

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4093212号
(P4093212)

(45) 発行日 平成20年6月4日(2008.6.4)

(24) 登録日 平成20年3月14日(2008.3.14)

(51) Int.Cl.		F I			
H05H	1/46	(2006.01)	H05H	1/46	B
H01L	21/205	(2006.01)	H01L	21/205	
H01L	21/3065	(2006.01)	H01L	21/302	1 O 1 D

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-216277 (P2004-216277)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成16年7月23日(2004.7.23)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2006-40638 (P2006-40638A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成18年2月9日(2006.2.9)	(74) 代理人	100090125
審査請求日	平成18年8月22日(2006.8.22)		弁理士 浅井 章弘
(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成14年度、経済産業省、エネルギー使用合理化次世代半導体デバイスプロセス等基盤技術開発委託研究(マイクロ波励起高密度プラズマを用いた省エネ型半導体製造装置の技術開発)、産業再生法第30条の適用を受けるもの)		(72) 発明者	田 才忠
			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	石橋 清隆
			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	北川 淳一
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

天井部が開口されて内部が真空引き可能になされた処理容器と、
被処理体を載置するために前記処理容器内に設けられた載置台と、
前記天井部の開口に気密に装着されてマイクロ波を透過する誘電体よりなる天板と、
前記天板上に設けられて前記処理容器内に向けてプラズマ発生用のマイクロ波を放射する複数のマイクロ波放射孔を有する平面アンテナ部材と、
前記平面アンテナ部材上に設けられて前記マイクロ波の波長を短縮するための遅波材と、

前記天板の下面に、該下面を同心状に複数のゾーンに区画して前記ゾーン間のマイクロ波の干渉を抑制するためのマイクロ波干渉抑制部と、
を有するプラズマ処理装置において、
前記マイクロ波干渉抑制部の内径は、前記遅波材中のマイクロ波の波長の1.5~2.5倍の長さの範囲内であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】

天井部が開口されて内部が真空引き可能になされた処理容器と、
被処理体を載置するために前記処理容器内に設けられた載置台と、
前記天井部の開口に気密に装着されてマイクロ波を透過する誘電体よりなる天板と、
前記天板上に設けられて前記処理容器内に向けてプラズマ発生用のマイクロ波を放射する複数のマイクロ波放射孔を有する平面アンテナ部材と、

前記平面アンテナ部材上に設けられて前記マイクロ波の波長を短縮するための遅波材と

前記天板の下面に、該下面を同心状に複数のゾーンに区画して前記ゾーン間のマイクロ波の干渉を抑制するためのマイクロ波干渉抑制部と、

を有するプラズマ処理装置において、

前記マイクロ波干渉抑制部は、前記天板の下面に形成された所定のピッチの複数の凹凸部のみよりなることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記凹凸部のピッチは、前記遅波材中のマイクロ波の波長の $1/10 \sim 1/3$ 倍の長さの範囲内であることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

10

【請求項 4】

前記凹凸部の凸部の高さは $3 \sim 10$ mm の範囲内であることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記凹凸部の凸部は 2 個以上であり、且つ前記凹凸部全体の幅は前記遅波材中のマイクロ波の波長の 1 波長の長さ以下であることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記マイクロ波干渉抑制部は、円形リング状に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

20

【請求項 7】

前記マイクロ波干渉抑制部は、四角形の環状に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】

前記マイクロ波干渉抑制部は、所定の間隔を隔てて同心状に複数形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記マイクロ波干渉抑制部間の間隔の幅は、前記遅波材中のマイクロ波の波長の 1 波長の長さ以上に設定されていることを特徴とする請求項 8 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】

前記マイクロ波放射孔の分布は、前記平面アンテナ部材の中心部側で疎となるように形成され、周辺部側で密となるように形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

30

【請求項 11】

前記マイクロ波放射孔の分布は、全面に均一になされていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエハ等に対してマイクロ波により生じたプラズマを作用させて処理を施す際に使用されるプラズマ処理装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年、半導体製品の高密度化及び高微細化に伴い半導体製品の製造工程において、成膜、エッチング、アッシング等の処理のためにプラズマ処理装置が使用される場合があり、特に、 $0.1 \text{ Torr} (13.3 \text{ mPa}) \sim$ 数 10 Torr (数 Pa) 程度の比較的圧力が低い高真空状態でも安定してプラズマを立てることができることからマイクロ波を用いて、高密度プラズマを発生させるマイクロ波プラズマ装置が使用される傾向にある。

