

(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
2012 年 11 月 1 日(01.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/147931 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/JP2012/061402
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 27 日(27.04.2012)
- (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 2011-099982 2011 年 4 月 27 日(27.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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 2 8 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三浦 幸夫 (MIURA Yukio) [JP/JP]; 〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP). 石村 和典 (ISHIMURA Kazunori) [JP/JP]; 〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP).

小坂井 守(KOSAKAI Mamoru) [JP/JP]; 〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP).

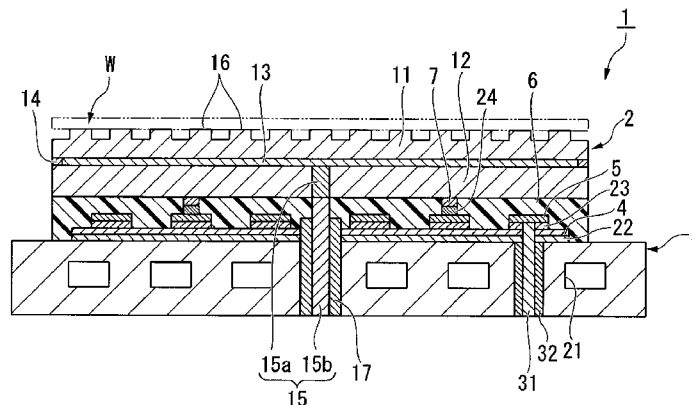
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: ELECTROSTATIC CHUCK DEVICE

(54) 発明の名称: 静電チャック装置

[図1]



(57) Abstract: An electrostatic chuck device comprises: a main surface as a seat surface for placing a plate-shaped sample (W) thereon; an electrostatic chuck part (2) in which an internal electrode (13) is disposed for electrostatic adsorption; and a temperature control base (3) for controlling the temperature of the electrostatic chuck part (2), wherein a surface of the temperature control base (3) close to the electrostatic chuck part is partially or entirely covered with a sheet-type or film-type insulator (4), a thin-plate heater element (5) is bonded to the insulator (4), and the electrostatic chuck part (2) and the temperature control base (3) are bonded together through an insulative organic adhesive layer (6) formed by hardening a liquid adhesive.

(57) 要約: 板状試料 (W) を載置する載置面である一つの主面を有し、かつ静電吸着用内部電極 (13) を内蔵する静電チャック部 (2) と、静電チャック部 (2) の温度を調整する温度調整用ベース部 (3) とを備え、温度調整用ベース部 (3) の、静電チャック部側に位置する面の一部または全体はシート状またはフィルム状の絶縁材 (4) により被覆され、この絶縁材 (4) 上には薄板状のヒータエレメント (5) が接着され、静電チャック部 (2) と温度調整用ベース部 (3) とは、液状の接着剤を硬化した絶縁性の有機系接着剤層 (6) を介して接着一体化されている、静電チャック装置。



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, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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。

本願は、2011年4月27日に、日本に出願された特願2011-09982号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、半導体製造プロセスにおいては、素子の高集積化や高性能化に伴い、微細加工技術の更なる向上が求められている。この半導体製造プロセスの中でもエッチング技術は、微細加工技術の重要な一つである。近年では、エッチング技術の内でも、高効率かつ大面積の微細加工が可能なプラズマエッチング技術が主流となっている。

[0003] このプラズマエッチング技術はドライエッチング技術の一種である。プラズマエッチング技術では、加工対象となる固体材料の上にレジストでマスクパターンを形成し、この固体材料を真空中に支持した状態で、この真空中に反応性ガスを導入する。そして、この反応性ガスに高周波の電界を印加することにより、加速された電子がガス分子と衝突してプラズマ状態となるので、このプラズマから発生したラジカル（フリーラジカル）とイオンをマスクパターンから露出する固体材料と反応させ、反応生成物として取り除く。このようにして、固体材料に微細パターンを形成する技術である。

[0004] 一方、原料ガスをプラズマの働きで化合させ、得られた化合物を基板の上に堆積させる薄膜成長技術の一つとして、プラズマCVD法がある。この方法は、原料分子を含むガスに高周波の電界を印加することによりプラズマ放電させる。そして、このプラズマ放電によって加速された電子によって、前記原料分子を分解させ、得られた化合物を堆積させる成膜方法である。低温では熱的励起だけでは起こらなかった反応も、プラズマ中では、系内のガスが相互に衝突し活性化されてラジカルとなるので、反応が可能となる。

プラズマエッチング装置、及びプラズマ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、従来から、試料台に簡単にウエハを取付け及び／又は固定するとともに、前記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。

[0005] このような静電チャック装置としては、例えば、静電吸着用内部電極を内蔵した静電チャック部と、この静電チャック部を冷却する冷却ベース部とを備えた静電チャックであって、前記静電チャック部と冷却ベース部との間に、スクリーン印刷法により形成された厚みが0.5mm以下のヒータが設けられており、このヒータを、静電チャック部に直接接触させるとともに、シリコン樹脂からなる絶縁性の接着剤層により冷却ベース部に固定した、静電チャックが提案されている（特許文献1）。

また、静電吸着用内部電極を内蔵した静電チャック部と、この静電チャック部の温度を所望の温度に調整する温度調整用ベース部と、この静電チャック部と温度調整用ベース部とを接着により一体化する、厚みが200μm以下の非磁性金属からなる薄板状のヒータエレメントと、を内蔵した有機系接着剤層とを備えた静電チャック装置も提案されている（特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-300491号公報

特許文献2：特開2010-40644号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述した特許文献1の静電チャック装置では、静電チャック部の裏面に、直接、ヒータをスクリーン印刷し焼き付けた構造であった。

スクリーン印刷では、ヒータの厚さの調整が難しく、また印刷されたヒータ自体の固有抵抗率の面内でのバラツキを生じ易いことより、面内でのヒータの発熱のバラツキを生じ、結果としてウエハの面内および、個体間での温

度のバラツキを生じる問題を有していた。

また、特許文献2の静電チャック装置では、温度調整用ベース部の表面のうねりが大きい場合、温度調整用ベース部とヒータエレメントとの間の有機系接着剤層の厚みにもバラツキが生じてしまう、という問題点があった。

このように、従来の静電チャック装置では、静電チャック部上に載置されるウエハの面内温度分布のバラツキが大きくなり易かった。したがって、静電チャック部上に載置されるウエハ等の板状試料が、十分な面内温度の均一性を得ることができない、という問題点があった。

[0008] 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、板状試料の吸着面の面内温度の均一性に優れた、静電チャック装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者等は、上記の課題を解決するべく鋭意検討を行った結果、以下の装置によれば、静電チャック部上に載置される板状試料の吸着面の面内温度の均一性が向上することを知見し、本発明を完成するに至った。

すなわち、静電チャック部を所望の温度に調整する温度調整用ベース部の、静電チャック部側に位置する面の一部または全体を、シート状またはフィルム状の絶縁材により被覆する。そして、この絶縁材の上側面であって載置面側の面に、薄板状の加熱部材を接着する。更に、静電チャック部と温度調整用ベース部とを、液状の接着剤を硬化した絶縁性の有機系接着剤層を介して、接着し一体化する。本発明ではこのような構造により、加熱部材と静電チャック部との間隔、及び、加熱部材と温度調整用ベース部との間隔を、均一化することができ、その結果、静電チャック部上に載置される板状試料の吸着面の面内温度の均一性が向上することができる。

