

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4961179号
(P4961179)

(45) 発行日 平成24年6月27日 (2012. 6. 27)

(24) 登録日 平成24年3月30日 (2012. 3. 30)

(51) Int. Cl.

F I

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

H O 1 L 21/68 N

H O 1 L 21/205 (2006. 01)

H O 1 L 21/205

C 2 3 C 16/458 (2006. 01)

C 2 3 C 16/458

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2006-216028 (P2006-216028)
 (22) 出願日 平成18年8月8日 (2006. 8. 8)
 (65) 公開番号 特開2008-42023 (P2008-42023A)
 (43) 公開日 平成20年2月21日 (2008. 2. 21)
 審査請求日 平成21年7月28日 (2009. 7. 28)

(73) 特許権者 000001122
 株式会社日立国際電気
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (74) 代理人 100090136
 弁理士 油井 透
 (74) 代理人 100091362
 弁理士 阿仁屋 節雄
 (74) 代理人 100105256
 弁理士 清野 仁
 (74) 代理人 100145872
 弁理士 福岡 昌浩
 (72) 発明者 原田 幸一郎
 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株
 式会社日立国際電気内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置及び半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマにより基板を処理する処理容器と、
 前記処理容器の中に設けられたアース電極を有するサセプタと、
 前記サセプタの上に環状に設けられ、前記基板の端部を内縁側で支持し、外縁の直径が
 当該基板の直径よりも大きく構成された凸状支持部、及び前記基板を載置した際、前記基
 板の裏面中央部との間に空間を形成する凹部を有する基板載置体と、
 を備えた基板処理装置。

【請求項 2】

前記凹部は、突起状の支持部を有する請求項 1 記載の基板処理装置。

10

【請求項 3】

プラズマにより基板を処理する処理容器と、
 前記処理容器の中に設けられアース電極を有するサセプタと、
 前記サセプタの上に環状に設けられ、前記基板の端部を内縁側で支持し、外縁の直径が
 当該基板の直径よりも大きく構成された凸状支持部、及び前記基板を載置した際、前記基
 板の裏面中央部との間に空間を形成する凹部を有する基板載置体と、
 を備えた基板処理装置を用いた半導体装置の製造方法であって、
 基板が前記基板載置体の凸状支持部上に載置される工程と、
 前記載置された基板を処理する工程と、
 を有する半導体装置の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、処理容器内で基板をプラズマ処理する基板処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のプラズマ処理する基板処理装置（以下、プラズマ処理装置という）には、最も一般的な容量結合型プラズマ処理装置、電界と磁界により高密度プラズマを生成できる変形マグネトロン型プラズマ処理装置等がある。この変形マグネトロン型プラズマ処理装置は、他の処理装置よりも高密度プラズマが得られる。

10

【0003】

上記変形マグネトロン型プラズマ処理装置は、処理室と、処理室周囲に配置された筒状電極及び磁力線形成手段と、基板を保持するサセプタとを有する。サセプタはアース電極を有し、そのアース電極はコイル及びコンデンサを有する高周波整合器を介して接地される。従って、サセプタはサセプタ電極となっている。高周波整合器のコイル又はコンデンサによりサセプタのインピーダンスを変化させてサセプタ電位を調整し、筒状電極に高周波電力を印加しながら処理室に処理ガスとして反応ガスを供給して、プラズマ励起された反応ガスにより処理室内に配置された基板の表面をプラズマ処理する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

しかしながら、上述した従来の基板処理装置では、アース電極を有するサセプタに基板を保持するために、特に基板に付着する異物（パーティクル）量が多い。この理由は、プラズマ生成過程で、アース電極による静電力により基板がサセプタに吸着される状態となる。このため基板に電荷が帯電し、パーティクルが基板に吸着されやすくなるからである。

本発明の課題は、上述した従来技術の問題点を解消して、基板に付着するパーティクルを低減することが可能な基板処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

30

本発明の一態様によれば、プラズマにより基板を処理する処理容器と、前記処理容器の中に設けられアース電極を有するサセプタと、前記サセプタの上に設けられ少なくとも前記基板の周縁部を支持する支持部を有する基板載置体とを備えた基板処理装置が提供される。

【発明の効果】

【0006】

本発明の一態様によれば、基板に付着するパーティクルを低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下に本発明の実施の形態を説明する。

40

本発明の基板処理装置にはプラズマ処理装置が一般に適用される。プラズマ処理装置の一例示として、電界と磁界により高密度プラズマを生成できる変形マグネトロン型プラズマ源（Modified Magnetron Typed Plasma Source）を用いてウェハ等の基板をプラズマ処理する基板処理装置（以下、MMT装置と称する）がある。

このMMT装置は、気密性を確保した処理室に基板を設置し、シャワーヘッドを介して反応ガスを処理室に導入し、処理室をある一定の圧力に保ち、放電用電極に高周波電力を供給して電界を形成するとともに磁界を形成し、マグネトロン放電を起こす。放電用電極から放出された電子がドリフトしながらサイクロイド運動を続けて周回することにより長寿命となって電離生成率を高めるので高密度プラズマを生成できる。このように反応ガスを励起分解させて基板表面を酸化または窒化等の拡散処理、または基板表面に薄膜を形成

