 19 C との間の空間を複数に区画して、接続部 16 を露出させるための第 1 空間 523 とは隔離された空間を形成していてもよい。もちろん、このようなスペーサ 39 は設けられなくてもよい。

[0088] また、第 4 変形例は、1 つの第 1 空間 523 が複数の接続部 16 に接している（平面透視において重なっている）例ともなっている。このように 1 つの第 1 空間 523 が複数の接続部 16 に重なっている場合において、第 2 空間 525 も複数の接続部 16 に重なっていてもよいし（図示の例）、複数の第 2 空間が複数の接続部 16 に対して個別に重なっていてもよい。

[0089] （第 5 変形例）

図 9（a）は、第 5 変形例に係るヒータプレート 609 を示す、図 3 に相当する断面図である。また、図 9（b）は、ヒータプレート 609 の空間 621 の壁面の様相を示す模式的な斜視図である。

[0090] この変形例では、平面透視において、第 2 空間 625 の形状及び大きさが第 1 空間 23 の形状及び大きさと同様とされている。換言すれば、空間 621 の壁面は、段差 21a（図 3）を有さず、接続部 16 の位置（第 2 絶縁層 19 B の上面の位置）から基体 13 の下面 13b まで連続している。このような変形例に係るヒータプレート 609 は、例えば、実施形態の製造方法によって作製される。ただし、第 2 開口形成工程において、第 2 開口（第 2 空間 625）は、その形状及び大きさが第 1 開口（第 1 空間 23）の形状及び大きさと同等となるように形成される。

[0091] 焼成前に第 1 空間 23（第 1 開口）を形成し、焼成後に第 2 空間 625（第 2 開口）を形成することにより、ヒータプレート 609 には、焼成後に空間 621 の全体を形成した場合とは異なる特徴が現れることがある。

[0092] 例えば、積層工程及び焼成工程の条件にもよるが、図 9（a）に示すように、内部導体 14（別の観点では第 1 絶縁層 19 A の下面）は、空間 621（第 1 空間 23）に重なっている部分が、第 1 面（基体 13 の下面 13b）側に撓む。撓みの大きさは、例えば、接続部 16 の断面を撮像した画像にお

いて目視可能な大きさである。また、例えば、第1空間23に重なる範囲において、内部導体14の最も高い位置と最も低い位置との差は、内部導体14の厚さの0.5倍以上、1倍以上、2倍以上又は5倍以上である。内部導体14の撓んでいる部分の形状は適宜なものとされてよい。例えば、全体的に湾曲していてもよいし（図示の例）、一部又は全部が直線状に形成されていてもよい。

[0093] また、例えば、実施形態の説明でも述べたように、第1空間23の壁面（第1領域）と、第2空間625の壁面（第2領域）とは様相が異なることがある。図9（b）では、第2空間625の壁面のみに切削痕33が形成されている態様を例示している。なお、このことから理解されるように、空間の壁面が連続している（段差を有さない）という場合、切削痕33のような意図していない微細な凹凸（段差）は無視する。

[0094] 以上のように、本変形例では、セラミック構造体（ヒータプレート609）は、基体13及び内部導体14を有している。基体13は、セラミックからなり、第1面（下面13b）を有している。内部導体14は、基体13内に位置しており、接続部16を有している。基体13は、接続部16から下面13bに亘っている空間621を有している。内部導体14は、下面13bに沿って空間621及びその外側に跨っている導体層（例えば抵抗発熱体15）を有している。抵抗発熱体15は、空間621に重なる部分が下面13b側に撓んでいる。

[0095] 従って、例えば、接続部16が下面13b側に凹状となっている態様（このような態様も本開示に係る技術に含まれてよい。）に比較して、接続部16と端子17との間に接合材27に囲まれた気泡が形成されて導通面積が低減される蓋然性が低減される。また、例えば、内部導体14よりも上面13a側の基体13の体積を多少なりとも大きくして、上面13a側の蓄熱性を向上させることができる。また、例えば、基体13と端子17との熱膨張差によって端子17（別の観点では接合材27）と接続部16との間に応力が生じたときに、接続部16の弾性変形によって応力が緩和されることが期待

される。

[0096] また、本変形例では、空間 6 2 1 の壁面は、接続部 1 6 の位置から第 1 面（基体 1 3 の下面 1 3 b）まで連続している。別の観点では、第 1 空間 2 3 と第 2 空間 6 2 5 とは平面視において一致している。

[0097] この場合、例えば、第 2 空間 6 2 5 が比較的大きく形成されているから、端子 1 7 の第 1 空間 2 3 への配置及び端子 1 7 と接続部 1 6 との接合等が容易である。

[0098] （第 6 変形例）

図 1 0（a）は、第 6 変形例に係るヒータプレート 7 0 9 を示す、図 3 に相当する断面図である。また、図 1 0（b）は、図 1 0（a）の領域 X b の拡大図である。

[0099] 内部導体 1 4（より詳細には例えば接続部 1 6）は、第 5 変形例と同様に、基体 1 3 の下面 1 3 b 側に撓んでいる。また、本変形例では、第 5 変形例と異なり、内部導体 1 4 と基体 1 3 との間に空隙 4 1 が構成されている。空隙 4 1 は、真空とされていてもよいし、気体が存在していてもよい。また、空隙 4 1 は、空間 2 1 と通じていてもよいし、通じていなくてもよい。

[0100] 空隙 4 1 の形状は適宜に設定されてよい。図示の例では、空隙 4 1 は、第 1 絶縁層 1 9 A の平面状の下面と、内部導体 1 4 の下方に湾曲する上面とによって構成されている。ひいては、空隙 4 1 は、断面視において、概略、平面と弧とによって構成される形状を有している。ただし、図示の例とは異なり、例えば、第 1 絶縁層 1 9 A の下面及び内部導体 1 4 の上面の双方が下方に湾曲し、かつ後者の方が大きく下方に撓むことによって空隙 4 1 が形成されていてもよい。また、空隙 4 1 の下面（内部導体 1 4 の上面）は平坦な部分を含んでいてもよい。空隙 4 1 の平面視における形状も任意である。

[0101] 空隙 4 1 の大きさ等も適宜に設定されてよい。例えば、第 5 変形例における内部導体 1 4 の撓みの大きさの説明は、本変形例における内部導体 1 4 に援用されてよい。また、例えば、空隙 4 1 の厚さ（上下方向）は、接続部 1 6 の断面を撮像した画像において目視可能な大きさである。また、例えば、

空隙 4 1 の厚さは、最大で、接続部 1 6 の厚さの 0. 1 倍以上、0. 5 倍以上、1 倍以上、2 倍以上又は 5 倍以上とされてよい。平面視において、空隙 4 1 は、端子 1 7 の上端面 1 7 a よりも広くてもよいし（図示の例）、同等でもよいし、狭くてもよい。

[0102] 空隙 4 1 は、適宜な方法によって形成されてよい。例えば、第 1 実施形態と同様の製造方法において、導体配置工程、積層工程及び／又は焼成工程の各種の条件を適宜に設定すると、内部導体 1 4 が第 1 絶縁層 1 9 A の下面から剥離しつつ空間 2 1 内へ撓む。これにより、空隙 4 1 が形成される。また、焼成前の第 1 絶縁層 1 9 A の下面のうち第 1 空間 2 3 と重なる予定の領域に樹脂を配置し、その上に内部導体 1 4 となる材料を配置してもよい。この場合、焼成工程において樹脂が消失することによって空隙 4 1 が形成される。

[0103] また、本変形例では、端子 1 7 の上端面 1 7 a は、その一部のみが接続部 1 6 に接合されている。すなわち、上端面 1 7 a は、接続部 1 6 に接合されている接合領域 1 7 a a と、接続部 1 6 に接合されていない非接合領域 1 7 a b とを有している。非接合領域 1 7 a b は、例えば、接続部 1 6 と隙間 4 3（および接合材 2 7）を介して対向している。

