(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
2015 年 9 月 11 日(11.09.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/133576 A1

(51) 国際特許分類:
C04B 37/02 (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/056525

(22) 国際出願日: 2015 年 3 月 5 日(05.03.2015)

(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 2014-044944 2014 年 3 月 7 日(07.03.2014) 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: 南　智之 (MINAMI, Tomoyuki); 〒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). ▲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). 川尻　哲也 (KAWAJIRI, Tetsuya); 〒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).

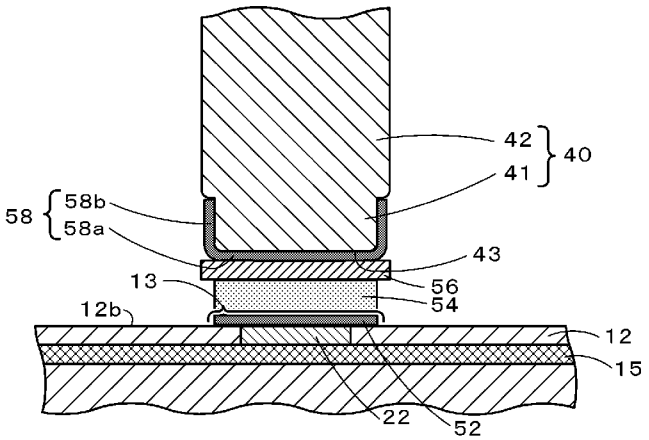
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: JOINED BODY MANUFACTURING METHOD AND JOINED BODY

(54) 発明の名称 : 接合体の製造方法及び接合体



(57) **Abstract**: Provided is a joined body manufacturing method in which, in a step (a), a brazing material (56) comprising a metal that has a larger thermal expansion coefficient than a ceramic substrate (12), a porous body (54) having a smaller thermal expansion coefficient than the brazing material (56), and a power supply terminal (40) are arranged on a joining surface (13) so that the joining surface (43) of the power supply terminal (40) faces the joining surface (13) of the ceramic substrate (12). In a step (b), the brazing material (56) is melted, the brazing material permeates the interior of the air holes of the porous body (54) and a joining layer that includes the brazing material (56) and the porous body (54) is formed, and the joining surface (13) of the ceramic substrate (12) and the joining surface (43) of the power supply terminal (40) are joined via the joining layer.

(57) 要約:　工程（ａ）では、セラミックス基体１２熱膨張係数の大きい金属からなるロウ材５６と、ロウ材５６よりも熱膨張係数の小さい多孔質体５４と、給電端子４０とを、給電端子４０の接合面４３がセラミックス基体１２の接合面１３と対向するように接合面上１３に配置する。工程（ｂ）では、ロウ材５６を溶融させ、ロウ材５６を多孔質体５４の気孔内に浸透させてロウ材５６と多孔質体５４とを含む接合層を形成して、接合層を介してセラミックス基体１２の接合面１３と給電端子４０の接合面４３とを接合する。

WO 2015/133576 A1

明　細　書

発明の名称 ： 接合体の製造方法及び接合体

技術分野

[0001] 本発明は、接合体の製造方法及び接合体に関する。

背景技術

[0002] 従来、セラミックスからなる部材と金属からなる部材とを接合層を介して接合した接合体の製造方法が知られている。例えば、特許文献１では、凹部を有するセラミックス部材と凸部を有する金属部材との接合方法が記載されている。特許文献１の接合方法では、まず、セラミックス部材の凹部に微粒子状の物質を敷き詰め、その上にロウ材を配置し、さらにその上に金属部材の凸部を挿入する。そして、ロウ材を溶融して微粒子状の物質に含浸させ、ロウ材と微粒子状の物質とからなる接合層を形成して、セラミックス部材と金属部材とをこの接合層により接合する。このような接合方法は、例えば、静電チャック等の半導体用サセプタにおいて、電極が埋設されたセラミックス製の基材と、電極に通電するための金属製の給電端子とを接合する際に用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第３７９２４４０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、特許文献１に記載の接合方法は、セラミックス部材の凹部を利用して接合を行うものであり、例えばセラミックス部材のうち凹部のない平坦な部分に金属部材を接合する場合には適さない。具体的には、仮に特許文献１に記載の接合方法を用いると、平板状のセラミックス部材上に微粒子状の物質を配置しても微粒子状の物質がセラミックス部材の表面で広がってしまうため、適切な接合を行うことができない。

[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、セラミックスからなる第１部材が接合面からの立ち上がり部を有するか否かにかかわらず、第１部材と金属からなる第２部材とを接合した接合体を製造可能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] 本発明の接合体の製造方法は、

セラミックスからなる第１部材の接合面と金属からなる第２部材の接合面とを接合層を介して接合した接合体の製造方法であって、

（ａ）前記第１部材よりも熱膨張係数の大きい金属からなるロウ材と、該ロウ材よりも熱膨張係数の小さい多孔質体と、前記第２部材とを、該第１部材の接合面上に配置する工程と、

（ｂ）前記ロウ材を溶融させ、該ロウ材を前記多孔質体の気孔内に浸透させて該ロウ材と該多孔質体とを含む接合層を形成して、該接合層を介して前記第１部材の接合面と前記第２部材の接合面とを接合する工程と、

を含むものである。

[0007] この本発明の接合体の製造方法では、セラミックスからなる第１部材と金属からなる第２部材とを接合するにあたり、ロウ材と多孔質体と第２部材とを第１部材の接合面上に配置する。そして、ロウ材を溶融させて多孔質体の気孔内に浸透させ、ロウ材と多孔質体とを含む接合層を形成して第１部材と第２部材とを接合する。このように、ロウ材と多孔質体とを用いて接合層を形成するため、第１部材が接合面からの立ち上がり部を有さない（第１部材が接合面を底面とする凹部を有さない）場合でも第１部材と第２部材とを接合することができる。すなわち、例えば多孔質体の代わりに粉末を用いると、第１部材のうち凹部がない平坦な部分が接合面である場合には、上述したように粉末が広がってしまうが、多孔質体を用いることでそのようなことが生じない。これにより、第１部材が接合面からの立ち上がり部を有するか否かにかかわらず第１部材と第２部材とを接合した接合体を製造することができる。また、第１部材よりも熱膨張係数の大きいロウ材とロウ材よりも熱膨

張係数の小さい材料からなる多孔質体とを用いて接合層を形成するため、例えばロウ材のみで接合層を形成する場合と比べて接合体が温度変化した際の第１部材でのクラックの発生をより抑制できる。なお、前記工程（ａ）では、前記第２部材の接合面が前記第１部材の接合面と対向するように第２部材を配置することが好ましい。また、前記工程（ａ）では、前記ロウ材が前記工程（ｂ）で前記多孔質体に浸透可能となるように、該ロウ材と該多孔質体とを配置することが好ましい。例えば、前記ロウ材と前記多孔質体とが接触するように該ロウ材と該多孔質体とを配置してもよい。

[0008] 本発明の接合体の製造方法において、前記多孔質体は、気孔率が３０％～５０％としてもよい。多孔質体の気孔率を下限値以上とすることで、ロウ材を多孔質体の内部により多く浸透させることができ、接合強度が向上する。また、多孔質体の気孔率を上限値以下とすることで、ロウ材と比べて熱膨張係数の小さい多孔質体がより多く存在することになるため、接合体が温度変化した際の第１部材でのクラックの発生をより抑制できる。

[0009] 本発明の接合体の製造方法において、前記多孔質体は、前記第１部材と同じセラミックス材料からなる多孔質焼結体としてもよい。こうすれば、第１部材と多孔質体との熱膨張係数がほぼ同じになるため、接合体が温度変化した際の第１部材でのクラックの発生をより抑制することができる。

[0010] 本発明の接合体の製造方法では、前記工程（ａ）において、前記多孔質体は、内部の気孔の表面が自身と比べて前記ロウ材に対する濡れ性の高い材料で被覆されていてもよい。こうすることで、多孔質体の気孔内にロウ材が浸透しやすくなるため、接合体の接合強度を向上させることができる。なお、この場合において、上述した前記多孔質体の「気孔率」は、この被覆が形成される前の気孔率とする。換言すると、多孔質体の「気孔率」は、被覆がないと仮定した場合の多孔質体の気孔率であり、より具体的には多孔質体内部のうち被覆の存在する部分を気孔（空間）とみなした場合の気孔率とする。なお、気孔の表面を被覆する場合、開気孔の表面の少なくとも一部を被覆すればよい。

