

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第4782316号
(P4782316)**

(45) 発行日 平成23年9月28日 (2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日 (2011.7.15)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 L 21/31 (2006.01) H O 1 L 21/31 C
C 2 3 C 16/44 (2006.01) C 2 3 C 16/44 J

請求項の数 3 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2001-199413 (P2001-199413) (22) 出願日 平成13年6月29日 (2001.6.29) (65) 公開番号 特開2003-17479 (P2003-17479A) (43) 公開日 平成15年1月17日 (2003.1.17) 審査請求日 平成20年6月30日 (2008.6.30)</p>	<p>(73) 特許権者 000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号 (74) 代理人 100064621 弁理士 山川 政樹 (72) 発明者 石井 信雄 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内 審査官 大塚 徹</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処理方法及びプラズマ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アンテナから高周波の電磁界を処理容器内に供給してプラズマを生成し、このプラズマを用いて少なくとも前記処理容器の内表面にプリ・コートする第1の工程と、

前記処理容器内にウェーハを配置し、前記アンテナから高周波の電磁界を前記処理容器内に供給してプラズマを生成し、このプラズマを用いて前記ウェーハの表面に絶縁膜を成膜する第2の工程とを有し、

前記第1の工程と前記第2の工程とでは、プラズマを生成する条件が異なり、

前記アンテナはラジアルラインアンテナであり、

前記ラジアルラインアンテナは、

ラジアル導波路を形成する互いに平行な2枚の導体板と、

前記導体板の外周部を接続してシールドする導体から構成され、

前記ラジアル導波路の下面となる前記導体板には、前記ラジアル導波路内を伝播する電磁界を前記処理容器内に供給するスロットが複数形成されていることを特徴とする処理方法。

【請求項2】

請求項1記載の処理方法において、

前記第1の工程では、前記第2の工程よりも前記処理容器内の圧力を低くして前記プラズマを生成することを特徴とする処理方法。

【請求項3】

ウェーハを載置する載置台と、この載置台を収容する処理容器と、この処理容器内に高周波の電磁界を供給するアンテナと、このアンテナの放射面に対向配置された第1の誘電体板とを備えたプラズマ装置において、

前記処理容器を加熱する加熱手段と、

前記第1の誘電体板に対して前記載置台と異なる側に配置され前記第1の誘電体板と共に密閉空間を形成する第2の誘電体板と、

前記密閉空間に流体を流通させて前記第1の誘電体板を加熱する流通手段とを備え、

前記アンテナはラジアルラインアンテナであり、

前記ラジアルラインアンテナは、

ラジアル導波路を形成する互いに平行な2枚の導体板と、

前記導体板の外周部を接続してシールドする導体から構成され、

前記ラジアル導波路の下面となる前記導体板には、前記ラジアル導波路内を伝播する電磁界を前記処理容器内に供給するスロットが複数形成されていることを特徴とするプラズマ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プリ・コート方法、処理方法及びプラズマ装置に関し、特に、プラズマを用いるプリ・コート方法、処理方法及びプラズマ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体素子のゲート絶縁膜は、熱酸化法により形成されていた。しかし、この方法では、膜厚制御が難しく、また、将来必要とされる1nm台の薄いゲート絶縁膜を形成することは困難であった。そこで、膜厚制御が容易で、かつ、上記の膜厚を形成可能なプラズマCVD法が、ゲート絶縁膜の形成に利用され始めている。

【0003】

プラズマCVD法は、処理容器内にプラズマを生成し、このプラズマを用いて処理容器内のガスを活性化させ、その反応性を利用して薄膜を形成する方法である。このプラズマCVD法による成膜装置の一つに、平行平板電極の間に放電を起こしてプラズマを生成する平行平板形のプラズマ装置がある。この平行平板形のプラズマ装置に関し、処理容器から離脱した汚染物質が処理対象であるウェーハの表面に付着することを防止するため、ウェーハ処理を行う前に処理容器の内表面に絶縁膜を形成する技術が提案されている。この技術をプリ・コートと呼ぶ。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、平行平板形のプラズマ装置では、プラズマの電子温度が高いため、プリ・コートで緻密かつ均一な絶縁膜を形成することができない。このため、処理容器の内表面に形成された絶縁膜は密着性が悪く、剥離しやすいという問題があった。

また、平行平板形のプラズマ装置では、プラズマのイオン密度が低いため、プリ・コートで絶縁膜を堆積するのに長時間を要するという問題があった。

本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、その目的は、処理容器内に強固なプリ・コートを施すことにある。

