明　細　書

発明の名称 ： 基板処理装置及び静電チャック

技術分野

[0001]　本開示は、基板処理装置及び静電チャックに関する。

背景技術

[0002]　基板にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置は、チャンバと、チャンバ内に設けられる基板支持部と、を備えている。基板支持部は、基板を保持する静電チャックを有している。静電チャックは、基板と静電チャックの表面との間にヘリウムガス等の伝熱ガスを供給するための貫通孔が設けられている。このようなプラズマ処理装置の一例は、特許文献１公報に記載されている。

[0003]　また、特許文献２には、エッジリングの裏面に円周上に環状の溝が設けられることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１８－９３１７３号公報

特許文献2：特開２０１９－２１６１７６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　一の側面では、本開示は、エッジリングの下部における異常放電の発生を防止又は抑制する基板処理装置及び静電チャックを提供する。

課題を解決するための手段

[0006]　上記課題を解決するために、一の態様によれば、プラズマ処理チャンバと、前記プラズマ処理チャンバ内に配置される基台と、前記基台の上部に配置され、基板支持面及びリング支持面を有する静電チャックと、前記リング支持面に配置されるエッジリングと、を備え、前記リング支持面と前記エッジリングの下面の少なくとも一方には、伝熱ガスを拡散する溝が形成され、前

記リング支持面には、前記溝に伝熱ガスを供給する伝熱ガス供給孔が形成され、前記溝は、前記伝熱ガス供給孔の位置を含む円環領域において、前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域における溝の深さは、前記周辺の領域以外における溝の深さより小さい、基板処理装置が提供される。

発明の効果

[0007] 一の側面によれば、エッジリングの下部における異常放電の発生を防止又は抑制する基板処理装置及び静電チャックを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]プラズマ処理システムの構成例を説明するための図の一例。

[図2]容量結合型のプラズマ処理装置の構成例を説明するための図の一例。

[図3]静電チャック１１１１の上面図の一例。

[図4]伝熱ガス供給孔の近傍の位置で切断した第１実施形態に係るセラミック部材の環状領域上に配置されるエッジリング周辺の断面を概略的に示す図の一例である。

[図5]伝熱ガス供給孔から離れた位置で切断した第１実施形態に係るセラミック部材の環状領域上に配置されるエッジリング周辺の断面を概略的に示す図の一例である。

[図6]伝熱ガス供給孔の近傍の位置で切断した第２実施形態に係るセラミック部材の環状領域上に配置されるエッジリング周辺の断面を概略的に示す図の一例である。

[図7]伝熱ガス供給孔から離れた位置で切断した第２実施形態に係るセラミック部材の環状領域上に配置されるエッジリング周辺の断面を概略的に示す図の一例である。

[図8]伝熱ガス供給孔の近傍の位置で切断した第３実施形態に係るセラミック部材の環状領域上に配置されるエッジリング周辺の断面を概略的に示す図の一例である。

[図9]伝熱ガス供給孔から離れた位置で切断した第３実施形態に係るセラミック部材の環状領域上に配置されるエッジリング周辺の断面を概略的に示す図

の一例である。

[図10]伝熱ガス供給孔の近傍の位置で切断した第４実施形態に係るセラミック部材の環状領域上に配置されるエッジリング周辺の断面を概略的に示す図の一例である。

[図11]伝熱ガス供給孔から離れた位置で切断した第４実施形態に係るセラミック部材の環状領域上に配置されるエッジリング周辺の断面を概略的に示す図の一例である。

[図12]伝熱ガス供給孔の近傍の位置で切断した第５実施形態に係るセラミック部材の環状領域上に配置されるエッジリング周辺の断面を概略的に示す図の一例である。

[図13]伝熱ガス供給孔から離れた位置で切断した第５実施形態に係るセラミック部材の環状領域上に配置されるエッジリング周辺の断面を概略的に示す図の一例である。

[図14]溝が形成されたセラミック部材の断面を概略的に示す図の一例である。

[図15]溝が形成されたセラミック部材の断面を概略的に示す図の一例である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して種々の例示的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附すこととする。

[0010] ［プラズマ処理システム］

本開示に係るプラズマ処理システムについて図１を用いて説明する。図１は、プラズマ処理システムの構成例を説明するための図の一例である。一実施形態において、プラズマ処理システムは、プラズマ処理装置（基板処理装置）１及び制御部２を含む。プラズマ処理システムは、基板処理システムの一例であり、プラズマ処理装置１は、基板処理装置の一例である。プラズマ処理装置１は、プラズマ処理チャンバ１０、基板支持部１１及びプラズマ生