[0011] 本発明の接合体の製造方法は、前記工程（ａ）において、前記第１部材の接合面と、前記第２部材の接合面と、の少なくとも一方が、自身と比べて前記ロウ材に対する濡れ性の高い材料で被覆されていてもよい。ロウ材に対する濡れ性の高い材料で被覆することで、被覆された接合面はロウ材で濡れやすくなるため、接合体の接合強度を向上させることができる。この場合において、前記第１部材の接合面と、前記第２部材の接合面と、のいずれもが被覆されていることが好ましい。

[0012] 本発明の接合体の製造方法において、前記第１部材は、前記接合面からの立ち上がり部を有しなくともよい。換言すると、第１部材が接合面を底面とする凹部を有しなくともよい。本発明の接合体の製造方法は、接合面からの立ち上がり部を有さない第１部材であっても第２部材と接合することができるため、本発明を適用する意義が高い。

[0013] 本発明の接合体は、

セラミックスからなる第１部材と、

金属からなる第２部材と、

気孔内に前記第１部材よりも熱膨張係数の大きい金属が充填され該金属よりも熱膨張係数の小さい材料からなり該金属がないと仮定した場合の気孔率が３０％～５０％である多孔質体を有し、前記第１部材と前記第２部材とを接合する接合層と、

を備えたものである。

[0014] この本発明の接合体は、多孔質体を有し第１部材と第２部材とを接合する接合層で、第１部材と第２部材とが接合されている。また、多孔質体は、気孔内に金属が充填され、該金属よりも熱膨張係数が小さい材料からなり、該金属がないと仮定した場合の気孔率が３０％～５０％である。この接合体は、接合層が多孔質体と金属とを有するものであり、例えば第１部材が接合面からの立ち上がり部を有するか否か（第１部材が接合面を底面とする凹部を有するか否か）にかかわらず第１部材と第２部材との接合力が十分な接合体となっている。また、第１部材よりも熱膨張係数の大きい金属と該金属より

も熱膨張係数の小さい材料からなる多孔質体とを含む接合層で接合されているため、例えば金属のみで形成された接合層と比べて接合体が温度変化した際の第１部材でのクラックの発生をより抑制できる。この本発明の接合体は、例えば上述した本発明の接合体の製造方法で製造することができる。この本発明の接合体において、上述した本発明の接合体の製造方法の種々の態様を採用してもよい。なお、「金属がないと仮定した場合の気孔率」とは、換言すると、多孔質体内部に充填された金属の存在する部分を気孔（空間）とみなした場合の気孔率である。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]静電チャック１０を中心軸に沿って切断したときの断面図である。

[図2]セラミックス基体１２と給電端子４０との接合部分の拡大断面図である。

[図3]静電チャック１０の製造工程の説明図である。

[図4]セラミックス基体１２と給電端子４０との接合工程の説明図である。

[図5]セラミックス基体１２と給電端子４０との接合工程の説明図である。

[図6]セラミックス基体１２と給電端子４０との接合工程の説明図である。

[図7]セラミックス基体１２と給電端子４０との接合工程の説明図である。

[図8]セラミックス基体１２と変形例の給電端子１４０との接合部分の拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 次に、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。図１は、本発明の接合体の一実施形態である静電チャック１０を中心軸に沿って切断したときの断面図である。図２は、図１のセラミックス基体１２と給電端子４０との接合部分の拡大断面図である。なお、図２は図１と上下を逆にして示している。

[0017] 本実施形態の静電チャック１０は、ウエハーＷを載置可能なウエハー載置面１２ａが形成されたセラミックス基体１２に、静電電極１４及びヒーター電極１５がウエハー載置面１２ａと平行となるように埋設されたものである

。

[0018] セラミックス基体１２は、例えばアルミナや窒化アルミニウムなどのセラミックス材料を主成分とする円盤状の部材である。セラミックス基体１２の厚さは、特にこれに限定するものではないが、例えば１ｍｍ～３０ｍｍである。特に座繰り穴が設けられないような薄い構造に対して本発明は有効である。

[0019] 静電電極１４は、セラミックス基体１２よりも小径の円盤状の薄層電極である。静電電極１４は、平板であってもよいし、細い金属線を網状に編みこんでシート状にしたメッシュであってもよい。この静電電極１４は、中心に導電性のタブレット１６が接続されている。このタブレット１６は、セラミックス基体１２の裏面１２ｂからタブレット１６に達するようにもうけされた座繰り孔１８の底面に露出している。また、セラミックス基体１２のうち静電電極１４とウエハー載置面１２ａとの間の部分は静電チャック６０の誘電体層として機能する。座繰り孔１８には、給電端子２０が挿入されており、この給電端子２０は座繰り孔１８の底面（図１における上側の面）に接合されてタブレット１６と導通している。給電端子２０は金属製の部材であり、材料としては例えばＭｏ，Ｔｉ，コバールなどが挙げられる。

[0020] ヒーター電極１５は、セラミックス基体１２の中心近傍の一端から、一筆書きの要領でセラミックス基体１２の全面にわたって張り巡らされたあと中心近傍の他端に至るように形成されている。このヒーター電極１５は、一端及び他端にそれぞれ導電性のタブレット２２が接続されている。特にこれに限定するものではないが、タブレット２２の直径は例えば３ｍｍ以下である。タブレット２２の材料としては、例えばＭｏ、ＮｂＣ、ＷＣ、Ｐｔ、Ｎｂが挙げられる。タブレット２２は、タブレット１６とは異なり、座繰り孔（凹部）の底面に露出しているのではなく、セラミックス基体１２の裏面１２ｂに直接露出している。セラミックス基体１２の裏面１２ｂには、給電端子４０が接合されて、給電端子４０とタブレット２２とが導通している。

[0021] 給電端子４０について詳細に説明する。給電端子４０は、略円柱状の部材

であり、小径部４１と、小径部４１よりも径が大きい大径部４２とを備えている。特にこれに限定するものではないが、大径部４２の外径は例えば３ｍｍ～１２ｍｍである。給電端子４０のうち小径部４１側の端面（図２における下面）は、接合面４３となっている。この接合面４３は、接合層５０を介してセラミックス基体１２の接合面１３と接合されている。給電端子４０は金属製の部材であり、材料としては例えばＭｏ，Ｔｉ，コバールなどが挙げられる。接合層５０については後述する。接合面１３は、セラミックス基体１２の裏面１２ｂの一部であり、接合層５０の下面と接する略円形の領域である。なお、タブレット２２は、裏面１２ｂのうち接合面１３内に露出しており、接合層５０を介してタブレット２２と給電端子４０とが接合されることでタブレット２２と給電端子４０とが導通している。

[0022] 本実施形態の静電チャック１０の製造方法について図３を用いて以下に説明する。まず、セラミックス焼結体１１１ａ上に薄膜１１４を形成し、薄膜１１４の中心にタブレット１６を接着し、さらにその上にセラミックス成形体（セラミックス粉体を成形したもの）１１１ｂを形成して、第１中間体１２７とする（図３（ａ）参照）。ここで、薄膜１１４は、静電電極１４の原料を含む電極ペーストである。

[0023] 一方、第１中間体１２７とは別に、セラミックス焼結体１１１ｃを形成し、そのセラミックス焼結体１１１ｃのうちヒーター電極１５の一端と他端に相当する箇所に有底の孔を設ける。そして、有底の孔の各々にタブレット２２を糊を付けてはめ込み、その上からパターン１１５をスクリーン印刷又はドクターブレードにより作製して、第２中間体１２８とする（図３（ｂ）参照）。なお、パターン１１５は、ヒーター電極１５となるものであり、例えば静電電極１４と同じ原料を用いて作製する。

[0024] 次に、第１中間体１２７のセラミックス成形体１１１ｂの上に第２中間体１２８をパターン１１５がセラミックス成形体１１１ｂと接するようにして配置し、一軸加圧成形して一体化して積層体１２９とする（図３（ｃ）参照）。その後、積層体１２９をホットプレス焼成により電極内蔵焼結体１３０

とする（図３（ｄ）参照）。これにより、セラミックス焼結体１１１ａとセラミックス成形体１１１ｂとセラミックス焼結体１１１ｃとが一つの焼結体（セラミックス基体１２）となり、薄膜１１４が静電電極１４、パターン１１５がヒーター電極１５となる。

