

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4140763号
(P4140763)

(45) 発行日 平成20年8月27日(2008.8.27)

(24) 登録日 平成20年6月20日(2008.6.20)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 21/31 (2006.01)	HO 1 L 21/31	D
C 2 3 C 14/34 (2006.01)	C 2 3 C 14/34	K
C 2 3 C 16/46 (2006.01)	C 2 3 C 16/46	
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 21/02	Z
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302	1 O 1 B
請求項の数 5 外国語出願 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2002-359878 (P2002-359878)
 (22) 出願日 平成14年12月11日(2002.12.11)
 (65) 公開番号 特開2004-193360 (P2004-193360A)
 (43) 公開日 平成16年7月8日(2004.7.8)
 審査請求日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(73) 特許権者 000227294
 キヤノンアネルバ株式会社
 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1
 (74) 代理人 100094020
 弁理士 田宮 寛社
 (72) 発明者 スニル ウィクラマナヤカ
 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネル
 バ株式会社内
 (72) 発明者 水野 茂
 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネル
 バ株式会社内
 審査官 大塚 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマ支援処理前に、加熱機構を備える移動シャッタをウェハを覆うように配置し、前記ウェハをウェハリフトピンの上のみに配置しながら、室温にある前記ウェハを第2のステップに必要な温度まで加熱する第1のステップと、

前記移動シャッタを、シャッタ収納部に移動し、プラズマは発火状態に維持されてウェハ処理を施す第2のステップと、

を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】

前記第2のステップの後に、さらに前記移動シャッタを冷却する第3のステップを有することを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理方法。

【請求項3】

平らなプレートと、ウェハ加熱処理時にウェハを持ち上げるための複数のウェハリフトピンを有するウェハホルダと、

前記ウェハと平行な位置関係にありかつ回転ロッドにより回転式に移動して前記ウェハリフトピンで持ち上げられた前記ウェハの表面全面を覆う移動シャッタと、

前記移動シャッタを収納するためのシャッタ収納部と、を有し、

前記移動シャッタは、加熱機構と、該加熱機構の下側に該加熱機構によって加熱される金属製の平板状ボトムプレートとを有し、前記ウェハは、加熱された前記平板状ボトムプレートからの熱の放射で加熱されることを特徴とするプラズマ処理装置。

10

20

【請求項 4】

前記移動シャッタは温度センサを有し、かつ前記温度センサの検出信号に基づいて前記加熱機構を制御する温度制御機構を有することを特徴とする請求項 3 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記移動シャッタは、前記加熱機構の上側に冷却機構を有することを特徴とする請求項 3 記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関し、特に、ウェハがプラズマ支援ウェハ処理を受ける前にウェハの裏面でのパーティクルを減少させるためにウェハ加熱機構を備えるスパッタ成膜、ドライエッチング、または化学気相成膜のためのプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

プラズマを用いたあるいは用いない半導体ウェハ処理は集積回路の製造において欠くことのできないステップである。ウェハ処理の間に所望の結果を得るために、所望の温度または温度範囲を維持することが重要である。例えば、高い温度の基板は、スパッタ成膜および化学気相成膜等のいくつかに要求される。現在、ウェハの温度は、通常、電極として用いられる加熱プレートの上にウェハを置くことによって、増大させられている。もしウェハが加熱された電極の上に単純に置かれるのであるならば、当該ウェハと加熱された電極の間で十分な熱的伝導性は存在しない。それ故に、ウェハは加熱電極の上で静電的にクランプ（固定）されなければならない。静電的なクランプ機構はウェハと加熱電極との間でより良い熱的伝導性を提供する。こうしてウェハ温度は、通常、所望のレベルに維持される。

【0003】

ここで、先行技術として特許文献 1 を引用することができる。

【0004】

【特許文献 1】

米国特許第 5,530,616 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の技術は、ウェハの裏面におけるパーティクルの形成およびクランプ解除の困難性のごとき、いくつかの問題を有している。これらの問題は、図 5 および図 6 を参照して詳細に説明される。

【0006】

図 5 は、従来の静電チャック（ESC）を備えたプラズマ処理装置の断面図を示す。図 6 は、図 5 において“ A ”として符号が付された部分の拡大図を示す。説明の容易化のため、スパッタ成膜プラズマ処理装置の構成が考えられる。プラズマ処理装置は、rf 電極 64, 65、ウェハホルダ 101、側壁 61、ボトムプレート 62、ガス取入れ口 63、トッププレート 66、およびガス排出口 69 を有している。rf 電源 68 によって生成される rf 電力は整合回路 67 を通して rf 電極 64, 65 に与えられる。rf 電極 64, 65 は、上側電極装置 102 を作る。この上側電極装置 102 は、誘電体材料 71 で支持されている。プラズマは、容量結合型機構によってプラズマ処理領域内で発生させられる。プラズマの生成は、rf 電極 64, 65 の上での負の自己バイアス電圧の発生の原因となる。