50

する、または基板表面をエッチングする等、基板へ各種のプラズマ処理を施すことができる。

【0008】

図8に、このようなMMT装置の概略構成図を示す。MMT装置は、処理容器203を有し、この処理容器203は、第1の容器であるドーム型の上側容器210と第2の容器である碗型の下側容器211により形成され、上側容器210は下側容器211の上に被せられている。上側容器210は酸化アルミニウム又は石英等の非金属材料で形成されており、下側容器211はアルミニウムで形成されている。また後述するヒーター体型の基板保持具（基板保持手段）であるサセプタ217を、石英や、セラミックス（窒化アルミニウム／アルミナ材、AlN）等の非金属材料で構成することによって、処理の際に膜中

10

【0009】

シャワーヘッド236は、処理室201の上部に設けられ、キャップ状の蓋体233と、ガス導入口234と、パuffa室237と、開口238と、遮蔽プレート240と、ガス吹出口239とを備えている。パuffa室237は、ガス導入口234より導入されたガスを分散するための分散空間として設けられる。

【0010】

ガス導入口234には、ガスを供給するガス供給管232が接続されており、ガス供給管232は、開閉弁であるバルブ243a、流量制御器（流量制御手段）であるマスフローコントローラ241を介して図中省略の反応ガス230のガスボンベに繋がっている。シャワーヘッド236から反応ガス230が処理室201に供給され、また、サセプタ217の周囲から処理室201の底方向へ基板処理後のガスが流れるように下側容器211の側壁にガスを排気するガス排気口235が設けられている。ガス排気口235にはガスを排気するガス排気管231が接続されており、ガス排気管231は、圧力調整器であるAPC242、開閉弁であるバルブ243bを介して排気装置である真空ポンプ246に接続されている。

20

【0011】

供給される反応ガス230を励起させる放電機構（放電手段）として、筒状、例えば円筒状に形成された第1の電極である筒状電極215が設けられる。筒状電極215は処理容器203（上側容器210）の外周に設置されて処理室201内のプラズマ生成領域224を囲んでいる。筒状電極215にはインピーダンスの整合を行う整合器272を介して高周波電力を印加する高周波電源273が接続されている。

30

【0012】

また、筒状、例えば円筒状に形成された磁界形成機構（磁界形成手段）である筒状磁石216は筒状の永久磁石となっている。筒状磁石216は、筒状電極215の外表面の上下端近傍に配置される。上下の筒状磁石216、216は、処理室201の半径方向に沿った両端（内周端と外周端）に磁極を持ち、上下の筒状磁石216、216の磁極の向きが逆向きに設定されている。従って、内周部の磁極同士が異極となっており、これにより、筒状電極215の内周面に沿って円筒軸方向に磁力線を形成するようになっている。

【0013】

処理室201の底側中央には、基板であるウェハ200を保持するための基板保持具（基板保持手段）としてサセプタ217が配置されている。サセプタ217は、例えば石英で形成され、内部に加熱機構（加熱手段）としてのヒータ（図中省略）が一体的に埋め込まれており、ウェハ200を加熱できるようになっている。ヒータは電力が印加されてウェハ200を500 程度にまで加熱できるようになっている。

40

【0014】

また、サセプタ217の内部には、さらにインピーダンスを変化させるための電極である第2の電極も装備されており、この第2の電極がインピーダンス可変機構274を介して接地されている。インピーダンス可変機構274は、コイルや可変コンデンサから構成され、コイルのパターン数や可変コンデンサの容量値を制御することによって、上記電極

50

及びサセプタ 2 1 7 を介してウェハ 2 0 0 の電位を制御できるようになっている。

【 0 0 1 5 】

ウェハ 2 0 0 をマグネトロン型プラズマ源でのマグネトロン放電により処理するための M M T 装置 2 0 2 は、少なくとも処理室 2 0 1、処理容器 2 0 3、サセプタ 2 1 7、筒状電極 2 1 5、筒状磁石 2 1 6、シャワーヘッド 2 3 6、及び排気口 2 3 5 から構成されており、処理室 2 0 1 でウェハ 2 0 0 をプラズマ処理することが可能となっている。

【 0 0 1 6 】

筒状電極 2 1 5 及び筒状磁石 2 1 6 の周囲には、この筒状電極 2 1 5 及び筒状磁石 2 1 6 で形成される電界や磁界を外部環境や他処理炉等の装置に悪影響を及ぼさないように、電界や磁界を有効に遮蔽する遮蔽板 2 2 3 が設けられている。