このようなプラズマ処理装置は、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3 等に開示されている。ここで、マイクロ波を用いた一般的なプラズマ処理装置を図 9 を参照して概略的に

50

説明する。図9は従来の一一般的なプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

【0003】

図9において、このプラズマ処理装置2は、真空引き可能になされた処理容器4内に半導体ウエハWを載置する載置台6を設けており、この載置台6に対向する天井部にマイクロ波を透過する円板状の窒化アルミや石英等よりなる天板8を気密に設けている。

そして、この天板8の上面に厚さ数mm程度の円板状の平面アンテナ部材10と、この平面アンテナ部材10の半径方向におけるマイクロ波の波長を短縮するための例えば誘電体よりなる遅波材12を設置している。この遅波材12の上方には、内部に冷却水を流す冷却水流路が形成された天井冷却ジャケット14が設けられており、遅波材12等を冷却するようになっている。そして、平面アンテナ部材10には多数の、例えば長溝状の貫通孔よりなるマイクロ波放射孔16が形成されている。このマイクロ波放射孔16は一般的には、同心円状に配置されたり、或いは螺旋状に配置されている。そして、平面アンテナ部材10の中心部に同軸導波管18の内部ケーブル20を接続して図示しないマイクロ波発生器より発生した、例えば2.45GHzのマイクロ波を導くようになっている。そして、マイクロ波をアンテナ部材10の半径方向へ放射状に伝搬させつつ平面アンテナ部材10に設けたマイクロ波放射孔16からマイクロ波を放出させてこれを天板8に透過させて、下方の処理容器4内へマイクロ波を導入し、このマイクロ波により処理容器4内の処理空間Sにプラズマを立てて半導体ウエハWにエッチングや成膜などの所定のプラズマ処理を施すようになっている。

【0004】

【特許文献1】特開平3-191073号公報

【特許文献2】特開平5-343334号公報

【特許文献3】特開平9-181052号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記したようなプラズマ処理装置を用いて、成膜やエッチング等のプラズマ処理を行う場合には、処理のウエハ面内均一性を特に高く維持する必要がある。この場合、一般的には、平面アンテナ部材10に形成されているマイクロ波放射孔16の分布や形状等を適当に変化させて、処理容器4内におけるプラズマ密度をできるだけ均一化する試みがなされている。しかしながら、処理容器4内中のプラズマの挙動については制御が非常に難しく、プロセス条件の僅かな変化により、プラズマの挙動が大きく変化してしまい、この結果、プラズマ処理の面内均一性を十分に維持し得ない場合もあった。

特にウエハサイズが8インチから12インチへと大口径化すると共に、更なる微細化及び薄膜化が推進されている今日において、上記した問題点の解決が強く望まれている。

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、処理容器内におけるプラズマ密度の均一性を高めてプラズマ処理の面内均一性を向上させることが可能なプラズマ処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者等は、処理容器内のプラズマの挙動について鋭意研究した結果、プラズマが接する処理容器の天板の形状がプラズマの挙動に大きく影響を与える、という知見を得ることにより、本発明に至ったものである。

すなわち請求項1に係る発明は、天井部が開口されて内部が真空引き可能になされた処理容器と、被処理体を載置するために前記処理容器内に設けられた載置台と、前記天井部の開口に気密に装着されてマイクロ波を透過する誘電体よりなる天板と、前記天板上に設けられて前記処理容器内に向けてプラズマ発生用のマイクロ波を放射する複数のマイクロ波放射孔を有する平面アンテナ部材と、前記平面アンテナ部材上に設けられて前記マイクロ波の波長を短縮するための遅波材と、前記天板の下面に、該下面を同心状に複数のゾーンに区画して前記ゾーン間のマイクロ波の干渉を抑制するためのマイクロ波干渉抑制部と

、を有するプラズマ処理装置において、前記マイクロ波干渉抑制部の内径は、前記遅波材中のマイクロ波の波長の1.5～2.5倍の長さの範囲内であることを特徴とするプラズマ処理装置である。