[0104] 接合領域 1 7 a a 及び非接合領域 1 7 a b の上端面 1 7 a における位置は適宜に設定されてよい。ただし、例えば、非接合領域 1 7 a b（別の観点では隙間 4 3）は、接合領域 1 7 a a から上端面 1 7 a の外縁に至るように設定されている。この場合、隙間 4 3 は、空間 2 1 に通じている。

[0105] 図示の例では、概ね、上端面 1 7 a の中央が接続部 1 6 の下面 1 3 b 側への凸形状の頂部に対向して接続部 1 6 に接合されている。ひいては、接合領域 1 7 a a は、上端面 1 7 a の中央側の領域となっており、非接合領域 1 7 a b は、接合領域 1 7 a a を囲む領域、及び／又は所定の断面において接合領域 1 7 a a の両側に位置する領域となっている。ただし、図示の例とは異なり、例えば、上端面 1 7 a の中央側から偏心した領域が接続部 1 6 の凸形状の頂部に対向してもよい。ひいては、所定の断面において、横方向の一方

側に接合領域 17 a a が位置し、他方側に非接合領域 17 a b が位置してもよい。

[0106] また、接合領域 17 a a 及び非接合領域 17 a b（別の観点では隙間 43）の広さも適宜に設定されてよい。例えば、前者は後者よりも広くてもよいし、同等でもよいし、狭くてもよい。隙間 43 の厚さ（上下方向）も適宜に設定されてよい。隙間 43 の厚さ（上下方向）は、接続部 16 の断面を撮像した画像において目視可能な大きさである。また、例えば、隙間 43 の厚さは、最大で、接続部 16 の厚さの 0.1 倍以上、0.5 倍以上又は 1 倍以上とされてよい。

[0107] 以上のとおり、本変形例では、導体層（内部導体 14）の空間 21 に重なる部分（接続部 16）が第 1 面（下面 13 b）側に撓んでいることに加え、基体 13 と接続部 16 との間に空隙 41 が位置している。

[0108] この場合、例えば、端子 17 と基体 13 との熱膨張差を接続部 16 の弾性変形によって吸収することができる。その結果、例えば、端子 17（別の観点では接合材 27）と接続部 16 との間に生じる熱応力を低減し、両者の間で剥離が生じる蓋然性を低減できる。また、例えば、端子 17 と基体 13 との間に生じる熱応力を低減し、基体 13 にクラックが生じる蓋然性を低減できる。

[0109] また、本変形例では、端子 17 の上端面 17 a は、接続部 16 に接合されている接合領域 17 a a と、接合領域 17 a a から上端面 17 a の外縁に至り、接続部 16 と隙間 43 を介して対向している非接合領域 17 a b と、を有している。

[0110] この場合、例えば、接続部 16 と非接合領域 17 a b とが近接及び離反するような接続部 16 の変形によって、端子 17 と基体 13 との熱膨張差が吸収されることが期待される。その結果、例えば、端子 17（別の観点では接合材 27）と接続部 16 との間に剥離が生じる蓋然性を低減できる。

[0111] なお、以上の実施形態又は変形例において、ヒータ 1、ヒータプレート 9、209、309、409、509、609 及び 709 それぞれはセラミッ

ク構造体の一例である。基体 1 3 の下面 1 3 b は第 1 面の一例である。抵抗発熱体 1 5 は導体層の一例である。第 1 空間 2 3 及び 5 2 3 それぞれの壁面は第 1 領域の一例である。第 2 空間 2 5、2 2 5、5 2 5 及び 6 2 5 それぞれの壁面は第 2 領域の一例である。空間 2 1、2 2 1 及び 6 2 1 は空間本体の一例である。第 1 絶縁層 1 9 A は第 1 部分の一例である。第 2 絶縁層 1 9 B は第 2 部分の一例である。第 3 絶縁層 1 9 C は第 3 部分の一例である。焼成前の第 1 絶縁層 1 9 A は第 1 セラミックグリーンシートの一例である。焼成前の第 2 絶縁層 1 9 B は第 2 セラミックグリーンシートの一例である。焼成前の第 3 絶縁層 1 9 C は第 3 セラミックグリーンシートの一例である。第 1 空間 2 3 及び 5 2 3 それぞれは第 1 開口の一例である。第 2 空間 2 5、2 2 5、5 2 5 及び 6 2 5 それぞれは第 2 開口の一例である。

[0112] 本開示に係るヒータは、以上の実施形態及び変形例に限定されず、種々の態様で実施されてよい。

[0113] 上述した実施形態及び各種の変形例は適宜に組み合わせられてよい。例えば、図 7 (b) の接続用導体 3 5 は、各種の変形例に組み合わせられてよい。また、例えば、図 8 (a) の層状空間 3 7 は、図 9 (a) のように第 1 空間 2 3 及び第 2 空間 6 2 5 が平面透視において一致する構成に組み合わせられてよい。

[0114] 実施形態では、セラミック構造体として、加熱機能を有するヒータプレート为例に取った。ただし、セラミック構造体は、他の機能を有するものであってもよい。例えば、セラミック構造体は、静電チャック、又はプラズマ発生用電極部材であってもよいし、これら及びヒータの 2 つ以上の組み合わせとして機能するものであってもよい。さらに、セラミック構造体は、このようなウェハの加工用のもの（サセプタ等）に限定されず、あらゆる技術分野に適用可能である。

[0115] 別の観点では、内部導体は、実施形態では加熱用の抵抗発熱体であったが、他の用途の導体であってよく、例えば、静電チャック用の電極、又はプラズマ発生用の電極であってもよい。セラミック構造体は、これらの電極及び

抵抗発熱体の1つ、又は2以上の組み合わせを有していてもよい。内部導体は、例えば、全体として、基体（13）の上面に沿って広がっている（上方に面している）といえる形状を有している導体とされてよい。また、例えば、平面視において内部導体全体を囲む最小の凸曲線を仮定したときに、当該凸曲線により囲まれた領域は、基体の上面の6割以上又は8割以上を占めてよい。

[0116] また、内部導体の一部又は全部は、抵抗発熱体又は電極のように、セラミック構造体の機能を直接的に担う導体でなくてもよい。例えば、抵抗発熱体及び／又は電極と、基体の下面との間に、抵抗発熱体及び／又は電極と端子とを接続するための配線層を設けてよい。そして、この配線層の一部又は当該一部に重ねられる接続用導体によって、空間と接する接続部が構成されてよい。すなわち、内部導体は、配線層を含んでよい。

[0117] 実施形態の説明で述べたように、実施形態に係る製造方法は、第2開口（第2空間）を形成するときに基体のうちの第1空間よりも第1面とは反対側（実施形態では上面13a側）に付与される衝撃を緩和できるという効果が奏する。静電チャックは、基体内の電極（内部導体）から基体の上面までの厚みが比較的小さい（例えば0.3μm以下）。従って、セラミック構造体としての静電チャックに本開示に係る技術を適用した場合においては、上記効果が有効に奏される。プラズマの発生等に利用される、セラミック構造体としての電極内蔵フォーカスリングに本開示に係る技術を適用した場合においても同様である。また、ヒータを含み、流体又は化学組成物を加熱する、セラミック構造体としての熱交換器は、細いフィンを有していることがある。このようなセラミック構造体に本開示に係る技術を適用した場合においても上記効果が有効に奏される。

符号の説明

[0118] 1…ヒータ（セラミック構造体）、13…基体、13b…下面（第1面）、14…内部導体、15…抵抗発熱体（導体層）、16…接続部、21…空間、23…第1空間、25…第2空間。

請求の範囲

[請求項1]

セラミックからなり、第1面を有している基体と、
前記基体内に位置しており、接続部を有している内部導体と、
を有しており、
前記基体は、前記接続部から前記第1面に亘っている空間を有しており、
前記空間は、
前記接続部に接している第1空間と、
前記第1空間と前記第1面の外側とを連通しており、前記第1面の平面透視において前記第1空間よりも小さい第2空間と、を有している
セラミック構造体。