[0025] 続いて、電極内蔵焼結体１３０の裏面側（図３（ｄ）の下面側）を研削加工して、タブレット２２の表面を裏面１２ｂに露出させる（図３（ｅ）参照）。なお、電極内蔵焼結体１３０の表面側（図３（ｄ）の上面側）についても研削加工を施すことにより、ウエハー載置面１２ａの表面粗さＲａを０．０１～３μｍ、平坦度を０～１０μｍ、静電電極１４の上面からウエハー載置面６２ａまでの距離を０．２～１ｍｍとするのが好ましい。

[0026] そして、電極内蔵焼結体１３０の裏面１２ｂの中心に座繰り孔１８を設けてタブレット１６を露出させる（図３（ｆ）参照）。そして、座繰り孔１８に給電端子２０を挿入し、座繰り孔１８の底面に給電端子２０を接合してタブレット１６と給電端子２０とを導通させる。また、セラミックス基体１２の裏面１２ｂに給電端子４０を接合して、タブレット２２と給電端子４０とを導通させる。これにより、静電チャック１０が完成する（図３（ｇ）参照）。

[0027] ここで、セラミックス基体１２と給電端子４０とを接合して接合体である静電チャック１０を製造する方法について詳細に説明する。図４～図７は、セラミックス基体１２と給電端子４０との接合工程の説明図である。

[0028] まず、セラミックス基体１２の裏面１２ｂの一部である所定範囲を接合面１３として（図４参照）、この接合面１３を基体被覆層５２で被覆する（図５参照）。なお、接合面１３は、接合面１３内の中央にタブレット２２が露出するように定める。後述するロウ材５６に対する基体被覆層５２の濡れ性は、ロウ材５６に対するセラミックス基体１２の濡れ性よりも高い。このような基体被覆層５２の材料としては、例えばＮｉやＡｕが挙げられる。基体被覆層５２の厚さは、特にこれに限定するものではないが、例えば１～６μｍである。この基体被覆層５２は、裏面１２ｂのうち接合面１３以外をマス

キングした状態で、例えば無電解メッキやスパッタリングにより形成する。

[0029] 次に、多孔質体５４と、ロウ材５６と、給電端子４０とを用意し、工程（ａ）として、これらをこの順で接合面１３（基体被覆層５２）上に載置する（図６参照）。多孔質体５４は、ロウ材５６よりも熱膨張係数の小さい材料からなる。多孔質体５４は、例えばアルミナや窒化アルミニウムなどのセラミックスの焼結体である。多孔質体５４は、例えば平均粒径が１０μｍ～５００μｍ，好ましくは２０μｍ～１００μｍのセラミックスの粒子を成形して焼成したものである。この多孔質体５４は、セラミックス基体１２と同じセラミックス材料からなる焼結体とすることが好ましい。多孔質体５４は、気孔率が３０％～５０％であることが好ましい。また、多孔質体５４は、乾式通気量が５０ｍｌ／（ｃｍ^2・ｍｉｎ）～１５０ｍｌ／（ｃｍ^2・ｍｉｎ）であることが好ましい。なお、多孔質体５４の気孔率は、アルキメデス法により測定した値とする。乾式通気量は、ＪＩＳ－Ｚ８７６２（１９８８），ＪＩＳ－Ｂ８３３０（１９８１）に基づき測定した値とする。具体的には、室温管理（２０℃±３℃）された室内において、空気を送風するブロワーから多孔質体５４までの空気の流路にオリフィス板及びエアータンクを配置し、ブロワーからの送風でエアータンクに規定量の空気圧がかかった際のオリフィス板の前後の差圧を測定し、測定した差圧を通気量に換算した値を乾式通気量とする。多孔質体５４は、内部の気孔の表面が気孔被覆層５５で被覆されている（図６の拡大部分参照）。気孔被覆層５５は、多孔質体５４の気孔の表面のうち、開気孔の表面の少なくとも一部を被覆している。気孔被覆層５５が閉気孔の表面を被覆する必要はない。また、気孔被覆層５５は、多孔質体５４の外表面（気孔の表面ではなく多孔質体５４の上面、下面、側面など）も被覆していてもよい。なお、上述した多孔質体５４の「気孔率」や「乾式通気量」は、この気孔被覆層５５が形成される前の値とする。換言すると、多孔質体５４の「気孔率」は、気孔被覆層５５がないと仮定した場合の多孔質体の気孔率であり、より具体的には多孔質体５４内部のうち気孔被覆層５５の存在する部分を気孔（空間）とみなした場合の気孔率とする。ロウ

材５６に対する気孔被覆層５５の濡れ性は、ロウ材５６に対する多孔質体５４の濡れ性よりも高い。このような気孔被覆層５５の材料としては、例えばＮｉやＡｕが挙げられる。気孔被覆層５５の厚さは、特にこれに限定するものではないが、例えば１μｍ～６μｍであり、１μｍ～３μｍとしてもよい。なお、気孔被覆層５５の厚さは、電子顕微鏡（ＳＥＭ）による断面観察で測定した値とする。気孔被覆層５５は、例えば無電解メッキにより形成することができる。なお、多孔質体５４内の気孔の表面に形成する気孔被覆層５５の量（気孔の表面を覆う面積）を多くすることで、多孔質体５４の気孔内にロウ材５６が浸透しやすくなる。多孔質体５４の気孔内にロウ材５６が多く浸透するほど、接合後の接合層５０の導電性をより高くすることができる。

[0030] ロウ材５６は、例えばアルミニウムなどを主成分としセラミックス基体１２よりも熱膨張係数の大きい金属からなるものである。本実施形態ではロウ材５６の形状は板状（円盤状）とした。ロウ材５６の直径（図６における左右方向長さ）は、図６に示すようにロウ材５６や接合面４３の直径より大きくしてもよい（例えば径差が１ｍｍなど）。給電端子４０は、上述した形状のものである。給電端子４０は、接合面４３側の端部（図６の下端部）を予め端子被覆層５８で被覆しておく。端子被覆層５８は、有底筒状に形成されており、底部被覆層５８ａと、側部被覆層５８ｂとを有している。底部被覆層５８ａは、給電端子４０の小径部４１の底面である接合面４３を被覆している。側部被覆層５８ｂは、給電端子４０の側面（小径部４１の外周面）を被覆している。底部被覆層５８ａと側部被覆層５８ｂとは給電端子４０の接合面４３と側面との角部で連続しており、両者は一体的に形成されている。ロウ材５６に対する端子被覆層５８の濡れ性は、ロウ材５６に対する給電端子４０の濡れ性よりも高い。このような端子被覆層５８の材料としては、例えばＮｉやＡｕが挙げられる。端子被覆層５８の厚さは、特にこれに限定するものではないが、例えば１～６μｍである。この端子被覆層５８は、例えば給電端子４０のうち大径部４２の外周面など側部被覆層５８ｂを形成しな

い部分をマスキングした状態で、無電解メッキ，電解メッキ，スパッタリングなどにより形成する。

[0031] 接合面１３上への多孔質体５４，ロウ材５６及び給電端子４０の配置が完了すると、セラミックス基体１２の接合面１３と給電端子４０の接合面４３とが対向した状態となる（図７参照）。図７の状態では、多孔質体５４が基体被覆層５２及びロウ材５６と接触している。また、端子被覆層５８がロウ材５６と接触している。

[0032] 以上のように工程（ａ）を行った後、続いて、工程（ｂ）を行う。工程（ｂ）では、ロウ材５６を溶融させ、ロウ材５６を多孔質体５４の気孔（開気孔）内に浸透させる。これにより、ロウ材５６と多孔質体５４とを含む接合層５０が形成され、接合層５０を介してセラミックス基体１２の接合面１３と給電端子４０の接合面４３とが接合される。また、接合層５０における、多孔質体５４の開気孔内に浸透したロウ材５６や多孔質体５４の外表面（気孔の表面ではなく多孔質体５４の上面、下面、側面など）に付着したロウ材５６によって、給電端子４０（接合面４３）とタブレット２２とが導通する。なお、基体被覆層５２，気孔被覆層５５，端子被覆層５８についても溶融してロウ材５６と混ざり合い、接合層５０の一部となってもよい。こうして、セラミックス基体１２に給電端子４０を接合した接合体（静電チャック１０）が製造される（図２参照）。なお、こうして製造された接合層５０に含まれる多孔質体５４は、気孔内部にロウ材５６などの金属が充填された状態となっている。この充填された金属がないと仮定した場合の多孔質体５４の気孔率（仮想気孔率とも称する）は３０％～５０％であることが好ましい。なお、接合層５０（多孔質体５４）の仮想気孔率は、電子顕微鏡（ＳＥＭ）により接合層５０の断面を撮像して断面画像を取得し、この断面画像を画像処理することによって求めることができる。具体的には、例えば断面画像中の各画素の輝度などの情報と所定の閾値とを比較して２値化することで、各画素を多孔質体５４と多孔質体５４以外の部分（多孔質体５４の気孔に充填された金属などの部分）とに分け、断面画像における全画素中の多孔質体５

