

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-118104

(P2002-118104A)

(43)公開日 平成14年4月19日(2002.4.19)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード*(参考)
H 0 1 L 21/31		H 0 1 L 21/31	C 4 G 0 7 5
B 0 1 J 19/08		B 0 1 J 19/08	H 4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/509		C 2 3 C 16/509	5 F 0 4 5
H 0 5 H 1/46		H 0 5 H 1/46	L

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-190493(P2001-190493)
 (62)分割の表示 特願平6-167451の分割
 (22)出願日 平成6年6月27日(1994.6.27)

(71)出願人 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂5丁目3番6号
 (72)発明者 鈴木 朗
 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
 (72)発明者 川村 剛平
 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
 (74)代理人 100090125
 弁理士 浅井 章弘

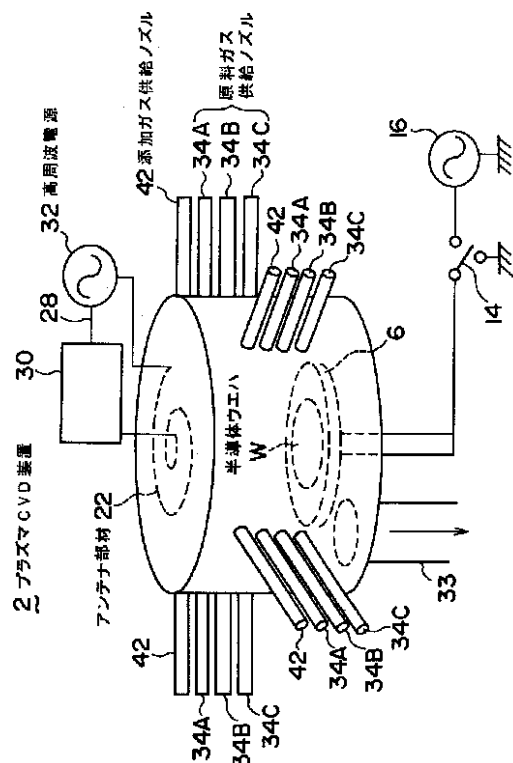
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57)【要約】

【課題】 被処理体が大口径化してもその膜厚の面内均一性を向上させることができるプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 気密な処理容器4内に配置され、サセプタ6上に載置された被処理体Wに対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記処理容器の外に設けられたアンテナ部材22と、前記アンテナ部材に接続された高周波電源32と、複数の処理ガス供給通路56A、56Bを備え、前記処理ガス供給通路と連通する処理ガス噴出孔から前記処理容器内に処理ガスを供給するためのガス供給部と、前記処理容器内を排気するための排気口58A、58Bと、を備え、前記ガス供給部は、前記被処理体面より上側に配置され、前記処理ガス供給通路と連通する前記処理ガス噴出孔の位置が、前記処理容器の周方向に位置し、略均等に配置されて、前記処理容器内の中心部に向かって処理ガスを放出する。これにより、被処理体が大口径化しても処理空間のプラズマや反応種の濃度を均一にでき、従って、成膜の厚みの面内均一性を大幅に向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密な処理容器内に配置され、サセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、

前記処理容器の外に設けられたアンテナ部材と、
前記アンテナ部材に接続された高周波電源と、
複数の処理ガス供給通路を備え、前記処理ガス供給通路と連通する処理ガス噴出孔から前記処理容器内に処理ガスを供給するためのガス供給部と、

前記処理容器内を排気するための排気口と、を備え、
前記ガス供給部は、前記被処理体面より上側に配置され、前記処理ガス供給通路と連通する前記処理ガス噴出孔の位置が、前記処理容器の周方向に位置し、略均等に配置されて、前記処理容器内の中心部に向かって処理ガスを放出することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 気密な処理容器内に配置され、サセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、

前記処理容器の外に設けられたアンテナ部材と、
前記アンテナ部材に接続された高周波電源と、
前記処理容器内に、被処理体を保持し、加熱可能な載置台と、

複数の処理ガス供給通路を備え、前記処理ガス供給通路と連通する処理ガス噴出孔から前記処理容器内に処理ガスを供給するためのガス供給部と、

前記処理容器内を排気するための排気口と、を備え、
前記ガス供給部は、前記被処理体面より上側に配置され、前記処理ガス供給通路と連通する前記処理ガス噴出孔の位置が、前記処理容器の周方向に位置し、略均等に配置されて、前記処理容器内の中心部に向かって処理ガスを放出することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記ガス供給部はノズルであることを特徴とする請求項1又は2記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 前記ガス供給部はガス供給ヘッドであることを特徴とする請求項1又は2記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 前記ガス供給部は、そのガス噴出孔面側がドーム状又はテーパ状であることを特徴とする請求項4記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラズマ処理装置に係り、特に成膜を行うプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体製造工程にあっては、被処理体としての半導体ウエハに対して各種の処理、例えば成膜処理が施されるが、この成膜方法として化学的手法と物理的手法を併用したプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) が知られている。

【0003】この処理を行うプラズマ処理装置は、例えば2枚の平板状の電極を平行に処理容器内に位置させ、これらの間にプラズマ発生用の高周波電源から例えば13.56MHzの高周波電圧を印加することによりプラズマを発生させ、これによりウエハ表面にエッチング等の処理を施すようになっている。

【0004】上述のように平行平板電極間に発生したプラズマは、電界が一方の電極から他方の電極に向けられた交番磁界となることからこの電界に沿って電子が吸引されて気体分子と衝突してこれにより熱的に励起されにくい気体が活性化して所望の成膜を行うようになっている。

