

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成17年5月26日(2005.5.26)

【公開番号】特開2000-332091(P2000-332091A)

【公開日】平成12年11月30日(2000.11.30)

【出願番号】特願平11-145507

【国際特許分類第7版】

H 01 L 21/68

B 23 Q 3/15

【F I】

H 01 L 21/68 R

B 23 Q 3/15 D

【手続補正書】

【提出日】平成16年4月19日(2004.4.19)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】絶縁性基板吸着用静電チャック

【特許請求の範囲】

【請求項1】一方の面が絶縁性基板を吸着する吸着面とされ、他方の面に複数の電極が設けられた誘電体基板を備えた絶縁性基板吸着用静電チャックであつて、前記複数の電極の隣接する電極間の距離と前記誘電体基板の厚さを、電極間に電位差を与えた場合に不均一電界によつて前記絶縁性基板がグラジエント力(gradient力)にて吸着される距離と厚さに設定したことを特徴とする絶縁性基板吸着用静電チャック。

【請求項2】請求項1に記載の絶縁性基板吸着用静電チャックにおいて、前記電極間の距離は、2mm以下であることを特徴とする絶縁性基板吸着用静電チャック。

【請求項3】請求項1に記載の絶縁性基板吸着用静電チャックにおいて、前記誘電体基板の厚さは、2mm以下であることを特徴とする絶縁性基板吸着用静電チャック。

【請求項4】請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の絶縁性基板吸着用静電チャックにおいて、前記電極の幅は、4mm以下であることを特徴とする絶縁性基板吸着用静電チャック。

【請求項5】請求項1に記載の絶縁性基板吸着用静電チャックにおいて、前記誘電体基板の堆積抵抗率は室温で 10^{13} cm^{-1} 以下であることを特徴とする絶縁性基板吸着用静電チャック。

【請求項6】請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の絶縁性基板吸着用静電チャックにおいて、前記誘電体基板の材料はセラミックス焼結体であることを特徴とする絶縁性基板吸着用静電チャック。

【請求項7】請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の絶縁性基板吸着用静電チャックにおいて、前記誘電体の吸着面には溝と、凸状のドットと、外周シーリングの少なくとも1つを有することを特徴とする絶縁性基板吸着用静電チャック。

【請求項8】請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の絶縁性基板吸着用静電チャックにおいて、前記絶縁性基板はガラスであることを特徴とする絶縁性基板吸着用静電チャック。

【請求項9】一方の面が絶縁性基板を吸着する吸着面とされ、他方の面に複数の電極が設けられた誘電体基板と、この誘電体基板を支持する支持基盤と、この支持基盤に設け

られた複数の導電性端子からなり、前記複数の電極の隣接する電極間の距離と前記誘電体基板の厚さを、電極間に電位差を与えた場合に不均一に電界が形成されこの不均一電界によって前記絶縁性基板がグラジエント力（gradient力）にて吸着される距離と厚さに設定した絶縁性基板吸着用静電チャックを用いた処理方法であって、前記電極間の距離を2mm以下、前記誘電体基板の厚さを2mm以下とし、前記導電性端子と高圧電源とを電気的に接続することを特徴とする絶縁性基板静電吸着処理方法。

【請求項10】 請求項9に記載の絶縁性基板静電吸着処理方法において、前記誘電体基板吸着面と、吸着された絶縁性基板との間に形成された隙間空間内に、前記絶縁性基板の加熱・冷却を行うガスを封入し、このガスの圧力領域を分子流領域とすることを特徴とする絶縁性基板静電吸着処理方法。

【請求項11】 請求項9または請求項10に記載の絶縁性基板静電吸着処理方法において、前記絶縁性基板はガラスであることを特徴とする絶縁性基板静電吸着処理方法。

【請求項12】 請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の絶縁性基板吸着用静電チャックと、この絶縁性基板吸着用静電チャックを支持するための媒体流路が内蔵されているプレートと、前記静電チャックと前記プレートを接着する手段とからなる絶縁性基板加熱冷却処理装置。

【請求項13】 請求項12に記載の絶縁性基板加熱冷却処理装置において、前記絶縁性基板はガラスであることを特徴とする絶縁性基板加熱冷却処理装置。

【請求項14】 一方の面が絶縁性基板を吸着する吸着面とされ、他方の面に複数の電極が設けられた誘電体基板と、この誘電体基板を支持する支持基盤と、この支持基盤に設けられた複数の導電性端子からなり、前記複数の電極の隣接する電極間の距離と前記誘電体基板の厚さを、電極間に電位差を与えた場合に不均一電界が形成されてこの不均一電界によって前記絶縁性基板がグラジエント力（gradient力）にて吸着される距離と厚さに設定した絶縁性基板吸着用静電チャックを含んだ処理装置であって、前記電極間の距離は2mm以下、前記誘電体基板の厚さは2mm以下であり、接続手段で前記導電性端子と高圧電源とを電気的に接続したことを特徴とする絶縁性基板静電吸着処理装置。

