

明 細 書

発明の名称： 静電チャック用の給電装置及び基板管理方法

技術分野

[0001] 本発明は、静電チャック用の給電装置及びこの給電装置を用いて静電チャックに対する基板の吸着、解除を管理するための基板管理方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造工程においては、所望のデバイス構造を得るために、シリコンウエハやガラス基板等の被処理基板に対して、スパッタリング法及びプラズマCVD法等による成膜処理、熱処理、イオン注入処理やエッチング処理などの各種の処理が実施される。これらの処理を行う処理装置には、真空雰囲気中の真空チャンバ内で被処理基板を位置決め保持するために、静電チャックが備えられる。静電チャックは、例えば金属製の基台とその表面に装着された例えばPBN (Pyrolytic Boron Nitride) 製のセラミックスプレート (チャックプレート) とを有し、このチャックプレートには、一对の電極が埋設されている (所謂双極型)。そして、一对の電極間に直流電圧 (チャック電圧) を印加するために給電装置が用いられ、両電極間に直流電圧を印加することで発生する静電気力で被処理基板がチャックプレート表面に吸着保持 (チャック操作) されるようになっている。

[0003] ここで、チャックプレートに対する被処理基板の吸着とその解除を繰り返すと、チャックプレート表面が被処理基板で擦られて次第に摩耗していく。そして、チャックプレートが摩耗していると、チャックプレート表面への被処理基板の吸着時や、処理中に被処理基板の吸着不良が発生し、これでは、被処理基板に対して正常な処理を施すことができない。そこで、給電装置に、チャックプレートの静電容量を通る交流電流を流す交流電源部と、そのときの電圧等を測定する測定器とが更に備えられ、測定器での測定値を監視することで、吸着不良の発生等、被処理基板の状態を把握することも一般に知られている (例えば、特許文献1参照)。交流電源部は、通常、トランスを

備え、トランスの二次側が直流電源部の正（高電圧側）の出力に介設され、被処理基板を吸着するために一对の電極間に印加される直流電圧に重畳させて交流電流を流すようにしている。

[0004] ところで、チャックプレートに設置される処理前の被処理基板に既に割れやかけが生じている場合があり、また、何らかの原因で基板の搬送時、静電チャックのチャックプレートに対して被処理基板が位置ずれを生じている場合がある。このような割れ、かけ、ズレの他、チャックプレートに被処理基板を設置したときに異物が介在する場合もあり、このような場合にも吸着不良が生じる。また、処理後の被処理基板が帯電している場合に、被処理基板の除電が不十分なときにチャックプレートから無理に離脱させると被処理基板に割れやかけが生じたり、位置ずれを起こしたりすることがある。このことから、静電チャックに対する被処理基板の吸着、解除を管理するために、被処理基板の状態を把握できるようにすることが望まれる。然し、上記従来例のものでは、一对の電極間に直流電圧を印加するときしか、交流電流を流して被処理基板の状態を把握できないという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：再公表 WO 2 0 1 1 / 1 2 5 2 9 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、以上の点に鑑みなされたものであり、静電チャックに被処理基板を設置した後、被処理基板を吸着して処理を施し、処理後に吸着を解除して被処理基板を搬送するまでの一連の操作の間、静電チャックに対する被処理基板の状態を把握できるようにした静電チャック用の給電装置及び基板管理方法を提供することをその課題とするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、真空チャンバ内で被処理基板を吸着保持する

静電チャックに給電する本発明の静電チャック用の給電装置は、静電チャックに設けられる電極に直流電圧を印加する直流電源部と、静電チャックの静電容量を通る交流電流を流す交流電源部とを備え、静電チャックにて被処理基板を吸着保持するために直流電源部から電極にチャック電圧を印加する回路を第1回路、被処理基板を除電するための回路を第2回路として、第1回路と第2回路とを切り換える切換手段を更に備え、第2回路に、交流電源部と、交流電流または交流電圧を測定する測定器とが設けられる。

[0008] 本発明によれば、処理装置にて被処理基板に対して所定の（プラズマ）処理を施すような場合、先ず、切換手段により第2回路に切り換えた状態で静電チャック表面にシリコンウエハやガラス基板などの被処理基板を設置する。そして、交流電源部によりチャックプレートの静電容量を通る交流電流を流し、そのときの交流電流値または交流電圧値が測定器で測定される。これにより、被処理基板に割れやかけが生じていたり、被処理基板に反りが生じていたり、静電チャックに対して被処理基板が位置ずれを起こしていたり、更には、静電チャックに被処理基板を設置したときに異物が介在していたりすると、静電チャックと被処理基板との接触面積の変化による静電容量の変化に伴い、測定値が変化する。この測定値を予め実験的に測定した交流電流値または交流電圧値と比較すれば、吸着に先立って、静電チャックに設置された処理前の被処理基板の状態が把握でき、被処理基板の吸着を行うことができるか否かを判断できる。