４以外の部分の画素の割合を仮想気孔率とすることで求めることができる。なお、仮想気孔率は、上述した多孔質体５４の「気孔率」（気孔被覆層５５の被覆前の気孔率）とほぼ同じ値となる。

[0033] なお、工程（ｂ）でロウ材５６を溶融させる温度は、例えばロウ材５６の融点より１０℃～１５０℃高い温度であり、好ましくは１００℃～１５０℃高い温度である。また、この温度の保持時間は例えば５分～９０分、好ましくは１０分～３０分である。接合時の雰囲気は、例えば１×１０$^{-4}$Ｔｏｒｒ以下の真空度の高い雰囲気とすることが好ましく、２×１０$^{-5}$Ｔｏｒｒ以下とすることがより好ましい。給電端子４０をセラミックス基体１２に向けて押圧した状態で接合を行ってもよい。

[0034] 給電端子２０と座繰り孔１８の底面との接合（図１参照）は、座繰り孔１８内に多孔質体５４，ロウ材５６，給電端子４０を挿入して、上述した工程（ａ）～工程（ｂ）と同様にして行ってもよい。あるいは、多孔質体５４の代わりに座繰り孔１８の底面に多孔質体５４と同様の材料からなる粉末を敷き詰めて、その後に座繰り孔１８内にロウ材５６及び給電端子４０を挿入し、上述した工程（ｂ）と同様にしてロウ材５６を溶融させて給電端子２０と座繰り孔１８の底面とを接合してもよい。

[0035] 本実施形態の静電チャック１０の使用例について以下に簡単に説明する。この静電チャック１０のウエハー載置面１２ａにウエハーＷを載置し、静電電極１４の給電端子２０を介して静電電極１４に直流高電圧を印加することにより静電気的な力を発生させ、それによってウエハーＷをウエハー載置面１２ａに吸着する。また、ヒーター電極１５の２つの給電端子４０，４０にヒーター電源を接続し、供給する電力を制御することによりウエハーＷを所望の温度に調節する。この状態で、ウエハーＷにプラズマＣＶＤ成膜を施したりプラズマエッチングを施したりする。具体的には、図示しない真空チャンバー内で給電端子２０を介して静電電極１４に高周波電圧を印加し、真空チャンバー内の上方に設置された図示しない対向水平電極と静電チャック１０に埋設された静電電極１４とからなる平行平板電極間にプラズマを発生さ

せ、そのプラズマを利用してウエハーＷにＣＶＤ成膜を施したりエッチングを施したりする。

[0036] ここで、本実施形態の構成要素と本発明の構成要素との対応関係を明らかにする。本実施形態のセラミックス基体１２が本発明の第１部材に相当し、給電端子４０が第２部材に相当し、ロウ材５６がロウ材に相当し、多孔質体５４が多孔質体に相当し、接合層５０が接合層に相当する。

[0037] 以上説明した本実施形態の静電チャック１０の製造方法によれば、セラミックス基体１２と金属からなる給電端子４０とを接合するにあたり、工程（ａ）では、ロウ材５６と多孔質体５４と給電端子４０とをセラミックス基体１２の接合面１３上に配置する。そして、ロウ材５６を溶融させて多孔質体５４の気孔内に浸透させ、ロウ材５６と多孔質体５４とを含む接合層５０を形成してセラミックス基体１２と給電端子４０とを接合する。このように、ロウ材５６と多孔質体５４とを用いて接合層５０を形成するため、セラミックス基体１２が接合面１３からの立ち上がり部を有さない（セラミックス基体１２が接合面１３を底面とする凹部を有さない）場合でもセラミックス基体１２と給電端子４０とを接合することができる。すなわち、例えば多孔質体５４の代わりに同じ材質の粉末を用いると、セラミックス基体１２のうち凹部がない平坦な部分が接合面１３である場合には、粉末が広がってしまうが、多孔質体５４を用いることでそのようなことが生じない。また、第１部材よりも熱膨張係数の大きいロウ材５６とロウ材５６よりも熱膨張係数の小さい材料からなる多孔質体５４とを用いて接合層５０を形成するため、例えばロウ材５６のみで接合層５０を形成する場合と比べて静電チャック１０が温度変化した際のセラミックス基体１２でのクラックの発生をより抑制できる。

[0038] また、多孔質体５４の気孔率を３０％～５０％とすることで、以下の効果が得られる。すなわち、多孔質体５４の気孔率を下限値以上とすることで、ロウ材５６を多孔質体５４の内部により多く浸透させることができ、接合強度が向上する。また、多孔質体５４の気孔率を上限値以下とすることで、ロ

ウ材５６と比べて熱膨張係数の小さい多孔質体５４がより多く存在することになるため、静電チャック１０が温度変化した際のセラミックス基体１２でのクラックの発生をより抑制できる。

[0039] さらに、多孔質体５４をセラミックス基体１２と同じセラミックス材料からなる多孔質焼結体とすることで、セラミックス基体１２と多孔質体５４との熱膨張係数がほぼ同じになるため、静電チャック１０が温度変化した際のセラミックス基体１２でのクラックの発生をより抑制することができる。

[0040] そして、工程（ａ）において、多孔質体５４は、内部の気孔の表面が多孔質体５４と比べてロウ材５６に対する濡れ性の高い材料からなる気孔被覆層５５で被覆されている。こうすることで、多孔質体５４の気孔内にロウ材５６が浸透しやすくなるため、静電チャック１０の接合強度を向上させることができる。

[0041] そしてまた、セラミックス基体１２の接合面１３と、給電端子４０の接合面４３と、のいずれもが、自身と比べてロウ材５６に対する濡れ性の高い材料からなる基体被覆層５２，端子被覆層５８でそれぞれ被覆されている。そのため、被覆された接合面１３，接合面４３がロウ材５６で濡れやすくなり、静電チャック１０の接合強度を向上させることができる。

[0042] さらにまた、セラミックス基体１２は、接合面１３からの立ち上がり部を有しないため、本発明を適用する意義が高い。ここで、例えばタブレット２２が裏面１２ｂに形成された座繰り孔（凹部）の底面に露出するようにすると、座繰り孔の高さ分だけセラミックス基体１２の厚さが余分に必要となり、セラミックス基体１２を薄くしにくい。静電チャック１０などの半導体サセプタにおいては、例えばセラミックス基体１２の厚さを１ｍｍとするなど、比較的薄いものが求められている。このような場合に、本発明を適用することで、接合面１３を座繰り孔の底面としなくともセラミックス基体１２と給電端子４０とを接合することができるため、セラミックス基体１２を薄くしやすい。

[0043] 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。

[0044] 例えば、上述した実施形態では、基体被覆層５２，気孔被覆層５５，端子被覆層５８を形成するものとしたが、これらの１以上を省略してもよい。ロウ材５６に対する接合面１３，接合面４３，多孔質体５４のうち１以上の濡れ性が十分高ければ、対応する被覆層を省略しても接合層５０によるセラミックス基体１２と給電端子４０との接合力は十分なものとなる。また、端子被覆層５８のうち底部被覆層５８ａのみを形成して、側部被覆層５８ｂを省略してもよい。

[0045] 上述した実施形態では、給電端子４０は小径部４１と大径部４２とを備えるものとしたが、これに限られない。例えば、給電端子４０を上端から下端に亘って直径が同じ円柱状の部材としてもよい。すなわち、給電端子４０における小径部４１と大径部４２とを同径としてもよい。

