

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5458323号
(P5458323)

(45) 発行日 平成26年4月2日(2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日(2014.1.24)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/683 (2006.01)	HO 1 L 21/68 R
HO 2 N 13/00 (2006.01)	HO 2 N 13/00 D

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-533896 (P2010-533896)	(73) 特許権者	591012266
(86) (22) 出願日	平成21年10月13日(2009.10.13)		株式会社クリエイティブ テクノロジー
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/067734		東京都千代田区麹町1丁目8番地14号
(87) 国際公開番号	W02010/044398		麹町YKビル5階
(87) 国際公開日	平成22年4月22日(2010.4.22)	(74) 代理人	100132230
審査請求日	平成24年7月6日(2012.7.6)		弁理士 佐々木 一也
(31) 優先権主張番号	特願2008-289260 (P2008-289260)	(74) 代理人	100082739
(32) 優先日	平成20年10月15日(2008.10.15)		弁理士 成瀬 勝夫
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100087343
			弁理士 中村 智廣
		(74) 代理人	100088203
			弁理士 佐野 英一
		(72) 発明者	辰巳 良昭
			神奈川県川崎市高津区上作延507-1、
			株式会社クリエイティブ テクノロジー内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電チャック及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

弾性材料からなる複数の凸部を備えた弾性吸着層を基板吸着面とし、この弾性吸着層を介して基板を吸着・保持する静電チャックの製造方法であって、

弾性吸着層における凸部の高さを h 、基板吸着面における単位面積当たりの凸部の数を n 、凸部における頂面の面積を A 、凸部を形成する弾性材料の弾性率を E として、全体的平坦度が W_h の基板を吸着力 F で吸着・保持したときに、吸着力 F が働く方向に凸部が収縮する量が、以下の関係式(1)を満足するように弾性吸着層を形成し、かつ、基板吸着面における単位面積あたりの凸部頂面の総面積の割合を10%以上にするを特徴とする静電チャックの製造方法。

$$5 W_h \leq 0.5 W_h, \text{ここで } = (h / n A) \cdot (F / E) \dots (1)$$

〔但し、各値の単位は、それぞれ括弧内に示したものである； W_h (m)、 h (m)、 n (個/m²)、 A (m²)、 E (Pa)、 F (Pa)、(m)。〕

【請求項2】

凸部の高さが1 μm以上1000 μm以下の範囲である請求項1に記載の静電チャックの製造方法。

【請求項3】

凸部を形成する弾性材料の弾性率 E が、0.1 MPa以上50 MPa以下の範囲である請求項1に記載の静電チャックの製造方法。

【請求項4】

凸部を形成する弾性材料は、シリコーンゴム、アクリルゴム、ニトリルゴム、イソプレンゴム、ウレタンゴム、エチレンプロピレンゴム、エピクロルヒドリンゴム、クロロプレンゴム、スチレンブタジエンゴム、ブタジエンゴム、フッ素ゴム、及びブチルゴムからなる群から選ばれた1以上である請求項1に記載の静電チャックの製造方法。

【請求項5】

凸部の頂面が梨子地パターンを備える請求項1に記載の静電チャックの製造方法。

【請求項6】

基板の全体的平坦度 W_h が、 $0.1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲である請求項1に記載の静電チャックの製造方法。

【請求項7】

弾性材料からなる弾性吸着層と、上部絶縁層と、内部電極を形成する電極層と、下部絶縁層とを備えた静電チャックシートを真空チャック装置に収容し、静電チャックシートの弾性吸着層側に所定のパターンマスクを介在させて真空吸引することで、パターンマスクに対応した凸部を形成して弾性吸着層を得る請求項1～6のいずれかに記載の静電チャックの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、液晶パネル製造に使用される基板貼り合せ装置やイオンドーピング装置等に具備されてガラス基板を吸着・保持したり、また、半導体素子製造プロセスで用いられているエッチング処理、化学気相蒸着(CVD)による薄膜形成などのプラズマ処理装置、電子露光装置、イオン描写装置、イオン注入装置等に具備されて半導体ウエハを吸着・保持するのに使用される静電チャックに関する。

【背景技術】

【0002】

静電チャックは、上記のような種々の半導体製造装置や液晶パネル製造装置等の処理室内でシリコンウエハやガラス基板等を静電的に吸着させ、保持する機能を有する。この静電チャックでは、基板を接触して保持するため、静電チャックの基板吸着面に付着しているパーティクル等の汚染物が半導体ウエハやガラス基板に付着して、後工程の半導体製造プロセスで問題を生じるおそれがある。基板等に付着した汚染物は、最終製品である半導体素子等の歩留まりを著しく低下させ、また、各工程で使用される製造装置を二次汚染させてしまうこともあり、工場のライン全体の装置を汚染させてしまうことも起こり得る。そのため、汚染物付着の問題への対処の一つは、ウエハやガラス基板などの裏面のパーティクルを管理することにある。