[請求項2]

セラミックからなり、第1面を有している基体と、
前記基体内に位置しており、接続部を有している内部導体と、
を有しており、
前記基体は、前記接続部から前記第1面に亘っている空間を有しており、
前記内部導体は、前記第1面に沿って前記空間及びその外側に跨っている導体層を有しており、
前記導体層は、前記空間に重なる部分が前記第1面側に撓んでいる
セラミック構造体。

[請求項3]

セラミックからなり、第1面を有している基体と、
前記基体内に位置しており、接続部を有している内部導体と、
を有しており、
前記基体は、前記接続部から前記第1面に亘っている空間を有しており、
前記空間の壁面は、
第1領域と、

前記第 1 領域に対して前記第 1 面側に位置しており、前記第 1 領域とは表面の様相が異なる第 2 領域とを有している

セラミック構造体。

[請求項4] 前記空間の壁面は、前記第 1 空間と前記第 2 空間との境界に段差を有している

請求項 1 に記載のセラミック構造体。

[請求項5] 前記空間は、1 つのみ前記第 2 空間を有している

請求項 1 又は 4 に記載のセラミック構造体。

[請求項6] 前記空間は、複数の前記第 2 空間を有している

請求項 1 又は 4 に記載のセラミック構造体。

[請求項7] 前記基体と前記接続部との間に空隙が位置している

請求項 2 に記載のセラミック構造体。

[請求項8] 上端面が前記接続部に接合されている端子を更に有しており、前記上端面は、

前記接続部に接合されている接合領域と、

前記接合領域から前記上端面の外縁に至り、前記接続部と隙間を介して対向している非接合領域と、を有している

請求項 2 又は 7 に記載のセラミック構造体。

[請求項9] 前記空間の壁面は、前記接続部の位置から前記第 1 面まで連続している

請求項 2、3、7 又は 8 に記載のセラミック構造体。

[請求項10] 前記第 1 領域及び前記第 2 領域のうち前記第 2 領域のみが切削痕を有している

請求項 3 に記載のセラミック構造体。

[請求項11] 前記空間の容積の少なくとも 8 割以上は真空とされ、又は前記空間の容積の少なくとも 8 割以上には気体が存在している

請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載のセラミック構造体。

[請求項12] 前記空間は、

前記接続部から前記第1面に亘っている空間本体と、

前記空間本体の、前記第1面に直交する方向の厚みのうち、前記接続部に接している一部の厚みから前記第1面に沿って広がり、 $100\mu\text{m}$ 以下の層状空間と、を有している

請求項11に記載のセラミック構造体。

[請求項13] 前記空間は、前記第1面の平面透視において前記内部導体の配置領域の8割以上に亘っている

請求項11又は12に記載のセラミック構造体。

[請求項14] 前記内部導体は、

前記第1面に沿っている導体層と、

前記導体層のうち一部のみに対して前記第1面側に重なっており、前記接続部を構成している接続用導体と、を有している

請求項1～13のいずれか1項に記載のセラミック構造体。

[請求項15] 請求項1～14のセラミック構造体の製造方法であって、

前記基体のうち前記内部導体に対して前記第1面とは反対側に接する第1部分を構成する1以上の第1セラミックグリーンシートと、前記基体のうち前記内部導体に対して前記第1面側に接する第2部分を構成する1以上の第2セラミックグリーンシートと、前記基体のうち前記第2部分の前記第1面側に接するとともに前記第1面を有している第3部分を構成する1以上の第3セラミックグリーンシートと、を準備する準備工程と、

前記内部導体となる材料を前記第1セラミックグリーンシートの前記第1面側に配置する導体配置工程と、

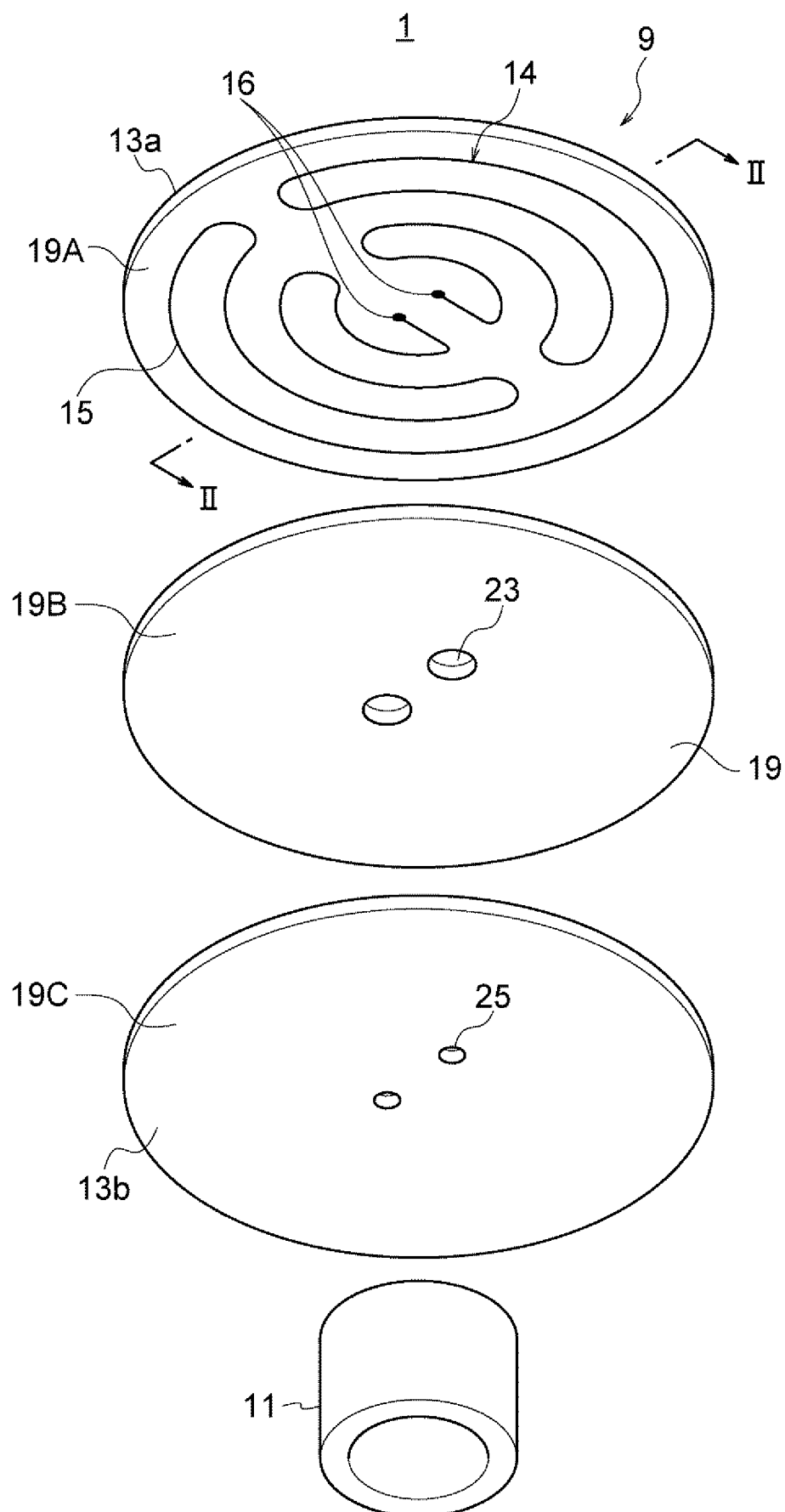
前記空間のうち前記内部導体側の一部となる第1開口を前記第2セラミックグリーンシートに形成する第1開口形成工程と、

