

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3720777号  
(P3720777)

(45) 発行日 平成17年11月30日(2005.11.30)

(24) 登録日 平成17年9月16日(2005.9.16)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H O 1 L 21/3065

F I

H O 1 L 21/302 1 O 1 G

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-42513 (P2002-42513)	(73) 特許権者	501387839 株式会社日立ハイテクノロジーズ 東京都港区西新橋一丁目24番14号
(22) 出願日	平成14年2月20日(2002.2.20)	(74) 代理人	110000350 特許業務法人 日東国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2003-243373 (P2003-243373A)	(74) 代理人	100068504 弁理士 小川 勝男
(43) 公開日	平成15年8月29日(2003.8.29)	(72) 発明者	頃安 邦彦 山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロ ジーズ 笠戸事業所内
審査請求日	平成15年2月21日(2003.2.21)	(72) 発明者	古瀬 宗雄 山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロ ジーズ 笠戸事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置用保護膜の取付け方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマ処理装置の処理室内部品の外面に設ける保護膜の取付け方法において、前記保護膜を耐プラズマ性且つ吸水性を有する樹脂材料で形成し、前記保護膜を吸水膨張させ、その内側に処理室内部品を嵌めこんだ後、前記保護膜を加熱して水分を蒸発させて、収縮させ、前記部品に保護膜を固定させることを特徴とするプラズマ処理装置用保護膜の取付け方法。

【請求項2】

プラズマ処理装置の処理室内部品の外面に設ける保護膜の取付け方法において、前記保護膜を耐プラズマ性且つ吸水性を有する樹脂材料で形成し、前記保護膜を吸水膨張させ、その内側に処理室内部品を嵌めこんだ後、前記保護膜を大気圧より低い圧力に保持し、前記保護膜中に含有する水分を蒸発させて収縮させ、前記部品に保護膜を固定させることを特徴とするプラズマ処理装置用保護膜の取付け方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマを用い試料に高周波バイアス電圧を印加して試料を処理するプラズマ処理装置とプラズマ処理装置の処理室内に設けられるプラズマ処理装置用保護膜及びその取付け方法に関する。

【0002】

**【従来の技術】**

従来、プラズマを用いた試料に高周波バイアス電圧を印加して試料を処理するプラズマ処理装置としては、例えば、特開2001-57361号公報に記載のような装置が知られている。該公報に開示された装置は、次のようになっている。

**【0003】**

プラズマ処理室上部に電磁波を放射するアンテナが設けられる。プラズマ処理室下部に試料としてのウエハを載置する下部電極が設けられる。アンテナから放射する電磁波と磁場形成手段による磁場との相互作用により、プラズマ処理室内部に導入した処理ガスをプラズマ化する。アンテナに印加するバイアス電力と下部電極に印加するバイアス電力によってプラズマ中のイオンやラジカルを制御し、ウエハにエッチング処理を行う。エッチング処理には、処理ガスとしてフッ化炭素系のガスを含む混合ガスを用い、シリコン酸化膜をエッチングする。

10

**【0004】**

プラズマ処理室内壁には、ポリエーテルイミド等の樹脂層でなる、厚み2mmの側壁スリーブが取り外し可能に配設されている。これにより、プラズマ処理室を構成する金属壁面からの金属汚染を防止するとともに、樹脂層への炭素系堆積物を安定に堆積させ異物発生を抑制する。

**【0005】**

また、汚染防止のために樹脂を用いた他の従来技術として、特公平4-62170号公報(USP4397724号明細書)に記載のものが挙げられる。該公報には、内部表面の少なくともある程度がポリアリーレート重合体で被覆された反応容器内にウエハをマウントしてエッチング処理すること、および被覆の厚さは約16分の1インチにすると有利であることが開示されている。

20

**【0006】****【発明が解決しようとする課題】**

プラズマエッチング装置では、プラズマ照射に起因する処理室内からの異物発生を抑制することが求められる。異物の発生を抑制するために、処理室内の内壁面および処理室内の部品表面に保護膜を形成する。処理室内の内壁面に対しては、前述の前者従来技術(特開2001-57361号公報)のように、ポリエーテルイミド等の樹脂でなる側壁スリーブ(円筒状のライナー)を処理室内壁表面に配設することで、異物の発生を抑制できる。また、処理室内の部品表面に対しては、耐プラズマ性の被膜を形成することが一般的に行われている。耐プラズマ性被膜の形成は、アルマイト処理等の耐プラズマ材への改質処理や、耐プラズマ性高分子材料によるコーティング処理によって行われる。

30

**【0007】**

前者従来技術(特開2001-57361号公報)は、処理室内の内壁面への樹脂層(保護膜)の取付けに関して考慮されたものであるが、プラズマに対するアース対策および処理室内の部品表面への取付けに関しては十分に配慮されていなかった。