【0007】

この負の自己バイアス電圧のために、下側の rf 電極 64 は衝突イオンによってスパッタされる。下側 rf 電極 64 はスパッタされる必要があり、かつ基板の表面の上に堆積する

10

20

30

40

50

材料で作られている。下側 r f 電極 6 4 はターゲットである。これらのスパッタされた原子の一部はウェハ 5 7 の表面の上に堆積する。もし自己バイアスの負の電圧が適当な成膜速度を得るのに十分でないときには、r f 電源 6 8 から r f 電極 6 4 , 6 5 に対してより高い負の電圧を印加することができる。電圧供給のための回路は、図において示されていない。

【 0 0 0 8 】

静電チャック (E S C) 8 0 を用いた従来のウェハ加熱方法に関する問題は、本発明に関して重要であるので、E S C 8 0 の構成と作用とが詳細に説明される。

【 0 0 0 9 】

E S C 8 0 は誘電体層 5 1 と金属電極 5 2 とから構成される。E S C 8 0 は、ウェハホルダ 1 0 1 の組込み部分である。E S C 8 0 に加えて、ウェハホルダ 1 0 1 は、同様にまた、絶縁材料 5 3、側壁 5 4、ウェハリフトピン 5 6 を含んでいる。ウェハホルダ 1 0 1 はボトムプレート 6 2 の上に配置されている。金属電極 5 2 は絶縁材料 5 3 の中に配置することによってハードウェアの他の部分から電氣的に絶縁された下部電極である。金属電極 5 2 の厚みは重要な事項ではなく、通常、1 m m から数 c m の範囲にある。金属電極 5 2 は加熱機構 7 2 を有している。

【 0 0 1 0 】

金属電極 5 2 は、二方向スイッチ 1 0 3 を経由して、D C 電圧供給器 5 5 または接地のいずれかに接続することができる。金属電極 5 2 は r f 発生器から r f 電流が与えられる。r f 電流を与えるための回路は図において示されていない。しかしながら、金属電極 5 2 への r f 電流の供給は、期待される目的、すなわちウェハのクランプ工程にとって本質的なことではない。もし r f 電流が金属電極 5 2 に与えられるとするならば、r f 電流の周波数は 1 0 0 k H z ~ 5 0 M H z の範囲にあり、代表的には 2 M H z よりもより低い範囲にある。

【 0 0 1 1 】

通常、誘電体層 5 1 の材料として $A l_2 O_3$ 、 $A l N$ 、ポリイミドなどが用いられる。誘電体層 5 1 の厚みおよび抵抗性はウェハのクランプおよびクランプ解除 (チャック解除) の効率に大きな影響を与える。しかしながら、誘電体層 5 1 の厚みは重要なことではなく、通常 5 m m よりもより小さい範囲にある。誘電体層 5 1 の上面には複数のエンボス 5 8 が形成され、それによりウェハ 5 7 が E S C 8 0 の上に配置される時、ウェハ 5 7 の裏面はエンボス 5 8 にのみ接触する。エンボス 5 8 の高さは 5 ~ 2 5 μm の範囲にある。これらのエンボス 5 8 のために、ウェハ 5 7 と誘電体層 5 1 の間にはスペース 5 9 があり、このスペースは通常ウェハ 5 7 と E S C 8 0 の間でより良い熱の伝達のため不活性ガスが充填されている。

【 0 0 1 2 】

動作を行っている間、金属電極 5 2 は D C 電圧供給器 5 5 に接続されており、適当な D C 電圧が与えられている。そのとき、電荷が金属電極 5 2 の上に蓄積する。金属電極 5 2 と S i (シリコン) ウェハ 5 7 との間に誘電体層 5 1 があるので、反対の電荷がウェハ 5 7 の裏面に誘導される。ウェハ 5 7 と E S C 8 0 上の反対極性を有する電荷は静電力を形成し、これが E S C 8 0 上にウェハ 5 7 をクランプする。