このように、天板の下面に、この下面を同心状に複数のゾーンに区画して、このゾーン間のマイクロ波の干渉を抑制するためのマイクロ波干渉抑制部を設けるようにしたので、ゾーン間でマイクロ波が干渉することが抑制され、この結果、処理容器内におけるプラズマ密度の均一性を高めてプラズマ処理の面内均一性を向上させることができる。

【0007】

請求項2に係る発明は、天井部が開口されて内部が真空引き可能になされた処理容器と、被処理体を載置するために前記処理容器内に設けられた載置台と、前記天井部の開口に気密に装着されてマイクロ波を透過する誘電体よりなる天板と、前記天板上に設けられて前記処理容器内に向けてプラズマ発生用のマイクロ波を放射する複数のマイクロ波放射孔を有する平面アンテナ部材と、前記平面アンテナ部材上に設けられて前記マイクロ波の波長を短縮するための遅波材と、前記天板の下面に、該下面を同心状に複数のゾーンに区画して前記ゾーン間のマイクロ波の干渉を抑制するためのマイクロ波干渉抑制部と、を有するプラズマ処理装置において、前記マイクロ波干渉抑制部は、前記天板の下面に形成された所定のピッチの複数の凹凸部のみよりなることを特徴とするプラズマ処理装置である。

また例えば請求項3に規定するように、前記凹凸部のピッチは、前記遅波材中のマイクロ波の波長の1/10～1/3倍の長さの範囲内である。

また、例えば請求項4に規定するように、前記凹凸部の凸部の高さは3～10mmの範囲内である。

また例えば請求項5に規定するように、前記凹凸部の凸部は2個以上であり、且つ前記凹凸部全体の幅は前記遅波材中のマイクロ波の波長の1波長の長さ以下である。

また例えば請求項6に規定するように、前記マイクロ波干渉抑制部は、円形リング状に形成されている。

【0008】

或いは、例えば請求項7に規定するように、前記マイクロ波干渉抑制部は、四角形の環状に形成されている。

また例えば請求項8に規定するように、前記マイクロ波干渉抑制部は、所定の間隔を隔てて同心状に複数形成されている。

また例えば請求項9に規定するように、前記マイクロ波干渉抑制部間の間隔の幅は、前記遅波材中のマイクロ波の波長の1波長の長さ以上に設定されている。

また例えば請求項10に規定するように、前記マイクロ波放射孔の分布は、前記平面アンテナ部材の中心部側で疎となるように形成され、周辺部側で密となるように形成されている。

或いは、例えば請求項11に規定するように、前記マイクロ波放射孔の分布は、全面に均一になされている。

【発明の効果】

【0009】

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。

処理容器内のプラズマと接する天板の下面に、この下面を同心状に複数のゾーンに区画して、このゾーン間のマイクロ波の干渉を抑制するためのマイクロ波干渉抑制部を設けるようにしたので、ゾーン間でマイクロ波が干渉することが抑制され、この結果、処理容器内におけるプラズマ密度の均一性を高めてプラズマ処理の面内均一性を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

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。

10

20

30

40

50

図 1 は本発明に係るプラズマ処理装置の一例を示す構成図、図 2 は図 1 に示すプラズマ処理装置の平面アンテナ部材を示す平面図、図 3 は天板の下面を示す平面図、図 4 は天板を示す部分拡大断面図である。

図示するようにこのプラズマ処理装置 2 2 は、例えば側壁や底部がアルミニウム等の導体により構成されて、全体が筒体状に成形された処理容器 2 4 を有しており、内部は密閉された処理空間 S として構成されて、この処理空間 S にプラズマが形成される。この処理容器 2 4 自体は接地されている。

【 0 0 1 1 】

この処理容器 2 4 内には、上面に被処理体としての例えば半導体ウエハ W を載置する載置台 2 6 が収容される。この載置台 2 6 は、例えばアルマイト処理したアルミニウム等により平坦になされた略円板状に形成されており、例えば絶縁性材料よりなる支柱 2 8 を介して容器底部より起立されている。

10

上記載置台 2 8 の上面には、ここにウエハを保持するための静電チャック或いはクランプ機構（図示せず）が設けられる。尚、この載置台 2 6 を例えば 1 3 . 5 6 M H z のバイアス用高周波電源に接続する場合もある。また必要に応じてこの載置台 2 6 中に加熱用ヒータを設けてもよい。