【請求項15】 請求項14に記載の絶縁性基板静電吸着処理装置において、前記誘電体基板吸着面と、吸着された絶縁性基板との間に形成された隙間空間内に、前記絶縁性基板の加熱・冷却を行うガスが封入されていることを特徴とする絶縁性基板静電吸着処理装置。

【請求項16】 請求項15に記載の絶縁性基板静電吸着処理方法において、前記絶縁性基板はガラスであることを特徴とする絶縁性基板静電吸着処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はPDP（プラズマディスプレー）製造装置、DVD（デジタルビデオディスク）マスタライタ製造装置、ハードディスク製造装置に使用される基板処理装置及びEB（エレクトロンビーム）露光装置におけるレチクル固定装置、更にSOS（シリコンオンサファイア）やSOI（シリコンオンインシュレータ）ウェハ上に形成される素子を製造するCVD、エッティング装置やスパッタリング装置に使用される絶縁性基板処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

DVDやPDP製造装置等においては、被処理体がガラス基板であり電気絶縁性を示す。そのため従来はこれらの基板を真空中で静電吸着することができずその製造装置においてステージ上に平置きされたり、機械的な機構により固定され処理されていた。EB露光機のレチクルは石英製であり同様に電気絶縁性を示す。そのため真空中でレチクルを固定するために従来は機械的な機構により固定されていた。シリコンウェハの次世代代替品として注目されているSOS基板やSOI基板はステージ載置面が電気絶縁性を示す。そのため従来はこれらのウェハ上に素子を形成する製造装置においてシリコンウェハの場合の

のような静電チャックを用いた固定方法を採用することができなかった。シリコンウェハを静電吸着する手段および原理は特開平5-63062に開示されているがその原理によると絶縁性基板は静電吸着することができない。また静電プロッタのように紙を静電気的に吸引する装置があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

DVD、PDP、ハードディスク用の基板上やSOS、SOI上に形成される素子等のプロセスの高度化、高集積化にともないこれらのプロセスの温度管理が非常に重要になってきた。従来から用いられているシリコンウェハ上に形成する素子のプロセスには静電チャックを用いたプロセスの温度管理が実施されている。しかし従来の静電チャックは導体、半導体しか吸着できなかつたため被処理体が電気絶縁性の場合、静電吸着固定することができずプロセスの高精度な温度管理は不可能であった。

【0004】

そこで、絶縁性基板をも静電吸着できる静電チャック及び静電チャックを用いた絶縁性基板処理装置が要望されている。EB露光機のレチクル固定についても機械式固定より簡単な構造でパーティクル発塵の問題も少ない静電チャック方式が要望されている。

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、本発明の目的は、ガラス基板などの絶縁性基板を静電吸着することができる静電チャック、その静電チャックを用いた絶縁性基板加熱冷却装置および絶縁性基板の温度制御方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の静電チャックは、静電チャックを構成する誘電体の一方の側にある複数の電極間の距離を小さく誘電体の厚さを薄くした。そして電極間に電位差を与え誘電体の吸着面上に不均一電界を形成させた。その不均一電界に存在する被処理体である絶縁体は一部分極し、電界強度の強い方向へ引き寄せられるGradient力（グラジエント力）を発生する。Gradient力は $F = \cdot \text{grad}E^2$ （FはGradient力、は誘導分極電荷、Eは電界）となり本発明はこの効果を利用したものである。

【0007】

上記の効果を発揮させるために請求項1～8は、誘電体の形状、物性、電極の形状を規定し絶縁性基板吸着用静電チャックを開示した。

【0008】

請求項9～11は前記静電チャックを用いた減圧下での絶縁性基板の処理方法を開示した。

【0009】

請求項12～16は前記静電チャックにプロセスによって発生する熱や、絶縁性基板に供給する熱を媒体によって供給または放散させるための流路を設けたプレートと、絶縁性基板と誘電体吸着面間の隙間の熱伝達を調整するために封止するガスを供給するためのガス供給配管、及び絶縁性基板の温度によって前記の封止するガス圧力を調整し予め設定した温度に調節が可能になる絶縁性基板加熱冷却装置及び温度制御システムを開示した。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明の好適な実施例を図を用いて説明する。図1は本発明に係る静電チャックの一例を示す平面図であり、図2はその断面図である。

