

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6698502号
(P6698502)

(45) 発行日 令和2年5月27日(2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月1日(2020.5.1)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 21/3065 (2006.01) HO 1 L 21/302 I O I G
 HO 5 H 1/46 (2006.01) HO 5 H 1/46 M

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-226024 (P2016-226024)	(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
(22) 出願日	平成28年11月21日(2016.11.21)	(74) 代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2018-85372 (P2018-85372A)	(72) 発明者	▲高▼橋 智之 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
(43) 公開日	平成30年5月31日(2018.5.31)	(72) 発明者	林 大輔 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
審査請求日	令和1年5月30日(2019.5.30)	(72) 発明者	喜多川 大 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 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】 載置台及びプラズマ処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高周波電力が印加される基台と、
 前記基台上に設けられ、被処理体を載置するための載置領域と、前記載置領域を囲む外周領域とを有する静電チャックと、
 前記載置領域の内部に設けられたヒータと、
 前記ヒータに接続され、前記外周領域の内部まで延伸する配線層と、
 前記外周領域において前記配線層の接点部に接続される給電端子と、
 前記外周領域の内部に、又は、前記外周領域の厚み方向に沿って他の領域に設けられて、前記外周領域の厚み方向から見た場合に前記給電端子に重なる導電層と
 を有することを特徴とする載置台。

10

【請求項2】

前記外周領域上に設けられたフォーカスリングをさらに有し、
 前記導電層は、前記外周領域の厚み方向に沿って前記フォーカスリングの内部に、又は、前記フォーカスリングと前記外周領域との間に設けられて、前記外周領域の厚み方向から見た場合に前記給電端子に重なることを特徴とする請求項1に記載の載置台。

【請求項3】

前記導電層は、前記フォーカスリングの前記外周領域と対向する面を覆う導電膜であることを特徴とする請求項2に記載の載置台。

【請求項4】

20

前記導電層は、前記外周領域の厚み方向から見た場合に前記給電端子に重なる部分と前記給電端子に重ならない部分とを含むリング状に形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の載置台。

【請求項 5】

前記導電層は、他の部位と電氣的に絶縁されることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の載置台。

【請求項 6】

前記導電層は、W、Ti、Al、Si、Ni、C 及び Cu のうち少なくともいずれか一つを含むことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載の載置台。

【請求項 7】

複数の前記ヒータが、前記載置領域の内部に設けられ、
 複数の前記配線層が、複数の前記ヒータにそれぞれ接続され、前記外周領域の内部まで延伸し、
 前記給電端子は、前記配線層毎に設けられ、前記外周領域において対応する前記配線層の接点部に接続され、

前記導電層は、前記外周領域の厚み方向から見た場合に複数の前記給電端子に重なることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一つに記載の載置台。

【請求項 8】

前記給電端子と外部の電源とを接続する給電線と、
 前記給電線に設けられ、前記基台に印加されて前記給電端子から前記給電線に漏洩する高周波電力を減衰させるフィルタと
 をさらに有することを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一つに記載の載置台。

【請求項 9】

前記外周領域には、前記基台の固定用の部材が挿通される貫通孔が形成され、
 前記導電層は、前記外周領域の厚み方向に沿って他の領域に設けられて、前記外周領域の厚み方向から見た場合に前記給電端子に加えて前記貫通孔に重なることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一つに記載の載置台。

【請求項 10】

高周波電力が印加される基台と、
 前記基台上に設けられて、被処理体を載置するための載置領域と、前記載置領域を囲む外周領域と、前記外周領域を貫通する貫通孔とを有する静電チャックと、
 前記外周領域の厚み方向に沿って他の領域に設けられて、前記外周領域の厚み方向から見た場合に前記貫通孔に重なる導電層と
 を有し、
 前記導電層は、他の部位と電氣的に絶縁されることを特徴とする載置台。

【請求項 11】

前記外周領域上に設けられたフォーカスリングをさらに有し、
 前記導電層は、前記外周領域の厚み方向に沿って前記フォーカスリングの内部に、又は、前記フォーカスリングと前記外周領域との間に設けられて、前記外周領域の厚み方向から見た場合に前記貫通孔に重なることを特徴とする請求項 10 に記載の載置台。

【請求項 12】

前記導電層は、前記フォーカスリングの前記外周領域と対向する面を覆う導電膜であることを特徴とする請求項 11 に記載の載置台。

【請求項 13】

前記導電層は、W、Ti、Al、Si、Ni、C 及び Cu のうち少なくともいずれか一つを含むことを特徴とする請求項 10 ~ 12 のいずれか一つに記載の載置台。

【請求項 14】

前記貫通孔は、前記基台の固定用の部材が挿通されることを特徴とする請求項 10 ~ 13 のいずれか一つに記載の載置台。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 14 のいずれか一つに記載の載置台を有するプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の種々の側面及び実施形態は、載置台及びプラズマ処理装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

プラズマ処理装置は、処理容器の内部に配置された載置台に被処理体を載置する。載置台は、例えば、基台及び静電チャック等を有する。基台には、プラズマ生成用の高周波電力が印加される。静電チャックは、誘電体により形成されて基台上に設けられ、被処理体を載置するための載置領域と、載置領域を囲む外周領域とを有する。

10

【0003】

また、静電チャックの内部には、被処理体の温度制御に用いられるヒータが設けられることがある。例えば、静電チャックのうち載置領域の内部にヒータを設け、ヒータに接続された配線層を外周領域の内部まで延伸させ、外周領域において配線層の接点部とヒータ用の給電端子とを接続する構造が知られている。ただし、このような構造では、基台に印加された高周波電力の一部がヒータ用の給電端子から外部の電源に向けて漏洩し、高周波電力が無駄に消費される。

【0004】

20

これに対して、ヒータ用の給電端子と外部の電源とを接続する給電線にフィルタを設け、基台に印加されてヒータ用の給電端子から給電線に漏洩する高周波電力を減衰させる技術が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-175573号公報