10

【 0 0 1 7 】

サセプタ 2 1 7 は下側容器 2 1 1 と絶縁され、サセプタ 2 1 7 を昇降させるサセプタ昇降機構（昇降手段） 2 6 8 が設けられている。またサセプタ 2 1 7 には貫通孔 2 1 7 a が設けられ、下側容器 2 1 1 底面にはウェハ 2 0 0 を突上げるためのウェハ突上げピン 2 6 6 が少なくとも 3 箇所設けられている。そして、サセプタ昇降機構 2 6 8 によりサセプタ 2 1 7 が下降させられた時にはウェハ突上げピン 2 6 6 がサセプタ 2 1 7 と非接触な状態で貫通孔 2 1 7 a を突き抜けるような位置関係となるよう、貫通孔 2 1 7 a 及びウェハ突上げピン 2 6 6 が配置される。

【 0 0 1 8 】

また、下側容器 2 1 1 の側壁には仕切弁となるゲートバルブ 2 4 4 が設けられ、開いている時には図中省略の搬送機構（搬送手段）により処理室 2 0 1 に対してウェハ 2 0 0 を搬入、または搬出することができ、閉まっている時には処理室 2 0 1 を気密に閉じることができる。

20

【 0 0 1 9 】

また、制御部（制御手段）としての制御部 1 2 1 は信号線 A を通じて A P C 2 4 2、バルブ 2 4 3 b、真空ポンプ 2 4 6 を、信号線 B を通じてサセプタ昇降機構 2 6 8 を、信号線 C を通じてゲートバルブ 2 4 4 を、信号線 D を通じて整合器 2 7 2、高周波電源 2 7 3 を、信号線 E を通じてマスフローコントローラ 2 4 1、バルブ 2 4 3 a を、さらに図示しない信号線を通じてサセプタに埋め込まれたヒータやインピーダンス可変機構 2 7 4 をそれぞれ制御するよう構成されている。

30

【 0 0 2 0 】

次に上記のような構成の処理炉を用いて、半導体デバイスの製造工程の一工程として、ウェハ 2 0 0 表面に対し、又はウェハ 2 0 0 上に形成された下地膜の表面に対し所定のプラズマ処理を施す方法について説明する。尚、以下の説明において、基板処理装置を構成する各部の動作は制御部 1 2 1 により制御される。

【 0 0 2 1 】

ウェハ 2 0 0 は M M T 装置 2 0 2 を構成する処理室 2 0 1 の外部からウェハを搬送する図中省略の搬送機構によって処理室 2 0 1 に搬入され、サセプタ 2 1 7 上に搬送される。この搬送動作の詳細は次の通りである。サセプタ 2 1 7 が基板搬送位置まで下降し、ウェハ突上げピン 2 6 6 の先端がサセプタ 2 1 7 の貫通孔 2 1 7 a を通過する。このときサセプタ 2 1 7 表面よりも所定の高さ分だけ突き上げピン 2 6 6 が突き出された状態となる。次に、下側容器 2 1 1 に設けられたゲートバルブ 2 4 4 が開かれ、図中省略の搬送機構によってウェハ 2 0 0 をウェハ突上げピン 2 6 6 の先端に載置する。搬送機構が処理室 2 0 1 外へ退避すると、ゲートバルブ 2 4 4 が閉じられる。サセプタ 2 1 7 がサセプタ昇降機構 2 6 8 により上昇すると、サセプタ 2 1 7 上面にウェハ 2 0 0 を載置することができ、更にウェハ 2 0 0 を処理する位置まで上昇する。

40

【 0 0 2 2 】

サセプタ 2 1 7 に埋め込まれたヒータは予め加熱されており、搬入されたウェハ 2 0 0 を例えば 4 0 0 ～ 7 0 0 程度の範囲の内、所定のウェハ処理温度に加熱する。真空ポンプ 2 4 6、及び A P C 2 4 2 を用いて処理室 2 0 1 の圧力を 1 P a ～ 2 0 0 P a の範囲

50

の内、所定の圧力に維持する。

【 0 0 2 3 】

ここで形成する膜は、例えば、窒化膜や酸化膜である。ウェハ 2 0 0 の温度が処理温度に達し、安定化したら、ガス導入口 2 3 4 から遮蔽プレート 2 4 0 のガス噴出孔 2 3 9 を介して、反応ガス O_2 や N_2 を処理室 2 0 1 に配置されているウェハ 2 0 0 の上面（処理面）に向けて導入する。このときのガス流量は $10\text{ sccm} \sim 500\text{ sccm}$ の範囲の内、所定の流量とする。処理時間は $2 \sim 5\text{ min}$ である。同時に筒状電極 2 1 5 に高周波電源 2 7 3 から整合器 2 7 2 を介して高周波電力を印加する。印加する電力は、 $150 \sim 200\text{ W}$ の範囲の内、所定の出力値を投入する。このときインピーダンス可変機構 2 7 4 は予め所望のインピーダンス値となるように制御しておく。

10

【 0 0 2 4 】

筒状磁石 2 1 6、2 1 6 の磁界の影響を受けてマグネトロン放電が発生し、ウェハ 2 0 0 の上方空間に電荷をトラップしてプラズマ生成領域 2 2 4 に高密度プラズマが生成される。そして、生成された高密度プラズマにより、サセプタ 2 1 7 上のウェハ 2 0 0 の表面にプラズマ処理が施される。プラズマ処理が終わったウェハ 2 0 0 は、図示略の搬送機構を用いて、基板搬入と逆の手順で処理室 2 0 1 外へ搬送される。