前記導体配置工程及び前記第1開口形成工程の後に、前記第1～第3セラミックグリーンシートを積層して積層体を得る積層工程と、

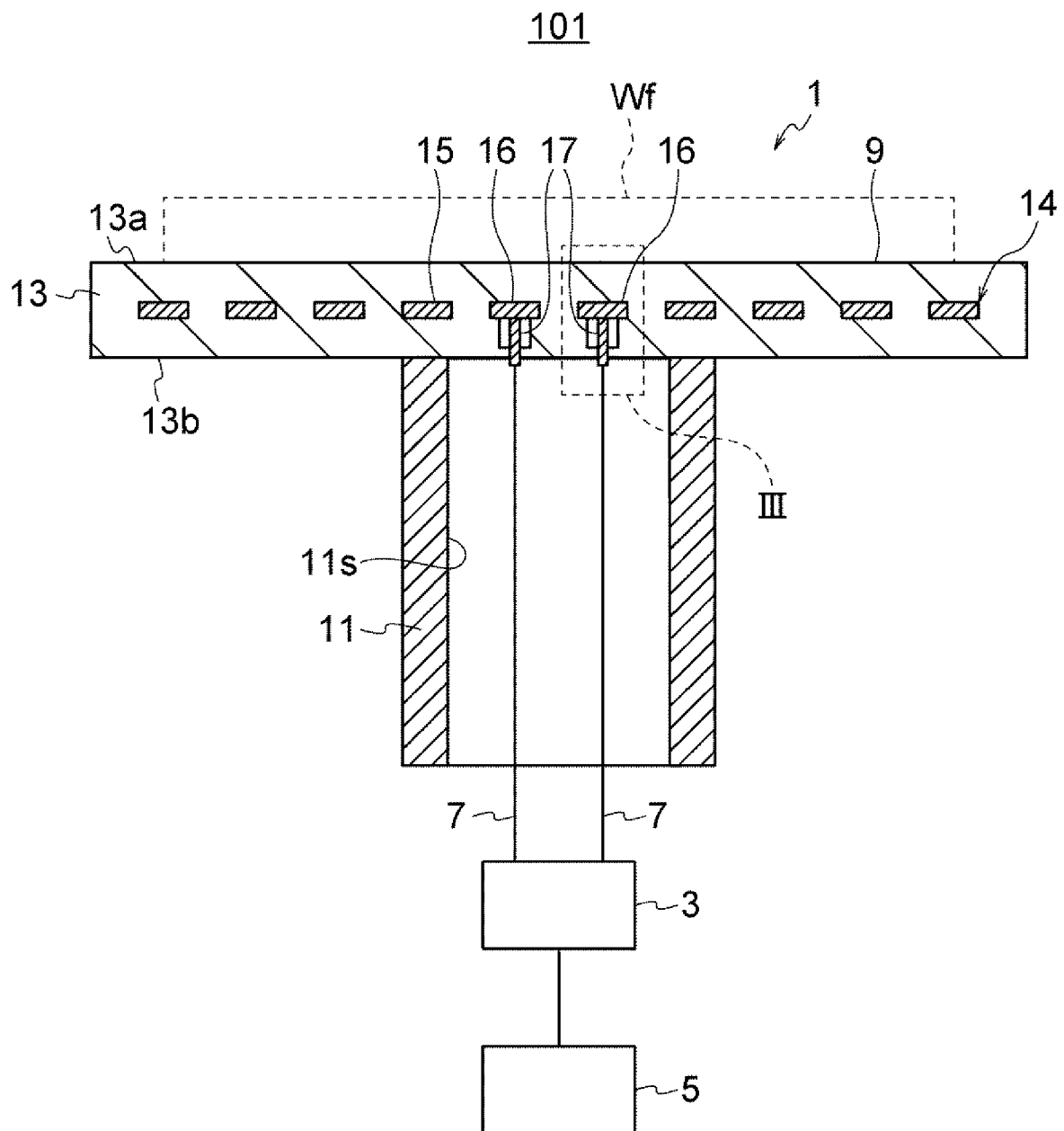
前記積層体を焼成する焼成工程と、

焼成後の前記積層体における前記第3部分のうち前記第1開口に重なっている領域に前記空間の前記第1面側の一部となる第2開口を形成する第2開口形成工程と、
を有しているセラミック構造体の製造方法。

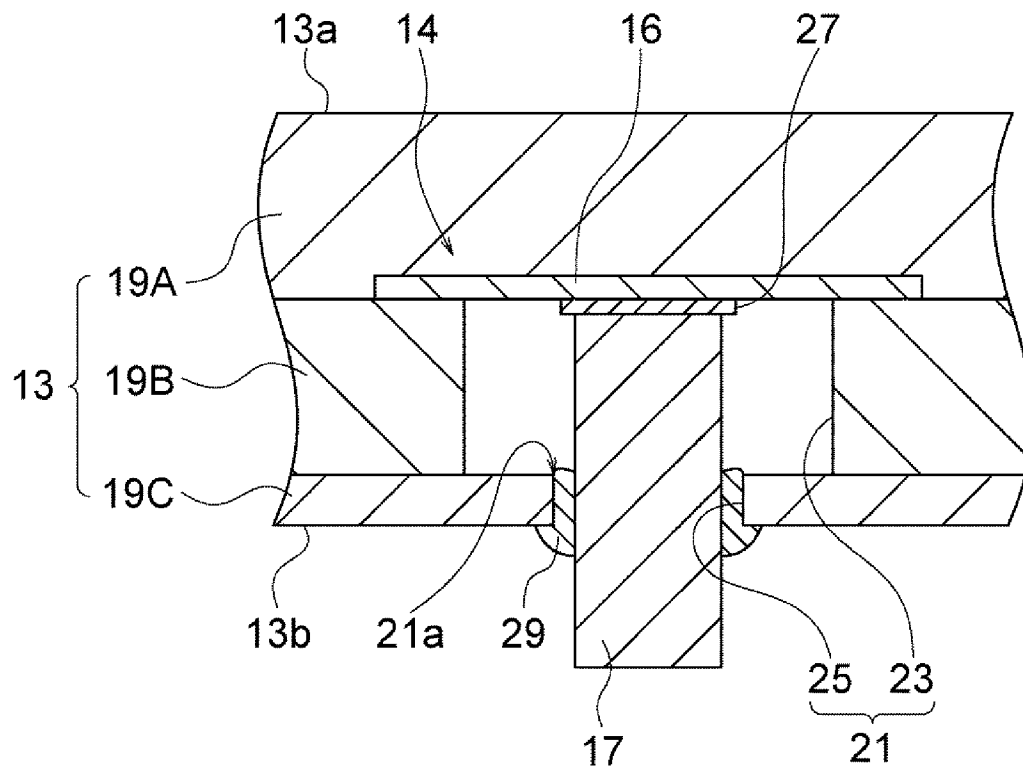
[図1]