上記処理容器 2 4 の側壁には、ガス供給手段として、容器内にプラズマ用ガス、例えばアルゴンガスを供給する石英パイプ製のプラズマガス供給ノズル 3 0 や処理ガス、例えばデポジションガスを導入するための例えば石英パイプ製の処理ガス供給ノズル 3 2 が設けられており、これらの各ノズル 3 0、3 2 より上記各ガスを流量制御しつつ供給できるようになっている。

20

【 0 0 1 2 】

また、容器側壁には、この内部に対してウエハを搬入・搬出する時に開閉するゲートバルブ 3 4 が設けられている。また、容器底部には、排気口 3 6 が設けられると共に、この排気口 3 6 には図示されない真空ポンプが介接された排気路 3 8 が接続されており、必要に応じて処理容器 2 4 内を所定の圧力まで真空引きできるようになっている。

そして、処理容器 2 4 の天井部は開口されて、ここに例えば石英やセラミック材等よりなるマイクロ波に対しては透過性を有する天板 4 0 が O リング等のシール部材 4 2 を介して気密に設けられる。この天板 4 0 の厚さは耐圧性を考慮して例えば 2 0 m m 程度に設定される。そして、この天板 4 0 の下面に本発明の特徴とするマイクロ波干渉抑制部 4 4 が形成される。尚、このマイクロ波干渉抑制部 4 4 の構造については後述する。

30

【 0 0 1 3 】

そして、この天板 4 0 の上面に、円板状の平面アンテナ部材 4 6 と高誘電率特性を有する遅波材 4 8 とが順次設けられる。具体的にはこの平面アンテナ部材 4 6 は、上記遅波材 4 8 の上方全面を覆う導電性の中空円筒状容器よりなる導波箱 5 0 の底板として構成され、前記処理容器 2 4 内の上記載置台 2 6 に対向させて設けられる。

この導波箱 5 0 及び平面アンテナ部材 4 6 の周辺部は共に接地されると共に、この導波箱 5 0 の上部の中心には、同軸導波管 5 2 の外管 5 2 A が接続され、内部の内部ケーブル 5 2 B は、上記遅波材 4 8 の中心の貫通孔 5 4 を通って上記平面アンテナ部材 4 6 の中心部に接続される。そして、この同軸導波管 5 2 は、モード変換器 5 6 及び導波管 5 8 を介してマッチング 6 0 を有する例えば 2 . 4 5 G H z のマイクロ波発生器 6 2 に接続されており、上記平面アンテナ部材 4 6 へマイクロ波を伝搬するようになっている。この周波数は 2 . 4 5 G H z に限定されず、他の周波数、例えば 8 . 3 5 G H z を用いてもよい。この導波管としては、断面円形或いは矩形の導波管や同軸導波管を用いることができる。尚、上記導波箱 5 0 の上部に図示しない天井冷却ジャケットを設けるようにしてもよい。そして、上記導波箱 5 0 内であって、平面アンテナ部材 4 6 の上面側に設けた高誘電率特性を有する遅波材 4 8 は、この波長短縮効果により、マイクロ波の管内波長を短くしている。この遅波材 4 8 としては、例えば窒化アルミ等を用いることができる。

40

【 0 0 1 4 】

上記平面アンテナ部材 4 6 は、8 インチサイズのウエハ対応の場合には、例えば直径が

50

300～400mm、厚みが1～数mmの導電性材料よりなる、例えば表面が銀メッキされた銅板或いはアルミ板よりなり、この円板には、図2にも示すように例えば長溝状の貫通孔よりなる多数のマイクロ波放射孔64が形成されている。このマイクロ波放射孔64の配置形態は、特に限定されず、例えば同心円状、螺旋状、或いは放射状に配置させてもよいし、アンテナ部材全面に均一になるように分布させてもよい。例えばマイクロ波放射孔64は、この2個をTの字状に配置して一对の組を形成しており、図2(A)に示すように、中心部側に例えば12組形成して周辺部側に24組形成するなどして同心円状に均一に配置したり、図2(B)に示すように、中心部側に例えば6組形成して周辺部側に24組形成するなどして、中心部側が疎となるように、反対に周辺部側が密となるように配置してもよい。実際には、このマイクロ波放射孔64の配置形態は、前記したマイクロ波干渉抑制部44の形態に対応させて最適になるように配列する。

