

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5618638号
(P5618638)

(45) 発行日 平成26年11月5日 (2014. 11. 5)

(24) 登録日 平成26年9月26日 (2014. 9. 26)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006. 01)

H O 1 L 21/302 I O 1 G

H O 1 L 21/683 (2006. 01)

H O 1 L 21/68 R

H O 5 H 1/46 (2006. 01)

H O 5 H 1/46 C

H O 5 H 1/46 A

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-129522 (P2010-129522)
 (22) 出願日 平成22年6月7日 (2010. 6. 7)
 (65) 公開番号 特開2011-258614 (P2011-258614A)
 (43) 公開日 平成23年12月22日 (2011. 12. 22)
 審査請求日 平成25年5月20日 (2013. 5. 20)

(73) 特許権者 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目2 4 番 1 4 号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 渡辺 智行
 山口県下松市大字東豊井7 9 4 番地
 株式会社 日立ハイ
 テクノロジーズ 笠戸事業所内
 (72) 発明者 薬師寺 守
 山口県下松市大字東豊井7 9 4 番地
 株式会社 日立ハイ
 テクノロジーズ 笠戸事業所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置または試料載置台

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空容器内部の処理室内に配置された試料台上にウエハを載置して前記処理室内に形成したプラズマを用いて前記ウエハを処理するプラズマ処理装置であって、

前記試料台が、その内部に冷媒流路が配置された金属製の基材と、この基材上面を覆って配置された温度分布均一化層と、この温度分布均一化層上に接着層を介して配置され内部または下面に前記ウエハを吸着・保持するための静電吸着用の電極膜を有した焼結セラミック板と、前記基材内部に配置され温度を検知するセンサと、このセンサからの出力を受けて前記ヒータの発熱を調節する制御部とを備え、

前記温度分布均一化層が、前記基材上面に溶射により形成・配置された第1の誘電体膜と、この第1の誘電体膜の上に溶射によって配置され金属材料から構成された膜状のヒータであって単位面積あたりの発熱量が膜全体で均一化されるようにその厚さが調節された膜状のヒータと、前記第1の誘電体膜及び前記ヒータの上方に溶射により形成・配置された第2の誘電体膜とを備えて構成されたプラズマ処理装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のプラズマ処理装置において、

前記第2の誘電体膜は、これを構成する誘電体製の材料が前記第1の誘電体膜及び前記ヒータの上方に溶射によって配置された後に前記ヒータが配置された領域の全体で当該誘電体製の材料の厚さが均等化されるようにその上面の形状が調節されたものであるプラズマ処理装置。

10

20

【請求項 3】

真空容器内部の処理室内に配置され、前記処理室内に形成されたプラズマを用いて処理されるウエハが載置される試料載置台であって、

内部に冷媒流路が配置された金属製の基材と、この基材上面を覆って配置された温度分布均一化層と、この温度分布均一化層上に接着層を介して配置され内部または下面に前記ウエハを吸着・保持するための静電吸着用の電極膜を有した焼結セラミック板と、前記基材内部に配置され温度を検知するセンサとを備え、

前記温度分布均一化層が、前記基材上面に溶射により形成・配置された第 1 の誘電体膜と、この第 1 の誘電体膜の上に溶射によって配置され金属材料から構成された膜状のヒータであって単位面積あたりの発熱量が膜全体で均一化されるようにその厚さが調節された膜状のヒータと、前記第 1 の誘電体膜及び前記ヒータの上方に溶射により形成・配置された第 2 の誘電体膜とを備えて構成された試料載置台。

10

【請求項 4】

請求項 3 に記載の試料載置台であって、

前記第二の誘電体膜は、これを構成する誘電体製の材料が前記第 1 の誘電体膜及び前記ヒータの上方に溶射によって配置された後に前記ヒータが配置された領域の全体で当該誘電体膜の材料の厚さが均等化されるようにその上面の形状が調節されたものである試料載置台。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、真空容器内の処理室内に配置されたウエハを処理室内に発生させたプラズマを用いて処理するプラズマ処理装置に関して、処理室内に置かれた処理台の温度を調節してウエハの温度を処理に適した温度に調整しつつこれを処理するプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

このようなプラズマ処理装置において、半導体ウエハ等の基板状の試料の表面に形成された複数の処理対象の膜が複数積層されている所謂多層膜を処理する時間を短縮するために、上下に隣り合う膜を同一の処理室内で且つこれらの膜の各々の処理の間に処理室外にウエハを取り出すことなく処理することが考えられている。また、従来より、より微細な加工を高い精度で行うことが求められており、処理対象の膜をエッチング等の加工処理した結果の形状のウエハの面方向（径方向，周方向）について均一性を高くするために、処理対象の各膜においてその加工に適切なものになるようにウエハの温度を調節することが行われてきた。