成部１２を含む。プラズマ処理チャンバ１０は、プラズマ処理空間を有する。また、プラズマ処理チャンバ１０は、少なくとも１つの処理ガスをプラズマ処理空間に供給するための少なくとも１つのガス供給口と、プラズマ処理空間からガスを排出するための少なくとも１つのガス排出口とを有する。ガス供給口は、後述するガス供給部２０に接続され、ガス排出口は、後述する排気システム４０に接続される。基板支持部１１は、プラズマ処理空間内に配置され、基板を支持するための基板支持面を有する。

[0011] プラズマ生成部１２は、プラズマ処理空間内に供給された少なくとも１つの処理ガスからプラズマを生成するように構成される。プラズマ処理空間において形成されるプラズマは、容量結合プラズマ（ＣＣＰ；Ｃａｐａｃｉｔｉｖｅｌｙ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｐｌａｓｍａ）、誘導結合プラズマ（ＩＣＰ；Ｉｎｄｕｃｔｉｖｅｌｙ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｐｌａｓｍａ）、ＥＣＲプラズマ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎ－Ｃｙｃｌｏｔｒｏｎ－ｒｅｓｏｎａｎｃｅ ｐｌａｓｍａ）、ヘリコン波励起プラズマ（ＨＷＰ：Ｈｅｌｉｃｏｎ Ｗａｖｅ Ｐｌａｓｍａ）、又は、表面波プラズマ（ＳＷＰ：Ｓｕｒｆａｃｅ Ｗａｖｅ Ｐｌａｓｍａ）等であってもよい。また、ＡＣ（Ａｌｔｅｒｎａｔｉｎｇ Ｃｕｒｒｅｎｔ）プラズマ生成部及びＤＣ（Ｄｉｒｅｃｔ Ｃｕｒｒｅｎｔ）プラズマ生成部を含む、種々のタイプのプラズマ生成部が用いられてもよい。一実施形態において、ＡＣプラズマ生成部で用いられるＡＣ信号（ＡＣ電力）は、１００ｋＨｚ～１０ＧＨｚの範囲内の周波数を有する。従って、ＡＣ信号は、ＲＦ（Ｒａｄｉｏ Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ）信号及びマイクロ波信号を含む。一実施形態において、ＲＦ信号は、１００ｋＨｚ～１５０ＭＨｚの範囲内の周波数を有する。

[0012] 制御部２は、本開示において述べられる種々の工程をプラズマ処理装置１に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する。制御部２は、ここで述べられる種々の工程を実行するようにプラズマ処理装置１の各要素を制御するように構成され得る。一実施形態において、制御部２の一部又は全てがプラズマ処理装置１に含まれてもよい。制御部２は、処理部２ａ１、記憶部

２ａ２及び通信インターフェース２ａ３を含んでもよい。制御部２は、例えばコンピュータ２ａにより実現される。処理部２ａ１は、記憶部２ａ２からプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部２ａ２に格納されていてもよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラムは、記憶部２ａ２に格納され、処理部２ａ１によって記憶部２ａ２から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ２ａに読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよく、通信インターフェース２ａ３に接続されている通信回線であってもよい。処理部２ａ１は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）であってもよい。記憶部２ａ２は、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ　Ｄｉｓｋ　Ｄｒｉｖｅ）、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。通信インターフェース２ａ３は、ＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ　Ａｒｅａ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）等の通信回線を介してプラズマ処理装置１との間で通信してもよい。

[0013] 以下に、プラズマ処理装置１の一例としての容量結合型のプラズマ処理装置の構成例について説明する。図２は、容量結合型のプラズマ処理装置の構成例を説明するための図の一例である。

[0014] 容量結合型のプラズマ処理装置１は、プラズマ処理チャンバ１０、ガス供給部２０、電源３０及び排気システム４０を含む。また、プラズマ処理装置１は、基板支持部１１及びガス導入部を含む。ガス導入部は、少なくとも１つの処理ガスをプラズマ処理チャンバ１０内に導入するように構成される。ガス導入部は、シャワーヘッド１３を含む。基板支持部１１は、プラズマ処理チャンバ１０内に配置される。シャワーヘッド１３は、基板支持部１１の上方に配置される。一実施形態において、シャワーヘッド１３は、プラズマ処理チャンバ１０の天部（ｃｅｉｌｉｎｇ）の少なくとも一部を構成する。プラズマ処理チャンバ１０は、シャワーヘッド１３、プラズマ処理チャンバ