【 0 0 1 3 】

通常、ウェハ 5 7 がウェハホルダ 1 0 1 上に搬入される時、特に静電チャック 8 0 の上に到来するとき、ウェハの温度は室温の状態にある。もしスパッタ (または他の任意の処理) がより高い温度で、例えば 3 0 0 ° C で実行されなければならないとすると、最初にウェハ 5 7 は、ウェハ 5 7 を加熱するための加熱された E S C 8 0 の上に、静電的にクランプされる。加熱処理の間、ウェハ 5 7 は熱的な拡大を行う。しかしながら、ウェハ 5 7 は E S C 8 0 上に静電的にクランプされているので、ウェハの裏面とエンボスの上面との間でより高い摩擦が発生することになる。このことはパーティクル 7 0 を生じさせるウェハ裏面および / またはエンボス材料での擦れという結果をもたらす。

【 0 0 1 4 】

これらのパーティクルの一部は直接にウェハの裏面に付着する。残りの部分はESC80の上面の上に堆積する。これらの堆積したパーティクルのいくつかは、それから次のウェハの裏面に付着する。しかしながら、同時に、大量の新しいパーティクル70が発生する。従って、各ウェハの加熱処理の間、パーティクル70は生成され、これらのパーティクル70のいくつかがウェハの裏面に付着する。

【0015】

金属電極52はDC電圧供給器55からDC電圧を与えられるとき、金属電極52上に電荷が蓄積する。しかしながら、これらの電荷は、ウェハ57と金属電極52との間に強い電界 E_1 が存在するので、ゆっくりと誘電体層51の上面に移動する。このことは図6に概略的に示されている。誘電体層51の上面への電荷の移動は、同様にまた、誘電体層51が、通常、完全な絶縁体でないという事実によって支持されている。より一層、誘電体材料51の材質は、電氣的抵抗を減じるため、不純物が意図的にドーブされている可能性もある。このことが、誘電体層51の上面への電荷移動を強めることになる。

10

【0016】

微細な顕微鏡的規模において、Siウェハ57の下面およびエンボス56の上面は粗い表面を持っている。それ故に、ウェハ57と誘電体層51の間の実際の接触点は、図6に示すごとく、2, 3の場所のみで作られている。ウェハ57と誘電体層51との間の間隔は、それらの間の真空または空気のポケット73の厚みに制限されている。すなわち、反対極性を有する電荷の間の距離は極めて小さいものとなっている。このことが、ウェハ57とESC80の間の極めて強い吸引静電力を導くことになる。

20

【0017】

ウェハの処理が完了した後、金属電極52に与えられていた電圧は接続が切れ、金属電極52は接地に接続される。これは金属電極52の上に蓄積された電荷を中性化し、それによってウェハ表面の静電力の効果をなくす目的のためである。しかしながら、この時点で、電荷のいくらかは誘電体層51の上面にある。それ故に、たとえ金属電極52が電氣的に接地されたとしても、ウェハの表面で作用する静電力が誘電体層51の上面に蓄積された全ての電荷が中性化されるようになるまで、0にはならない。このプロセスは、誘電体層51内の電荷移動への電氣的抵抗が存在するので、時間がかかる。それ故に、即時のクランプ解除は不可能である。

【0018】

本発明の目的は、パーティクルの発生およびウェハ裏面への付着を解消することができ、かつ即時のクランプ解除を行うことができるウェハ加熱機構を備えたプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供することにある。

30

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法は、上記の目的を達成するため、次のように構成される。

【0020】

第1のプラズマ処理装置は、ウェハがプラズマ支援処理を受ける前に動作するウェハ加熱処理を備え、さらに、平らなプレートと、ウェハ加熱処理時にウェハを持ち上げるための複数のウェハリフトピンを有するウェハホルダと、ウェハと平行な位置関係にありかつ回転ロッドにより回転式に移動してウェハリフトピンで持ち上げられたウェハの表面全面を覆う移動シャッタと、移動シャッタを収納するためのシャッタ収納部とを有し、移動シャッタは、加熱機構と、該加熱機構の下側に該加熱機構によって加熱される金属製の平板状ボトムプレートを有し、ウェハは、加熱された平板状ボトムプレートからの熱の放射で加熱されることを特徴とする。

40

【0021】

上記のプラズマ処理装置において、加熱機構を備えた移動シャッタは、例えば、その軸の周りに180°回転させることにより、あるいはシャッタ収納部から直線的に突出させることにより、ウェハの上方数ミクロンメートルまたは数ミリメートル上方に位置し、かつウェ