【0003】

International Technology Roadmap For Semiconductors(以下ITRSと言う)と呼ばれる半導体素子製造に係わる国際機関が、前述のような汚染の要因となるウエハ裏面のパーティクルについての目標指針を作成し、インターネットのホームページで内容を公開している(<http://www.itrs.net/>)。2007年版のITRSでは、フロントエンドプロセスの露光装置や計測装置以外の装置、すなわちイオン注入装置などでは、ウエハ裏面のパーティクル指針は2012年まで300mmウエハサイズにて直径 $0.16\mu\text{m}$ で、200個とされている。そのため、静電チャックでは、このようなパーティクルが吸着保持するウエハの裏面に移動し付着することを極力避けなければならない。

【0004】

静電チャックにおける上述の問題の解決策のひとつは、なるべく、その基板吸着面とウエハやガラス基板の裏面との接触面積を減らすことである。特に、この点の効果が顕著に現れるのが、基板吸着面がセラミック製のものからなる場合である。すなわち、セラミックは基本的にポーラス状であり、製造過程で残留した微小なセラミック粉やその他が内部に捕捉されている。そのため、静電チャックで半導体ウエハやガラス基板等の基板を吸着・保持する過程で、これらが基板吸着面に析出してくる可能性が高い。そこで、例えば、

10

20

30

40

50

特開 2006-49357 号公報にあるように、基板吸着面と基板の裏面との接触面積を減らすために、静電チャックの基板吸着面をエンボス構造にし、すなわち基板吸着面にピンと呼ばれる凸部を複数形成して、この凸部の平らな頂面のみを基板に接触させて吸着することが行われている。また、特開 2006-237023 号公報には、基板吸着面を形成するセラミックのピンと基板との接触面積を基板の面積の 10% 以下となるようにすると共に、ピンの平均高さを 5 μm 以上 30 μm 以下とし、尚且つ、ピンの高さの標準偏差を 1.8 μm 以下とすることが提案されている。

【0005】

しかしながら、これらの技術は、いずれもセラミック等の比較的硬度を有した材料で基板吸着面を形成するものであり、ゴムや樹脂等の弾性材料からなる基板吸着面を備えた静電チャックでは、仮に、これらにならって凸部を形成しても、半導体ウエハやガラス基板等の基板を静電チャックに吸着させた際の力により、その凸部が収縮してしまうことから、予定通りに、基板との接触面積を低下させることができないことがある。また、冷媒を流す流路等の冷却手段を備えた静電チャックを介して、吸着・保持した基板を冷却しようとしても、その効果が十分に得られないおそれもある。

【0006】

ところで、特開 2001-60618 号公報には、基板吸着面に形成した凸部に合成ゴム製の吸収部材を取り付けることが記載されているが、この文献は、露光装置による焦点のズレをなくすために、基板が持つ基板裏面の粗さを局所的に吸収部材で吸収して、吸着・保持された基板の平坦度を保つ技術に関し（段落0036、段落0049等参照）、凸部頂面での基板との接触面積を考慮する技術とはかけ離れたものである。また、特開平 10-335439 号公報には、シボ（凹凸）模様が形成されたシリコンゴム製の基板吸着面を備えて、ウエハとの接触面積がウエハ面積の 20~90% になるようにする静電チャックが記載されており、シリコンゴムの硬度（JIS-A）が 85 以下であることを挙げるが（段落0008、0009参照）、この文献では、基板が吸着・保持された状態までを考慮するものではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2006-49357 号公報

【特許文献 2】特開 2006-237023 号公報

【特許文献 3】特開 2001-60618 号公報

【特許文献 4】特開平 10-335439 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

このような状況のもと、本発明者等は、ゴムや樹脂等の弾性材料からなる基板吸着面を備えた静電チャックにおいて、基板に付着するパーティクル等の汚染物を可及的に減らすことができると共に、静電チャックを介して吸着・保持した基板への冷却効果を最も効率的に発現せしめる手段について鋭意検討した結果、吸着力が働いた状態での凸部形状等を最適化することにより、これらの課題を同時に解決できることを見出し、本発明を完成した。

【0009】

したがって、本発明は、基板吸着面から基板への汚染物の付着を減らすことができると同時に、基板の接触面積を最適に保ちながら、静電チャックを介した冷却を効率的に行うことができる静電チャックを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

すなわち、本発明は、弾性材料からなる複数の凸部を備えた弾性吸着層を基板吸着面とし、この弾性吸着層を介して基板を吸着・保持する静電チャックの製造方法であって、

10

20

30

40

50

弾性吸着層における凸部の高さを h 、基板吸着面における単位面積当たりの凸部の数を n 、凸部における頂面の面積を A 、凸部を形成する弾性材料の弾性率を E として、全体的平坦度が W_h の基板を吸着力 F で吸着・保持したときに、吸着力 F が働く方向に凸部が収縮する量が、以下の関係式(1)を満足するように弾性吸着層を形成し、かつ、基板吸着面における単位面積当たりの凸部頂面の総面積の割合を10%以上にすることを特徴とする静電チャックの製造方法である。