【 0 0 2 5 】

ところで、これまで基板処理装置では、ウェハ 2 0 0 表面に付着するパーティクルは、それが処理面に付着するものであることから、そのパーティクル数が重要視されてきたが、ウェハ 2 0 0 裏面に付着するパーティクルの数は、裏面が非処理面あることから、あまり重要視されてこなかった。しかしながら、近年は、微細化、および高生産性と高い歩留まりを実現するために、ウェハ 2 0 0 裏面に付着するパーティクル数も重要視されるようになってきた。特に、MMT 装置では、ウェハ 2 0 0 に電荷が帯電し、パーティクルがウェハ 2 0 0 に吸着されやすくなっていることから、ウェハ裏面のパーティクル数に関心が注がれた。

20

【 0 0 2 6 】

そこで、プラズマ処理後のウェハ裏面に付着しているパーティクル数を測定したところ、そのパーティクルが多数付着していることがわかった。この原因を探るべく、パーティクルの成分を調査したところ、ウェハ 2 0 0 の成分が含まれていることが分かった。これより、パーティクル付着の主な原因は、（１）プラズマ生成時の静電力によるウェハ成分の吸着、（２）サセプタ 2 1 7 とウェハ 2 0 0 との接触によるウェハ成分、すなわち同一の MMT 装置を用いて前回処理したときのウェハの成分の付着、（３）サセプタ 2 1 7 とウェハ 2 0 0 との摩擦によるウェハ成分の付着のいずれかであることが考えられた。

30

【 0 0 2 7 】

本発明者は、これらの原因からつぎの 2 つの知見を得た。まず、静電力が距離の二乗に反比例することから、ウェハとアース電極との間に一定の距離を設けることにより、ウェハ 2 0 0 裏面へのパーティクルの付着数を減少させることが可能である。つぎに、セプタ 2 1 7 とウェハ 2 0 0 との接触面積が少ないほど、ウェハ 2 0 0 裏面へのパーティクルの付着数を減少させることが可能であることである。

【 0 0 2 8 】

そこで、本実施の形態では、次のように構成することによって、ウェハ 2 0 0 裏面へのパーティクルの付着数を減少させるようにしている。なお、以下の各実施の形態では、便宜上、ウェハ突上げピン 2 6 6 の構成及び動作を省略して説明している。

40

【 0 0 2 9 】

〔 第 1 の実施の形態 〕

第 1 の実施の形態は、静電力が距離の二乗に反比例することから、ウェハとアース電極との間に一定の距離を設けることにより、ウェハ 2 0 0 裏面へのパーティクルの付着数を減少させることが可能であるとの知見に基づいてなされている。

図 1 は、第 1 の実施の形態における基板処理装置としての MMT 装置の概略断面図である。この MMT 装置は、先に説明した図 8 と基本的構成は同じであり、異なる点は、ウェ

50

ハ２００とサセプタ２１７との間に基板載置体１０が介設されている点である。従って、図１において、先に説明した図８と同じ機能を有する部分には、同一符号を付して詳細な説明を省略する。

ＭＭＴ装置は、プラズマ生成領域２２４で生成されたプラズマによりウェハ２００を処理する処理容器２０３を備える。処理容器２０３の外側には筒状電極２１５が配置される。処理容器２０３の中には、ウェハ２００を保持するためのサセプタ２１７が設けられる。サセプタ２１７は昇降可能に設けられている。このサセプタ２１７には、サセプタ２１７を介してウェハ２００を加熱するためのヒータ線２１が内蔵されている。また、サセプタ２１７には、高密度プラズマを生成して、ウェハ２００上へプラズマ化した反応ガス２０を引き込むためのアース電極２２が内蔵されている。このアース電極２２は、図示しない高周波整合器を介して接地される。サセプタ２１７の表面には、ウェハ２００とサセプタ２１７との間に介設されて、ウェハ２００を支持する支持部１１を有する基板載置体１０が搭載される。基板載置体１０は非金属材料ないし絶縁体（誘電体）で形成されている。

10

【００３０】

この基板載置体１０は、例えば円板１２で構成することができる。円板１２は、その表面にウェハ２００を支持する支持部１１を有して、ウェハ２００を支持するようになっている。図示例では、円板１２は表裏面がフラットになっており、そのフラットな表面の中央部分がウェハ２００の裏面を支持する支持部１１となっている。ウェハ２００はこの支持部１１によって裏面全面が支持されるようになっている。また、円板１２のフラットな裏面がサセプタ２１７の表面と全面接触している。円板１２は、例えば石英やセラミックで形成されている。この円板１２が、ウェハ２００とサセプタ２１７との間に介在して、ウェハ２００とアース電極２２との間に一定の距離を確保している。