また、他の目的は、プリ・コートに要する時間を短縮することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

このような目的を達成するために、本発明のプリ・コート方法は、アンテナから高周波の電磁界を処理容器内に供給してプラズマを生成し、このプラズマを用いて少なくとも処理容器の内表面にプリ・コートする第1の工程と、処理容器内にウェーハを配置し、アンテナから高周波の電磁界を処理容器内に供給してプラズマを生成し、このプラズマを用い

10

20

30

40

50

てウェーハの表面に絶縁膜を成膜する第2の工程とを有し、第1の工程と第2の工程とは、プラズマを生成する条件が異なり、アンテナはラジアルラインアンテナであり、ラジアルラインアンテナは、ラジアル導波路を形成する互いに平行な2枚の導体板と、導体板の外周部を接続してシールドする導体から構成され、ラジアル導波路の下面となる導体板には、ラジアル導波路内を伝播する電磁界を処理容器内に供給するスロットが複数形成されていることを特徴とする。これにより、処理容器の内表面へのプリ・コートと、ウェーハ表面に形成される絶縁膜とのそれぞれに、適切な機能をもたせることができる。

【0006】

ここで用いる高周波プラズマ装置は、例えば1GHz以上という高周波の電磁界を用いることにより、平行平板型のプラズマ装置よりも電子温度が低いプラズマを生成することができる。このため、処理容器の内表面には従来より緻密かつ均一な絶縁膜が形成される。この絶縁膜は処理容器に対して密着性がよく、剥離しにくい。

10

また、高周波プラズマ装置は、例えば10Pa以下という低圧力でプラズマを生成するので、平行平板型のプラズマ装置より同等の圧力下ではプラズマのイオン密度が高くなる。このため、従来より短時間で処理容器の内表面に絶縁膜を堆積させることができる。

【0007】

このプリ・コート方法において、処理容器内に供給するガスを、 $Si_x H_y F_z$ （ x は自然数； y, z は0と自然数）と酸素との混合ガスとしてもよい。この場合、処理容器の内表面に成膜される絶縁膜はシリコン酸化膜となる。

また、処理容器内に供給するガスを、 $Si_x H_y F_z$ （ x は自然数； y, z は0と自然数）と窒素との混合ガスとしてもよい。この場合、処理容器の内表面に成膜される絶縁膜はシリコン窒化膜となる。

20

また、処理容器内に供給するガスを、 $Si_x H_y F_z$ （ x は自然数； y, z は0と自然数）と酸素と窒素との混合ガスとしてもよい。この場合、処理容器の内表面に成膜される絶縁膜はシリコン酸窒化膜となる。

なお、処理容器の内表面に絶縁膜を成膜する際、絶縁膜の堆積が促進される温度に処理容器を加熱してもよい。

【0010】

なお、第1の工程において、処理容器の内表面の他に、載置台の表面等にプリ・コートを施してもよいことは言うまでもない。

30

【0011】

この処理方法において、第1の工程では、第2の工程よりも処理容器内の圧力を低くしてプラズマを生成するようにしてもよい。第1の工程において、比較的低い圧力でプラズマを生成することにより、プラズマのイオン密度を高くすることができる。これにより、処理容器の内表面への絶縁膜の堆積速度を速くして、堆積時間を短縮することができる。また、第2の工程において、比較的高い圧力でプラズマを生成し、プラズマのイオン密度を低くすることにより、ウェーハ表面に形成される絶縁膜が受けるダメージを低減することができる。

なお、第1の工程では、絶縁膜の堆積が促進される温度に処理容器を加熱し、第2の工程では、活性種が付着しにくい温度に処理容器を加熱してもよい。

40

【0012】

また、本発明のプラズマ装置は、ウェーハを載置する載置台と、この載置台を収容する処理容器と、この処理容器内に高周波の電磁界を供給するアンテナと、このアンテナの放射面に対向配置された第1の誘電体板とを備えたプラズマ装置において、処理容器を加熱する加熱手段と、第1の誘電体板に対して載置台と異なる側に配置され第1の誘電体板と共に密閉空間を形成する第2の誘電体板と、密閉空間に流体を流通させて第1の誘電体板を加熱する流通手段とを備え、アンテナはラジアルラインアンテナであり、ラジアルラインアンテナは、ラジアル導波路を形成する互いに平行な2枚の導体板と、導体板の外周部を接続してシールドする導体から構成され、ラジアル導波路の下面となる導体板には、ラジアル導波路内を伝播する電磁界を処理容器内に供給するスロットが複数形成されている

