明　細　書

プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

技術分野

この発明は、プラズマエッチング装置やプラズマＣＶＤ装置などのプラズマを利用して被処理物の処理を行うプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関する。

背景技術

この明細書において、「アルミニウム材料」という言葉は、純アルミニウムおよびアルミニウム合金をさすものとする。

プラズマエッチング装置やプラズマＣＶＤ装置などのプラズマ処理装置の真空処理室は塩素ガスなどの腐食性の高いガスが使用されるため、耐腐食性の高い材料として、従来はステンレス鋼や石英ガラス・アルミナセラミックスなどが用いられていた。なお、この種の装置として例えば、特開昭６２－１０３３７９号公報が挙げられる。

プラズマ処理装置の真空処理室にステンレス鋼を用いる場合、ステンレス鋼自体もプラズマ中の荷電粒子の衝撃によりその構成元素であるＦｅ，Ｎｉ，Ｃｏなどを放出するため、半導体デバイスの製造においては、重金属汚染を引き起こすという問題がある。

一方、石英ガラスカバーを使用すれば重金属汚染の問題はないが、プラズマの衝撃や熱輻射によって経時的にその温度が上昇し、処理特性が変動する場合がある。このような場合、なんらかの手段によって石英ガラスを加熱もしくは冷却することが有効であるが、プラズマ処理装置の場合、真空に接することやプラズマに接することなどの事情により、構造的・技術的に困難な場合が多いという問題がある。

重金属汚染もなく、また加熱もしくは冷却も含めた加工性に富む材料としてアルミニウム材料があげられるが、この場合、プラズマ処理装置で用いられる塩素原子もしくは臭素原子を含むガスプラズマに対する耐食性がないという欠点がある。これに対する対策としては、例えば特開昭６２－１０３３７９号公報に記載のように、なんらかの手段によりアルミニウム材料の表面にAl_2O_3，ＡｌＣ，ＴｉＮ，ＴｉＣ，ＡｌＮなどの耐食性に優れた皮膜を形成する方法がある。

しかしながら、フッ素原子を含むガスを使用するプラズマ処理装置では、処理室を構成する材料自体がフッ化されることにより処理特性の経時的変動をもたらすことに対する対策はなされていなかった。

発明の開示

本発明の目的は、フッ素原子を含むガスプラズマを使用するプラズマ処理において、フッ化の進行にともなうプロセス特性の経時的変動を抑えて、安定な処理ができる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。

上述した、フッ素を含むガスプラズマによる処理室表面のフッ化を防止するためには、プラズマ処理室の表面を予めフッ素原子を含む材料で構成すればよい。

処理室の内面の一部または全部が、フッ素原子を含有する材料で構成されていると、フッ素を含むガスプラズマ処理による処理室内面のフッ化の進行速度が小さくなる。これにともない、処理室内面に吸蔵されるフッ素の量が少なくなると共に、処理室内面の状態の変化が少なくなり処理室内面への付着物の質的および量的変化が少なくなり、試料をプラズマ処理する時の試料毎のプロセスの変動を小さくすることができる。このため、プラズマ処理の経時変化を少なくでき、各試料に対して常に安定な処理が可能となる。

図面の簡単な説明

図１は、各種アルミニウム材料表面のフッ化層の厚みとプラズマ処理時間の関係を示す図である。

図２は、処理室内面処理の差による酸化膜エッチレー

ト比の経時変化を示す図である。

図３は、本発明を適用した実施例を示すプラズマ処理装置の要部縦断面構成図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施例を示す。図１は、アルミニウム材ならびに表面を予めフッ化処理したアルミニウム材を用い、フッ素を含む高周波プラズマにさらした時の表面のフッ化厚さを示したものである。この図からわかる様に、表面処理を実施していないアルミニウム材は、表面を予めフッ化処理したアルミニウム材に比べ、フッ化の速度が大きい。

図２は、図１と同じ処理室材料を用い、CHF_3ガスにてシリコン酸化膜を穴状にプラズマ処理した時の、膜の平均エッチング速度の経時変化を示したものである。各処理開始時の初期の値を１．０としている。予めフッ化処理した処理室を用いることにより、酸化膜のエッチング速度の経時変化を大幅に軽減することができた。なお、試料を処理する時のガスとして、CHF_3の外にC_nF_m（ｎ，ｍは整数）、SF_6など、フッ素を含むガスあるいは他のガスとの混合ガスを用いる時にも、処理室内面をフッ化したことによる経時変化の軽減が得られた。処理室内面のフッ化の厚みは、厚い方がより効果が