【0005】ところで、ウエハ面内に成膜を均一な厚さで形成することは、半導体製品の歩留まり向上のためには非常に重要であるが、成膜の厚みは原料ガス供給方法に大きく影響されるのが実情である。この原料ガス供給方法としては、処理容器の側壁から供給ノズルを内部に挿通し、これよりウエハ表面に向けて原料ガスを供給する方法や、上部電極に平板状のシャワーヘッド構造を持たせて、これよりウエハ表面側に向けて原料ガスを供給する方法が知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のように処理室の側壁より単に原料ガスを供給するだけでは成膜に寄与する反応種がウエハ中心付近まで十分に到達し難く、ウエハ面内に均一厚さで成膜することが難しかった。また、単なる平板状のシャワーヘッド構造では、供給ガスの流れが乱れる場合も生じ、この場合にも膜厚のウエハ面内均一性の確保が比較的難しかった。

【0007】また、本発明者は、先の出願(特願平5-317375号)において、処理容器内の上部或いは天井部外側にアンテナ部材を設けてこれからの電磁波によりプラズマを誘起するいわゆる誘導結合型のプラズマ形成方法を提案した。

【0008】これによれば 1×10^{-3} Torr以下の低圧下でもプラズマを発生させて且つプラズマの均一性を高めることができることから、プラズマエッチングやプラズマ成膜処理の処理特性を高めることができるが、この誘導結合型のプラズマ処理装置において上述のシャワーヘッド構造を採用した場合には、アンテナ部材からの電磁波の一部が誘電体よりなるシャワーヘッド構造に吸収されてしまい、プラズマ生成効率の低下を招いてしまう。そのため、誘導結合型のプラズマ処理装置の場合には、プラズマ生成効率の低下を防止するために原料ガス等は処理容器の側壁から導入せざるを得ず、そのために前述したように膜厚の面内均一性を十分に確保できなくなるという問題が発生していた。特に、半導体ウエハが大口径化し、例えば8インチウエハのような大きなウエハになるとウエハ中心部と周辺部とのガス濃度の均一化が大きな課題となる。

【0009】本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、被処理体が大口径化してもその膜厚の面内均一を向上させることができるプラズマ処理装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者は、鋭意研究の結果、原料ガスを処理容器の側壁から導入する場合、ノズル先端とウエハエッジとの間の距離が成膜の面内均一性に大きく影響し、且つウエハの大口径化に伴ってウエハ中心部まで均一な濃度のガスを供給するには複数段に亘って噴出孔を設けるのが良い、という知見を得ることによって本発明はなされたものである。

【0011】上記問題点を解決するために、第1の発明は、気密な処理容器内に配置され、サセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記処理容器の外に設けられたアンテナ部材と、前記アンテナ部材に接続された高周波電源と、複数の処理ガス供給通路を備え、前記処理ガス供給通路と連通する処理ガス噴出孔から前記処理容器内に処理ガスを供給するためのガス供給部と、前記処理容器内を排気するための排気口と、を備え、前記ガス供給部は、前記被処理体面より上側に配置され、前記処理ガス供給通路と連通する前記処理ガス噴出孔の位置が、前記処理容器の周方向に位置し、略均等に配置されて、前記処理容器内の中心部に向かって処理ガスを放出することを特徴とするプラズマ処理装置である。

【0012】第2の発明は、気密な処理容器内に配置され、サセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記処理容器の外に設けられたアンテナ部材と、前記アンテナ部材に接続された高周波電源と、前記処理容器内に、被処理体を保持し、加熱可能な載置台と、複数の処理ガス供給通路を備え、前記処理ガス供給通路と連通する処理ガス噴出孔から前記処理容器内に処理ガスを供給するためのガス供給部と、前記処理容器内を排気するための排気口と、を備え、前記ガス供給部は、前記被処理体面より上側に配置され、前記処理ガス供給通路と連通する前記処理ガス噴出孔の位置が、前記処理容器の周方向に位置し、略均等に配置されて、前記処理容器内の中心部に向かって処理ガスを放出することを特徴とするプラズマ処理装置である。

【0013】この場合、例えば請求項3に規定するように、前記ガス供給部はノズルである。また、例えば請求項4に規定するように、前記ガス供給部はガス供給ヘッドである。更に、例えば請求項5に規定するように、前記ガス供給部は、そのガス噴出孔面側がドーム状又はテーパ状である。

【0014】

【作用】本発明は、以上のように構成したので、高周波

電源に接続されたアンテナ部材からの電磁波により、処理ガス噴出孔から供給された処理ガスが励起され、成膜用の反応種となる。ここで、処理ガス噴出孔は、処理容器内に複数段に設けられ、上段側に位置する噴出孔は、処理容器の中心側に位置される。従って、下段側に位置する処理ガス噴出孔からのシラン等の原料ガスは主に被処理体の周縁部の成膜に寄与し、上段側に位置する処理ガス噴出孔からの原料ガスは主に被処理体の中心部近傍における成膜に寄与する。従って、全体として形成される成膜の面内均一性を高めることができる。この場合、処理ガス供給通路を形成するために処理容器の側壁より内部に放射状に延びる複数の供給ノズルを設けるようにしてもよい。

【0015】また、上記した処理ガス噴出孔の上方に、Arガスや酸素などの添加ガスを供給する添加ガス噴出孔を設けることにより、この添加ガスと処理ガスとをより均一に混合でき成膜の面内均一性を一層高めることができる。更に、処理ガス供給方法として第2或いは第3の発明のように処理容器内にガス噴出面がドーム状或いはテーパ状になされたガス供給ヘッドを設け、このガス噴出面に複数段に亘って処理ガス噴出孔を設けることもできる。

【0016】これによれば、第1の発明と同様に、上段側に位置する処理ガス噴出孔は、下段側に位置する処理ガス噴出孔よりも処理容器の中心側に位置されることになるので、第1の発明と同様な作用効果を発揮することができる。