**【0008】**

すなわち、シリコン酸化膜のエッチングのように高エネルギーイオンの入射が不可欠なプロセスでは、下部電極に大きな高周波バイアス電力の印加が必要となる。一方、プラズマの生成とウエハへのプラズマ中のイオンの入射エネルギーを独立に制御する装置、例えば、上述のような高周波電力の電磁波を放射するアンテナと、アンテナに対向して配置されバイアス電圧が印加される下部電極とをプラズマ処理室内に有する装置、または、高周波電力が供給される上部電極と、上部電極に対向して配置されバイアス電圧が印加される下部電極とをプラズマ処理室内に有する装置では、下部電極に印加されたバイアス用の高周波電力に対して、対向するアンテナまたは上部電極がアース電極として働くように構成されている。しかしながら、このように構成された装置においても、電氣的に接地されたプラズマ処理室内壁面がプラズマによりエッチングされてしまう。これは、下部電極に対向するアンテナや上部電極が高周波電力に対する完全なアースになっていないことを示す。また、電氣的に接地されたプラズマ処理室とプラズマとの間にシースが形成され、プラ

40

50

ズマ処理室も高周波電力に対するアース電極になっていることを示す。

【0009】

しかし、前者従来技術では、処理室内壁面に設けられる側壁スリーブの厚みは2mmと厚い。このため、該側壁スリーブは高周波電力に対して処理室とプラズマとの間の抵抗体となり、処理室がアース電極としての効果を損なう。その結果、側壁スリーブの表面はプラズマプロセスで使用するガスの成分からなるデポ物で覆われてしまい、デポ物による異物発生という問題が生じる。

【0010】

また、前者従来技術では、側壁スリーブの外形を処理室内壁の内径よりも0.1mm程度小さくして、処理室への取付けを容易にしてある。プラズマ処理時には、プラズマからの入熱によって側壁スリーブは膨張し処理室内壁に密着する。これにより、処理室内壁との間の熱伝導を良くしている。しかしながら、このような側壁スリーブは、プラズマ処理時に熱膨張するので、処理室内の部品のように部品の外側の表面に対して適用することができない。

10

【0011】

他方、処理室内の部品表面に耐プラズマ性の被膜を形成する方法では、被膜がプラズマからのイオンのスパッタ作用によって消耗するため、被膜の膜厚によって異物の抑制効果の維持時間が決まる。また、被膜の膜厚はその形成手法により限りがあり、制限無く厚くすることはできない。プラズマ処理の繰り返しによって、被膜が消耗すれば再び被膜を形成する必要がある。このような保守においては、被膜の再形成のタイミング及びその処理コストが重要となる。さらに、形成された被膜の厚みによっては、被膜がプラズマと接地された処理室内部品との間の抵抗体となり、該部品によるアース電極としての効果を損なうことになる。

20

【0012】

また、同様に前述の後者従来技術(特公平4-62170号公報)もプラズマに対するアースの点について十分に配慮されていなかった。すなわち、後者従来技術のように、プラズマ処理室内を厚さ約16分の1インチのポリアリーレート重合体で被覆した場合は、プラズマ処理室内壁がプラズマのアースとして機能しなくなる。このため、プラズマはアースを求めて拡散することになり、エッチングに使用されるプラズマが薄い低密度のプラズマとなる。また、アース電位が決まらないため、プラズマ処理室内に生成されたプラズマは拡散し、エッチング処理するウエハ上のプラズマ密度が薄くなる。これにより、ウエハのエッチング速度が低下してしまうという問題がある。

30

【0013】

本発明の第1の目的は、処理室内部品の外面を保護する保護膜を容易に交換することのできるプラズマ処理装置を提供することにある。

【0014】

第2の目的は、プラズマ処理装置の処理室内部品の外面への取付けを容易にできるプラズマ処理装置用保護膜を提供することにある。

【0015】

第3の目的は、プラズマ処理装置の処理室内部品の外面への保護膜の取付けを容易にできるプラズマ処理装置用保護膜の取付け方法を提供することにある。

40

【0016】

本発明の第4の目的は、処理室内部品のプラズマに対するアースとしての効果を損なうことなく、処理室内部品の外面を保護することのできるプラズマ処理装置を提供することにある。

【0017】

本発明の第5の目的は、アース電極として作用させるプラズマ処理室からの金属汚染を防止するとともにプラズマに曝される面の温度制御を容易に行うことのできるプラズマ処理装置を提供することにある。

【0018】

50

**【課題を解決するための手段】**

上記第1の目的は、処理室内にプラズマを発生させ、試料を処理するプラズマ処理装置において、処理室内の部品の外面に、耐プラズマ性且つ吸水性を有する樹脂材料で形成された保護膜を膨張収縮させて密着固定し、プラズマと部品との電氣的絶縁を防止することにより、達成される。

**【0019】**

上記第2の目的は、プラズマ処理装置の処理室内部品の外面に設ける保護膜において、保護膜を耐プラズマ性且つ吸水性を有する樹脂材料で形成し、吸水時に処理室内部品の外形より大きくなる形状とすることにより、達成される。

**【0020】**

上記第3の目的は、プラズマ処理装置の処理室内部品の外面に設ける保護膜の取付け方法において、保護膜を耐プラズマ性且つ吸水性を有する樹脂材料で形成し、保護膜を吸水膨張させ、その内側に処理室内部品を嵌めこんだ後、保護膜を加熱して水分を蒸発させて、収縮させ、処理室内部品に保護膜を固定させることにより、達成される。

**【0021】**

また、上記第3の目的は、プラズマ処理装置の処理室内部品の外面に設ける保護膜の取付け方法において、前記保護膜を耐プラズマ性且つ吸水性を有する樹脂材料で形成し、前記保護膜を吸水膨張させ、その内側に処理室内部品を嵌めこんだ後、前記保護膜を大気圧より低い圧力に保持し、前記保護膜中に含有する水分を蒸発させて収縮する事で、前記部品に保護膜を固定させることにより達成される。