50

ことを特徴とする。

なお、本発明では、アンテナとして例えばラジアルラインアンテナを用いてもよい。ラジアルラインアンテナの放射面は平板状であっても、凹面状又は凸面状であってもよい。

【0013】

【発明の実施の形態】

次に、図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0014】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態で用いる高周波プラズマ装置の要部構成を示す断面図である。

この高周波プラズマ装置は、上部が開口している有底円筒形の処理容器11を有している。この処理容器11はAl等の金属で形成されている。処理容器11の底面中央部には絶縁板21を介して載置台22が固定され、この載置台22の上面にウェーハ(図示せず)が載置される。処理容器11の底面外周部には排気手段としての真空ポンプ13に接続された排気口12が複数設けられ、処理容器11内を排気することにより所望の真空度に行うことができる。処理容器11の側壁上部にはノズル14が設けられ、このノズル14にはマスフローコントローラ15A, 15B及び開閉弁16A, 16Bを介してガス源17A, 17Bが接続されている。ここではガス源17A, 17BをそれぞれモノシランSiH₄、酸素O₂のガス源とする。ノズル14とマスフローコントローラ15A, 15Bと開閉弁16A, 16Bとガス源17A, 17Bとにより、処理容器11内にガスを供給するガス供給手段が構成される。処理容器11の上部開口は、処理容器11内で生成されるプラズマが外部に漏れないように、誘電体板18で塞がれている。

【0015】

この誘電体板18の上にラジアルラインアンテナ30が配置されている。このラジアルラインアンテナ30は、誘電体板18によって処理容器11の内部から隔離されており、処理容器11内で生成されるプラズマから保護されている。

ラジアルラインアンテナ30は、ラジアル導波路33を形成する互いに平行な2枚の円形導体板31, 32と、これらの導体板31, 32の外周部を接続してシールドする導体リング34とから構成されている。ラジアル導波路33の上面となる導体板32の中心部には、ラジアル導波路33内に電磁界を導入する電磁界導入口35が形成され、ラジアル導波路33の下面となる導体板31には、ラジアル導波路33内を伝播する電磁界を処理容器11内に供給するスロット36が複数形成されている。スロット36が形成されている導体板31がラジアルラインアンテナ30の放射面を構成する。

【0016】

ラジアルラインアンテナ30には同軸導波管41が接続されている。この同軸導波管41の外導体41Aは導体板32の電磁界導入口35に接続され、内導体41Bは導体板31の中心に接続されている。また、同軸導波管41は、矩形・同軸変換器42、矩形導波管43及びマッチング回路44を介して、1GHz~十数GHzの範囲内の所定周波数の高周波電磁界を発生する高周波発生器45が接続されている。

なお、誘電体板18及びラジアルラインアンテナ30の外周は、処理容器11の側壁上に配置された環状のシールド材19によって覆われ、電磁界が外部に漏れない構造になっている。

【0017】

次に、図1に示した高周波プラズマ装置を用いた処理方法について説明する。

図2は、この処理方法の主要な工程の流れを示すフローチャートである。図2に示されているように、この処理方法は、処理容器11の内表面に絶縁膜を成膜するプリ・コートの工程S1と、処理対象であるウェーハ表面に絶縁膜を成膜するデポジションの工程S2とを有している。

図3は、各工程S1, S2における高周波プラズマ装置の断面図である。以下、この図を参照して説明する。

10

20

30

40

50

【0018】

まず、プリ・コートの工程S1から説明する。

載置台22の上面に処理対象のウェーハが載置されていない状態で、処理容器11内の圧力を1~10Paにする。なお、載置台22の上面に処理対象でないダミーウェーハが載置されていてもよい。

上記の圧力を維持しつつ、ノズル14からモノシランSiH₄と酸素O₂との混合ガスを流量制御して処理容器11内に導入する。ここで、高周波発生器45で発生させた周波数2.45GHzの高周波電磁界Fをラジアルラインアンテナ30から誘電体板18を介して処理容器11内に導入すると、O₂が解離してOプラズマPとOラジカルが生成される。Oラジカルは処理容器11の内表面と載置台22の表面に付着し、後から到着するSiH₄を分解して反応しSiO₂となる。この処理を所定時間続け、図3(a)に示すように膜厚が0.1~10μmの範囲内で均一なSiO₂膜51を成膜する。