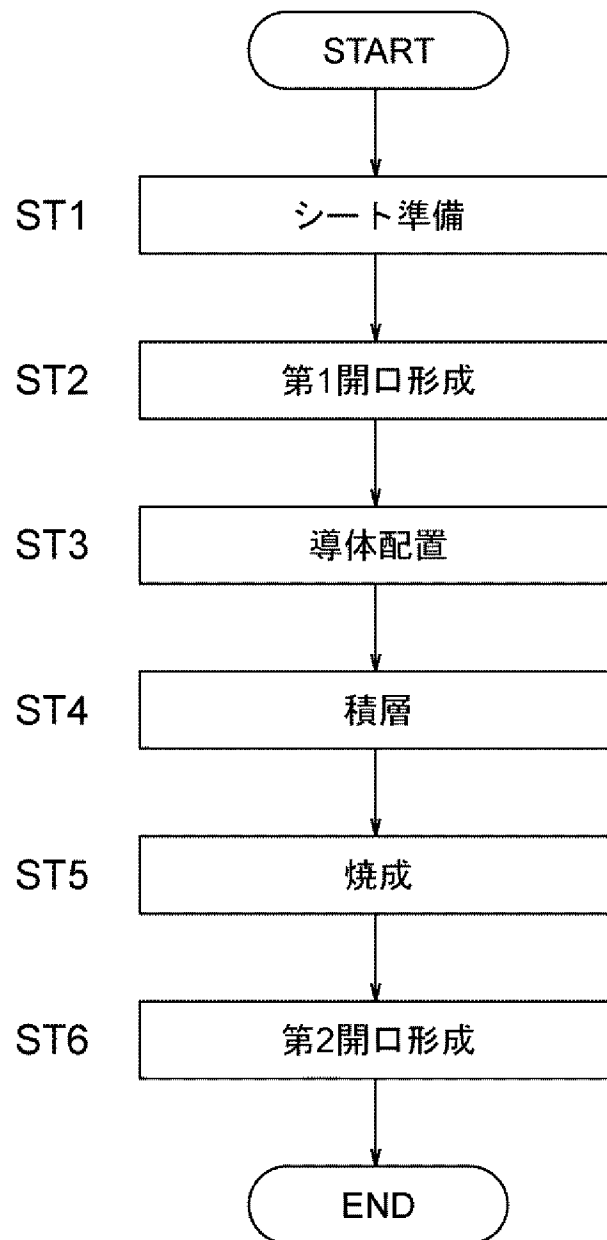
[図2]



[図3]

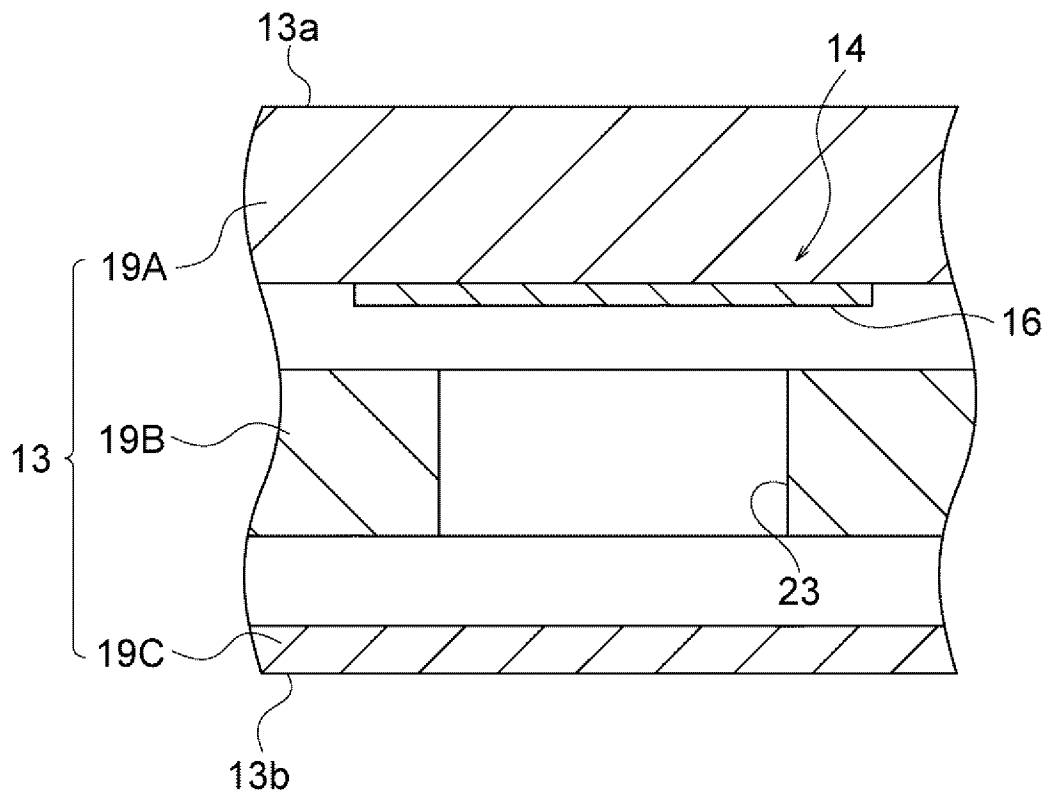


[図4]

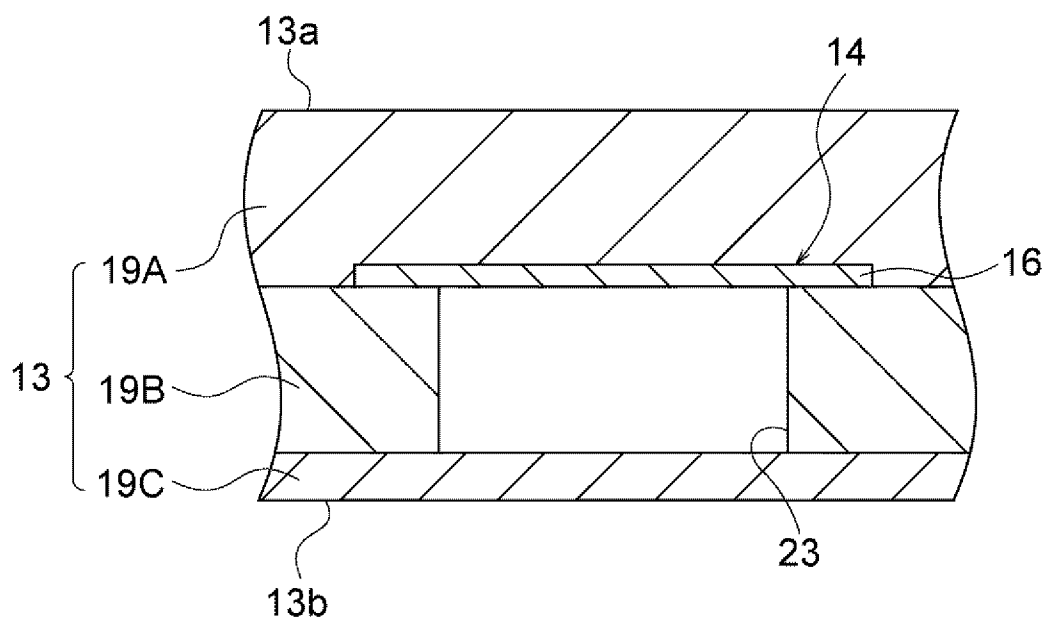


[図5]

(a)

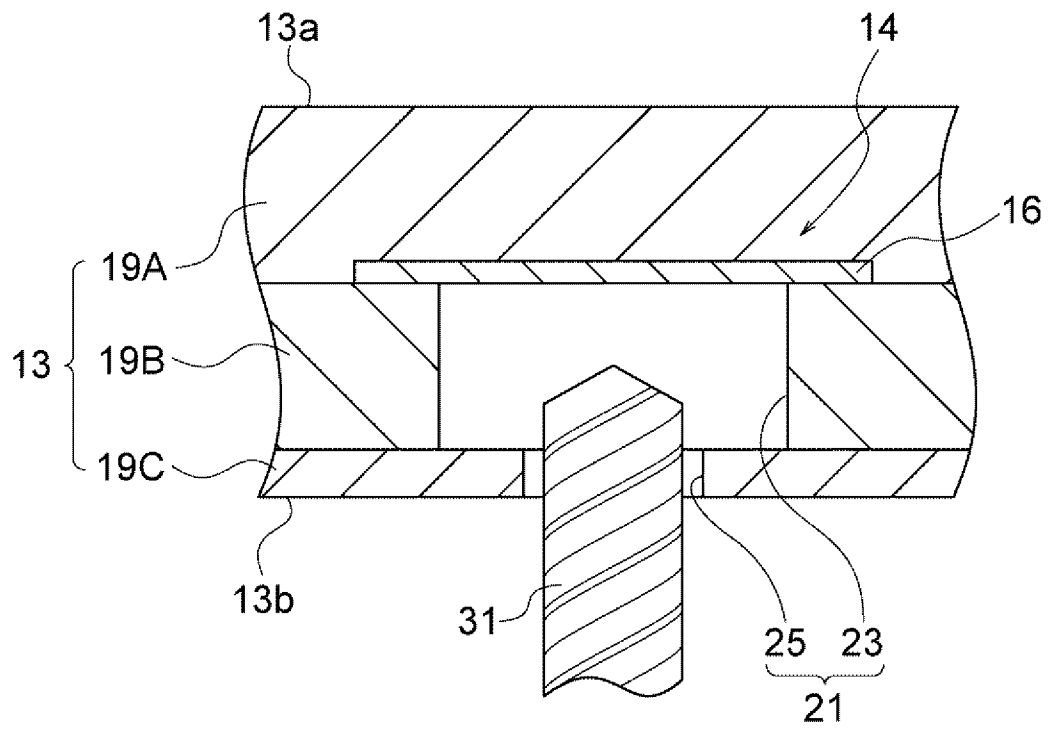


(b)