[0009] 次に、切換手段により第1回路に切り換えると、電極にチャック電圧が印加されて静電気力で被処理基板が静電チャック表面に吸着保持（チャック）される。吸着後に、交流電源部により静電チャックの静電容量を通る交流電流を流し、このときの交流電流値または交流電圧値が測定器で測定される。そして、上記同様に、この測定値を予め実験的に測定した交流電流値または交流電圧値と比較すれば、被処理基板の静電チャック表面への吸着が正常に行われたか、または、被処理基板に所定の処理を施す間に、被処理基板の割れやかけが発生していないかを判断できる。

[0010] 次に、所定の処理が終了すると、切換手段により第2回路に切り換えられて、例えば、電極がグランド電位に接続されたり、または、双極型の静電チャックの場合には一對の電極が同電位になるように両電極が接続されたりして、所定の処理を施すことで帯電した被処理基板が除電される。このとき、交流電源部により静電チャックの静電容量を通る交流電流を流し、そのときの交流電流値または交流電圧値が測定器で測定される。そして、例えば静電チャックから被処理基板が局所的に浮き上がっていれば、静電容量が変化するため、上記同様に、この測定された電流値を予め実験的に測定した交流電流値または交流電圧値と比較すれば、被処理基板の除電が十分か否かを判断でき、これに応じて、例えばリフトピンにより静電チャックから被処理基板を持ち上げて被処理基板を完全に離脱することができる。

[0011] このような本発明によれば、静電チャックに被処理基板を設置した後、被処理基板を吸着して処理を施し、処理後に吸着を解除して被処理基板を搬送するまでの一連の操作の間、被処理基板の状態を把握して静電チャックに対する被処理基板の状態を把握することができ、処理前及び処理後に静電チャックに対する被処理基板の吸着、解除を管理することが可能になるばかりか、処理中に被処理基板に発生する場合がある割れやかけを検知することができる。ここで、静電チャックのチャックプレートとして例えばシリコンラバー製のものを用いる場合、被処理基板を静電吸着するときのチャック電圧を比較的に高くする必要がある（例えば、4 kV）。この場合、上記従来例のように交流電源部のトランスの二次側を直流電源部の正（高電圧側）の出力に介設していると、高絶縁耐圧のトランスが必要となる。このようなトランスは大型であり、回路基板に実装できないことから、静電チャック用の給電装置が大型化するという問題がある。それに対して、本願発明のように、第2回路（言い換えると、直流電源の低電圧側）に交流電源部を設けておけば、高絶縁耐圧のトランスを必要とせず、装置小型化を図る上で有利である。

[0012] 本発明においては、静電チャックの静電容量を通る交流電流を流し、そのときの交流電流値または交流電圧値を測定するとき、ノイズの影響を受け難

くするために、電極が一对の電極で構成されるような場合、前記直流電源部の正負の出力が前記切換手段を介して各電極に夫々接続され、前記第2回路に2個の前記交流電源部が直列に設けられ、両交流電源部の間に抵抗が直列に設けられて抵抗に並列に前記測定器としての電圧計が接続される構成を採用してもよい。

- [0013] また、上記課題を解決するために、上記静電チャック用の給電装置を用い、静電チャックに対する被処理基板の吸着、解除を管理する本発明の基板管理方法は、切換手段により第2回路に切り換えた状態で静電チャック表面に被処理基板を設置し、交流電源部により静電チャックの静電容量を通る交流電流を流し、このときの交流電流または交流電圧を測定器で測定し、この測定値が所定範囲内のとき、電極に対する直流電圧の印加を許可する工程と、切換手段により第1回路に切り換え、直流電源部から電極にチャック電圧を印加して静電チャック表面に設置された被処理基板を吸着保持し、吸着後に、交流電源部により静電チャックの静電容量を通る交流電流を流し、このときの交流電流または交流電圧を測定器で測定し、この測定値が所定範囲内にあるか否かを判定する工程と、切換手段により第2回路に切り換え、被処理基板を除電すると共に、交流電源部により静電チャックの静電容量を通る交流電流を流し、このときの交流電流または交流電圧を測定器で測定し、この測定値が所定範囲内のとき、静電チャックからの被処理基板の離脱を許可する工程とを含むことを特徴とする。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の実施形態に係る静電チャック用の給電装置の構成を模式的に示す図。