[0046] 上述した実施形態では、工程（ａ）において接合面１３と接合面４３とで多孔質体５４をロウ材５６とを挟むようにこれらを配置しているが、これに限られない。例えば、ロウ材５６が給電端子４０に形成された挿入孔内に挿入されるように配置してもよい。図８は、セラミックス基体１２と変形例の給電端子１４０との接合部分の拡大断面図である。この給電端子１４０は、給電端子４０とは異なり、小径部４１に形成された挿入孔４５ｂを有している。この挿入孔４５ｂは、接合面４３側の面（図８の下面）に開口している。したがって、給電端子１４０では接合面４３はリング状の形状をしている。このような給電端子１４０を接合面１３に接合する場合、工程（ａ）では、図８に示すように、ロウ材５６を給電端子４０の挿入孔４５ｂに挿入した状態で、給電端子４０（及びロウ材５６）を多孔質体５４の上に載置する。その後、工程（ｂ）でロウ材５６を溶融させることで、上述した実施形態と同様に、多孔質体５４とロウ材５６とを含む接合層５０を形成して、セラミックス基体１２と給電端子２４０とを接合することができる。

[0047] 上述した実施形態では、給電端子２０はセラミックス基体１２のうち座繰り孔１８の底面に接合されているものとしたが、これに限られない。例えば

、座繰り孔１８を形成せずタブレット１６の表面がセラミックス基体１２の裏面１２ｂに露出しているものとしてもよい。この場合、上述した実施形態のセラミックス基体１２と給電端子４０との接合と同様にして、タブレット１６の露出面を含む裏面１２ｂと給電端子２０とを、接合層５０を介して接合すればよい。

実施例

[0048] ［実施例１］

実施例１として、上述した図４～図７で説明した製造方法と同様にして、セラミックス基体１２と給電端子４０との接合体を作製した。具体的には、まず、純度９９．５％のアルミナ粉末を焼成後密度９９．５％以上とし、研削して、外径３００ｍｍ、厚さ５ｍｍの円盤状のアルミナ焼結体を作製し、セラミックス基体１２とした。なお、実施例１では、アルミナ粉末にＭｏ製のタブレット２２を埋設しておき、焼成後のセラミックス基体１２を研削してタブレット２２の表面を露出させた。そして、このセラミックス基体１２のうち直径４ｍｍの領域（タブレット２２の表面である直径２．０ｍｍの領域を含む）を接合面１３として、この接合面１３以外をマスキングして純度９９％，厚さ約１μｍの無電解Ｎｉメッキを形成し、接合面１３上を被覆する直径４ｍｍの基体被覆層５２とした。

[0049] 次に、ロウ材５６と、給電端子４０と、以下の特性の多孔質体５４（アルミナ製、気孔率３８％，乾式通気量１１０ｍｌ／（ｃｍ^2・ｍｉｎ）とを用意した。多孔質体５４の大きさは、直径４ｍｍ、厚さ０．３ｍｍの円盤状とした。また、多孔質体５４は、予め開気孔の表面に厚さ１～２μｍの無電解Ｎｉメッキからなる気孔被覆層５５を形成しておいた。気孔被覆層５５の形成は、以下のように行った。まず、前処理（核付け処理）として、以下の処理を行った。多孔質体５４に塩化スズ溶液を注入して３分間保持した。次に、塩化スズ溶液を吸い取り、純水で洗い流し、窒素ブローで水分を除去した。続いて、多孔質体５４にＰｔ溶液を注入して２分間保持した。そして、塩化スズ溶液を吸い取り、純水で洗い流し、窒素ブローで水分を除去した。この

前処理を計２回行った。次に、メッキ付け処理として、以下の処理を行った。多孔質体５４をホットプレート上に載置し、表面温度が８０～８５℃になるよう調整した。そして、無電解Ｎｉメッキ溶液を多孔質体５４に注入した。無電解Ｎｉメッキ溶液を適宜交換したあと、無電解Ｎｉメッキ溶液を排出し、多孔質体５４内を純水で洗浄乾燥した。以上の処理により、気孔被覆層５５を形成した。

[0050] ロウ材５６は、Ａｌ－Ｓｉ－Ｍｇ系合金（ＪＩＳ　ＢＡ　４００４）とし、直径５ｍｍ，厚み０．１２ｍｍの円盤状とした。給電端子４０は、Ｍｏ製とし、小径部４１の外径が４ｍｍ、小径部４１の軸方向長さが１ｍｍ、大径部４２の外径が５ｍｍ、大径部４２の軸方向長さが５ｍｍとした。また、給電端子４０の小径部４１には底部被覆層５８ａ及び側部被覆層５８ｂからなる端子被覆層５８を形成した。端子被覆層５８の形成は、以下のように行った。まず、給電端子４０についてアセトンを用いた超音波洗浄を５分、次に純水を用いた超音波洗浄を１０分行い、その後窒素ブローを１２０℃で１０分間行い表面の水分を乾燥除去した。次に、厚さ１μｍの無電解Ｎｉメッキからなる端子被覆層５８を形成した。なお、側部被覆層５８ｂは、小径部４１の側面全体を被覆するようにした。

[0051] 工程（ａ）として、これらの多孔質体５４，ロウ材５６，給電端子４０をこの順で接合面１３（基体被覆層５２）上に載置した。

[0052] そして、工程（ｂ）として、工程（ａ）で配置した状態のセラミックス基体１２，給電端子４０，ロウ材５６，多孔質体５４を焼成炉に投入して加熱し、接合層５０を形成してセラミックス基体１２と給電端子４０とを接合させた。加熱条件は、温度７００℃±２０℃、保持時間１０分、真空度５×10^{-5}Ｔｏｒｒ以下とした。なお、焼成炉中では、給電端子４０はセラミックス基体１２に向けて１２５ｇｆのおもりにより押圧した状態とした。工程（ｂ）の接合後、焼成炉から接合体を取り出した。以上により、実施例１の接合体を作製した。接合体の接合層５０（多孔質体５４）の仮想気孔率は４３％であった。仮想気孔率の算出は、接合層５０の断面のＳＥＭ画像を走査型電

子顕微鏡（ＪＥＯＬ　ＪＳＭ－５９００）を用いて取得し、取得したＳＥＭ画像について画像処理ソフトＨＡＬＣＯＮ１１．０（ＨＡＬＣＯＮはMVTec Software GmbH の登録商標）を用いて各画素の輝度により２値化することで行った。

[0053] ［比較例１］

多孔質体５４を用いず、ロウ材５６でセラミックス基体１２と給電端子４０とを接合した点以外は、実施例１と同様にして接合体を作製し、比較例１とした。

[0054] 実施例１の接合体についてセラミックス基体１２と給電端子４０とを引き離す方向に力を加えて接合強度を測定したところ、接合強度は４０ｋｇｆであり、静電チャック１０として十分実用可能な値であった。なお、接合強度の測定は、引張強度試験機（島津製作所製、オートグラフ）を用いて行った。

[0055] 外部加熱ヒーターを用いて、実施例１及び比較例１の接合体を室温から１００℃になるまで５℃/秒の速度で昇温し、その後自然放冷により、室温まで戻した。この工程を１０００回繰り返した。その後、接合体のクラックの有無を確認した。実施例１の接合体ではクラックが見られなかったが、比較例１の接合体ではセラミックス基体１２にクラックが発生していた。

[0056] ［比較例２］

多孔質体５４の代わりに多孔質体５４と同じ材質のセラミックス粒子からなる粉末を用いた点以外は、実施例１と同様にして接合体を作製しようとした。しかし、粉末がセラミックス基体１２の表面に広がってしまい、焼成炉で過熱してもセラミックス基体１２と給電端子４０とが接合されなかった。

[0057] ［実施例２～１１］

多孔質体５４の気孔率が表１に示す値のものを使用した点以外は実施例１と同様にして接合体を作製し、実施例２～１１とした。実施例２～１１について、初期特性として、作製した当初の接合体の破断強度（接合強度）とクラックの有無を測定した。また、熱サイクル試験後の接合体の破断強度とク

ラックの有無も測定した。熱サイクル試験は、外部加熱ヒーターを用いて、実施例２～１１の接合体を室温から１００℃になるまで５℃/秒の速度で昇温し、その後自然放冷により、室温まで戻した。この工程を１０００回繰り返した。なお、各実施例においてそれぞれ複数の接合体を作製し、初期特性の測定と熱サイクル試験後の測定とは別々の接合体について行った。

[0058] 実施例２～１１に用いた多孔質体５４の気孔率、作製当初の接合体の破断強度及びクラックの有無、熱サイクル試験後の接合体の破断強度及びクラックの有無、を表１にまとめて示す。表１において、クラックの指数は、Ａ：クラックはみられない、Ｂ：クラックは見られるものの、程度は軽微であり接合特性に影響を与えない、Ｃ：接合特性に影響するクラックが見られる、を意味する。

