

(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
2016年9月15日(15.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/143427 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/683 (2006.01) H02N 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/053386
- (22) 国際出願日: 2016年2月4日(04.02.2016)
- (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 2015-049463 2015年3月12日(12.03.2015) JP
- (71) 出願人: 住友大阪セメント株式会社(SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1028465 東京都千代田区六番町6番地28 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 釘本 弘訓(KUGIMOTO Hironori); 〒1028465 東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, 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.

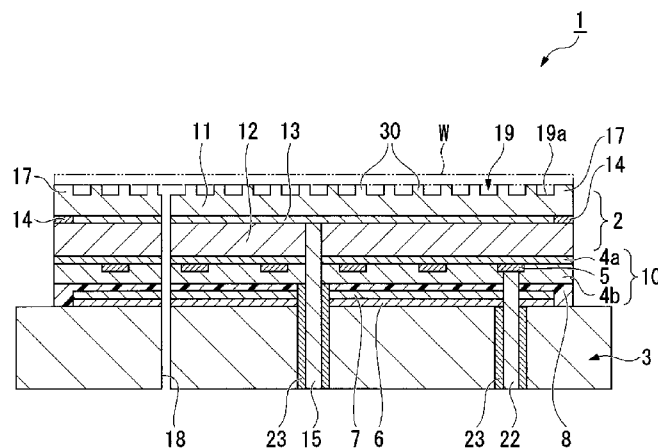
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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: ELECTROSTATIC CHUCK DEVICE

(54) 発明の名称: 静電チャック装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an electrostatic chuck device that can be used even in high-temperature environment, said electrostatic chuck device having a high heat resistance. An electrostatic chuck device (1) is provided with: an electrostatic chuck section (2), which has a placing surface (19) having a board-like sample W placed on one main surface, and which is provided with an electrostatic attraction electrode (13); a temperature adjustment base section (3), which is disposed on the opposite side to the placing surface (19) with respect to the electrostatic chuck section (2), and which cools the electrostatic chuck section (2); a heater element (5) disposed in a layer-shape between the electrostatic chuck section (2) and the temperature adjustment base section (3); and a first bonding layer (4a), which is provided between the heater element (5) and the electrostatic chuck section (2), and which bonds the heater element (5) and the electrostatic chuck section (2) to each other. The first bonding layer (4a) is formed of an inorganic glass or an inorganic material having a partially crystallized glass structure.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/143427 A1



高温環境下でも使用することが可能な耐熱性の高い静電チャック装置の提供を目的とする。一主面に板状試料Wを載置する載置面（１９）を有するとともに静電吸着用電極（１３）を備えた静電チャック部（２）と、静電チャック部（２）に対し載置面（１９）とは反対側に配置され静電チャック部（２）を冷却する温度調節用ベース部（３）と、静電チャック部（２）と温度調節用ベース部（３）との間に層状に配置されたヒータエレメント（５）と、ヒータエレメント（５）と静電チャック部（２）との間に設けられ、ヒータエレメント（５）と静電チャック部（２）とを接着する第１接着層（４ a）と、を備え、第１接着層（４ a）は、無機ガラスまたは一部結晶化したガラス構造を有する無機物からなる静電チャック装置（１）。

明 細 書

発明の名称： 静電チャック装置

技術分野

[0001] 本発明は、静電チャック装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、プラズマエッチング装置、プラズマCVD装置等のプラズマを用いた半導体製造装置においては、試料台に簡単にウエハを取付け、固定するとともに、このウエハを所望の温度に維持する装置として静電チャック装置が使用されている。

[0003] 静電チャック装置は、例えば、内部に静電吸着用の板状電極を埋設したセラミック基体、内部に冷媒循環用の冷媒流路が形成された温度調整用ベース部、ウエハの温度制御に用いるヒータなど複数の部材が層構造を形成し、各層の間を接着層で接合し一体化した構造のものが知られている。

[0004] 静電チャック装置は、使用時には高温環境下に曝され加熱されるため、耐熱性が求められる。さらに、近年の半導体の種々の性能の向上に伴い、静電チャック装置に求められる耐熱性も高まる傾向にある。そこで、従来よりも高温（150℃以上）の環境下で使用可能な静電チャック装置が検討されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-120835号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献1では、ヒータ（発熱体）を形成する方法として、セラミック製の基体の表面にめっき法、スパッタ法、蒸着法、溶射法等の種々の成膜法によりニッケルや銅の薄膜を形成した後、不要な部分をエッチングで除去する方法が記載されている。

[0007] この方法では、基体の表面に形成される薄膜の厚みにバラツキが生じやすく、結果として形成されるヒータに厚みの違う部分が含まれてしまう。ヒータが厚みのバラツキを有していると、ヒータの部位によって発熱量が異なり、ウエハの面内で温度差が生じる原因となる。

[0008] そこで、本願の発明者は、セラミック製の基体の表面に予め厚みのバラツキが許容範囲に収まっている金属薄膜を貼り付け、次に金属薄膜をエッチングすることでヒータパターンを形成することにより、ヒータの厚みバラツキを解消した静電チャック装置を製造できることを提案した。この方法においては、基体と金属薄膜とを貼りつける際に、エポキシ系、ポリイミド系、シリコン系など耐熱性の高い有機系接着剤を用い、耐熱性の高い接着層を形成していた。

[0009] なお、「接着層の耐熱性」とは、加えられた熱に対して接着層が溶解または分解せず、一定の状態を保つことができることを意味する。例えば、「接着層が200℃以上の耐熱性を有する」とは、接着層が200℃の温度になっても、溶解または分解しないことを意味する。

[0010] しかし、基体とヒータとの間の接着層の形成材料に上述のような有機系接着剤を用いた静電チャック装置の場合、接着層の劣化や、セラミック製の基体と接着層との熱膨張係数の違いに起因して、基体の変形やヒータの剥離など種々の問題が生じるおそれがある。このような問題は、200℃以上の高温環境下で静電チャック装置を使用した場合、顕在化しやすく、改善する技術が求められていた。