50

八に平行に位置させることができる。

【0022】

当該プラズマ処理装置において、移動シャッタは温度センサを有しかつ温度センサの検出信号に基づいて加熱機構を制御する温度制御機構を有する。

【0023】

当該プラズマ処理装置において、移動シャッタは予め定められた温度を維持し、かつ、例えば放射、伝導、あるいは対流によって、移動シャッタがウェハの上方位置にある時、熱を伝送することで所望温度にウェハを加熱する。

【0024】

当該プラズマ処理装置において、移動シャッタはプラズマが発火する前に予め定められた温度にウェハを加熱し、それから移動シャッタはシャッタ収容部に移動し、プラズマが発火しかつ維持され、ウェハ処理が実行される。

10

【0025】

当該プラズマ処理装置において、ウェハは、ウェハの加熱の間、およびウェハの処理の間、ピンの上に配置され、これらのピンはウェハホルダの平らなプレートの上方数ミクロンメートルまたは数ミリメートルで突き出ている。

【0026】

当該プラズマ処理装置において、ウェハは、ウェハの処理の間、ピンの上に配置され、これらのピンはウェハホルダの平らなプレートの上方数ミクロンメートルまたは数ミリメートルで突き出しており、ウェハは、プラズマ支援ウェハ処理の間、平らなプレートの上に置かれる。

20

【0027】

当該プラズマ処理装置において、適当な加熱または冷却の機構を用いてウェハホルダの平らなプレートは所望の温度に加熱されまたは冷却される。

【0028】

プラズマ処理反応容器内のウェハ加熱機構、特にシャッタは、ウェハを覆いまたは開放するように用いられ、ウェハがプラズマ支援ウェハ処理を受ける前に当該ウェハを加熱する加熱機構から成る。加熱処理およびプラズマ処理の間、ウェハは平らなプレートの上方に突き出た3つまたはいくつかのピンの上に配置される。当該ピンを用いてウェハの裏面とたった3つまたはいくつかの点で接触し、かつ静電的クランプがないので、パーティクルの発生およびウェハの裏面への付着が最少化され、かつ従来のクランプ解除の問題が解決される。

30

また本発明に係るプラズマ処理方法は、プラズマ支援処理前に、加熱機構を備える移動シャッタをウェハを覆うように配置し、ウェハをウェハリフトピンの上に配置しながら、室温にある前記ウェハを第2のステップに必要な温度まで加熱する第1のステップと、移動シャッタを、シャッタ収納部に移動し、プラズマは発火状態に維持されてウェハ処理を施す第2のステップと、を有することを特徴とする。

上記のプラズマ処理方法において、第2のステップの後に、さらに移動シャッタを冷却する第3のステップを有することを特徴とする。

【0029】

40

【発明の実施の形態】

以下に、好ましい実施形態を添付図面に従って説明する。実施形態の説明を通して本発明の詳細が明らかにされる。

【0030】

本発明の第1の実施形態は図1, 2, 3を参照して説明される。説明の容易化のため、スパッタ成膜のために用いられるプラズマ処理装置が考えられる。図1は本発明による加熱機構を備えたプラズマ処理装置の縦断面図を示す。このプラズマ処理装置は、プラズマ発生機構、シャッタ1、ウェハホルダ2、複数のガス取入れ口3およびガス排出口4、円筒形の側壁5、トッププレート、ボトムプレート7から構成される。図2は、シャッタ1の下面図を示す。ウェハホルダ2はボトムプレート7に固定されている。シャッタ1はウェ

50

ハホルダ2の上方に配置されている。

【0031】

シャッタ1は移動自在である。図1において、シャッタの移動方法の1つが説明される。シャッタ1の一端は回転ロッド8の上端に固定され、それは垂直方向に設けられており、当該回転ロッド8によって支持される。回転ロッド8はモータ9を用いることによってその軸の周りに動かされ、モータはプラズマ処理装置のボトムプレート7の下側に固定されている。それ故に、シャッタ1は、回転ロッド8を回転させることによって、ウェハ10の表面の全面を覆うように位置するか、またはシャッタ収納部11内に位置する。シャッタ収納部11内にあるとき、シャッタ1の位置は図1で想像線によって示されている。シャッタの移動に関する上で説明した機構は唯一の方法ではない。ウェハ10の上方にシャッタ1を位置させ、かつシャッタ収納部11の内部に位置させるため、異なる技術を用いることができる。例えば、シャッタ1はウェハ10を覆うように位置するごとく、シャッタ収納部11から水平な直線にて移動させることもできる。