[0010] すなわち、本発明の静電チャック装置は、

板状試料を載置する載置面である一つの主面を有し、かつ静電吸着用内部電極を内蔵する静電チャック部と、

前記静電チャック部の温度を調整する温度調整用ベース部と

を備え、

前記温度調整用ベース部の、前記静電チャック部側に位置する面の一部または全体は、シート状またはフィルム状の絶縁材により被覆され、

前記絶縁材の、前記載置面側に位置する面には、薄板状の加熱部材が接着され、

前記静電チャック部と前記温度調整用ベース部とが、液状の接着剤を硬化した絶縁性の有機系接着剤層を介して、接着により一体化されたことを特徴とする。

[0011] この静電チャック装置では、温度調整用ベース部の静電チャック部側の面の一部または全体をシート状またはフィルム状の絶縁材により被覆し、この絶縁材の載置面側の面に薄板状の加熱部材を接着し、静電チャック部と温度調整用ベース部とを液状の接着剤を硬化した絶縁性の有機系接着剤層を介して接着一体化する。この構造により、絶縁材、加熱部材、及び有機系接着剤層により、加熱部材と静電チャック部の載置面との間隔、及び、加熱部材と温度調整用ベース部との間隔を、精度良く維持できる。この構造により、接着剤層の厚みのバラツキに起因する板状試料の面内温度の均一性が低下する虞が無くなる。よって静電チャック部に載置される板状試料の吸着面の面内温度の均一性が向上し、さらには板状試料間の温度均一性も向上する。

[0012] 本発明の静電チャック装置において、前記加熱部材は、非磁性金属からなる厚みが0.2 mm以下の、薄板状のヒータエレメントであることが好ましい。

[0013] 本発明の静電チャック装置において、前記絶縁材の厚みのバラツキは、10 μ m以下であることが好ましい。

[0014] 本発明の静電チャック装置において、前記有機系接着剤層のショア硬度はA90以下、かつ熱伝導率は0.15 W/mk以上であることが好ましい。

[0015] 本発明の静電チャック装置において、有機系接着剤層の厚みは50 μ m以上であり、前記静電チャック部と前記加熱部材との間に配置されるスペーサのヤング率は10 GPa以下であることが好ましい。

- [0016] 本発明の静電チャック装置において、前記加熱部材と前記温度調整用ベース部との間の熱伝達率は、前記加熱部材と前記静電チャック部との間の熱伝達率より小さいことが好ましい。

発明の効果

- [0017] 本発明の静電チャック装置は、温度調整用ベース部の静電チャック部側の面の一部または全体をシート状またはフィルム状の絶縁材により被覆し、この絶縁材の載置面側の面に薄板状の加熱部材を接着し、静電チャック部と温度調整用ベース部とを液状の接着剤を硬化した絶縁性の有機系接着剤層を介して接着一体化する。この構造により、加熱部材と静電チャック部の載置面との間隔、及び、加熱部材と温度調整用ベース部との間隔を、精度良く維持することができる。したがって、接着剤層の厚みのバラツキに起因する板状試料の面内温度の均一性の低下が無くなり、静電チャック部に載置される板状試料の吸着面の面内温度の均一性を向上させることができる。

また、複数の板状試料を順次載置面上に載置して、これらの板状試料に順次各種処理を施す場合においても、これら板状試料間の温度均一性を向上させることができ、板状試料間の製品バラツキを小さくすることができる。

- [0018] 本発明では、加熱部材を、非磁性金属からなる厚みが0.2 mm以下の薄板状のヒータエレメントすることが好ましく、このような構造としたとき、本発明の静電チャック装置を高周波雰囲気中にて用いた場合においても、ヒータエレメントが高周波により自己発熱する虞が無い。したがって、このヒータエレメントのパターンを板状試料に反映され難くことができ、板状試料の面内温度を、所望の温度パターンに維持することができる。

本発明では、絶縁材の厚みのバラツキを10 μ m以下とすることが好ましく、このような構造としたとき、加熱部材と温度調整用ベース部との間隔のバラツキを10 μ m以下に抑えることができ、加熱部材と温度調整用ベース部との間隔を精度良く維持することができる。

- [0019] 本発明では、有機系接着剤層のショア硬度をA90以下とし、かつ熱伝導率を0.15 W/mk以上とすることが好ましく、このような構造としたと

き、この有機系接着剤層により静電チャック部と温度調整用ベース部との熱膨張差に起因する変形を抑制することができ、間隔を精度良く維持することができ、その結果、加熱部材と静電チャック部の一主面（二主面のうちの一方の主面）である載置面との間の熱伝導を向上させることができる。

本発明では、有機系接着剤層の厚みを $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上、かつ静電チャック部と加熱部材との間に配置されるスペーサのヤング率を 10 GPa 以下とすることが好ましい。さらに、スペーサの熱膨張率が、有機系接着剤の熱膨張率の $50\%\sim 200\%$ の範囲であることが好ましい。

このような構造としたとき、静電チャック部の載置面に載置される板状試料の各種処理時の温度上昇による面内温度分布を均一化することができる。

[0020] 本発明では、加熱部材と温度調整用ベース部との間の熱伝達率を、加熱部材と静電チャック部との間の熱伝達率より小さくすることが好ましく、このような構造としたとき、加熱部材から発生した熱を静電チャック部に流れ易くするとともに、温度調整用ベース部に流れ難くすることができる。したがって、加熱部材から発生した熱を静電チャック部を介して板状試料に効率よく伝達することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の一実施形態の静電チャック装置を示す断面図である。

[図2]本発明の実施例の静電チャック装置を 60°C に保持した時の、シリコンウエハの面内温度分布を示す図である。

[図3]本発明の実施例の静電チャック装置の昇温時の、シリコンウエハの面内温度分布を示す図である。

[図4]本発明の実施例の静電チャック装置の降温時の、シリコンウエハの面内温度分布を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 本発明は、半導体製造プロセスにおける半導体ウエハ等の板状試料を静電気力により吸着固定する際に好適に用いられ、板状試料の吸着面の面内温度の均一性に優れた静電チャック装置に関する。

本発明の静電チャック装置を実施するための形態について、図面に基づき以下に説明する。

なお、この形態は、発明の趣旨をより良く理解させるために具体的に説明するものであり、特に指定のない限り、本発明を限定するものではない。発明を逸脱しない範囲で、数や位置や大きさや数値などの変更や省略や追加をする事ができる。また説明を容易にするために、図に使用された寸法や比率が実際のものとは異なることがある。

[0023] 図1は、本発明の一実施形態の静電チャック装置を示す断面図である。この静電チャック装置1は、円板状の静電チャック部2と、この静電チャック部2を所望の温度に調整する、ある程度厚みのある円板状の温度調整用ベース部3と、温度調整用ベース部3の静電チャック部2側の面の一部を被覆するシート状またはフィルム状の絶縁材4と、この絶縁材4の静電チャック部2側の面に接着された薄板状のヒータエレメント5と、静電チャック部2と温度調整用ベース部3とを接着一体化する液状の接着剤を硬化させた絶縁性の有機系接着剤層6と、静電チャック部2とヒータエレメント5との間隔を一定の間隔に維持するスペーサ7とにより構成されている。

[0024] 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を載置する載置面である載置板11と、この載置板11の下面に位置し、載置板11と一体化されることで載置板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と、この静電吸着用内部電極13の周囲に設けられて静電吸着用内部電極13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ており、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、により構成されている。

前記載置板11の載置面には、円柱状であって上面がR加工された、すなわち上面端部が丸く面取りされた、直径が板状試料の厚みより小さい突起部16が複数個形成されている。これらの突起部16により、載置される板状試料Wを支える構成になっている。突起部の形状は板状試料Wを支えることができれば良く、任意で選択できる。例えば円柱でも良く、四角柱やその他