【特許文献2】特開2016-001688号公報

【特許文献3】特開2014-003179号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、フィルタは、静電チャックの内部に設けられたヒータの数に対応して設けられるので、フィルタの数が増大した場合、装置の大型化を回避する観点から、各フィルタとしてインピーダンス値の低い小型のフィルタが用いられることがある。このような小型のフィルタが載置台に適用された場合、ヒータ用の給電端子から給電線に漏洩する高周波電力が十分に減衰されず、被処理体の周方向の位置のうちヒータ用の給電端子に対応する位置において電位が局所的に低下する。結果として、被処理体の周方向に沿った電界強度の均一性が損なわれる恐れがある。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

開示する載置台は、1つの実施態様において、高周波電力が印加される基台と、前記基台上に設けられ、被処理体を載置するための載置領域と、前記載置領域を囲む外周領域とを有する静電チャックと、前記載置領域の内部に設けられたヒータと、前記ヒータに接続され、前記外周領域の内部まで延伸する配線層と、前記外周領域において前記配線層の接点部に接続される給電端子と、前記外周領域の内部に、又は、前記外周領域の厚み方向に沿って他の領域に設けられて、前記外周領域の厚み方向から見た場合に前記給電端子に重なる導電層とを有する。

【発明の効果】

【0008】

50

開示する載置台の1つの態様によれば、被処理体の周方向に沿った電界強度の均一性を向上することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、一実施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

【図2】図2は、一実施形態に係る載置台を示す平面図である。

【図3】図3は、図2のI-I線における断面図である。

【図4】図4は、一実施形態に係る基台、静電チャック及びフォーカスリングの構成の一例を示す断面図である。

【図5】図5は、一実施形態に係る導電層の作用の一例を説明するための図である。

10

【図6】図6は、一実施形態に係る導電層の作用の一例を説明するための図である。

【図7】図7は、導電層の有無に応じた電界強度のシミュレーション結果を示す図である。

【図8】図8は、一実施形態に係る導電層の設置態様の一例を示す図である。

【図9】図9は、一実施形態に係る導電層の設置態様の他の一例を示す図である。

【図10】図10は、一実施形態に係る導電層の設置態様のさらに他の一例を示す図である。

【図11】図11は、一実施形態に係る導電層の作用の他の一例を説明するための図である。

【図12】図12は、一実施形態に係るプラズマ処理装置による効果（エッチングレートの実測結果）を示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照して本願の開示する載置台及びプラズマ処理装置の実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を付すこととする。

【0011】

図1は、一実施形態に係るプラズマ処理装置10を概略的に示す図である。図1においては、一実施形態に係るプラズマ処理装置の縦断面における構造が概略的に示されている。図1に示すプラズマ処理装置10は、容量結合型平行平板プラズマエッチング装置である。プラズマ処理装置10は、略円筒状の処理容器12を備えている。処理容器12は、例えば、アルミニウムから構成されており、その表面には陽極酸化処理が施されている。

30

【0012】

処理容器12内には、載置台16が設けられている。載置台16は、静電チャック18、フォーカスリングFR及び基台20を有する。基台20は、略円盤形状を有しており、その主部において、例えばアルミニウムといった導電性の金属から構成されている。基台20は、下部電極を構成している。基台20は、支持部14及び支持台15によって支持されている。支持部14は、処理容器12の底部から延びる円筒状の部材である。支持台15は、処理容器12の底部に配置された円柱状の部材である。

【0013】

40

基台20には、整合器MU1を介して第1の高周波電源HFSが電氣的に接続されている。第1の高周波電源HFSは、プラズマ生成用の高周波電力を発生する電源であり、27~100MHzの周波数、一例においては40MHzの高周波電力を発生する。整合器MU1は、第1の高周波電源HFSの出力インピーダンスと負荷側（基台20側）の入力インピーダンスを整合させるための回路を有している。

【0014】

また、基台20には、整合器MU2を介して第2の高周波電源LFSが電氣的に接続されている。第2の高周波電源LFSは、ウエハWにイオンを引き込むための高周波電力（高周波バイアス電力）を発生して、当該高周波バイアス電力を基台20に供給する。高周波バイアス電力の周波数は、400kHz~40MHzの範囲内の周波数であり、一例に

50

おいては3MHzである。整合器MU2は、第2の高周波電源LFSの出力インピーダンスと負荷側(基台20側)の入力インピーダンスを整合させるための回路を有している。

【0015】

静電チャック18は、基台20上に設けられ、クーロン力等の静電力によりウエハWを吸着し、ウエハWを保持する。静電チャック18は、誘電体製の本体部内に静電吸着用の電極E1を有している。電極E1には、スイッチSW1を介して直流電源22が電氣的に接続されている。また、静電チャック18の内部には、複数のヒータHTが設けられる。各ヒータHTには、ヒータ電源HPが電氣的に接続される。各ヒータHTは、ヒータ電源HPから個別に供給される電力に基づいて熱を発生し、静電チャック18を加熱する。これにより、静電チャック18に保持されたウエハWの温度が制御される。

10

【0016】

静電チャック18上には、フォーカスリングFRが設けられている。フォーカスリングFRは、プラズマ処理の均一性を向上させるために設けられている。フォーカスリングFRは、誘電体から構成されており、例えば、石英から構成され得る。

【0017】

基台20の内部には、冷媒流路24が形成されている。冷媒流路24には、処理容器12の外部に設けられたチラーユニットから配管26aを介して冷媒が供給される。冷媒流路24に供給された冷媒は、配管26bを介してチラーユニットに戻るようになっている。なお、基台20及び静電チャック18を含む載置台16の詳細については、後述する。

【0018】

処理容器12内には、上部電極30が設けられている。この上部電極30は、載置台16の上方において、基台20と対向配置されており、基台20と上部電極30とは、互いに略平行に設けられている。基台20と上部電極30との間には、処理空間Sが形成される。