10

【0032】

ウェハホルダ2の上に搭載されたウェハ10と、シャッタ1とは、互いに平行な位置にある。シャッタ1の垂直方向の位置は、ウェハ10とシャッタ1の下面との間の間隔が数ミクロンメートルから数ミリメートルの範囲に含まれるように調整される。本質的なことではないが、通常、シャッタ1は円形の形状である。もしシャッタ1が円形の形状であるならば、シャッタ1の直径はウェハ10の直径よりもより大きい。シャッタ1の厚みは重要なことではないが、1cm~10cmの範囲で変化させることができる。

20

【0033】

好ましくは、シャッタ1の主要部分は金属で作られている。抵抗性加熱ワイヤ12、例えばタングステンが、図1, 2に示されるごとく、シャッタ1の下面に設けられている。しかしながら、加熱源として図3に示されるごとくIR(赤外線部)の配列、あるいは他の技術を用いることもできる。抵抗性加熱ワイヤ12またはIRランプへの電気配線は回転ロッド8を通して設けられる。ACまたはDCの電力供給器33が電気ワイヤを通して加熱ワイヤ12等に電力を供給する。加熱ワイヤ12は、電氣的に誘電体部材を利用することによって、ハードウェアの残りの部分から絶縁されている。赤外線放射を伝達するプレート、例えば水晶が加熱ワイヤ12を覆っても良い。加熱ワイヤ12を覆うことは加熱ワイヤ12からウェハ10の表面に落ちるパーティクルを減少させることにとって有用である。加熱ワイヤ12のカバープレートは図中で示されていない。

30

【0034】

ウェハホルダ2は、平らなプレート14、ウェハ10を持ち上げるための3つまたはいくつかのピン15から構成されている。ウェハリフトピン15は垂直方向に移動することができる。ピン15の垂直移動は機械的または電気機械的な方法によって制御される。図1において、ピン15はモータ30, 31あるいは他の任意の機械的な装置によって動かされる。ピン15の直径は重要なことではなく、通常、およそ1mmである。ピン15の材料は、同様にまた、重要なことではない。それは誘電体または金属の部材で作られる。ウェハホルダ2の平らなプレート14は同様にまた金属または誘電体部材6によって作られる。再び、それは、加熱機構または冷却機構を持っても良いし、持たなくても良い。この実施形態において、図1に示されるように、ACまたはDCの電力供給器32によって電力が供給される加熱ワイヤ20は平らなプレート14に含まれる。通常、平らなプレート14は誘電体材料19を配置することによってハードウェアの他の構成部分から電氣的に絶縁されている。

40

【0035】

図1は容量結合型プラズマ発生機構を示す。rf電源16から生成されるrf電流は整合回路18を通して上部電極17, 26に与えられる。rf電流の周波数は重要なことではなく、1MHz~500MHzの範囲で変えることができる。当該rf電流に加えてDC電圧を与えることができ、通常、上部電極17, 26に負電圧が印加される。DC電圧供給器の回路は図1で示されていない。しかしながら、DC電圧を与えることは本質的なこ

50

とではない。上部電極の上側部分26は、冷却媒体入口23と冷却媒体出口24を有した冷却装置27から構成される。さらにたとえ容量結合型rfプラズマが図1に示されているとしても、プラズマ発生のために異なる機構、例えば、誘導結合型、ウェーブ加熱型、あるいはDCプラズマ発生機構を用いることができる。

【0036】

プラズマ処理装置の反応容器の中にガスを供給する複数のガス取入れ口3と、反応容器を真空排気するためのガス排出口4とが存在する。ウェハ処理のタイプはプロセスガスまたは複数のプロセスガスを決定する。スパッタ成膜の応用において、通常、Arガスが用いられる。さらに、29はウェハ搬入/搬出ドアを示し、34は真空排気ポートドアを示している。

10

【0037】

次に前述したプラズマ処理装置の作動が説明される。第1に、ウェハ10はウェハホルダ2の上に配置される。このとき、シャッタ1はシャッタ収納部11の中にある。ウェハ10をウェハホルダ2の上に配置するため、最初に、ウェハ10は、図で示されていない口ポットアームによってプラズマ処理反応容器の中に導入される。それから、3つ(またはいくつかの)ウェハリフトピン15が平らなプレート14の上方に突き出てウェハ10を受け止める。ピン15は、次第にウェハ10と平らなプレート14の間の狭い間隔、通常、およそ1mmの間隔が作られるまで下降される。この間隔は重要なことではなく、こうしてこの間隔をおよそ1cmまたはそれよりも大きい間隔に作ることもできる。従って、ウェハの加熱およびウェハの処理の間、ウェハ10はウェハリフトピン15の先端の上にあることになる。