の柱状形状でも良く、それ以外の任意の形状でも良い。

[0025] これら載置板 11 及び支持板 12 の材料や形状は、任意で選択できる。載置板 11 及び支持板 12 は、重ね合わせた時に互いに向き合う 2 つの面の形状が同一形状である円板状の板またはその他の類似の形状であることが好ましい。互いに向き合う 2 つの面のサイズは同じであっても異なっても良い。載置板 11 及び支持板 12 の具体例は、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、及び窒化アルミニウム (AlN) 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及び絶縁性を有するセラミックス焼結体からなる板を含む。載置板 11 及び支持板 12 の厚さは任意で選択できるが、載置板 11 の厚さは 0.3 mm～2 mm であることが好ましく、0.5 mm～0.7 mm であることがより好ましい。支持板 12 の厚さは 1 mm～6 mm であることが好ましく、2 mm～4 mm であることがより好ましい。

[0026] 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載置される板状試料 W を載置板 11 の載置面に固定するための、静電チャック用電極として用いられる。静電吸着用内部電極 13 は、その用途によって、その形状や、大きさが適宜調整して使用される。

この静電吸着用内部電極 13 は任意の材料で形成してよい。しかしながら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)、チタン (Ti) 等の、高融点金属により形成されることが好ましい。

[0027] 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。しかしながら、1 μm 以上かつ 50 μm 以下が好ましく、より好ましくは 3 μm 以

上かつ $35\mu\text{m}$ 以下であり、特に好ましくは $5\mu\text{m}$ 以上かつ $20\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。その理由は、厚みが $1\mu\text{m}$ を下回ると、面積抵抗が大きくなりすぎて十分な導電性を確保することができない場合があり、一方、厚みが $50\mu\text{m}$ を越えると、この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、この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る可能性があるからである。

このような好ましい厚さの静電吸着用内部電極13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。形状も任意で選択できるが、コストおよび生産性の側面よりスクリーン印刷がより好ましい。静電吸着用内部電極の外径は、搭載面2の外径より 1mm 以上小さくし、かつ、載置板11上にWを均一に吸着させる静電吸着力を発現させるために、出来るだけWと同等の形状が好ましい。

[0028] 絶縁材層14は、静電吸着用内部電極13を囲みかつ閉じ込めることで、腐食性ガス及びそのプラズマから静電吸着用内部電極13を保護するとともに、載置板11と支持板12との境界部を、すなわち静電吸着用内部電極13の外側の外周部領域を、接合により一体化する。載置板11及び支持板12を構成する材料と同一組成を有するか、または主成分が同一の絶縁材料により構成されることが好ましい。

[0029] 給電用端子15は、静電吸着用内部電極13に直流電圧を印加するために設けられた棒状体である。例えば円柱であっても四角柱であっても良い。給電用端子15は、静電チャック部2内に固定される給電用端子15aと、この給電用端子15aに接合により一体化されることで給電用端子15aと電氣的に接続されておりかつ温度調整用ベース部3、絶縁碍子17及び有機系接着剤層6により固定される給電用端子15bと、により構成されている。給電用端子15のサイズは任意で選択できるが、例えば円柱であるとき断面の直径が $1\text{mm}\sim 5\text{mm}$ であることが好ましい。 1mm よりも小さいと15aと15bの位置あわせ難しくなり、導通の出来ない場合がある。また 5mm より

大きいとヒータエレメント5の貫通部が大きくなり、発熱体の無い面積が増えるため、均熱特性が悪化する場合がある。給電用端子15の位置は任意で選択できるが、静電吸着用内部電極13内の位置に少なくとも1箇所配置されることが好ましい。

[0030] この給電用端子15の材料としては、耐熱性に優れた導電性材料であればよく、特に制限されるものではない。

例えば、給電用端子15aは、熱膨張係数が静電吸着用内部電極13及び支持板12の熱膨張係数に近似したものが好ましい。例えば、静電吸着用内部電極13と同一組成である、または類似組成であ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)、及びコバル合金等の金属材料が好適に用いられる。

[0031] 一方、給電用端子15bは、熱膨張係数が後述する温度調整用ベース部3及び有機系接着剤層6に近似したものが好ましい。例えば給電用端子15bは、温度調整用ベース部3と同一組成であることが好ましいか、または類似組成である金属材料、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)、及びチタン(Ti)等が給電用端子15bに好適に用いられる。

[0032] この給電用端子15は、給電用端子15を部分的に囲む絶縁碍子17により、温度調整用ベース部3に対して絶縁されている。

そして、この給電用端子15は、支持板12に接合により一体化される。さらに、載置板11と支持板12とは、静電吸着用内部電極13及び絶縁材層14により接合により一体化される。このようにして静電チャック部2は構成されている。

[0033] 静電チャック部2の厚み、すなわち、これら載置板11、支持板12、静電吸着用内部電極13及び絶縁材層14の合計の厚みは任意で選択できるが、1mm以上かつ6mm以下であることが好ましい。その理由は、静電チャック部2の厚みが1mmを下回ると、静電チャック部2の機械的強度を確保することができない場合があり、また、ヒーターエレメントの形状がWの温

度分布に反映され、Wの面内温度均一性が低下し好ましくない。

一方、静電チャック部2の厚みが6mmを上回ると、載置板11と支持板12とを合わせた静電チャック部2の熱容量が大きくなり過ぎてしまい、その結果、載置される板状試料Wの熱応答性が劣化し、複数のヒータエレメントにてWの温度を面内でゾーン別調整する場合、ゾーン間での温度制御幅が低下し好ましく無い場合がある。

[0034] 温度調整用ベース部3は、静電チャック部2の下側に設けられる。この静電チャック部2の温度を調整することで載置板11の載置面を所望の温度に制御するとともに、高周波発生用電極であることも兼ね備える。

この温度調整用ベース部3内には、水や有機溶媒等の冷却用媒体を循環させる流路21を形成することができる。この流路により上記の載置板11上に載置される板状試料Wの温度を所望の温度に維持することができる。流路の形状は任意に選択して良い。

[0035] この温度調整用ベース部3を構成する材料は任意に選択できる。熱伝導性、導電性、及び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使用できる。例えば、アルミニウム（Al）、アルミニウム合金、銅（Cu）、銅合金、及びステンレス鋼（SUS）等が好適に用いられる。厚みは任意で選択できるが、20mm～60mmであることが好ましい。20mm以下の場合、流路22の施工が難しくなる場合がある。60mm以上の場合、重さが重くなる為、半導体製造装置への搭載の作業性が劣る場合がある。

この温度調整用ベース部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。

[0036] 絶縁材4は、シート状またはフィルム状の、耐熱性及び絶縁性を有する樹脂である。この絶縁性樹脂は任意で選択でき、例えば、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、及びアクリル樹脂等が挙げられる。

この絶縁材4の厚みは任意で選択できるが、5 μ m～100 μ mであること

が好ましい。形状も任意で選択できるが、ベース部3とヒータエレメント5の電氣的絶縁が取れる形状であることが好ましい。また面内の厚みのバラツキは $10\mu\text{m}$ 以内であることが好ましい。

絶縁材4の面内の厚みのバラツキが $10\mu\text{m}$ 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、絶縁材4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。

[0037] 絶縁材4は、厚みの均一な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剤層22（第1接着剤層）により、温度調整用ベース部3の、静電チャック部2側に位置する面に接着及び固定されている。

この接着剤層22の厚さは任意で選択できるが、 $10\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ であることが好ましい。また面内の厚みのバラツキは $10\mu\text{m}$ 以内であることが好ましい。

ここで、接着剤層22の面内の厚みのバラツキが $10\mu\text{m}$ を超えると、絶縁材4と温度調整用ベース部3との面内間隔に $10\mu\text{m}$ を超えるバラツキが生じ、その結果、絶縁材4の厚み調整による温度制御に悪影響を及ぼす可能性があるので、好ましくない。