20

【0019】

上部電極30は、絶縁性遮蔽部材32を介して、処理容器12の上部に支持されている。上部電極30は、電極板34及び電極支持体36を含み得る。電極板34は、処理空間Sに面しており、複数のガス吐出孔34aを提供している。この電極板34は、ジュール熱の少ない低抵抗の導電体又は半導体から構成され得る。

【0020】

電極支持体36は、電極板34を着脱自在に支持するものであり、例えばアルミニウムといった導電性材料から構成され得る。この電極支持体36は、水冷構造を有し得る。電極支持体36の内部には、ガス拡散室36aが設けられている。このガス拡散室36aからは、ガス吐出孔34aに連通する複数のガス通流孔36bが下方に延びている。また、電極支持体36にはガス拡散室36aに処理ガスを導くガス導入口36cが形成されており、このガス導入口36cには、ガス供給管38が接続されている。

30

【0021】

ガス供給管38には、バルブ群42及び流量制御器群44を介してガスソース群40が接続されている。バルブ群42は複数の開閉バルブを有しており、流量制御器群44はマスフローコントローラといった複数の流量制御器を有している。また、ガスソース群40は、プラズマ処理に必要な複数種のガス用のガスソースを有している。ガスソース群40の複数のガスソースは、対応の開閉バルブ及び対応のマスフローコントローラを介してガス供給管38に接続されている。

40

【0022】

プラズマ処理装置10では、ガスソース群40の複数のガスソースのうち選択された一以上のガスソースからの一以上のガスが、ガス供給管38に供給される。ガス供給管38に供給されたガスは、ガス拡散室36aに至り、ガス通流孔36b及びガス吐出孔34aを介して処理空間Sに吐出される。

【0023】

また、図1に示すように、プラズマ処理装置10は、接地導体12aを更に備え得る。

50

接地導体 12 a は、略円筒状の接地導体であり、処理容器 12 の側壁から上部電極 30 の高さ位置よりも上方に延びるように設けられている。

【0024】

また、プラズマ処理装置 10 では、処理容器 12 の内壁に沿ってデポシールド 46 が着脱自在に設けられている。また、デポシールド 46 は、支持部 14 の外周にも設けられている。デポシールド 46 は、処理容器 12 にエッチング副生物（デポ）が付着することを防止するものであり、アルミニウム材に Y_2O_3 等のセラミックスを被覆することにより構成され得る。

【0025】

処理容器 12 の底部側においては、支持部 14 と処理容器 12 の内壁との間に排気プレート 48 が設けられている。排気プレート 48 は、例えば、アルミニウム材に Y_2O_3 等のセラミックスを被覆することにより構成され得る。この排気プレート 48 の下方において処理容器 12 には、排気口 12 e が設けられている。排気口 12 e には、排気管 52 を介して排気装置 50 が接続されている。排気装置 50 は、ターボ分子ポンプなどの真空ポンプを有しており、処理容器 12 内を所望の真空度まで減圧することができる。また、処理容器 12 の側壁にはウエハ W の搬入出口 12 g が設けられており、この搬入出口 12 g はゲートバルブ 54 により開閉可能となっている。

【0026】

また、プラズマ処理装置 10 は、制御部 Cnt を更に備え得る。この制御部 Cnt は、プロセッサ、記憶部、入力装置、表示装置等を備えるコンピュータであり、プラズマ処理装置 10 の各部を制御する。この制御部 Cnt では、入力装置を用いて、オペレータがプラズマ処理装置 10 を管理するためにコマンドの入力操作等を行うことができ、また、表示装置により、プラズマ処理装置 10 の稼働状況を可視化して表示することができる。さらに、制御部 Cnt の記憶部には、プラズマ処理装置 10 で実行される各種処理をプロセッサにより制御するための制御プログラムや、処理条件に応じてプラズマ処理装置 10 の各構成部に処理を実行させるためのプログラム、即ち、処理レシピが格納される。

【0027】

次に、載置台 16 について詳細に説明する。図 2 は、一実施形態に係る載置台 16 を示す平面図である。図 3 は、図 2 の I - I 線における断面図である。図 4 は、一実施形態に係る基台 20、静電チャック 18 及びフォーカスリング FR の構成の一例を示す断面図である。なお、図 2 では、説明の便宜上、フォーカスリング FR が省略されている。

【0028】

図 2 ~ 図 4 に示すように、載置台 16 は、静電チャック 18、フォーカスリング FR 及び基台 20 を有している。静電チャック 18 は、載置領域 18 a 及び外周領域 18 b を有する。載置領域 18 a は、平面視において略円形の領域である。載置領域 18 a 上には、被処理体であるウエハ W が載置される。載置領域 18 a の上面は、例えば、複数の凸部の頂面によって構成されている。また、載置領域 18 a の直径は、ウエハ W と略同一の直径であるか、或いは、ウエハ W の直径よりも若干小さくなっている。外周領域 18 b は、載置領域 18 a を囲む領域であり、略環状に延在している。一実施形態では、外周領域 18 b の上面は、載置領域 18 a の上面より低い位置にある。外周領域 18 b 上には、フォーカスリング FR が設けられる。

【0029】

また、外周領域 18 b には、外周領域 18 b を厚み方向に貫通する貫通孔 18 b - 1 が形成され、貫通孔 18 b - 1 には、基台 20 を支持台 15 に固定するための締結部材 21 が挿通される。一実施形態においては、複数の締結部材 21 によって基台 20 が支持台 15 に固定されているため、締結部材 21 の数に応じて複数の貫通孔 18 b - 1 が外周領域 18 b に形成される。

【0030】

静電チャック 18 は、載置領域 18 a 内に静電吸着用の電極 E1 を有している。電極 E1 は、上述したように、スイッチ SW1 を介して直流電源 22 に接続されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

また、載置領域 1 8 a の内部には、複数のヒータ H T が設けられている。例えば、図 2 に示すように、載置領域 1 8 a の中央の円形領域内、及び、当該円形領域を囲む同心状の複数の環状領域に、複数のヒータ H T が設けられている。また、複数の環状領域のそれぞれにおいては、複数のヒータ H T が周方向に配列されている。複数のヒータ H T には、ヒータ電源 H P から個別に調整された電力が供給される。これにより、各ヒータ H T が発する熱が個別に制御され、載置領域 1 8 a 内の複数の部分領域の温度が個別に調整される。