30

【0003】

このような温度の調節する技術としては、たとえば特許文献 1 に開示されるように、ウエハが載せられる面を構成する試料載置台の上部をセラミック製の円板状の部材及びこれに接続されて下方に配置された加熱器を配置し、加熱器の発熱量を調節して、セラミック製の円板及びその上面に載せられるウエハの温度を加工するのに適したものにすることが知られている。特に、特許文献 1 では、セラミック製の円板状の部材はその内部にはウエハをその上面に吸着させる静電気力を形成するために直流電力が供給される電極が内蔵されており、円板状の部材の下面に所定の厚さで膜状のヒータが形成され、さらにその周囲を樹脂製の接着剤で覆い、円板状部材の接着剤が付された側部分を接着剤を挟んで試料載置台の導電体製の本体の上面に押しつけて接合して試料載置台を構成するものが開示されている。

40

【0004】

ヒータは金属や耐熱性の樹脂内に導電性材料や半導体材料を混入して形成した材料が用いられ、試料載置台本体の内部に配置された貫通孔の内部に配置されたコネクタにより電力が供給される。また、試料載置台の中心側と外周側との 2 つの領域の各々に異なるコ

50

ネクターを介して異なる大きさの電力が供給されるように構成され、試料載置台及びその上方に載せられるウエハの温度を中心側部分と外周側部分とで異なる分布を得られるように構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-300491号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

上記の従来技術の試料載置台においては、処理に適したウエハの温度の分布の精度や温度の均一性を向上させるため、試料載置台の表面のセラミック製の円板状の部材内部に設置されたヒータは複数のエリアに分割され、各エリアで円盤状の部材の表面の温度を所望のものとするようにヒータの発熱量が調節されている。また、複数のヒータが配置される載置面上に区分けされた各エリアでのヒータの発熱量の不均一を解消し、ウエハの面方向についての温度の均一性を向上させるため、試料載置台の表面のセラミック製の円板状の部材の厚さを大きくして、熱容量を大きくして均熱効果を持たせて温度の高低差の大きさを小さくすることや、セラミック製の円板状部材の内部に熱伝導率の高い材料、例えば金属製の板状の部材を配置してこの板部材が熱の伝達の量大きくすることにより、円板状の部材の表面で生じる温度差を低減してウエハの温度の均一性を向上することが行われている。

20

【0007】

また、ヒータの発熱の量を調節する場合基準となる温度を検出する必要があるが、直接ウエハ温度を精度よく測定することが難しいことから、上記従来技術では試料載置台上部の基材を構成する金属製の部材の内部であってヒータの近傍に温度センサ等の検知手段を配置して、この検知手段の出力から検出される温度を用いて、ウエハ或いは試料載置台の表面の温度を所望の値の範囲となるようにヒータへ供給される電力や発熱の量が調節されている。

【0008】

しかし、円板状の部材の厚さを大きくしたり、内部に均熱板を設置したりすることによって、ヒータからウエハまでの距離が増加することから、ヒータによって温度変化される熱容量が増加する。このため、例えウエハの加工の際に各膜で最適な温度へ変化させるためにヒータの発熱の量を調節したとしても、この調節した結果がセラミック製の円板状の部材の表面の温度或いはウエハの温度に反映されるまでの応答の時間が増加してしまい、結果として処理中の時間における時刻において適切な温度と実際のウエハの表面の温度との間の差が大きくなって、ハードマスクからメタル層まで一貫で処理する場合にメタル層のCDが細くなる等、加工の精度が低下してしまう虞があった。また、試料載置台内部に設置された温度センサと試料載置台上部に置かれたウエハ間で熱抵抗が増大し、試料載置台内部の温度センサの温度と実際のウエハの温度との差が大きくなり、ウエハの温度の調節の精度が低下してしまうという問題について、上記従来技術では考慮が不十分であった。

30

40

【0009】

本発明の目的は、ウエハの温度の変化を高速化し温度の調節の精度を向上して処理の効率を向上できるプラズマ処理装置または試料の載置台を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的は、真空容器内部の処理室内に配置された試料台上にウエハを載置して前記処理室内に形成したプラズマを用いて前記ウエハを処理するプラズマ処理装置であって、前記試料台が、その内部に冷媒流路が配置された金属製の基材と、この基材上面を覆って配置された温度分布均一化層と、この温度分布均一化層上に接着層を介して配置され内部ま

50

たは下面に前記ウエハを吸着・保持するための静電吸着用の電極膜を有した焼結セラミック板と、前記基材内部に配置され温度を検知するセンサと、このセンサからの出力を受けて前記ヒータの発熱を調節する制御部とを備え、前記温度分布均一化層が、前記基材上面に溶射により形成・配置された第１の誘電体膜と、この第１の誘電体膜の上に溶射によって配置され金属材料から構成された膜状のヒータであって単位面積あたりの発熱量が膜全体で均一化されるようにその厚さが調節された膜状のヒータと、前記第１の誘電体膜及び前記ヒータの上方に溶射により形成・配置された第２の誘電体膜とを備えて構成されたことにより達成される。

【００１１】

また、前記第二の誘電体膜は、これを構成する誘電体製の材料が前記第１の誘電体膜及び前記ヒータの上方に溶射によって配置された後に前記ヒータが配置された領域の全体で当該誘電体製の材料の厚さが均等化されるようにその上面の形状が調節されたものであることにより達成される。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】本発明の実施例に係るプラズマ処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