10

【0015】

そして、上記天板40の下面側、すなわち処理空間Sのプラズマと直接接する面に形成されている上記マイクロ波干渉抑制部44は、図3に示すように、ここでは円形リング状に形成されており、その内側の中央ゾーン70Aと、その外側の外周ゾーン70Bとに2つの同心状のゾーンに区画している。上記マイクロ波干渉抑制部44は、上記中央ゾーン70Aと外周ゾーン70Bとの間のマイクロ波の干渉を抑制するためのものである。この場合、上記マイクロ波干渉抑制部44は、両ゾーン70A、70B間のマイクロ波の干渉を完全に遮断するのではなく、両ゾーン70A、70B間のマイクロ波の干渉をある程度許容しつつ従来のアンテナ部材のような過度の干渉を抑制するものであり、また、両ゾ

20

【0016】

具体的な構成は、以下の通りである。すなわち、上記マイクロ波干渉抑制部44は、図4(A)にも示す断面図のように、凸部72Aと凹部72Bとを交互に同心円状にそれぞれ複数個形成することにより構成されている。図示例では天板40の下面水平レベルより下方へ突出させた断面を正形状の凸部72Aが同心円形リング状に5個形成されている場合を示している。ここで上記マイクロ波干渉抑制部44の形成位置は例えばウエハWの半径方向の略中央部近傍に対応させて位置させるのがよい。この場合、上記マイクロ波干渉抑制部44の内径D1は、上記遅波材12中の2.45GHzのマイクロ波の波長の

30

【0017】

また上記凸部72A及び凹部72Bの各幅は、略同一になるように設定され、例えばそれぞれ5mm程度になるように設定されている。従って、この凹凸部のピッチL1は10mm程度に設定されている。この凹凸部のピッチL1は、上記波長の1/10～1/3倍の長さの範囲内に設定するのがよい。上記ピッチL1が上記した範囲外の場合には、中央ゾーン70Aと外周ゾーン70Bとの間のマイクロ波の干渉抑制効果が過度に少なくなり、ゾーン間で必要以上のマイクロ波の干渉が生じてしまってプラズマ密度の均一性が劣化してしまう。

40

また上記凸部72Aの高さH1、すなわち上記凹部72Bの深さは、3～10mmの範囲内であり、ここでは例えば5mmに設定している。この高さH1が上記範囲外の場合には、中央ゾーン70Aと外周ゾーン70Bとの間のマイクロ波の干渉抑制効果が過度に少なくなり、ゾーン間で必要以上のマイクロ波の干渉が生じてしまってプラズマ密度の均一性が劣化してしまう。

【0018】

更には、上記凸部72Aの個数は2個以上設けることが必要であり、また、この凹凸部全体の幅、すなわちマイクロ波干渉抑制部42の幅W1は上記波長の1波長の長さ以下に設定する。上記凸部72Aが1個程度の場合には、ゾーン70A、70B間におけるマ

50

マイクロ波の干渉抑制効果が不十分となってしまう。また、上記マイクロ波干渉抑制部 4 2 の幅 $W 1$ が波長の 1 波長の長さよりも大きいと、逆に、上記ゾーン 7 0 A、7 0 B 間におけるマイクロ波の干渉抑制効果が大き過ぎてしまい、この場合にも、各ゾーン 7 0 A、7 0 B に投入する電力のバランスが大きく崩れてしまう恐れがある。

尚、図 4 (A) に示す場合は、凸部 7 2 A の先端を天板 4 0 の下面水平レベルよりも下方へ突出させて形成したが、これに限定されず、図 4 (B) に示すように、天板 4 0 の下面に対して凹部 7 2 B を削り込むことにより凸部 7 2 A の先端を天板 4 0 の下面水平レベルと同一レベルになるように形成してもよい。

【 0 0 1 9 】

次に、以上のように構成されたプラズマ処理装置 2 2 を用いて行なわれる処理方法について説明する。

まず、ゲートバルブ 3 4 を介して半導体ウエハ W を搬送アーム (図示せず) により処理容器 2 4 内に收容し、リフタピン (図示せず) を上下動させることによりウエハ W を載置台 2 6 の上面の載置面に載置する。

