

(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
2024年12月12日(12.12.2024)



(10) 国際公開番号

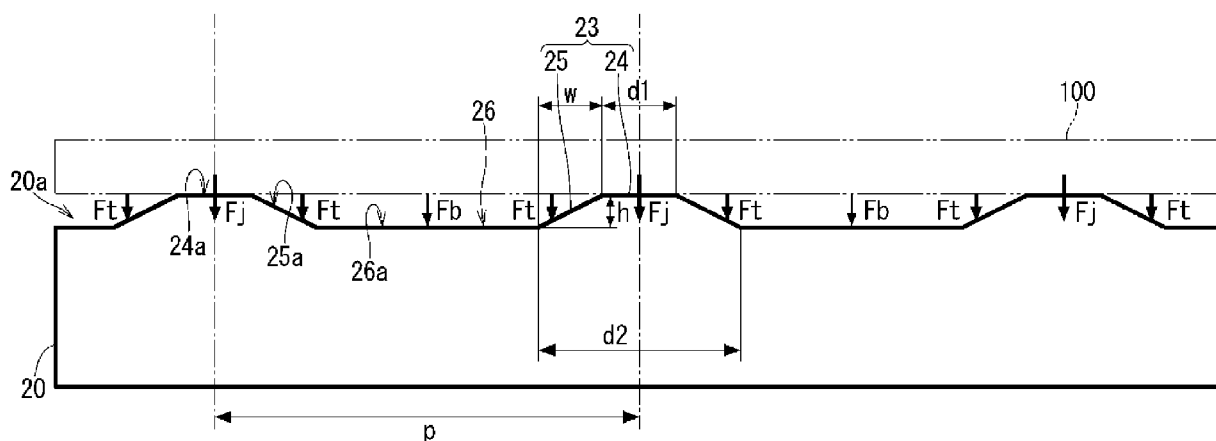
WO 2024/252613 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/683 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/021338
- (22) 国際出願日: 2023年6月8日(08.06.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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: 久保田 大智 (**KUBOTA Daichi**); 〒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: 吉竹 英俊, 外 (**YOSHITAKE Hidetoshi et al.**); 〒5400001 大阪府大阪市中央城区見1丁目4番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) **Title:** ELECTROSTATIC CHUCK AND SUSCEPTOR

(54) 発明の名称: 静電チャックおよびサセプタ



(57) **Abstract:** Provided is an electrostatic chuck for electrostatically attracting and securing a workpiece placed on a placement surface by applying a voltage to an electrode embedded inside, wherein the placement surface has an uneven structure comprising a plurality of protrusions two-dimensionally separated at a predetermined pitch and a flat recess between the protrusions. Each protrusion comprises: a flat portion having a flat surface of uniform height and perpendicular to the thickness direction of the electrostatic chuck; and an inclined portion located around the flat portion and decreasing in height proceeding from the flat portion toward the recess. The inclination angle of an upper surface of the inclined portion with respect to the thickness direction of the electrostatic chuck is between 65° and 84° inclusive.

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)）

(57) 要約：内部に埋設された電極に電圧を印加することによって載置面に載置された被加工物を静電吸着固定する静電チャックにおいて、載置面が、所定のピッチにて二次元的に離隔配置された複数の凸部と前記凸部の間の平坦な凹部とからなる凹凸構造を有してなり、凸部が、静電チャックの厚み方向に対して垂直でかつ高さが均一な平坦面を有する平坦部と、平坦部の周囲に位置し、平坦部から凹部に向かうにつれて高さが小さくなる傾斜部と、を備え、静電チャックの厚み方向に対する傾斜部の上面の傾斜角が65度以上84度以下である、ようにした。

明 細 書

発明の名称： 静電チャックおよびサセプタ

技術分野

[0001] 本発明は、ウエハなどの被加工物を静電吸着固定する静電チャックに関し、特にその載置面の形状に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造プロセスにおいて用いられる、プラズマエッチング装置などのエッチング装置や、PVD装置、CVD装置、イオンプレーティング装置などの成膜装置において、被加工物の固定に静電吸着力を利用した静電チャックが広く用いられている。こうした静電チャックとして、例えば半導体ウエハなどの板状の被加工物が載置される載置面を、複数の凸部（突起）を備える凹凸面とし、凸部にて被加工物を支持するとともに、凹部に冷却ガスを流すことができるように構成されたものが、すでに公知である（例えば、特許文献1 および特許文献2 参照）。

[0003] 特許文献1 には、載置面の凸部が柱状、円錐台状、半球状である静電チャックが、開示されてなる。

[0004] また、特許文献2 には、載置面の突起部が、先端に位置し緩やかな曲面で盛り上がっている頂面を含む先端部と、底面側から先端部に向かうほど断面直径が小さい柱部と、柱部と底面とを緩やかな曲線で接続する裾野部とを有する態様が、開示されている。

[0005] 特許文献1 および特許文献2 に開示されているような静電チャックにおいては、被加工物と載置面の凸部とが擦れることによってパーティクルが発生することがある。係るパーティクルの発生は、不良発生の要因となるので、可能な限り低減することが望ましい。被加工物と突起との接触面積が小さいほど、パーティクルは発生しにくいですが、係る接触面積を小さくしすぎると、吸着力が不足する。吸着力が不足していると、例えば、凹部を流れる冷却用のガスによりウエハが持ち上げられてしまうことがある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開 2 0 1 0 － 1 2 3 8 4 3 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 7 － 1 9 1 9 4 9 号公報

発明の概要

[0007] 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、接触面積を増大させることなく被加工物との吸着力が増大された静電チャックを実現することを、目的とする。

[0008] 上記課題を解決するため、本発明の第 1 の態様は、内部に埋設された E S C 電極に電圧を印加することによって載置面に載置された被加工物を静電吸着固定する静電チャックであって、前記載置面が、所定のピッチにて二次元的に離隔配置された複数の凸部と前記凸部の間の平坦な凹部とからなる凹凸構造を有してなり、前記凸部が、前記静電チャックの厚み方向に対して垂直でかつ高さが均一な平坦面を有する平坦部と、前記平坦部の周囲に位置し、前記平坦部から前記凹部に向かうにつれて高さが小さくなる傾斜部と、を備え、前記静電チャックの厚み方向に対する前記傾斜部の上面の傾斜角が 6 5 度以上 8 4 度以下である、ことを特徴とする。

[0009] 本発明の第 2 の態様は、第 1 の態様に係る静電チャックであって、前記凸部は断面視テーパ状をなしている、ことを特徴とする。

[0010] 本発明の第 3 の態様は、第 2 の態様に係る静電チャックであって、前記凸部は前記平坦部および前記凹部の少なくとも一方と曲面にて連続している、ことを特徴とする。