１０の側壁１０ａ及び基板支持部１１により規定されたプラズマ処理空間１０ｓを有する。プラズマ処理チャンバ１０は接地される。シャワーヘッド１３及び基板支持部１１は、プラズマ処理チャンバ１０の筐体とは電気的に絶縁される。

[0015] 基板支持部１１は、本体部１１１及びリングアセンブリ１１２を含む。本体部１１１は、基板Ｗを支持するための中央領域１１１ａと、リングアセンブリ１１２を支持するための環状領域１１１ｂとを有する。ウェハは基板Ｗの一例である。本体部１１１の環状領域１１１ｂは、平面視で本体部１１１の中央領域１１１ａを囲んでいる。基板Ｗは、本体部１１１の中央領域１１１ａ上に配置され、リングアセンブリ１１２は、本体部１１１の中央領域１１１ａ上の基板Ｗを囲むように本体部１１１の環状領域１１１ｂ上に配置される。従って、中央領域１１１ａは、基板Ｗを支持するための基板支持面とも呼ばれ、環状領域１１１ｂは、リングアセンブリ１１２を支持するためのリング支持面とも呼ばれる。

[0016] 一実施形態において、本体部１１１は、基台１１１０及び静電チャック１１１１を含む。基台１１１０は、導電性部材を含む。基台１１１０の導電性部材は下部電極として機能し得る。静電チャック１１１１は、基台１１１０の上に配置される。静電チャック１１１１は、セラミック部材１１１１ａとセラミック部材１１１１ａ内に配置される静電電極１１１１ｂと、セラミック部材１１１１ａ内に配置される静電電極１１１１ｃと、を含む。セラミック部材１１１１ａは、中央領域１１１ａを有する。一実施形態において、セラミック部材１１１１ａは、環状領域１１１ｂも有する。静電電極１１１１ｂは、基板Ｗを支持するための中央領域１１１ａに設けられている。静電電極１１１１ｃは、リングアセンブリ１１２を支持するための環状領域１１１ｂに設けられている。なお、環状静電チャックや環状絶縁部材のような、静電チャック１１１１を囲む他の部材が環状領域１１１ｂを有してもよい。この場合、リングアセンブリ１１２は、環状静電チャック又は環状絶縁部材の上に配置されてもよく、静電チャック１１１１と環状絶縁部材の両方の上に

配置されてもよい。また、後述するＲＦ電源３１及び／又はＤＣ電源３２に結合される少なくとも１つのＲＦ／ＤＣ電極がセラミック部材１１１１ａ内に配置されてもよい。この場合、少なくとも１つのＲＦ／ＤＣ電極が下部電極として機能する。後述するバイアスＲＦ信号及び／又はＤＣ信号が少なくとも１つのＲＦ／ＤＣ電極に供給される場合、ＲＦ／ＤＣ電極はバイアス電極とも呼ばれる。なお、基台１１１０の導電性部材と少なくとも１つのＲＦ／ＤＣ電極とが複数の下部電極として機能してもよい。また、静電電極１１１１ｂが下部電極として機能してもよい。従って、基板支持部１１は、少なくとも１つの下部電極を含む。

[0017] リングアセンブリ１１２は、１又は複数の環状部材を含む。一実施形態において、１又は複数の環状部材は、１又は複数のエッジリング１１２Ａ（後述する図４等参照）と少なくとも１つのカバーリングとを含む。エッジリング１１２Ａは、導電性材料又は絶縁材料で形成され、カバーリングは、絶縁材料で形成される。

[0018] また、基板支持部１１は、静電チャック１１１１、リングアセンブリ１１２及び基板のうち少なくとも１つをターゲット温度に調節するように構成される温調モジュールを含んでもよい。温調モジュールは、ヒータ、伝熱媒体、流路１１１０ａ、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路１１１０ａには、ブラインやガスのような伝熱流体が流れる。一実施形態において、流路１１１０ａが基台１１１０内に形成され、１又は複数のヒータが静電チャック１１１１のセラミック部材１１１１ａ内に配置される。また、基板支持部１１は、基板Ｗの裏面と中央領域１１１ａとの間の間隙に伝熱ガスを供給するように構成された第１の伝熱ガス供給部を含んでもよい。また、基板支持部１１は、エッジリング１１２Ａの下面と環状領域１１１ｂとの間の間隙に伝熱ガスを供給するように構成された第２の伝熱ガス供給部を含んでもよい。