[0011] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、高温環境下でも使用することが可能な耐熱性の高い静電チャック装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記の課題を解決するため、本発明の一態様は、一主面に板状試料を載置する載置面、及び静電吸着用電極を備えた静電チャック部、前記静電チャック部に対し前記載置面とは反対側に配置され前記静電チャック部を冷却する温度調節用ベース部、前記静電チャック部と前記温度調節用ベース部との間

に層状に配置されたヒータエレメント、並びに前記ヒータエレメントと前記静電チャック部との間に設けられ、前記ヒータエレメントと前記静電チャック部とを接着する第1接着層、を備え、前記第1接着層は、無機ガラスまたは一部結晶化したガラス構造を有する無機物からなる静電チャック装置を提供する。

[0013] 本発明の一態様においては、前記ヒータエレメントと前記温度調節用ベース部との間に、無機セラミック膜が更に設けられ、前記ヒータエレメントは、前記第1接着層と前記無機セラミック膜とで埋設されている構成としてもよい。

[0014] 本発明の一態様においては、前記無機セラミック膜は、セラミック溶射膜である構成としてもよい。

[0015] 本発明の一態様においては、前記セラミック溶射膜は、酸化アルミニウムまたは酸化イットリウムの溶射膜である構成としてもよい。

[0016] 本発明の一態様においては、前記無機セラミック膜と前記温度調節用ベース部との間に、第2接着層が更に設けられ、前記第2接着層は、有機接着剤を含む構成としてもよい。

[0017] 本発明の一態様においては、前記静電チャック部の熱膨張係数をA、前記ヒータエレメントの熱膨張係数をB、前記第1接着層の熱膨張係数をCとしたとき、 $A < C < B$ または $A > C > B$ である構成としてもよい。

[0018] 本発明の一態様においては、前記第1接着層は、グリーンシートである構成としてもよい。

[0019] 本発明の一態様においては、前記ヒータエレメントの熱膨張係数をB、前記第1接着層の熱膨張係数をC、前記無機セラミック膜の熱膨張係数をDとしたとき、 $B < D < C$ または $B > D > C$ である構成としてもよい。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、高温環境下でも使用することが可能な耐熱性の高い静電チャック装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本実施形態の静電チャック装置の断面図である。

[図2]本実施形態の静電チャック装置の製造方法を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図1、2を参照しながら、本実施形態に係る静電チャック装置について説明する。なお、以下の全ての図面においては、図面を見やすくするため、各構成要素の寸法や比率などは適宜異ならせてある。

[0023] 図1は、静電チャック装置1の断面図である。図に示すように、静電チャック装置1は、円板状の静電チャック部2と、静電チャック部2を所望の温度に調整する厚みのある円板状の温度調節用ベース部3と、静電チャック部2の下面に接着されたヒータ部10と、を備えている。さらに、温度調節用ベース部3の上面に接着材6を介して接着された絶縁部材7と、静電チャック部2の下面のヒータ部10と温度調節用ベース部3上の絶縁部材7とを対向させた状態でこれらを接着一体化する有機系接着剤等からなる第2接着層8と、を有している。

[0024] 静電チャック装置1には、静電チャック部2、第2接着層8、絶縁部材7、接着材6、並びに温度調節用ベース部3を貫通する冷却ガス導入孔18が形成されている。冷却ガス導入孔18からは、He等の冷却ガスが供給される。冷却ガスは、静電チャック部2の載置面19と板状試料Wの下面との隙間を流れて、板状試料Wの温度を下げる働きをする。

[0025] 静電チャック部2は、上面が半導体ウエハ等の板状試料Wを載置する載置面19とされた載置板11と、載置板11と一体化され該載置板11を支持する支持板12と、これら載置板11と支持板12との間に設けられた静電吸着用内部電極13及び静電吸着用内部電極13の周囲を絶縁する絶縁材層14と、支持板12を貫通するようにして設けられ静電吸着用内部電極13に直流電圧を印加する給電用端子15と、を有している。

[0026] 図に示すように、静電チャック部2の載置面19には、直径が板状試料Wの厚みより小さい突起部30が複数個形成されている。静電チャック装置1は、複数の突起部30が板状試料Wを支える構成になっている。

- [0027] また載置面 19 の周縁部分には、周縁壁 17 が形成されている。周縁壁 17 は、突起部 30 と同じ高さに形成されており、突起部 30 とともに板状試料 W を支持する。周縁壁 17 は、載置面 19 と板状試料 W との間に導入される冷却ガスが漏れ出すことを抑制するために設けられている。
- [0028] 載置板 11 および支持板 12 は、重ね合わせた面の形状を同じくする円板状のもので、酸化アルミニウム－炭化ケイ素 (Al_2O_3-SiC) 複合焼結体、酸化アルミニウム (Al_2O_3) 焼結体、窒化アルミニウム (AlN) 焼結体、酸化イットリウム (Y_2O_3) 焼結体等の機械的な強度を有し、かつ腐食性ガス及びそのプラズマに対する耐久性を有する絶縁性のセラミックス焼結体からなるものである。
- [0029] セラミックス焼結体中のセラミックス粒子の平均粒径は $10\mu m$ 以下が好ましく、 $2\mu m$ 以下がより好ましい。静電チャック部 2 の載置面 19 に設けられる突起部 30 の形成過程でサンドブラスト加工を行う。サンドブラスト工程は、載置面 19 の表面にダメージを与えて、掘削する工程であるため、突起部 30 の内部にクラックが残留する。クラックは、サンドブラスト工程の後に行われるバフ研磨によって、強制的に進行され、事前に除去される。
- [0030] クラックは、セラミック焼結体中のセラミック粒子の粒界に形成される。したがって、セラミック粒子の粒径が大きい場合には、バフ研磨を経ることで、粒界に沿って大きく角部が除去される。セラミック粒子の粒径が大きくなるほど、突起部 30 はより丸みを帯びた形状となる。後段において、説明するように、本実施形態の突起部 30 は、高さ方向に断面積の変化がないことが好ましいため、突起部 30 は丸みを帯びていないことが好ましい。セラミックス粒子の平均粒径は $10\mu m$ 以下（より好ましくは $2\mu m$ 以下）とすることで、高さ方向に沿った断面積の変化を抑制した突起部 30 を載置面 19 に形成することができる。
- [0031] 載置板 11、支持板 12、静電吸着用内部電極 13 及び絶縁材層 14 の合計の厚み、即ち、静電チャック部 2 の厚みは $0.5mm$ 以上かつ $5.0mm$ 以下が好ましい。静電チャック部 2 の厚みが $0.5mm$ を下回ると、静電チ