$5W_h \geq 0.5W_h$ 、ここで $W_h = (h/nA) \cdot (F/E) \cdot \dots \cdot (1)$
 [但し、各値の単位は、それぞれ括弧内に示したものである； W_h (m)、 h (m)、 n (個/m²)、 A (m²)、 E (Pa)、 F (Pa)、 (m) 。]

【0012】

本発明の静電チャックは、吸着力 F で基板を吸着・保持した状態で、吸着力 F が働く方向に凸部が収縮する量は、基板の全体的平坦度 W_h の0.5倍以上であり、かつ、全体的平坦度 W_h の5倍以下であり、好ましくは、 W_h との関係が、次に掲げる関係式(2)を満たすようにする。

$2W_h \leq 1W_h$ 、ここで $W_h = (h/nA) \cdot (F/E) \cdot \dots \cdot (2)$
 [各値の単位は、関係式(1)と同じである。]

【0013】

吸着力 F が働く方向に凸部が収縮する量が、吸着させる基板の全体的平坦度 W_h の0.5倍より小さくなると、凸部の頂面が載置する基板の裏面に接触する確率が小さくなり、反対に5倍より大きくなると、必要な吸着力が高くなりすぎて現実的でなくなる。収縮量が関係式(2)を満たす場合には、基板の全面にわたってすべての凸部の頂面が接触することが期待でき、静電チャックによる基板の冷却能力が低下してしまうようなことがない。

【0014】

本発明では、弾性吸着層に基板を吸着・保持させた際に、弾性吸着層が備える凸部と基板との接触具合が最適化される。ここで、吸着時の接触具合とは、静電チャックに吸着・保持された基板の裏面が凸部の頂面で接触する割合をいう。凸部が軟らかい弾性材質で形成されている場合には、吸着力に応じて凸部は収縮することから、適度な凸部の寸法と配置とを選ぶことで、より多くの面積で接触すると考えられる。接触具合の最適化とは、吸着する力と、凸部を形成している材料の軟らかさ(すなわち弾性率)と、凸部の高さ、凸部頂面の面積と、前述の接触面積との関係をいう。

【0015】

弾性吸着層における凸部の高さ h については、好ましくは1 μ m以上1000 μ m以下であるのが良い。凸部の高さ h が1 μ m未満であると、後述するように、半導体製造に用いられる通常のシリコンウエハが有するたわみやそりの値よりも小さくなってしまい、凸部としての機能を果たさなくなるおそれがあり、反対に、凸部の高さ h が1000 μ mよりも大きくなると、弾性吸着層における熱抵抗が大きくなりすぎて、基板の冷却が不十分になるおそれがある。

【0016】

また、凸部を形成する弾性材料の弾性率 E については、好ましくは0.1MPa以上50MPa以下の範囲となるようにするのが良い。いわゆる一般的なゴムの弾性率(ここではヤング率をいう)は1MPa程度であり、これに対して、ポリイミド等の樹脂では、ゴムよりも3桁程度高くなって1GPa程度である。そのため、ポリイミドのように比較的硬い樹脂では、凸部の収縮量が小さくなりすぎるおそれがあり、本発明では、上記のような弾性率 E を満たすようにするために、ゴム等の弾性材料から弾性吸着層を形成するようにする。

【0017】

凸部を形成する弾性材料について、具体的には、シリコーンゴム、アクリルゴム、ニトリルゴム、イソpreneゴム、ウレタンゴム、エチレンプロピレンゴム、エピクロルヒドリンゴム、クロロpreneゴム、スチレンブタジエンゴム、ブタジエンゴム、フッ素ゴム、ブ

10

20

30

40

50

チルゴムのうち少なくとも1から選択されたものからなるのが良い。なかでも、静電チャックに吸着・保持させる基板への汚染の影響をなるべく少なくするために、一般的に使用されるシリコンウエハと同じ材質を含むシリコンゴムが好適である。また、化学的に安定であるフッ素ゴムも好ましい。

【0018】

弾性吸着層における凸部の具体的な平面形状について特に制限はなく、例えば円形又は楕円形であり、三角以上の多角形となるようにしてもよい。また、この凸部の平面形状が有する最大寸法は、基板吸着面の最大寸法の10分の1以下、500分の1以上であることが望ましい。より好ましくは、基板吸着面の最大寸法の100分の1以上、10分の1以下であるのが良い。例えば、直径300mmのウエハを吸着・保持する場合であって、凸部の平面形状を円形にすれば、凸部の頂面は、直径3mm以上30mm以下の円形となるようにするのが良い。凸部の平面形状の最大寸法が基板吸着面の最大寸法の500分の1未満であると、特に凸部を形成する材料の弾性率が小さい場合にはその加工がし難くなり、凸部の形状加工をすべてにわたって保証することが困難になる。また、凸部の平面形状が基板吸着面の最大寸法の10分の1より大きくなると、結果的に、互いに隣り合う凸部の間隔が大きくなり過ぎ、凸部間の隙間部分で基板の冷却が十分になされずに、基板の冷却が均一にならないおそれが生じる。