【 0 0 3 2 】

また、図 3 及び図 4 に示すように、静電チャック 1 8 内には、複数の配線層 E W が設けられる。複数の配線層 E W は、複数のヒータ H T にそれぞれ接続され、外周領域 1 8 b の内部まで延伸している。例えば、各配線層 E W は、水平に延びるライン状のパターン、及び、ライン状のパターンに対して交差する方向（例えば、垂直方向）に延びるコンタクトビアを含み得る。また、各配線層 E W は、外周領域 1 8 b において接点部 C T を構成している。接点部 C T は、外周領域 1 8 b において、当該外周領域 1 8 b の下面から露出されている。

【 0 0 3 3 】

接点部 C T には、ヒータ電源 H P によって生成された電力を供給するための給電端子 E T が接続される。一実施形態においては、図 4 に示すように、給電端子 E T は、配線層 E W 毎に設けられ、基台 2 0 を貫通して、外周領域 1 8 b において対応する配線層 E W の接点部 C T に接続される。給電端子 E T とヒータ電源 H P とは、給電線 E L によって接続される。給電線 E L には、フィルタ 6 0 が設けられる。フィルタ 6 0 は、基台 2 0 に印加されて給電端子 E T から給電線 E L に漏洩する高周波電力を減衰させる。フィルタ 6 0 は、ヒータ H T の数に対応して設けられる。一実施形態では、複数のヒータ H T が設けられるので、ヒータ H T の数に対応して複数のフィルタ 6 0 が設けられる。ここで、プラズマ処理装置 1 0 の大型化を回避する観点から、各フィルタ 6 0 としてインピーダンス値の低い小型のフィルタが用いられることがある。このような小型のフィルタが載置台 1 6 に適用された場合、基台 2 0 に印加されて給電端子 E T から給電線 E L に漏洩する高周波電力が十分に減衰されない。

【 0 0 3 4 】

また、図 2 ~ 図 4 に示すように、外周領域 1 8 b の内部には、導電体により形成される導電層 6 2 が設けられる。導電層 6 2 は、外周領域 1 8 b の厚み方向から見た場合に給電端子 E T に重なる。具体的には、導電層 6 2 は、外周領域 1 8 b の厚み方向から見た場合に給電端子 E T に重なる部分と給電端子 E T に重ならない部分とを含むリング状に形成される。そして、導電層 6 2 は、他の部位と電気的に絶縁される。これにより、導電層 6 2 において、給電端子 E T に重なる部分の電位と、給電端子 E T に重ならない部分の電位とが等しくなる。導電層 6 2 は、例えば、W、T i、A l、S i、N i、C 及び C u のうち少なくともいずれか一つを含む。

【 0 0 3 5 】

ここで、プラズマ処理装置 1 0 の等価回路を用いて、導電層 6 2 の作用を説明する。図 5 及び図 6 は、一実施形態に係る導電層 6 2 の作用の一例を説明するための図である。図 5 に示す等価回路は、導電層 6 2 が存在しないプラズマ処理装置 1 0 に相当する。図 6 に示す等価回路は、一実施形態に係るプラズマ処理装置 1 0、すなわち、外周領域 1 8 b の内部に導電層 6 2 が設けられたプラズマ処理装置 1 0 に相当する。なお、図 5 及び図 6 において、矢印は、高周波電力の流れを示し、矢印の幅は、高周波電力の大きさを示す。

【 0 0 3 6 】

図 5 及び図 6 に示すように、第 1 の高周波電源 H F S から基台 2 0 に印加された高周波電力の一部は、給電端子 E T から給電線 E L に漏洩する。給電端子 E T から給電線 E L に漏洩する高周波電力は、フィルタ 6 0 のインピーダンス値が比較的に低いために、十分に減衰されない。このため、導電層 6 2 が存在しない場合、図 5 に示すように、外周領域 1 8 b の内部の位置（つまり、ウエハ W の周方向の位置）のうち給電端子 E T に対応する位置

10

20

30

40

50

において電位が局所的に低下し、処理空間Sへ供給される高周波電力が局所的に低下する。結果として、導電層62が存在しない場合、ウエハWの周方向に沿った電界強度の均一性が損なわれる。図5の例では、ウエハWの周方向に沿った処理空間Sの領域のうち、給電端子ETに対応する領域A、Bの電界強度が、給電端子ETに対応しない領域Cの電界強度と比較して、低下する。

【0037】

これに対して、外周領域18bの内部に導電層62が設けられる場合、導電層62において、給電端子ETに重なる部分の電位と、給電端子ETに重ならない部分の電位とが等しくなる。このため、外周領域18bの内部に導電層62が設けられる場合、図6に示すように、ウエハWの周方向に沿って、導電層62と処理空間Sとの間の電位差が一定となり、処理空間Sへ高周波電力が均等に供給される。結果として、外周領域18bの内部に導電層62が設けられる場合、ウエハWの周方向に沿った電界強度の均一性を向上することができる。図6の例では、ウエハWの周方向に沿った処理空間Sの領域のうち、給電端子ETに対応する領域A、Bの電界強度と、給電端子ETに対応しない領域Cの電界強度との差が減少する。

10

【0038】

図7は、導電層62の有無に応じた電界強度のシミュレーション結果を示す図である。図7において、横軸は、300mmサイズのウエハWの中心位置を基準としたウエハWの径方向の位置[mm]を示し、縦軸は、処理空間Sの電界強度[V/m]を示す。なお、処理空間Sの電界強度は、静電チャック18の載置領域18aから3mmだけ上方の位置における電界強度であるものとする。また、ウエハWの径方向において150mmの位置が、載置領域18aのエッジ部に対応し、ウエハWの径方向において157mmの位置が、給電端子ETに対応し、ウエハWの径方向において172mmの位置が、外周領域18bのエッジ部に対応するものとする。