チャック部2の機械的強度を確保することができない。一方、静電チャック部2の厚みが5.0mmを上回ると、静電チャック部2の熱容量が大きくなり過ぎて、載置される板状試料Wの熱応答性が劣化し、さらには、静電チャック部2の横方向の熱伝導の増加により、板状試料Wの面内温度を所望の温度パターンに維持することが困難になる。

[0032] 特に、載置板11の厚みは、0.3mm以上かつ2.0mm以下が好ましい。載置板11の厚みが0.3mmを下回ると、静電吸着用内部電極13に印加された電圧により放電するおそれがある。一方、2.0mmを超えると、板状試料Wを十分に吸着固定することができず、したがって、板状試料Wを十分に加熱することが困難となる。

[0033] 静電吸着用内部電極13は、電荷を発生させて静電吸着力で板状試料Wを固定するための静電チャック用電極として用いられるもので、その用途によって、その形状や、大きさが適宜調整される。

[0034] 静電吸着用内部電極13は、酸化アルミニウム-炭化タンタル(Al_2O_3-TaC)導電性複合焼結体、酸化アルミニウム-タングステン(Al_2O_3-W)導電性複合焼結体、酸化アルミニウム-炭化ケイ素(Al_2O_3-SiC)導電性複合焼結体、窒化アルミニウム-タングステン($AlN-W$)導電性複合焼結体、窒化アルミニウム-タンタル($AlN-Ta$)導電性複合焼結体、酸化イットリウム-モリブデン(Y_2O_3-Mo)導電性複合焼結体等の導電性セラミックス、あるいは、タングステン(W)、タンタル(Ta)、モリブデン(Mo)等の高融点金属により形成されている。

[0035] 静電吸着用内部電極13の厚みは、特に限定されるものではないが、0.1 μm 以上かつ100 μm 以下が好ましく、特に好ましくは5 μm 以上かつ20 μm 以下である。

厚みが0.1 μm を下回ると、十分な導電性を確保することができない。一方、厚みが100 μm を越えると、静電吸着用内部電極13と載置板11及び支持板12との間の熱膨張率差に起因して、静電吸着用内部電極13と載置板11及び支持板12との接合界面にクラックが入り易くなる。

- [0036] このような厚みの静電吸着用内部電極 1 3 は、スパッタ法や蒸着法等の成膜法、あるいはスクリーン印刷法等の塗工法により容易に形成することができる。
- [0037] 絶縁材層 1 4 は、静電吸着用内部電極 1 3 を囲繞して腐食性ガス及びそのプラズマから静電吸着用内部電極 1 3 を保護する。また、絶縁材層 1 4 は、載置板 1 1 と支持板 1 2 との境界部、すなわち静電吸着用内部電極 1 3 以外の外周部領域を接合一体化するものである。絶縁材層 1 4 は、載置板 1 1 及び支持板 1 2 を構成する材料と同一組成または主成分が同一の絶縁材料により構成されている。
- [0038] 給電用端子 1 5 は、静電吸着用内部電極 1 3 に直流電圧を印加するために設けられた棒状のもので、給電用端子 1 5 の材料としては、耐熱性に優れた導電性材料であれば特に制限されるものではない。給電用端子 1 5 は、熱膨張係数が静電吸着用内部電極 1 3 及び支持板 1 2 の熱膨張係数に近似したものが好ましく、例えば、静電吸着用内部電極 1 3 を構成している導電性セラミックス、あるいは、タングステン (W)、タンタル (Ta)、モリブデン (Mo)、ニオブ (Nb)、コバル合金等の金属材料が好適に用いられる。
- [0039] 給電用端子 1 5 は、絶縁性を有する碍子 2 3 により温度調節用ベース部 3 に対して絶縁されている。
- [0040] そして、給電用端子 1 5 は支持板 1 2 に接合一体化され、さらに、載置板 1 1 と支持板 1 2 とは、静電吸着用内部電極 1 3 及び絶縁材層 1 4 により接合一体化されて静電チャック部 2 を構成している。
- [0041] 静電チャック部 2 の熱膨張係数は、特に限定されない。静電チャック装置 1 においては、エッチングや CVD 等、各種用途にあわせて静電チャック部 2 の載置板 1 1 や支持板 1 2 の形成材料を変更することがある。また、静電チャック部 2 においては、静電チャック部 2 全体の熱膨張係数に対して、載置板 1 1 や支持板 1 2 の熱膨張係数の影響が支配的である。そのため、静電チャック部 2 の熱膨張係数は、静電チャック装置 1 の各種用途に合わせて選