そして、処理容器 2 4 内を所定のプロセス圧力、例えば 0 . 0 1 ~ 数 Pa の範囲内に維持して、プラズマガス供給ノズル 3 0 から例えばアルゴンガスを流量制御しつつ供給すると共に処理ガス供給ノズル 3 2 から処理態様に応じて例えば成膜処理であるならば成膜用ガスを、エッチング処理であるならばエッチングガスを流量制御しつつ供給する。同時にマイクロ波発生器 6 2 にて発生したマイクロ波を、導波管 5 8 及び同軸導波管 5 2 を介して平面アンテナ部材 4 6 に供給して処理空間 S に、遅波材 4 8 によって波長が短くされたマイクロ波を導入し、これにより処理空間 S にプラズマを発生させて所定のプラズマ処理を行う。

【 0 0 2 0 】

ここで、マイクロ波発生器 6 2 にて発生した例えば 2 . 4 5 GHz のマイクロ波は上記したように同軸導波管 5 2 内を伝搬して導波箱 5 0 内の平面アンテナ部材 4 6 に到達し、内部ケーブル 5 2 B の接続された円板状の平面アンテナ部材 4 6 の中心部から放射状に周辺部に伝搬される間に、この平面アンテナ部材 4 6 に多数形成されたマイクロ波放射孔 6 4 から天板 4 0 を透過させて平面アンテナ部材 4 6 の直下の処理空間 S にマイクロ波を導入する。このマイクロ波により励起されたアルゴンガスがプラズマ化し、この下方に拡散してここで処理ガスを活性化して活性種を作り、この活性種の作用でウエハ W の表面に所定のプラズマ処理が施されることになる。

【 0 0 2 1 】

ここで従来装置のように天板 (図 9 参照) の表面形状が完全に平坦な状態の場合には、上記天板 8 の平面方向においてマイクロ波が激しく干渉し合って処理容器 4 (図 9 参照) 内のプロセス条件の僅かな変動等によって処理容器 4 (図 9 参照) 内のプラズマ密度の面内均一性がかなり変動し、この結果、プラズマ処理の面内均一性に悪影響を及ぼしていたが、本発明装置の場合には、天板 4 0 の下面に波長 に対して十分に短いピッチ $L 1$ の凹凸部 7 2 B、7 2 A よりなるマイクロ波干渉抑制部 4 4 を形成したので、天板 4 0 の平面方向におけるマイクロ波の干渉を完全になくすことなく、この干渉をある程度だけ抑制するようにしたので、天板 4 0 の各ゾーン 7 0 A、7 0 B 間におけるマイクロ波の干渉が抑制されて処理空間 S におけるプラズマ密度の面内均一性がかなり安定化し、この結果、プラズマ処理の面内均一性を大幅に向上させることが可能となる。換言すれば、従来構造の平面アンテナ部材の場合には、処理空間 S の中心部のプラズマ密度がその周辺部よりも高くなる傾向にあったが、マイクロ波の遅波材 4 8 中におけ波長 よりも十分に小さいピッチ $L 1$ の凹凸部 7 2 B、7 2 A を複数個設けてゾーン 7 0 A、7 0 B 間のマイクロ波の干渉を抑制したので、プラズマ密度を処理空間 S の平面方向において均一化させることができる。

【 0 0 2 2 】

上記のようにプラズマ密度の面内均一性が改善される理由は、次のように考察される。すなわち、一般的に処理空間 S 内のプラズマは導電性を有しているので、このプラズマ密

10

20

30

40

50

度が高くなる程、マイクロ波の反射量が多くなるが、この反射マイクロ波の一部はマイクロ波発生器62側まで戻ってマッチング60によって調整されるが、多くの反射マイクロ波は誘電体よりなる天板40内でこの半径方向に反射を繰り返しながら定在波等を形成しつつたまってしまふ。この場合、天板40内の電界の強度分布に対応してプラズマ密度の分布が形成されるが、この天板40内の電界の強度分布は天板40自体の形状やパターン等に大きな影響を受けることになる。そこで、上述のように天板40の下面に凹凸部72B、72Aを設けて天板形状を変更することにより、天板40内の平面方向における電界の強度分布を均一化させることができ、この結果、プラズマの分布も平面方向において均一化させることができる。

【0023】

ここで本発明装置と従来装置とを実際に作製して、プラズマ密度(電子密度)を測定して評価を行ったのでその評価結果について説明する。図5は本発明装置と従来装置のそれぞれの処理容器内における電子密度の分布を示すグラフである。