[0011] 本発明の第 4 の態様は、第 1 ないし第 3 の態様のいずれかに係る静電チャックであって、前記平坦面が平面視円形状であり、前記傾斜部が平面視円環状である、ことを特徴とする。

[0012] 本発明の第 5 の態様は、第 1 ないし第 4 の態様のいずれかに係る静電チャックであって、前記平坦面の前記凹部からの高さが $10\ \mu\text{m}$ ～ $50\ \mu\text{m}$ である、ことを特徴とする。

[0013] 本発明の第6の態様は、サセプタであって、第1ないし第5の態様のいずれかに係る静電チャックと、前記静電チャック内部に埋設されてなるヒータ電極と、前記静電チャックに接合されてなり、内部に設けられた流路に冷媒が循環供給されることにより、前記被加工物の冷却が可能な冷却板と、を備えることを特徴とする。

[0014] 本発明の第7の態様は、サセプタであって、第1ないし第5の態様のいずれかに係る静電チャックと、前記静電チャック内部に埋設されてなるヒータ電極と、前記静電チャックに取り付けられてなる中空のシャフトと、を備えることを特徴とする。

[0015] 本発明の第1ないし第7の態様によれば、被加工物と静電チャックとの接触面積を増大させることなく、静電チャックにおける静電吸着力を増大させることができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]静電チャック20を備えたウエハ載置台10の構成を示す模式断面図である。

[図2]静電チャック20の載置面20aの詳細構造を示す模式断面図である。

[図3]エンボス23の傾斜部25の近傍の拡大断面図である。

[図4]変形例に係るエンボス23を示す図である。

[図5]静電チャック20の別態様を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] <ウエハ載置台>

図1は、本発明の実施の形態に係る静電チャック20を備えたウエハ載置台10の構成を示す、静電チャック20の厚み方向に沿った模式断面図である。ウエハ載置台10は、サセプタなどとも称され、被加工物の一態様としての半導体ウエハ（ウエハ）に対しプラズマ処理などの所定の処理を行うにあたり、ウエハを静電チャック20にて固定するものである。

[0018] ウエハ載置台10は概略、静電チャック20と冷却板30とが、接合層40にて接合されることにより、静電チャック20と冷却板30とが積層配置

された構成を有する。

[0019] 静電チャック20は、 Al_2O_3 やAlNなどの絶縁性セラミックスからなる板状（例えば円板状）の部材に、ウエハを静電吸着するためのESC電極（静電チャック電極）21が埋設されたものである。図1に示す静電チャック20にはさらに、ウエハを加熱するためのヒータ電極22が埋設されている。このような静電チャック20は静電チャックヒータとも称される。図1に示す静電チャック20においては、ESC電極21の方がヒータ電極22よりも、載置面20aの近くに埋設されている。静電チャック20においては、接合層40との接合面と反対側の主面が、ウエハの載置される載置面20aとなっている。

[0020] ESC電極21およびヒータ電極22の材料としては、W、Mo、Ti、Si、Ruなどの金属、もしくはその炭化物や窒化物などが例示される。

[0021] 冷却板30は、内部に流路31を備えており、該流路31に対し外部から冷媒（例えば水）を導入することによって静電チャック20さらにはその載置面20aに静電吸着固定されたウエハを冷却する部位である。流路31は、静電チャック20の略全域が冷却されるよう、一の連続する溝部が平面視で渦巻き状に設けられるのが好適な一例である。あるいは、複数の独立した開環状の溝部が平面視で同心円状に設けられる態様であってもよい。

[0022] 冷却板30の材料としては、アルミニウムなどの金属材料を用いるのが好適であるが、セラミックスや、金属とセラミックスとの複合材料が用いられる態様であってもよい。

[0023] 流路31の少なくとも一つの箇所、フィン32が突設されていてもよい。フィン32は、その配置箇所における冷媒の流速を増大させ、局所的に冷却効率を高める作用を有する。フィン32の形状およびサイズは、その配置箇所に求められる冷却状況に応じて、適宜に定められる。フィン32は、冷却板30の材料と同じ材料にて設けられていてもよいし、冷却板30とは異なる材料にて設けられていてもよい。なお、フィン32が設けられない態様であってもよい。

- [0024] 接合層 40 による静電チャック 20 と冷却板 30 との接合は、例えば、静電チャック 20 を構成するセラミックスの板状部材と冷却板 30 を構成する部材とを樹脂製の接着剤あるいは接着シート、金属ロウ材、セラミックボンドなどの接着層にて接着することによって得られる積層体を対象に、所定の温度で加熱しつつ加圧する加熱加圧接合を行うことにより、実現されてなる。
- [0025] また、ウエハ載置台 10 にはさらに、ESC 電極 21 に対する給電を担う第 1 給電部 50 と、ヒータ電極 22 に対する給電を担う第 2 給電部 60 とが備わっている。
- [0026] 第 1 給電部 50 は、静電チャック 20 と冷却板 30 との積層方向に沿って設けられてなり、給電端子 51 と、該給電端子 51 を囲繞する絶縁部材（スリーブ）52 と、給電端子 51 の一方端部に設けられ、ESC 電極 21 に接続される接続部 53 とを備える。第 1 給電部 50 は、貫通穴 33 に挿嵌させられてなり、他方端部側において外部に露出してなる。そして、係る他方端部側において給電端子 51 が外部に備わる ESC 電源 70 と電氣的に接続されてなる。
- [0027] ウエハ載置台 10 においては、静電チャック 20 の載置面 20a にウエハが載置された状態で、ESC 電源 70 にて給電端子 51 および接続部 53 を通じて ESC 電極 21 に直流電圧が印加されることにより、ウエハが載置面 20a に静電吸着される。
- [0028] また、第 2 給電部 60 は、給電端子 61 と、該給電端子 61 を囲繞する絶縁部材（スリーブ）62 と、給電端子 61 の一方端部に設けられ、ヒータ電極 22 に接続される接続部 63 とを備える。第 2 給電部 60 は、冷却板 30 に備わる貫通穴 34 に挿嵌させられてなり、他方端部側において外部に露出してなる。そして、係る他方端部側において給電端子 61 が外部に備わるヒータ電源 80 と電氣的に接続されてなる。
- [0029] ウエハ載置台 10 においては、ヒータ電源 80 にて給電端子 61 および接続部 63 を通じてヒータ電極 22 に通電がなされることにより、ウエハ載置

台 1 0 さらにはウエハが加熱される。

[0030] また、蓋部 3 0 b の所定位置には、該蓋部 3 0 b が基部 3 0 a に固定された状態において流路 3 1 に連通する冷媒出入口 3 5 が貫通してなる。なお、図 1 においては図示の簡単のため、冷媒出入口 3 5 を 1 つのみ示しているが、実際には、冷媒出入口 3 5 は、流路 3 1 を構成する溝部の両端部にそれぞれ 1 つずつ設けられる。それぞれの冷媒出入口 3 5 は、流路 3 1 に対し冷媒を循環供給させるチラーユニット 9 0 に接続されてなる。