[0059] [表1]

	多孔質体気孔率[%]	初期特性		熱サイクル試験後	
		強度[kgf]	クラック	強度[kgf]	クラック
実施例2	21	21	A	23	A
実施例3	25	24	A	25	A
実施例4	30	34	A	37	A
実施例5	34	35	A	39	A
実施例6	38	38	A	42	A
実施例7	41	40	A	44	A
実施例8	46	46	A	45	A
実施例9	50	53	A	50	A
実施例10	54	65	A	31	C
実施例11	61	51	B	26	C

[0060] 表１から明らかなように、多孔質体５４の気孔率が３０％～５０％の多孔質体を使用した実施例４～９は、気孔率が３０％を下回っている実施例２，３と比べて初期及び熱サイクル後の破断強度がいずれも高かった。実施例４～９は、初期及び熱サイクル後の破断強度がいずれも３０ｋｇｆ以上と、静電チャック１０としては十分使用可能な値であった。また、気孔率が５０％を上回っている実施例１０，１１では、初期の接合強度はいずれも３０ｋｇ以上であり接合特性に影響するほどのクラックは発生していなかったが、熱サイクル試験後にセラミックス基体１２にクラックが発生した。これに対し

実施例４～９は、初期及び熱サイクル後のいずれにおいてもクラックは見られなかった。実施例４～９では、多孔質体５４の気孔率が３０％以上であることで、ロウ材５６を多孔質体５４の内部により多く浸透させることができ、接合強度が向上していると考えられる。また、多孔質体５４の気孔率を５０％以下とすることで、ロウ材５６と比べて熱膨張係数の小さい多孔質体５４がより多く存在することになるため、接合体が温度変化した際のクラックの発生をより抑制できていると考えられる。

[0061] なお、本発明は、上述した実施例１～１１に限定されない。

[0062] この出願は、2014年3月7日に出願された日本国特許出願第2014-044944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すべてが本明細書に含まれる。

産業上の利用可能性

[0063] 本発明は、半導体製造装置に利用可能であり、例えば、ウエハーを支持する静電チャックなどに利用可能である。

符号の説明

[0064] １０ 静電チャック、１２ セラミックス基体、１２ａ ウエハー載置面、１２ｂ 裏面、１３ 接合面、１４ 静電電極、１５ ヒーター電極、１６ タブレット、１８ 座繰り孔、２０ 給電端子、２２ タブレット、４０ 給電端子、４１ 小径部、４２ 大径部、４３ 接合面、４５ｂ 挿入孔、５０ 接合層、５２ 基体被覆層、５４ 多孔質体、５５ 気孔被覆層、５６ ロウ材、５８ 端子被覆層、５８ａ 底部被覆層、５８ｂ 側部被覆層、１１１ａ セラミックス焼結体、１１１ｂ セラミックス成型体、１１１ｃ セラミックス焼結体、１１４ 薄膜、１１５ パターン、１２７ 第１中間体、１２８ 第２中間体、１２９ 積層体、１３０ 電極内蔵焼結体、１４０ 給電端子。

請求の範囲

[請求項1] セラミックスからなる第１部材の接合面と金属からなる第２部材の接合面とを接合層を介して接合した接合体の製造方法であって、

（ａ）前記第１部材よりも熱膨張係数の大きい金属からなるロウ材と、該ロウ材よりも熱膨張係数の小さい多孔質体と、前記第２部材とを、該第１部材の接合面上に配置する工程と、

（ｂ）前記ロウ材を溶融させ、該ロウ材を前記多孔質体の気孔内に浸透させて該ロウ材と該多孔質体とを含む接合層を形成して、該接合層を介して前記第１部材の接合面と前記第２部材の接合面とを接合する工程と、

を含む接合体の製造方法。

[請求項2] 前記多孔質体は、気孔率が３０％～５０％である、

請求項１に記載の接合体の製造方法。

[請求項3] 前記多孔質体は、前記第１部材と同じセラミックス材料からなる多孔質焼結体である、

請求項１又は２に記載の接合体の製造方法。

[請求項4] 前記工程（ａ）において、前記多孔質体は、内部の気孔の表面が自身と比べて前記ロウ材に対する濡れ性の高い材料で被覆されている、

請求項１～３のいずれか１項に記載の接合体の製造方法。

[請求項5] 前記工程（ａ）において、前記第１部材の接合面と、前記第２部材の接合面と、の少なくとも一方が、自身と比べて前記ロウ材に対する濡れ性の高い材料で被覆されている、

請求項１～４のいずれか１項に記載の接合体の製造方法。

[請求項6] 前記第１部材は、前記接合面からの立ち上がり部を有さない、

請求項１～５のいずれか１項に記載の接合体の製造方法。

[請求項7] セラミックスからなる第１部材と、

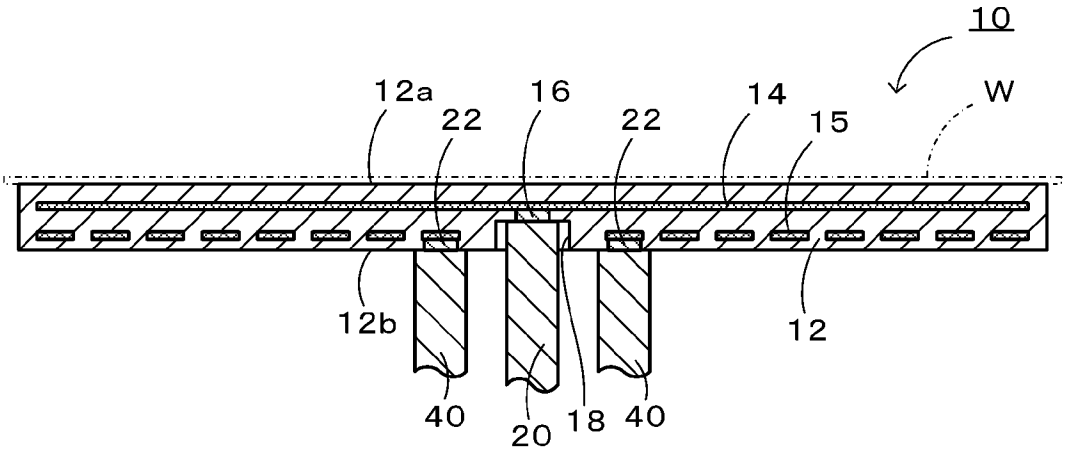
金属からなる第２部材と、

気孔内に前記第１部材よりも熱膨張係数の大きい金属が充填され該

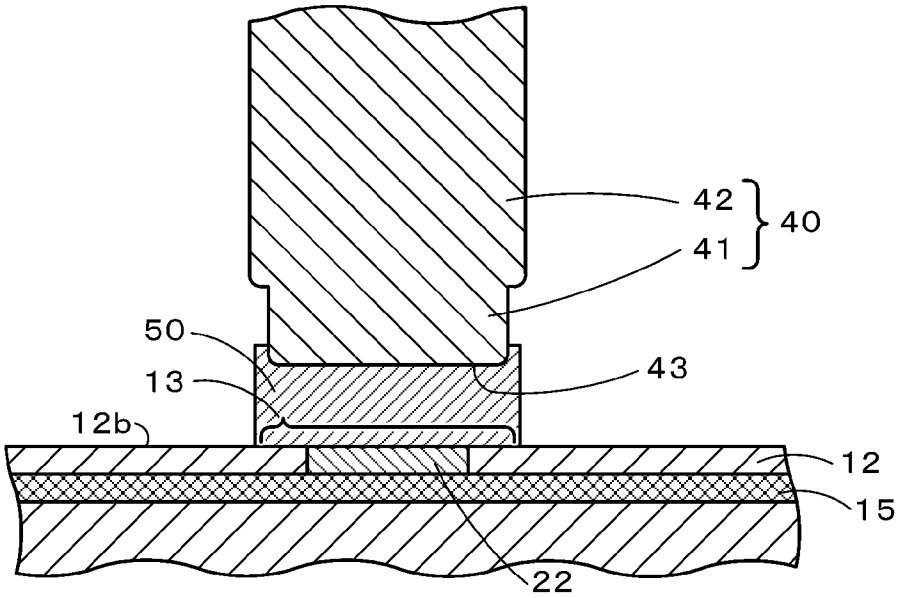
金属よりも熱膨張係数の小さい材料からなり該金属がないと仮定した場合の気孔率が３０％～５０％である多孔質体を有し、前記第１部材と前記第２部材とを接合する接合層と、