20

【００３１】

上述したようにＭＭＴ装置では、サセプタ２１７にヒータ線２１のみならず、アース電極２２も内蔵されているため、ヒータ線２１のみを内蔵する熱ＣＶＤ装置等と異なり、アース電極２２によりサセプタ２１７が帯電するので、この帯電による静電力によりサセプタ２１７にウェハ２００が静電吸着される。また、ウェハ２００も帯電するため、この帯電による静電力によりウェハ２００にパーティクルが吸着されることになり、ウェハ２００へのパーティクル（異物）の吸着が多い。これはプラズマ生成過程でサセプタ２１７がウェハ２００を吸着する状態になり、パーティクルも吸着しやすくなるからである。

30

【００３２】

そこで、上述したように第１の実施の形態は、サセプタ２１７の表面に基板載置体１０を搭載して、ウェハ２００とアース電極２２との間に、従来よりも大きな一定の距離を設けるようにしている。一定の距離とは、ウェハ２００の温度低下を大幅にもたらさない範囲で、ウェハ２００へのパーティクル付着を防止できる程度に十分低い静電力となるような距離である。

【００３３】

このように第１の実施の形態によれば、ウェハ２００とアース電極２２との間に一定の距離が設けられるので、サセプタ電極（アース電極）によるパーティクルのウェハ２００への吸着を確実に抑制することができる。すなわち、ウェハ２００とサセプタ２１７と間に円板１２の板厚が加わるので、ウェハ２００とサセプタ２１７間の静電力の低減を実現でき、ウェハ２００へのパーティクルの吸着を確実に防止することができる。その結果、ウェハ２００に付着するパーティクル数、特にウェハ２００の裏面に吸着するパーティクル数の増加を抑え、ＭＭＴ装置の基板処理能力を向上させることができる。また、ウェハ２００上に形成する半導体素子の微細化を実現できる。さらに高い歩留まりを実現することができる。

40

【００３４】

ところで、上記基板載置体１０は、サセプタ２１７とは別体に形成するのではなく、サセプタ２１７の表面を加工して、基板載置体１０をサセプタ２１７と一体に形成すること

50

も可能である。しかし、第１の実施の形態のように、基板載置体１０をサセプタ２１７とは別体に形成し、サセプタ２１７上に基板載置体１０を搭載して用いるようにすると、既存のサセプタ２１７を加工することなくそのまま使用できる。

【００３５】

また、サセプタ２１７は、石英やセラミックで形成されるが、本実施の形態では石英を用いた。石英の加工には、レーザ加工やダイヤモンドによる切削加工が採用されるが、石英は加工がしづらい。また、石英はガラスであるため、既製品を加工すると割れてしまう可能性もある。また、石英の加工には時間と費用がかかる。このためサセプタ２１７に直接加工を施す場合と比較して、基板載置体１０に加工を施す本実施の形態の方が加工が容易になる。

10

【００３６】

また、基板載置体１０としての円板１２をサセプタ２１７とは別体の部品とすることにより、部品（サセプタ、基板載置体）単位で交換が可能となるので、メンテナンスの手間や費用を削減できる。

【００３７】

〔第２の実施の形態〕

ところで、上述した第１の実施の形態では、ウェハ２００の裏面全面を支持しているが、本発明の一態様によれば、少なくともウェハ２００の周縁部を支持すればよい。図２は、そのようなウェハ２００の周縁部を支持するようにした第２の実施の形態を示す。本実施の形態は、セプタ２１７とウェハ２００との接触面積が少ないほど、ウェハ２００裏面へのパーティクルの付着数を減少させることが可能であるとの知見に基づいてなされている。

20

【００３８】

図２に示すように、基板載置体としての円板３０は、その表面周縁部にウェハ２００の裏面周縁部と接触してウェハ２００を支持する凸部３１と、ウェハ２００の裏面中央部と非接触でウェハ２００中央部との間に空間３３を形成する凹部３２とを有する。

【００３９】

円板３０とウェハ２００をできるだけ接触させないように、凸部３１はウェハ２００のエッジから僅かに内側に入った領域のみで接触するようにする。凸部３１によるウェハ２００との接触面積は、ウェハ２００を十分に支持することが可能な最少の面積とするのが好ましい。この凸部３１は、環状の連続した突起で構成されていてもよいし、複数の凹凸が交互に環状に並んだうちの凸部で構成されていてもよい。円板３０に設ける凹部３２は、凸部３１以外の残りの部分全面に設ける。凹部３２の深さは、サセプタ２１７と非接触によりウェハ温度が大幅に低下しない程度であって、静電力を低減するに十分な深さとする。

30

【００４０】

第２の実施の形態によれば、円板３０の周縁部に設けた凸部３１だけでウェハ２００を接触させるようにして、第１の実施の形態よりもウェハ２００との接触面積の低減を図ったので、円板３０へのウェハ２００の接触吸着をより確実に抑えることができる。また、円板３０に凹部３２を設けて、ウェハ２００とこれを載置する円板３０との間に、円板３０の材料よりも誘電率が低い空間３３を介在させるようにしたので、ウェハ２００とサセプタ２１７との間に生じる静電力をより確実に低減することができる。その結果、パーティクルのウェハ２００裏面への付着をより確実に低減できる。