図示するように、図5(A)に示す従来装置の場合には、ウエハ中心部の電子密度はかなり高いが、ウエハ周辺部に向かうに従って、電子密度が次第に低下して行くのが判る。これに対して、図5(B)に示す本発明装置の場合には、ウエハ中心部からウエハ周辺部に亘って電子密度は略一定の値を示しており、平面方向におけるプラズマ密度の均一性を高く維持できることが確認できた。実際のプラズマ処理装置においては、例えばプラズマ処理の態様に応じて、図2(A)及び図2(B)に示すように、マイクロ波放射孔64の形成分布を適宜変更することによってプラズマ密度の分布を僅かに微調整することになる。

【0024】

本実施例では、遅波材48や天板40の誘電体材料として石英を用いた場合を例にとって説明したが、これに限定されず、セラミック材、例えばアルミナ(Al_2O_3)、窒化アルミ(AlN)、窒化シリコン(Si_3N_4)等も用いることができる。

また用いるマイクロ波の周波数は2.45GHzに限定されず、例えば数100MHz~10GHzの範囲内で使用することができる。

また本実施例では、マイクロ波干渉抑制部44の凸部72A及び凹部72Bを、図3に示すように完全なリング状に成形したが、これに限定されず、例えば図6に示すように、上記凸部72A及び凹部72Bをそれぞれ複数、例えば4つに均等に分割して各部分を円弧状に成形し、各円弧部分を、その分割部を介して連続させるとリング状になるように形成してもよい。

【0025】

更には、本実施例では、1つの円形リング状のマイクロ波干渉抑制部44を設けて天板40を中央ゾーン70Aと外周ゾーン70Bの2つのゾーンに区画した場合を例にとって説明したが、これに限定されず、上記マイクロ波干渉抑制部を所定の間隔を隔てて同心状に複数個形成して天板40を3つ以上のゾーンに区分するようにしてもよい。図7はこのような天板の変形例を示す断面図であり、ここでは2つのマイクロ波干渉抑制部44A、44Bを所定の間隔L3を隔てて同心円状に形成することにより、中央ゾーン70Aと中周ゾーン70Cと外周ゾーン70Bの3つのゾーンに区画している。この場合、上記マイクロ波干渉抑制部44A、44B間の間隔の幅、すなわち中周ゾーン70Cの幅L3は、遅波材48中のマイクロ波の波長の1波長の長さ以上に設定し、中周ゾーン70Cにおけるプラズマ密度をその内外ゾーン70A、70Bにおけるプラズマ密度と略同一となるようにする。

【0026】

以上の上記実施例においては、円板状の天板40を例にとって説明したが、これに限定されず、例えばLCD基板等に対応する装置例のように四角形状の天板に対しても本発明を適用することができる。図8はこのような天板の他の変形例を示す下面図であり、この天板40は例えばLCD基板やガラス基板等に対応するように、四角形状に成形されており、これに対応してマイクロ波干渉抑制部44も四角形の環状に成形されている。

10

20

30

40

50

尚、ここで説明したプラズマ処理装置 2 2 の構成は単に一例を示したに過ぎず、これに限定されないのは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 7 】