択されたセラミック材料の熱膨張係数とほぼ等しくなる。

[0042] 温度調節用ベース部3は、静電チャック部2を所望の温度に調整するためのもので、厚みのある円板状のものである。

[0043] 温度調節用ベース部3としては、例えば、その内部に水を循環させる流路（図示略）が形成された水冷ベース等が好適である。

[0044] 温度調節用ベース部3を構成する材料としては、熱伝導性、導電性、加工性に優れた金属、またはこれらの金属を含む複合材であれば特に制限はなく、例えば、アルミニウム（Al）、アルミニウム合金、銅（Cu）、銅合金、ステンレス鋼（SUS）等が好適に用いられる。温度調節用ベース部3の少なくともプラズマに曝される面は、アルマイト処理が施されているか、あるいはアルミナ等の絶縁膜が成膜されていることが好ましい。

[0045] ヒータ部10は、静電チャック部2の下面に接着された第1接着層4aと、第1接着層4aの下面に接着され、所定のパターンを有するヒータエレメント5と、ヒータエレメント5の下面からヒータエレメント5を覆って設けられた無機セラミック膜4bとを有している。

[0046] 第1接着層4aは、無機接着剤を形成材料とし、ヒータエレメント5を静電チャック部2に接着する層である。第1接着層4aの厚みは5 μ m～100 μ mが好ましく、より好ましくは10 μ m～50 μ mである。

[0047] 第1接着層4aの形成材料である無機接着剤は、シリカ（SiO₂）、アルミナ（Al₂O₃）、ジルコニア（ZrO₂）等を主成分とし、熱等により硬化することによりガラス質あるいは一部結晶化した構造となる接着剤である。無機接着材には、熱伝導率の調節のために、炭化ケイ素（SiC）、窒化アルミニウム（AlN）等のフィラーを導入してもよい。

[0048] このような無機系接着剤として、具体的には、東亜合成社製のアロンセラミック、朝日化学工業社製のスミセラムS、アテムコ社製のセラマボンド、スリーボンド社製の耐熱性無機接着剤3700シリーズ等のジェル状の接着材を挙げることができる。

[0049] また、静電チャック部2及びその上に載置するシリコンウエハWの面内温

度を均一するためには、接着層 4 a の層厚を均一にし、静電チャック部 2 下部からの熱伝導を均一にする構成が好ましい。そのため、第 1 接着層 4 a の形成材料として、上記のジェル状の接着剤ではなく、一般にグリーンシートと称されるシート状の無機系接着剤を使用することが好ましい。グリーンシートは、シリカやアルミナなどの無機酸化物の粒子と樹脂バインダとを均一な厚みのシート状に成形してなるものである。グリーンシートを用いると、ジェル状の接着材と異なり、塗りムラに起因した層厚の変化が生じないため、接着層 4 a の層厚を容易に均一にすることが可能となる。

[0050] このようにして形成した第 1 接着層 4 a は、無機ガラス及び一部結晶化したガラス構造を有する無機物からなる。

[0051] 第 1 接着層 4 a の熱膨張係数は、静電チャック部 2 の熱膨張係数よりも大きく、ヒータエレメント 5 に使用される金属の熱膨張係数よりも小さい、または静電チャック部 2 の熱膨張係数よりも小さく、ヒータエレメント 5 に使用される金属の熱膨張係数よりも大きいことが好ましい。すなわち、本実施形態の静電チャック装置 1 では、静電チャック部 2 の熱膨張係数を A、ヒータエレメント 5 の熱膨張係数を B、第 1 接着層 4 a の熱膨張係数を C としたとき、 $A < C < B$ 、または $A > C > B$ という関係を満たすとよい。

[0052] さらに、静電チャック部 2 の熱膨張係数 A とヒータエレメント 5 の熱膨張係数 B との平均値（算術平均値）を $X = (A + B) / 2$ 、熱膨張係数 A と平均値 X との差の絶対値または熱膨張係数 B と平均値 X との差の絶対値を $Y = |B - A| / 2$ 、としたとき、第 1 接着層 4 a の熱膨張係数 C は、 $X - 0.8 Y \leq C \leq X + 0.8 Y$ が好ましく、 $X - 0.6 Y \leq C \leq X + 0.6 Y$ がさらに好ましい。これにより、第 1 接着層 4 a を用いて静電チャック部 2 とヒータエレメント 5 に使用される金属とを接着した場合、繰り返しの使用（昇降温度）によっても剥離しにくくなる。

[0053] 第 1 接着層 4 a の面内の厚みのバラツキは $10 \mu\text{m}$ 以内が好ましい。第 1 接着層 4 a の面内の厚みのバラツキが $10 \mu\text{m}$ を超えると、静電チャック部 2 とヒータエレメント 5 との面内間隔に $10 \mu\text{m}$ を超えるバラツキが生じる

。その結果、ヒータエレメント5から静電チャック部2に伝わる熱の面内均一性が低下し、静電チャック部2の載置面19における面内温度が不均一となるので、好ましくない。

[0054] ヒータエレメント5は、支持板12の下面に第1接着層4aにより接着固定されている。ヒータエレメント5は、幅の狭い帯状の金属材料を蛇行させた1つの連続した帯状のヒータパターンである。帯状のヒータエレメント5の両端部には、図1に示す給電用端子22が接続され、給電用端子22は、絶縁性を有する碍子23により温度調節用ベース部3に対して絶縁されている。

[0055] ヒータエレメント5のヒータパターンは、1つのヒータパターンにより構成してもよいが、相互に独立した2つ以上のヒータパターンにより構成してもよい。相互に独立した複数のヒータパターンを個々に制御することにより、処理中の板状試料Wの温度を自由に制御できる。

[0056] ヒータエレメント5は、厚みが0.2mm以下、好ましくは0.1mm以下の一定の厚みを有する非磁性金属薄板、例えば、チタン(Ti)薄板、タングステン(W)薄板、モリブデン(Mo)薄板等をフォトリソグラフィ法により、所望のヒータパターンにエッチング加工することで形成される。

[0057] ヒータエレメント5の熱膨張係数は、特に限定されない。ヒータエレメント5の熱膨張係数は、上述したような静電チャック装置1の各種用途に合わせ、通電時の抵抗発熱により、所望の温度まで昇温可能な金属材料の熱膨張係数となる。