を備えた接合体。

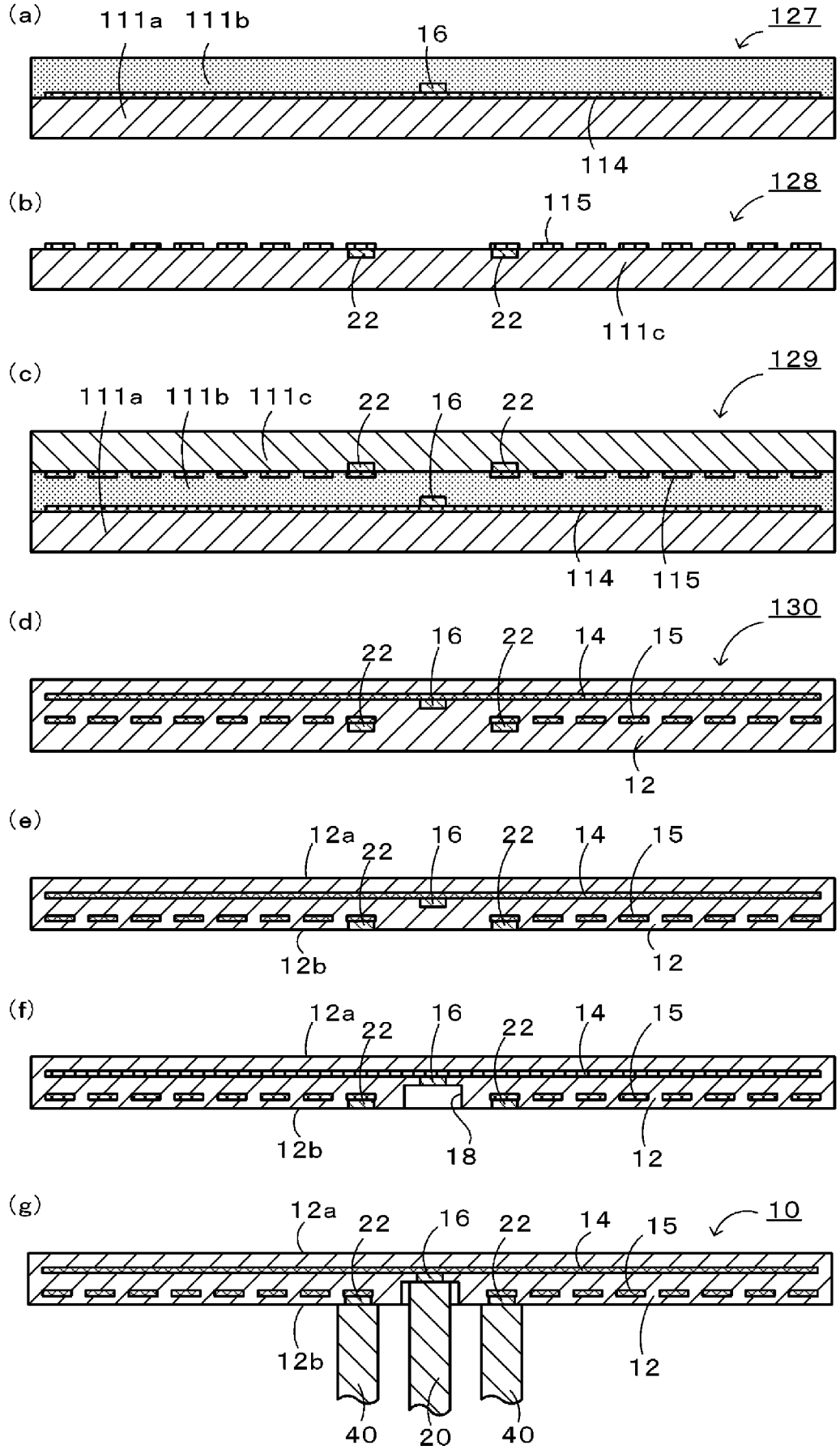
[図1]


10
12a
22
16
22
14
15
W
12b
12
40
20
18
40

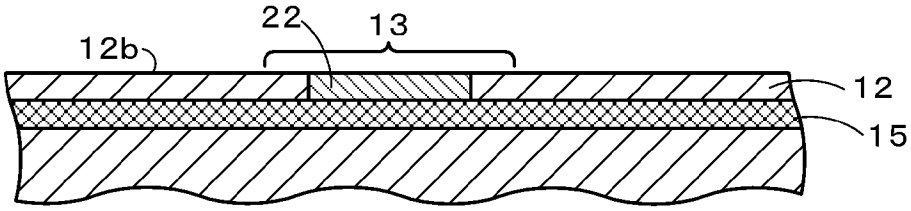
[図2]


42
40
41
50
43
13
12b
12
15
22

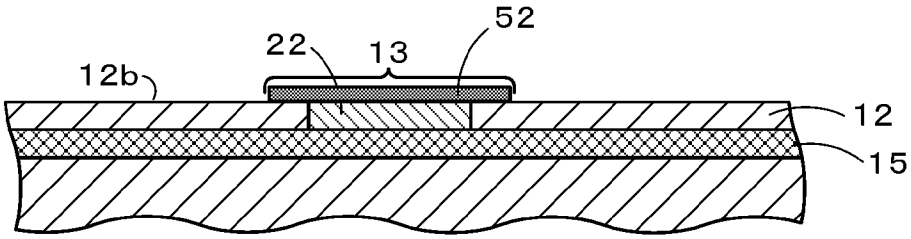
[図3]


(a)
111a
111b
16
127
114
(b)
128
115
22
22
111c
(c)
129
111a
111b
111c
22
16
22
114
115
(d)
130
22
16
22
14
15
12
(e)
12a
22
16
22
14
15
12b
12
(f)
12a
22
16
22
14
15
12b
18
12
(g)
12a
22
16
22
14
15
10
12b
12
40
20
40

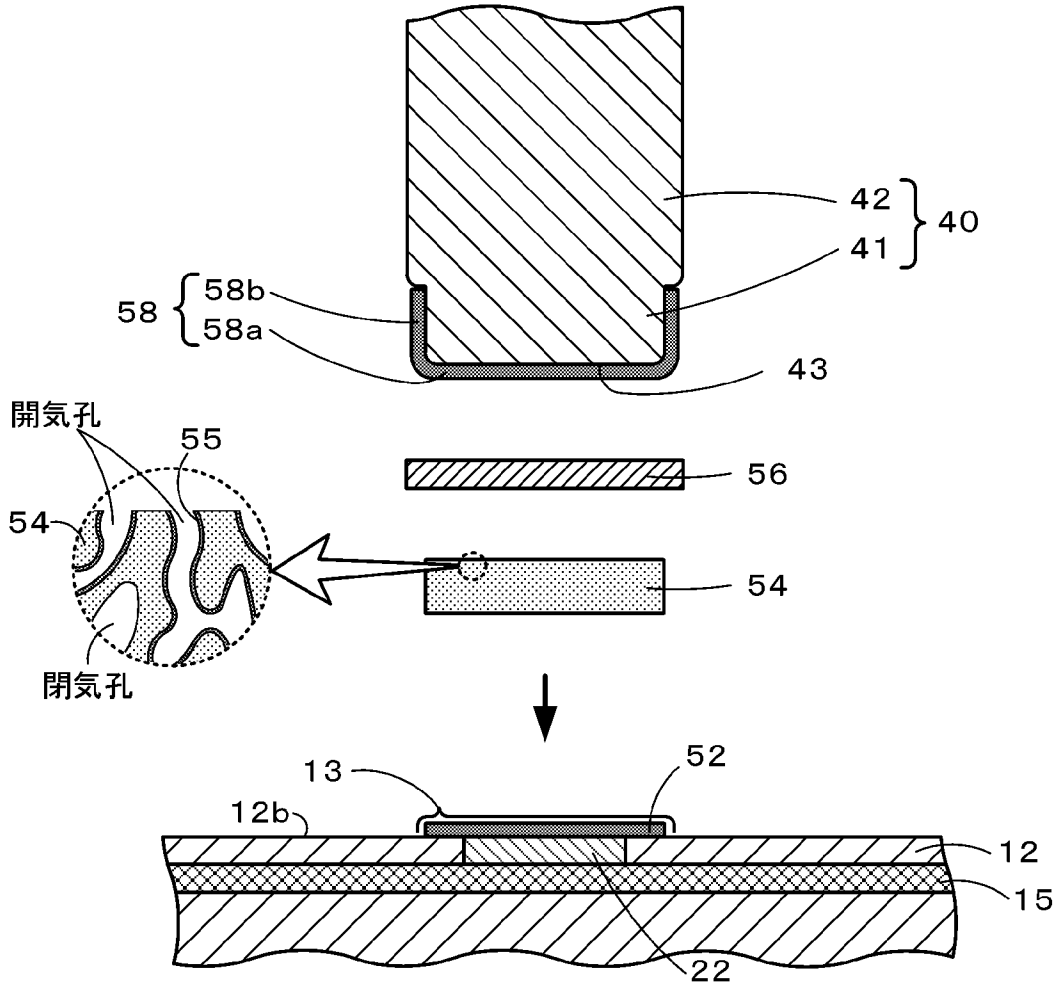
[図4]