[0031] 以上のような構成を有するウエハ載置台 1 0 においては、載置面 2 0 a に載置したウエハを E S C 電極 2 1 に対する電圧の印加によって静電吸着固定させた状態で、ヒータ電極 2 2 に対する通電による加熱と流路 3 1 に対する冷媒の循環供給とを並行して行うことにより、加熱と冷却とをバランスさせることによって、所定の温度分布にてウエハを加熱することができるようになっている。

[0032] 係るウエハ載置台 1 0 は、例えば、E S C 電極 2 1 とヒータ電極 2 2 とが埋設された静電チャック 2 0 と、冷却板 3 0 とをそれぞれに用意したうえで、静電チャック 2 0 と冷却板 3 0 とを接合層 4 0 にて接合し、続いて第 1 給電部 5 0 および第 2 給電部 6 0 を埋設するという手順にて、製造可能である。

[0033] 静電チャック 2 0 の作製は例えば、E S C 電極 2 1 用の電極パターンが印刷形成されたセラミックスグリーンシートと、ヒータ電極 2 2 用の電極パターンが印刷形成されたセラミックスグリーンシートとを含む複数のセラミックスグリーンシートを積層接着することで形成したグリーンシート成形体を、ホットプレス焼成することにより行える。

[0034] ただし、本実施の形態においては、係るホットプレス焼成後の静電チャック 2 0 の載置面 2 0 a に対し、後述するエンボス加工（凹凸加工）を施し、多数の凸部（突起）を設けるようにする。

[0035] また、冷却板 3 0 は、バルク金属の切削加工や、ゲルキャストイングその他の鑄造などの手法にて、作製することができる。

[0036] <載置面の詳細>

図2は、静電チャック20の載置面20aの詳細構造を示す、静電チャック20の厚み方向に沿った模式断面図である。なお、図2においては、ウエハ100が載置面20aに載置される様子も併せて示している。

[0037] 図1においては図示の簡単のため、載置面20aが一様に平坦であるように示されているが、実際には、本発明の実施の形態に係る静電チャック20の載置面20aは、所定のピッチpにて二次元的に離隔配置された多数の（複数の）凸部23と、係る凸部23の間の凹部26とからなる、凹凸構造を有してなる。以降においては、凸部23をエンボス23とも称し、凹部26の表面を底面26aとも称する。なお、ピッチpは2mm～20mm程度に設定される。

[0038] エンボス23は、平坦部24と傾斜部25とを有する。平坦部24は、平坦面24aを有する部位である。平坦面24aは実質的に、静電チャック20の厚み方向に対して垂直でかつ平坦でありかつ均一な高さ（凹部26の底面26aからの垂直距離）hを有する。ただし、平坦面24aおよび凹部26の底面26aは製造時に不可避免的に生じる微細な凹凸を含んでも良い。それゆえ、高さhは例えば、平坦面24aおよび底面26aそれぞれの粗さ中心線の差であってもよい。平坦面24aおよび底面26aのそれぞれの粗さ中心線は、JIS B 0601：1994、JIS B 0031：1994にて定められた手法で測定された複数個所における測定値の平均値であってもよい。高さhは10μm～50μm程度とされる。

[0039] 傾斜部25は、載置面20aを平面視した場合において平坦部24の周囲に位置し、平坦部24から凹部26に向かうにつれて連続的にあるいは断続的に高さ（凹部26の底面26aからの垂直距離）が小さくなる部位である。

[0040] 好適な一態様においては、それぞれのエンボス23の平坦面24aが、平面視において当該エンボス23の中心にて直径d1の円形をなしており、個々のエンボス23そのものも、平面視において直径d2の円形をなしている

。これに伴い、傾斜部 25 は、平面視において幅 w の円環状をなしている。また、傾斜部 25 の上面 25 a は、断面視直線状のテーパ状をなしている。このように上面 25 a が断面視直線状のテーパ状をなす傾斜部 25 を特に、テーパ部 25 と称することがある。直径 d_1 は、傾斜部 25 を有さない従来のエンボスと同様、 $0.5\text{ mm} \sim 3\text{ mm}$ 程度とされる。

[0041] 載置面 20 a がこのような凹凸構造を有することにより、静電チャック 20 にウエハ 100 が載置された状態において実際にウエハ 100 と接触し、ウエハ 100 を直接に下方支持するのは、エンボス 23 の平坦部 24 のみとなっている。なお、ウエハ 100 と接触しない傾斜部 25 および凹部 26 とウエハ 100 との間には、ウエハ 100 を冷却するための冷却ガスが流される場合がある。

[0042] ウエハ 100 が静電チャック 20 に吸着固定される際には、上述したように、ESC 電源 70 から ESC 電極 21 に対し直流電圧が印加される。これにより、ウエハ 100 と該ウエハ 100 に接触している全てのエンボス 23 の平坦部 24 との間に Johnsen-Rahbek 力（以下、JR 力と称する） F_j が生じる。

[0043] ただし、ウエハ 100 の吸着固定に寄与する力は係る JR 力 F_j のみではなく、ウエハ 100 と非接触ではあるが近接する部位からの空間クーロン力 F_c も、吸着に寄与する。具体的には、空間クーロン力 F_c は、全ての傾斜部 25（の上面 25 a）とウエハ 100 との間に作用する傾斜部空間クーロン力 F_t と、凹部 26（の底面 26 a の全体）とウエハ 100 との間に作用する底面空間クーロン力 F_b とからなる。以降、空間クーロン力 F_c を合計空間クーロン力 F_c とも称する。

[0044] すなわち、ウエハ 100 が静電チャック 20 に吸着固定される際の全体吸着力 F は、

$$F = F_j + F_c = F_j + F_t + F_b$$

にて表される。

[0045] 係る場合において、傾斜部空間クーロン力 F_t は傾斜部 25 とウエハ 100

0との距離に反比例し、底面空間クーロン力 F_b は底面26aとウエハ100との距離に反比例する。それゆえ、エンボス23のピッチ p と平坦部24の平面サイズ（直径） d_1 および高さ h がいずれも一定であり、かつウエハ100の撓みが無視できる場合、隣り合うエンボス23の間に凹部26が必ず存在する限りにおいては、傾斜部25の幅 w が大きいほど傾斜部空間クーロン力 F_t の値が底面空間クーロン力 F_b に比して十分に大きくなり、結果として合計空間クーロン力 F_c さらには全体吸着力 F が増大する、という関係が成立する。