**【0022】**

上記第4の目的は、処理室内にプラズマを発生させ、試料を処理するプラズマ処理装置において、処理室内の部品の外面に、比誘電率  $k$  と厚さ  $t$  ( $\mu\text{m}$ ) との関係が  $t/k < 300$  となる高分子材料でなる耐プラズマ性且つ吸水性を有する樹脂材料で形成された保護膜を膨張収縮させて密着固定し、プラズマと部品との電氣的絶縁を防止することにより、達成される。

**【0023】**

上記第5の目的は、プラズマ生成と試料へのイオンの入射エネルギー制御とを独立に行うプラズマ処理装置において、アースに接地された導電体の金属でなりプラズマ処理室内でプラズマと接触する面を、比誘電率  $k$  と厚さ  $t$  ( $\mu\text{m}$ ) との関係が  $t/k < 300$  となる耐プラズマ性高分子材料で被覆することにより、達成される。

**【0024】**

また、耐プラズマ性高分子材料は円筒状ライナーに形成し、円筒状ライナーの外径をプラズマ処理室内の内面の径よりも大きくしたものである。

**【0025】**

また、円筒状ライナーの外周面にシリコン樹脂を配置し、プラズマ処理室内面にシリコン樹脂を介して円筒状ライナーを密着させて取付けたものである。

**【0026】**

また、耐プラズマ性高分子材料は吹き付けもしくは塗布によりプラズマ処理室内面に形成されたものである。

**【0027】**

また、他の態様によれば、プラズマ生成と試料へのイオンの入射エネルギー制御とを独立に行う酸化膜用のプラズマ処理装置において、アースに接地された導電体の金属でなり内部にプラズマが生成されるプラズマ処理室内の内壁面を、比誘電率  $k$  と厚さ  $t$  ( $\mu\text{m}$ ) との関係が  $t/k < 300$  となる耐プラズマ性高分子材料で被覆する。

**【0028】**

また、他の態様によれば、少なくともプラズマに曝される一面がアースに接地された金属で成るプラズマ処理室と、プラズマ処理室内にプラズマ密度が  $1 \times 10^{10}$  個/ $\text{cm}^3$  以上のプラズマを生成するプラズマ生成手段と、プラズマ処理室内に設けられ試料を配置する試料台と、試料台に接続されプラズマ中のイオンを試料に入射させるエネルギーを与える高

10

20

30

40

50

周波バイアス電源とを具備し、高周波バイアス電源のRF出力が1KW以上で与えられるプラズマ処理装置において、プラズマ処理室の金属部の内壁面に、RF出力に対してアース機能を有する耐プラズマ性高分子材料を被覆する。

【0029】

さらに、他の態様によれば、プラズマ生成と試料へのイオンの入射エネルギー制御とを独立に行うプラズマ処理装置において、アースに接地された導電体の金属でなりプラズマ処理室内でプラズマと接触する面に、導電材料を含有する耐プラズマ性高分子材料を被覆する。

【0030】

【発明の実施の形態】

プラズマ処理室の内壁に形成する保護膜は、エッチング等のプラズマ処理によってウエハを汚染しない、あるいはウエハ上に異物等を飛散させない、且つ処理室がプラズマに対して基準電位を与えるためのアース電極として働くようにする必要がある。そのため、保護膜の材料としては、汚染や異物等の発生源とならない材料、例えば、エッチングプロセスに使用するガスおよび被エッチング材料を構成する元素から構成される耐プラズマ性の高分子材料でなる部材にする。さらに、プラズマ処理室がアースとして作用するように電氣的に低い抵抗値の材料及び構造にする。

【0031】

耐プラズマ性高分子材料をプラズマ処理室内壁面に配置する方法としては、耐プラズマ性高分子材料で円筒状ライナーを形成し、円筒状ライナーの外径をプラズマ処理室の内面の径よりも大きくして、材料自体の張力によってプラズマ処理室の内壁面に密着・固定する方法と、プラズマ処理室表面に噴霧あるいは塗布して設ける方法がある。どちらの場合も、プラズマ処理室、すなわち、真空室を形成する金属が直接にプラズマに曝されることがなくなり、壁からの金属等の飛散はなくなる。これにより、半導体素子用のウエハ表面にも浮遊異物が堆積することがなく配線不良の原因となることもない。また、耐プラズマ性高分子材料がプラズマ処理室内壁面に密着して設けられるので、プラズマ処理室を温度調節(温調)することによりプラズマ処理室の内壁からの熱の伝導が良くなり、プラズマに接する表面を狭い温度範囲(温度域)であっても制御性良く温調でき堆積物の付着を容易に防止することが可能となる。