10

【0019】

ここではプラズマPの生成に2.45GHzという高周波の電磁界Fを用いているので、平行平板型のプラズマ装置よりも電子温度が低いプラズマPを生成することができる。このため、処理容器11の内表面と載置台22の表面に従来より緻密かつ均一なSiO₂膜51を形成することができる。緻密かつ均一なSiO₂膜51は、処理容器11に対して密着性がよいので、本来的に剥離しにくいという特徴がある。また、従来より膜厚を薄くしても十分なコーティング作用が得られるので、SiO₂膜の膜厚を10μm以上としたときに生じる処理容器11との線熱膨張率の差に基づく剥離を抑制することもできる。また、1~10Paという低圧力でプラズマPを生成するので、平行平板型のプラズマ装置より電子の平均自由行程が長く、イオン密度が高くなる。このため、従来よりSiO₂の堆積速度が速くなるので、プリ・コートに要する時間を短縮することができる。

20

【0020】

次に、デポジションの工程S2について説明する。

載置台22の上面に処理対象のウェーハ23を配置し、処理容器11内の圧力をプリ・コートの工程S1よりもやや高い5~100Paにする。この圧力でプラズマPを生成し、図3(b)に示すようにウェーハ23の表面にSiO₂膜52を成膜する。圧力以外の処理条件はプリ・コートの工程S1と同じである。比較的高い圧力でプラズマPを生成し、イオン密度を低くすることにより、ウェーハ23の表面に形成されるSiO₂膜52が受けるダメージを低減することができる。したがって、半導体素子のゲート絶縁膜形成に適用すれば、誤動作の少ない半導体素子を形成することができる。

30

このように、本実施の形態の処理方法では、各工程S1, S2で処理条件を変えることにより、SiO₂膜51, 52のそれぞれに適切な機能をもたせることができる。

【0021】

なお、デポジションの工程S2を繰り返し行なった後、再度プリ・コートの工程S1を行うようにしてもよい。デポジションの工程S2においても処理容器11の内表面等にSiO₂が堆積し、SiO₂膜51が剥離しやすいしやしい膜厚を超える場合があるので、処理容器11内をクリーニングし一旦SiO₂膜51を除去してから再度プリ・コートの工程S1を行うようにしてもよい。

40

【0022】

本実施の形態では、SiO₂膜51, 52を成膜する場合に、モノシランSiH₄と酸素O₂との混合ガスを用いた例を示したが、Si_xH_yF_z(xは自然数; y, zは0と自然数)とO₂との混合ガスを用いてもよい。

また、プリ・コートにおいて絶縁膜としてSiO₂膜51を成膜する例を説明したが、絶縁膜としてSi₃N₄膜を成膜してもよい。Si₃N₄膜を成膜するには、ガス供給手段に例えばモノシランSiH₄と窒素N₂のガス源を用意し、これらの混合ガスを処理容器11内に導入して成膜すればよい。なお、Si_xH_yF_zとN₂との混合ガスを用いてもよい。

また、プリ・コートにおいて、Si_xH_yF_z(例えばSiH₄)とO₂とN₂との混合

50

ガスを用いて、シリコン酸窒化膜を成膜してもよい。

【0023】

(第2の実施の形態)

図4は、本発明の第2の実施の形態で用いる高周波プラズマ装置の要部構成を示す断面図である。この図に示されている高周波プラズマ装置は、図1に示した高周波プラズマ装置の処理容器11の周囲に、加熱手段としてのヒーター61が巻かれたものである。このヒーター61は、ヒーター電源62から電源供給を受けて発熱することにより処理容器11を加熱し、プリ・コートの工程S1において絶縁膜の堆積が促進される温度にする。例えば、処理容器11の内表面等に絶縁膜としてSiO₂膜51を成膜する場合には、処理容器11を100～300に加熱することにより、SiO₂の堆積速度を速くして堆積時間を短縮することができる。

10

【0024】

また、図5に示すように、処理容器11Aを加熱する加熱手段を、処理容器11Aの側壁内部に全周にわたって形成された溝63と、この溝63に高温の液体を流通させる導入管64及び排出管65とから構成してもよい。この場合、溝63に流通させる液体には、例えばパーフルオロポリエーテル(ガルデン)等を用いることができる。なお、図5にはガス供給手段は省略されている。

加熱手段の加熱温度は変更自在であってもよい。この場合、デポジションの工程S2において処理容器11を更に高温に加熱して活性種を付着しにくくすることにより、この工程S2で処理容器11の内壁面に絶縁膜が堆積することを妨げ、絶縁膜が剥離しやすい膜厚に成長するのを抑制することができる。