[0019] シャワーヘッド１３は、ガス供給部２０からの少なくとも１つの処理ガスをプラズマ処理空間１０ｓ内に導入するように構成される。シャワーヘッド

１３は、少なくとも１つのガス供給口１３ａ、少なくとも１つのガス拡散室１３ｂ、及び複数のガス導入口１３ｃを有する。ガス供給口１３ａに供給された処理ガスは、ガス拡散室１３ｂを通過して複数のガス導入口１３ｃからプラズマ処理空間１０ｓ内に導入される。また、シャワーヘッド１３は、少なくとも１つの上部電極を含む。なお、ガス導入部は、シャワーヘッド１３に加えて、側壁１０ａに形成された１又は複数の開口部に取り付けられる１又は複数のサイドガス注入部（ＳＧＩ：Ｓｉｄｅ　Ｇａｓ　Ｉｎｊｅｃｔｏｒ）を含んでもよい。

[0020] ガス供給部２０は、少なくとも１つのガスソース２１及び少なくとも１つの流量制御器２２を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部２０は、少なくとも１つの処理ガスを、それぞれに対応のガスソース２１からそれぞれに対応の流量制御器２２を介してシャワーヘッド１３に供給するように構成される。各流量制御器２２は、例えばマスフローコントローラ又は圧力制御式の流量制御器を含んでもよい。さらに、ガス供給部２０は、少なくとも１つの処理ガスの流量を変調又はパルス化する少なくとも１つの流量変調デバイスを含んでもよい。

[0021] 電源３０は、少なくとも１つのインピーダンス整合回路を介してプラズマ処理チャンバ１０に結合されるＲＦ電源３１を含む。ＲＦ電源３１は、少なくとも１つのＲＦ信号（ＲＦ電力）を少なくとも１つの下部電極及び／又は少なくとも１つの上部電極に供給するように構成される。これにより、プラズマ処理空間１０ｓに供給された少なくとも１つの処理ガスからプラズマが形成される。従って、ＲＦ電源３１は、プラズマ生成部１２の少なくとも一部として機能し得る。また、バイアスＲＦ信号を少なくとも１つの下部電極に供給することにより、基板Ｗにバイアス電位が発生し、形成されたプラズマ中のイオン成分を基板Ｗに引き込むことができる。

[0022] 一実施形態において、ＲＦ電源３１は、第１のＲＦ生成部３１ａ及び第２のＲＦ生成部３１ｂを含む。第１のＲＦ生成部３１ａは、少なくとも１つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも１つの下部電極及び／又は少な

くとも１つの上部電極に結合され、プラズマ生成用のソースＲＦ信号（ソースＲＦ電力）を生成するように構成される。一実施形態において、ソースＲＦ信号は、１０ＭＨｚ～１５０ＭＨｚの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第１のＲＦ生成部３１ａは、異なる周波数を有する複数のソースＲＦ信号を生成するように構成されてもよい。生成された１又は複数のソースＲＦ信号は、少なくとも１つの下部電極及び／又は少なくとも１つの上部電極に供給される。

[0023] 第２のＲＦ生成部３１ｂは、少なくとも１つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも１つの下部電極に結合され、バイアスＲＦ信号（バイアスＲＦ電力）を生成するように構成される。バイアスＲＦ信号の周波数は、ソースＲＦ信号の周波数と同じであっても異なっていてもよい。一実施形態において、バイアスＲＦ信号は、ソースＲＦ信号の周波数よりも低い周波数を有する。一実施形態において、バイアスＲＦ信号は、１００ｋＨｚ～６０ＭＨｚの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第２のＲＦ生成部３１ｂは、異なる周波数を有する複数のバイアスＲＦ信号を生成するように構成されてもよい。生成された１又は複数のバイアスＲＦ信号は、少なくとも１つの下部電極に供給される。また、種々の実施形態において、ソースＲＦ信号及びバイアスＲＦ信号のうち少なくとも１つがパルス化されてもよい。

