(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3727518号
(P3727518)
(45)発行日　平成17年12月14日(2005.12.14)　(24)登録日　平成17年10月7日(2005.10.7)

(51)Int.Cl.[7]		F I		
H05H	1/46	H05H	1/46	B
B01J	19/08	H05H	1/46	L
C23C	14/34	B01J	19/08	E
C23F	4/00	C23C	14/34	T
H01J	27/16	C23F	4/00	C

請求項の数 2　(全 9 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2000-222505(P2000-222505)
(22)出願日　平成12年7月24日(2000.7.24)
(65)公開番号　特開2002-43094(P2002-43094A)
(43)公開日　平成14年2月8日(2002.2.8)
審査請求日　平成15年2月13日(2003.2.13)

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100080827
弁理士　石原　勝
(72)発明者　山本　昌裕
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　岡本　匡史
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　村岸　勇夫
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】プラズマ処理装置及びプラズマクリーニング方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
真空室とＲＦ印加アンテナと複数枚のグリッド電極と前記ＲＦ印加アンテナに対向して設けられた誘電体窓からなるプラズマ源を有し、前記真空室とは別の真空処理室内にターゲットを備え、前記真空処理室内の基板を処理するプラズマ処理装置において、前記誘電体窓と前記グリッド電極の間に遮蔽物を挿入可能に構成すると共に、前記誘電体窓と前記ＲＦ印加アンテナとの間の距離を可変する手段を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。
【請求項２】
真空処理室内にガスを導入しながら排気し、真空室内に複数枚のグリット電極を備えたプラズマ源における誘電体窓に対向して設けられたＲＦ印加アンテナに、ＲＦ電力を印加することで、前記真空処理室内にプラズマを発生させることで基板を処理するプラズマクリーニング方法において、前記真空室内で、誘電体窓とグリッド電極との間に遮蔽物を挿入したままでプラズマを発生させ、誘電体窓とＲＦ印加アンテナの間の距離を通常プロセスより近づけることにより誘電体窓の表面を清浄にすることを特徴とするプラズマクリーニング方法。
【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及びプラズマクリーニング方法に関するものである。