【0011】

図3は絶縁性支持基盤1bを誘電体基板1aと同質の材料とし積層構造にすることで一体化した実施例であり、静電チャック1に絶縁性基板10を吸着した状態を示す断面図である。同図において電圧印可用導線12を通じて電極7に電圧を印可することで、絶縁性基板10と静電チャック1との間に吸着力を発生させ、ドット2及び外周シールリング3（以下、まとめて固体接触部と記す）において絶縁性基板10を吸着する。また静電チャ

ック1は接合部11を通じて金属製プレート6と接合されており、金属製プレート6内部に設けられた媒体流路8に媒体を流すことで静電チャック1の加熱冷却を行う。

【0012】

図4～図6は前記実施例に代表される誘電体の一方の面に形成される電極7のパターンの一例である。電極7を複数の対にすることにより、SOSやSOIウェハのプラズマプロセスにおいて使用される高周波電流を各々の電極に分散させ導電性端子等1ヶあたりの負荷を減じることができる。ガス供給配管13を通じてガス供給口5からガスが供給され、ガス封入部9に封入される。このときにガスを素早く均一に封入するために静電チャック1の表面に溝4が設けられている。このガス封入部9及び固体接触部を通じて絶縁性基板10と静電チャック1の間の熱伝達が行われる。ガス供給配管近傍にガス圧力計16が設置され圧力によって信号電圧を0～10Vの範囲で出力する。ガス配管には圧力コントロールバルブ17が設置され、ガス圧力計16の信号電圧と設定値を比較しバルブの開閉を行うことでガスの圧力を設定値に調節することができる。

【0013】

以下表1に誘電体の特性を変えたときの静電吸着力を測定した結果を示す。

【0014】

【表1】

【0015】

尚、静電吸着力の測定は面積が 5 cm^2 の被吸着体を用意し、静電チャックにDC電圧を3～10KV印可した。そのときに被吸着体を横方向から力を加え被吸着体が静電吸着力に抗して動き出すときの力をバネばかりで計測した。バネばかりの最大荷重が300gであったためそれ以上の力は計測できなかつたが、誘電体と被吸着体の静止摩擦係数を0.2としても計測値の約5倍の抗力に相当する静電吸着力が現していることになる。よって計測値300g/ 5 cm^2 で約 300 g/cm^2 の引張り強度に相当する。この値は約30KPaに相当し真空チャンバ内で被吸着体を吸着するには十分な力である。誘電体の形状は一定にするため表1の試験は全て電極巾1mm、電極間隔1mm、誘電体厚さ0.5mmとした。

【0016】

1A～1D、2は誘電体基板の抵抗率を変えたときの静電吸着力の関係である。抵抗率はあまり静電力に影響を受けないようであるが $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であるほうが大きい静電吸着力が発現するようであり使いやすいといえる。

【0017】

1F、1Gは絶縁性基板の表面粗さを変えたときの静電吸着力である。1Bと比較すると表面粗さはRa0.25μm以下が望ましいことがわかつた。本実施例で使用した絶縁性基板の表面粗さは1Pの多結晶アルミナ基板を除きRa0.1μm以下であった。

【0018】

1B、2～6は誘電体の材料を変えたときの静電吸着力の関係である。誘電体の物性として比誘電率よりも抵抗率と関連が大きいようであった。材料はアルミナに酸化クロム、酸化チタンを添加したセラミックス焼結体およびそれに焼結助材を加えた材料が最も安定し大きな吸着力が得られた。

【0019】

1B、1H～1Nは被吸着体の種類を変えて静電吸着力を測定した。その結果、他の絶縁性材料であつても静電吸着できることが確認され、比誘電率の大きな被吸着体ほど大きな力が発現した。

【0020】

1O、1Pは被吸着体を多結晶アルミナ基板にし、表面粗さを変えたときの静電吸着力を測定した。その結果、被吸着体の表面粗さがRa0.4μm程度であるならば吸着力が十分得られることがわかつた。被吸着体の比誘電率が大きくなるほど被吸着体の表面粗さが粗くできることがわかつた。