大きい。処理室内面の２点間の抵抗として、アルミニウム材の時の抵抗の１００倍以上が好ましく、特に絶縁体もしくはそれに近い方がプロセス特性の経時変化が少ない。

図３は図２の特性を得る時使用したマイクロ波プラズマエッチング装置の要部縦断面構成図である。

図３で、真空容器１０は、その頂部が開放した構造となっている。真空容器１０は、例えば、アルミニウムで形成されている。真空容器１０の頂部開放部の形状は、この場合、平面視略円形である。真空容器１０の側壁底部には、排気ノズル１１が形成されている。真空排気装置２０は、真空容器１０外に設置されている。排気ノズル１１と真空排気装置２０の吸気口とは、排気管２１で連結されている。排気管２１には、開閉弁（図示省略）、排気抵抗可変弁（図示省略）などが設けられている。

図３で、内部にプラズマ生成領域を有する手段である放電ブロック３０は、その形状がマイクロ波の進行方向に対して断面積変化の少ない中空円筒であり、マイクロ波不透過材、この場合、アルミニウムの内面を予めフッ化処理した材料で形成されている。放電ブロック３０は、その内部中空の軸心を略垂直軸とし、該内部中空を真空容器１０の頂部開放部を介し真空容器１０に連通されて

真空容器１０の頂壁に気密に構設されている。放電ブロック３０の頂部には、その内部中空の上端部を気密に封止してマイクロ波透過窓４０が設けられている。マイクロ波透過窓４０は、石英、アルミナなどのマイクロ波透過材料で形成されている。つまり、真空容器１０内、放電ブロック３０の内部中空及びマイクロ波透過窓４０により外部から遮断された空間５０が形成される。

図３で試料台軸６０が、その上部を空間５０に突出させ、また、その下部を真空容器１０外に突出させた状態で真空容器１０の底壁と試料台軸６０とは、電気絶縁部材７０により電気的に絶縁されている。試料台６１は、一方の面、この場合、上面に試料設置面を有している。試料台６１は、その試料設置面を略水平面として試料台軸６０の上端に設けられている。なお、試料台軸６０と試料台６１とは、一体に形成されていても勿論良い。この場合、空間５０の外には、バイアス用電源である高周波電源８０が設置されている。試料台軸６０は、高周波電源８０に接続されている。高周波電源８０は、接地されている。試料台軸６０及び試料台６１は、導電材料で形成され、試料台６１は、試料台軸６０と導通状態にある。一方、真空容器１０は接地され、また、この場合、放電ブロック３０も真空容器１０を介して接地されてい

る。なお、バイアス用電源としては、この他に直流電源などの使用も可能である。また、この場合、試料台６０の内部には、冷媒流路（図示省略）が形成され、試料台軸６１の内部には、冷媒流路に連通して冷媒供給路（図示省略）冷媒排出路（図示省略）がそれぞれ形成されている。冷媒供給装置（図示省略）が空間５０外に設置されている。冷媒供給装置の冷媒供給口と試料台軸６０の冷媒供給路とは、冷媒供給管（図示省略）で連結されている。試料台軸６０の冷媒排出路には、冷媒排出管（図示省略）の一端が連結され、その他端は、冷媒回収槽（図示省略）に連結もしくは大気開放されている。

図３で、マイクロ波透過窓４０と試料台６１の試料設置面、つまり、該試料設置面に半導体素子基板などの試料９０が設置された場合はその被処理面とは、この場合、上下方向に対向した状態となり、それらの面は略平行状態となる。なお、放電ブロック３０の内部中空の軸心、マイクロ波透過窓４０の中心および試料台６１の試料設置面、つまり、試料９０の被処理面の中心がそれぞれ略一致するように構成されることが望ましい。

図３で、放電ブロック３０の内部には、ガス供給路１００が形成されている。処理ガス源１０１が、空間５０の外に設置されている。処理ガス源１０１とガス供給路

１００の一端とは、ガス供給管１０２で連結されている。ガス供給管１０２には、開閉弁（図示省略）、ガス流量制御器（図示省略）などが設けられている。ガス供給路１００の他端は、放電ブロック３０の高さ方向の上端部から途中部との間で放電ブロック３０の内部中空に開口させられている。

図３で、放電ブロック３０の外側には、該ブロック３０を内部に含んだ状態で導波管１１０が配設されている。導波管１１０は、真空容器１０で終端している。導波管１１０の形状は、この場合、略円筒形である。導波管１１０の閉止端壁である頂壁と放電ブロック３０の上端部面（マイクロ波透過窓４０の上面）との間には、所定の高さ（間隔）を有する空間１２０が形成されている。この場合、導波管１１０の頂壁のマイクロ波透過窓４０の上面と対向する部分には、開口が形成されている。なお、該開口は、上記の位置に必ずしも設けられる必要はない。空間５０，１２０の外には、マイクロ波を発振する手段であるマグネトロン１３０が設けられている。マグネトロン１３０と導波管１１０とは、導波管１１１，１１２で連結されている。導波管１１１，１１２内は、導波管１１０の頂壁の開口を介して空間１２０と連通状態にある。ここで、導波管１１１は、矩形・円形直角変換用の