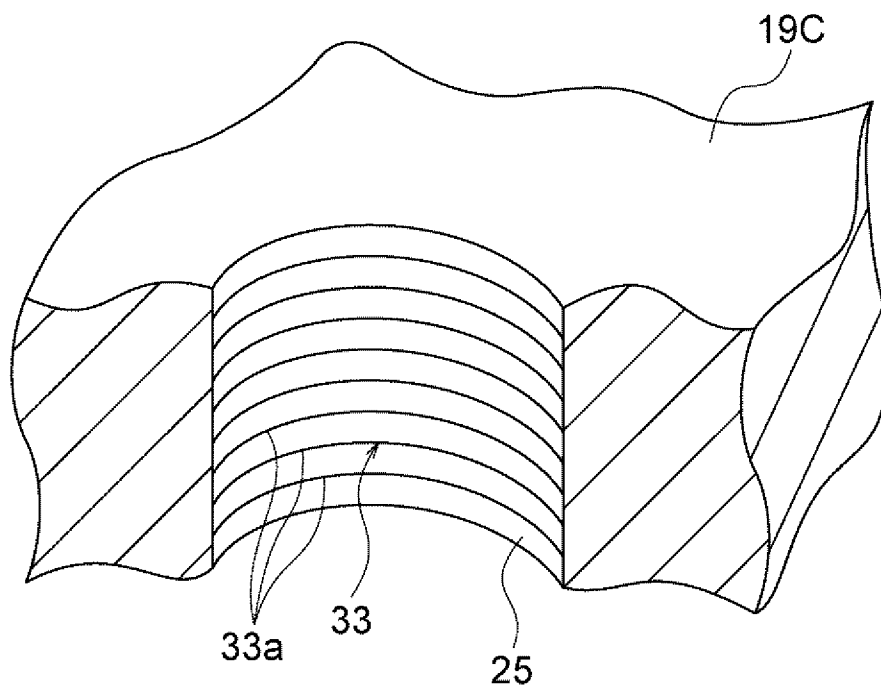


[図6]

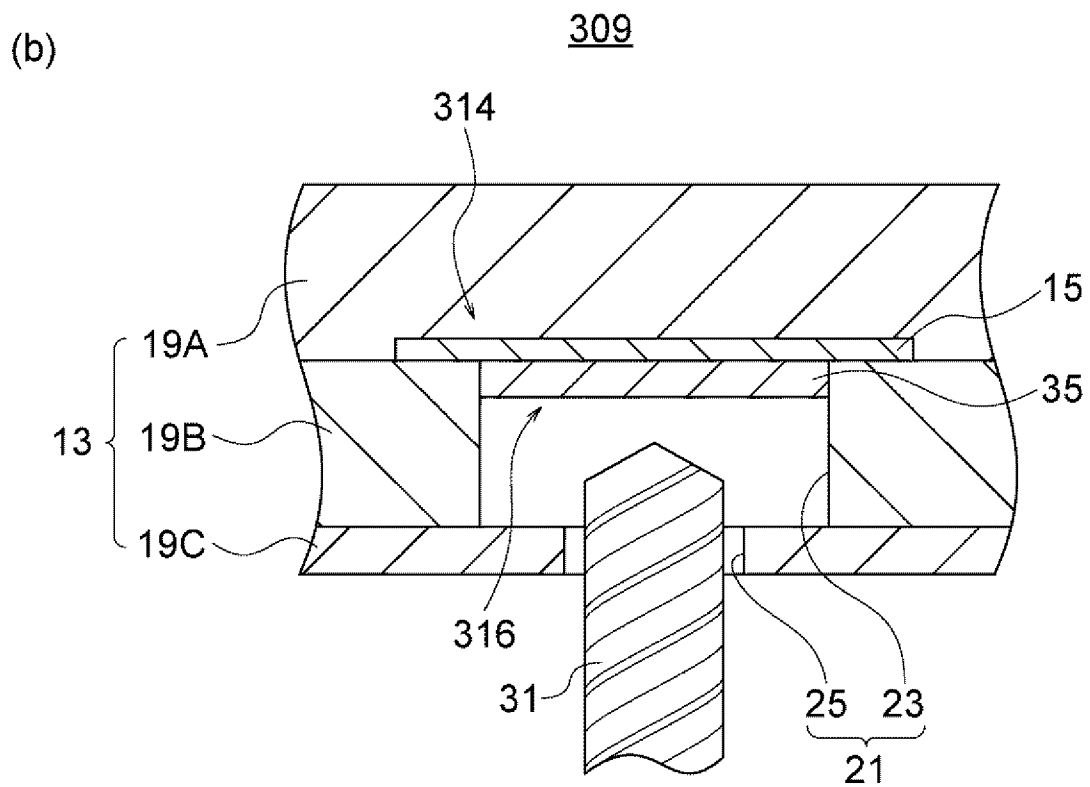
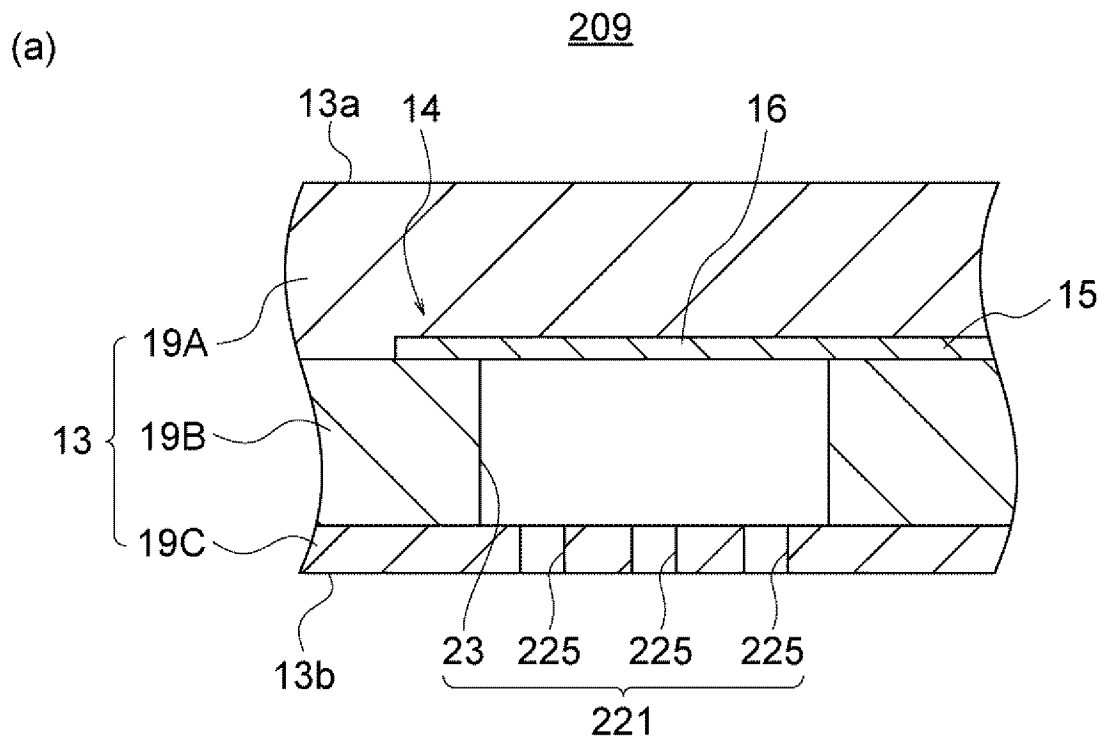
(a)