20

【0025】

(第3の実施の形態)

図6は、本発明の第3の実施の形態で用いる高周波プラズマ装置の要部構成を示す断面図である。この図では、図4と同一部分又は相当部分を同一符号で示している。

図6に示されている高周波プラズマ装置では、図4に示した誘電体板18が二重構造になっている。すなわち、処理容器11の上部開口を塞ぐ第1の誘電体板18Aの上方位置にこれと離間して第2の誘電体板18Bが配置されている。2つの誘電体板18A, 18Bは、共に厚さ20～30mm程度の石英ガラス又はセラミック(例えばAl₂O₃、AlN)等で形成される。

30

【0026】

また、2つの誘電体板18A, 18Bとシールド材19Aとによって囲まれた密閉空間に高温の流体を流通させる流通手段として、導入管71と排出管72とがシールド材19Aに設けられている。上記密閉空間に導入される流体は、処理容器11内に臨む第1の誘電体板18Aを加熱して活性種が付着しにくい温度(ただし、600以下)にする。例えば、SiO₂膜51, 52を成膜する場合には、第1の誘電体板18Aを400～600に加熱することにより、第1の誘電体板18Aの表面にラジカルが付着しSiO₂が堆積することを妨げることができる。

【0027】

なお、上記密閉空間に導入される流体には、高周波電磁界Fを吸収しにくいものが用いられる。気体であれば窒素N₂等、液体であればパーフルオロポリエーテル等が用いられる。

40

また、第1の誘電体板18Aと共に密閉空間を形成する第2の誘電体板18Bは、第1の誘電体板18Aに対して載置台22と異なる側に配置されればよい。したがって、ラジアルラインアンテナ30の給電線である同軸導波管41の途中に第2の誘電体板を詰めて密閉空間を形成してもよい。この場合、ラジアルラインアンテナ30の内部にも流体が流通することになる。

【0028】

(第4の実施の形態)

以上の第1～第3の実施の形態では、プリ・コートとして処理容器の内表面等にSiO₂

50

又は Si_3N_4 等の絶縁膜を成膜するが、処理容器等が Al 系の材料で形成されている場合、その内表面等をフッ化処理して表面改質するようにしてもよい。その形態を説明する。

図 7 は、本発明の第 4 の実施の形態で用いる高周波プラズマ装置の要部構成を示す断面図である。この図に示されている高周波プラズマ装置は、図 1 に示した高周波プラズマ装置のガス供給手段に、フッ素系のガスである SiF_4 のガス源 17C と、これに対応するマスフローコントローラ 15C 及び開閉弁 16C とを付加したものである。ただし、処理容器 11B 及び載置台 22B は Al で形成されているものとする。

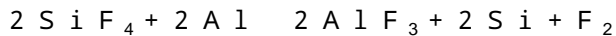
図 7 に示した高周波プラズマ装置を用いた処理方法は、プリ・コートの工程 S 11 とデポジションの工程 S 12 とを有している。

【0029】

図 8 は、各工程における高周波プラズマ装置の断面図である。以下、この図を参照して説明する。

プリ・コートの工程 S 11 では、載置台 22B の上面に処理対象のウェーハ 23 が載置されていない状態で、処理容器 11B 内の圧力を $1 \sim 15 \text{ Pa}$ にする。なお、載置台 22B の上面に処理対象でないダミーウェーハが載置されていてもよい。

上記の圧力を維持しつつ、ノズル 14 から SiF_4 ガスを流量制御して処理容器 11B 内に導入し、ラジアルラインアンテナ 30 から周波数 2.45 GHz の高周波電磁界 F を処理容器 11B 内に導入し、プラズマ P を生成する。このとき、Al が露出する処理容器 11B の内表面及び載置台 22B の表面では、次のような反応が進行する。



【0030】

この処理容器 11B の内表面及び載置台 22B の表面のフッ化処理を所定時間続け、図 8 (a) に示すように膜厚が $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ の範囲内で均一な AlF_3 膜 81 を形成する。

AlF_3 は極めて安定な物質であるから、 AlF_3 膜 81 で処理容器 11B の内表面等をコーティングすることにより、処理容器 11B 等からその構成金属が離脱し処理容器 11B 内を汚染することを防止することができる。

このように処理容器 11 の内表面等をフッ化処理してコーティングする方法でも、第 1 の実施の形態と同様の効果が得られる。すなわち、電子温度が低いプラズマ P により、 AlF_3 膜 81 を緻密かつ均一に形成し、Al や F が離脱しにくいものとすることができる。また、高密度のプラズマ P により、高速でフッ化処理を行い、プリ・コートを短時間で行うことができる。