接着剤層22の種類は任意に選択できるが、アクリル接着剤、エポキシ接着剤、又は、シリコーン接着剤などであることが好ましい。

[0038] ヒータエレメント5は任意で選択することができる。好ましくは幅の狭い帯状の金属材料を蛇行させた形状の、2つの端部を有する連続パターンを少なくとも一つ有する。存在する連続パターンの数は一つであってもよく、2、3又は4などであっても良い。このヒータエレメント5の両端部には給電用端子31が接続される。この給電用端子31は、絶縁端子32により温度調整用ベース部3に対して絶縁されている。

このヒータエレメント5は、印加電圧を制御することにより、載置板11の突起部16上に静電吸着により固定されている板状試料Wの面内温度分布を、精度良く制御する。

[0039] このヒータエレメント5の材料や条件は任意で選択できる。好ましくは、

厚みが0.2 mm以下であって、0.01 mm以上の、一定の厚みを有する非磁性金属薄板であることが好ましい。例えば、チタン（Ti）薄板、タングステン（W）薄板、及びモリブデン（Mo）薄板等を、フォトリソグラフィ法により、所望のヒーターパターンにエッチング加工することでヒータエレメント5を形成できる。

ここで、ヒータエレメント5の厚みを0.2 mm以下とした理由は、厚みが0.2 mm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、ヒータエレメント部と接着層の熱伝導率の差異に起因する、Wの温度バラツキの要因となる。また更に、エッチング厚さの増加にともない、厚さ方向でのヒータ幅のばらつきが生じたりする。例えば、エッチングによるヒータ断面は台形状となり、ヒータエレメントの厚さの増加にともない、台形の底辺と上辺の寸法差が増加したりするので、好ましくない。

[0040] また、ヒータエレメント5を厚みが0.2 mm以下の一定の厚みを有する非磁性金属薄板で形成することにより、静電チャック装置1を高周波雰囲気中にて用いた場合においても、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。

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を形成することにより、ヒータエレメント5の厚みが加熱面全域で一定となり、さらに発熱量も加熱面全域で一定となる。よって、静電チャック部2の載置面における温度分布を均一化することができる。

[0041] このヒータエレメント5は、絶縁材4と同様に、厚みの均一な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剤層23（第2接着剤層）により、絶縁材4の静電チャック部2側に位置する面に接着及び固定されている。

この接着剤層23の面内の厚みは任意で選択できるが、10～100 μm であることが好ましい。形状も任意で選択できるが、ヒータエレメント5と同等

形状が絶縁材 4 と同等形状であることが好ましい。厚みのバラツキは $10\ \mu\text{m}$ 以内が好ましい。

接着剤層 23 の面内の厚みのバラツキが $10\ \mu\text{m}$ を超えると、ヒータエレメント 5 と絶縁材 4 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、絶縁材 4 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。

接着剤層 23 の種類は任意に選択できるが、アクリル接着剤、エポキシ接着剤、又はシリコン接着剤などであることが好ましい。

[0042] 有機系接着剤層 6（第 3 接着剤層）は、液状の有機系接着剤を硬化した、絶縁性かつ有機系の接着剤層である。静電チャック部 2 と、温度調整用ベース部 3、絶縁材 4 及びヒータエレメント 5 の組み合わせとを、互いに対向させた状態で、これらを接着により一体化した、絶縁性かつ有機系の接着剤層である。

[0043] この有機系接着剤層 6 の厚みは $200\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $100\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。有機系接着剤層 6 の厚みの下限は任意で選択できるが、一般的には $20\ \mu\text{m}$ 以上である。

ここで、有機系接着剤層 6 の厚みを $200\ \mu\text{m}$ 以下とした理由は、厚みが $200\ \mu\text{m}$ を超えると、液状の有機系接着剤の硬化収縮に伴う厚みの変化が大きくなり過ぎてしまうからである。その為、得られた有機系接着剤層 6 に硬化収縮に起因するボイドが発生し、接着強度が低下すると共に、この接着剤層の熱伝達率が低下する。そして、その結果、静電チャック部の昇温性能及び冷却性能が低下するからである。

[0044] この有機系接着剤層 6 のショア硬度は、A90 以下であることが好ましく、より好ましくは A70 以下である。下限は任意で選択できるが、一般的には A20 以上である。

有機系接着剤層 6 のショア硬度を A90 以下とした理由は、ショア硬度が A90 を超えると、硬くなり過ぎてしまい、静電チャック部 2 と温度調整用ベース部 3 との間の応力を緩和することが難しくなるからである。

[0045] この有機系接着剤層 6 を構成する絶縁性かつ有機系の接着剤は任意で選択してよい。例を挙げれば、アクリル系接着剤が好ましい。アクリル系接着剤の例としては、アクリル酸及びそのエステル、メタクリル酸及びそのエステル、アクリルアミド、アクリロニトリル、及びこれらの重合体あるいは共重合体が挙げられる。

これらの中でも、特に、ポリアクリル酸メチル等のポリアクリル酸エステル、及び、ポリメタクリル酸メチル等のポリメタクリル酸エステル等が好適に用いられる。

[0046] 前記アクリル系接着剤は、酢酸ビニルまたは酪酸ビニルを 1 体積%以上かつ 50 体積%以下、好ましくは 10 体積%以上かつ 40 体積%以下、さらに好ましくは 20 体積%以上かつ 30 体積%以下含有することが好ましい。酢酸ビニルまたは酪酸ビニルを 1 体積%以上かつ 50 体積%以下含有することで、アクリル系接着剤の柔軟性が向上し、その結果、静電チャック部 2 と、温度調整用ベース部 3、絶縁材 4 及びヒータエレメント 5 との間の応力がさらに緩和される。

[0047] 有機系接着剤層 6 の熱伝導率は、 0.15 W/mk 以上であることが好ましく、より好ましくは 0.2 W/mk 以上であり、さらに好ましくは 0.25 W/mk 以上である。上限は任意に選択できるが、一般的には 5 W/mk 以下である。

ここで、熱伝導率が 0.15 W/mk を下回ると、ヒータエレメント 5 から静電チャック部 2 への熱伝達が難しくなる。その結果、静電チャック部 2 に載置される板状試料 W の吸着面の面内温度の均一性が低下し、板状試料 W 間の温度均一性も低下するので好ましくない。また、板状試料 W の昇温および冷却速度が低下し好ましく無い。

[0048] スペーサ 7 は、ヒータエレメント 5 と静電チャック部 2 との間に設けられて、これらの間隔を所定の間隔に保持する。スペーサ 7 により、ヒータエレメント 5 と静電チャック部 2 との間隔を、すなわち静電チャック部 2 と温度調整用ベース部 3 との間隔を、所定の間隔に保持することができる。

このスペーサ 7 は、ヒータエレメント 5 及び絶縁材 4 と同様に、接着剤層により接着されている。具体的には、厚みの均一な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剤層 24（第 4 接着剤層）により、ヒータエレメント 5 の静電チャック部 2 側に位置する面に、スペーサ 7 は接着及び固定されている。

接着剤層 24 の厚みは任意で選択できるが、10～100 μm であることが好ましい。形状も任意で選択できるが、円形もしくは正方形であることが好ましい。接着剤層 24 の種類は任意に選択できるが、アクリル、エポキシ、シリコンなどの接着剤であることが好ましい。