【０００２】
【従来の技術】
高周波やマイクロ波を印加することによりプラズマを発生させて処理を行うプラズマ処理装置は様々な利用がなされている。イオンをターゲットに高エネルギーで衝突させることでスパッタリング現象を生じさせ、ターゲットに対向する面に置かれた基板に薄膜を堆積させるスパッタリングや、イオンを基板に衝突させることで基板表面を加工するドライエッチングやイオンミリングなどの例があげられる。
【０００３】
プラズマ処理装置におけるプラズマ発生部をイオンビームソースに構成したイオンビームスパッタの従来例を、図１０、図１１を参照して説明する。
【０００４】
図１０において、２１は真空処理室、２２はその排気口、２３はイオンビームソース、２４はターゲット、２５は処理すべき基板である。真空処理室２１内でターゲット２４の表面と基板２５が対向するように配設され、イオンビームソース２３より加速されて放出されるＡｒイオン２６がターゲット２４の表面にぶつかって、ターゲット２４の原子がスパッタされ、スパッタ粒子２７が飛び出す。このスパッタ粒子２７が基板２５上に付着し、薄膜が形成される。
【０００５】
イオンビームソース２３は、図１１に示すように、真空室３１と、通常アルミナ等の誘電体から成る誘電体窓３２と、ＲＦ印加アンテナ３３と、真空室３１にＡｒガスを導入するガス導入口３４と、複数枚のグリッド電極３５にて構成されている。真空室３１と誘電体窓３２とグリッド電極３５で囲まれた空間にガス導入口３４よりマスフローコントローラで制御されたＡｒ等のガスを導入し、誘電体窓３２の外側よりＲＦ印加アンテナ３３を用いて高周波電力を投入することにより、真空室３１と誘電体窓３２とグリッド電極３５で囲まれた空間に高周波と誘導結合したプラズマ３６が生じる。そして、グリッド電極３５に印加する電圧をコントロールすることにより、プラズマ中からＡｒイオン２６を引き出し、加速してイオンビームとして真空処理室２１に向けて放出し、かつそのビーム径を調整することができる。
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、真空室３１の一部に設けた誘電体窓３２を通過させて真空室３１内に高周波やマイクロ波を供給してプラズマ３６を発生させるようにしたイオンビームソース２３などを用いたプラズマ処理装置において、処理に伴って誘電体窓３２に堆積物が堆積し、高周波やマイクロ波の供給を妨げる場合がある。例えば、ＲＦ励起イオンビームソース２３の場合、プラズマ３６中のイオンがグリッド電極３５で加速されて真空処理室２１内に供給されるのであるが、イオンの一部はグリッド電極３５に高エネルギーで衝突し、このときのスパッタリング現象により、グリッド電極材料自身が真空室３１内に飛散する。
【０００７】
グリッド電極材料は通常モリブデン等の金属材料が用いられるが、この飛散した金属は真空室３１の壁面に付着する。特にグリッド電極３５に対向した誘電体窓３２壁面に多く付着する。誘電体窓３２に金属膜が付着すると、遮蔽効果により真空室３１内部への高周波導入が困難となる。誘電体窓３２への金属膜の付着量は連続的に増加し、それに伴い真空室３１内部のプラズマと高周波印加用アンテナ３３の結合状態も変化する。これはプロセスの不安定要因となるばかりでなく、付着量が多くなると、真空室３１内部に高周波電力を供給できなくなってしまう。また、真空室３１の壁面全面にも同様にグリッド電極材料が堆積するため、真空室３１のどの部分から高周波を導入しても同様の問題が生じる。
【０００８】
このように誘電体窓３２にグリッド電極材料が堆積すると、真空室３１内部を大気圧に戻して誘電体窓３２を取外し、ブラスト処理等によって堆積膜を除去するというメンテナンスを実行する必要があり、装置の稼働率低下の原因となっていた。また、上記イオンビー

ムソース２３を用いたスパッタリングの場合だけでなく、金属膜をドライエッチングする場合においても同様の問題が生じる。

【０００９】

本発明は、上記従来の問題点に鑑み、高周波電力を導入する誘電体窓に堆積した堆積物を真空室を大気開放せずにクリーニングできるプラズマ処理装置及びプラズマクリーニング方法を提供することを目的としている。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項１のプラズマ処理装置は、真空室とＲＦ印加アンテナと複数枚のグリッド電極と前記ＲＦ印加アンテナに対向して設けられた誘電体窓からなるプラズマ源を有し、前記真空室とは別の真空処理室内にターゲットを備え、前記真空処理室内の基板を処理するプラズマ処理装置において、前記誘電体窓とグリッド電極の間に遮蔽物を挿入可能に構成したものである。

【００１１】

この構成において、プラズマ発生手段として用いるＲＦ印加アンテナからＲＦが導入される誘電体窓は、イオンと電子の移動度の違いにより負の電圧が生じる。その結果プラズマガス種が通常用いられるＡｒ、Ｋｒ、Ｘｅであれば、それらの陽イオンがＲＦ印加アンテナの方向に加速されることになり、むしろ誘電体窓をエッチングする傾向となるが、実際には誘電体窓上におけるグリッド材料などの堆積レートがエッチングレートより大きいことによりグリッド材料などが堆積することになる。そこで、誘電体窓とグリッド電極との間に遮蔽物を挿入して真空室内でプラズマを発生することにより、誘電体窓に堆積した堆積物をスパッタして除去することができ、真空室の大気開放を伴うメンテナンスの周期を長くすることができ、装置稼働率を向上することができる。