【0019】

また、凸部における頂面の面積 A と、基板吸着面における単位面積当たりの凸部の数 n との積は、理論上の接触総面積 nA (m^2)になる。本発明では、吸着・保持する基板の種類に応じて、この総面積 nA (m^2)を指標として、弾性吸着層における凸部を形成することができ、基板の冷却を効果的に行う観点から、基板吸着面における単位面積あたりの凸部頂面の総面積の割合（すなわち基板吸着面に対する凸部頂面の総面積の割合）が10%以上、好ましくは15%以上、より好ましくは20~50%の範囲になるようにする。また、 $(h/nA) \cdot (F/E)$ の関係式を説明すると、本式の右括弧(F/E)は静電チャックの吸着力 F と凸部の樹脂材料の弾性率 E の比である。吸着力 F は、基板吸着面における単位面積あたりの吸着力を表し、一般に、通常の静電チャックの場合、 F は E に比べて2桁以上は小さい値であって、例えば、通常の吸着力 $F = 4900 Pa$ に対してゴムなどの弾性体では $E = 1 MPa$ であり、 $F/E = 4.9 \times 10^{-3}$ となる。一方、左括弧内の (h/nA) は凸部の高さに対しての凸部の nA すなわち接触総面積の比を示す。そのため、想定している吸着力 F と凸部の材質の弾性率 E に対して、製作上許される適切な (h/nA) を選び、最終的に関係式 $5W_h \leq 0.5W_h$ を満たすように設計する。

【0020】

複数の凸部を備えた弾性吸着層については、弾性材料からなる凸部を別の材料からなる基材上に形成するようにしてもよく、凸部と基材とを一体にして、弾性材料から形成するようにしてもよい。また、所定の凸部を形成する具体的な手段について特に制限はないが、例えば以下のような方法を例示することができる。すなわち、弾性材料からなるシート物にマスク等を介してブラスト処理等を行うことで、所定の平面形状及び高さ h （深さ）を有した凸部を形成することができる。また、弾性材料からなる弾性層と、上部絶縁層と、内部電極を形成する電極層と、下部絶縁層とを備えた静電チャックシートを真空チャック装置に収容し、静電チャックシートの弾性層側に所定のパターンマスクを介在させて真空吸引することで、パターンマスクに対応した凸部を形成するようにしてもよい。

【0021】

また、弾性吸着層における凸部の頂面には、梨子地パターンを形成するようにしても良い。凸部の頂面を梨子地状にすることで、基板裏面の全体的平坦度 W_h では表現できない更に細かい局所的な凹凸に沿って凸部の頂面を接触させることができる。この梨子地パターンのサイズについて、好適には、突出部分の大きさと高さ h とが、それぞれ $1 nm \sim 100 nm$ の範囲であるのが良い。

【0022】

本発明の静電チャックが吸着・保持する基板については、例えば液晶パネル製造に使用

されるガラス基板や、半導体素子製造プロセスで用いられるシリコンウエハ等、通常、いわゆる静電チャックが吸着・保持対象とするものであればよい。現在、一般に使用される直径300mm、厚み0.8mmのシリコンウエハは、平均で約10 μ m程度のたわみ(ボウ)やそり(ワープ)が存在することが知られている。近年、ウエハを吸着固定した際の“全体的平坦度”GBIR(Global Back-Surface-Referenced Ideal Plane Range)が“全厚さのばらつき”TTV(Total Thickness Variation)に代わって用いられるが、直径300mmのシリコンウエハの場合、この“全体的平坦度”は約1 μ m程度ある。そのため、本発明の静電チャックが対象とする基板の全体的平坦度 W_h については、0.1 μ m~10 μ mの範囲とすることができる。

【0023】

そして、本発明では、上述したように、このような基板を静電チャックで吸着・保持した際の凸部の収縮量(圧縮距離)が、基板の全体的平坦度 W_h の0.5倍以上となるように、弾性吸着層の弾性率、形状、その配置を設定する。この際、基板を吸着・保持する吸着力 F については、少なくとも、現在、主に使用されているシリコンウエハやガラス基板等の吸着に必要な吸着力を考慮して、本発明では、吸着力 F が100Pa以上で吸着・保持したときを考慮するものとする。

【0024】

本発明における静電チャックは、弾性材料からなる複数の凸部を備えた弾性吸着層を基板吸着面とし、この弾性吸着層を介して基板を吸着・保持することができるものであれば、その具体的な構造については特に制限されず、公知の静電チャックのように、いわゆる内部電極を有して積層構造をした静電チャックシートを、冷却媒体を流す流路等を備えた金属基盤に貼着したような構成を採用することができる。そして、上記内部電極に電圧を印加した際に、弾性吸着層が基板吸着面となるように、静電チャックシートを形成する上部絶縁層(基板吸着面側絶縁層)の上に弾性吸着層を設けるようにしてもよく、或いはこの弾性吸着層が上部絶縁層を兼ねるようにしてもよい。また、内部電極として正電極及び負電極を有する双極型の静電チャックであっても、内部電極として正(負)電極のみを有して負(正)極側は接地される単極型であってもよい。更には、上部絶縁層や下部絶縁層(金属基盤側絶縁層)の材質等や、内部電極の材質、形状等についても特に制限されない。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、半導体ウエハやガラス基板等が不可避免的に備えるそりやたわみを吸収しながら、弾性吸着層の凸部を介して、これらの基板を基板吸着面で均一に吸着・保持することができるため、パーティクル等の汚染物が基板吸着面から基板の裏面に転移するのを可及的に低減することができると共に、処理中に蓄えられる基板の熱を静電チャックに最大限伝達して、静電チャックを介した基板の冷却を効率良く行うことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1は、本発明の静電チャックを示す説明図であり、(a)は弾性吸着層における凸部の様子を示す平面模式図、(b)はA-A断面方向から見た静電チャックの様子を示す断面模式図を示す。