【0032】

また、プラズマ処理室内でプラズマに晒される部品の表面に形成される保護膜は、保護膜の再形成のタイミングとその処理コストが重要な課題となる。また、形成された保護膜の厚みによっては、保護膜がプラズマと被保護部品との間の抵抗体となり、部品が担う接地されたアース電極としての役割を損なうことになる。このために、耐プラズマ性の保護部材である高分子材料の厚みを自由に設定できるライナーにして処理室内部品に装着することが有効である。耐プラズマ性高分子材料のライナーによって処理室内の部品にアース電極としての役割を持たせつつ、該部品をプラズマから保護するには、部品の外周面にライナーを密着させ、ずれないようにしなければならない。この装着方法として、例えば、下部電極カバーのように円筒状の部品の外周面を保護する場合、まず、部品の外径に比べやや小さい内径を有する同じ円筒状の、例えば、ポリイミド等の吸水性を有する耐プラズマ材料によるライナーに形成する。次に、該ライナーに水を吸水させ、それによって膨張したライナーの内側に部品を嵌め込む。一体となった円筒状部品とライナーを加熱または真空雰囲気配置して、ライナーに含まれる水分を蒸発させて収縮させる。これにより、部品に耐プラズマ性のライナーを円筒状のような処理室内部品にも強固に固定させることができる。

【0033】

プラズマ処理室内のプラズマ接触面の材料に耐プラズマ性の樹脂、例えば、ポリアミドイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリテトラフルオロエチレン、ポリベンゾイミダゾール等の高分子材料(比誘電率 $k$ は約2.1~4.2)を用いることで、プラズマ接触面から鉄、クロム、ニッケル等の金属および弗化アルミ

10

20

30

40

50

等の金属化合物は発生しなくなる。

【0034】

さらに、プラズマ処理室内壁面や処理室内の部品外周面に取付ける耐プラズマ性高分子材料を所定の厚さ以下に設定することで、プラズマ処理室にアース機能を持たせることが可能となる。従来技術ではプラズマ処理室内壁にプラズマカバーを配置しており、カバー材の厚さに関しては規定があるものの、材料の物性値までは配慮されていなかった。プラズマに対してプラズマ処理室内壁がアースになるかどうかは材料の厚さと比誘電率とで決まり、比誘電率  $k$  と厚さ  $t$  ( $\mu\text{m}$ ) との関係 ( $t/k$ ) の値が重要であることが分かった。特に高分子材料の場合は、混合する原料および連鎖状態さらには温度によって比誘電率は変化するため、上記比誘電率  $k$  と厚さ  $t$  ( $\mu\text{m}$ ) の値を規定することが重要であること

10

【0035】

また、耐プラズマ性材料に、シリコンや炭素等の導電材料を含有させることにより、プラズマに対するアースとして機能を持たせることもできる。この場合、壁の保護膜が導電材料を含みアースとして作用するので、プラズマがプラズマ処理室内で広く拡散することがない。なお、耐プラズマ性材料に含有させるシリコンや炭素は、素子やレジスト材料と同じなので、ウエハを汚染することはない。

【0036】

さらに、上述の高分子材料でなる耐プラズマ性材料は、主に炭素、酸素、水素等の元素から構成され、レジスト成分と同じなので、ウエハの処理に悪影響を与えることはない。

20

【0037】

これによって、プラズマ処理するウエハ上の異物及び汚染量を低減することが可能となり、プラズマ処理したウエハの不良率を低減することができる。したがって、本発明による耐プラズマ性材料をプラズマ処理室内のプラズマ接触面に配置することにより、プラズマ処理装置自体の生産性を向上させることができる。

【0038】

以下、本発明の一実施例を図1ないし図5により説明する。

【0039】

図1は本発明を適用したプラズマエッチング装置を示す。ここでは、電磁波をアンテナより放射し、磁場との相互作用によってプラズマを生成するECR方式のプラズマエッチング装置を示す。プラズマ処理室、この場合、エッチング処理室1は図示を省略した温調手段によりその内壁面を20~100の温度範囲で温度調整可能となっている。プラズマ処理室、この場合、エッチング処理室1の上部には誘電体2を介してアンテナ3が配置されている。アンテナ3には、同軸線路4およびマッチングボックス5を介して、この場合、UHF電磁波を発生させる高周波電源6が接続されている。エッチング処理室1とアンテナ3との間に設けた誘電体2は高周波電源6からの電磁波を透過可能である。エッチング処理室1の外周部には、エッチング処理室1内に磁場を形成するための磁場コイル7が巻装されている。エッチング処理室1内のアンテナ3の下方には試料であるウエハ9を配置するための試料台としての下部電極10が設けられている。下部電極10には、プラズマ中のイオンにウエハ9への入射エネルギーを与えるための高周波バイアス電源11と、ウエハ9を下部電極10に静電吸着させるための直流電源12とが接続されている。8はエッチング処理室1内に処理ガスを供給するガス供給装置である。

30

40

【0040】

エッチング処理室1は金属製であり、アースに接地されている。エッチング処理室1の内壁面には耐プラズマ性高分子材料から成る樹脂層14が被覆してある。樹脂層14は、この場合、厚さ630 $\mu\text{m}$ のポリテトラフルオロエチレンの円筒状ライナーである。樹脂層14の外径はエッチング処理室1の内径よりも0.2~0.3mm程度大きくして、エッチング処理室1内に嵌め込んだときに樹脂層14がエッチング処理室1の内壁に密着するようにしてある。このとき、さらに密着性を良くするために、樹脂層14の外面に柔らかな熱伝導率の高いシリコン樹脂を配置して、あるいは、樹脂層14の外面にシリコン樹脂を薄

50

くコーティングして、樹脂層 14 をエッチング処理室 1 内に嵌め込むとさらに密着性が良くなる。これにより、樹脂層 14 とエッチング処理室 1 の内壁の温度差は小さくなる。樹脂層 14 は貼り替えの頻度を考えると膜厚を厚くし、頻度を少なくすることが望ましく、このためできるだけ比誘電率  $k$  は高いものを使用する方が良い。