【図 1】本発明に係るプラズマ処理装置の一例を示す構成図である。

【図 2】図 1 に示すプラズマ処理装置の平面アンテナ部材を示す平面図である。

【図 3】天板の下面の平面図である。

【図 4】天板を示す部分拡大断面図である。

【図 5】本発明装置と従来装置の処理容器内における電子密度の分布を示すグラフである

。

【図 6】マイクロ波干渉抑制部の変形例を示す平面図である。

【図 7】天板の変形例を示す断面図である。

【図 8】天板の他の変形例の下面図である。

【図 9】従来の一般的なプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

【符号の説明】

【 0 0 2 8 】

2 2 プラズマ処理装置

2 4 処理容器

2 6 載置台

4 0 天板

4 4 マイクロ波干渉抑制部

4 6 平面アンテナ部材

4 8 遅波材

5 2 同軸導波管

6 2 マイクロ波発生器

6 4 マイクロ波放射孔

7 0 A 中央ゾーン

7 0 B 外周ゾーン

7 2 A 凸部

7 2 B 凹部

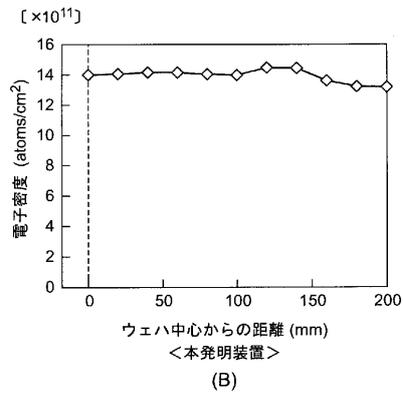
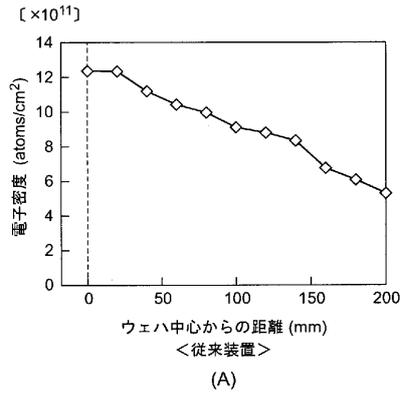
W 半導体ウエハ（被処理体）

10

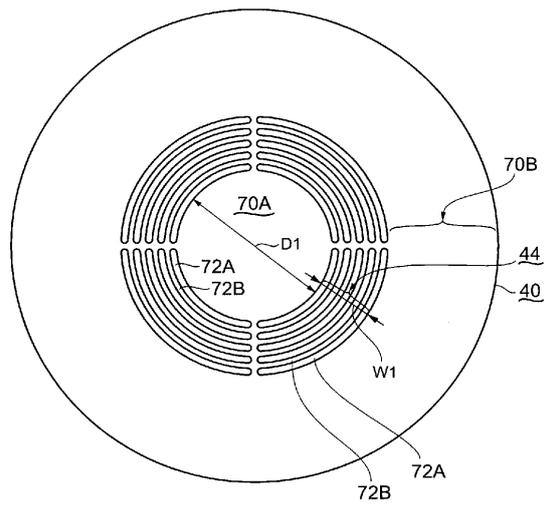
20

30

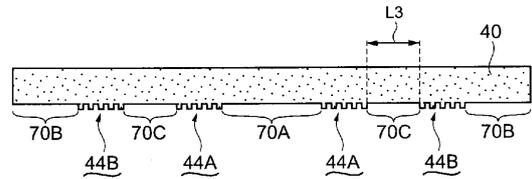
【図5】



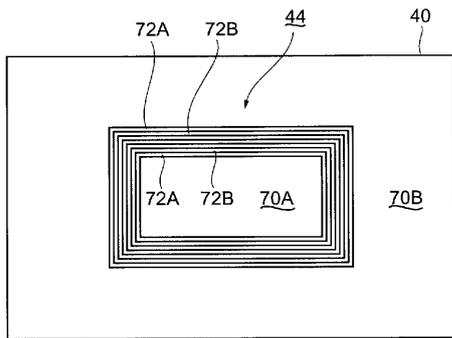
【図6】



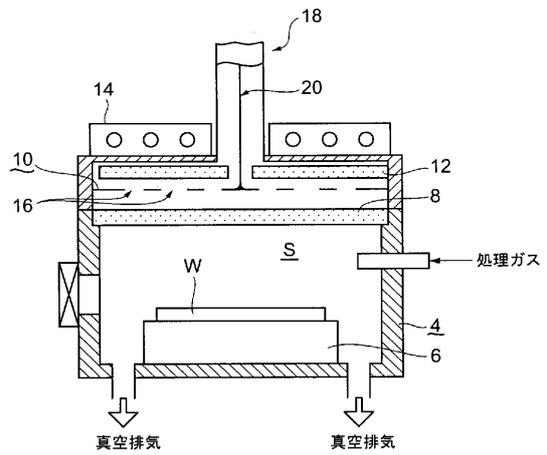
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 野沢 俊久

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 林 靖

(56)参考文献 特開2001-223098(JP,A)

特開2004-200307(JP,A)

特開2002-355550(JP,A)

特開2000-268996(JP,A)

特開平06-077758(JP,A)

特開2003-142457(JP,A)

特開2003-168681(JP,A)

特開2005-032805(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05H 1/46

H01L 21/205

H01L 21/3065