[0046] このことは、個々のエンボス23における平坦部24の平面サイズ（直径） d_1 を増大させてJR力 F_j を増大させる代わりに、個々のエンボス23に傾斜部25を設けて傾斜部空間クーロン力 F_t を作用させることによって、全体吸着力 F を増大させることができることを意味する。

[0047] しかも、平坦部24の平面サイズ d_1 を増大させた場合、ウエハ100と静電チャック20との接触面積が増大することになり、それゆえ、パーティクルが発生しやすくなるが、傾斜部25はウエハ100とは接触しないため、傾斜部25を設けたとしても、パーティクルが発生しやすくなることはない。

[0048] 換言すれば、エンボス23に傾斜部25を設けることによって、パーティクルをより発生しやすくすることなく、ウエハ100と静電チャック20との静電吸着力を向上させることができる。

[0049] 傾斜部25の上面25aがテーパ状をなしている場合、エンボス23に傾斜部25を設けることの効果は、上面25aと、静電チャック20の厚み方向とのなす角（以下、傾斜角） α の大小によって、評価することができる。

[0050] このように傾斜部25がテーパ状をなしている静電チャック20を対象に、傾斜角 α （テーパ角 α とも称する）の値を種々に違えつつ底面空間クーロン力 F_b と傾斜部空間クーロン力 F_t とをシミュレーションしたときの結果を、あらかじめ実験的に求めたJR力 F_j と、当該シミュレーション結果から求まる合計空間クーロン力 F_c と、JR力 F_j と合計空間クーロン力 F_c

との和である全体吸着力 F と、該全体吸着力 F の増加率と、アスペクト比 w/h とともに、表1に一覧にして示す。

[0051] [表1]

傾斜角 (デバ角) α	JR力 F_J	底面 空間クーロン力 F_b	傾斜部 空間クーロン力 F_t	合計 空間クーロン力 F_c	全体吸着力 F	増加率	アスペクト比
0	18	8.20	0.00	8.20	26.20	0.00%	0.00
10	18	8.19	0.03	8.22	26.22	0.08%	0.18
20	18	8.19	0.06	8.24	26.24	0.17%	0.36
30	18	8.18	0.09	8.27	26.27	0.27%	0.58
40	18	8.16	0.14	8.30	26.30	0.39%	0.84
45	18	8.16	0.17	8.32	26.32	0.47%	1.00
50	18	8.15	0.20	8.35	26.35	0.56%	1.19
55	18	8.14	0.24	8.38	26.38	0.68%	1.43
60	18	8.12	0.29	8.42	26.42	0.84%	1.73
65	18	8.11	0.37	8.48	26.48	1.05%	2.14
70	18	8.08	0.48	8.56	26.56	1.38%	2.75
75	18	8.03	0.68	8.71	26.71	1.94%	3.73
80	18	7.92	1.11	9.02	27.02	3.14%	5.67
81	18	7.88	1.26	9.14	27.14	3.57%	6.31
82	18	7.83	1.45	9.28	27.28	4.13%	7.12
83	18	7.76	1.72	9.48	27.48	4.87%	8.14
84	18	7.67	2.09	9.75	27.75	5.93%	9.51
85	18	7.52	2.65	10.17	28.17	7.52%	11.43
86	18	7.29	3.57	10.86	28.86	10.15%	14.30
87	18	6.83	5.34	12.18	30.18	15.19%	19.08
88	18	5.71	9.76	15.47	33.47	27.73%	28.64
89	18	0.55	29.95	30.50	48.50	85.12%	57.29

[0052] なお、シミュレーションに際しては、エンボス23の平面サイズ（直径） d_1 を0.5mmとし、エンボス23の平坦部24の高さ h を20 μ mとし

、載置面 20a の全平面面積に対する、エンボス 23 の平坦部 24 の平坦面 24a の合計面積の比である、ウエハ 100 の接触面積率を、3%とし、静電吸着に際して ESC 電源 70 が ESC 電極 21 に対し印加する直流電圧の値を、500Vとしている。

[0053] また、あらかじめ実験的に求めた、エンボス 23 が傾斜部 25 を有さない、すなわち傾斜角 $\alpha = 0$ 度である静電チャック 20 についての全体吸着力 F (26.2 Torr) と JR 力 F_j (18 Torr) とを、利用している。それゆえ、厳密に言えば、表 1 における傾斜角 $\alpha = 0$ 度のときのそれぞれの力の値は実験値である。そして、全体吸着力 F の増加率としては、傾斜角 $\alpha = 0$ 度のときの全体吸着力 F を基準とした増加率を示している。

[0054] 表 1 からわかるように、傾斜角 α が大きくなるほど、全体吸着力 F の増加率は大きくなる傾向がある。

[0055] 本実施の形態においては、傾斜部 25 を設けない場合に比して全体吸着力が 1%以上増加する、傾斜角 α が 65 度以上という範囲が、エンボス 23 に傾斜部 25 を設ける場合の傾斜角 α の好ましい範囲であるとする。傾斜部 25 を設けない場合に比して、全体吸着力 F に有意な増大があると考えられるからである。なお、表 1 は、傾斜角 α を例えば 30 度程度設けたとしても、吸着力を増大させる効果はほとんど得られないことも示している。

[0056] ただし、傾斜角 α は 84 度以下とする。傾斜角 α が 84 度を上回ると、ウエハ 100 を吸着固定した際に、ウエハ 100 の撓みによって傾斜部 25 にもウエハ 100 が接触してしまうおそれが高まり、好ましくないからである。

[0057] すなわち、本実施の形態においては、静電チャック 20 の表面に多数のエンボス 23 にて凹凸を付与するに際し、それぞれのエンボス 23 の平坦部 24 の周囲に、静電チャック 20 の厚み方向に対し 65 度以上 84 度以下の傾斜角 α をなすように傾斜部 25 を設けることによって、ウエハ 100 との接触面積を増大させることなく、静電チャック 20 に対するウエハ 100 の静電吸着力を増大させるようにする。なお、この 65 度以上 84 度以下という

傾斜角 α の範囲は概ね、傾斜角 α の正接（ $\tan$ ）に相当するアスペクト比 w/h が2.1以上9.5以下という範囲に相当する。

[0058] こうした、静電チャック20を用いることによる静電吸着力の増大という効果は、ウエハ100以外の被加工物が載置される場合についても、同様に得ることができる。

[0059] なお、エンボス23に傾斜部25を設けることによって、平坦部24の平坦面24aの面積を増やすことなく、換言すれば、ウエハ100との接触面積を傾斜部25を設けない場合から増やすことなく、吸着力を増大させることができるということは、別の見方をすれば、平坦面24aの面積を小さくしながら傾斜部25を設けることにより、ウエハ100との接触面積を減少させつつ、傾斜部25を設けない場合と同程度の吸着力得ることも可能である、ということでもある。