[図2]本発明の効果を確認する実験結果のグラフ。

[図3]変形例に係る静電チャック用の給電装置の構成を模式的に示す図。

[図4]他の変形例に係る静電チャック用の給電装置の構成を模式的に示す図。

発明を実施するための形態

- [0015] 以下、図面を参照して、被処理基板をシリコンウエハ（以下「ウエハW」

という)、静電チャックを双極型のものとし、その表面でウエハWを吸着する静電チャックに給電するための本発明の静電チャック用の給電装置及びこの給電装置を用いた基板管理方法の実施形態を説明する。以下においては、図1に示す静電チャックの姿勢を基準に、上、下といった方向を説明するものとする。

[0016] 図1を参照して、Ecは、本実施形態の給電装置で給電される静電チャックである。静電チャックEcは、スパッタリング法及びプラズマCVD法等による成膜処理、熱処理、イオン注入処理やエッチング処理などの各種の処理を施す図外の処理装置の真空チャンバ内に配置され、真空チャンバ内でウエハWを位置決め保持するようになっている。なお、処理装置自体は公知のものが利用されるため、ここでは詳細な説明は省略する。

[0017] 静電チャックEcは、金属製の基台1と、基台1の上面に設けられた誘電体たるチャックプレート2とで構成される。基台1としては、ウエハWに応じた輪郭を持つアルミニウム製の筒体で構成されるものが利用され、その内部には、ウエハWを加熱する加熱手段11や、冷媒を循環させてウエハWを冷却する冷却手段(図示せず)が設けられ、処理中にウエハWを加熱したり、冷却したりできるようにしている。他方、チャックプレート2としては、PBN製、ALN製やシリコンラバー製のものが利用され、その内部には、図示省略の絶縁層を介して一対の電極3a、3bが設けられている。また、静電チャックEcの基台1とチャックプレート2とは、上下方向に貫通する透孔4が複数形成され、各透孔4には、リフトピン5が夫々挿設されている。リフトピン5は、エアシリンダ等の駆動手段51によってチャックプレート2に対して出没自在に上下動するようになっている。そして、両電極3a、3b間に直流電圧(チャック用電圧)を印加すると共に、静電チャックEcのチャックプレート2に吸着されるウエハWの状態を把握するために、本実施形態の給電装置PS₁が用いられる。

[0018] 給電装置PS₁は、一対の電極3a、3b間に直流電圧(チャック電圧)を印加する直流電源部6a、6bと、チャックプレート2の静電容量を通る交

流電流を流す交流電源部 7 とを備える。また、給電装置 PS_1 は、チャックプレート 2 にてウエハ W を吸着保持するために直流電源部 6 a, 6 b と両電極 3 a, 3 b との間に直流電圧を印加する回路を第 1 回路 C 1、処理後にウエハ W を除電するために両電極 3 a, 3 b をグランド電位に接続する回路を第 2 回路 C 2 として、第 1 回路 C 1 と第 2 回路 C 2 とを切り換える切換手段 8 a, 8 b を更に備える。つまり、第 1 回路 C 1 においては、図 1 に示すように、一方の直流電源部 6 a の正（高電圧側）の出力 6 1 が一方の切換手段 8 a を介して一方の電極 3 b に接続され、他方の電極 3 a が、他方の切換手段 8 b を介して他方の直流電源部 6 b の負（低電圧側）の出力 6 4 に接続され、これにより、両電極 3 a, 3 b 間に、チャックプレート 2 にてウエハ W を吸着保持するために直流電圧が印加される。そして、両切換手段 8 a, 8 b が切り換えられると、一方の電極 3 b が一方の切換手段 8 a を介して一方の直流電源部 6 a の負の出力 6 2 に接続されると共に、他方の電極 3 a が他方の切換手段 8 b を介して他方の直流電源部 6 b の正の出力 6 3 が接続されてグランド電位に接続される。

- [0019] 直流電源部 6 a, 6 b としては、チャックプレート 2 の種類に応じて、両電極 3 a, 3 b 間に 0.1 ~ 4 kV の直流電圧を印加できる公知のものが利用される。なお、本実施形態では、2 個の直流電源部 6 a, 6 b を用いるものを例に説明するが、これに限定されるものではなく、例えば単一の公知のものを利用することもできる。交流電源部 7 は、特に図示して説明しないが、所定周波数の交流電圧を発生させる電源とトランスとを備え、トランスの二次側が、第 2 回路 C 2 の一方の直流電源部 6 a の負の出力 6 2 と他方の直流電源部 6 b の正の出力 6 3 との間に介設され、抵抗 R 1 を介してグランド電位（0 V）に接続され、抵抗 R 1 と並列に交流電圧を測定する測定器としての電圧計 9 が接続されている。切換手段 8 a, 8 b としてはリレー等の公知のものが利用される。これにより、第 1 回路 C 1 と第 2 回路 C 2 とのいずれの状態でも、交流電流を流してそのときの交流電圧を電圧計 9 で測定することが可能になる。なお、直流電源部 6 a, 6 b、交流電源部 7 や切換手段