【0017】

【実施例】以下に、本発明に係るプラズマ処理装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。図1は本発明に係るプラズマ処理装置を示す概略斜視図、図2は図1に示す処理装置の断面図、図3は図1に示す処理装置の平面図、図4はガス供給ノズル位置に対する成膜の評価を行うためにノズルとウエハとの位置関係を示す図、図5はノズル先端とウエハの高さ方向の距離に対する膜厚の面内均一性を示すグラフ、図6はノズルの長さに対する膜厚の面内均一性を示すグラフ、図7は図6に示すグラフの結果を説明するための説明図である。本実施例においては、本発明に係るプラズマ処理装置をプラズマCVD装置に適用した場合について説明する。

【0018】このプラズマCVD装置2の処理容器4は、天井部及び底部も含めて例えばアルミニウムやステンレス等の導電性材料により円筒体状に成形されて接地されていると共にその内部には下部電極としてのサセプタ6が設置されている。このサセプタ6は、例えばアルマイト処理したアルミニウム等により中央部が凸状に平坦になされた略円柱状に成形されており、この下部は同じくアルミニウム等により円柱状になされたサセプタ支持台8により支持されると共にこのサセプタ支持台8は、処理容器4の底部に絶縁材10を介して設置されて

いる。

【0019】このサセプタ6は、給電路12により切替スイッチ14を介して高周波電源16とアースとに選択的に接続可能になされている。そして、このサセプタ6上に例えば図示しない静電チャック機構等により被処理体としての半導体ウエハWを載置保持するようになっている。

【0020】このサセプタ6とサセプタ支持台8との間には、サセプタ6上のウエハWを加熱或いは温度調整するための例えばセラミックヒータ18が設けられ、サセプタ支持台8には加熱したウエハを冷却する目的で例えば冷却水を流す冷却ジャケット20が設けられている。

【0021】また、処理容器4内の上部には、1ターン或いは2ターン程度の渦巻状になされた例えば銅製のアンテナ部材22が設けられている。このアンテナ部材22は、容器天井部からの絶縁及びプラズマスパッタによる重金属汚染防止の目的で、例えば石英よりなる上部絶縁板24と下部絶縁板26とにより挟み込まれて天井部に取り付け固定されている。このアンテナ部材22の両端には、絶縁された給電線28を介してマッチングボックス30及び電磁波発生用の高周波電源32が接続されており、処理空間Sに向けて電磁波を放射し得るようになっている。また、処理容器4の底部には、図示しない真空ポンプに接続された排気口33が設けられ、また、その側壁には、ウエハWの搬入・搬出を行う開閉可能になされた図示しないゲートバルブが設けられる。

【0022】一方、処理容器4の側壁からは処理ガスとしての原料ガス、例えばシランガスを導入するために本発明の特長とする原料ガス供給ノズル34が内部に放射状に8方向から挿通されている。尚、ノズル挿通方向は8方向に限定されず、2方向以上ならばどのような数でも良く、容器周方向へ略均等な角度で配置される。

【0023】具体的には、各供給ノズル34は、処理ガスを供給するための供給通路を構成するものであり、例えば石英等の絶縁体によりパイプ状に成形されており、側壁に上下方向に沿って複数段、例えば図示例にあっては3段に亘ってノズル34A、34B、34Cが図示しないシール部材等により気密に設けられている。このノズルの段数は3段に限定されず、2段或いはそれ以上でも良くウエハサイズにより決定される。各ノズル34A、34B、34Cの基端部は、ガス供給管38を介して処理ガスとして例えばシラン等の原料ガスを貯める処理ガス源40に接続される。

【0024】そして、3段に亘って設けられた各ノズル34A、34B、34Cの先端の処理ガス噴出孔36A、36B、36Cは、上段に位置するもの程、処理容器の中心側に位置されている。従って、最下段の供給ノズル34Cの処理ガス噴出孔36Cよりも、その上の段(中段)の供給ノズル34Bの処理ガス噴出孔36Bは容器中心側に位置され、この噴出孔36Bよりも、その

上の段(上段)の供給ノズル34Aの処理ガス噴出孔36Aは更に容器中心側に位置される。

【0025】また、最下段の供給ノズル34Cのガス噴出孔36Cは、処理容器の側壁とウエハのエッジとの間に位置するようにし、水平距離にしてガス噴出孔36Cとウエハエッジとの間の距離L1は25mm程度に設定する。これによりウエハ面上の処理空間内に原料ガスを均一に供給して成膜の面内均一性を向上させることが可能となる。

10 【0026】また、最上段の処理ガス供給ノズル34Aの更に上方の側壁には、放射状の各ノズルに対応させて配置された同じく石英製の添加ガス供給ノズル42が水平方向に挿通されており、このノズルの基端部は、ガス供給管46を介して添加ガス、例えばArガスを貯めるArガス源48及び酸素ガス源50に接続されている。そして、このノズル42の先端部である添加ガス噴出孔44は、各処理ガス噴出孔36A、36B、36Cの上方に位置されており、上記添加ガス噴出孔44から噴出するArガス、酸素ガス等の添加ガスをこの下方に位置する処理ガス噴出孔36A、36B、36Cから噴出される原料ガスと効率良く均一に混合させ得るようになっている。

20 【0027】ここで、上述のように処理ガス噴出孔36A、36B、36Cを複数段設けて上段に位置する噴出孔程、容器中心側に位置させることにより成膜の面内均一性を改善することができる理由を図4乃至図7に基づいて説明する。図4においてウエハWと原料ガス供給ノズル52との間の垂直方向の距離Gを変えた場合及び原料ガス供給ノズル52の長さLを変えてノズル先端とウエハエッジの距離を変えた場合についてそれぞれ成膜の面内均一性を調べた。尚、容器側壁とウエハエッジとの間は100mmに設定されており、ウエハサイズは5インチである。