[0060] <傾斜部の微細形状例>

図3は、あるエンボス23の傾斜部25の近傍についての、静電チャック20の厚み方向に沿った模式的な拡大断面図である。

[0061] 図2においては、断面視直線状である傾斜部25の上面25aが平坦部24の平坦面24aと凹部26の底面26aと連続する様子を示していた。しかしながら、実際の傾斜部25を微視的にみた場合、図3に示すように、その上面25aが、平坦な斜面である断面視直線状の中央部250と、その両端の曲面状（断面視曲線状の）曲面部251および252とから、構成され、曲面部251が凹部26の底面26aと滑らかに連続し、曲面部252が平坦部24の平坦面24aと滑らかに連続していてもよい。

[0062] 曲面部251が形成される場合、エンボス23と凹部26との境界部分にパーティクルが残存しにくくなる。また、曲面部252が形成される場合、ウエハ100が接触する際にエンボス23が擦れて削られることが起こりにくくなる。

[0063] ただし、曲面部251および252の形成範囲は通常、傾斜部25の両端のごくわずかな範囲であるので、上面25aの中央部250、凹部26の底

面 2 6 a、および平坦部 2 4 の平坦面 2 4 a の仮想的な延長面をそれぞれ、図 2 における傾斜部 2 5 の上面 2 5 a、凹部 2 6 の底面 2 6 a、および平坦部 2 4 の平坦面 2 4 a とみなして差し支えない。

[0064] 図 3 の断面図においては、直線 L 0 が中央部 2 5 0 の仮想的な延長面に相当し、直線 L 1 が底面 2 6 a の仮想的な延長面に相当し、直線 L 2 が平坦面 2 4 a の仮想的な延長面に相当する。そして、直線 L 0 と直線 L 1 との交点 P 1 と、直線 L 0 と直線 L 2 との交点 P 2 との垂直距離および水平距離をそれぞれ、高さ h および幅 w とみなすことができる。より詳細には、交点 P 1 は中央部 2 5 0 の仮想的な延長面と底面 2 6 a の仮想的な延長面の交線の断面に相当し、交点 P 2 は中央部 2 5 0 の仮想的な延長面と平坦面 2 4 a の仮想的な延長面の交線の断面に相当する。また、静電チャック 2 0 の厚み方向と直線 L 0 とがなす角を傾斜角 α とみなすことができる。

[0065] 静電チャック 2 0 に備わる全部あるいは一部のエンボス 2 3 が、図 3 に示すような傾斜部 2 5 を有する態様であってもよい。あるいは、曲面部 2 5 1 または曲面部 2 5 2 の一方のみを有するエンボス 2 3 が存在していてもよい。

[0066] テーパ状その他の形状の傾斜部 2 5 を有するエンボス（凸部）2 3 と、凹部 2 6 とからなる凹凸構造の形成は、例えば、静電チャック 2 0 を構成するセラミックスの板状部材と冷却板 3 0 を構成する部材とを接合するに先立って、前者のセラミックス部材の平坦な表面に対し、サンドブラスト加工、マシニング加工、超音波加工、レーザ加工、研磨加工などの種々の公知の加工手法による加工を、適宜に組み合わせつつ施すことによって、行うことができる。

[0067] 以上、説明したように、本実施の形態によれば、例えば半導体ウエハなどの被加工物を静電吸着固定する静電チャックの表面に、接触面積低減のために多数のエンボスにて凹凸を付与するに際し、それぞれのエンボスの平坦部の周囲に、静電チャックの厚み方向に対し 6 5 度以上 8 4 度以下の角をなす傾斜部を設けることによって、被加工物と静電チャックとの接触面積を増大

させることなく、静電チャックにおける静電吸着力を増大させることができる。

[0068] <変形例>

静電チャック 20 の載置面 20 a に設ける個々のエンボス 23 の傾斜部 25 の傾斜角 α は、同じである必要はなく、静電チャック 20 を平面視した場合における個々のエンボス 23 の位置によって、違えられてもよい。

[0069] 例えば、中心部に位置するエンボス 23 における傾斜角 α よりも、外周部に位置するエンボス 23 における傾斜角 α を大きくしてもよい。係る場合、外周部のエンボス 23の方が中心部のエンボス 23よりも吸着力が大きくなるため、吸着対象であるウエハに反りがあったとしても、外周部においてウエハが載置面 20 a から離隔してしまうことを抑制し、該ウエハを好適に固定することができる。

[0070] 上述の実施の形態においては主として、傾斜部 25 の高さが平坦部 24 から凹部 26 に向かうにつれて連続的に小さくなる構成を対象に説明を行い、より具体的には傾斜部 25 がテーパ状をなしている構成を例示していたが、先にも述べたように、傾斜部 25 の高さは断続的に変化する態様であってもよい。

[0071] 図 4 は、そのような形状の傾斜部 25 を備えた、変形例に係るエンボス 23 を示す図である。より具体的には、図 4 は、係る傾斜部 25 の近傍の、静電チャック 20 の厚み方向に沿った模式的な拡大断面図である。図 4 に示すエンボス 23 においては、傾斜部 25 が、複数のステップ 25 s からなる多段状に設けられている。すなわち、傾斜部 25 の高さが、平坦部 24 から凹部 26 に向かうにつれて断続的に変化している。係る場合においては、断面において個々のステップ 25 s のエッジ部分を通る傾斜線 25 b を、例えば図 2 に示したテーパ状をなす傾斜部 25 の上面 25 a の断面がなす直線と同様に取り扱うことができる。すなわち、傾斜線 25 b と静電チャック 20 の厚み方向とのなす角が傾斜角 α に相当する。

[0072] このような、複数のステップ 25 s からなる多段状の傾斜部 25 を有する

エンボス 23 の形成は、例えばレーザ加工によって実現可能である。

[0073] 係る多段状の傾斜部 25 を有するエンボス 23 にて載置面 20 a に凹凸構造が形成された静電チャック 20 であっても、被加工物と静電チャック 20 との接触面積を増大させることなく、静電チャック 20 における静電吸着力を増大させる、という効果を得ることができる。

[0074] <静電チャックの別態様>

図 5 は、図 1 に示すものとは別態様の静電チャック 20 の、厚み方向に沿った模式断面図である。図 5 に示す静電チャック 20 は概略、図 1 に示した静電チャック 20 と同様の絶縁性セラミックスからなる板状（例えば円板状）のセラミックプレート 12 と、該セラミックプレート 12 に接合された中空のセラミックシャフト 14 から構成される。