【図２】図１に示す実施例の試料載置台の構成の概略を拡大して示す縦断面図である。

【図３】従来技術と本実施例における周方向のヒータの温度分布とウエハの温度分布を示したグラフである。

【図４】従来技術と本実施例における温度センサの検出値とウエハの温度値との差を示した説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下、図を用いながら本発明の実施例を説明する。

【００１４】

〔実施例〕

図１は、本発明の係わるプラズマ処理装置の構成の概略を説明する縦断面図である。図１において、プラズマ処理装置１００は、真空容器１０１と、その上方の外周に配置されて真空容器１０１内部に電界又は磁界を供給する電磁場供給手段と、真空容器１０１下方に配置されて真空容器１０１内部を排気する排気手段とを備えている。

【００１５】

真空容器１０１内部には、その内側にプラズマが形成される空間であって内側に配置された処理対象の試料が当該プラズマにより処理される処理室１０３と、処理室１０３下部に配置されて試料がその上面に載せられて保持される試料載置台１０７が備えられている。また、真空容器１０１上方には、電磁場供給手段としてマイクロ波やＵＨＦ波等の所定の周波数の電界を形成するマグネトロン等の電波源１０４と電波を伝播して処理室１０３内に導く管路である導波管１０５と、導波管１０５と接続されこの内部を伝播してきた電波が導入されて内部の空間で共振する共振容器１０６とが配置されている。

【００１６】

さらに、真空容器の上部のソレノイドコイル１１３が配置されている。ソレノイドコイル１１３は、円筒形状の真空容器１０１の上部の外周を囲んで配置され、これに供給された電流により磁場を発生する。本実施例では、ソレノイドコイル１１３は複数の段数で配置されており、処理室１０３内側に上下方向の中心軸の周りに等磁場が軸対象で下向きに未広がりとなる形状の磁界が導入される。

【００１７】

また、真空容器１０１の下方には、排気手段であるターボ分子ポンプ等の真空ポンプ１０２が配置され、真空容器１０１内部の処理室１０２下部で試料載置台１０７の直下方に配置された円形の排気用の開口と連通している。真空容器１０１内の処理室１０３は略円筒形状を備え、その下部の中央部であって前記開口の上方には略円筒形状を有してウエハがその上面に載置される試料載置台１０７が配置されている。

【 0 0 1 8 】

本実施例では、処理室 1 0 3 , 試料載置台 1 0 7、開口がそれらの軸が合致するように上下に配置されており、また試料載置台 1 0 7 の外側壁と処理室 1 0 3 の内側壁との間の空間も軸が合致したリング形状となっている。なお、試料載置台 1 0 7 は外側壁から水平方向外側に延在する複数の梁で開口の上方で空間を空けて中空に支持されており、これらの梁は試料載置台 1 0 7 の上下方向の中心軸の周囲に軸対象となるように配置されている。

【 0 0 1 9 】

円筒形状の処理室 1 0 3 の上方には、軸を合わせた円筒形状を有する共振容器 1 0 6 内の共振用の空間である共振室 1 0 6 が配置されている。この共振室 1 0 6 と処理室 1 0 3 との間は、共振室 1 0 6 の底面を構成する石英等誘電体製の円板状の窓部材 1 1 4 が配置されて、両者の間を気密に区画している。

10

【 0 0 2 0 】

窓部材 1 1 4 の下方には窓部材 1 1 4 の下面とすき間を空けて並列に石英等誘電体製の円板状のシャワープレート 1 1 5 が配置されており、シャワープレート 1 1 5 の下面が処理室 1 0 3 の天井面を構成している。シャワープレート 1 1 5 は試料載置台 1 0 7 の上面と対向して並列に配置されて、その中央部には処理室 1 0 3 内に上方からウエハ処理用のガスが導入される貫通孔が複数配置されている。上記窓部材 1 1 4 とシャワープレート 1 1 5 との間のすき間は、プラズマ処理装置 1 0 0 が設置されるクリーンルーム等建屋に設置された図示しないガス源から供給される処理用ガスが流通する管路が連通されており、ガス源からの処理用のガスは管路を通り上記すき間に導入されて後、貫通孔を通り下方の試料載置台 1 0 7 方向に処理室 1 0 3 内に流入する。

20

【 0 0 2 1 】

試料載置台 1 0 7 は、内部に導電体製の電極が配置され、この電極が所定の周波数の高周波電力を出力するバイアス電源 1 0 8 と電気的に接続されている。試料載置台 1 0 7 上面の載置面上にウエハが載せられた状態でこのバイアス電源 1 0 8 から供給された高周波電力によりウエハ表面にバイアス電位が形成され試料載置台 1 0 7 上方の処理室 1 0 3 内に形成されるプラズマとの間の電位差により荷電粒子をウエハ上面に誘引する作用を奏する。