22
13
12b
12
15

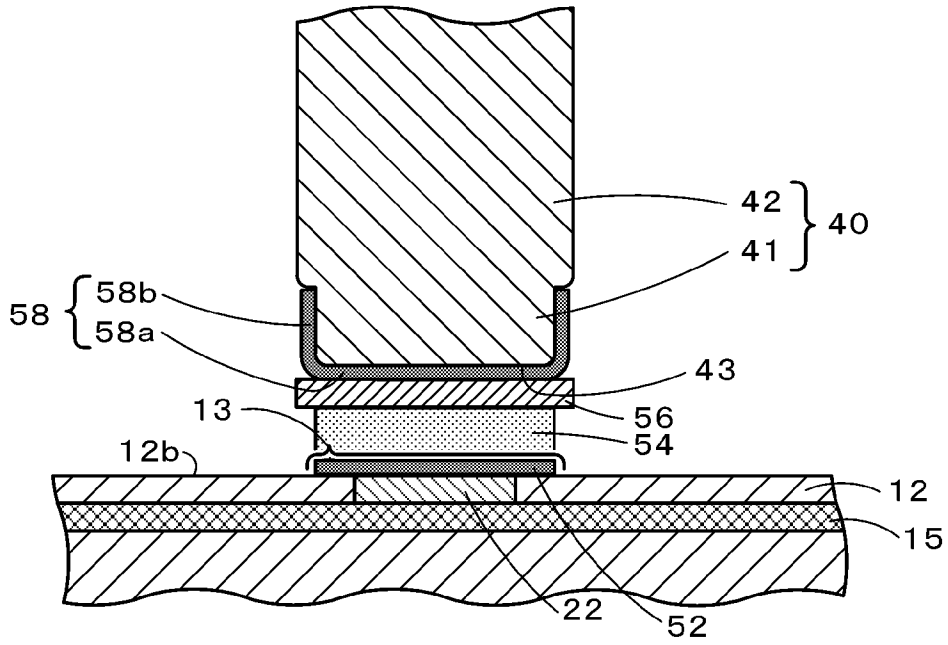
[図5]


52
22
13
12b
12
15

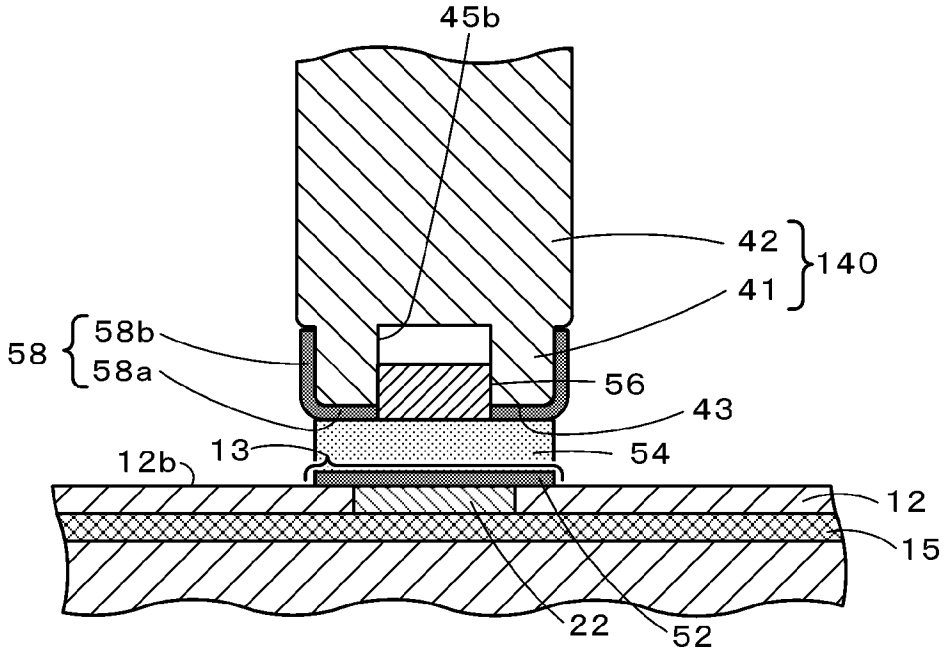
[図6]


42
40
41
58
58b
58a
43
開気孔
55
56
54
54
閉気孔
13
52
12b
12
15
22

[図7]


42
40
41
58
58b
58a
43
13
56
54
12b
12
15
22
52

[図8]


45b
42
140
41
58
58b
58a
56
43
13
54
12b
12
15
22
52

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/056525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C04B37/02(2006.01)i, *H01L21/3065*(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)
C04B37/02, H01L21/3065

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y	JP 2011-91417 A (Mitsubishi Materials Corp.), 06 May 2011 (06.05.2011), claims; paragraphs [0046] to [0057]; table 2; paragraph [0074] & US 2007/0274047 A1 & US 2008/0248326 A1 & US 2010/0230473 A1 & WO 2005/098942 A1 & EP 1737034 A1	1-3,6,7 4,5
Y	JP 6-329481 A (Noritake Co., Ltd.), 29 November 1994 (29.11.1994), claims; paragraph [0014] & US 5561321 A & WO 2004/074210 A1	4
Y	JP 2013-193935 A (NGK Insulators, Ltd.), 30 September 2013 (30.09.2013), claims; fig. 1, 2 (Family: none)	5

☒ 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
15 May 2015 (15.05.15)	02 June 2015 (02.06.15)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/056525

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 8-253373 A (Toshiba Corp.), 01 October 1996 (01.10.1996), claims; paragraphs [0024] to [0033]; examples; fig. 1 to 3 (Family: none)	1,2,6,7 5 3,4
X Y A	JP 2012-91975 A (Mitsubishi Materials Corp.), 17 May 2012 (17.05.2012), claims; examples; fig. 1 to 3 (Family: none)	1,6 5 2-4,7
A	JP 60-223655 A (Daido Steel Co., Ltd.), 08 November 1985 (08.11.1985), page 2, lower left column, 3rd line from the bottom to page 3, lower left column, line 3; examples; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５６５２５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C04B37/02(2006.01)i, H01L21/3065(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.　C04B37/02, H01L21/3065

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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 Y	JP 2011-91417 A (三菱マテリアル株式会社) 2011.05.06, 特許請求の範囲、［００４６］－［００５７］、表２、［００７４］& US 2007/0274047 A1 & US 2008/0248326 A1 & US 2010/0230473 A1 & WO 2005/098942 A1 & EP 1737034 A1	1-3,6,7 4,5
Y	JP 6-329481 A (株式会社ノリタケカンパニーリミテド) 1994.11.29, 特許請求の範囲、［００１４］& US 5561321 A & WO 2004/074210 A1	4

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

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

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

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

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

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

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１５．０５．２０１５	０２．０６．２０１５

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

特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｔ　４０３４
延平　修一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６５

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
Y	JP 2013-193935 A（日本碍子株式会社）2013.09.30，特許請求の範囲、図１，２（ファミリーなし）	5
X Y A	JP 8-253373 A（株式会社東芝）1996.10.01，特許請求の範囲、［００２４］－［００３３］、実施例、図１－３（ファミリーなし）	1,2,6,7 5 3,4
X Y A	JP 2012-91975 A（三菱マテリアル株式会社）2012.05.17，特許請求の範囲、実施例、図１－３（ファミリーなし）	1,6 5 2-4,7
A	JP 60-223655 A（大同特殊鋼株式会社）1985.11.08，２頁左下欄下から３行－３頁左下欄３行、実施例、図１－６（ファミリーなし）	1-7