[0075] セラミックプレート 12 の一方主面 12 a は、図 2 と同様の多数の凸部（エンボス）23 を備える載置面 20 a となっている。図 5 においては図示を簡略化しているが、係る一方主面 12 a に備わるエンボス 23 にも、図 2 に示したような平坦部 24 と傾斜部 25 とが備わっている。すなわち、それぞれのエンボス 23 の平坦部 24 の周囲に、静電チャックの厚み方向に対し 65 度以上 84 度以下の角をなす傾斜部 25 が設けられてなる。なお、図 5 においては、ウエハ 100 が載置面 20 a に載置される様子も併せて示している。

[0076] セラミックシャフト 14 は、好ましくはセラミックプレート 12 と同様の絶縁性セラミックスから構成されてなり、固相接合または拡散接合にてセラミックプレート 12 の他方主面 12 b に接合されてなる。

[0077] また、セラミックプレート 12 には、図 1 に示した静電チャック 20 と同様に、ウエハを静電吸着するための ESC 電極 21 と、ウエハを加熱するためのヒータ電極 22 とが埋設されてなる。ただし、これら ESC 電極 21 とヒータ電極 22 への通電は、中空のセラミックシャフト 14 の内部空間に挿通されたロッド状の給電端子 51 および 61 を通じて行われる。なお、図 5 においてはスリーブ 52 および 62 と接続部 53 および 63 の図示を省略し

ている。給電端子51はESCロッド51とも称され、給電端子61はヒータロッド61とも称される。

[0078] 以上のような構成を有する静電チャック20も、図1の静電チャック20と同様に、図5においては図示しない接合層40にて冷却板30と接合されて、ウエハ載置台10を構成する。

[0079] 加えて、図5に示すセラミックプレート12には、複数のリフトピン穴16が、厚み方向に貫通してなる。より詳細には、リフトピン穴16は、接合層40および冷却板30をも貫通する態様にて設けられるものであり、載置面20aに載置されたウエハ100を下から持ち上げるためのリフトピン（図示せず）を、ウエハ載置台10の下方から挿通させるための穴である。なお、図1においては図示を省略していたが、図1に示したウエハ載置台10においても同様に、複数のリフトピン穴が設けられる。

[0080] 図5に示した構成の静電チャックを備えるウエハ載置台においても、被加工物と静電チャックとの接触面積を増大させることなく、静電チャックにおける静電吸着力を増大させることができる。

請求の範囲

- [請求項1] 内部に埋設されたE S C電極に電圧を印加することによって載置面に載置された被加工物を静電吸着固定する静電チャックであって、
- 前記載置面が、所定のピッチにて二次元的に離隔配置された複数の凸部と前記凸部の間の平坦な凹部とからなる凹凸構造を有してなり、
- 前記凸部が、
- 前記静電チャックの厚み方向に対して垂直でかつ高さが均一な平坦面を有する平坦部と、
- 前記平坦部の周囲に位置し、前記平坦部から前記凹部に向かうにつれて高さが小さくなる傾斜部と、
- を備え、
- 前記静電チャックの厚み方向に対する前記傾斜部の上面の傾斜角が65度以上84度以下である、
- ことを特徴とする静電チャック。
- [請求項2] 請求項1に記載の静電チャックであって、
- 前記凸部は断面視テーパ状をなしている、
- ことを特徴とする静電チャック。
- [請求項3] 請求項2に記載の静電チャックであって、
- 前記凸部は前記平坦部および前記凹部の少なくとも一方と曲面にて連続している、
- ことを特徴とする静電チャック。
- [請求項4] 請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の静電チャックであって、
- 、
- 前記平坦面が平面視円形状であり、
- 前記傾斜部が平面視円環状である、
- ことを特徴とする静電チャック。
- [請求項5] 請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の静電チャックであって、
- 、

前記平坦面の前記凹部からの高さが $10\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ である、
ことを特徴とする静電チャック。

[請求項6]

請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の静電チャックと、

前記静電チャック内部に埋設されてなるヒータ電極と、

前記静電チャックに接合されてなり、内部に設けられた流路に冷媒
が循環供給されることにより、前記被加工物の冷却が可能な冷却板と

、

を備えることを特徴とするサセプタ。

[請求項7]

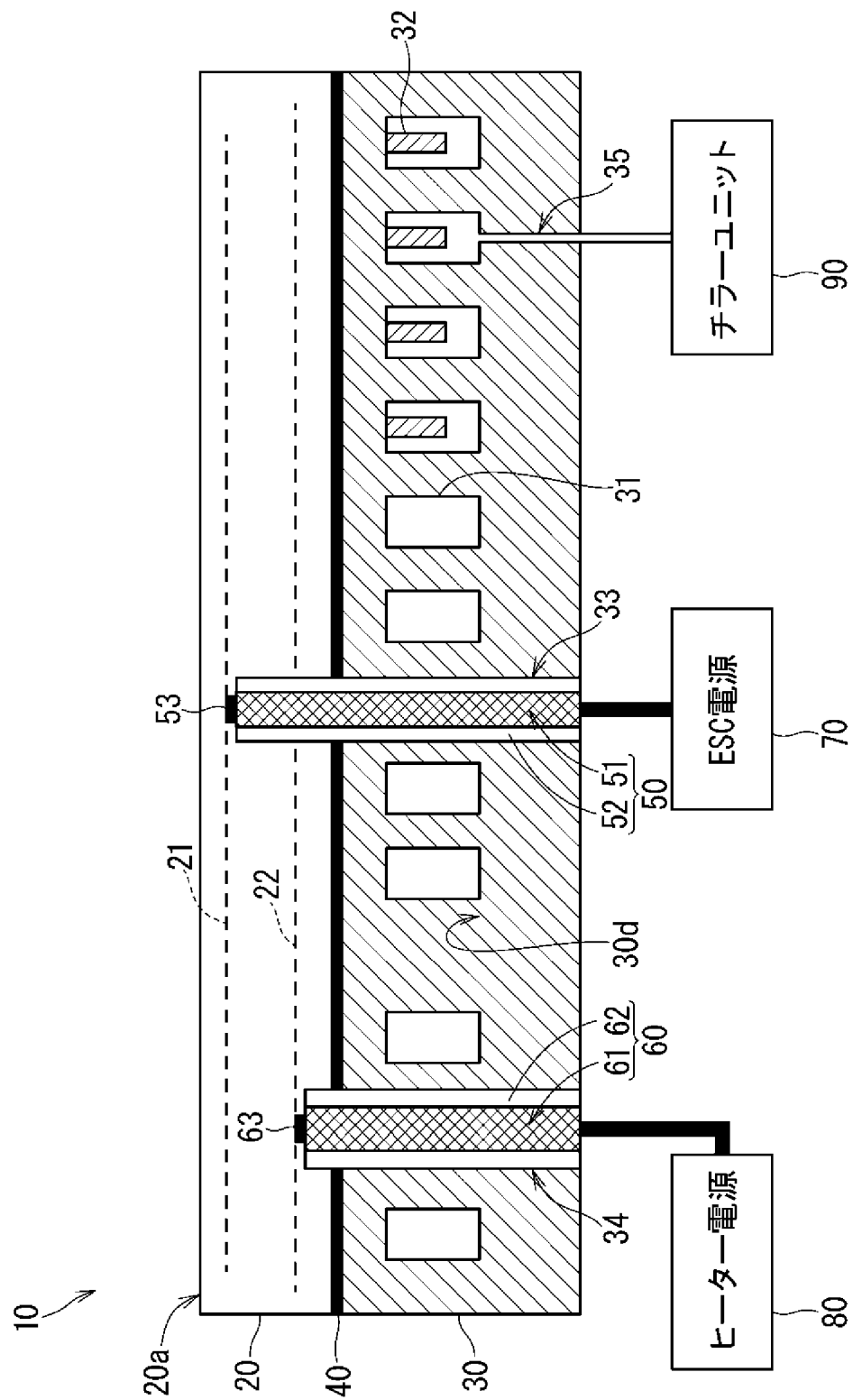
請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の静電チャックと、