【図2】図2は、本発明の実施例1に係る静電チャックを示す説明図であり、(a)は弾性吸着層から見た平面模式図、(b)はB-B断面方向から見た静電チャックの様子を示す断面模式図である。

【図3】図3は、本発明の実施例2に係る静電チャックを側面から見た断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、図面を用いながら、本発明をより詳細に説明する。

表 1 には、ゴムのなかでも比較的柔らかいとされる弾性率 1 M Pa のシリコンゴムからなる場合 (例 1 ~ 3)、エンジニアリングプラスチックの代表であり、静電チャックでも一般に使用される弾性率 1 G Pa のポリイミドからなる場合 (例 4、5)、及びゴムの中でも比較的硬いとされる弾性率 1 0 M Pa の場合について、それぞれ弾性吸着層が備える凸部の例を示す。また、図 1 (a) は、この表 1 における凸部の配置関係を示す平面説明図である。この図 1 (a) では、直径 d (m) の凸部 1 を一辺の長さが a (m) の正三角形の各頂点に配置している様子を示しており、そのうちのひとつ凸部 1 c を中心として、凸部 1 b から時計回り方向に凸部 1 g、凸部 1 h、凸部 1 d、凸部 1 f、及び凸部 1 e が配置されている。これらの凸部 1 は、静電チャック 1 0 0 における一部を示しているものであり、このような関係を有した配置状態で、凸部 1 が静電チャック 1 0 0 の基板吸着面を形成するように全面に分布する。また、図 1 (a) における A - A 断面方向から見た静電チャック 1 0 0 の様子を図 1 (b) に示す。静電チャック 1 0 0 は、例えばアルミニウム金属で形成されたベース (金属基盤) 5 を有し、その上に下部絶縁層 3 と弾性吸着層 2 が積層されており、これらの間に吸着電極 (内部電極) 4 を備えている。このうち、弾性吸着層 2 は、吸着電極 4 の上面側を電氣的に絶縁する上部絶縁層を兼ねており、弾性吸着層 2 は、高さ h (m) の凸部 1 を複数備えて、基板 6 を支持して基板吸着面を形成する。また、この弾性吸着層 2 における隣接した凸部 1 の間には、基板 6 とは接触しない上面 2 b を有する。

10

【 0 0 2 8 】

これらの例において、弾性吸着層 2 が直径 2 9 8 m m の基板吸着面を形成し、直径 3 0 0 m m、全体的平坦度 W_h が $1 \mu\text{m}$ のシリコン半導体基板を吸着力 $F = 4 9 0 0 \text{ Pa}$ ($5 0 \text{ gf/cm}^2$) で吸着すると、先ず、例 1 では、比較的大きな凸部の直径 d を有し (21 m m)、その高さ h も比較的高く ($60 \mu\text{m}$)、凸部 1 の収縮量は $\Delta = (h / n A) \cdot (F / E) = 1 . 0 2 \times 1 0^{-6}$ (m) であり、シリコン半導体基板の全体的平坦度 W_h (m) と同等の値を得ることができ、尚且つ、基板吸着面における単位面積あたりの凸部頂面の総面積の割合が 2 8 . 7 (%) であることから、基板の冷却が極めて良好に行うことができる。また、例 2 では、例 1 に比べて凸部の高さ h が低く、直径 d も小さいが、凸部 1 の間隔 a を狭めることで、例 1 と同等の収縮量 $\Delta = 1 . 0 1 \mu\text{m}$ を得ているものの、 $\Delta = 1 2 . 1$ % であって例 1 の半分であることから、基板の冷却能力は例 1 に比べて劣ることが予想される。例 3 では、凸部の直径 d は例 2 と同じであり、その高さ h を低くして、かつ、間隔 a を更に小さくした場合であり、 Δ は例 2 のおよそ半分になるが、 Δ は例 2 に比べて約 2 0 % 向上する。一方、例 4 は、凸部の材料をポリイミドとした場合であり、凸部の高さ h 、直径 d 、間隔 a は例 1 と同じであるが、 Δ は弾性率に反比例して小さくなるため $0 . 0 0 1 \mu\text{m}$ 程度と極めて小さな値になってしまう。そのため、凸部の柔軟性はほとんど期待できない。例 5 では、凸部の材料は例 4 と同じであるが、 Δ は比較的大きな値が得られるものの、 Δ は極端に低下して $0 . 1$ (%) となってしまう、基板との接触による熱伝導は期待できない。また、例 6 では、凸部の各寸法や配置を最適化して $\Delta = 0 . 5 3 2 \mu\text{m}$ を得ているが、 Δ は 6 . 4 (%) にとどまる。