【0021】

誘電体の材料をかえたときの静電吸着力を2~7に示した。アルミナに酸化クロム、酸化チタンを添加したセラミックス焼結体以外でも静電吸着することが示された。被吸着体がPDP用ガラスの場合は、その視認性の点からもガラスに傷が入りにくいゴム系の材料が有効である。本実施例ではシリコンゴムを用いたが天然ゴム、クロロブレンゴム、ブチルゴム、ニトリルゴム、フッ素ゴム更にポリウレタン、PTFE等の樹脂であっても良い。この場合体積抵抗率が $10^{13} \cdot \text{cm}$ 以下が望ましい。

【0022】

表2は、アルミナに酸化クロム、酸化チタンを添加したセラミックス焼結体からなる材料を用い、本発明にかかる静電チャックの電極パターンを変えたときのガラス基板の静電吸着力と印可電圧(10KV印可)との関係である。

【0023】

【表2】

【0024】

同一の電極巾、電極間距離のパターンでは誘電体の厚さは0.3mmがもっとも静電吸着力が大きく、薄くすれば静電吸着力が大きくなる傾向にある。電極巾、間隔とも0.5mm以上であれば静電吸着力が可能であることがわかったが、電極間隔が0.5mmより狭い場合は電極間の絶縁が十分得られなくなり結果として静電吸着できない場合もあった。

【0025】

同一誘電体厚さで比較すると電極巾が狭いほど大きな静電吸着力が得られた。

【0026】

電極間距離が2mmより大きい場合はほとんど静電吸着力が得られなかった。今回の試験では印可電圧を10KVまで印可したが更に大きな電圧を印可すれば電極間距離2mmでも静電吸着力が発現することが期待される。

【0027】

同一誘電体厚さ、同一電極巾で比較すると電極間隔が誘電体の厚さより大きくなると静電吸着力が小さくなる傾向にあった。

【0028】

以上をまとめると、誘電体の厚さは薄く、電極の巾は狭く、電極間は電極の巾と同程度である場合に大きな静電吸着力が得られることがわかった。

【0029】

被吸着体としてガラス基板を静電吸着する場合は誘電体厚さは0.3mm~2.0mm、電極間隔が0.5~1mm以下、電極巾は0.5mm~4mm、誘電体の抵抗率 $10^{13} \cdot \text{cm}$ 以下で実用化できるが、更により好ましくは誘電体厚さは0.3mm~1.0mm、電極間隔が0.5~1mm以下、電極巾は0.5mm~1mm、誘電体の抵抗率 $10^{13} \cdot \text{cm}$ 以下が望ましい。

【0030】

次に基板加熱冷却装置の実施例について記載する。図7~9は各種熱吸着試験データおよび絶縁性基板冷却試験特性の実験データを示すグラフであり、各グラフの説明を以下に示す。絶縁性基板10は、ガラス基板(低アルカリガラス)を用いた。

【0031】

図7は真空チャンバ内に設置した基板加熱冷却装置に絶縁性ガラス基板を設置し、絶縁性基板の温度と絶縁性基板と誘電体吸着面の間隙に供給される加熱冷却用ガスの圧力との関係である。絶縁性基板10の上面から $2W/\text{cm}^2$ の熱流を与えたときの熱特性を、横軸に上記ガスの圧力、縦軸に絶縁性基板10の表面温度として表した。ガス封入部9のガス圧力を変化させることで絶縁性基板10の温度を制御できる様子が確認できる。本実験では主にHeガスをもちいたがArやN₂を用いても同様の加熱冷却効果が発揮される。

【0032】

より高い圧力を供給し加熱冷却の効率を大きくするにはガスの圧力を分子流領域とするため、誘電体吸着面19のドット2の高さを低く設定する必要がある。例えば上記ガスに

おいて 0 ~ 100 Torr まで分子流領域とするにはドット 2 の高さを 5 μm 以下にすればよい。このとき上記ガスを素早く均一に封入するためにドット 2 と同時に溝 4 の形成が重要となる。

【 0 0 3 3 】

静電チャック表面に凸状のドットのみが設けられた場合は、ドットの高さによっては隙間空間内の圧力が均一になるまでに時間がかかる。そこでガス供給口から溝を掘ることによって隙間空間内の圧力が均一になるまでの時間を低減させている。溝の形状、パターンはガス供給口から放射状であり巾 1 mm 以上、深さは 50 μm 以上で効果を奏する。好ましくは巾 1.5 mm 以上、深さ 250 μm 以上でありこの場合隙間の圧力分布が均一になるまで 5 秒以下となる。溝のパターンは放射状と同心円状を組み合わせることにより更に効果が増加する。