【0028】まず、ノズルの垂直方向の距離Gを種々変化させて成膜を行った時の面内均一性について評価した。この時、ノズルの長さLを75mmに固定することによりノズル先端とウエハエッジの間を25mmに設定した。この時の膜厚の均一性の結果は図5に示される。

40 【0029】図5から明らかなようにノズルの垂直方向の距離Gを大きくする程、面内均一性が向上し、距離Gを略75mm以上に設定することにより膜厚の均一性が略一定になることが判明する。但し、この場合、グラフには現れていないが面内均一性は向上するが成膜の堆積率が低下するので過度には距離Gを大きく設定することはできない。

50 【0030】次に、ノズルの垂直方向の距離Gを75mmに固定し、ノズルの長さLを種々変化させて成膜を行った時の面内均一性について評価した。この時の膜厚の面内均一性の結果は図6及び図7に示される。図から明

らかなようにノズル52を容器側壁から内部に挿入するに従って面内均一性は良好となり、距離Lが75mmの時(ノズル先端とウエハエッジ間の距離は略25mm)、面内均一性は最良となり、更にノズル52を挿入するに従って今度は、面内均一性が劣化することが判明する。

【0031】この時のウエハ面内の膜厚を、距離L=0、L=75、L=100の3点で実際に調べたところ図7に示すような結果を得た。図7(A)に示すように距離L=0mmの場合は、ウエハ中心近傍の膜厚が小さ過ぎ、図7(B)に示すように距離L=75mmの場合は、膜厚がウエハ直径方向に沿って略均一で良好な結果となり、図7(C)に示すように距離L=100mmの場合は、ウエハ中心近傍及びウエハ周辺近傍の膜厚が小さく、その中間部の膜厚が大きくなっている。

【0032】従って、ウエハ中心近傍の膜厚を大きくするには、ノズル先端を容器内中心側まで挿入し、且つウエハ中心近傍以外の部分への影響を抑制するためにノズル先端をウエハ面から遠く離すようにし、また、ウエハ周辺部の膜厚をある程度大きくするためにはウエハエッジよりも水平方向に僅かに離れた位置であって且つ先の中心部側のノズル位置よりも低い位置にノズル先端を位置させるのが良いことが判明する。

【0033】以上のような理由から、前述のように、処理ガス噴出孔を複数段に亘って設け、上段側に位置する噴出孔程、容器中心側に位置させることにより、成膜効率を高く維持した状態で成膜の面内均一性を改善できることが明らかとなる。

【0034】次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。まず、図示しないゲートバルブを介して半導体ウエハWを、図示しないアームにより処理容器4内に収容し、これをサセプタ6上に載置保持させる。

【0035】そして、この処理容器4内は、排気口33から真空排気することにより真空状態になされ、各原料ガス供給ノズル34A、34B、34Cからは、例えばシラン等の原料ガスを供給すると共にこの上方に位置する添加ガス供給ノズル42からは、Arガスと酸素の混合された添加ガスを供給して内部をプロセス圧、例えば 1×10^{-3} Torr程度のかかなり低い圧力状態に維持し、同時にプラズマ発生用の高周波電源32より、例えば13.56MHzの高周波をアンテナ部材32に印加する。

【0036】すると、アンテナ部材6のインダクタンス成分の誘導作用により処理空間Sに電磁波が発射されると同時に、アンテナ部材6と処理容器4との間の容量成分の作用により処理空間Sには交番電界が生じ、この結果処理空間SにはArガスが励起されてプラズマが生じ、この結果、熱的に励起され難い原料ガスや酸素が活性化されて反応種が生じてSiO₂の成膜がウエハ表面

に堆積することになる。

【0037】この場合、従来の平行平板電極形の装置と比較してプラズマは 1×10^{-3} Torr³ ~ 1×10^{-6} Torrの間のかなり低い圧力下でも発生するので、成膜時の反応種の散乱も少なく方向性が揃っており、均一な厚みの成膜を施すことができる。

【0038】特に、本実施例においては原料ガスを供給する原料ガス供給ノズル34A、34B、34Cを複数段に亘って設け、そして、上段に位置するノズル程長くしてその先端の処理ガス噴射孔を処理空間Sの中心側に位置させるようにしているので、ウエハ周辺部近傍に位置する処理ガス噴射孔、例えば36Cからの原料ガスは主にウエハ周縁部の成膜に寄与し、ウエハ中央部近傍に位置する処理ガス噴出孔、例えば36B、36Aからの原料ガスは主にウエハの周縁部と中央部の間の中間部近傍及びウエハ中央部近傍の成膜に寄与し、結果的に、ウエハ面内に亘ってバランス良く成膜を施すことができ、膜厚の面内均一性を大幅に改善することができる。

【0039】この場合、処理ガス噴射孔が処理空間Sの中心側に位置する程、複数段にすることによってその噴射孔をウエハ面から次第に離れた高い位置に設置するようにしているので、ウエハ中心側に位置する処理ガスの噴射孔、例えば36Aからの原料ガスが成膜に過度に寄与することを防止しており、結果的に、上述のように膜厚の面内均一性を大幅に改善することができる。

【0040】更には、本実施例においては、原料ガスと比較して分子量の大きなArガスや酸素等の添加ガス供給ノズル42を各原料ガス供給ノズル34A、34B、34Cの上方に位置させているので、供給された原料ガスと添加ガスが良く混合され、従って、この点よりも膜厚の面内均一性を一層改善することができる。従って、ウエハが大口径化してもこれに対応することができ、例えば8インチ或いはそれ以上の大直径ウエハの膜厚の面内均一性も向上させることができる。

【0041】また、各供給ノズル34、42はそれぞれ側壁より放射状に挿入されてその先端がアンテナ部材22の下方に余り位置しないようになっているので、アンテナ部材22からの電磁波が余り吸収されることがなく、この電力を効率的にプラズマ発生に寄与させることができる。