【 0 0 2 2 】

30

さらに、試料載置台 1 0 7 には後述の通り、載置面表面またはウエハの温度を調節するヒータが内部に配置され、このヒータには電力を供給するヒータ電極用直流電源 1 0 9 が電気的に接続されている。また、試料載置台 1 0 7 の上部には試料の載置面を構成する Al_2O_3 や Y_2O_3 等の誘電体の材料から構成された誘電体膜が配置されているが、その内部にはウエハを誘電体膜表面上に静電気力により吸着する静電吸着電極が配置されており、この静電吸着電極に直流電力を供給する静電吸着電極用直流電源 1 1 0 が電気的に接続されている。

【 0 0 2 3 】

また、試料載置台 1 0 7 はウエハの処理中にプラズマから熱が伝達されて温度が上昇する。処理中に適切な温度となるように調節するために試料載置台 1 0 7 の内部には冷媒が供給されて流通する冷媒通路が試料載置台 1 0 7 の上下方向の中心軸の周りに同心状またはらせん状に配置されている。この冷媒通路の冷媒の入口、出口と連結された冷媒の管路は冷媒の温度調節を行う温調器 1 1 1 が連結されており、試料載置台 1 0 7 内部の冷媒通路及び外部の管路を通り温調器 1 1 1 に流入した冷媒は所定の温度に調節されて再度管路を介して試料載置台 1 0 7 内部の冷媒通路に供給されて循環する。

40

【 0 0 2 4 】

なお、上記のプラズマ処理装置 1 0 0 の各部は制御部であるコントローラ 1 1 2 と通信手段を介して連結されて、その動作が適切に調節される。コントローラ 1 1 2 は図示しないメモリ等の記憶装置や演算器、通信用コネクタ等から構成され、プラズマ処理装置 1 0 0 の複数箇所に配置された検知手段であるセンサからの出力を通信手段を介し受信し

50

、演算器によって算出した指令を上記各部に送信して所期の結果が得られるように動作を調節する。

【 0 0 2 5 】

上記の構成を備えた本実施例では、処理室 1 0 3 内にガス源からアルゴン等の不活性ガスが導入されつつ排気手段により排気されることで減圧された状態で、図示しないロボットアーム等の搬送手段により図示しないゲートを通りウエハが試料載置台 1 0 7 上に搬送されてこれに受け渡される。ウエハは試料載置台 1 0 7 の載置面を構成する誘電体膜上に載せられた後、静電吸着電極用直流電源 1 1 0 から誘電体膜内の電極に電力が供給され静電気力が形成されて誘電体膜上に吸着されて保持される。

【 0 0 2 6 】

ガス源から上記シャワープレート 1 1 5 の貫通孔を通り処理室 1 0 3 内に処理用ガスが導入されつつ、真空ポンプ 1 0 2 の動作による開口からの排気とのバランスにより、処理室 1 0 3 内部の圧力が所定の範囲に調節される。電波源 1 0 4 で形成されたマイクロ波は導波管 1 0 5 内を伝播して共振容器 1 0 6 に到達し所定の強度の電界が内部の共振室 1 0 6 で形成される。この電界は窓部材 1 1 4 , シャワープレート 1 1 5 を透過して処理室 1 0 3 内に供給される。

【 0 0 2 7 】

ソレノイドコイル 1 1 3 から供給された磁場（磁界）と共振容器 1 0 6 から供給された電界との相互作用により、処理用ガスが励起されてプラズマ化され、処理室 1 0 3 内の試料載置台 1 0 7 上方の空間にプラズマが形成される。バイアス電源 1 0 8 からの高周波電力によって形成されたバイアス電位がウエハ表面にプラズマ中の荷電粒子を誘引して、ウエハ表面の処理対象の膜が生起される物理的、化学的反應によってエッチング等の所期の処理が行われる。

【 0 0 2 8 】

本実施例では、プラズマの生成は上記マイクロ波による電界と磁界との相互作用による E C R を用いているが、これに限定されるものではなく、高周波を用いた静電結合手段または誘導結合手段によるプラズマ生成手段を用いても良い。

【 0 0 2 9 】

図 2 は、図 1 に示す実施例の試料載置台の構成の概略を拡大して示す縦断面図である。本図は、図 1 において示した試料載置台 1 0 7 の構成をより詳細に示す図である。

【 0 0 3 0 】

試料載置台 1 0 7 は、円板形状を備え A l または T i 等の金属で構成される基材部 2 0 1 と、基材部 2 0 1 の上面に接合されて配置され、内部にヒータと静電吸着用電極を備えた $A l_2 O_3$ 等の誘電体による誘電体膜部 2 0 2 を備えて構成されている。基材部 2 0 1 の内部には上記の通り基材部 2 0 1 を冷却するための冷媒が内部を流れる冷媒通路である冷媒溝 2 0 3 が基材部 2 0 1 の上下方向の中心軸周りに同心状またはらせん状に配置されている。冷媒溝 2 0 3 は冷媒が導入される入口部及び排出される出口部が管路により真空容器 1 0 1 外部の温調器 1 1 1 と連結されており、温調器 1 1 1 が冷媒溝 2 0 3 を通り循環される冷媒の流量（速度）や冷媒の温度をコントローラ 1 1 2 からの指令信号に応じて調節する。