【００１２】

加えて請求項１のプラズマ処理装置は、誘電体窓とＲＦ印加アンテナの間の距離を可変する手段を設けたものである。

【００１３】

この構成において、ＲＦ印加アンテナより発生する電磁場は誘導結合的な成分と容量結合的な成分の強度比が、ＲＦ印加アンテナからの距離によって変化することが知られている。アンテナからの距離をｒとすると、誘導結合的な成分はｒに反比例し、容量結合的な成分はｒの２乗に反比例する。一方、容量結合成分の強度を強めることで誘電体窓をスパッタする効果は強まる。よって、誘電体窓とＲＦ印加アンテナの間の距離を変化させることにより、プラズマ発生時に誘電体窓に生じる負の電圧を調整することができ、誘電体窓上における堆積物の堆積レートとエッチングレートを概ね同じに調整し、又は一定時間使用するごとに誘電体窓上における堆積物のエッチングレートが堆積レートより大きくなる状態に調整して堆積物をスパッタして除去することができる。

【００２０】

また、請求項２のプラズマクリーニング方法は、真空処理室内にガスを導入しながら排気し、真空室内に複数枚のグリット電極を備えたプラズマ源における誘電体窓に対向して設けられたＲＦ印加アンテナに、ＲＦ電力を印加することで、前記真空処理室内にプラズマを発生させることで基板を処理するプラズマクリーニング方法において、真空室内で、誘電体窓とグリッド電極との間に遮蔽物を挿入したままでプラズマを発生させ、誘電体窓とＲＦ印加アンテナの間の距離を通常プロセスより近づけることにより誘電体窓の表面を清浄にするものであり、グリッド電極をスパッタさせることなく、誘電体窓に付着した堆積物をスパッタさせて除去することができる。

【００２２】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のプラズマ処理装置をイオンビームソースを用いたスパッタ装置に適用した一実施形態について、図１～図７を参照して説明する。

【００２３】

図１において、１は真空処理室、２はその排気口、３はイオンビームソース、４はターゲット、５は処理すべき基板である。

【００２４】

イオンビームソース３は、図２に示すように、真空室１１、誘電体窓１２、ＲＦ印加アンテナ１３、真空室１１にＡｒガスを導入するガス導入口１４、グリッド電極１５、副真空室１６、遮蔽板１７にて構成されている。誘電体窓１２は、例えばアルミナ、石英などの誘電体を用いれば良いが、なかでもアルミナを用いるのが好ましい。ＲＦ印加アンテナ１３は外径１００ｍｍで、マッチング回路を介して高周波電源（図示せず）に接続されている。

【００２５】

ＲＦ印加アンテナ１３は真空室１１の端面に対向するように配設したものに限らず、図３、図４に示すように、真空室１１のどの面に対向させて配設しても良い。ただし、ＲＦ印加アンテナ１３から真空室１１内に高周波電力を導入するために、真空室１１の壁面の内、少なくともＲＦ印加アンテナ１３に面する部分は誘電体とする必要がある。また、グリッド電極１５より飛び出す金属粒子が付着し難くするためには、図３、図４の配置の如く、グリッド電極１５面と対向しない位置に誘電体窓１２及びアンテナ１３を配置する方が好ましい。

【００２６】

グリッド電極１５は、３枚あるいは４枚の直径１５０ｍｍの電極から構成されており、直径５ｍｍの穴が千鳥状の配列で形成されている。発生したプラズマ中のＡｒイオンはこの穴を通過して真空処理室１に導入される。グリッド電極１５の材料はモリブデン等が用いられる。また、プロセス中のグリッド電極１５と誘電体窓１２の表面の距離は８０ｍｍ程度の距離で使用される。

【００２７】

副真空室１６は、真空室１１の壁面に設けられ、遮蔽板１７が真空室１１を横断してグリッド電極１５を遮蔽した位置とこの副真空室１６内で待機した位置との間で出退可能に収容配置されている。遮蔽板１７の材質は金属であっても誘電体であってもよいが、アルミナや石英等の誘電体の方が好ましく、より好ましくは誘電体窓１２と同じ材料を用いると良い。遮蔽板１７を出退させる機構は、例えばエアシリンダやモータ等を使用することで実現できる。出退時の遮蔽板１７の移動軌跡は曲線でも円弧でもよいが、直線である方が単純でより好ましい。