【0042】尚、上記実施例にあっては、図3に示すように放射状に8方向からノズルを挿入させて設けた場合を例にとって説明したが、これに限定されず、ノズルを円筒状の処理容器の周方向に沿って均等に配置するならば、3、4、5、6、7方向等その数に限定されない。

【0043】また、実施例にあっては3段に亘って原料ガス供給ノズル34A、34B、34Cを設けた場合を例にとって説明したが、この段数も限定されず、2段或いは4段以上に設定するようにしてもよい。

【0044】更には、上記実施例では、添加ガスとして

Arガスと酸素とを混合した状態で添加ガス供給ノズル42から容器内に導入するようにしたが、これら添加ガスを混合することなしで別々のノズルからそれぞれ単独で導入するようにしてもよい。

【0045】更には、アンテナ部材22を処理容器4内に設置してあることから、放射された電磁波は容器壁に反射してプラズマ化のための電力として使用されるので、エネルギー効率を高めることができる。

【0046】また、上記実施例にあっては、原料ガス供給ノズル34や添加ガス供給ノズル42としてパイプ状の石英製ノズルを内部に挿入させて形成するようにしたが、これに限定されず以下のように構成してもよい。尚、図2に示す部分と同一部分については同一符号を付して説明を省略する。

【0047】図8及び図9は他のガス供給方法の一例を示す図であり、処理容器4内の上部であって、石英ガラスよりなる絶縁板24、26で被われたアンテナ部材22の下方には、同じく石英ガラスにより下面のガス噴出面54Aがドーム状に形成されたガス供給ヘッド54が設けられている。

【0048】このガス供給ヘッド54には、上下方向に複数段、図示例にあっては上下2段に原料ガス供給通路56A、56Bが水平方向に沿って形成されており、各通路の先端はガス噴出面54Aにおいて処理ガス噴出孔58A、58Bとして構成される。従って、この場合にも、上段に位置する原料ガス供給通路56Aの処理ガス噴出孔58Aは、この下段に位置する原料ガス供給通路56Bの処理ガス噴出孔58Bよりも処理容器内の中心側に位置されることになる。

【0049】そして、上段の原料ガス供給通路56Aの上方には、前述の実施例と同様に、添加ガスを導入するための添加ガス供給通路60が形成され、この先端はガス噴出面54Aにおいて、上段の処理ガス噴出孔58Aの更に上方において添加ガス噴出孔62として構成されることになる。この場合においても処理ガス噴出孔58A、58Bは、上段に位置する噴出孔ほど処理容器内の中心側に位置させているので、図2に示す装置と同様な作用効果を発揮し、成膜の厚みの面内均一性を向上させることができ、しかもウエハの大口径化にも対応することができる。

【0050】また、図8に示す装置例にあっては、ガス供給ヘッド54に形成した原料ガス供給通路56A、56Bや添加ガス供給通路60をそのままガス通路として構成したが、これに限定されず、例えば図9に示す拡大図のように各ガス供給通路56A、56Bに金属製パイプ64A、64Bを挿通させ、この中にガスを流すような構造としてもよい。この場合には、金属製パイプ64A、64Bへのプラズマスパッタを避けるためにパイプ先端は、各ガス供給通路56A、56Bの先端の処理ガス噴出孔58A、58Bから処理空間S側に突出しない

ようにそれよりも僅かに後退させた所に位置させておく。そして、各金属製パイプ64A、64B内にてプラズマ放電が発生しないようにそれぞれをグラウンドに接続しておくようにする。尚、図9には示されていないが添加ガス供給通路60内も原料ガス供給通路56A、56B内と同様に構成されているのは勿論である。

【0051】また、以上の各実施例にあっては各ガス供給通路は全体が略水平方向に沿って形成されているが、各ガス供給通路の先端部をサセプタの中心方向に向けて下方方向に屈曲させるようにして形成してもよい。

【0052】図8及び図9に示す実施例にあっては、ガス供給ヘッド54のガス噴射面54Aをドーム状に成形した場合について説明したが、これに限定されず、例えば図10及び図11に示すようにテーバ状に形成してもよい。図10はガス供給ヘッドの変形例を示す斜視図、図11は図10に示すガス供給ヘッドの断面図である。

【0053】この実施例においては、石英ガラス製のガス供給ヘッド54の内側のガス噴射面54Aは、ドーム状でなく多角錐或いは円錐体の斜面の一部を形成するようにテーバ状に形成されており、このガス供給ヘッド54に、図8に示したと同様に複数段、例えば2段の原料ガス供給通路56A、56B及び添加ガス供給通路60を設けるようにする。特に、この実施例においては、各ガス供給通路56A、56B、60の先端部をサセプタの中心方向に向けて斜め下方方向へ屈曲させてあり、噴出ガスを効率的にサセプタ上方の処理空間Sに向けるようになっており、この点よりウエハ上に形成される成膜の厚みの面内均一性を一層向上させることが可能となる。

【0054】また、以上説明した各実施例にあっては、処理容器内の上部に、絶縁板24、26により被われたアンテナ部材22を設けるようにしたが、これに限定されず、図12及び図13に示すようにガス供給ヘッドを構成する絶縁部材内にアンテナ部材を埋め込んで覆うようにしてもよい。図12においては、石英ガラス製のガス供給ヘッド54を、所定の厚みを持ったドーム形状に成形し且つこのヘッド54を上側ヘッド部66Aと下側ヘッド部66Bとに上下方向に2分割可能としている。この下側ヘッド部66Bの半球状の下面をガス噴出面54Aとして構成する。