【0031】

デポジションの工程 S 12 は、第 1 の実施の形態におけるデポジションの工程 S 2 と同様である。すなわち、載置台 22B の上面に処理対象のウェーハ 23 を配置し、処理容器 11B 内の圧力を $5 \sim 100 \text{ Pa}$ に維持しつつ、処理容器 11B 内にモノシラン SiH_4 と酸素 O_2 との混合ガスを導入してプラズマ P を生成し、図 8 (b) に示すようにウェーハ 23 の表面に SiO_2 膜 52 を成膜するのである。

【0032】

本実施の形態では、処理容器 11B 及び載置台 22B の Al 表面をフッ化処理する場合に、処理ガスとして SiF_4 を用いる例を示したが、 $\text{Si}_x\text{H}_y\text{F}_z$ (x, z は自然数; y は 0 と自然数) を用いてもよい。また、これ以外に F_2 ガス、HF ガス、又は、 CF_4 と O_2 との混合ガスをを用いてもよい。また、処理容器 11B 及び載置台 22B の酸化された Al_2O_3 表面をフッ化処理する場合には、処理ガスとして HF ガス又は NF_3 ガスを用いればよい。また、処理容器 11B 及び載置台 22B の窒化された AlN 表面をフッ化処理する場合には、処理ガスとして ClF ガス又は NF_3 ガスを用いればよい。

【0033】

また、プリ・コートの工程 S 12 において、処理容器 11B の内表面及び載置台 22B の表面をフッ化処理して AlF_3 膜 81 を形成した後で、この AlF_3 膜 81 上に SiO_2

10

20

30

40

50

膜 5 1 又は Si_3N_4 膜等の絶縁膜を形成するようにしてもよい。この絶縁膜の形成方法は、第 1 の実施の形態におけるプリ・コートの工程 S 1 に示した方法と同じでよい。このように二重コーティングすることにより、プラズマポテンシャルが高い場合でも、処理容器 1 1 B 内の汚染を低減することができる。

【0034】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のプリ・コート方法は、高周波プラズマ装置を用い、少なくとも処理容器の内表面に絶縁膜を成膜する。高周波プラズマ装置は、プラズマの電子温度が低いので、従来より緻密かつ均一な絶縁膜を形成し、剥離しにくくすることができる。また、低圧力でプラズマを生成すれば、プラズマのイオン密度が高くなるので、処理容器の内表面への絶縁膜の堆積速度を速くし、プリ・コートに要する時間を短縮することができる。

10

また、本発明のプリ・コート方法は、高周波プラズマ装置を用い、少なくとも Al 系の処理容器の内表面をフッ化処理する。この方法でも、上記のプリ・コート方法と同様の効果が得られる。

【0035】

また、本発明の処理方法は、アンテナから高周波の電磁界を処理容器内に供給してプラズマを生成し、このプラズマを用いて少なくとも処理容器の内表面にプリ・コートする第 1 の工程と、処理容器内にウェーハを配置し、アンテナから高周波の電磁界を処理容器内に供給してプラズマを生成し、このプラズマを用いてウェーハの表面に絶縁膜を成膜する第 2 の工程とを有し、第 1 の工程と第 2 の工程とで、プラズマを生成する条件が異なる。これにより、処理容器の内表面へのプリ・コートと、ウェーハ表面に形成される絶縁膜とのそれぞれに、適切な機能をもたせることができる。

20

【0036】

また、本発明のプラズマ装置は、載置台を收容する処理容器を加熱する加熱手段と、アンテナの放射面に対向配置された第 1 の誘電体板と共に密閉空間を形成する第 2 の誘電体板と、密閉空間に流体を流通させて第 1 の誘電体板を加熱する流通手段とを備えている。プリ・コートの工程において、処理容器を加熱して絶縁膜の堆積が促進される温度にすることにより、処理容器の内表面への絶縁膜の堆積時間を短縮することができる。また、第 1 の誘電体板を加熱して活性種が付着しにくい温度にすることにより、第 1 の誘電体板への絶縁膜の堆積を低減することができる。更に、加熱手段の加熱温度を変更自在とし、デポジションの工程において、処理容器を更に高温に加熱して活性種を付着しにくい温度にすることにより、処理容器の内表面への余剰な絶縁膜の堆積を抑制することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態で用いる高周波プラズマ装置の要部構成を示す断面図である。