【００２８】

このイオンビームソース３から供給されるＡｒイオンビームによりスパッタターゲット４をスパッタし、基板５にターゲット材料の膜を堆積するプロセスの例について説明すると、イオンビームソース３の真空室１１内にガス導入口１４からＡｒガスを１５ｓｃｃｍ導入し、ＲＦ印加アンテナ１３からの投入電力を１５０Ｗにすると、ビーム電流が２００ｍＡ程度流れる。

【００２９】

この状態の積算使用時間が１００時間程度になると、ビーム電流を２００ｍＡとするためにはＲＦ投入電力を１８０Ｗにする必要がある。さらに、積算使用時間が１５０時間程度になると、誘電体窓１２にグリッド電極１５の材料であるモリブデンが堆積し、ビーム電流を２００ｍＡとするためのＲＦ投入電力は２００Ｗを越えてしまう。また、この状態では、誘電体窓１２に付着したモリブデン膜に流れる渦電流が誘電体窓１２を加熱して破壊してしまう危険が大きくなる。

【００３０】

そこで、遮蔽板１７を真空室１１とグリッド電極１５の間を遮断するように挿入し、プラズマを発生させる。これにより、グリッド電極１５はスパッタされることなく、誘電体窓１２がエッチングされ、誘電体窓１２の表面のモリブデン膜を除去することができる。この作用により、大気開放を伴うメンテナンスを行う回数を減少させることができる。

【００３１】

誘電体窓１２の表面形状は平面でも良いが、例えば図５に示すように、凹凸を形成して立体形状にすると、表面積を増やすことができるため、メンテナンスまでの寿命を長くとることができる。

【００３２】

また、図６、図７に示すように少なくとも２枚以上の誘電体窓１２を重ねて配設し、その内の少なくとも１枚に穴をあけて、それぞれの誘電体窓１２の相対位置を移動可能に構成すると、誘電体窓１２にグリッド材料が堆積した場合でも、複数の誘電体窓１２の相対位置を変化させることにより、メンテナンスまでの寿命を長くとることができる。

【００３３】

また、グリッド電極１５の内、少なくともプラズマに接する側の１枚、あるいは全てのグリッド電極１５の表面の一部又は全面に、誘電体の表面コーティングを施すのが好ましい。このように、グリッド電極１５の表面に誘電体のコーティングを施すことにより、グリッド電極１５がスパッタされることを防ぐことができ、誘電体窓１２に堆積物の堆積が生じるのを抑制することができる。

【００３４】

上記実施形態では、誘電体窓１２とグリッド電極１５の間に遮蔽板１７を挿入した状態でプラズマを発生させて誘電体窓１２をクリーニングする例を示したが、図８に示すように、ＲＦ印加アンテナ１３を移動手段１８にて誘電体窓１２に対して遠近方向に移動可能に構成し、誘電体窓１２との間の距離を可変できるように構成してもよい。この場合、誘電体窓１２とＲＦ印加アンテナ１３の間の距離を通常プロセスより近づけることにより誘電体窓１２に付着した堆積物をスパッタして除去し、誘電体窓１２の表面を清浄にすることができる。

【００３５】

すなわち、ＲＦ印加アンテナ１３と誘電体窓１２との間の距離を変化させることでプラズマ発生時に誘電体窓１２に生じる負の電圧を調整することができ、それにより、一定時間使用するごとに誘電体窓１２上における堆積物のエッチングレートが堆積レートより大きくなるように調整することで、誘電体窓１２上の堆積物をスパッタしてクリーニングすることができる。また、誘電体窓１２上における堆積物の堆積レートとエッチングレートを概ね同じに調整してもよい。

【００３６】

移動手段１８は、図示例では、ＲＦ印加アンテナ１３を取付けた台座と固定したラック１８ａとこれに噛合する歯車列１８ｂとモータ１８ｃにて構成したものを示したが、歯車列１８ｂに代えてベルト駆動にしたり、ラック・歯車機構に代えて送りねじ機構を用いたり、シリンダ機構を用いたりしても良いことは言うまでもない。また、図示例のように遮蔽板１７と併用しても、遮蔽板１７を設けなくもよい。