20

【0039】

また、図7において、グラフ501は、導電層62が存在しない場合に、ウエハWの周方向に沿った処理空間Sの領域のうち、給電端子ETに対応する領域において計算された電界強度の分布を示す。また、グラフ502は、導電層62が存在しない場合に、ウエハWの周方向に沿った処理空間Sの領域のうち、給電端子ETに対応しない領域において計算された電界強度の分布を示す。

30

【0040】

一方、図7において、グラフ601は、外周領域18bの内部に導電層62が設けられる場合に、ウエハWの周方向に沿った処理空間Sの領域のうち、給電端子ETに対応する領域において計算された電界強度の分布を示す。また、グラフ602は、外周領域18bの内部に導電層62が設けられる場合に、ウエハWの周方向に沿った処理空間Sの領域のうち、給電端子ETに対応しない領域において計算された電界強度の分布を示す。なお、図7のシミュレーションでは、導電層62としてWが用いられた。

【0041】

図7のグラフ501、502に示すように、導電層62が存在しない場合、給電端子ETに対応する領域の電界強度が、給電端子ETに対応しない領域の電界強度と比較して、低下した。

40

【0042】

これに対して、図7のグラフ601、602に示すように、外周領域18bの内部に導電層62が設けられる場合、給電端子ETに対応する領域の電界強度と、給電端子ETに対応しない領域の電界強度との差が減少した。つまり、外周領域18bの内部に導電層62が設けられる場合、ウエハWの周方向に沿った電界強度の均一性を向上することができた。

【0043】

次に、一実施形態に係る導電層62の設置態様について説明する。一実施形態においては、外周領域18bの内部に導電層62が設けられる場合を示したが、外周領域18bの

50

厚み方向に沿って他の領域に導電層 6 2 が設けられても良い。すなわち、導電層 6 2 は、外周領域 1 8 b の厚み方向に沿って他の領域に設けられて、外周領域 1 8 b の厚み方向から見た場合に給電端子 E T に重なる。

【 0 0 4 4 】

一例として、例えば図 8 に示すように、導電層 6 2 は、外周領域 1 8 b の厚み方向に沿ってフォーカスリング F R の内部に設けられて、外周領域 1 8 b の厚み方向から見た場合に給電端子 E T に重なるようにしても良い。図 8 は、一実施形態に係る導電層 6 2 の設置態様の一例を示す図である。図 8 に示す導電層 6 2 は、図 2 に示した導電層 6 2 と同様に、外周領域 1 8 b の厚み方向から見た場合に給電端子 E T に重なる部分と給電端子 E T に重ならない部分とを含むリング状に形成される。そして、導電層 6 2 は、他の部位と電氣的に絶縁される。これにより、導電層 6 2 において、給電端子 E T に重なる部分の電位と、給電端子 E T に重ならない部分の電位とが等しくなる。

10

【 0 0 4 5 】

他の一例としては、例えば図 9 に示すように、導電層 6 2 は、外周領域 1 8 b の厚み方向に沿って、フォーカスリング F R と外周領域 1 8 b との間に設けられて、外周領域 1 8 b の厚み方向から見た場合に給電端子 E T に重なるようにしても良い。図 9 は、一実施形態に係る導電層 6 2 の設置態様の他の一例を示す図である。図 9 に示す導電層 6 2 は、図 2 に示した導電層 6 2 と同様に、外周領域 1 8 b の厚み方向から見た場合に給電端子 E T に重なる部分と給電端子 E T に重ならない部分とを含むリング状に形成される。そして、導電層 6 2 は、他の部位と電氣的に絶縁される。これにより、導電層 6 2 において、給電端子 E T に重なる部分の電位と、給電端子 E T に重ならない部分の電位とが等しくなる。なお、図 9 の説明では、導電層 6 2 とフォーカスリング F R とが別の部材である場合を示したが、導電層 6 2 は、フォーカスリング F R の外周領域 1 8 b と対向する面を覆う導電膜であっても良い。

20

【 0 0 4 6 】

また、導電層 6 2 は、外周領域 1 8 b の厚み方向に沿って他の領域に設けられて、外周領域 1 8 b の厚み方向から見た場合に給電端子 E T に加えて外周領域 1 8 b の貫通孔 1 8 b - 1 に重なるようにしても良い。例えば、導電層 6 2 は、図 1 0 に示すように、外周領域 1 8 b の厚み方向に沿ってフォーカスリング F R の内部に設けられて、外周領域 1 8 b の厚み方向から見た場合に給電端子 E T に加えて外周領域 1 8 b の貫通孔 1 8 b - 1 に重なる。図 1 0 は、一実施形態に係る導電層 6 2 の設置態様のさらに他の一例を示す図である。図 1 0 は、図 2 の J - J 線における断面図に相当する。図 1 0 に示す導電層 6 2 は、外周領域 1 8 b の厚み方向から見た場合に、給電端子 E T に重なる部分と、給電端子 E T に重ならない部分と、貫通孔 1 8 b - 1 に重なる部分と、貫通孔 1 8 b - 1 に重ならない部分とを含むリング状に形成される。そして、導電層 6 2 は、他の部位と電氣的に絶縁される。これにより、導電層 6 2 において、給電端子 E T に重なる部分の電位と、給電端子 E T に重ならない部分の電位と、貫通孔 1 8 b - 1 に重なる部分の電位と、貫通孔 1 8 b - 1 に重ならない部分の電位とが等しくなる。

30

【 0 0 4 7 】

ここで、プラズマ処理装置 1 0 の等価回路を用いて、図 1 0 に示した導電層 6 2 の作用を説明する。図 1 1 は、一実施形態に係る導電層 6 2 の作用の他の一例を説明するための図である。図 1 1 に示す等価回路は、一実施形態に係るプラズマ処理装置 1 0 、すなわち、フォーカスリング F R の内部に導電層 6 2 が設けられたプラズマ処理装置 1 0 に相当する。なお、図 1 1 において、矢印は、高周波電力の流れを示し、矢印の幅は、高周波電力の大きさを示す。