40

【００４１】

また、本実施の形態では、特に円板３０に凸部及び凹部加工を施すようにしているが、円板３０はサセプタ２１７とは別体であるので、円板３０の加工が一層容易になり、メンテナンスの手間や費用を一層削減できる。

【００４２】

なお、第２の実施の形態の変形例として、円板３０の上下を逆にして凹部３２を下側に向け、円板３０のフラット面でウェハ２００の裏面を全面で支持するようにしてもよい。

50

これによれば、第2の実施の形態よりもパーティクル吸着効果は低減するものの、空間33がアース電極とウェハ200との間に介在するので、第1の実施の形態よりはパーティクル吸着効果が向上する。

【0043】

[第3の実施の形態]

第3の実施の形態は、ウェハ200の周縁部を支持するようにした第2の実施の形態に加えて、図3に示すように、ウェハ200の中央部の一部を支持する第2の支持部として突起45を円板40に設けたものである。ウェハ200の中央部の一部としては、例えば、ウェハ中心部、及びその周辺に少なくとも3箇所以上、合計4箇所以上とすることが好ましい。突起45の高さは凸部41と同じ高さとする。

10

【0044】

このように第3の実施の形態によれば、ウェハ200とサセプタ217の間に、ウェハ周縁部を支持する凸部41、及びウェハ200の中央部を支持する突起45を設けたので、ウェハ200が大型化した場合にウェハ200にたわみが発生しても、ウェハ200の中央部の一部が複数の突起45に支持されるので、ウェハ200のたわみを防止できる。また、ウェハ200とアース電極との間に一定の空間距離を設けることにより、プラズマ処理時にウェハ200へ吸着されるパーティクルを確実に低減することができる。

【0045】

[第4の実施の形態]

第4の実施の形態は、第3の実施の形態において、図4に示すように、さらに基板載置体としての円板50の裏面にサセプタ固定手段としての凸状の係止部56を設け、これに対応してサセプタ217の表面に、凸状の係止部56と係合する凹状の被係止部57を設けたものである。本実施の形態では、円板50をサセプタ217上へ搭載する時に、サセプタ217の被係止部57に円板50の係止部56を係止する。

20

【0046】

円板50は、通常は、サセプタ217に単に搭載するだけである。サセプタ217は前述したようにウェハ処理時に上昇し、ウェハ処理後は下降する。このとき、例えば、ウェハ200がサセプタ217上に搬送された後、ウェハ処理位置までサセプタ217が上昇移動するときに、その移動に伴って円板50がサセプタ217の表面に沿ってすべり回転し、サセプタ217の中心からウェハ200がずれてしまうことがある。

30

本実施の形態では、サセプタ217の被係止部57に円板50の係止部56が係止されているので、円板50の回転ずれを有効に防止することができる。なお、凸状係止部、凹状被係止部を設ける場合、円板側を凹状被係止部、サセプタ側を凸状係止部としてもよいが、本実施の形態のように、円板側を凸状係止部、サセプタ側を凹状被係止部にする方が、サセプタ217からウェハ200への熱伝導性の均一化がはかれるので好ましい。

【実施例】

【0047】

[実施例1]

基板処理装置を構成する基板載置体として、図3に示した構成の円板40を用いた。シリコンウェハの直径は12インチ=300mmである。

40

円板40の板厚は0.7~1.5mmである。円板40の板厚は0.7mm~1.5mmであれば、静電力が十分に低くなり、割れにくくなり加工性も向上し、ウェハ温度の低下も少ない。0.7mm未満だと加工性が難しい。また、持ち運ぶときに割れ易いのでメンテナンスも難しい。1.5mmを超えると加熱源となるサセプタ217とウェハ200との距離が大きくなるため、ウェハ温度が大きく低下するため好ましくない。

円板40は、ウェハ200の直径より約10%大きい形状とした。これはサセプタ217に設けたウェハ200を収納する凹溝となるウェハポケットの大きさと整合させるためである。

【0048】

パーティクルを低減するために、円板40とウェハ200をできるだけ接触させないよ

50

うに、ウェハ 200 のエッジから内側に 3 mm は接するように、円板 40 の周縁部に 3 mm 幅の凸部を環状突起で形成した。円板の残りの中央部には、0.3 mm または 0.5 mm の深さの凹部を設けた。

実施例 1 では、直径 12 インチウェハの中心でたわみ量が最大となるため、そのたわみが起こらないようにする必要があったので、円板 40 の中心に 1 点の突起と、円周上に 3 点の突起を設けた。なお、突起の高さは、凹部の深さと同じ 0.3 mm または 0.5 mm とした。