【 0 0 3 1 】

$A l_2 O_3$ 等の誘電体材料により構成された誘電体膜部 2 0 2 の構成について説明する。誘電体膜部 2 0 2 は大きくわけて 3 つの層に分けられる。上方の層は、その内部に静電吸着用の電極が配置されウエハの載置面を構成する円板状の部材が配置され、下方には、円板形状を有する基材部 2 0 1 の上面には、膜状のヒータを内部に含む複数の層の誘電体材料の膜が配置されている。これら上下の層の間は、両者を接着して接合する接着層が配置されている。

【 0 0 3 2 】

本実施例では、下方の層の誘電体材料は金属製の基材部 2 0 1 の上面との十分な接合の強度を得るために、溶射法により形成されている。また、膜状のヒータも溶射により形成

10

20

30

40

50

される。

【0033】

本実施例の上方の層を構成する円板状の部材は、 Al_2O_3 や Y_2O_3 等のセラミック材料を所定の厚さと径とを有する円板形状に焼成して形成した焼結体である焼結セラミック板209である。焼結セラミック板209の内部には、直流電力が供給されて静電気力を生起する膜状の静電吸着用電極膜208が配置されており、焼結セラミック板209の下面には静電吸着用電極膜208と電氣的に接続されたコネクター部が配置され、基材部201上に試料載置台107と接合された状態で静電吸着電極用直流電源110と接続される。

【0034】

下方の層を構成する誘電体製の膜は、まず基材部201の上に Al_2O_3 等からなる第一誘電体膜204が溶射によって形成された上に、金属材料が溶射法により所定の形状にヒータ電極膜205として形成される。ヒータ電極膜205は、溶射によって第一誘電体膜204上に吹き付けられる際に実現を求められるウエハ又は載置面表面での温度の分布に応じた所定の形状となるようにマスクが用られる。ヒータ電極膜205を形成するため溶射される金属としては、W、抵抗率を制御したニッケル-クロム合金やニッケル-アルミ合金、あるいはWに適当な添加金属を混ぜ抵抗率を制御したものなど抵抗率が管理された金属が用いられる。

【0035】

溶射法によって形成されたこれらの膜は、融解または半融解した材料の微小な粒子が膜により覆われる対象の表面上に吹き付けられて表面と衝突した衝撃で変形した粒子が積み重なって積層されたものである。これらの粒子同士は対象の表面に衝突した際に、粒子の表面が融解した状態で接触して接合され融着し、粒子間には微小な空間が形成されている。このため膨張、収縮等変形によって部材の欠損や割れの発生が生じにくく脆性が相対的に低い。また、膜を形成した後の切削等形状の変更が容易となる。

【0036】

本実施例では、マスクの形状に合わせてヒータ電極膜205の材料を溶射した後、製膜されたヒータ電極膜205の膜の厚さを各箇所での単位面積あたりの発熱の量が膜全体で均等となるように削って調節する。これにより、ヒータ電極膜208が配置された領域で発熱量が均一化され、ウエハの周方向、径方向についてその温度の分布の不均一が抑制される。

【0037】

溶射された第一の誘電体膜204及びヒータ電極膜205上に、再び Al_2O_3 等誘電体材料が溶射によって吹き付けられ第二誘電体膜206が形成される。この後、ヒータ電極膜208の上面と第二誘電体膜206の上面との距離を、ヒータ電極膜208が配置された領域の全体で均等となるように第二誘電体膜206上面を削って調節しても良い。

【0038】

これらの溶射による下方の膜の形成の前に予め、上方の膜である焼結セラミック板209の焼成を別途行う。本実施例では、焼結セラミック板209内部の静電吸着用電極膜208は、上方から見て円形の中心部とこれを囲むリング状の外周部との2つの領域に配置され、それぞれが静電吸着電極用直流電源110と電氣的に接続されて異なる値の電力が静電吸着電極用直流電源110から供給される。

【0039】

焼結セラミック板209は、厚さ方向についてその上下をセラミック材料に挟まれた中間部分である内部にW(タングステン)等の金属から構成される静電吸着用電極膜208が包含されて配置されるとともに、静電吸着用電極膜208を内部に包含して配置された状態で円板形状に成形されたセラミック材が、冷却された状態でその厚さが0.2~0.4mmの範囲内の値なるように焼結の条件が調節されて焼成される。

【0040】

第二誘電体膜206が所定の形状に成形された後、その上にシリコン系の接着材20

10

20

30

40

50

7が塗布され、焼結セラミック板209と下方の層である第一、二誘電体膜204, 206、ヒータ電極膜205とが、接着材207の層を挟んで押しつけられて接合され、これらが一体に形成される。なお、ヒータ電極膜205および静電吸着用電極膜208にはヒータ電極用直流電源109および静電吸着電極用直流電源110がそれぞれ接続されている。また、基材部201にはバイアス電源108が接続されている。なお、本実施例では静電吸着用電極膜208は焼結セラミック板209の下面に露出するように厚さ方向の最下部に配置されても良い。