40

【 0 0 4 8 】

上述したように、フォーカスリング F R の内部に導電層 6 2 が設けられる場合、給電端子 E T に重なる部分の電位と、給電端子 E T に重ならない部分の電位と、貫通孔 1 8 b - 1 に重なる部分の電位と、貫通孔 1 8 b - 1 に重ならない部分の電位とが等しくなる。このため、フォーカスリング F R の内部に導電層 6 2 が設けられる場合、図 1 1 に示すよう

50

に、ウエハWの周方向に沿って、導電層62と処理空間Sとの間の電位差が一定となり、処理空間Sへ高周波電力が均等に供給される。結果として、フォーカスリングFRの内部に導電層62が設けられる場合、ウエハWの周方向に沿った電界強度の均一性を向上することができる。図11の例では、ウエハWの周方向に沿った処理空間Sの領域のうち、給電端子ETに対応する領域Aの電界強度と、貫通孔18b-1に対応する領域Bの電界強度と、貫通孔18b-1に対応しない領域Cの電界強度とが概ね等しくなる。

【0049】

次に、一実施形態に係るプラズマ処理装置10による効果(エッチングレートの実測結果)について説明する。図12は、一実施形態に係るプラズマ処理装置10による効果(エッチングレートの実測結果)を示す図である。図12は、図表701~図表703を含む。

10

【0050】

図表701は、導電層62が存在しないプラズマ処理装置10(比較例)を用いて、300mmサイズのウエハWの周方向に沿ったエッチングレートの分布を実測して得られた実測結果を示す。図表702は、外周領域18bの内部に導電層62が設けられたプラズマ処理装置10(実施例1)を用いて、300mmサイズのウエハWの周方向に沿ったエッチングレートの分布を実測して得られた実測結果を示す。図表703は、フォーカスリングFRの内部に導電層62が設けられたプラズマ処理装置10(実施例2)を用いて、300mmサイズのウエハWの周方向に沿ったエッチングレートの分布を実測して得られた実測結果を示す。図表701~図表703において、横軸は、ウエハWのエッジ部の所定位置を基準としたウエハWの周方向の角度[degree(°)]を示し、縦軸は、ウエハWの径方向に沿ってウエハWの端部から3mmの位置におけるエッチングレート[nm/min]を示している。また、それぞれの図表において、給電端子ETに対応する領域におけるエッチングレートを白丸、給電端子ETに対応しない領域におけるエッチングレートを黒丸で示す。

20

【0051】

図12に示すように、比較例では、ウエハWの周方向に沿った所定の範囲において、給電端子ETに対応する領域におけるエッチングレートの平均値と、給電端子ETに対応しない領域におけるエッチングレートの平均値との差分である「振幅」が0.14nm/minであった。

30

【0052】

これに対して、実施例1では、上記の「振幅」が0.060nm/minであり、実施例2では、上記の「振幅」が0.068nm/minであった。すなわち、実施例1、2では、比較例と比較して、ウエハWの周方向に沿ったエッチングレートの変動が抑えられた。これは、外周領域18bの内部又はフォーカスリングFRの内部に導電層62が設けられる場合には、ウエハWの周方向に沿った電界強度の均一性が向上するため、ウエハWの周方向に沿ったエッチングレートの不均一が局所的に改善されたためであると考えられる。

【0053】

以上、一実施形態によれば、静電チャック18の外周領域18bの内部に、又は、外周領域18bの厚み方向に沿って他の領域に、外周領域18bの厚み方向から見た場合に給電端子ETに重なる導電層62を設けている。このため、一実施形態によれば、ウエハWの周方向の位置のうち給電端子ETに対応する位置において電位の局所的な低下を回避することができる、ウエハWの周方向に沿った電界強度の均一性を向上することができる。結果として、ウエハWの周方向に沿ったエッチングレートの不均一を改善することができる。

40

【0054】

なお、上記の実施形態では、導電層62が、外周領域18bの厚み方向から見た場合に給電端子ETに重なる例を示したが、外周領域18bの厚み方向から見た場合に給電端子ETに加えて配線層EWの一部に重なるようにしても良い。この場合、配線層EWの外周

50

領域 1 8 b に対応する部分に対する、配線層 E W と導電層 6 2 との重合部分の比率は、76% 以上であることが好ましい。

【 0 0 5 5 】

また、上記の実施形態では、プラズマ生成用の高周波電力を発生する電源である第 1 の高周波電源 H F S は、整合器 M U 1 を介して基台 2 0 に電氣的に接続されているが、第 1 の高周波電源 H F S は、整合器 M U 1 を介して上部電極 3 0 に接続されてもよい。

【 0 0 5 6 】

また、上記の実施形態におけるプラズマ処理装置 1 0 は、容量結合型平行平板プラズマ (C C P) エッチング装置であるが、プラズマ源としては、誘導結合型プラズマ (I C P) 、マイクロ波プラズマ、表面波プラズマ (S W P) 、ラジアルラインスロットアンテナ (R L S A) プラズマ、電子サイクロトロン共鳴 (E C R) プラズマが用いられても良い。

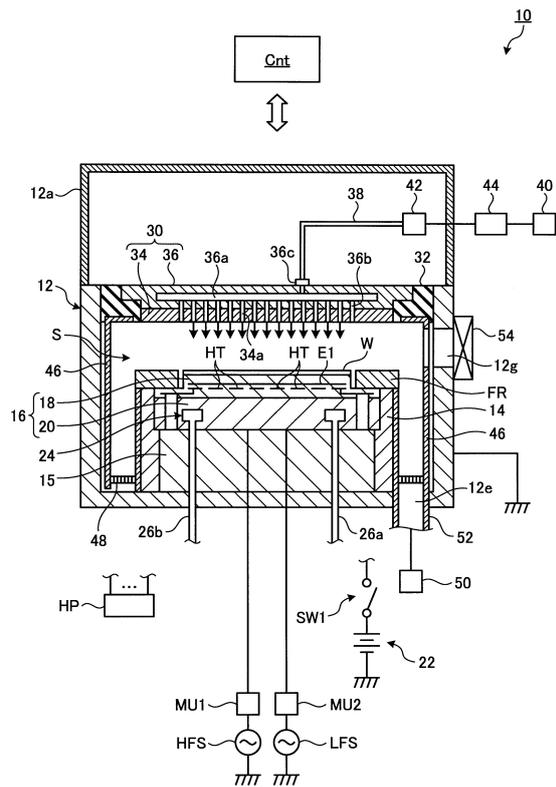
【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