【0049】

ウェハと円板は接触するため、アルカリ金属やアルカリ土類金属等の汚染元素がウェハに付着する可能性が高いため、実施例 1 の円板材料を不純物の少ない合成石英とした。また、ウェハが、そのエッジから内部へ 3 mm 程度は円板と接触するため、円板の接触面を滑らかにし、摩擦による抵抗を少なくした。接触抵抗によりウェハ又は円板が削れてパーティクルが発生するのを防止するためである。

【0050】

図 5 に、実施例 1 の基板処理装置を用いて、円板の凹部深さ 0.5 mm、凹部深さ 0.3 mm としたときの、ウェハ処理後のウェハ裏面に吸着したパーティクル数の測定結果を示す。ウェハサンプル数はそれぞれ 4 個（#1 ~ #4）である。パーティクルサイズは 0.13 ~ 0.16、0.16 ~ 0.20、0.20 ~ 0.30、及び 0.30 ~ 0.80 の 4 つのグループに分けた。

【0051】

図 6 に、実施例 1 の基板処理装置を用いてウェハ処理を行った後、ウェハの裏面に吸着したパーティクル数比の比較結果を示す。このデータは、凹部深さ 0.3 mm のサンプルのパーティクル数を、凹部深さ 0.5 mm のサンプルのパーティクル数で割った値である。誤差範囲も考慮して、2.8 ± 1.0 倍の値をマークしてある。

【0052】

図 5 及び図 6 より、ほとんどの測定結果において、パーティクル数は静電力に近い倍率（2.8 ± 1.0 倍）となることから、パーティクル数は静電力に比例することがわかる。また、凹部の深さが深いほど、パーティクル付着の低減効果があることがわかった。

【0053】

上述した測定結果は、次のように理論面からも裏付けられる。

図 9 に示すように、式 $F = 9 \times 10^9 \times Q1Q2 / r^2$ [N] より、二つの点電荷 Q1 と Q2 に働く静電力 F は、両電荷 Q1 と Q2 の積に比例し、距離 r の二乗に反比例する。

この法則を実施例 1 に適用するために、

- (1) 静電力 F を、基板が円板に張り付く力とする、
- (2) 両電荷 Q1 と Q2 を、基板の電荷 Q1 と円板の電荷 Q2 とする、
- (3) 距離 r を、基板 Q1 と円板 Q2 間の距離とする、
- (4) 基板電荷 Q1 と円板電荷 Q2 を、上記距離が変わっても同じであるとする、と仮定する。

そして、上記距離 r が 0.3 mm、0.5 mm のときの静電力を上記式からそれぞれ求めると、

$$F_{0.3} = 1 / 0.3^2 \times U$$

$$F_{0.5} = 1 / 0.5^2 \times U$$

$$\text{ここで、} U = 9 \times 10^9 \times Q1Q2 / (10^{-3})^2$$

となる。

2 つの距離に応じた静電力の比較をすると、

$$F_{0.3} / F_{0.5} = (1 / 0.3^2 \times U) / (1 / 0.5^2 \times U)$$

$$= 2.8 \text{ 倍}$$

が得られる。これより距離 0.3 mm のときの静電力の方が 0.5 mm よりも 2.8 倍大きいことがわかる。

【0054】

実施例 1 の基板処理装置では、ウェハとサセプタの間に円板を挟んでいるため、基板温度が 6 % 減少するという結果が出たものの、従来よりもウェハ裏面付着のパーティクルを 5 0 0 0 個から 2 5 0 個に低減することができ、低減率が 9 5 % にも達した。

【 0 0 5 5 】

[比較例 1]

図 7 に示すように、ウェハ 2 0 0 を保持する保持手段として、基板載置体は用いずにサセプタ 2 1 7 のみを用いた。サセプタ 2 1 7 に基板載置体を設置すると、サセプタ 2 1 7 からウェハ 2 0 0 への熱伝導が悪くなる。このため、サセプタ 2 1 7 のウェハ 2 0 0 と接触する表面に、実施例 1 における凹部や凸部を直接加工した。これによれば、サセプタと基板載置体とが一体になるので、部品（基板載置体、サセプタ）単位での交換ができず、メンテナンスが困難であった。また、加工も困難であった。

10

【 0 0 5 6 】

以下に本発明の好ましい態様を付記する。

本発明の第 1 の態様は、プラズマにより基板を処理する処理容器と、前記処理容器の中に設けられ、アース電極を有するサセプタと、少なくとも基板の周縁部を支持する支持部を有し、前記サセプタ上に設けられる基板載置体とを設けた基板処理装置である。

基板とアース電極との間に基板載置体が設けられるので、プラズマ処理時に基板へ吸着されるパーティクルを低減できる。

【 0 0 5 7 】

本発明の第 2 の態様は、第 1 の態様において、前記基板載置体の前記支持部は凸状である基板処理装置である。

20

サセプタに設けた基板載置体で基板を支持する場合、特にサセプタと基板載置体との接触面積が問題になり、それがパーティクル低減効果に影響するが、本発明によれば凸状の支持部により基板が支持されるので、上記接触面積が低減されてパーティクル低減効果をより向上できる。