【００３７】

さらに、少なくとも１枚以上のグリッド電極１５に０又は正の電圧をかけながら、プラズマを発生させても、グリッド電極１５をスパッタさせることなく、誘電体窓１２に付着した堆積物をスパッタさせて除去することができ、誘電体窓１２の表面を清浄化することができる。

【００３８】

また、上記実施形態では、イオンビームソース３を用いたスパッタ装置の例を示したが、図９に示すように、ドライエッチング装置に対しても同様に適用することによって同様の作用効果を得ることができる。図９の例では、真空処理室１に誘電体窓１２が臨み、その外側に対向してＲＦ印加アンテナ１３が配設され、真空処理室１内に誘電体窓１２と対向して基板５が配設され、基板５と誘電体窓１２との間に遮蔽板１７が挿入可能に構成されている。

【００３９】

また、このようなドライエッチング装置においても、ＲＦ導入部の誘電体窓１２の形状を、図５～図７に示したように立体形状にすることで同様の効果を得ることができる。また

、誘電体窓１２とＲＦ印加アンテナ１３の距離を調整してプラズマを発生させたり、基板５側に０又は正の電圧を印加してプラズマを発生させたりすることによっても、誘電体窓１２に付着した金属膜を除去することができる。

【００４０】

【発明の効果】

本発明のプラズマ処理装置及びプラズマクリーニング方法によれば、以上のように高周波電力を導入する誘電体窓に堆積した堆積物を真空室を大気開放せずにクリーニングでき、また誘電体窓の表面積を増加させ、堆積物の堆積膜厚を減少することができ、大気開放を伴うメンテナンスの回数を減少できて装置の稼働率を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態のスパッタ装置の概略構成図である。

【図２】同実施形態におけるイオンビームソースの概略構成図である。

【図３】同実施形態のプラズマ源におけるＲＦアンテナの他の配置例を示し、（ａ）は正面図、（ｂ）は側面図である。

【図４】同実施形態のプラズマ源におけるＲＦアンテナの別の配置例を示し、（ａ）は正面図、（ｂ）は側面図である。

【図５】同実施形態における誘電体窓の他の構成例を示し、（ａ）は縦断正面図、（ｂ）は側面図である。

【図６】同実施形態における誘電体窓の別の構成例を示し、（ａ）は縦断正面図、（ｂ）は側面図である。

【図７】同実施形態における誘電体窓のさらに別の構成例を示し、（ａ）は縦断正面図、（ｂ）は側面図である。

【図８】本発明の他の実施形態におけるイオンビームソースの概略構成図である。

【図９】本発明の別の実施形態のドライエッング装置の概略構成図である。

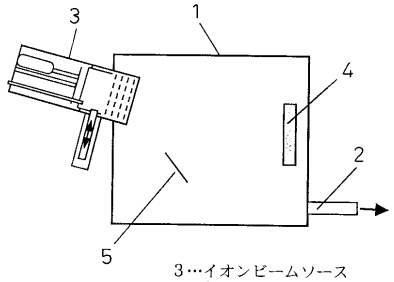
【図１０】従来例のスパッタ装置の概略構成図である。

【図１１】同従来例におけるプラズマ源の概略構成図である。

【符号の説明】

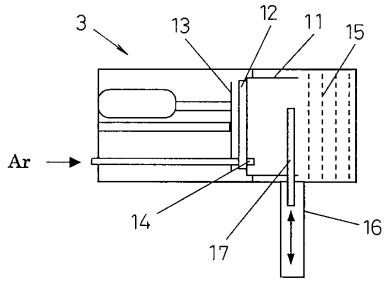
１　真空処理室
３　プラズマ源
５　基板
１１　真空室
１２　誘電体窓
１３　ＲＦ印加アンテナ（プラズマ発生手段）
１５　グリッド電極
１７　遮蔽板