[0024] また、電源３０は、プラズマ処理チャンバ１０に結合されるＤＣ電源３２を含んでもよい。ＤＣ電源３２は、第１のＤＣ生成部３２ａ及び第２のＤＣ生成部３２ｂを含む。一実施形態において、第１のＤＣ生成部３２ａは、少なくとも１つの下部電極に接続され、第１のＤＣ信号を生成するように構成される。生成された第１のＤＣ信号は、少なくとも１つの下部電極に印加される。一実施形態において、第２のＤＣ生成部３２ｂは、少なくとも１つの上部電極に接続され、第２のＤＣ信号を生成するように構成される。生成された第２のＤＣ信号は、少なくとも１つの上部電極に印加される。

[0025] 種々の実施形態において、第１及び第２のＤＣ信号がパルス化されてもよい。この場合、電圧パルスのシーケンスが少なくとも１つの下部電極及び／

又は少なくとも１つの上部電極に印加される。電圧パルスは、矩形、台形、三角形又はこれらの組み合わせのパルス波形を有してもよい。一実施形態において、ＤＣ信号から電圧パルスのシーケンスを生成するための波形生成部が第１のＤＣ生成部３２ａと少なくとも１つの下部電極との間に接続される。従って、第１のＤＣ生成部３２ａ及び波形生成部は、電圧パルス生成部を構成する。第２のＤＣ生成部３２ｂ及び波形生成部が電圧パルス生成部を構成する場合、電圧パルス生成部は、少なくとも１つの上部電極に接続される。電圧パルスは、正の極性を有してもよく、負の極性を有してもよい。また、電圧パルスのシーケンスは、１周期内に１又は複数の正極性電圧パルスと１又は複数の負極性電圧パルスとを含んでもよい。なお、第１及び第２のＤＣ生成部３２ａ，３２ｂは、ＲＦ電源３１に加えて設けられてもよく、第１のＤＣ生成部３２ａが第２のＲＦ生成部３１ｂに代えて設けられてもよい。

[0026] 排気システム４０は、例えばプラズマ処理チャンバ１０の底部に設けられたガス排出口１０ｅに接続され得る。排気システム４０は、圧力調整弁及び真空ポンプを含んでもよい。圧力調整弁によって、プラズマ処理空間１０ｓ内の圧力が調整される。真空ポンプは、ターボ分子ポンプ、ドライポンプ又はこれらの組み合わせを含んでもよい。

[0027] ＜第１実施形態に係る静電チャック１１１１及びエッジリング１１２Ａ＞

次に、静電チャック１１１１及びエッジリング１１２Ａの構造について、図３から図５を用いて説明する。図３は、静電チャック１１１１の上面図の一例である。図４は、伝熱ガス供給孔３０１の近傍の位置（図３のＡ－Ａの位置）で切断した第１実施形態に係るセラミック部材１１１１ａの環状領域１１１ｂ上に配置されるエッジリング１１２Ａ周辺の断面を概略的に示す図の一例である。図５は、伝熱ガス供給孔３０１から離れた位置（図３のＢ－Ｂの位置）で切断した第１実施形態に係るセラミック部材１１１１ａの環状領域１１１ｂ上に配置されるエッジリング１１２Ａ周辺の断面を概略的に示す図の一例である。なお、図４及び図５（及び後述する図６から図１３についても同様）において、エッジリング１１２Ａの下面及び静電チャック１１

１１のリング支持面に形成され伝熱ガスが供給される溝は、模式的に図示したものであり、水平方向の縮尺と垂直方向の縮尺とは異なっている。

[0028] 静電チャック１１１１は、基板Wを支持するための基板支持面（中央領域１１１ａ）と、リングアセンブリ１１２（エッジリング１１２Ａ）を支持するためのリング支持面（環状領域１１１ｂ）と、を有する。

[0029] リング支持面（環状領域１１１ｂ）には、伝熱ガス供給孔３０１が設けられている。伝熱ガス供給孔３０１には、第２の伝熱ガス供給部から伝熱ガス（例えばＨｅガス等）が供給される。これにより、第２の伝熱ガス供給部は、伝熱ガス供給孔３０１を介して、環状領域１１１ｂで支持されたエッジリング１１２Ａの下面と、静電チャック１１１１の環状領域１１１ｂとの間の間隙に伝熱ガスを供給する。伝熱ガス供給孔３０１は、周方向に複数（図３の例では、３つ）設けられている。