【0055】そして、これら上側及び下側ヘッド部66A、66Bの接合部にアンテナ部材22を収容し得る螺旋状の溝68を設け、これにアンテナ部材22を収容した状態で上側及び下側ヘッド部66A、66Bを接合する。また、このドーム状のガス供給ヘッド54には、図8に示したと同様な原料ガス供給通路56A、56Bが複数段、例えば2段設けられ、更にその上段には添加ガス供給通路60が設けられる。これにより、上段側の原料ガス供給通路56Aの先端の処理ガス噴出孔58Aを下段側の原料ガス供給通路56Bの先端の処理ガス噴出孔58Bよりも処理容器の中心側に位置させる。

【0056】この場合にも図2と同様な作用効果を発揮するのみならず、ガス供給ヘッド54内にアンテナ部材22を組み入れるようにしたので、例えば図8に示す装置例において必要とされた上部及び下部絶縁板24、26を不要にでき、構造を簡単化することができる。

【0057】また、図13は図12に示す、所定の厚みのドーム状のガス供給ヘッド54に替えて、所定の厚みのテーパ状のガス供給ヘッド54を設けている。この場合も、所定の厚みのテーパ状のガス供給ヘッド54を上側ヘッド部66Aと下側ヘッド部66Bとに上下に分離可能としてこれらの接合部にアンテナ部材22を介在させ、更に、このガス供給ヘッド54に複数段に亘って原料ガス供給通路56A、56Bを設け、その上段に添加ガス供給通路60を設けた点は図12に示した実施例と同様な構造である。

【0058】また、従来のシャワーヘッド構造にあってはガス噴出口近傍に生じた段差部分に膜が付着してパーティクルの原因となったが、上述のようにガス噴出面をドーム形状或いはテーパ形状とすることによりガス噴出口近傍に段差部分がなくなり、膜形成を防止できるのでパーティクルの減少に寄与できる。

【0059】上記各実施例にあっては、ガス噴出面をドーム状或いはテーパ状にして上段側の処理ガス噴出孔を下段側の処理ガス噴出孔よりも処理容器の中心側に位置させるようにしたが、この噴出孔の位置関係を満足するものであればガス噴出面の形状は上述したものに限定されず、例えば階段状の段差形状に形成してもよい。

【0060】また、以上の各実施例にあっては、処理容器内の側壁側から原料ガス供給通路や添加ガス供給通路を挿入乃至供給する場合について説明したが、これに限定されず、例えば図14に示すように処理容器4内の天井部に上部、下部絶縁板24、26で挟み込んだアンテナ部材22を設け、この天井部から原料ガスや添加ガスを供給するための例えば石英ガラス製のガス供給ヘッド70を垂下させて支持させるようにしてシャワーヘッド構造としてもよい。この場合、通常の従来のシャワーヘッド構造は下部電極に対向する下面のガス噴出面は平板プレート状に成形されているが、本実施例においてはガス噴出面54Aは、例えば図8や図12に示す構造と同様にドーム状に成形されており、このガス噴出面54Aに複数の処理ガス噴出孔58A、58Bを形成する。従って、この場合にも各処理ガス噴出孔の内、上段側に位置する噴出孔58Aは、下段側に位置する噴出孔58Bよりも処理容器の中心側に位置するので、図8や図12に示す構造と同様な作用効果を発揮することができる。この場合、ガス供給ヘッド70内には、多数の拡散孔72を有する1枚或いは2枚の拡散板74A、74Bを設けることにより、処理空間Sに対する供給ガスの供給量の均一化を図ることができる。

【0061】尚、以上の各実施例においては、アンテナ

部材22を容器内に収容した場合について説明したが、これをシールドして容器の外側、例えば天井部の上面側に位置させるようにしてもよい。また、各実施例においては、原料ガスとしてシランガス(SiH_4)を用い、添加ガスとしてArガスと酸素を用いた場合を例にとって説明したが、これらのガスに限定されないのは勿論である。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のプラズマ処理装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。処理容器内に処理ガス噴出孔を複数段に亘って設けると共に上段側に位置する処理ガス噴出孔を下段側に位置する処理ガス噴出孔よりも処理容器の中心側へ位置させるようにしたので、被処理体の上方のプラズマ濃度や反応種の濃度を均一化させることができ、従って、被処理体の表面に形成される成膜の厚みの面内均一性を大幅に向上させることができる。従って、被処理体の直径が大きくなっても処理ガス噴出孔を複数段設けることによりこれに対応させることが可能となり、成膜の厚みの面内均一性を高く維持することができる。ガス噴出面がドーム状或いはテーパ状のガス供給ヘッドに複数段の処理ガス噴出孔を設けることにより、前述と同様に上段側の処理ガス噴出孔は下段側の処理ガス噴出孔よりも処理容器の中心側に位置され、この結果、同様に膜厚の面内均一性を向上させることができる。また、処理ガス噴出孔の上段側に添加ガス噴出孔を設けることにより、処理容器内へ導入された処理ガス(原料ガス)と添加ガスを均一に混合させることができ、従って、膜厚の面内均一性を一層向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマ処理装置を示す概略斜視図である。