前記静電チャック内部に埋設されてなるヒータ電極と、

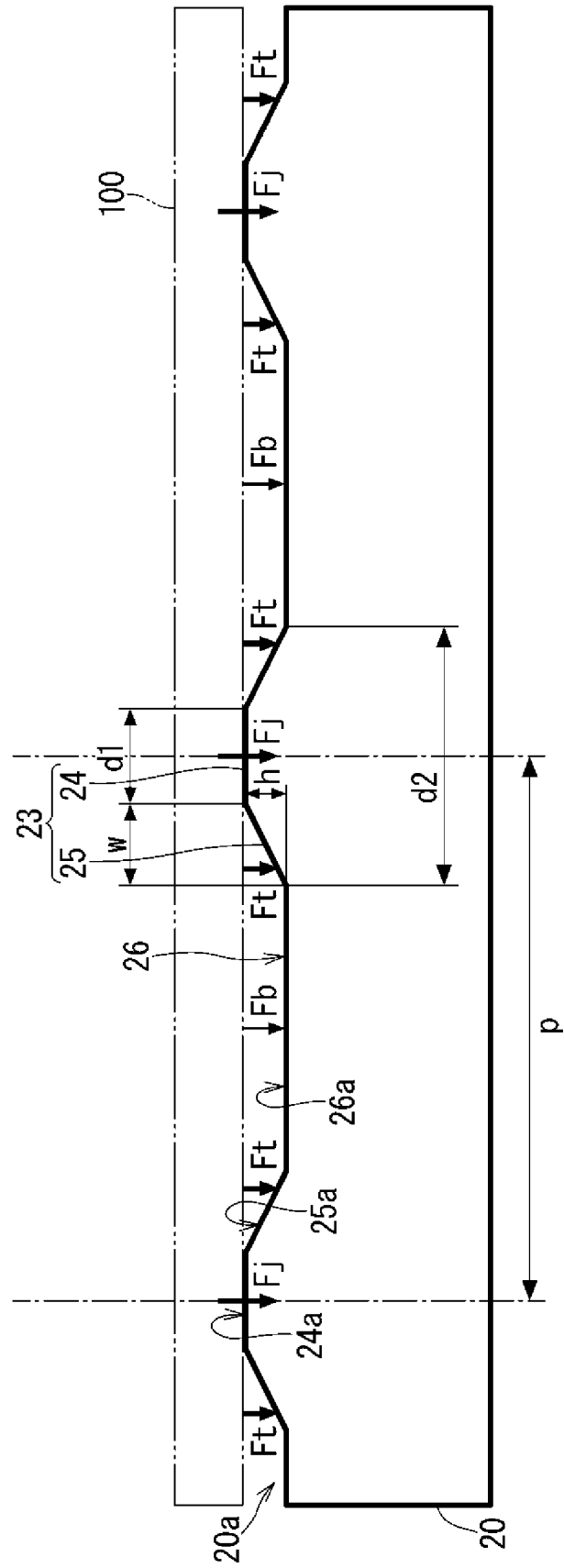
前記静電チャックに取り付けられてなる中空のシャフトと、

を備えることを特徴とするサセプタ。

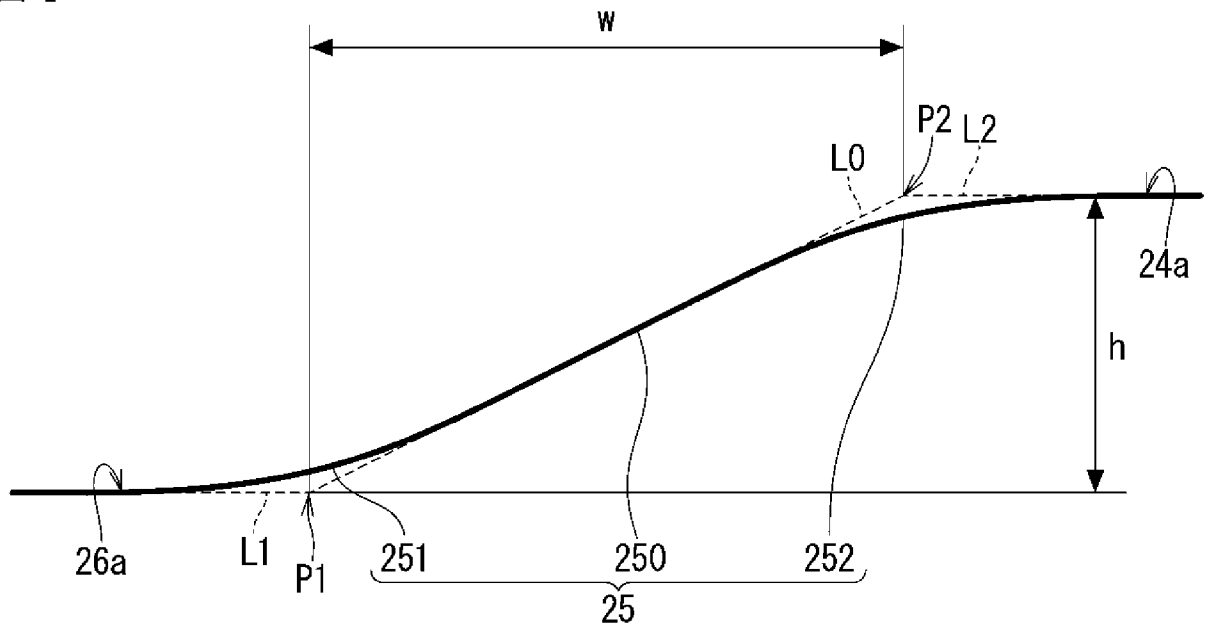
[図1]