【0041】

焼結セラミック板209は試料載置台107の載置面を構成しており、処理室103内部のプラズマ形成空間に曝されている。このため、処理室103のプラズマ形成空間に処理室103内部の表面の付着物除去のためにプラズマが形成され、載置面上にこれを覆うクリーニング用のウエハを載せない場合には、プラズマからの相互作用を受けて消耗、損傷、汚染が増大する。また、本プラズマ処理装置100において処理した製品用のウエハの枚数が増大するにつれて、ウエハ載置面である焼結セラミック板209上面は、加熱、冷却の温度差や反応性ガスとの相互作用等によって、損傷や汚染が増大する。

【0042】

このような汚染や損傷の進行は、ウエハの処理の精度や歩留まりを低下させてしまうことから、所定のウエハの処理の枚数や運転の時間が経過した場合、載置面の表面を清浄、正常なものに復帰させることが行われる。本実施例では、このような枚数を処理したり時間が経過したりした焼結セラミック板209を新しいものに交換するため、焼結セラミック板209を試料載置台107上部から取り除く。この際、基材部201とその上方の誘電体膜部202とを含む試料載置台107の部材を一体のブロックとして処理室103から取り出して、新しい試料載置台107のブロックを交換して取り付ける。取り出された古い、所謂使用後のブロックは、焼結セラミック板209が接着材207において試料載置台107本体から切り離されて取り除かれる。

【0043】

焼結セラミック板209が取り除かれた試料載置台107のブロックの上面は、接着材207が表面に一部残っていたり、下層である台に第二誘電体膜206が露出していたりするので、試料載置台107のブロック側では接着材207または台に第二誘電体膜206は研磨または切削により削り取られたうえで再度溶射による第二誘電体膜206及び塗布による接着材207の形成が行われ、別途用意された新しい焼結セラミック板209と接合される。このようにして再度形成された試料載置台107のブロックは、同様に処理の枚数や時間が経過したり故障や不具合が発生したりして交換の必要が生じたプラズマ処理装置の交換用の試料載置台107として用いられる。

【0044】

基材部201には下方から上方に向けて穴が配置されており、その内部に基材部201の上面の温度を検知する温度センサ210が配置される。温度センサ210には熱電対や白金測温抵抗体などが用いられる。この温度センサ210が検知した出力が通信手段を介してコントローラ112に受信され、コントローラ112内部の演算器を用いて検出される基材部201の温度から、コントローラ112内部或いは通信可能に接続されたハードディスク等の外部の記憶装置に記憶されたプログラムを用いて、載置面である焼結セラミック板209上面またはこれに載せられたウエハの温度の値またはその分布が推定される。

【0045】

コントローラ112は、予め上記記憶装置内に記憶されたプログラムを用いて、焼結セラミック板209またはウエハの温度の検出結果に応じヒータ電極用直流電源109が出力すべき電力値を演算して検出し、この値を出力するようになるようにヒータ電極用直流電源109に指令を発信することで、ヒータ電極膜205の発熱の量を調整している。このように本実施例では、検知された試料載置台107の温度は、制御部であるコントローラ112にフィードバックされこれを介してヒータ電極膜205の出力が調節され、加工

に最適なウエハの温度またはその分布を実現する。

【0046】

本実施例においては、ウエハ上に形成された処理対象の複数の膜の各処理の間において、ウエハの面方向について、温度の分布（温度プロファイル）を各々の処理に適切なものとなるように変化させる。上方の膜の処理が終了させて温度プロファイルを上方の膜用のものから下方の膜に適した温度プロファイルに変化させている間は、この間に膜の処理を行うと温度の条件が最適でないことから得られる加工後の形状が所期のものから大きくズレてしまうことから、バイアス電源108からのバイアス用電力の供給を停止する等処理を停止している。温度のプロファイルを高速で変化させることは処理の効率を向上する上で重要となる。

10

【0047】

温度のプロファイルをより速く変化させて所望のものにする上では、ヒータ電極膜205から電極表面までの熱容量を小さくすることが望ましく、本実施例ではこのような高速の温度の変化を実現するために焼結セラミック板209の厚さを所定の範囲にしている。一方、熱容量を減少させるため焼結セラミック板209の厚さはできるだけ薄いほうが望ましいが、焼結セラミック板209に内蔵された静電吸着用電極膜208にウエハを静電吸着するための電圧が印加されるため、焼結セラミック板209の厚さには絶縁破壊を起こさない下限の厚さがある。

【0048】

発明者らは、検討の結果得られた知見に基づいて、静電吸着によってウエハを固定するのに必要な吸着力を得るために静電吸着用電極膜208に印加される電圧から与えられる焼結セラミック板209上方に形成される電界と焼結セラミック板209のセラミック材料が絶縁破壊を起こさない電界の比較から焼結セラミック板209の厚さの下限を0.2mmとした。また、上記処理対象の複数の膜間でウエハ温度を変化させるのにかかる時間から必要な性能を満たすことのできる焼結セラミック板209の厚さの上限を0.4mmとした。