[0030] エッジリング１１２Ａの下面及び静電チャック１１１１のリング支持面の少なくとも一方には、溝が形成されている。伝熱ガス供給孔３０１は、この溝に連通する。これにより、溝には、伝熱ガス供給孔３０１から供給された伝熱ガスが充填される。また、伝熱ガス供給孔３０１から供給された伝熱ガスは、エッジリング１１２Ａの下面及び静電チャック１１１１のリング支持面の間に形成された溝によってエッジリング１１２Ａの周方向及び径方向に拡散する。

[0031] また、環状領域１１１ｂは、内側シールバンドＳＢ１と、外側シールバンドＳＢ２と、を有する。内側シールバンドＳＢ１は、溝よりも径方向内側で円環状に形成され、エッジリング１１２Ａの下面と密着することで伝熱ガスの漏れを抑制する。外側シールバンドＳＢ２は、溝よりも径方向外側で円環状に形成され、エッジリング１１２Ａの下面と密着することで伝熱ガスの漏れを抑制する。換言すれば、静電チャック１１１１の径方向において、内側シールバンドＳＢ１と外側シールバンドＳＢ２との間に、溝が形成される。

[0032] また、図４及び図５に示すように、環状領域１１１ｂには、静電電極Ｅ１，Ｅ２（図２の静電電極１１１１ｃに相当）が設けられている。静電電極Ｅ

１，Ｅ２は双極電極を構成し、一方が正極であり、他方が負極を構成する。静電電極Ｅ１，Ｅ２により、エッジリング１１２Ａを環状領域１１１ｂに静電吸着させる。

[0033] 次に、エッジリング１１２Ａの下面に形成される溝及び静電チャック１１１１のリング支持面に形成される溝について、さらに説明する。

[0034] 静電チャック１１１１のリング支持面に形成される溝は、拡散溝Ｇ１１と、伝熱ガス供給孔３０１の周辺溝Ｇ１２と、深溝Ｇ１３と、を含む。また、拡散溝Ｇ１１、伝熱ガス供給孔３０１の周辺溝Ｇ１２、深溝Ｇ１３は、互いに連通している。

[0035] 拡散溝Ｇ１１は、内側シールバンドＳＢ１と外側シールバンドＳＢ２との間に形成される円環形状の溝である。

[0036] 周辺溝Ｇ１２は、伝熱ガス供給孔３０１の周辺に形成される溝である。具体的には、図３に示すように、伝熱ガス供給孔３０１から距離ｄ１の範囲に形成される溝である。距離ｄ１は、例えば、１～１０ｍｍである。また、周辺溝Ｇ１２の深さｔ１２は、拡散溝Ｇ１１の深さｔ１１よりも大きい（ｔ１２＞ｔ１１）。伝熱ガス供給孔３０１から距離ｄ１の範囲は、伝熱ガス供給孔３０１から周方向の範囲であってもよいし、径方向の範囲であってもよい。また、溝が形成される伝熱ガス供給孔３０１の周辺の形状は、円弧形状であってもよいし、矩形形状であってもよい。

[0037] 深溝Ｇ１３は、周辺溝Ｇ１２が形成された位置を除いて円環形状に形成される溝である。換言すれば、深溝Ｇ１３は、複数の円弧形状の溝である。また、深溝Ｇ１３の深さｔ１３は、拡散溝Ｇ１１の深さｔ１１よりも大きい（ｔ１３＞ｔ１１）。また、深溝Ｇ１３の深さｔ１３は、周辺溝Ｇ１２の深さｔ１２よりも大きい（ｔ１３＞ｔ１２）。

[0038] また、静電チャック１１１１の径方向において、拡散溝Ｇ１１が形成される範囲の内側に周辺溝Ｇ１２及び深溝Ｇ１３が形成される。即ち、拡散溝Ｇ１１の径方向の幅Ｗ１１は、周辺溝Ｇ１２の径方向の幅Ｗ１２よりも広い（Ｗ１１＞Ｗ１２）。拡散溝Ｇ１１の径方向の幅Ｗ１１は、深溝Ｇ１３の径方

向の幅Ｗ１３よりも広い（Ｗ１１＞Ｗ１３）。なお、周辺溝Ｇ１２の径方向の幅Ｗ１２と深溝Ｇ１３の径方向の幅Ｗ１３とは同一でもよく（Ｗ１２＝Ｗ１３）、異なっていてもよい。