[0058] ヒータエレメント5の厚みを0.2mm以下とした理由は、厚みが0.2mmを超えると、ヒータエレメント5のパターン形状が板状試料Wの温度分布として反映され、板状試料Wの面内温度を所望の温度パターンに維持することが困難になるためである。

[0059] また、ヒータエレメント5を非磁性金属で形成すると、静電チャック装置1を高周波雰囲気中で用いてもヒータエレメント5が高周波により自己発熱しない。したがって、板状試料Wの面内温度を所望の一定温度または一定の

温度パターンに維持することが容易となるので好ましい。

[0060] また、一定の厚みの非磁性金属薄板を用いてヒータエレメント5を形成することで、ヒータエレメント5の厚みが加熱面全域で一定となる。これにより、ヒータエレメント5の発熱量を加熱面全域で一定とすることができ、静電チャック部2の載置面19における温度分布を均一化できる。

[0061] 無機セラミック膜4bは、下面からヒータエレメント5を覆って設けられている。無機セラミック膜4bは、ヒータエレメント5のヒータパターンの隙間を埋設している。そのため、ヒータエレメント5は、第1接着層4aと無機セラミック膜4bとに周囲を囲まれ、第1接着層4aと無機セラミック膜4bとにより封止されている。

[0062] 無機セラミック膜4bは、アルミナまたはイットリア (Y_2O_3) を主成分としたものを用いることができる。また、無機セラミック膜4bは、単相であってもよく、混相であってもよい。さらに、無機セラミック膜4bは、単層であってもよく、二層以上の多層構造であってもよい。

[0063] 無機セラミック膜4bは、フレイム溶射、プラズマ溶射、レーザー溶射等によりセラミックをプラズマ溶射して設けられた溶射膜を好適に用いることができる。また、無機セラミック膜4bは、溶射したセラミック粒子の結合の為に用いられるエポキシ等のバインダや、ヒータエレメント5との接着成分を含んでもよい。さらには、第1接着層4aで記載した無機ガラス及び一部結晶化したガラス構造を有する無機物を用いることができる。

[0064] 無機セラミック膜4bの熱膨張係数は、第1接着層4aの熱膨張係数よりも大きく、且つヒータエレメント5に使用される金属の熱膨張係数よりも小さいものとするか、または第1接着層4aの熱膨張係数よりも小さく、ヒータエレメント5に使用される金属の熱膨張係数よりも大きいものとするのが好ましい。すなわち、本実施形態の静電チャック装置1では、ヒータエレメント5の熱膨張係数をB、第1接着層4aの熱膨張係数をC、無機セラミック膜4bの熱膨張係数をDとしたとき、 $B < D < C$ 、または $B > D > C$ という関係を満たすとよい。

- [0065] さらに、第1接着層4 aの熱膨張係数Cとヒータエレメント5の熱膨張係数Bとの平均値（算術平均値）を $M = (B + C) / 2$ 、熱膨張係数Bと平均値Mとの差の絶対値または熱膨張係数Cと平均値Mとの差の絶対値を $N = |B - C| / 2$ 、としたとき、無機セラミック膜4 bの熱膨張係数Dは、 $M - 0.8N \leq D \leq M + 0.8N$ が好ましく、 $M - 0.6N \leq D \leq M + 0.6N$ がさらに好ましい。これにより、第1接着層4 aとヒータエレメント5とを接着した場合、繰り返しの使用（昇降温度）によっても剥離しにくくなる。
- [0066] 接着材6は、温度調節用ベース部3の上面に絶縁部材7を接着するためのものである。接着材6は、ポリイミド樹脂、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂等の耐熱性及び絶縁性を有するシート状またはフィルム状の接着性樹脂であり、厚みは $5 \mu m \sim 100 \mu m$ が好ましく、より好ましくは $10 \mu m \sim 50 \mu m$ である。
- [0067] 接着材6の面内の厚みのバラツキは $10 \mu m$ 以内が好ましい。接着材6の面内の厚みのバラツキが $10 \mu m$ を超えると、温度調節用ベース部3と絶縁部材7との間隔に $10 \mu m$ を超えるバラツキが生じる。その結果、温度調節用ベース部3による静電チャック部2の温度制御の面内均一性が低下し、静電チャック部2の載置面19における面内温度が不均一となるので、好ましくない。
- [0068] 絶縁部材7は、ポリイミド樹脂、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂等の絶縁性及び耐電圧性を有するフィルム状またはシート状の樹脂であり、絶縁部材7の面内の厚みのバラツキは $10 \mu m$ 以内が好ましい。
- [0069] 絶縁部材7の面内の厚みのバラツキが $10 \mu m$ を超えると、厚みの大小により温度分布に高低の差が生じる。その結果、絶縁部材7の厚み調整による温度制御に悪影響を及ぼすので、好ましくない。
- [0070] 絶縁部材7の熱伝導率は、 $0.05 W/mK$ 以上かつ $0.5 W/mK$ 以下が好ましく、より好ましくは $0.1 W/mK$ 以上かつ $0.25 W/mK$ 以下である。
- [0071] 熱伝導率が $0.1 W/mK$ 未満であると、静電チャック部2から温度調節

用ベース部3への絶縁部材7を介しての熱伝道が難くなり、冷却速度が低下するので好ましくない。一方、熱伝導率が 1 W/m K を超えると、ヒータ部から温度調節用ベース部3への絶縁部材7を介しての熱伝導が増加し、昇温速度が低下するので好ましくない。

[0072] 第2接着層8は、静電チャック部2の下面と温度調節用ベース部3の上面との間に介在する。第2接着層8は、ヒータエレメント5が接着された静電チャック部2と温度調節用ベース部3とを接着一体化するとともに、熱応力の緩和作用を有する。