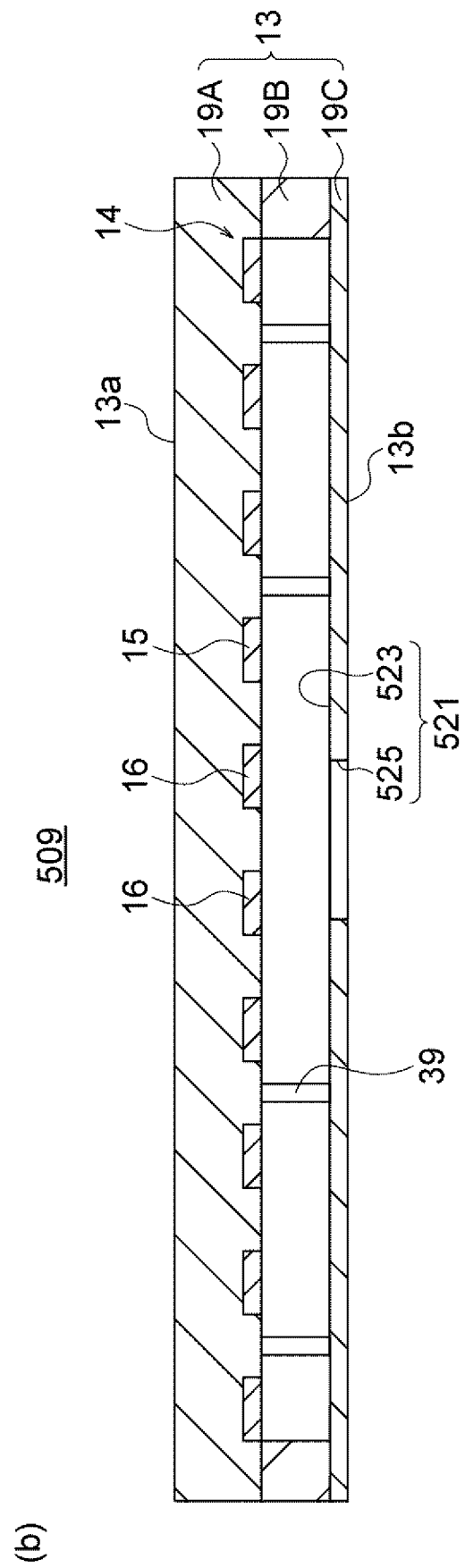
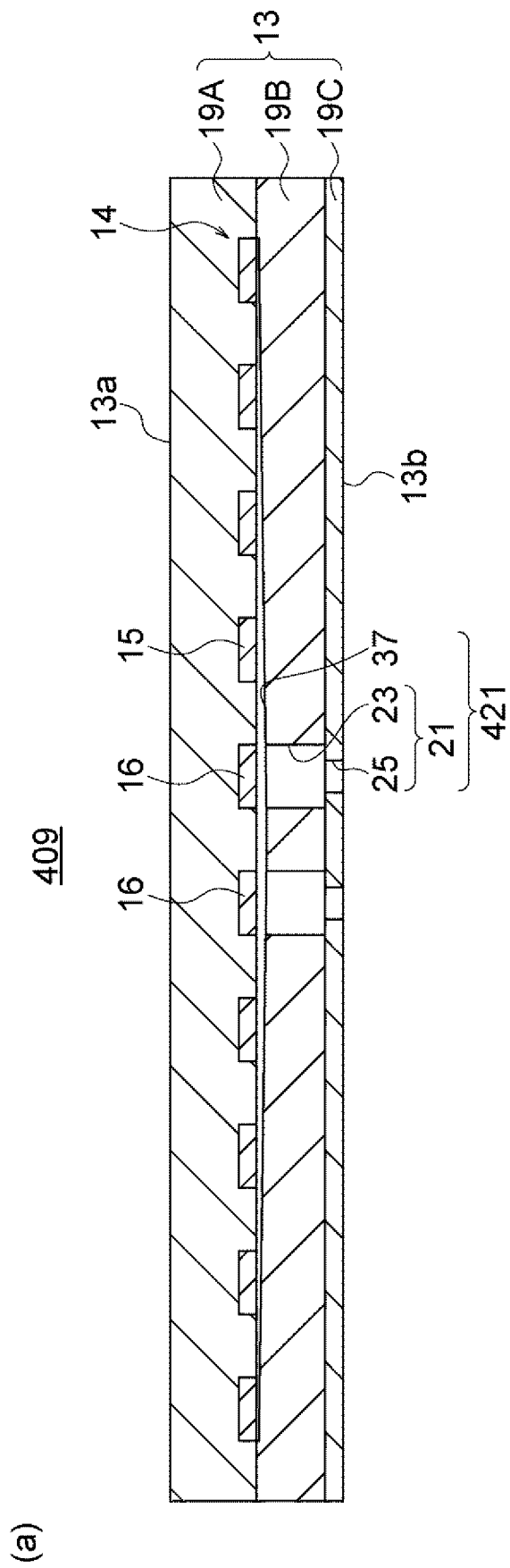
(b)



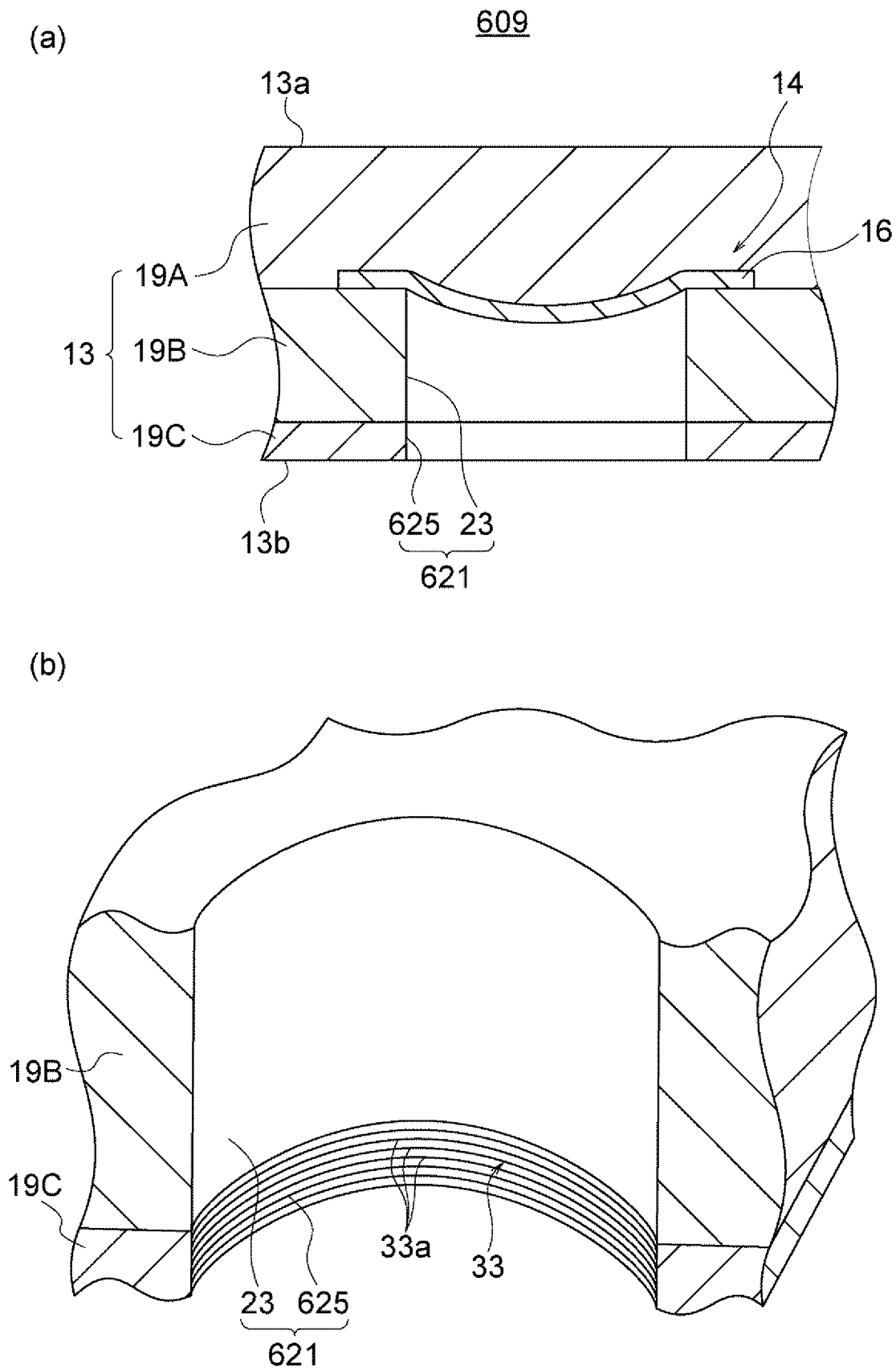
[図7]