[0049] このスペーサ 7 のヤング率は、10 GPa 以下であることが好ましく、より好ましくは 1 MPa 以上かつ 10 GPa 以下である。

ここで、スペーサ 7 のヤング率を 10 GPa 以下とした理由は以下の理由である。スペーサ 7 のヤング率が 10 GPa を超えると、有機系接着剤層 6 を形成する際に、液状の有機系接着剤の硬化収縮時にスペーサ 7 に硬化収縮時の応力が集中する。その結果、ボイドの発生及び接着剤層の剥離が生じるので好ましくない。

[0050] この静電チャック装置 1 では、ヒータエレメント 5 と温度調整用ベース部 3 との間の熱伝達率は、ヒータエレメント 5 と静電チャック部 2 との間の熱伝達率より小さい。

この静電チャック装置 1 では、ヒータエレメント 5 と温度調整用ベース部 3 との間の熱伝達率を、ヒータエレメント 5 と静電チャック部 2 との間の熱伝達率より小さくしたことにより、ヒータエレメント 5 から発生した熱は静電チャック部 2 に向かって流れる。この特徴により、ヒータエレメント 5 から発生した熱は、温度調整用ベース部 3 に向かっては流れ難くなる。これにより、ヒータエレメント 5 から発生した熱は静電チャック部 2 を介して板状試料 W に効率よく伝達することが可能になる。

[0051] 次に、この静電チャック装置 1 の製造方法の例について説明する。

（静電チャック部の形成）

まず、酸化アルミニウム－炭化ケイ素（ Al_2O_3-SiC ）複合焼結体により、板状の載置板 11 及び支持板 12 を作製する。この場合、炭化ケイ素粉体及び酸化アルミニウム粉体を含む混合粉体を所望の形状に成形し、その後、例えば $1600^{\circ}C \sim 2000^{\circ}C$ の温度で、非酸化性雰囲気下で、好ましくは不活性雰囲気下にて、所定時間焼成することにより、載置板 11 及び支持板 12 を得ることができる。

[0052] 次いで、支持板 12 に、給電用端子 15a を嵌め込み保持するための固定孔を、少なくとも 1ヶ所形成する。

次いで、給電用端子 15a を、支持板 12 の固定孔に密着固定し得る大きさ、及び形状となるように作製する。この給電用端子 15a の作製方法は任意で選択できる。例えば、給電用端子 15a を導電性複合焼結体とした場合、導電性セラミックス粉体を、所望の形状に成形して、その後加圧焼成する方法等が挙げられる。

導電性セラミックス粉体としては任意の材料を選択できる。静電吸着用内部電極 13 と同様の材質からなる導電性セラミックス粉体であることが好ましい。

また、給電用端子 15a を金属とした場合、高融点金属を用い、これを研削法、及び粉体冶金等の金属加工法等により、所望の形に形成する方法等が挙げられる。そして給電用端子 15a を支持板 12 の固定孔に嵌め込む。

[0053] 次いで、給電用端子 15a が嵌め込まれた支持板 12 の表面の所定領域に、給電用端子 15a に接触するように、上記の導電性セラミックス粉体等の導電材料を有機溶媒に分散した静電吸着用内部電極形成用塗布液を塗布する。そして塗膜を乾燥して、静電吸着用内部電極形成層とする。

この時に使用される塗布法としては、均一な厚さに塗布することができる点で、スクリーン印刷法が望ましい。また他の方法としては、蒸着法あるいはスパッタリング法により上記の高融点金属の薄膜を成膜する方法や、上記の導電性セラミックスあるいは高融点金属からなる薄板を配設して静電吸着用内部電極形成層とする方法等がある。

[0054] また、支持板 1 2 上であって、静電吸着用内部電極形成層を形成した領域以外の領域には、絶縁性、耐腐食性、及び耐プラズマ性を向上させるために、載置板 1 1 及び支持板 1 2 と同一組成または主成分が同一の粉体材料を含む絶縁材層 1 4 を形成する。この絶縁材層 1 4 は任意の方法により形成できる。例えば、載置板 1 1 及び支持板 1 2 と同一組成または主成分が同一の絶縁材料粉体を、有機溶媒に分散した塗布液を、上記所定領域にスクリーン印刷等で塗布し、乾燥することにより形成することができる。

[0055] 次に、支持板 1 2 上の静電吸着用内部電極形成層及び絶縁材層の上に載置板 1 1 を重ね合わせる。次に、これらを高温、高圧下にてホットプレスして、一体化する。このホットプレスにおける雰囲気は任意で選択できるが、真空、あるいは Ar、He、N₂等の不活性雰囲気が好ましい。また、この時の圧力や温度は任意で選択できるが、圧力が 5 ～ 10 MPa が好ましく、温度は 1600℃ ～ 1850℃ が好ましい。

[0056] このホットプレスにより、静電吸着用内部電極形成層は焼成されて、導電性複合焼結体からなる静電吸着用内部電極 1 3 となる。同時に、支持板 1 2 及び載置板 1 1 は、絶縁材層 1 4 を介して接合一体化される。

また、給電用端子 1 5 a は、高温及び高圧下でのホットプレスで再焼成されることにより、支持板 1 2 の固定孔に密着固定される。

そして、これら接合体の上下面、外周を任意の方法により機械加工し、およびガス穴等を必要に応じて機械加工により形成し、静電チャック部 2 とする。

[0057] (ベース部の形成)

一方、アルミニウム (Al)、アルミニウム合金、銅 (Cu)、銅合金、及びステンレス鋼 (SUS) 等からなる金属材料に、機械加工を施すことにより、この金属材料の内部に水を循環させる流路等を形成する。さらに、給電用端子 1 5 b 及び絶縁碍子 1 7 を嵌め込み保持するための固定孔と、給電用端子 3 1 及び絶縁碍子 3 2 を嵌め込み保持するための固定孔とを形成し、温度調整用ベース部 3 を得る。

この温度調整用ベース部3の少なくともプラズマに曝される面には、アルマイト処理を施すか、あるいはアルミナ等の絶縁膜を成膜することが好ましい。

[0058] (ヒータエレメントの形成)

チタン (Ti) 薄板、タングステン (W) 薄板、またはモリブデン (Mo) 薄板等の、厚みが0.2 mm以下の一定の厚みを有する非磁性金属薄板を用意する。この薄板を、厚みの均一な、耐熱性及び絶縁性を有する所定の形状パターンの、シート状またはフィルム状の接着剤 (接着剤23) を用いて、絶縁材4として使用される材料に密着させる。そして、この非磁性金属薄板をフォトリソグラフィー法により所望のヒーターパターンにエッチング加工し、ヒータエレメント5とする。このとき、接着剤層23及び絶縁材4はエッチングされない。

[0059] 次いで、前記温度調整用ベース部3の静電チャック部2側に位置する面を、例えばアセトンなどを用いて脱脂、及び洗浄する。この面の所定位置に、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剤層22を貼着する。

次いで、この接着剤層22上に、ヒータエレメント5が接着された前記絶縁材4を配置し、絶縁材4と接着剤層22を接着する。なおこの絶縁材4は、この接着剤層22と同一形状かつ平面形状のポリイミド樹脂、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、又はアクリル樹脂等からなる、シート状またはフィルム状の、耐熱性及び絶縁性を有する樹脂である。

[0060] (スペーサの配置)

シート状のスペーサ材7とシート状の接着剤24を貼着し、必要に応じ所定の形状に形成した、スペーサを、前記エレメント5上の任意の位置に接着及び固着する。なお、スペーサのスペーサ材と接着剤24は同じ形状である。

[0061] (静電チャック部とベース部との接着)