[0073] 第2接着層8は、その内部や、静電チャック部2の下面、ヒータエレメント5の下面、並びに温度調節用ベース部3の上面との界面に空隙や欠陥が少ないことが望まれる。空隙や欠陥が形成されていると、熱伝導性が低下して板状試料Wの均熱性が阻害される虞がある。

[0074] 第2接着層8は、例えば、シリコン系樹脂組成物を加熱硬化した硬化体またはアクリル樹脂で形成されている。第2接着層8は、流動性ある樹脂組成物を静電チャック部2と温度調節用ベース部3の間に充填した後に加熱硬化させることで形成することが好ましい。温度調節用ベース部3の下面にはヒータエレメント5が設けられており、これにより凹凸が形成されている。

[0075] また、温度調節用ベース部3の上面及び静電チャック部2の下面は必ずしも平坦ではない。流動性の樹脂組成物を温度調節用ベース部3と静電チャック部2の間に充填させた後に硬化させて第2接着層8を形成することで、静電チャック部2と温度調節用ベース部3の凹凸に起因して第2接着層8に空隙が生じることを抑制できる。これにより、第2接着層8の熱伝導特性を面内に均一にすることが出来、静電チャック部2の均熱性を高めることが出来る。

本実施形態の静電チャック装置1は、以上のような構成となっている。

[0076] 従来の静電チャック装置においては、有機系接着剤を用いてヒータエレメントをセラミック板（静電チャック部）に貼りつける構成が知られていた。しかし、このような構成の場合、高温（例えば 200°C 以上）の使用条件で

静電チャック装置を用いると、有機系接着剤を硬化させてなる接着層が、熱により劣化または軟化し、接着力が低下する結果、ヒータエレメントと接着層との界面で剥がれが生じることがあった。また、接着層が熱により硬化収縮し、ヒータエレメントと静電チャック部との離間距離や熱伝達率が、場所により不均一となることがあった。そのような劣化が生じた静電チャック装置では、板状試料（ウエハ）の面内で温度差が生じやすかった。

[0077] これに対して、本実施形態の静電チャック装置では、ヒータエレメント 5 と静電チャック部 2 との接着に、無機接着剤を用いて形成する第 1 接着層 4 a を用いている。そのため、高温の使用条件においても、従来の静電チャック装置のように第 1 接着層 4 a の熱劣化に起因した不具合が生じずに使用することが可能である。

[0078] また、有機系接着剤を硬化させてなる接着層の熱膨張係数は、静電チャック部やヒータエレメントの熱膨張係数に対してかなり大きい。そのため、上記従来の静電チャック装置の構成の場合、高温の使用条件において接着層が大きく熱膨張し、静電チャック部が変形することがあった。

[0079] これに対して、本実施形態の静電チャック装置 1 では、静電チャック部 2 、第 1 接着層 4 a 、無機セラミック膜 4 b 、ヒータエレメント 5 の各熱膨張係数は上述した通りとなっている。具体的には本実施形態の静電チャック装置 1 では、静電チャック部 2 の熱膨張係数を A 、ヒータエレメント 5 の熱膨張係数を B 、第 1 接着層 4 a の熱膨張係数を C としたとき、 $A < C < B$ 、または $A > C > B$ という関係を満たすとよい。

[0080] また、本実施形態の静電チャック装置 1 では、ヒータエレメント 5 の熱膨張係数を B 、第 1 接着層 4 a の熱膨張係数を C 、無機セラミック膜 4 b の熱膨張係数を D としたとき、 $B < D < C$ 、または $B > D > C$ という関係を満たすとよい。

[0081] このような関係を満たす場合、高温の使用条件においても装置の変形を効果的に抑制することができる。

[0082] 図 2 は、本実施形態の静電チャック装置 1 の製造方法を示す説明図であり

、第1接着層4 a、ヒータエレメント5、無機セラミック膜4 bを製造する工程について説明する工程図である。

[0083] まず、図2の(a)に示すように、静電チャック部2を構成する支持板12の表面に、無機接着材4 xを介して、ヒータエレメント5の材料である金属薄膜5 Aを配置する。無機接着材4 xとしては、たとえば、市販のガラスグリーンシートを用いることができる。

[0084] 次に、図2の(b)に示すように、支持板12、無機接着材4 x、金属薄膜5 Aの全体を加熱して無機接着材4 xを焼成し、第1接着層4 aを形成する。形成された第1接着層4 aは、金属薄膜5 Aを支持板12に接着する。焼成条件は、用いる無機接着材4 xに応じて異なるが、無機接着材4 xに含まれる有機系のバインダが無くなり、無機接着材4 xに含まれるシリカやアルミナの粒子が焼結する程度の温度および時間を設定するとよい。

[0085] 次に、図2の(c)に示すように、公知のフォトリソグラフィ法を用いてマスクを形成し、当該マスクを介して金属薄膜5 Aをエッチングする。これにより、所定のパターンを有するヒータエレメント5を形成する。

[0086] 次に、図2の(d)に示すように、セラミックをプラズマ溶射することで、ヒータエレメント5の隙間5 xにセラミックの粒子pを堆積させて埋設する。さらにプラズマ溶射を続けることで、セラミック溶射膜を形成材料とする無機セラミック膜4 bを形成し、ヒータ部10を形成する。

[0087] この後、得られたヒータ部10と支持板12との積層体に対し所定の加工を施した後、当該積層体を無機セラミック膜4 bの表面に接する第2接着層8(図1参照)を介して、温度調節用ベース部3に接着する。これにより、本実施形態の静電チャック装置1を製造することができる。

[0088] 以上のような構成の静電チャック装置によれば、高温環境下でも使用することが可能な耐熱性の高い静電チャック装置を提供することができる。

[0089] 以上、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施の形態例について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。上述した例において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本