[0039] また、静電チャック１１１１の周方向において、伝熱ガス供給孔３０１が形成される位置を含む円環領域において、伝熱ガス供給孔３０１の周辺の領域に周辺溝Ｇ１２が形成され、伝熱ガス供給孔３０１の周辺の領域以外に深溝Ｇ１３が形成される。また、この円環領域において、周辺溝Ｇ１２と深溝Ｇ１３とが交互に形成される。また、円環領域よりも径方向内側には拡散溝Ｇ１１が形成される。また、円環領域よりも径方向外側にも拡散溝Ｇ１１が形成される。

[0040] 即ち、静電チャック１１１１の環状領域１１１ｂは、内周側から、内側シールバンドＳＢ１、拡散溝Ｇ１１の内周側、周辺溝Ｇ１２と深溝Ｇ１３とが交互に形成される領域、拡散溝Ｇ１１の外周側、外側シールバンドＳＢ２を含む。

[0041] エッジリング１１２Ａの下面に形成される溝は、拡散溝Ｇ２１と、伝熱ガス供給孔３０１に対応する位置に形成される周辺溝Ｇ２２と、深溝Ｇ２３と、を含む。また、拡散溝Ｇ２１、周辺溝Ｇ２２、深溝Ｇ２３は、互いに連通している。

[0042] 拡散溝Ｇ２１は、内側シールバンドＳＢ１と外側シールバンドＳＢ２との間に形成される円環形状の溝である。換言すれば、拡散溝Ｇ２１は、内側シールバンドＳＢ１と当接する領域を含むエッジリング１１２Ａの内側裏面と、外側シールバンドＳＢ２と当接する領域を含むエッジリング１１２Ａの外側裏面と、の間に形成される円環形状の溝である。

[0043] 周辺溝Ｇ２２は、伝熱ガス供給孔３０１に対応する位置の周辺に形成される溝である。また、周辺溝Ｇ２２の深さｔ２２は、拡散溝Ｇ２１の深さｔ２１よりも大きい（ｔ２２＞ｔ２１）。

[0044] 深溝Ｇ２３は、周辺溝Ｇ２２が形成された位置を除いて円環形状に形成される溝である。換言すれば、深溝Ｇ２３は、複数の円弧形状の溝である。ま

た、深溝Ｇ２３の深さｔ２３は、拡散溝Ｇ２１の深さｔ２１よりも大きい（ｔ２３＞ｔ２１）。また、深溝Ｇ２３の深さｔ２３は、周辺溝Ｇ２２の深さｔ２２よりも大きくてもよい（ｔ２３＞ｔ２２）。

[0045] また、エッジリング１１２Ａの径方向において、拡散溝Ｇ２１が形成される範囲の内側に周辺溝Ｇ２２及び深溝Ｇ２３が形成される。即ち、拡散溝Ｇ２１の径方向の幅Ｗ２１は、周辺溝Ｇ２２の径方向の幅Ｗ２２よりも広い（Ｗ２１＞Ｗ２２）。拡散溝Ｇ２１の径方向の幅Ｗ２１は、深溝Ｇ２３の径方向の幅Ｗ２３よりも広い（Ｗ２１＞Ｗ２３）。なお、周辺溝Ｇ２２の径方向の幅Ｗ２２と深溝Ｇ２３の径方向の幅Ｗ２３とは同一でもよく（Ｗ２２＝Ｗ２３）、異なっていてもよい。

[0046] また、エッジリング１１２Ａの周方向において、伝熱ガス供給孔３０１が形成される位置を含む円環領域において、周辺溝Ｇ２２及び深溝Ｇ２３が形成される。また、この円環領域において、周辺溝Ｇ２２と深溝Ｇ２３とが交互に形成される。また、円環領域よりも径方向内側には拡散溝Ｇ２１が形成される。また、円環領域よりも径方向外側にも拡散溝Ｇ２１が形成される。

[0047] 即ち、エッジリング１１２Ａの下面は、内周側から、内側シールバンドＳＢ１と当接する領域を含むエッジリング１１２Ａの内側裏面、拡散溝Ｇ２１の内周側、周辺溝Ｇ２２と深溝Ｇ２３とが交互に形成される領域、拡散溝Ｇ２１の外周側、外側シールバンドＳＢ２と当接する領域を含むエッジリング１１２Ａの外側裏面を含む。