【図2】図1に示す処理装置の断面図である。

【図3】図1に示す処理装置の平面図である。

【図4】ガス供給ノズル位置に対する成膜の評価を行うためにノズルとウエハとの位置関係を示す図である。

【図5】ノズル先端とウエハの高さ方向の距離に対する膜厚の面内均一性を示すグラフである。

【図6】ノズルの長さに対する膜厚の面内均一性を示すグラフである。

【図7】図6に示すグラフの結果を説明するための説明図である。

【図8】ガス噴出面をドーム状に形成した本発明の装置を示す概略断面図である。

【図9】図8に示す装置の変形例を示す要部拡大図である。

【図10】ガス噴出面がテーパ状に形成されたガス供給ヘッドを示す斜視図である。

【図11】図10に示すガス供給ヘッドの断面図である。

【図12】ガス供給ヘッド自体をドーム状に成形した本発明の装置例を示す概略断面図である。

【図13】ガス供給ヘッド自体をテーパ状に成形した本発明の装置例を示す概略断面図である。

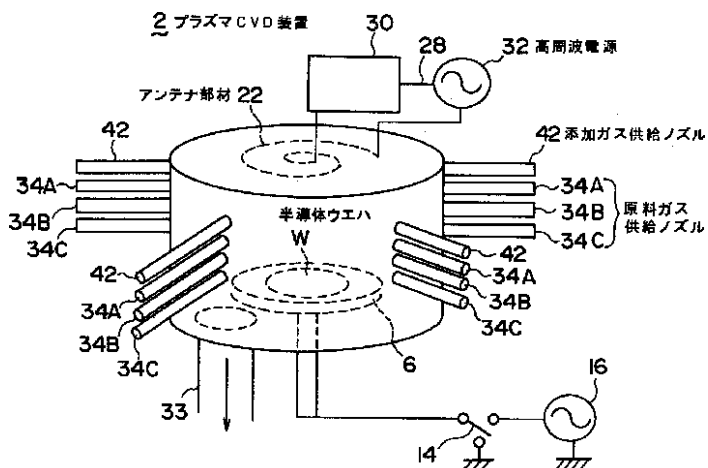
【図14】天井部から垂下させたガス供給ヘッドのガス噴出面をドーム状にした本発明の装置例を示す概略断面図である。

【符号の説明】

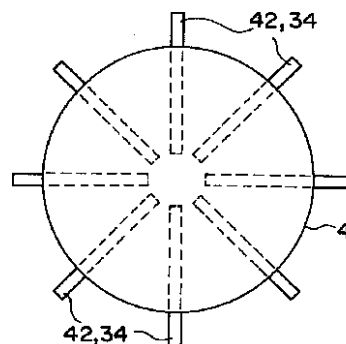
- 2 プラズマCVD装置(プラズマ処理装置)
- 4 処理容器
- 6 サセプタ(下部電極)
- 8 サセプタ支持台
- 22 アンテナ部材
- 24 上部絶縁板
- 26 下部絶縁板
- 32 高周波電源
- 34 原料ガス供給ノズル

- * 34 A 上段原料ガス供給ノズル
- 34 B 中段原料ガス供給ノズル
- 34 C 下段原料ガス供給ノズル
- 36 A、36 B、36 C 処理ガス噴出孔
- 40 処理ガス源
- 48 Arガス源
- 50 酸素ガス源
- 54 ガス供給ヘッド
- 54 A ガス噴出面
- 10 56 A、56 B 原料ガス供給通路
- 58 A、58 B 処理ガス噴出孔
- 66 A 上側ヘッド部
- 66 B 下側ヘッド部
- 70 シャワーヘッド
- 74 A、74 B 拡散板
- W 半導体ウエハ(被処理体)