発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

産業上の利用可能性

[0090] 本発明の静電チャック装置は耐熱性が高く、高温環境下でも使用することが可能である。

符号の説明

[0091] 1…静電チャック装置、2…静電チャック部、4 a…接着層、4 a…第1接着層、4 b…無機セラミック膜、5…ヒータエレメント、8…第2接着層、19…載置面、W…板状試料

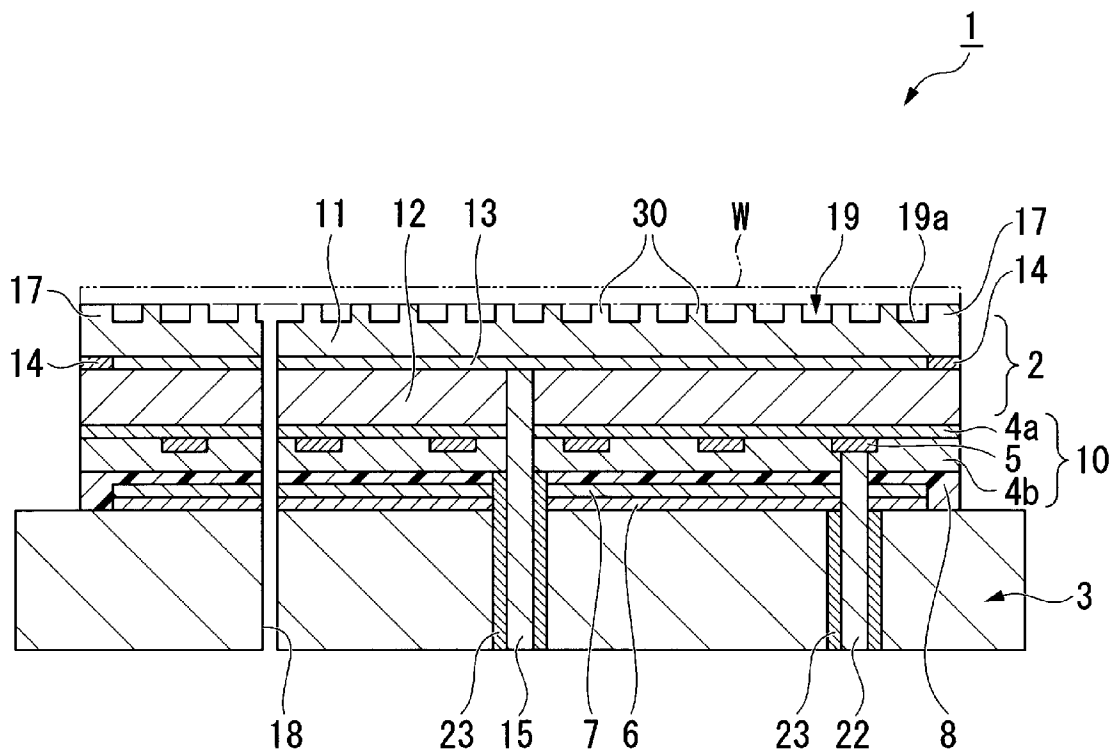
請求の範囲

- [請求項1] 一主面に板状試料を載置する載置面、及び静電吸着用電極を備えた静電チャック部；
- 前記静電チャック部に対し前記載置面とは反対側に配置され前記静電チャック部を冷却する温度調節用ベース部；
- 前記静電チャック部と前記温度調節用ベース部との間に層状に配置されたヒータエレメント；並びに
- 前記ヒータエレメントと前記静電チャック部との間に設けられ、前記ヒータエレメントと前記静電チャック部とを接着する第1接着層；を備え、
- 前記第1接着層は、無機ガラスまたは一部結晶化したガラス構造を有する無機物からなる静電チャック装置。
- [請求項2] 前記ヒータエレメントと前記温度調節用ベース部との間に、無機セラミック膜が更に設けられ、
- 前記ヒータエレメントは、前記第1接着層と前記無機セラミック膜とで埋設されている、請求項1に記載の静電チャック装置。
- [請求項3] 前記無機セラミック膜は、セラミック溶射膜である請求項2に記載の静電チャック装置。
- [請求項4] 前記セラミック溶射膜は、酸化アルミニウムまたは酸化イットリウムの溶射膜である、請求項3に記載の静電チャック装置。
- [請求項5] 前記無機セラミック膜と前記温度調節用ベース部との間に、第2接着層が更に設けられ、
- 前記第2接着層は、有機接着剤を含む、請求項2から4のいずれか1項に記載の静電チャック装置。
- [請求項6] 前記静電チャック部の熱膨張係数をA、前記ヒータエレメントの熱膨張係数をB、前記第1接着層の熱膨張係数をCとしたとき、 $A < C < B$ または $A > C > B$ である、請求項2から5のいずれか1項に記載の静電チャック装置。