[図8]

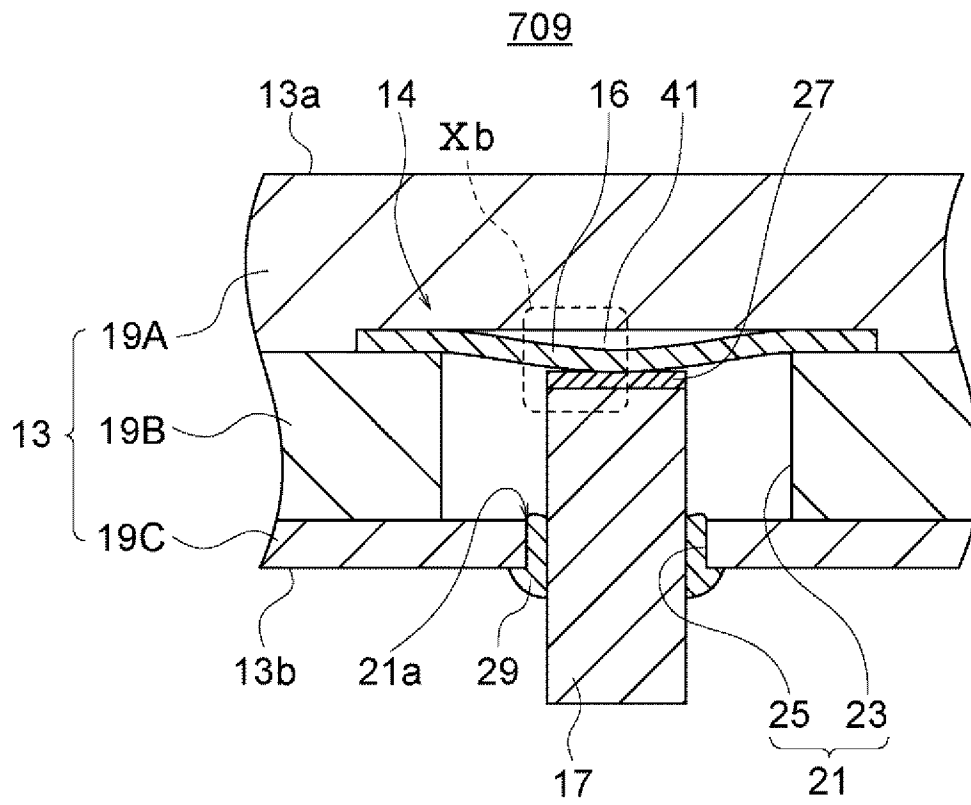


[図9]

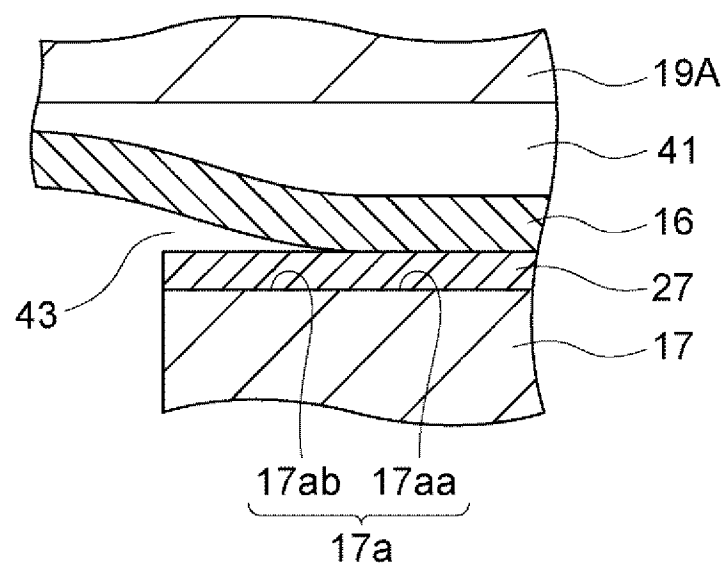


[図10]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/045380

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/683 (2006.01) i, B28B11/00 (2006.01) i, H05B3/02 (2006.01) i, H05B3/74 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01L21/683, B28B11/00, H05B3/02, H05B3/74

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2018-016536 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 01 February 2018, claim 1, paragraphs [0016]-[0042], fig. 1, 2	1, 3-5, 9, 11, 14
A	& US 2018/0033668 A1, claim 1, paragraphs [0019]-[0045], fig. 1, 2 & TW 201824445 A	2, 6-8, 10, 12-13, 15
A	JP 2013-084938 A (TOTO LTD.) 09 May 2013, entire text, all drawings & US 2014/0355170 A1, entire text, all drawings & WO 2013/047648 A1 & TW 201347069 A & KR 10-2014-0024481 A & CN 103907181 A	1-15



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
19.12.2019

Date of mailing of the international search report
07.01.2020

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

International application No.

PCT/JP2019/045380

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-179127 A (TAIHEIYO CEMENT CORPORATION) 27 June 2003, entire text, all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2008-305968 A (SEI HYBRID KK) 18 December 2008, entire text, all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2017-153254 A (KYOCERA CORPORATION) 31 August 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/683(2006.01)i, B28B11/00(2006.01)i, H05B3/02(2006.01)i, H05B3/74(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/683, B28B11/00, H05B3/02, H05B3/74

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2018-016536 A（日本特殊陶業株式会社）2018.02.01, 請求項1, 段落[0016]-[0042], 図1-2 & US 2018/0033668 A1, 請求項1, 段落[0019]-[0045], 図1-2 & TW 201824445 A	1, 3-5, 9, 11, 14
A		2, 6-8, 10, 12-13, 15
A	JP 2013-084938 A（TOTO株式会社）2013.05.09, 全文, 全図 & US 2014/0355170 A1, 全文, 全図 & WO 2013/047648 A1 & TW 201347069 A & KR 10-2014-0024481 A & CN 103907181 A	1-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.12.2019

国際調査報告の発送日

07.01.2020

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

宮久保 博幸

50

3136

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-179127 A (太平洋セメント株式会社) 2003. 06. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2008-305968 A (S E I ハイブリッド株式会社) 2008. 12. 18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2017-153254 A (京セラ株式会社) 2017. 08. 31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15