8 a, 8 bの作動は、図示省略の制御ユニットにより統括制御されるようになっている。以下に、図 1 に示す給電装置 P S₁を用いた基板管理方法を説明する。

[0020] 図外の処理装置にてウエハWに対して所定の（プラズマ）処理を施すような場合、先ず、切換手段 8 a, 8 bにより第 2 回路 C 2 に切り換えた状態で静電チャック E c 表面にウエハWを設置する。この場合、リフトピン 5 をチャックプレート 2 上面から突出した位置に移動し、この状態で図外の搬送ロボットによってウエハWを搬送してリフトピン 5 に受け渡す。そして、リフトピン 5 をチャックプレート 2 内に没入する位置に移動させると、チャックプレート 2 の上面にウエハWが設置される。このとき、交流電源部 7 によりチャックプレート 2 の静電容量を通る交流電流を流し、そのときの電圧値が電圧計 9 で測定される。これにより、ウエハWに割れやかけが生じていたり、ウエハWに反りが生じていたり、チャックプレート 2 に対してウエハWが位置ずれを起こしていたり、更には、チャックプレート 2 にウエハWを設置したときに異物が介在していたりすると、チャックプレート 2 とウエハWとの接触面積の変化による静電容量の変化に伴い、測定した交流電圧値が変化する。この測定した交流電圧値（測定値）を予め実験的に測定した交流電圧値と比較すれば、吸着に先立って、チャックプレート 2 に設置された処理前のウエハWの状態が把握でき、ウエハWの吸着を行うことができるか否かを判断できる。

[0021] 次に、測定した交流電圧値が所定範囲内のものである場合、一对の電極 3 a, 3 b 間に直流電圧の印加が許可される。この場合、切換手段 8 a, 8 b により第 1 回路 C 1 に切り換えることで、両電極 3 a, 3 b 間に直流電圧が印加され、両電極 3 a, 3 b 間に発生する静電気力でウエハWがチャックプレート 2 の上面に吸着保持（チャック）される。吸着後に、交流電源部 7 によりチャックプレート 2 の静電容量を通る交流電流を流し、このときの交流電圧が電圧計 9 で測定される。上記同様に、この測定した交流電圧値を予め実験的に測定した交流電圧値と比較すれば、即ち、測定した交流電圧値が所

定範囲内にあるか否かを判定すれば、ウエハWのチャックプレート2上面への吸着が正常に行われたか、または、ウエハWに対して所定の処理を施す間に、ウエハWの割れやかけが発生していないかを判断できる。

[0022] 最後に、測定した交流電圧値が所定範囲内のものである状態で処理が終了すると、切換手段8 a, 8 bにより第2回路C 2に切り換えられ、両電極3 a, 3 bがグランド電位に接続される。これにより、例えばプラズマを利用した処理を施すことで帯電したウエハWが除電される。このとき、交流電源部7によりチャックプレート2の静電容量を通る交流電流を流し、そのときの交流電圧が電圧計9で測定される。そして、例えばチャックプレート2の上面からウエハWが局所的に浮き上がっていれば、静電容量が変化するため、上記同様に、この測定された交流電圧値を予め実験的に測定した交流電圧値と比較すれば、処理済みのウエハWの搬出に先立って、ウエハWが十分に除電されたか否かを含めてウエハWの状態が把握できる。測定した交流電圧値が所定範囲内にある場合、ウエハWが十分に除電されると判断され、静電チャックE cからのウエハWの離脱が許可される。この場合、リフトピン5がチャックプレート2上面から突出した位置に移動され、チャックプレート2からウエハWが持ち上げられて完全に離脱される。

[0023] 上記実施形態によれば、チャックプレート2にウエハWを設置した後、ウエハWを吸着して処理を施し、処理後にウエハWの吸着を解除して搬送するまでの一連の操作の間、ウエハWの状態を常時把握でき、処理前及び処理後にチャックプレート2に対するウエハWの吸着、解除を管理することが可能になるばかりか、処理中にウエハWに発生する可能性がある割れやかけを検知することができる。ここで、チャックプレート2が例えばシリコンラバー製のものである場合、ウエハWを静電吸着するときのチャック電圧を比較的に高くする必要がある（例えば、4 k V）。この場合、上記従来例のように交流電源部のトランスの二次側を直流電源部の正（高電圧側）の出力に介設している場合、高絶縁耐圧のトランスが必要となり、このようなトランスは大型であり、回路基板に実装できずに静電チャック用の給電装置が大型化する