【 0 0 5 8 】

本発明の第 3 の態様は、第 1 ないし第 2 の態様において、前記支持部は、基板周縁部を支持する支持部の他に、基板周縁部以外を支持する第 2 の支持部を有する基板処理装置である。

基板周縁部以外を支持する第 2 の支持部を有すると、基板の口径が大きくなっても、第 2 の支持部により、たわみやすい基板周縁部以外を支持できるため、基板のたわみを防止できる。

30

【 0 0 5 9 】

本発明の第 4 の態様は、第 1 ないし第 3 の態様において、前記基板載置体とサセプタとが、サセプタ上の基板載置体のすべり回転を阻止する固定手段により係合されている基板処理装置である。これによれば、サセプタが昇降してもサセプタ上の基板載置体の回転を抑えることができる。

【 0 0 6 0 】

本発明の第 5 の態様は、第 1 ないし第 4 の態様において、前記基板載置体が石英で形成されている基板処理装置である。これによれば、石英製の基板載置体がサセプタと別体に構成されているため、基板載置体の加工、メンテナンス等が容易になる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 1 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態における基板処理装置の概略断面図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態における基板処理装置の要部の概略断面図である。

【図 3】本発明の第 3 の実施の形態における基板処理装置の要部概略図であり、(a) は平面図、(b) は b - b 線断面図である。

【図 4】本発明の第 4 の実施の形態における基板処理装置の要部概略図であり、(a) は平面図、(b) は b - b 線断面図である。

【図 5】本発明の実施例 1 のパーティクルの測定結果を示す取得データ図である。

50

【図 6】本発明の実施例 1 の実験結果を示すパーティクル数比のデータ図である。

【図 7】比較例 1 を示す基板処理装置の要部の概略断面図である。

【図 8】本発明の実施の形態における基板処理装置の詳細な断面図である。

【図 9】本発明の実施の形態に係る静電力の説明図である。

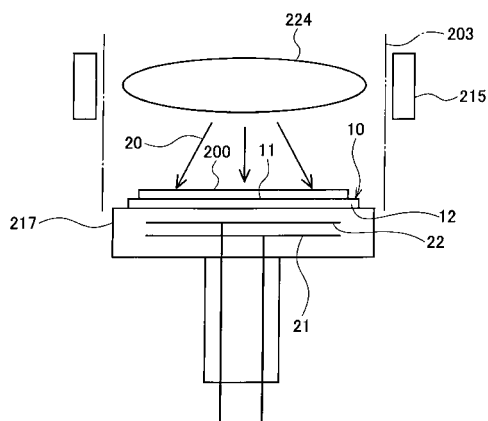
【符号の説明】

【 0 0 6 2 】

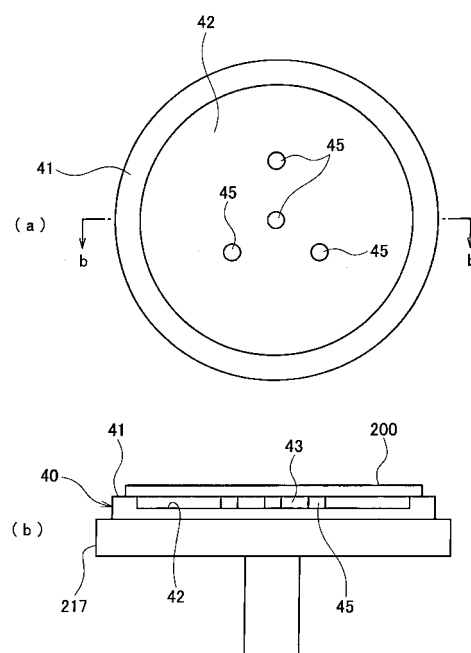
- 1 0 基板載置体
- 1 1 支持部
- 2 2 アース電極
- 2 0 0 ウェハ（基板）
- 2 0 3 処理容器
- 2 1 7 サセプタ
- 2 2 4 プラズマ生成領域

10

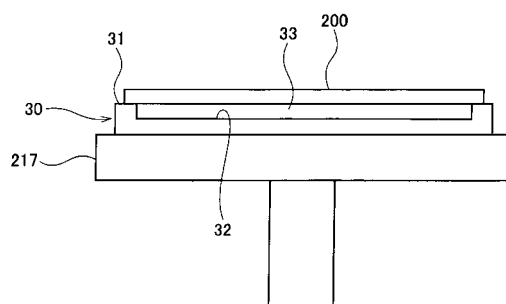
【図 1】



【図 3】



【図 2】



フロントページの続き

審査官 落合 弘之

- (56)参考文献 特開2002-134487(JP,A)
特開平04-206545(JP,A)
特開2005-142591(JP,A)
特開平06-349810(JP,A)
特開2005-064284(JP,A)
特開2007-67394(JP,A)
特開2003-142566(JP,A)
特開平8-195428(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205
H01L 21/302
H01L 21/3065
H01L 21/31
H01L 21/365
H01L 21/461
H01L 21/469
H01L 21/67-21/687
H01L 21/86
C23C 16/00-16/56