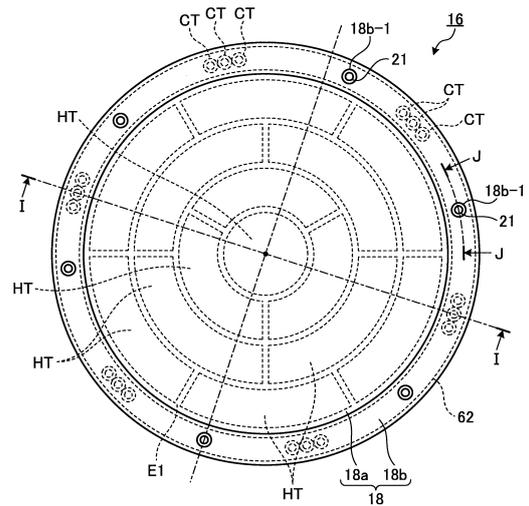
1 0	プラズマ処理装置	
1 2	処理容器	
1 2 a	接地導体	
1 2 e	排気口	
1 2 g	搬入出口	
1 4	支持部	20
1 5	支持台	
1 6	載置台	
1 8	静電チャック	
1 8 a	載置領域	
1 8 b	外周領域	
1 8 b - 1	貫通孔	
2 0	基台	
2 1	締結部材	
2 2	直流電源	
2 4	冷媒流路	30
2 6 a	配管	
2 6 b	配管	
3 0	上部電極	
3 2	絶縁性遮蔽部材	
3 4	電極板	
3 4 a	ガス吐出孔	
3 6	電極支持体	
3 6 a	ガス拡散室	
3 6 b	ガス通流孔	
3 6 c	ガス導入口	40
3 8	ガス供給管	
4 0	ガスソース群	
4 2	バルブ群	
4 4	流量制御器群	
4 6	デポシールド	
4 8	排気プレート	
5 0	排気装置	
5 2	排気管	
5 4	ゲートバルブ	
6 0	フィルタ	50

- 6 2 導電層
- C T 接点部
- C n t 制御部
- E 1 電極
- E L 給電線
- E T 給電端子
- E W 配線層
- F R フォーカスリング
- H F S 第1の高周波電源
- H P ヒータ電源
- H T ヒータ
- L F S 第2の高周波電源
- M U 1、M U 2 整合器
- S 処理空間
- S W 1 スイッチ
- W ウエハ