20

30

【 0 0 2 9 】

【表 1】

	例1	例2	例3	例4	例5	例6
吸着力:F (上段:Pa) (下段:gf/cm ²)	4900 50	4900 50	4900 50	4900 50	4900 50	4900 50
凸部の高さ:h (m)	6.00E-05	2.50E-05	1.90E-05	6.00E-05	6.00E-05	7.00E-05
凸部の直径:d (m)	0.021	0.005	0.005	0.021	0.001	0.004
凸部の間隔:a (m)	0.0373	0.0137	0.0125	0.0373	0.04	0.015
単位面積あたりの凸 部の数:n (個/m ²)	8.30E+02	6.15E+03	7.39E+03	8.30E+02	7.22E+02	5.13E+03
凸部頂面の面積:A (m ²)	3.46E-04	1.96E-05	1.96E-05	3.46E-04	7.85E-07	1.26E-05
1つの凸部にかかる 圧力:f=F/n (N)	5.90E+00	7.96E-01	6.63E-01	5.90E+00	6.79E+00	9.55E-01
単位面積あたりの凸 部頂面の総面積の 割合:ξ (%)	28.7	12.1	14.5	28.7	0.1	6.4
弾性率:E (Pa)	1.00E+06	1.00E+06	1.00E+06	1.00E+09	1.00E+09	1.00E+07
1つの凸部にかかる 応力:σ=f/A (Pa)	1.71E+04	4.06E+04	3.38E+04	1.71E+04	8.65E+06	7.60E+04
歪み:ε=σ/E	1.71E-02	4.06E-02	3.38E-02	1.71E-05	8.65E-03	7.60E-03
縮み:δ=h×ε (m)	1.02E-06	1.01E-06	6.42E-07	1.02E-09	5.19E-07	5.32E-07

【実施例】

【0030】

以下、実施例に基づき、本発明をより具体的に説明するが、本発明は、これらの内容に限定されるものではない。

【0031】

[実施例1]

厚み100μm、300mm×300mmの薄膜シリコンシート(サンシンエンタープライズ株式会社製、マイクロシリコンシートの片面梨子地タイプ、型番NμKSA-100-50)を用意し、直径298mmの円形に切りだして、後述のようにして弾性吸着層2とした。また、厚さ50μmのポリイミドシートの片面に厚さ9μmの銅箔が積層された銅張積層板(宇部興産株式会社製、銅張積層板「ユピセル(登録商標)N」)を用いて、銅箔面にマスキングをして腐食性エッチング液にて半月型パターン(直径294mmの半円状)を有する双極型(電極間隔2mm)の吸着電極4を形成し、直径298mmのポリイミドシートを下部絶縁層3とした。そして、図2に示すように、銅張積層板の銅箔面側に、厚さ10μmのエポキシ系ボンディングシート(図示せず)を介して、シリコンシートの梨子地面が表側になるよう接着した。一体に貼り合わされたシートは、内部に直径6mmの冷却水の水路7を有して、板厚15mm、直径298mmのアルミニウム製ベース5に対し

10

20

30

40

50

て、前述のエポキシ系ボンディングシートを介して貼着し、シリコンシートの梨子地面が表側、すなわち基板吸着面となるようにした。

【0032】

次いで、上記マイクロシリコンシートの梨子地面に、ステンレス製の所定のマスクを介して、空気式ブラストで粒径数 μm のシリコン粒子を一定時間均一に照射して所定の上面2bを得た。すなわち、表1の例1に示したように、高さ $h = 60\ \mu\text{m}$ 、直径 $d = 21\ \text{mm}$ 、隣接する凸部の間隔 $a = 37.3\ \text{mm}$ であり、梨子地面を頂面とする凸部1を形成して、基板吸着面に単位面積 $1\ \text{m}^2$ 当たり $n = 830$ 個の凸部1を備える弾性吸着層2を得た。更に、吸着電極4を外部の電源10に接続するため、吸着電極4から電位供給線9を絶縁スリーブ8を通して外部に取り出し、実施例1に係る静電チャック101を完成させた。