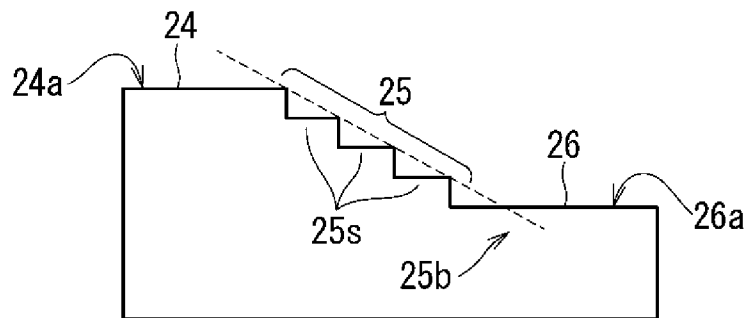
[図2]



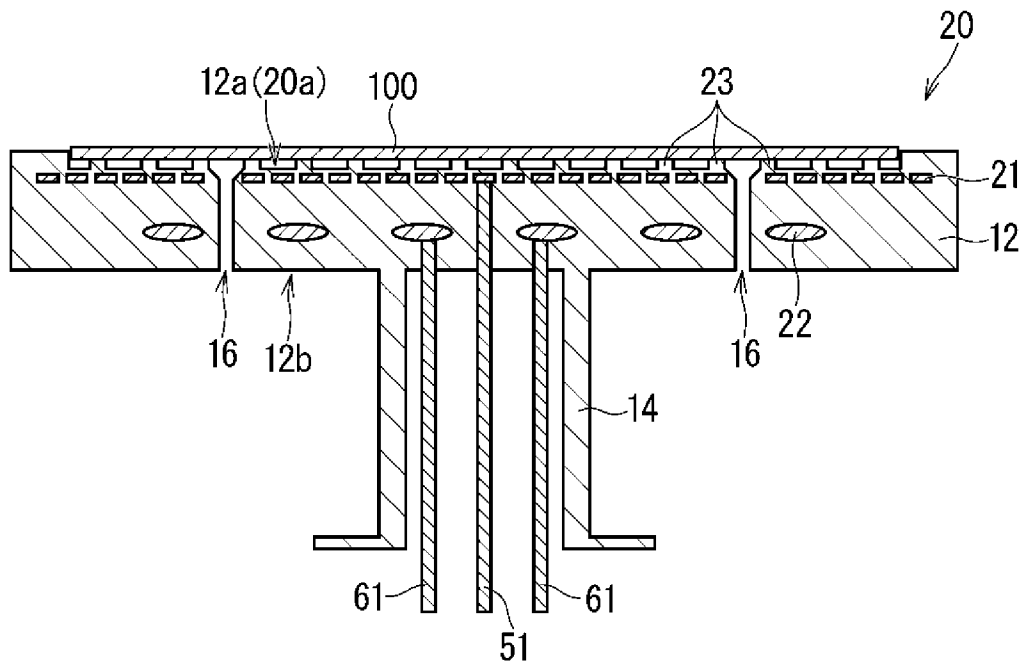
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 21/683**(2006.01)i

FI: H01L21/68 R

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

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	WO 2020/170514 A1 (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) 27 August 2020 (2020-08-27) claim 1, paragraph [0030], fig. 3	1-7
A	JP 2005-038931 A (TOTO LTD.) 10 February 2005 (2005-02-10) paragraphs [0017]-[0019], fig. 1, 16	1-7
A	JP 2013-153171 A (PANASONIC CORPORATION) 08 August 2013 (2013-08-08) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2015-008240 A (KYOCERA CORP.) 15 January 2015 (2015-01-15) entire text, all drawings	1-7
A	WO 2007/013619 A1 (KYOCERA CORP.) 01 February 2007 (2007-02-01) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2017-191949 A (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) 19 October 2017 (2017-10-19) entire text, all drawings	1-7



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

07 August 2023

Date of mailing of the international search report

22 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/021338

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/170514	A1	27 August 2020	US 2021/0006182 A1 claim 1, paragraphs [0094]- [0095], fig. 3 JP 6702526 B1 CN 111837329 A KR 10-2021-0068318 A	
JP	2005-038931	A	10 February 2005	(Family: none)	
JP	2013-153171	A	08 August 2013	(Family: none)	
JP	2015-008240	A	15 January 2015	(Family: none)	
WO	2007/013619	A1	01 February 2007	US 2010/0144147 A1 entire text, all drawings KR 10-2008-0050387 A	
JP	2017-191949	A	19 October 2017	US 2017/0243778 A1 entire text, all drawings WO 2016/052115 A1 CN 106663653 A KR 10-2017-0067719 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/683(2006.01)i FI: H01L21/68 R		
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）） H01L21/683		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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
A	WO 2020/170514 A1（住友大阪セメント株式会社）27.08.2020（2020 - 08 - 27） 請求項1, 段落[0030], 図3	1-7
A	JP 2005-038931 A（東陶機器株式会社）10.02.2005（2005 - 02 - 10） 段落[0017]-[0019], 図1, 16	1-7
A	JP 2013-153171 A（パナソニック株式会社）08.08.2013（2013 - 08 - 08） 全文, 全図	1-7
A	JP 2015-008240 A（京セラ株式会社）15.01.2015（2015 - 01 - 15） 全文, 全図	1-7
A	WO 2007/013619 A1（京セラ株式会社）01.02.2007（2007 - 02 - 01） 全文, 全図	1-7
A	JP 2017-191949 A（住友大阪セメント株式会社）19.10.2017（2017 - 10 - 19） 全文, 全図	1-7
☐ 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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 07.08.2023		国際調査報告の発送日 22.08.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 宮久保 博幸 50 3136 電話番号 03-3581-1101 内線 3559

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/021338

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2020/170514	A1	27.08.2020	US 2021/0006182 A1 請求項1, 段落[0094]- [0095], 図3 JP 6702526 B1 CN 111837329 A KR 10-2021-0068318 A	
JP	2005-038931	A	10.02.2005	(ファミリーなし)	
JP	2013-153171	A	08.08.2013	(ファミリーなし)	
JP	2015-008240	A	15.01.2015	(ファミリーなし)	
WO	2007/013619	A1	01.02.2007	US 2010/0144147 A1 全文, 全図 KR 10-2008-0050387 A	
JP	2017-191949	A	19.10.2017	US 2017/0243778 A1 全文, 全図 WO 2016/052115 A1 CN 106663653 A KR 10-2017-0067719 A	