【 0 0 3 4 】

印可電圧を変化させると絶縁性基板 10 の温度を変化させられる。このとき静電チャックの表面粗さを変化させることによって図 8 のように絶縁性基板温度を調節できる。

【 0 0 3 5 】

更に、接触面積比率を変えることで絶縁性基板 10 の温度が変化することを確認した実験結果を図 9 に示した。接触面積比率をかえるにはドットの数及びドットの直径をかえる必要がある。本実施例に用いたドットの直径は 5 mm で、シールリング巾は 4 mm であった。ドットの数は接触面積比率から換算した。ドットは静電チャック表面上に概略等分散に配置した。

【 0 0 3 6 】

本実施例により、ガス封入部 9 に 50 Torr という高いガス圧力を封入することで絶縁性基板 10 に対する大きな加熱冷却効果を得られることができたが、そのためには強い吸着力を発生する静電チャックが必要である。例えば、接触面積比率を 20 % にして 10 Torr のガス圧力を封入するには、理論上 13 g / cm² の吸着力が最低限必要である。よって吸着力が非常に大きい静電チャックが必要となる。ここでは静電チャックの絶縁層の材料としてアルミナを主成分とし、酸化クロム (Cr₂O₃)、酸化チタン (TiO₂) および焼結助材を適量添加したセラミック焼結体を用いた。この材料の吸着力は 1 A ~ 1 C と同じく 10 KV 印可で約 300 g / 5 cm² であり垂直方向の引張り強度が 300 g / cm² と推定される。接触面積比率が 20 % であっても 60 g / cm² 以上が確保でき十分に絶縁性基板を吸着できる。

【 0 0 3 7 】

本実施例では、絶縁性基板 10 として、低アルカリガラス基板を用いたが、本発明の静電チャックは、電気絶縁性基板およびフィルム一般に適用できる。

【 0 0 3 8 】

また絶縁性基板加熱冷却装置の絶縁性支持基盤内にヒーターを設け、被吸着体を測温する手段として光温度計、熱電対、その他非接触温度計を設けその計測器から出力される信号と予め設定した値とを比較することにより被吸着体の温度制御が容易になる。また絶縁性基板を直接測温できない場合は予め蓄積されたガス圧力、印可電圧、固体接触面積比率、入射熱エネルギー、媒体流量、媒体温度等の関連を記載されたデータベースに基づき絶縁性基板の温度を一定に保つ調整が可能になる。

【 0 0 3 9 】

本実施例で開示した絶縁性基板加熱冷却装置を反応チャンバ内に設置することにより、SOS や SOI ウェハのプラズマ CVD、プラズマエッティングやスパッタリング等の半導体製造プロセスでの温度管理が非常に容易になる。

【 0 0 4 0 】

【 発明の効果 】

以上に説明した如く本発明によれば、被処理体が絶縁体である場合も静電チャックを用いて吸着することができるため、静電チャックを組み込んだ加熱冷却装置を用いれば絶縁性基板の加熱、冷却が容易になり絶縁性基板を所定の温度に制御することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】静電チャックの一例を示す平面図である。
- 【図2】A - Aに沿った図1の断面図である。
- 【図3】静電チャックにより絶縁性基板を吸着した別実施例の断面図である。
- 【図4】誘電体に設けられた電極のパターン例である。
- 【図5】誘電体に設けられた電極のパターン例である。
- 【図6】誘電体に設けられた電極のパターン例である。
- 【図7】加熱冷却ガス圧力と絶縁性基板の温度との関係を示すグラフである。
- 【図8】静電チャックの印可電圧と絶縁性基板の温度との関係を示すグラフである。
- 【図9】静電チャックの固体接触部の面積比率と絶縁性基板の温度との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 ... 静電チャック
- 1 a ... 誘電体基板
- 1 b ... 絶縁性支持基盤
- 2 ... ドット
- 3 ... 外周シールリング
- 4 ... 溝
- 5 ... ガス供給口
- 6 ... 金属製プレート
- 7 ... 電極
- 8 ... 媒体流路
- 9 ... ガス封入部
- 1 0 ... 絶縁性基板
- 1 1 ... プレート接合部
- 1 2 ... 電圧印可用導線
- 1 3 ... ガス供給配管
- 1 4 ... 媒体供給口
- 1 5 ... 媒体排出口
- 1 6 ... ガス圧力計
- 1 7 ... 圧力コントロールバルブ
- 1 8 ... コンダクタンスバルブ
- 1 9 ... 吸着面
- 2 0 ... 導電性端子
- 2 1 ... 高圧電源