20

【0049】

さらに、本実施例では、ウエハ面内で必要な温度均一性を達成するため、ヒータ電極膜205を溶射法によって形成し上方から見た膜の各箇所における厚さを調節しヒータ電極膜205の発熱量のウエハまたは試料の載置面の表面方向の分布の均一性を向上している。このようにエリアごとの発熱量を調整することによってウエハの面内の温度の均一性が向上する。

30

【0050】

図3は、従来技術と本実施例における周方向のヒータの温度分布とウエハの温度分布を示したグラフである。この図では、ヒータ膜電極205及びウエハの温度分布は、ウエハの周方向に12等分に分割した各エリアごとに平均の温度を求め、全体の平均温度からの差を割合で示している。横軸には、周方向に分割したエリアNo.、縦軸に全体の平均温度からの差をプロットしている。

【0051】

図3(a)に示す従来の技術の試料載置台は、ヒータの発熱量に周方向に分割したエリアごとの発熱量に差がありヒータ層での温度のバラツキが大きい。このため、厚い焼結セラミック板による均熱効果や均熱板などを組み込むことによって、温度の均一性を高めウエハ加工時に必要なウエハ温度の面内での均一が必要となる。しかし、図3(b)に示す本実施例の試料載置台107では、ヒータ電極膜205は上記の通り膜厚さを調節して発熱量の分布を均一化しており、ヒータによる試料の載置面のエリアごとの発熱量が均等化されている。

40

【0052】

このようなヒータの均熱化によってウエハ温度の面内での均一性が確保され、ヒータ電極膜205から電極表面までの熱容量を減少することでウエハの表面の温度とヒータ電極膜205あるいは基材部201上部の表面との温度差と応答の時間差が低減される。例え

50

ば、ハードマスクからメタル層を一貫処理する場合において、メタル層では低温に温度を変化させる。この際、従来技術の試料載置台ではヒータから載置面表面の間の誘電体材料の表面単位面積あたりの熱容量が大きく、ヒータの出力を変化させ最適な温度へ安定するまでの応答の時間が相対的に長く掛かる。

【0053】

一方、本実施例では、焼結セラミック板209の厚さを上記の範囲にすることでヒータ電極膜205から載置面の表面までの単位面積あたりの熱容量が小さくされ、ウエハの温度と基材部201の上面の温度或いは温度センサ210により検出される温度の変化の速度がほぼ等しくなるため、ウエハの温度をすばやく加工に最適な温度へ変化させることができCDの加工精度の低下が抑制される。

10

【0054】

図4は、従来技術と本実施例における温度センサの検出値とウエハの温度値との差を示した説明図である。本図は、基材部201上部に設置された温度センサ210とウエハ温度との差及び温度センサ210の出力から推定されるウエハ温度の誤差を示した図である。縦軸に従来技術と本実施例で温度センサが同じ温度を示したときのウエハ温度との差をプロットし、マーカの上下にそのときに温度センサ210の出力から推定されるウエハ温度の誤差を示している。

【0055】

本実施例では、温度センサ210からウエハまでの熱抵抗が小さいため、従来の技術に比べ温度センサ210とウエハ温度との温度差が小さくなり、温度センサ210の出力をフィードバックしてより実際のウエハ温度に近い推定値を用いて温調器111あるいはヒータ電極用直流電源109の出力を調節して焼結セラミック板209表面又はウエハの温度を制御することができ、より高い精度でウエハまたは載置面の温度の値とその分布を実現できる。また、構造物が少なくなっているため、温度センサ210によるウエハ温度の推定値の誤差も小さくすることができ、ウエハの面内のCDのバラツキの低減に効果がある。また、このような試料載置台107を製造する場合、個々の試料載置台107毎でヒータ電極膜205と載置面との間の熱抵抗のばらつきが小さくされ、所謂機差が低減する。

20

【0056】

上記実施例により、高いウエハ温度の面内均一性を持ち、ウエハ加工の各膜間ですばやく温度を変化させることができてCDの加工精度の低下を防ぐことができ、また、高精度でウエハ温度を制御することができ加工の均一性が向上する電極を提供することが可能となった。

30

【0057】

また、試料載置台表面に用いられている焼結セラミック板の厚さを0.2～0.4mmとしているため、試料載置台に設置された溶射ヒータから処理されるウエハまでの熱容量が小さくなり、溶射ヒータでウエハ温度をコントロールする際にかかる時間を短くすることができ、ウエハ処理時間の短縮によるスループットの向上や、ウエハ温度の安定化までの時間を確保できるようになったことによるウエハ加工の精度向上が期待できる。また、ウエハ加工に必要なウエハ温度の均一性は、溶射ヒータの均熱化を実施することによって、焼結セラミック板を薄くしたことより均熱効果が望めない状態でも達成することができる。さらに、焼結セラミック板が従来よりも薄くなったことにより、基材内に設置された温度センサと試料載置台表面までの距離が減少するため、この間で発生する熱抵抗のバラツキが少なくなり、温度センサでの測定温度によるウエハ温度の制御精度が向上する。