次いで、絶縁材4、ヒータエレメント5、スペーサ7、及び接着剤層を有

する温度調整用ベース部 3 上に、絶縁性かつ有機系の接着剤を塗布する。接着剤は任意で選択でき、例えば、アクリル酸及びそのエステル、メタクリル酸及びそのエステル、アクリルアミド、アクリロニトリル、及びこれらの重合体あるいは共重合体等の、アクリル系接着剤が挙げられる。この絶縁性かつ有機系の接着剤の塗布量は、静電チャック部 2 と温度調整用ベース部 3 とがスペーサ 7 等により一定の間隔を保持した状態で接合一体化できるように、所定量の範囲内とする。所定量とはスペーサ 7 を介してできる接着部空間体積以上の接着剤量をさす。この接着剤の塗布方法は任意で選択でき、例えば、ヘラ等を用いて手動で塗布する他、バーコート法、スクリーン印刷法等が挙げられる。温度調整用ベース部 3 上の所定領域に精度良く形成する必要があることから、スクリーン印刷法を用いることが好ましい。

[0062] 塗布後、静電チャック部 2 と温度調整用ベース部 3 とを、絶縁性かつ有機系の接着剤を介して重ね合わせる。この際、給電用端子 15b 及び絶縁碍子 17 と、給電用端子 31 及び絶縁碍子 32 を、温度調整用ベース部 3 中に予め穿孔された給電用端子収容孔に挿入し嵌め込む。

次いで、静電チャック部 2 の下面と温度調整用ベース部 3 上の接着剤層 24 との間隔がスペーサ 7 の厚みになるまで適度な圧力を加えて落とし込み、押し出された余分の接着剤を除去する。

[0063] 以上により、静電チャック部 2 と、絶縁材 4、ヒータエレメント 5 及びスペーサ 7 を含む温度調整用ベース部 3 とが、有機系接着剤層 6 を介して接合一体化された、本実施形態の静電チャック装置 1 が得られることとなる。

[0064] このようにして得られた静電チャック装置 1 は、静電チャック部 2 と、絶縁材 4、ヒータエレメント 5 及びスペーサ 7 を含む温度調整用ベース部 3 とを、有機系接着剤層 6 を介して接合一体化したので、ヒータエレメント 5 と静電チャック部 2 の載置面との間隔、及びヒータエレメント 5 と温度調整用ベース部 3 との間隔を、精度良く維持することができる。したがって、接着剤層の厚みのバラツキに起因する板状試料の面内温度の均一性の低下が無くなり、静電チャック部 2 に載置される板状試料 W の吸着面の面内温度の均一

性を向上させることができる。

実施例

[0065] 以下、実施例及び比較例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例によって限定されるものではない。

[0066] 「実施例 1」

(静電チャック装置の作製)

(静電チャック部の形成)

載置板 11 及び、中央に給電用端子を有する支持板 12 を、接合一体化することにより、静電チャック部 2 を得た。

具体的には、内部に絶縁材層 14 により周囲を絶縁され、厚み 15 μm の静電吸着用内部電極 13 が埋設された、図 1 に示される載置板 11 と支持板 12 を有する静電チャック部 2 を作製した。

この静電チャック部 2 の載置板 11 は、炭化ケイ素を 8 質量%含有する酸化アルミニウム-炭化ケイ素複合焼結体であり、直径は 310 mm、厚みは 3 mm の円板状であった。

[0067] また、支持板 12 も載置板 11 と同様、炭化ケイ素を 8 質量%含有する酸化アルミニウム-炭化ケイ素複合焼結体であり、直径は 310 mm、厚みは 5.0 mm の円板状であった。

[0068] この接合体に機械加工を施し、直径 298 mm、厚み 4.5 mm の円盤形とした。この後、この載置板 11 の静電吸着面を、高さが 50 μm の多数の突起部 16 を形成することで、凹凸面とし、これらの突起部 16 の頂面を板状試料 W の保持面とした。接合体はこの形状により、凹部（吸着面の突起部以外の箇所）と静電吸着された板状試料 W との間に形成される溝に冷却ガスを流すことができるように形成された。

[0069] (温度調整用ベース部の形成)

直径 350 mm、高さ 30 mm の円盤状のアルミニウム製の温度調整用ベース部 3 を、機械加工により作製した。この温度調整用ベース部 3 の内部には冷媒を循環させる流路 21 を形成した。また給電用端子及び絶縁端子の為

の複数の貫通孔を形成した。

（スペーサの形成）

厚み $75\ \mu\text{m}$ のシート状ポリイミド樹脂を、スペーサ材として用いた。このシート（高さ： $75\ \mu\text{m}$ ）とエポキシシート接着剤（接着剤層 24）（高さ： $25\ \mu\text{m}$ ）とを用いてラミネート加工することで、厚み $100\ \mu\text{m}$ の積層構造とし、これを幅（縦横） $2\ \text{mm}$ 角の正方形に切り出し、スペーサ 7 と接着剤層 24（第 4 接着剤層）の積層体を作製した。

[0070] （ヒータエレメントの形成）

厚みが $0.1\ \text{mm}$ 、直径が $300\ \text{mm}$ のチタン（Ti）薄板を用意した。この薄膜を絶縁材 4（シート状のポリイミド樹脂）上に接着剤 23（第 2 接着剤層）を用いて接着した。その後、このチタン（Ti）薄板をフォトリソグラフィ法により以下に述べるような所望のヒーターパターンにより薄板のみをエッチング加工して、ヒータエレメント 5 とした。

このヒータエレメント 5 の形状は、円板状の薄板を同心円状に 4 分割して、すなわち、中心の円形エレメント部を取り囲むサイズの異なる 3 つのドーナツ形状のエレメント部が形成されるように分割して、4 つの分割エレメント部とし、これらの分割エレメント部各々の投入電流量を個々に調整可能な構造とした。

[0071] （第 1 接着剤層の形成）

前記温度調整用ベース部 3 の静電チャック部 2 側に位置する面を、アセトンを用いて脱脂、洗浄した。その後、この処理された面の所定位置に、シート状であってベース 3 とヒータ 5 が電氣的に絶縁できる形状のシート状のエポキシ接着剤を貼着し、接着剤層 22（第 1 接着剤層）とした。

（絶縁材の設置）

次いで、この接着剤層 22 上に、前記絶縁材 4 を配置した。絶縁材 4 と接着剤層 22 は、ほぼ同じ形状である。このようにしてヒータエレメント 5、接着剤及び絶縁材 4 の組み合わせが、接着剤層 22 によりベース部 3 に接着された。

[0072] (スペーサの配置)

前述のスペーサ 7 と接着剤 2 4 にて、予め形成されたスペーサ積層体を、ヒータエレメント 5 上の所定の位置に接着し、スペーサを固定した。

[0073] (第 3 接着剤層の形成)

次いで、得られた温度調整用ベース部 3 上に、スクリーン印刷法によりアクリル系接着剤を塗布した。

(静電チャック部とベース部の積層)

その後、静電チャック部 2 と温度調整用ベース部 3 とを、前記アクリル系接着剤を介して重ね合わせた。重ね合わせた後、給電用端子 1 5 b 及び絶縁碍子 1 7 と、給電用端子 3 1 及び絶縁碍子 3 2 を、温度調整用ベース部 3 中に穿孔された給電用端子収容孔に挿入し嵌め込んだ。

次いで、静電チャック部 2 の下面と温度調整用ベース部 3 上の接着剤層 2 4 との間隔がスペーサ 7 の厚みになるまで適度な圧力を加えて落とし込み、押し出された余分の接着剤を除去し、実施例 1 の静電チャック装置を作製した。

この静電チャック部 2 と温度調整用ベース部 3 との間に形成されたアクリル系接着剤層のショア硬度は A 6 0 であった。

[0074] (評価)