#### 【0041】

また、樹脂層 14 の厚さが薄く円筒状ライナーに形成できない場合には、樹脂を溶剤に溶かしスプレーで吹き付け、例えば、吹き付け回数によって膜厚を管理しエッチング処理室 1 内に樹脂層 14 を形成することができる。この場合は、エッチング処理室 1 の内壁面に完全に密着するので、熱の伝導性は更に向上する。

#### 【0042】

なお、樹脂層 14 の厚さが  $500 \mu\text{m}$  程度を超えるものは、円筒状ライナーで形成することができる。スプレー方式で形成する場合にも  $500 \mu\text{m}$  程度までの厚さのものができ、さらにスプレー方式の場合、シリコン、カーボン等の導電性材料を含有させることにより  $800 \mu\text{m}$  程度以上の厚さのものまで形成可能である。

#### 【0043】

図 2 は下部電極 10 の詳細図である。電極 101 の外周部に絶縁材 102 を介してアースに接地された電極カバー 104 を設ける。電極カバー 104 の外周面に、この場合、ポリイミドによって成形された円筒状の保護部材である円筒状ライナー 105 を密着・固定する。なお、電極カバー 104 が接地されている理由は、プラズマ 13 がアース電位を見失うことによるプラズマ 13 の拡散を防ぐためである。なお、103 は電極 101 上のウエハ 9 の周囲を覆う絶縁カバーである。

#### 【0044】

上述のように構成した装置では、高周波電源 6 から出力された UHF 電磁波は、マッチングボックス 5、同軸線路 4 および誘電体 2 を介して、アンテナ 3 部からエッチング処理室 1 に供給される。一方、エッチング処理室 1 周囲の磁場コイル 7 による磁界がエッチング処理室 1 内に形成される。電磁波の電界と磁場コイルの磁界との相互作用によって、エッチング処理室 1 内に導入されたエッチングガスが効率良くプラズマ化される。このプラズマ 13 により、下部電極 10 上のウエハ 9 に所定のエッチング処理が施される。このような処理に用いられるプラズマとしては、密度が約  $1 \times 10^{10}$  個/cm<sup>3</sup> 以上のプラズマが用いられる。また、エッチング処理に当たっては、ウエハ 9 に入射するプラズマ中のイオンの入射エネルギーを高周波バイアス電源 11 によって制御し、所望のエッチング形状が得られるよう設定される。シリコン酸化膜等に代表される絶縁膜のエッチング処理のように高いバイアス電圧を必要とするプロセスでは、高周波バイアス電源 11 からの RF 出力は 1 kW 以上の出力が必要とされる。

#### 【0045】

一方、エッチング処理室 1 内へのプラズマ 13 の発生および高周波バイアス電源 11 による高周波電力印加によって、アース接地、高周波バイアス電源 11、下部電極 10、プラズマ 13、アンテナ 3 およびエッチング処理室 1、アース接地の間で電気回路が形成される。このとき、エッチング処理室 1 とプラズマ 13 との間にもイオンシースが生じ、プラズマ 13 中のイオンがエッチング処理室 1 の内壁に入射する。また、下部電極 10 近辺においては、接地された電極カバー 104 とプラズマ 13 との間にもイオンシースが生じ、プラズマ 13 中のイオンが電極カバー 104 外壁にも入射する。

#### 【0046】

このとき、電極カバー 104 表面に装着する耐プラズマ性の保護膜（円筒状ライナー 105）を所定の厚さ以下に設定することでプラズマ処理室（エッチング処理室 1）内でアース機能を持たせることが可能となる。

#### 【0047】

プラズマが生成されているプラズマ処理室の内壁面付近や処理室内部品の外表面（外壁面）付近には、プラズマのシースが存在する。エッチングに使用するプラズマの場合、シースの厚さはプラズマ密度によって決まる。プラズマ密度は使用するガスの組成と投入する

10

20

30

40

50

R F出力によって決まる。例えば、生成されたプラズマの密度が $1 \times 10^{10}$ 個/cm<sup>3</sup>程度であれば、シースの厚さは約600 μm程度である。シース中の比誘電率 $k$ は約1.0であり、 $600 / 1.0 = 600$ をプラズマと壁との間のシース抵抗と考えることができる。シースと壁との間に樹脂やアルミアルマイトでなる抵抗体を挿入した場合、実験によるとシース抵抗の1/2程度(約300)までの抵抗体を挿入しても、壁をプラズマに対するアースとみなすことができる。

#### 【0048】

したがって、シースと壁との間に挿入する抵抗体の比誘電率を $k$ 、厚さを $t$ (mm)とした場合、 $t/k < 300$ の条件を満たす条件であれば、該抵抗体で覆った壁はプラズマに対するアースとして作用する。これによると、抵抗体としてポリイミド樹脂(比誘電率3.55)を用いた場合は、約1065 μmまでの厚さにすることができる。ポリテトラフルオロエチレン(比誘電率2.1)の場合は、約630 μmまでの厚さにすることができる。