40

【符号の説明】

【0058】

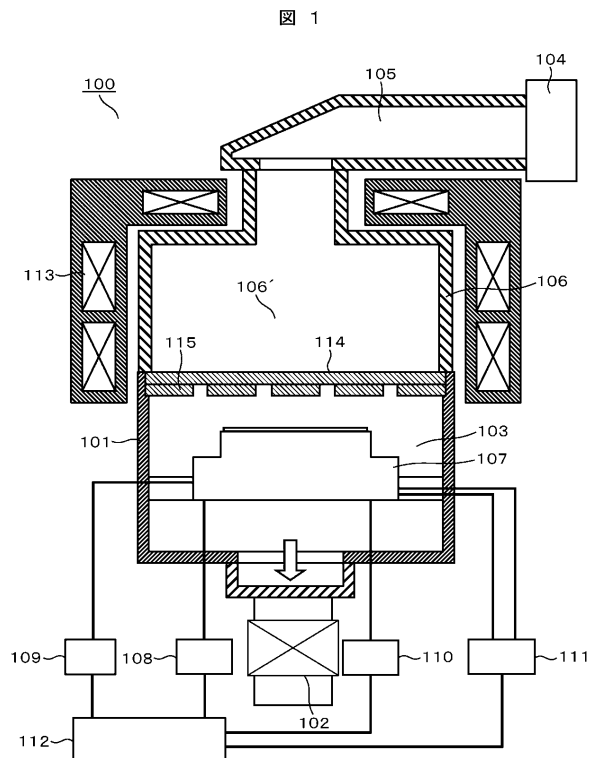
- 100 プラズマ処理装置
- 101 真空容器
- 103 処理室

50

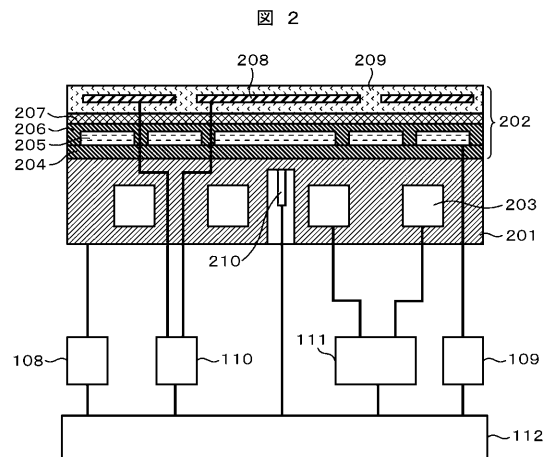
- 104 電波源
- 107 試料載置台
- 109 ヒータ電極用直流電源
- 110 静電吸着電極用直流電源
- 201 基材部
- 202 誘電体膜部
- 203 冷媒溝
- 205 ヒータ電極膜
- 207 接着材
- 208 静電吸着用電極膜
- 209 焼結セラミック板
- 210 温度センサ

10

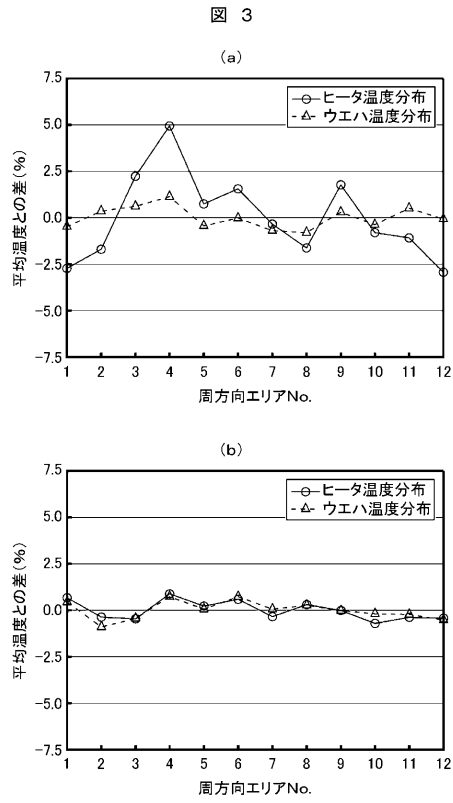
【図1】



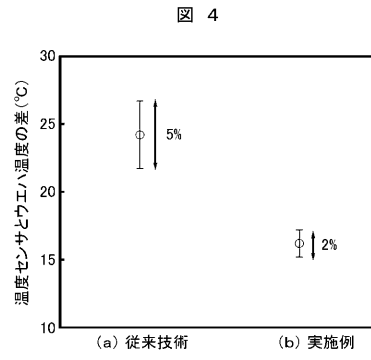
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 大本 豊

山口県下松市大字東豊井794番地
ズ 笠戸事業所内

株式会社 日立ハイテクノロジー

審査官 井上 由美子

(56)参考文献 特開2008-300491(JP,A)

特開2009-170509(JP,A)

特開2003-249541(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

H01L 21/683

H05H 1/46