【図 2】 図 1 に示した高周波プラズマ装置を用いた処理方法の主要な工程の流れを示すフローチャートである。

【図 3】 プリ・コートの工程及びデポジションの工程における高周波プラズマ装置の断面図である。

40

【図 4】 本発明の第 2 の実施の形態で用いる高周波プラズマ装置の要部構成を示す断面図である。

【図 5】 本発明の第 2 の実施の形態で用いる他の高周波プラズマ装置の要部構成を示す断面図である。

【図 6】 本発明の第 3 の実施の形態で用いる高周波プラズマ装置の要部構成を示す断面図である。

【図 7】 本発明の第 4 の実施の形態で用いる高周波プラズマ装置の要部構成を示す断面図である。

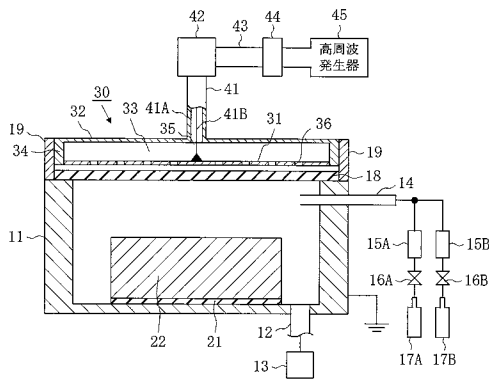
【図 8】 プリ・コートの工程及びデポジションの工程における高周波プラズマ装置の断面図である。

50

【符号の説明】

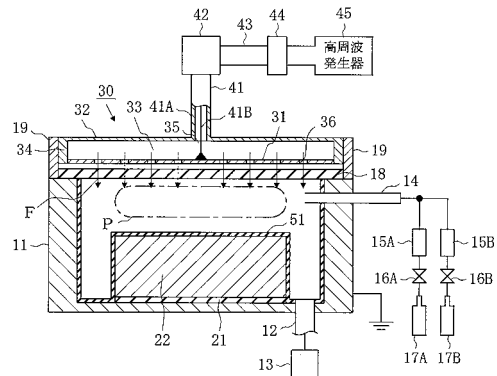
11, 11A, 11B...処理容器、12...排気口、13...真空ポンプ（排気手段）、14...ノズル、15A~15C...マスフローコントローラ、16A~16C...開閉弁、17A~17C...ガス源、18, 18A, 18B...誘電体板、19, 19A...シールド材、21...絶縁板、22, 22B...載置台、23...ウェーハ、30...ラジアルラインアンテナ、31, 32...導体板、33...ラジアル導波路、34...導体リング、35...電磁界導入口、36...スロット、41...同軸導波管、41A...外導体、41B...内導体、42...矩形・同軸変換器、43...矩形導波管、44...マッチング回路、45...高周波発生器、51, 52...SiO₂膜（絶縁膜）、61...ヒーター（加熱手段）、62...ヒーター電源、63...溝、64, 71...導入管、65, 72...排出管、81...AlF₃膜、S1, S11...プリ・コート
の工程、F...高周波電磁界、P...プラズマ、S2, S12...デポジションの工程。