20

【0038】

ウェハ10とシャッタ1との間の狭い間隔を維持することは、本質的なことではない。それ故にウェハ10をウェハホルダ2の平らなプレート14の上に置くこともできる。またはウェハリフトピン15の上に配置することによって、ウェハ10を加熱することおよび平らなプレート14の上に配置することによって、ウェハ10を処理することができる。しかしながら、ウェハ加熱の工程の間、ウェハ10をパーティクルの発生を最少化するため、ウェハリフトピン15の上に配置することが適切である。

【0039】

いったんウェハ10を適当な位置で配置すると、回転ロッド8を回転させることによりウェハの表面の全面に覆うようにシャッタ1がもたらされる。加熱ワイヤ12はウェハ10を加熱するために作動させられる。ウェハを加熱することは基本的に放射によって起きる。しかしながら、伝導および対流の加熱のプロセスも同様にまた反応容器の内部の圧力に依存してウェハを加熱することに貢献する。加熱ワイヤ12の作動に関して特別な時間は存在しない。こうしてシャッタ1がウェハの表面上にもたらされた後に加熱ヒータ12を作動させることができ、あるいは、加熱ワイヤの作動状態を連続的に保持することができる。後の場合において、シャッタ1は常に高い温度に維持される。ウェハ10は予め定められた時間を超えて加熱され、あるいは予め定められた温度に至るまで加熱され、それからシャッタ1はシャッタ収納部11に戻される。その後、プラズマが適当なガスまたはガスの組合せと共に発火され、ウェハの表面上に所望の処理が得られる。例えば容量結合型プラズマが発火され、アルゴンガスの雰囲気の下で上部電極17の材料をスパッタし、ウェハ表面に堆積させる。

30

40

【0040】

シャッタ1がシャッタ収容部11に動かされるとき、ウェハ10は冷却され始める。しかしながら、プラズマが発火されたその同じ時期において、加熱されたガスおよびイオンの衝突がウェハ10を加熱する。さらにプラズマ内で発生される赤外線、可視光、および紫外線の放射がウェハ10を加熱する。これらの加熱の工程はウェハの冷却の工程を防止しまたは遅らせる。ウェハ処理の間の平均的な温度は初期の温度(シャッタ1によって加熱された後)、rfまたはDCの電力、圧力、ガス温度等のプラズマのパラメータ、および通常はおよそ1分である処理時間に依存する。

50

【 0 0 4 1 】

シャッタ 1 がシャッタ収容部 1 1 に動かされた後に、ウェハ 1 0 の冷却による温度低下は、ウェハ 1 0 を、加熱された平らなプレート 1 4 の上に配置することによって同様にまた防止することができる。この場合において、ウェハ 1 は、加熱された平らなプレート 1 4 の上に単純に存在し、静電的なクランプは全く用いられない。平らなプレート 1 4 は、平らなプレート 1 4 内に埋め込まれた抵抗性ワイヤ 2 0 によって加熱されている。

【 0 0 4 2 】

第 1 の実施形態はスパッタ成膜装置を用いて説明されたが、この説明された技術を適当に修正することにより化学気相成膜装置またはドライエッチング装置に応用することが可能である。

10

【 0 0 4 3 】

前述した発明に係る技術において、ウェハ 1 0 は、プラズマが発火される前に加熱される。この加熱の工程の間、ウェハ 1 0 はいくつかのウェハリフトピン 1 5 の上に配置されている。静電的なクランプは全く用いられていない。それ故に、加熱工程の間のウェハ 1 0 の熱的な拡張はパーティクルの発生の原因にならない。さらにプラズマ支援ウェハ処理の間、ウェハ 1 0 はウェハリフトピン 1 5 の上のみ配置されている。このことはウェハ 1 0 およびウェハホルダ 2 の接触表面の面積を最少化する。これは同様にまたパーティクルの発生の減少およびウェハの裏面上へのパーティクルの付着の減少に貢献する。さらに、プラズマ支援ウェハ処理の間、静電的なクランプは存在しないので、ウェハのクランプ解除のステップあるいは必要性も存在しない。