10

【0033】

上記で得た静電チャック101が、基板6を吸着力 $F = 4900\ \text{Pa}$ で吸着・保持したときに、弾性吸着層2における凸部1がどの程度接触するかを確認するため、以下のような試験を行った。直径 $300\ \text{mm}$ 、厚み $10\ \text{mm}$ 、及び全体的平坦度 W_h が $1\ \mu\text{m}$ の透明パイレックス(登録商標)ガラス板を凸部1の頂面からなる基板吸着面に載置し、平面の台座を有するプレス機により加圧した。この際、ガラス板の自重と加えた圧力とが単位面積あたり合計 $4900\ \text{Pa}$ になるように管理した。先ず、加圧した状態で、透明パイレックス(登録商標)ガラス板を通して、目視により凸部1の接触状態を確認したところ、全ての凸部1がその頂面で接触していることが確認された。ちなみに、全ての凸部1がガラス板に接触している場合と、そうでない場合とを比べると、光の干渉縞の様子が異なるため、目視により両方の状態を判別することができる。また、別の試験方法として、ガラス板と静電チャック101の基板吸着面との間に感圧紙を挟み込み、上記と同様にしてプレス機により加圧したところ、全ての凸部1の箇所で感圧紙は反応しており、全ての凸部1がその頂面で接触していることが確認された。更に、比較実験として、ガラス板の自重と加えた圧力との合計を $1/2$ とした、単位面積あたり合計 $2450\ \text{Pa}$ の条件で同じ実験を行ったところ、全ての凸部1のうちの3分の2がガラス板にその頂面で接触することが確認された。

20

【0034】

[実施例2]

厚さ $25\ \mu\text{m}$ のポリイミドシートに、表面が梨子地に処理された厚さ $100\ \mu\text{m}$ のシリコンシートが張り合わされた複合シート11、厚さ $13\ \mu\text{m}$ のアクリルエポキシボンディングシート12、及び、厚さ $12\ \mu\text{m}$ の電解銅箔13(古河サーキットフォイル(株)製)を、それぞれ直径 $298\ \text{mm}$ の円形に切り出して、プレス成型にて $3\ \text{MPa}$ 、 170 の条件で積層化した。

30

【0035】

上記で積層化したプレス体の片面側の銅箔を双極電極とするために、その中心を対称軸として、10分割された隣り合う扇形形状の電極(隣接する電極間距離 $3\ \text{mm}$)をエッチング処理により形成した。次いで、直径 $298\ \text{mm}$ に切り出した上記と同じ厚さ $13\ \mu\text{m}$ のアクリルエポキシボンディングシート12を介して、上記でエッチングして得られた電極面を覆うように、厚さ $50\ \mu\text{m}$ のポリイミドシート14(東レ・デュポン(株)製、カプトンフィルム型式200H)を重ね合わせ、上記と同じ条件により、プレス成型して一体に積層させた。

40

【0036】

次いで、厚さ $55\ \mu\text{m}$ のカプトン片面粘着テープ(オカモト株式会社 1030E)を、上記で得られた積層体の梨子地面の全面に接着させ、更に、電極に端子を接合するため、ポリイミドシート14で覆われた電極面を上側に向けてホットプレート上に載せ、加熱しながら銅製の端子を半田付けした。

【0037】

次いで、上記で用いたものと同じカプトン片面粘着テープに、直径 $23\ \text{mm}$ の開口部の

50

中心が一辺の長さが35mmの正三角形の各頂点に配置されるように複数の孔をあけてパターンマスクとし、これをアルミナポーラス真空チャック上に配置し、このパターンマスク上に、上記で得られた積層体の粘着テープ側を対向させるようにして載せて、1Paになるように真空中に吸引した。これにより、パターンマスクの孔径と厚みに対応した凹凸が形成され、後述するように、最後にカプトン片面粘着テープを剥がした後は、梨子地面を有したシリコンシートを頂面として、表2に示したような凸部が形成される。

【0038】

アルミナポーラス真空チャックで吸引した状態のまま、銅製の端子を取り付けた側のポリイミドシート面に、シリコン接着剤15（モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同会社、型式TSE3331）を厚さ150 μ mとなるように塗布した後、板厚16mm及び直径298mmであって内部に冷却水の水路を有したアルミ製のベース16を載せ、真空チャックを吸引しているポンプの電源を切り、脱泡チャンバー内で1時間脱泡させ、その後ホットプレート上で全体を140 $^{\circ}$ Cに加熱し、数時間かけてシリコン接着剤を硬化させた。その後、一体化されたものを真空チャックから離脱させて清掃し、梨子地面を有したシリコンシートを覆うカプトン片面粘着テープを剥がすことで、図3に示すような凸部1を備えた実施例2に係る静電チャック（No.1）を完成させた。

10

【0039】

また、この実施例で得られた静電チャックの変形例として、上記表1に記した例3における凸部を形成するようにした以外は上記と同様にして、本発明の実施例に係る静電チャック（No.2）を得た。

20

【0040】

【表 2】

	実施例2	
	No.1	No.2
吸着力:F (Pa)	4900	4900
凸部の高さ:h (m)	5.00E-05	1.90E-05
凸部の直径:d (m)	0.023	0.005
凸部の間隔:a (m)	0.035	0.0125
単位面積あたりの凸部の 数:n (個/m ²)	9.43E+02	7.39E+03
凸部頂面の面積:A (m ²)	4.15E-04	1.96E-05
1つの凸部にかかる圧力:f =F/n (N)	5.20E+00	6.63E-01
単位面積あたりの凸部頂 面の総面積の割合:ξ (%)	39.1	14.5
弾性率:E (Pa)	1.00E+06	1.00E+06
1つの凸部にかかる応力: σ=f/A (Pa)	1.25E+04	3.38E+04
歪み:ε=σ/E	1.25E-02	3.38E-02
縮み:δ=h×ε (m)	6.26E-07	6.42E-07