【図1】

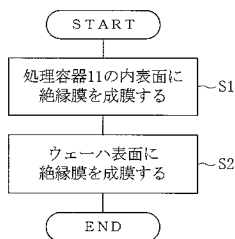


【図3】

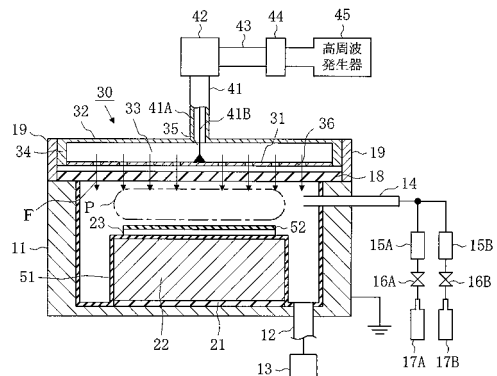
(a) プリ・コートの工程 S1



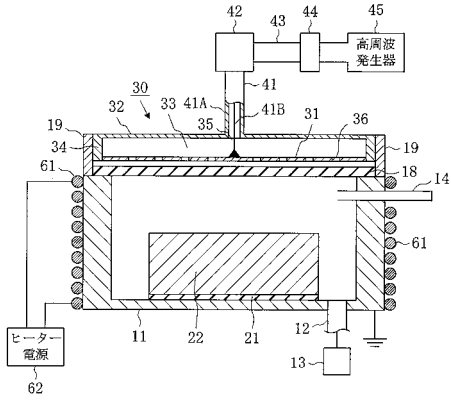
【図2】



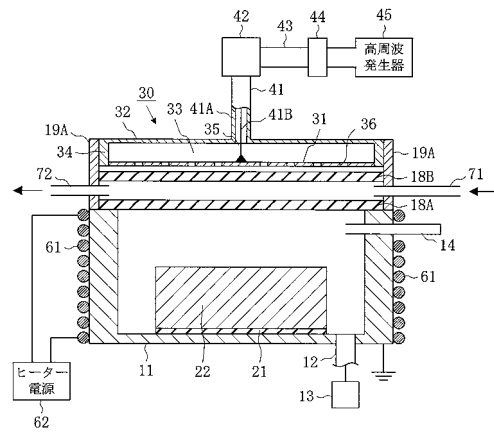
(b) デポジションの工程 S2



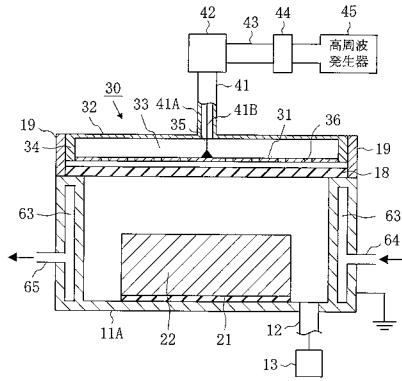
【図4】



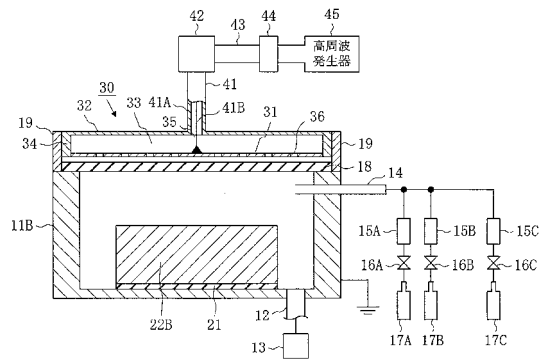
【図6】



【図5】

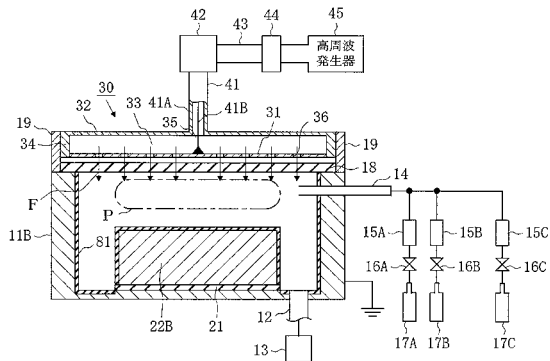


【図7】

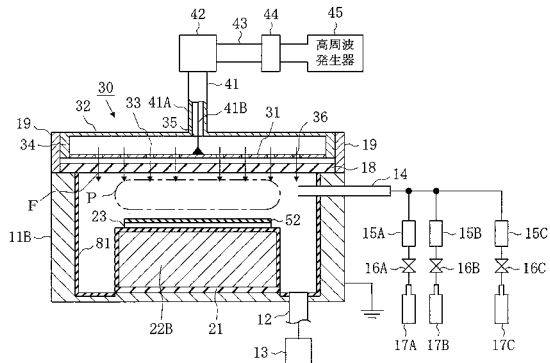


【図8】

(a) プリ・コートの工程 S11



(b) デポジションの工程 S12



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 0 1 6 8 4 5 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 9 4 5 5 0 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 4 9 4 4 2 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 6 9 7 0 0 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 5 5 8 0 4 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 2 3 2 7 1 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 9 7 1 5 7 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 3 1 7 5 2 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 4 4 6 6 7 (J P , A)
特開平 0 4 - 3 4 5 0 3 0 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 5 1 8 8 5 (J P , A)
特開平 1 0 - 0 5 0 6 6 6 (J P , A)
特開平 0 7 - 3 3 5 5 6 7 (J P , A)
特開平 1 0 - 0 6 0 6 5 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 6 4 5 8 2 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 6 8 9 9 6 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 4 4 0 3 3 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 2 3 2 9 8 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 7 7 3 3 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

- H01L 21/31
H01L 21/205
H01L 21/314 ~ 21/32