20

【 0 0 4 5 】

次に図 4 を参照して第 2 の実施形態が説明される。この実施形態は第 1 実施形態の拡張である。第 2 実施形態においてシャッタ 1 の構成のみが変化させられる。それ故に、図 4 において、シャッタ 1 の縦断面の概略図のみが示されている。シャッタ 1 の構成を除いて、プラズマ処理装置の他の全てのハードウェアの構成および動作手順は第 1 実施形態で説明されたそれらと同じである。

【 0 0 4 6 】

シャッタ 1 は、抵抗性加熱ワイヤ 1 2、誘電体部材または金属部材で作られた平板状のボトムプレート 4 2、温度センサ 4 3、および冷却機構、特に、シャッタ 1 の主要部 4 5 を通して冷却媒体を流すようにされた冷却媒体の入口 3 5 と出口 3 6 を備えた溝 4 4 の配列によって構成されている。しかしながら、温度センサ 4 3 と冷却機構は本質的なことではない。平板状ボトムプレート 4 2 の厚みは重要なことではなく、通常、およそ 1 0 mm である。平板状ボトムプレート 4 2 の直径は同様にまた重要なことではなく、単にウェハの直径よりもより大きいものである。好ましくは、平板状ボトムプレート 4 2 は金属で作られる。

30

【 0 0 4 7 】

加熱ワイヤ 1 2 は A C または D C の電気供給器 3 3 に接続されている。平板状ボトムプレート 4 2 は予め定められた温度まで加熱され、加熱ワイヤ 1 2 および温度センサ 4 3 を用いることによってその温度に維持される。平板状ボトムプレート 4 2 を予め定められた温度に加熱することはかなりの電気的エネルギーを消費する。しかしながら、いったん平板状ボトムプレート 4 2 が所定温度に加熱されると、その温度を維持するためにより小さな電力のみが必要となる。従って、この構成は、ウェハ処理が実行モードにある間での第 1 実施形態において説明されたそれと比較して、消費エネルギーが少なくなる。

40

【 0 0 4 8 】

シャッタ 1 のこの構成において加熱ワイヤはウェハを直接に加熱しない。その代わりに、加熱ワイヤ 1 2 は金属または誘電体材料で作られたボトムプレート 4 2 を加熱する。当該ボトムプレート 4 2 は、大部分、放射の工程によってウェハ 1 0 を加熱する。

【 0 0 4 9 】

この構成については他の利点がある。平板状ボトムプレート 4 2 上で一定の温度のため、その下面の温度は非常に高く均一である。それ故に、ウェハの温度は同様にまたその表面

50

全面に渡り均一となる。他の利点は平板状ボトムプレート4の下面の平坦な構成のため、ウェハ10とシャッタ1との間の間隔を非常に小さな値、例えば1mmよりも小さい値に維持することができる。このことが基板の加熱効率および加熱速度を高めるものである。

【0050】

【発明の効果】

本発明のプラズマ処理装置は、ウェハが、静電チャックを用いることなく、いくつかのピンの上に配置されている間、熱的放射プロセスを用いることによって所望の温度に加熱される。この方法はウェハとウェハホルダの接触表面面積を減じる。この特徴はウェハの裏面上でのパーティクルの最少化を導く。さらに本発明のプラズマ処理装置では、ウェハの静電クランプがないので、従来のプラズマ処理装置で見られたクランプ解除の困難性が生じない。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】この図は、第1実施形態のプラズマ処理装置を示す縦断面図である。

【図2】この図は、抵抗性ワイヤがウェハを加熱するように用いられるところシャッタの底面図である。

【図3】この図は、IRランプの配列が基板を加熱するために用いられるシャッタの他の構成の底面図である。

【図4】この図は、第2実施形態で用いられるシャッタの縦断面図である。

【図5】この図は、従来の静電チャックがウェハの加熱のために用いられるプラズマ処理装置である。

20

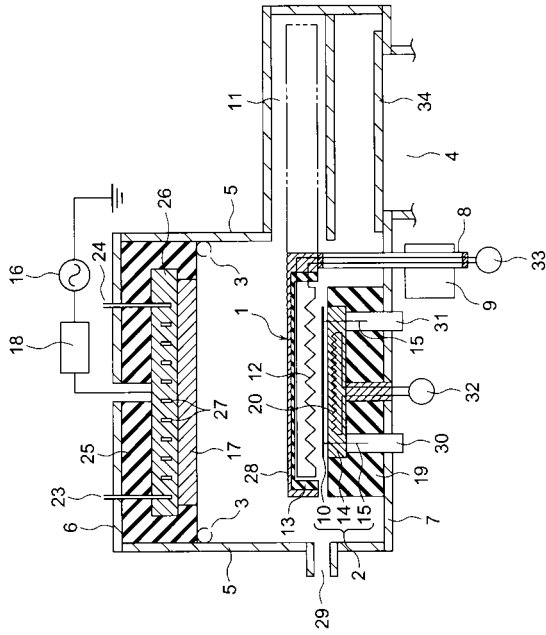
【図6】この図は、図5において“ A ”として符号が付された部分の拡大図である。