上記静電チャック装置の (1) 耐電圧性、及び (2) シリコンウエハの面内温度制御及び昇降温特性のそれぞれについて評価した。

[0075] (1) 耐電圧性

温度調整用ベース部 3 とヒータエレメント 5 との間に印加する電圧を、1 k V から 1 k V ずつ段階的に上昇させて電圧の最大値を 1 0 k V とした。各電圧における漏れ電流を測定した。

その結果、最大電圧である 1 0 k V を印加した場合の漏れ電流は 1 0 μ A 以下であり、極めて良好な耐電圧性を示していた。

[0076] (2) シリコンウエハの面内温度制御及び昇降温特性

(評価 a)

a. 静電チャック部2の載置面に直径300mm、厚さ0.775mmのシリコンウエハを静電吸着させ、温度調整用ベース部3の流路に20℃の冷却水を循環させながら、シリコンウエハの中心温度が60℃となるまで、ヒータエレメント5の各分割エレメント部に通電した。このときのシリコンウエハの面内温度分布をサーモグラフィTVS-200EX（日本アビオニクス社製）を用いて測定した。その結果を図2に示す。

図2によれば、シリコンウエハの表面温度は、 60 ± 1.5 ℃の範囲で良好に制御されていることが分かった。

[0077] （評価b）

b. 次に、評価aの実験に引き続いて、ヒータエレメント5のドーナツ型の最外周の分割エレメント部の通電量を更に増加させて、シリコンウエハ外周部の温度が60℃から80℃となるように昇温速度3℃/秒にて昇温させた。このときのシリコンウエハの面内温度分布をサーモグラフィTVS-200EX（日本アビオニクス社製）を用いて測定した。その結果を図3に示す。

図3によれば、シリコンウエハの最外周の表面温度は、 80 ± 2.0 ℃の範囲で良好に制御されていることが分かった。

[0078] （評価c）

さらに、

c. 評価bの実験に引き続いて、ヒータエレメント5の最外周のドーナツ型の分割エレメント部の通電のみを停止し、シリコンウエハ外周部の温度を40℃にまで降温させた。このときのシリコンウエハの面内温度分布をサーモグラフィTVS-200EX（日本アビオニクス社製）を用いて測定した。その結果を図4に示す。

図4によれば、シリコンウエハの最外周の表面温度は、 40 ± 1.0 ℃の範囲で良好に制御されていることが分かった。

上記の評価a～cの測定結果によれば、シリコンウエハの面内温度が ± 2.0 ℃の範囲内で良好に制御されていることが分かった。

[0079] 「比較例 1」

(静電チャック装置の作製)

実施例 1 と同様に、静電チャック部、及び温度調整用ベース部を製造した。静電チャック部の支持板表面に、実施例 1 に形成されたものと同じ材質であって同じ形状のヒータエレメントをシート接着剤 2 3 を介して接着した。温度調整用ベース部 3 表面上に、実施例 1 で使用されたものと同じ形状及び材料であるポリイミド樹脂製の絶縁材 4 を、シート状の接着剤 2 2 を使用して接着した。更に、静電チャック部及び温度調整用ベース部の両者を、ショア硬度 D 5 0 のアクリル接着剤を介して重ね合わせた。これら条件以外は、実施例 1 に準じて、比較例の静電チャック装置は作製された。比較例 1 が実施例 1 と異なる点は、ヒータ 5 がチャック部 2 側に接着されており、加熱部材が直接静電チャック部の支持板上に形成された点である。

[0080] (評価)

比較例の静電チャック装置を、実施例に準じて評価した。

その結果、(1) 耐電圧性については、10 k V または 4 k V の電圧を印加した場合の漏れ電流が 10 μ A 以下であり、極めて良好な耐電圧性を示していた。

しかしながら、(2) シリコンウエハの面内温度制御及び昇降温特性では、シリコンウエハの面内温度が $\pm 3^{\circ}\text{C}$ の範囲となっており、面内温度の均一性が低下していることが分かった。

産業上の利用可能性

[0081] 板状試料の吸着面の面内温度の均一性に優れた静電チャック装置を提供する。

符号の説明

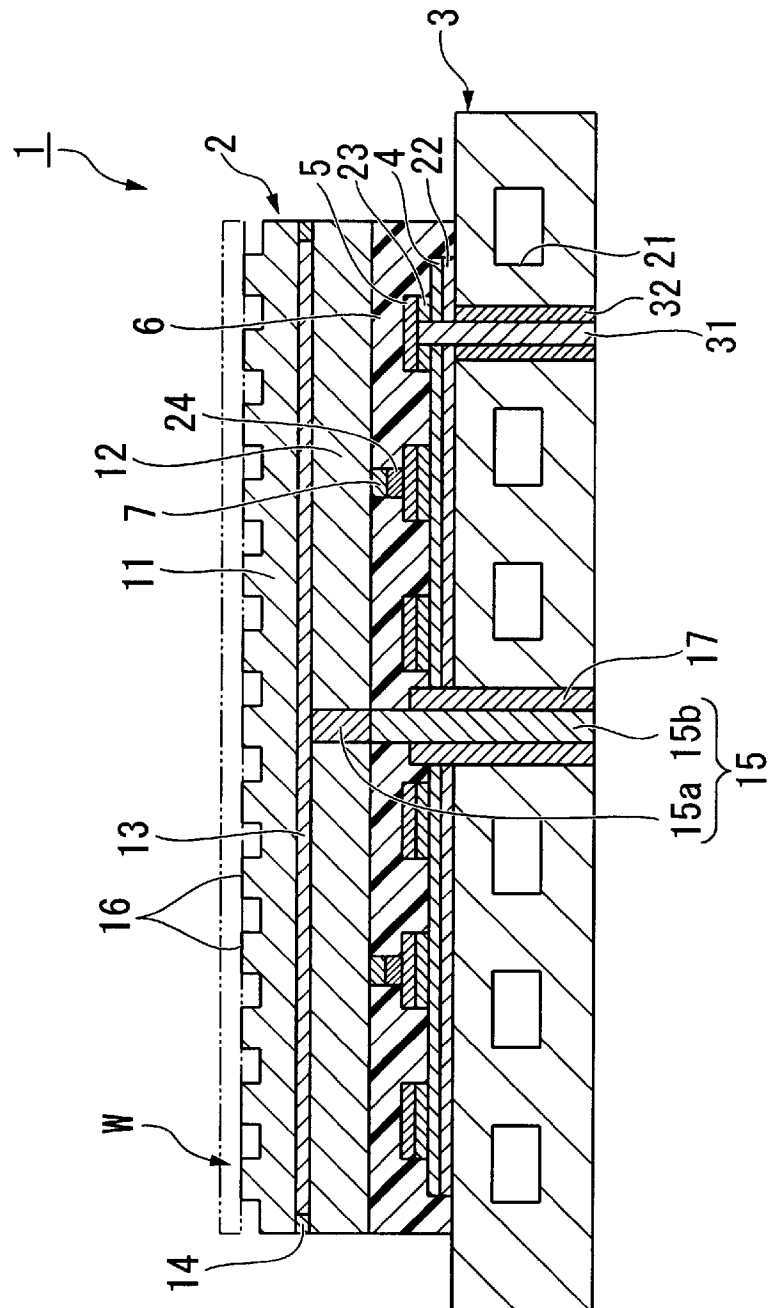
- [0082]
- 1 静電チャック装置
 - 2 静電チャック部
 - 3 温度調整用ベース部
 - 4 絶縁材