という問題がある。それに対して、上記実施形態のものでは、高絶縁耐圧のトランスを必要とせず、装置小型化を図る上で有利である。

[0024] 次に、本発明の効果を確認するために、図1に示す静電チャックE_c及びその給電装置P S₁を用いて次の実験を行った。本実験では、被処理基板をウエハW、チャックプレート2をシリコンラバー製とし、所定のチャック電圧（4 k V）でウエハWを吸着した後、真空チャンバ内でプラズマを利用した処理を実施するようにした。そして、ウエハWに割れやかけ、ズレ、ウエハWの破片等の異物がチャックプレート2とウエハWとの間に介在していない状態を試料1、割れやかけのないウエハWとチャックプレート2との間に異物を介在させた状態を試料2とし、上記基板管理方法に従い、試料1、2について交流電流の変化を測定し、その結果を図2に示す。なお、図2中、実線が試料1、点線が試料2のものである。

[0025] これによれば、チャックプレート2上面に試料1、2を夫々設置した後、プラズマ処理前に交流電流を夫々測定すると、静電容量の相違に伴い、試料1と試料2とで測定した交流電圧値が異なっていることが判る。また、プラズマ処理中やプラズマ処理後も同様に、静電容量の相違に伴い、試料1と試料2とで測定した交流電圧値が異なっている。以上の実験より、チャックプレート2にウエハWを設置した後、ウエハWを吸着して処理を施し、処理後に吸着を解除してウエハWを搬送するまでの一連の操作の間、ウエハWの状態が把握できることが確認された。

[0026] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記に限定されるものではなく、本発明の技術思想を逸脱しない範囲で適宜変形が可能である。上記実施形態では、処理後にウエハWを除電するために両電極3 a、3 bをグランド電位に接続する回路を第2回路C 2として説明したが、これに限定されるものではなく、一対の電極3 a、3 bが同電位になるように両電極3 a、3 bが接続されるように第2回路C 2を構成してもよい。また、上記実施形態では、単一の交流電源部7を持つものを例に説明したが、これに限定されるものではない。図3には、変形例に係る給電装置P S₂が示されている。

る。上記実施形態と同一の部材、要素について同一の符号を用いて説明すると、給電装置 PS_2 は、同一形態の2個の交流電源部 $70a$, $70b$ を備え、両交流電源部 $70a$, $70b$ は、第2回路 $C2$ にて一方の直流電源部 $6a$ の負の出力 62 と他方の直流電源部 $6b$ の正の出力 63 との間に直列に設けられている。そして、各交流電源部 $70a$, $70b$ の間には2個の抵抗 $R2$, $R2$ が直列に接続され、抵抗 $R2$, $R2$ 間がグラウンド電位 ($0V$) に接続されると共に、これらの抵抗 $R2$, $R2$ に並列に電圧計 9 が接続されている。これによれば、静電容量を通る交流電流を流し、電圧計 9 で交流電圧を測定する場合に、ノイズの影響を受け難くすることができ、有利である。

[0027] 更に、上記実施形態では、所謂双極型の静電チャック Ec に適用したものを例に説明したが、これに限定されるものではなく、本発明を単極型のものにも適用することもできる。図4には、チャックプレート2に設けた単一の電極 30 に給電できる、更に変形例に係る給電装置 PS_3 が示されている。上記実施形態と同一の部材、要素について同一の符号を用いて説明すると、給電装置 PS_3 は、単一の直流電源部 6 を備え、直流電源部 6 の正 (高電圧側) の出力 610 が切換手段 80 を介して電極 30 に接続されている。直流電源部の負の (低電圧側) の出力 620 もまた、切換手段 80 を介して電極 30 に接続されると共に、交流電源部 700 が接続され、抵抗 $R3$ を介してグラウンド電位 ($0V$) に接続され、抵抗 $R3$ に並列に電圧計等の測定器 9 が接続されている。

符号の説明

[0028] PS_1 , PS_2 , PS_3 …静電チャック用の給電装置、 Ec …静電チャック、 $C1$ …第1回路、 $C2$ …第2回路、 $R1$, $R2$, $R3$ …抵抗、 W …ウエハ (被処理基板)、 $3a$, $3b$ …電極、 6 , $6a$, $6b$ …直流電源部、 7 , 70 …交流電源部、 $8a$, $8b$ …切換手段、 9 …電圧計 (測定器)。