【参照符号の説明】

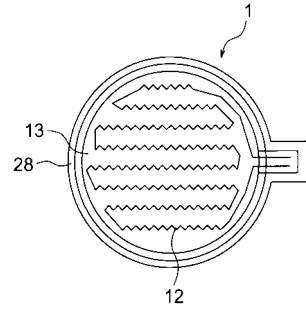
1	シャッタ
2	ウェハホルダ
8	回転ロッド
9	モータ
10	ウェハ
11	シャッタ収納部
12	加熱ワイヤ
14	平板状プレート
15	ウェハリフトピン
16	rf発生器
17	上部電極
18	整合回路
20	加熱ワイヤ
38	IRランプ
42	誘電体部材
43	温度センサ

30

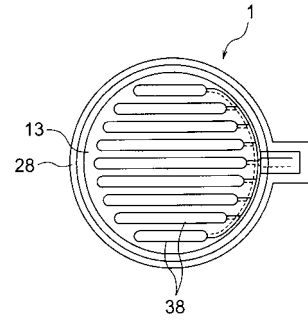
【図1】



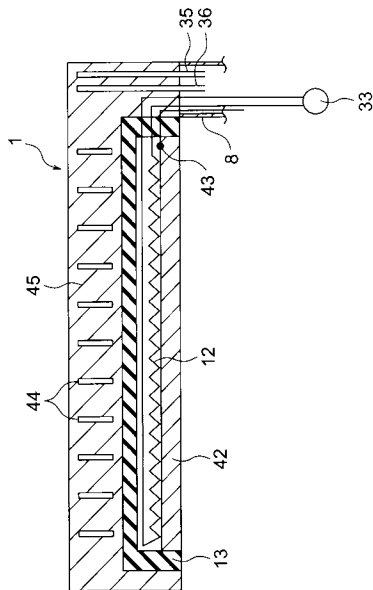
【図2】



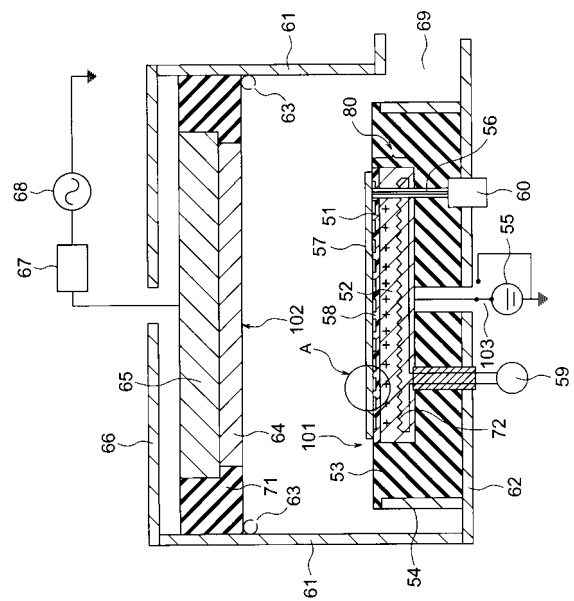
【図3】



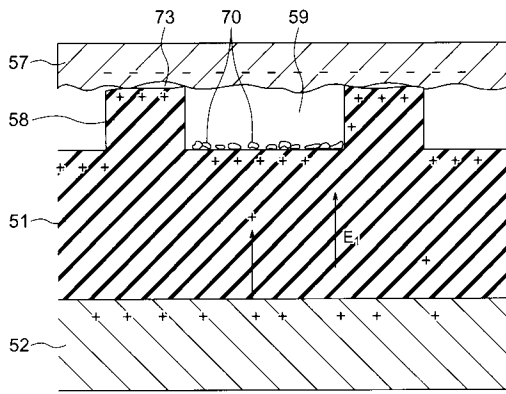
【図4】



【図5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 21/683 (2006.01) H 0 1 L 21/68 N

(56)参考文献 特開平03-157928(JP,A)
特開平07-078749(JP,A)
特開平06-312125(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/31
C23C 14/34
C23C 16/46
H01L 21/02
H01L 21/3065
H01L 21/683