- 5 ヒータエレメント
- 6 有機系接着剤層
- 7 スペーサ
- 1 1 載置板
- 1 2 支持板
- 1 3 静電吸着用内部電極
- 1 4 絶縁材層
- 1 5、1 5 a、1 5 b 給電用端子
- 1 6 突起部
- 1 7 絶縁碍子
- 2 1 流路
- 2 2 接着剤層
- 2 3 接着剤層
- 2 4 接着剤層
- 3 1 給電用端子
- 3 2 絶縁碍子
- W 板状試料

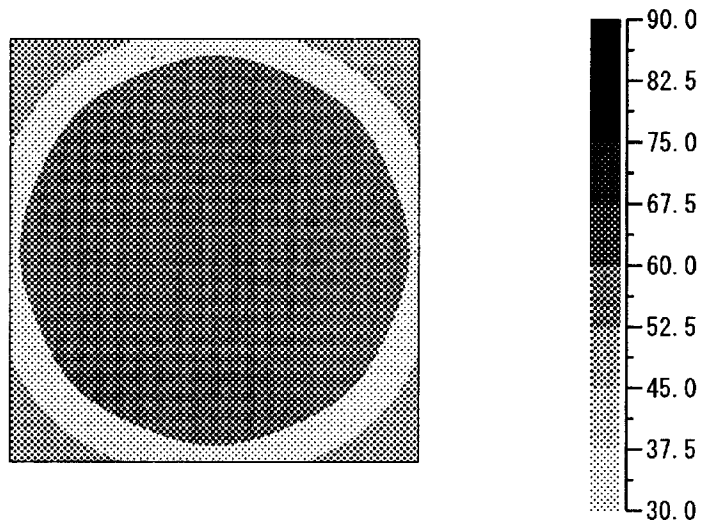
請求の範囲

- [請求項1] 板状試料を載置する載置面である一つの主面を有し、かつ静電吸着用内部電極を内蔵する静電チャック部と、
- 前記静電チャック部の温度を調整する温度調整用ベース部と、
- を備え、
- 前記温度調整用ベース部の、前記静電チャック部側に位置する面の一部または全体は、シート状またはフィルム状の絶縁材により被覆され、
- 前記絶縁材の、前記載置面側に位置する面には、薄板状の加熱部材が接着され、
- 前記静電チャック部と前記温度調整用ベース部とが、液状の接着剤を硬化した絶縁性の有機系接着剤層を介して、接着により一体化されたことを特徴とする、静電チャック装置。
- [請求項2] 前記加熱部材は、非磁性金属からなる厚みが0.2 mm以下の薄板状のヒータエレメントであることを特徴とする請求項1記載の静電チャック装置。
- [請求項3] 前記絶縁材の厚みのバラツキは、10 μ m以下であることを特徴とする請求項1に記載の静電チャック装置。
- [請求項4] 前記有機系接着剤層のショア硬度はA90以下、かつ熱伝導率は0.15 W/mk以上であることを特徴とする請求項1に記載の静電チャック装置。
- [請求項5] 前記有機系接着剤層の厚みは50 μ m以上であり、前記静電チャック部と前記加熱部材との間に配置されるスペーサのヤング率は10 GPa以下であることを特徴とする請求項1に記載の静電チャック装置。
- [請求項6] 前記加熱部材と前記温度調整用ベース部との間の熱伝達率は、前記加熱部材と前記静電チャック部との間の熱伝達率より小さいことを特徴とする請求項1に記載の静電チャック装置。

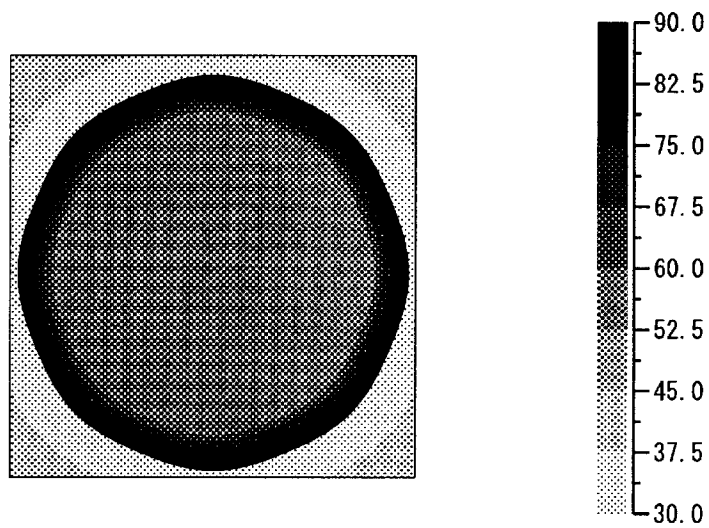
[図1]



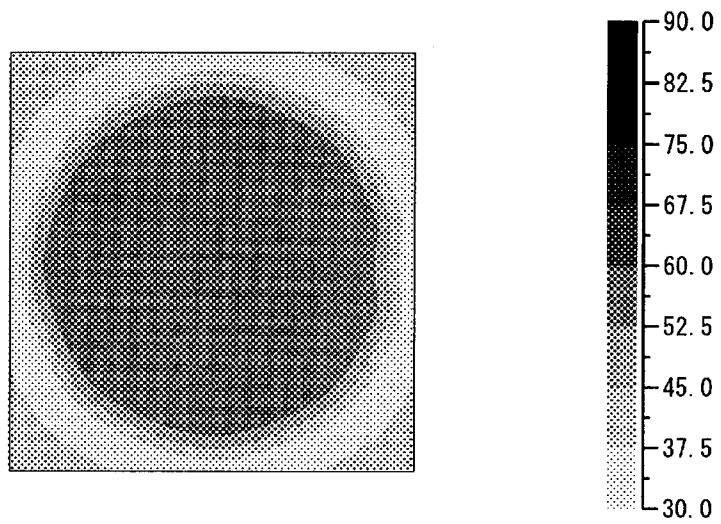
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/061402

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-40644 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 18 February 2010 (18.02.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
Y	JP 2008-277446 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 13 November 2008 (13.11.2008), entire text; all drawings & US 2008/0266746 A1 & EP 001986228 A1 & DE 602008002009 D	1-6
Y	JP 2002-324834 A (Tomoegawa Paper Co., Ltd.), 08 November 2002 (08.11.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-6



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
20 July, 2012 (20.07.12)Date of mailing of the international search report
31 July, 2012 (31.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/061402

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 2009-54932 A (Shinko Electric Industries Co., Ltd.), 12 March 2009 (12.03.2009), entire text; all drawings & US 2009/0059461 A1 & CN 101378030 A & KR 10-2009-0023061 A & TW 000910514 A	1-6
A	JP 2010-153490 A (Shinko Electric Industries Co., Ltd.), 08 July 2010 (08.07.2010), entire text; all drawings & US 2010/0156055 A1	1-6
A	JP 2010-45170 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 25 February 2010 (25.02.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
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（I P C））

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-40644 A（住友大阪セメント株式会社）2010.02.18, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 6
Y	JP 2008-277446 A（信越化学工業株式会社）2008.11.13, 全文、全図 &US 2008/0266746 A1 &EP 001986228 A1 &DE 602008002009 D	1 - 6

☒ 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

2 0 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

3 1 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

金丸 治之

3 U

9 5 3 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

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 2002-324834 A (株式会社巴川製紙所) 2002. 11. 08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 6
Y	JP 2009-54932 A (新光電気工業株式会社) 2009. 03. 12, 全文、全図 &US 2009/0059461 A1 &CN 101378030 A &KR 10-2009-0023061 A &TW 000910514 A	1 - 6
A	JP 2010-153490 A (新光電気工業株式会社) 2010. 07. 08, 全文、全図 &US 2010/0156055 A1	1 - 6
A	JP 2010-45170 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2010. 02. 25, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 6