10

#### 【0049】

例えば、シリコン酸化膜をCF系ガス(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>, C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>等)を用いてエッチング処理する場合、プラズマ13にはC<sub>x</sub>F<sub>y</sub>イオンが生成され、C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>イオンがエッチング処理室1側に引き寄せられる。このとき、エッチング処理室1内壁面には樹脂層14が設けてあるので、C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>イオンは樹脂層14に入射する。高分子材料でなる樹脂層14はCHF系であり、プラズマ中のイオン成分と同成分を有したものとなっているので、プラズマ中のイオンと樹脂層14とが反応してできる反応生成物およびイオンによってスパッタされた樹脂層14の成分もCF系のものであり、エッチングプロセスへの悪影響を防ぐことができる。このようにプロセスガスとしてCF系ガスを用いるプロセスには、本実施例の樹脂層14は有効である。

20

#### 【0050】

また、樹脂層14はその比誘電率 $k$ を2.1とすると、 $t/k < 300$ となる樹脂層14の厚さは630 μmとなり、本実施例による材料、すなわち、ポリテトラフルオロエチレンの円筒状ライナーを用いれば、エッチング処理室1をアースとして作用させることが可能であり、プラズマ13の電位を安定させることができ、必要なバイアス電圧を高周波バイアス電源11によりウエハ9に印加して所望のエッチング処理を行うことができる。

30

#### 【0051】

なお、シリコン酸化膜等のエッチング処理の中でウエハ9に高いバイアス電圧を印加する必要がないプロセスでは、エッチング処理室1とプラズマ13とのシース電圧も小さくなるので、樹脂層14の厚さも薄くする必要がある。

#### 【0052】

図3(a)に電極カバー104の概略斜視断面を示し、図3(b)に保護膜であるポリイミド製の円筒状ライナー105の概略斜視断面を示す。図4に電極カバー104に円筒状ライナー105を装着するときのフローを示す。

#### 【0053】

まず、電極カバー104を保護するポリイミド製の保護部材として形成した円筒状ライナー105は、その内径が吸水膨張時に、電極カバー104の外径より大きくなるようにしてある。すなわち、吸水時の膨張率を考慮して円筒状ライナー105の内径は電極カバー104の外形よりもやや小さい寸法に設定してある(図4のステップ31に示す)。また、円筒状ライナー105の厚みは自由に設定可能であるが、下部電極10に印加される高周波電圧に対してアースとなるように、高周波電力の出力に応じて厚みを設定する必要がある。

40

#### 【0054】

次に、上述のように形成された円筒状ライナー105を常温の純水の水槽に浸して吸水させ、円筒状ライナー105を膨張させる(図4のステップ32に示す)。このとき、円筒状ライナー105の内径寸法は、電極カバー104の外径より僅かに大きくなる。なお、こ

50



の場合、常温の純水を吸水させたが、温水を用いても有効である。また、純水の水槽に浸す代わりに純水を噴霧して吸水させたり、純水の代わりにライナーが吸収膨張するアルコール等を用いても良い。その後、図5に示すように吸水膨張した円筒状ライナー105に電極カバー104を嵌め込む(図4のステップ33に示す)。次に、電極カバー104を嵌めこんだ円筒状ライナー105をベーク炉に入れて加熱し、水分を蒸発させ、収縮させる(図4のステップ34に示す)。なおこのとき、電極カバー104、円筒状ライナー105双方に劣化を来たさない温度に設定することが必要である。この収縮により、電極カバー104に保護部材である円筒状ライナー105が密着固定される(図4のステップ35に示す)。また、水分を蒸発させる方法としては、電極カバー104を嵌めこんだ円筒状ライナー105を、大気圧より低い雰囲気保持する方法としても良いし、加熱と組み合わせても良い。

10

**【0055】**

以上述べたように、本実施例によれば、プラズマ処理室内の内壁面およびプラズマ処理室内の部品に耐プラズマ性保護部材である保護膜を密着固定させ、内壁面および部品表面からの金属汚染を防止できる。また、内壁面および部品表面を覆う材料および板厚を最適化することで、その表面にアース機能を持たせることができる。

**【0056】**

また、本実施例では、プラズマ生成とウエハへのイオンの入射エネルギー制御とを独立に行うようにしており、イオンの入射エネルギー制御に影響されることなく、必要な密度のプラズマを安定に生成することができる。このようなエッチング処理装置において、アースに接地されたエッチング処理室内の内壁面を、比誘電率 $k$ と厚さ $t$ ( $\mu\text{m}$ )との関係が $t/k < 300$ となる耐プラズマ性高分子材料で被覆することにより、エッチング処理室をアースと見なすことが可能となり、安定したプラズマ電位を与えることができる。

20

**【0057】**

なお、実施例では耐プラズマ性の高分子材料の保護部材の材質をポリイミドとしたが、他の耐プラズマ性且つ吸水性の高分子材料、例えばポリアミドイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリテトラフルオロエチレン、ポリベンゾイミダゾール等の高分子材料を用いてもよい。