【0041】

上記で得られたNo. 1及びNo. 2の静電チャックについて、それぞれイオン注入装置に搭載して、供給電圧±750Vで300mmのシリコンウエハを吸着・保持しながら、このシリコンウエハに対して、平均イオンビームパワー450W、注入量 1×10^{15} 個/cm²の条件でイオン注入を行った。この際、アルミ製ベースの水路には2L/minの条件で冷却水を通水するようにした。そして、イオン注入時のウエハ表面温度をサーモラベルで計測したところ、No. 1の静電チャックで吸着・保持した場合は、温度上昇を48℃未満に抑えることができ、No. 2の静電チャックでは、温度上昇を89℃未満に抑えることができた。更には、No. 1の静電チャックを用いた試験では、イオンビームパワーを600Wに増大させたときでも、上記と同じ注入量においても温度上昇は60℃未満という結果が得られた。これはガス冷却を伴う従来の静電チャックに匹敵する性能であるといえる。

【符号の説明】

【0042】

10

20

30

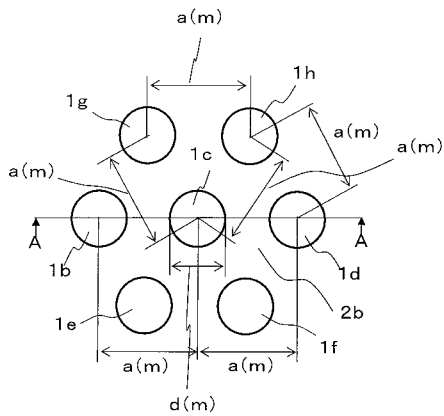
40

50

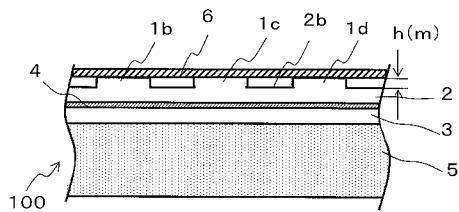
- 1 : 凸部
- 2 : 弾性吸着層
- 2b : 弾性吸着層の凸部以外の上面
- 3 : 下部絶縁層
- 4 : 吸着電極
- 5 : ベース
- 6 : 基板
- 7 : 水路
- 8 : 絶縁スリーブ
- 9 : 電位供給線
- 10 : 電源
- 11 : 複合シート
- 12 : ボンディングシート
- 13 : 電解銅箔
- 14 : ポリイミドシート
- 15 : シリコン接着剤
- 16 : ベース
- 100、101 : 静電チャック

【図1】

(a)凸部平面配置図

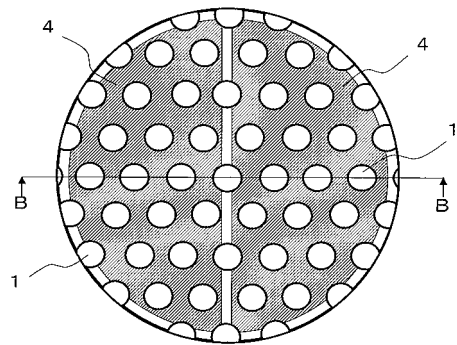


(b)A-A断面図と基板

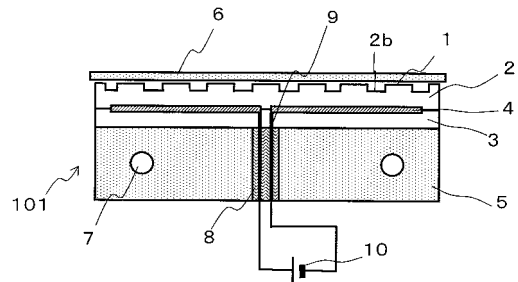


【図2】

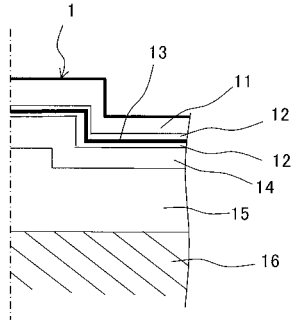
(a)平面図



(b)B-B断面模式図と基板



【図3】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤田 隆仁
神奈川県川崎市高津区上作延507-1、株式会社クリエイティブ テクノロジー内
- (72)発明者 天満 康之
神奈川県川崎市高津区上作延507-1、株式会社クリエイティブ テクノロジー内
- (72)発明者 藤澤 博
奈良県奈良市高畑町537-7

審査官 金丸 治之

- (56)参考文献 特許第4046424(JP, B2)
特公昭50-3100(JP, B1)
特公昭63-22968(JP, B1)
実開昭50-50980(JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|----------------|
| H01L | 21/67 - 21/687 |
| H02N | 13/00 |