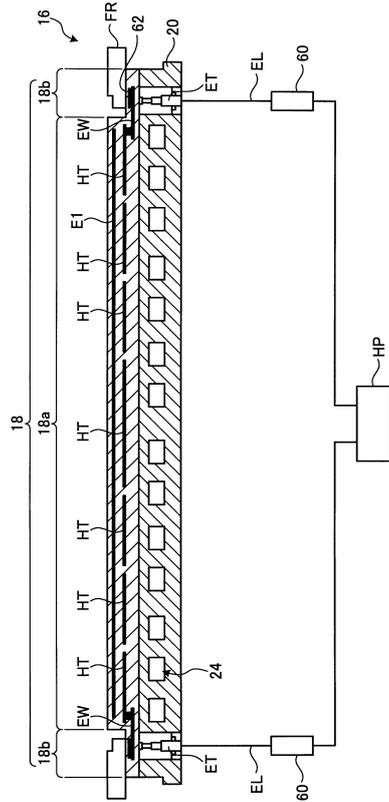
【図1】



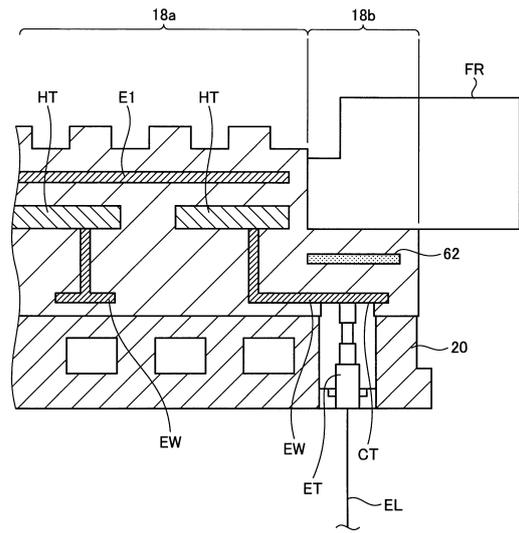
【図2】



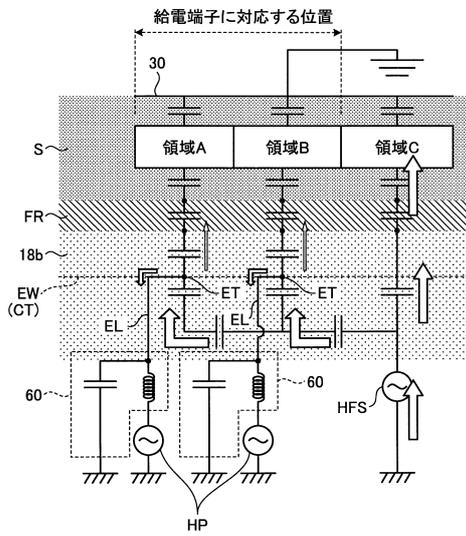
【図3】



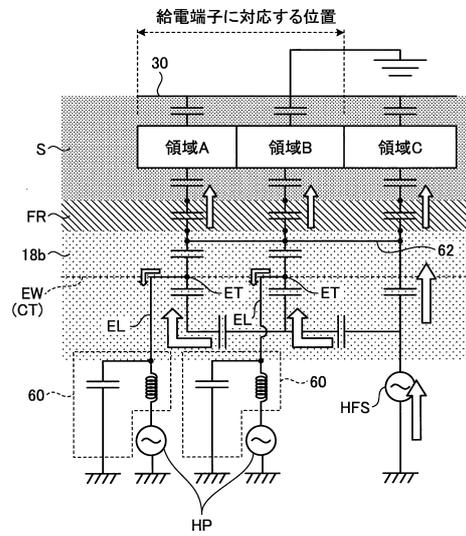
【図4】



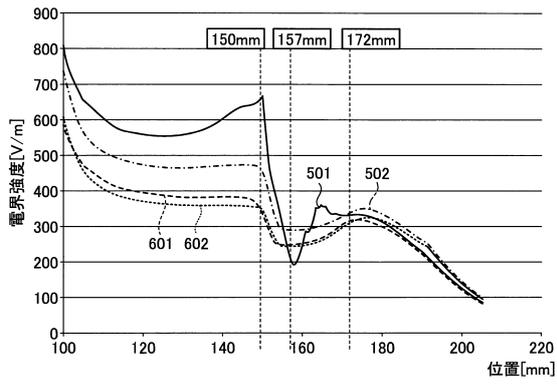
【図5】



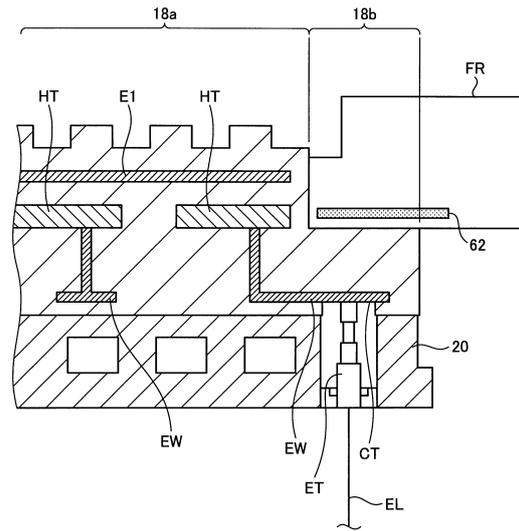
【図6】



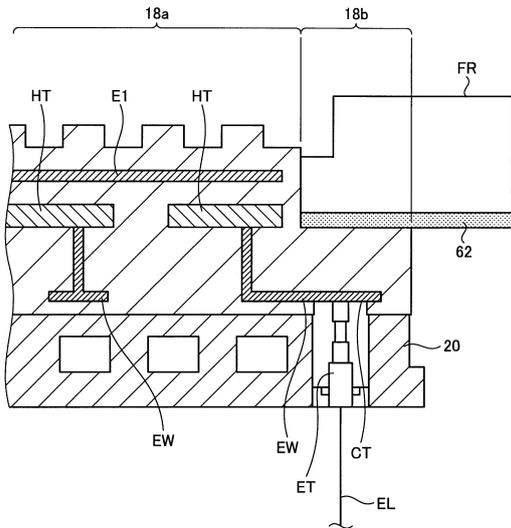
【 図 7 】



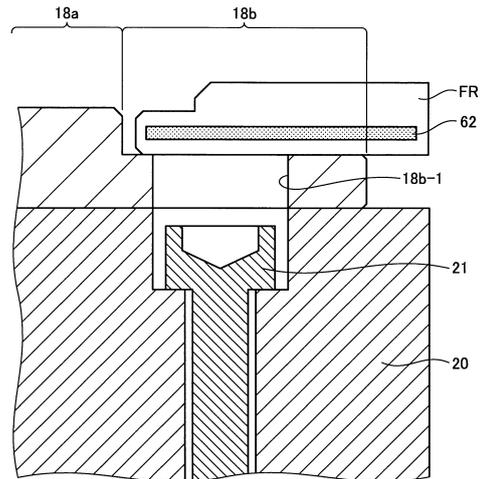
【 図 8 】



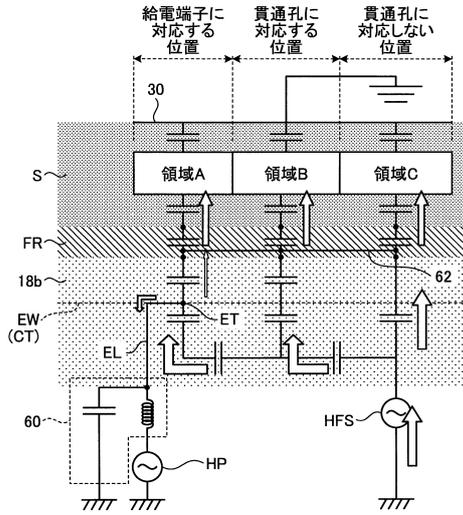
【 図 9 】



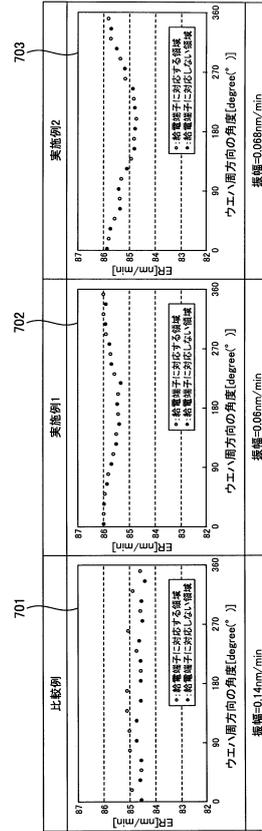
【 図 10 】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

審査官 鈴木 智之

- (56)参考文献 特開平10 - 204645 (JP, A)
特開2005 - 064460 (JP, A)
特開2013 - 187477 (JP, A)
特開2014 - 099585 (JP, A)
特開2016 - 001688 (JP, A)
国際公開第2016 / 080502 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21 / 3065
H05H 1 / 46