**【0058】**

また、本実施例によれば、シリコン酸化膜等のエッチング処理のように、プラズマ中のイオンのウエハへの大きな入射エネルギーを必要とする、1kW以上の高周波出力によるバイアス電圧を下部電極に印加し、ウエハを所望の形状にエッチング加工する場合、プラズマ中のイオンによってエッチング処理室内の内壁面および処理室内の部品が反応およびスパッタされてエッチングされても、処理ガス系と同成分を含む耐プラズマ性高分子材料によってエッチング処理室内の内壁面および処理室内の部品表面を保護しているため、エッチング処理室および処理室内の部品からの金属汚染を防止できるとともに、その内壁面からの反応生成物やスパッタ成分が処理ガス系と同成分となるのでプロセスに悪影響を及ぼすことはない。これにより、エッチング処理するウエハの不良率を低減することができ、エッチング装置の生産性を向上させることができる。また、耐プラズマ性高分子材料をエッチング処理室1の内壁面に被覆しているため、温調されたエッチング処理室の熱が効率よく耐プラズマ性高分子材料に伝わるため、プラズマに曝される面の温度を容易に制御することができる。

30

40

**【0059】**

また、本実施例によれば、樹脂層をエッチング処理室内壁面に密着させて設けることができるため、樹脂層の内表面の温度を温度調節されたエッチング処理室の温度と等しくすることができる。エッチング処理室の壁面温度を約80℃以上に温調することにより、シリコン酸化膜のエッチング処理中に発生する反応生成物のエッチング処理室内壁面への堆積を防止することができる。

**【0060】**

また、本実施例によれば、樹脂層をエッチング処理室内壁面に密着させて設けることがで

50

きるので、樹脂層の内表面の温度を温度調節されたエッチング処理室の温度と等しくすることができ、エッチング処理室の壁面温度を約40以下に温調することにより、シリコン酸化膜のエッチング処理中に発生する反応生成物のエッチング処理室内壁面への堆積を、強固に密着した反応生成物の堆積とすることができるので、堆積した付着物の剥がれを防止することが可能であり、反応生成物が原因となる異物の飛散によるウエハへの付着を防ぐことができる。

【0061】

また、本実施例によれば、保護膜を円筒状のライナーに形成し、該ライナーを吸水膨張させることにより、エッチング処理室内の部品表面のように、部品の外側の表面にも耐プラズマ性高分子保護膜を容易に取付けることができる。また、部品に取付けたライナーから水分を蒸発（脱水）させることにより、容易にライナーを部品に密着させることができる。

10

【0062】

また、本実施例では円筒形部品における同形状のライナーの装着法について述べたが、本発明は円筒状の部品のみならず、例えば、その形状が多角形等の部品の場合においても、同様に実施することができる。

【0063】

さらに、本実施例ではプラズマエッチング装置について述べたが、他のプラズマ処理装置においても、処理室内部品の保護を同様の手段で行うことが可能である。

【0064】

また、耐プラズマ性高分子材料に導電材料を含有させることで、樹脂層自体はプラズマによって削れ易くなるが、導電性を有するので厚さを厚くしてもアースの作用を持たせることが可能であり、また樹脂層の厚さも容易に厚くすることができるので、バイアス電圧の低いプロセスを用いる装置への適用に有効である。

20

【0065】

なお、本実施例は次の他の特徴を有する。

(1) プラズマ生成と試料へのイオンの入射エネルギー制御とを独立に行う酸化膜用のプラズマ処理装置において、アースに接地された導電体の金属となり内部に前記プラズマが生成されるプラズマ処理室の内壁面を、比誘電率  $k$  と厚さ  $t$  ( $\mu\text{m}$ ) との関係が  $t/k < 300$  となる耐プラズマ性高分子材料で被覆したことを特徴とするプラズマ処理装置

30

【0066】

(2) 少なくともプラズマに曝される一面がアースに接地された金属で成るプラズマ処理室と、前記プラズマ処理室内にプラズマ密度が  $1 \times 10^{10}$  個/cm<sup>3</sup> 以上のプラズマを生成するプラズマ生成手段と、前記プラズマ処理室内に設けられ試料を配置する試料台と、前記試料台に接続され前記プラズマ中のイオンを前記試料に入射させるエネルギーを与える高周波バイアス電源とを具備し、前記高周波バイアス電源のRF出力が1KW以上で与えられるプラズマ処理装置において、前記プラズマ処理室の金属部の内壁面に、前記RF出力に対してアース機能を有する耐プラズマ性高分子材料を被覆したことを特徴とするプラズマ処理装置。

40

【0067】

(3) プラズマ生成と試料へのイオンの入射エネルギー制御とを独立に行うプラズマ処理装置において、アースに接地された導電体の金属となりプラズマ処理室内で前記プラズマと接触する面に、導電材料を含有する耐プラズマ性高分子材料を被覆したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【0068】

【発明の効果】

以上、本発明によれば、プラズマ処理装置の処理室内部品の外面への保護膜部材の取付けを容易に行うことができ、保護膜の交換を容易に行うことができるという効果がある。

【0069】

50

また、本発明により、プラズマ処理装置の処理室内部品の外面への保護膜の取付けを容易にできるプラズマ処理装置用保護膜の取付け方法を提供できるという効果がある。

【0070】

また、本発明により、処理室内部品のプラズマに対するアースとしての効果を損なうことなく、処理室内部品の外面保護のできるプラズマ処理装置を提供することができるという効果がある。

【0071】

また、本発明は、プラズマ処理室の内壁面や処理室内部品を覆う材料の板厚を、材料の比誘電率  $k$  と厚さ  $t$  ( $\mu\text{m}$ )との関係において  $t/k < 300$  に設定することで、プラズマ処理室表面をプラズマに対してアースとすることができる。また、アース電極として作用させるプラズマ処理室や処理室内部品からの金属汚染を防止することができる。また、保護膜を密着取付けできプラズマに曝される面の温度制御を容易に行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の一実施例であるプラズマエッチング装置を示す縦断面図である。