導波管であり、また、導波管１１２は、矩形の導波管である。なお、マグネトロン１３０と導波管１１０とは、その他のマイクロ波伝播手段、例えば、同軸ケーブルなどで連結されていても良い。

図３で、導波管１１１０の側壁外周には、磁界を発生する手段である空心コイル１４０，１４１が、高さ方向には、この場合、２段環装されている。更に、この場合、空心コイル１４０は空間１２０に、また、空心コイル１４１は放電ブロック３０の外周側面に略対応させられている。空心コイル１４０，１４１は、ＯＮ－ＯＦＦ手段（図示省略）や通電量調節手段（図示省略）などをそれぞれ介して電源（図示省略）に接続されている。

図３で、開閉弁、排気抵抗可変弁を開弁し真空排気装置２０を作動することで、空間５０は減圧排気される。また、ガス供給管１０２、開閉弁、ガス流量制御器など、ガス供給路１００を開して処理ガス源１０１から放電ブロック３０の内部中空に所定流量で所定のエッチング用ガスが導入される。つまり、空間５０には、エッチング用ガスが導入される。空間５０に導入されたエッチング用ガスの一部は、排気抵抗可変弁の弁開度調節により真空排気装置２０により排気され、これにより、空間５０の圧力は、所定のエッチング処理圧力に調節される。

また、図３で公知の搬送手段（図示省略）で試料９０が、この場合、１個真空容器１０内に搬入される。真空容器１０内に搬入された試料９０を渡した搬送遮断は、試料９０の処理を阻害しない場所に退避させられる。試料台６１に渡された試料９０は、試料台９０の試料設置面に被処理面上向き姿勢にて設置される。また、空心コイル１４０，１４１が作動され放電ブロック３０の内部中空には、磁界が印加される。

図３では、マイクロ波を用いてプラズマを発生させているが、本発明は何ら特定のプラズマの発生手段に限定されるものではない。高周波を用いてプラズマを発生する場合にも同様に適用できることは勿論である。

処理室の表面をフッ化する方法は、①処理室構造部材を高温（２００℃～６００℃）にし、フッ素を含有するガスを流す、②フッ素を含有するガスを用いてプラズマを発生させ、このプラズマ雰囲気中に処理室構造部材を設置するなどがある。

なお、処理室として、その表面をフッ化処理した材料を用い、フッ素を含有するガスでプラズマを発性させ、プラズマ処理する場合においても除々に処理室内面上に付着物が付いてくる。このため、フッ化処理した表面をもつ材質を処理室に用いた場合でも、一枚毎もしくは複

数枚毎にクリーニングを行う必要がある。このクリーニングとしては、酸素含有ガスを用いることが好ましい。

なお、これまでは処理室の材質としてアルミニウムの場合について述べたが、これに限定されるものではない、アルミニウムの表面をアルマイト処理したもの、アルミナ膜（Al_2O_3）あるいはアルミナを主成分とした膜（ムライトなど）を付着させたもの、あるいは他の金属や他の絶縁物（膜および単体）でも同様の効果がある。絶縁物（膜または単体）を用いた場合、少ないフッ化処理で同等の効果がある。

また、図２では試料として、シリコン酸化膜の場合について述べたが、シリコン窒化膜においても同様の効果が得られる。

これまでは処理室表面を予めフッ化処理して用いる場合を述べてきたが、フッ素原子を含む膜を、予め処理室表面に付着させても同様な効果が得られる。

この発明によれば、フッ素原子を含むガスプラズマを使用するプラズマ処理装置において、処理室構成材料のフッ化の進行にともなうプセス特性の変動を　さくすることができ、信頼性を向上することができる。

請 求 の 範 囲

1． フッ素原子を含むガスを用いて、試料をプラズマ処理する装置において、処理室の内面の少なくとも一部に、フッ素原子を含有する材料を用いることを特徴とするプラズマ処理装置。

2． 処理室の内面の少なくとも一部をフッ素原子を含有する材料を用いて構成し、フッ素原子を含むガスを用いて試料をプラズマ処理するステップと、酸素ガスを含むガスを用いて、処理室をクリーニング処理する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。

3． フッ素原子を含有する処理室材料として、アルミニウムを予めフッ化処理した材料を用いることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

4． フッ化処理前の表面抵抗に対しフッ化処理後の表面抵抗が100倍以上であることを特徴とする請求項3記載のプラズマ処理装置。

5． フッ素原子を含有する処理材料として、表面に酸化アルミ成分を含有する膜を形成したアルミニウムを予めフッ化処理した材料であることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

6． フッ素原子を含むガスを用いて、試料をプラズマ処理する装置において、処理室の内面の少なくとも一部

に、フッ素原子を含有する膜を予め付着した材料を用いることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