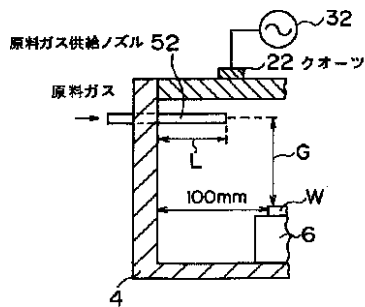
【図1】



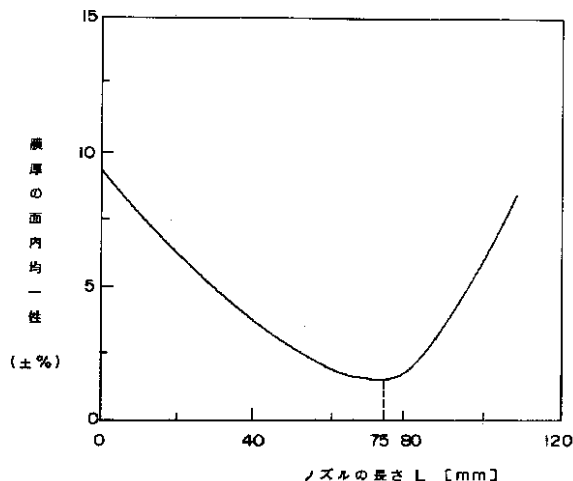
【図3】



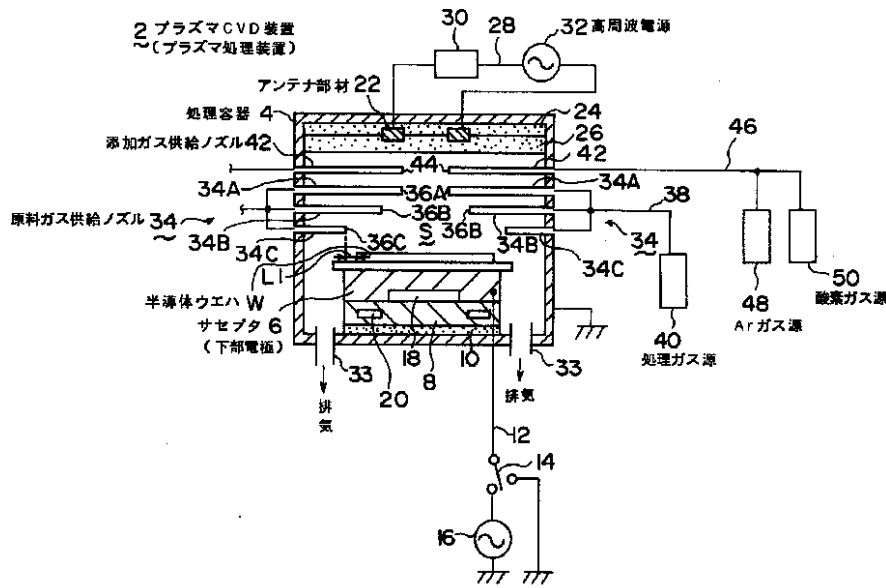
【図4】



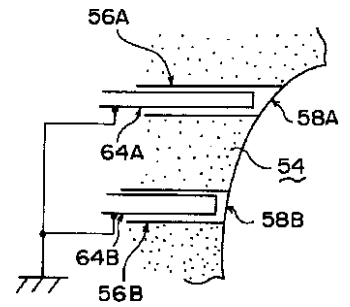
【図6】



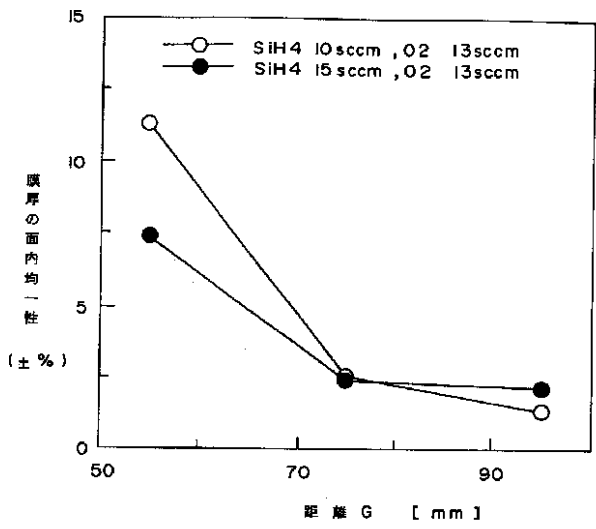
【図2】



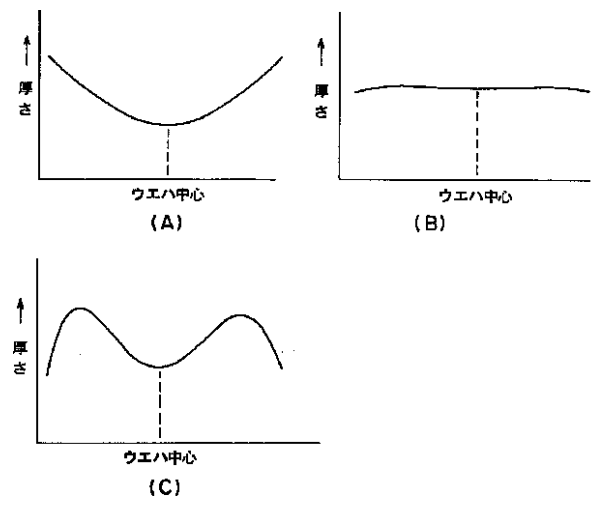
【図9】



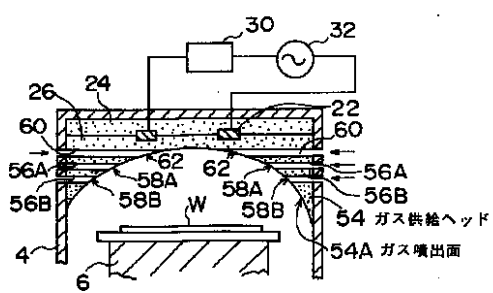
【図5】



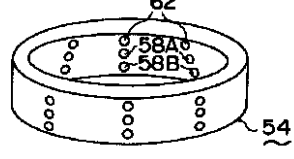
【図7】



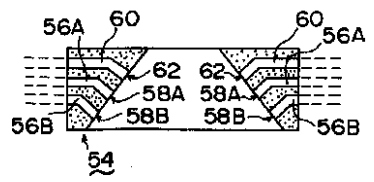
【図8】



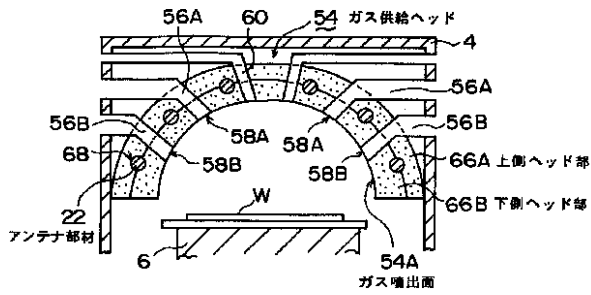
【図10】



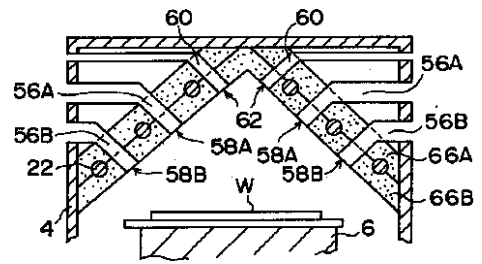
【図11】



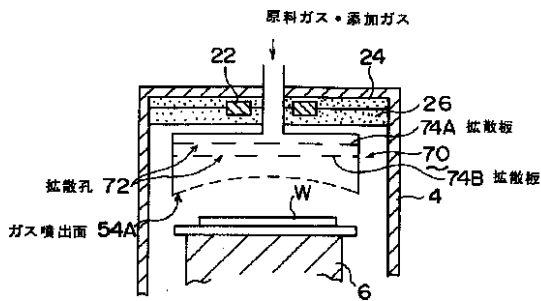
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 石塚 修一
 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

(72)発明者 畑 次郎
 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

Fターム(参考) 4G075 AA24 BC04 BD03 BD14 CA02
 CA03 CA25 CA47 CA62 DA01
 DA02 EB01 EB42 EC03 FB02
 FB06 FC11
 4K030 CA04 CA12 EA06 FA04 KA30
 5F045 AA08 AB32 AC01 AC11 AC16
 AE13 AF03 BB02 DP04 DQ10
 EB02 EF02 EF04 EF08 EF20
 EH02 EH11 EH20