【図2】図1の装置の下部電極部周辺の詳細を示す縦断面図である。

【図3】図2に示す装置の下部電極カバー及び円筒状ライナーの斜視断面図である。

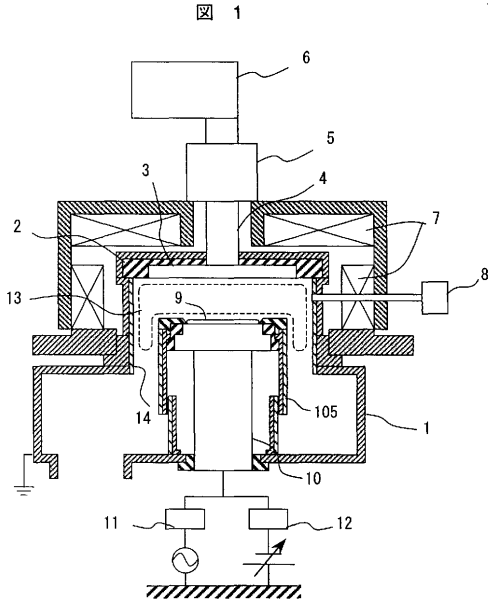
【図4】図2に示す装置の下部電極カバーへの円筒状ライナーの取付け方法を示すフロー図である。

【図5】図2に示す装置の下部電極カバーと円筒状ライナーの組み合わせを示す斜視断面図である。

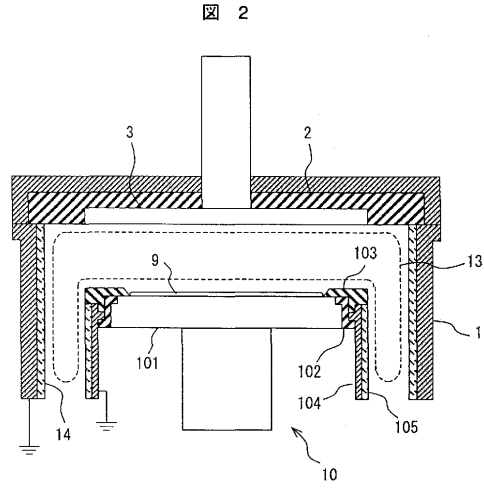
【符号の説明】

1 ...エッチング処理室(プラズマ処理室)、2 ...誘電体、3 ...アンテナ、4 ...同軸線路、5 ...マッチングボックス、6 ...高周波電源、7 ...磁場コイル、8 ...ガス供給装置、9 ...ウエハ、10 ...下部電極、11 ...高周波バイアス電源、12 ...直流電源、13 ...プラズマ、14 ...樹脂層(保護膜)、101 ...電極、102 ...絶縁材、103 ...絶縁カバー、104 ...電極カバー、105 ...円筒状ライナー(保護膜)。

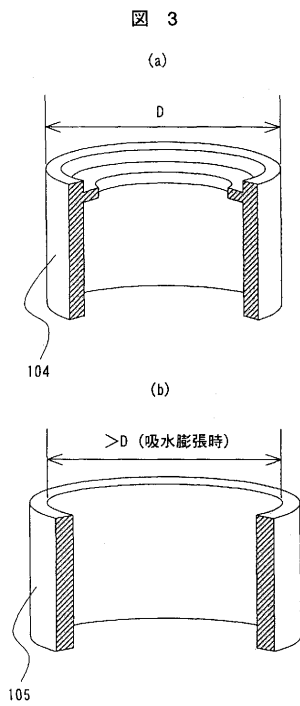
【 図 1 】



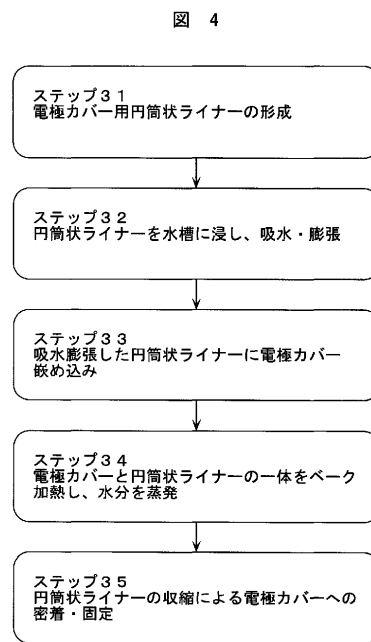
【 図 2 】



【 図 3 】

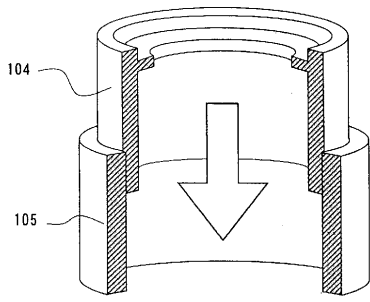


【 図 4 】



【 図 5 】

図 5



---

フロントページの続き

(72)発明者 田村 智行

山口県下松市大字東豊井794番地

株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

審査官 菅野 智子

(56)参考文献 特開2001-057361(JP,A)

特開平11-354500(JP,A)

特開平08-148471(JP,A)

特開平07-147247(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H01L 21/3065

H01L 21/205

H05H 1/46

C23F 4/00