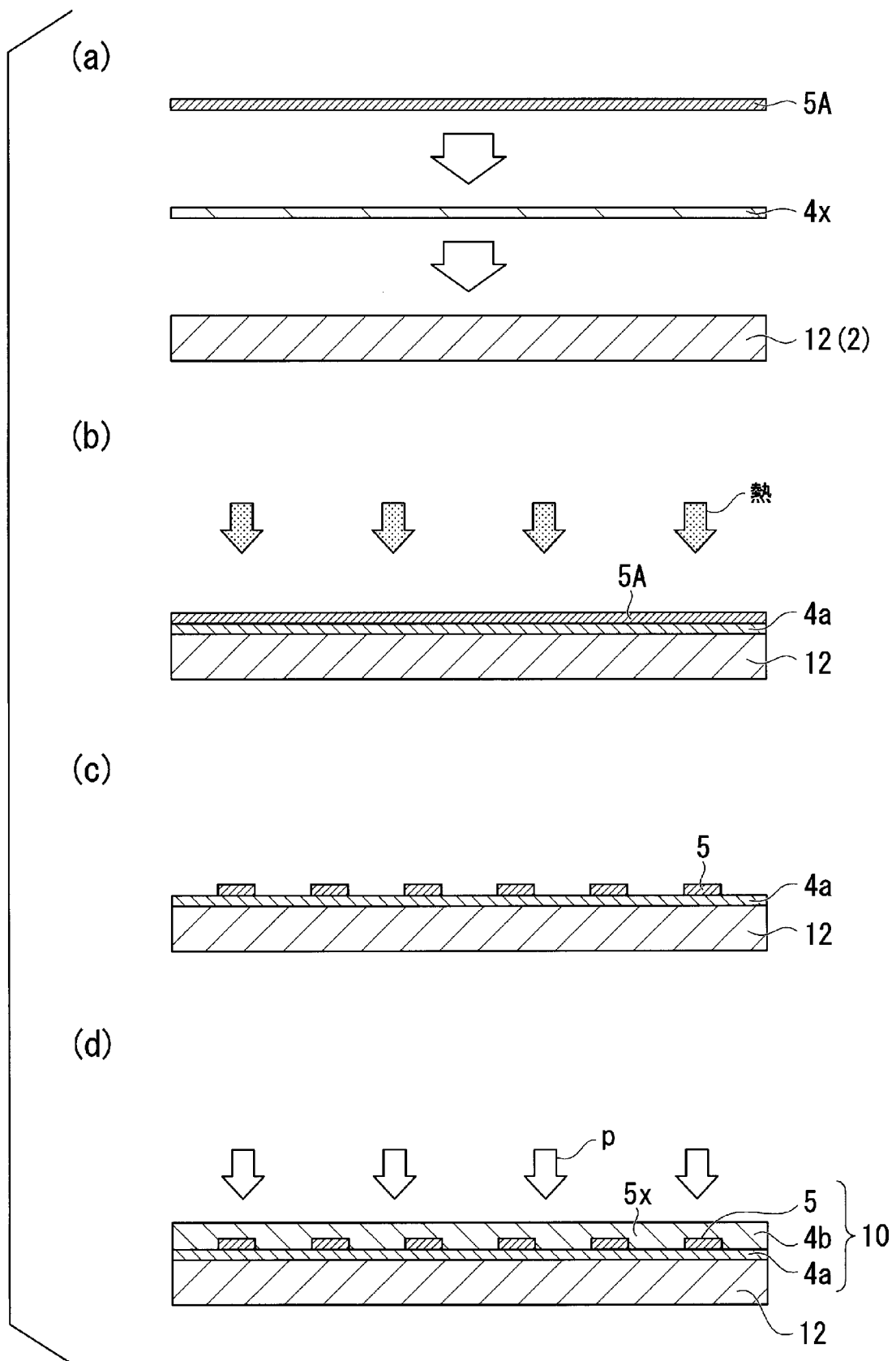
[請求項7] 前記第1接着層は、グリーンシートである、請求項1から6のいずれか1項に記載の静電チャック装置。

[請求項8] 前記ヒータエレメントの熱膨張係数をB、前記第1接着層の熱膨張係数をC、前記無機セラミック膜の熱膨張係数をDとしたとき、 $B < D < C$ または $B > D > C$ である請求項2から7のいずれか1項に記載の静電チャック装置。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053386

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/683(2006.01)i, H02N13/00(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)

H01L21/683, H02N13/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2008-300491 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 11 December 2008 (11.12.2008), claim 1; paragraphs [0017] to [0032]; fig. 1 (Family: none)	1 2-8
Y	JP 2013-120835 A (Shinko Electric Industries Co., Ltd.), 17 June 2013 (17.06.2013), paragraphs [0027] to [0036]; fig. 1 & US 2013/0148253 A1 paragraphs [0032] to [0041]; fig. 1	2-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 April 2016 (14.04.16)

Date of mailing of the international search report
26 April 2016 (26.04.16)

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/JP2016/053386

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-168134 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 22 June 1999 (22.06.1999), claims 1, 2; paragraphs [0016] to [0027] & US 6272002 B1 claims 1, 2; column 5, line 9 to column 9, line 13 & TW 442888 B	6-8
Y	JP 10-144778 A (Kobe Steel, Ltd.), 29 May 1998 (29.05.1998), paragraphs [0013] to [0019] (Family: none)	6-8
A	WO 2012/128348 A1 (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 27 September 2012 (27.09.2012), entire text; all drawings & US 2014/0008880 A1 & CN 103443914 A & KR 10-2014-0004756 A & TW 201250917 A	1-8
A	JP 2005-347559 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 15 December 2005 (15.12.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

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, H02N13/00(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, H02N13/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2008-300491 A (住友大阪セメント株式会社) 2008.12.11, 請求項1, 段落[0017]-[0032], 図1 (ファミリーなし)	1 2-8
Y	JP 2013-120835 A (新光電気工業株式会社) 2013.06.17, 段落[0027]-[0036], 図1 & US 2013/0148253 A1, 段落[0032]-[0041], 図1	2-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

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

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

14.04.2016

国際調査報告の発送日

26.04.2016

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
Y	JP 11-168134 A (信越化学工業株式会社) 1999. 06. 22, 請求項 1, 2, 段落[0016]-[0027] & US 6272002 B1, 請求項 1, 2, 第 5 欄第 9 行—第 9 欄第 13 行 & TW 442888 B	6 — 8
Y	JP 10-144778 A (株式会社神戸製鋼所) 1998. 05. 29, 段落 [0013]-[0019] (ファミリーなし)	6 — 8
A	WO 2012/128348 A1 (住友大阪セメント株式会社) 2012. 09. 27, 全文, 全図 & US 2014/0008880 A1 & CN 103443914 A & KR 10-2014-0004756 A & TW 201250917 A	1 — 8
A	JP 2005-347559 A (日本特殊陶業株式会社) 2005. 12. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 — 8