【図１】



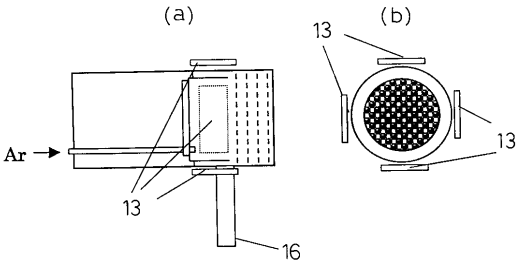
３…イオンビームソース
５…基板

【図２】

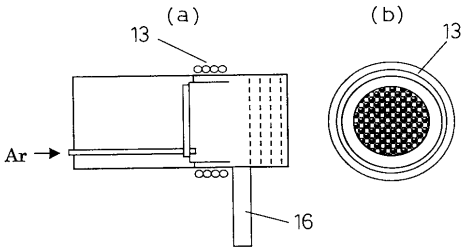


１１…真空室
１２…誘電体窓
１３…ＲＦ印加アンテナ（プラズマ発生手段）
１５…グリッド電極
１７…遮蔽板

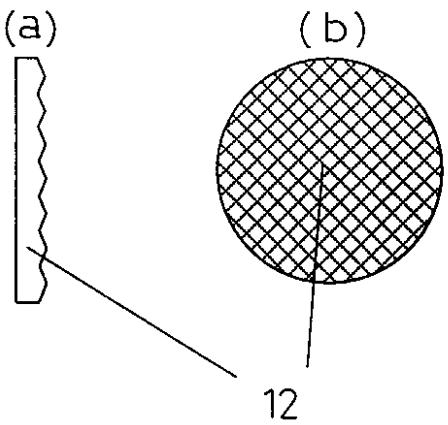
【図３】



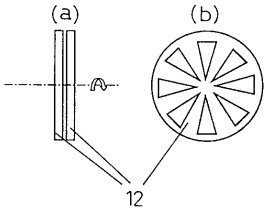
【図４】



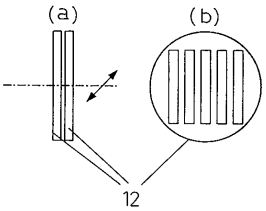
【図５】



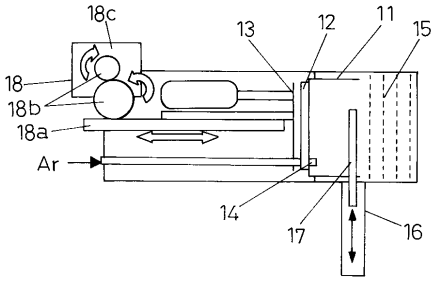
【図６】



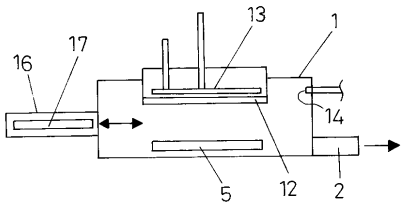
【図７】



【図８】

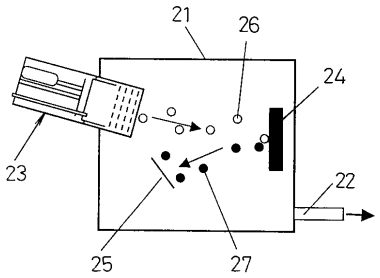


【図９】

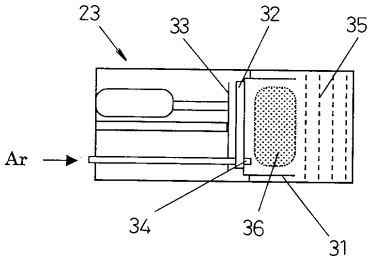


１…真空処理室

【図１０】



【図１１】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]	FI	
H01J 37/30	H01J 27/16	
H01L 21/3065	H01J 37/30	Z
	H01L 21/302	A

審査官　山口　敦司

(56)参考文献　特開平１１－３０２８７９（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－０８６１２７（ＪＰ，Ａ）
特表平０４－５０４０２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１１３１７３（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１０７０７３（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－３０２９９７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)

H05H 1/46
B01J 19/08
C23C 14/34
C23F 4/00
H01J 27/16
H01J 37/30
H01L 21/3065