[0048] 即ち、静電チャック１１１１の環状領域１１１ｂにエッジリング１１２Ａが支持され静電吸着された状態において、拡散溝Ｇ１１及び拡散溝Ｇ２１によって深さｔ１１＋ｔ２１の空間（第３の空間）が形成される（図４，５参照）。また、周辺溝Ｇ１２及び周辺溝Ｇ２２によって深さｔ１２＋ｔ２２の空間（第１の空間）が形成される（図４参照）。深溝Ｇ１３及び深溝Ｇ２３によって深さｔ１３＋ｔ２３の空間（第２の空間）が形成される（図５参照）。

[0049] 換言すれば、エッジリング１１２Ａの下面及び／又は静電チャック１１１

１のリング支持面に形成される溝によって、静電チャック１１１１の環状領域１１１ｂにエッジリング１１２Ａが支持された状態において、伝熱ガス供給孔３０１と連通する第１の空間（周辺溝Ｇ１２、周辺溝Ｇ２２）と、第１の空間と連通し周方向に形成される第２の空間（深溝Ｇ１３、深溝Ｇ２３）と、第１の空間及び第２の空間と連通し径方向に形成される第３の空間（拡散溝Ｇ１１、拡散溝Ｇ２１）と、を有する。さらに換言すれば、各伝熱ガス供給孔３０１とそれぞれ連通する複数の第１の空間（周辺溝Ｇ１２、周辺溝Ｇ２２）と、一の第１の空間及び一の第１の空間と周方向において隣接する他の第１の空間とを連通し周方向に形成される円弧形状の第２の空間（深溝Ｇ１３、深溝Ｇ２３）と、第１の空間及び第２の空間と連通し径方向に形成される第３の空間（拡散溝Ｇ１１、拡散溝Ｇ２１）と、を有する。そして、第２の空間の高さは、第１の空間の高さよりも高い。また、第３の空間の高さは、第１の空間の高さよりも低く、第２の空間の高さよりも低い。

[0050] このような構成により、伝熱ガス供給孔３０１から吐出された伝熱ガスは、第１の空間に吐出される。そして、第１の空間から第２の空間に伝熱ガスが流れることで、伝熱ガスが周方向に拡散する。また、第１の空間及び第２の空間から、第３の空間に伝熱ガスが流れることで、伝熱ガスが径方向に拡散する。これにより、離間して設けられた伝熱ガス供給孔３０１から静電チャック１１１１のリング支持面とエッジリング１１２Ａの下面との間の空間に供給された伝熱ガスを周方向及び径方向に拡散させることができる。

[0051] 即ち、深溝Ｇ１３及び深溝Ｇ２３によって形成される空間（第２の空間）の高さ（ｔ１３＋ｔ２３）を、他の空間（第１の空間、第３の空間）よりも高くすることで、伝熱ガスの周方向の拡散を促進する。

[0052] また、拡散溝Ｇ１１及び拡散溝Ｇ２１によって形成される空間（第３の空間）の高さ（ｔ１１＋ｔ２１）を、他の空間（第１の空間、第２の空間）の高さよりも低くすることで、静電チャック１１１１とエッジリング１１２Ａとの距離を短くし、静電チャック１１１１とエッジリング１１２Ａとの伝熱性を向上する。

[0053] また、周辺溝Ｇ１２及び周辺溝Ｇ２２によって形成される空間（第１の空間）の高さ（ｔ１２＋ｔ２２）は、深溝Ｇ１３及び深溝Ｇ２３によって形成される空間（第２の空間）の高さ（ｔ１３＋ｔ２３）よりも低くする。このように、伝熱ガス供給孔３０１の周囲における空間（第１の空間）の高さを抑えることで電子の加速を抑制し、伝熱ガス供給孔３０１の周囲で異常放電が発生することを防止または抑制する。なお、第２の空間や第３の空間においては、エッジリング１１２Ａと静電電極１１１１ｃ（Ｅ１，Ｅ２）との間に誘電体（セラミック部材１１１１ａ）が配置されている。これにより、第２の空間や第３の空間の天面から底面までの電位差を小さくすることができ、異常放電の発生が防止されている。

[0054] なお、エッジリング１１２Ａの深溝Ｇ２３の深さｔ２３は、エッジリング１１２Ａの周辺溝Ｇ２２の深さｔ２２よりも大きいものとして説明したが、これに限られるものではない。深溝Ｇ１３及び深溝Ｇ２３によって形成される空間（第２の空間）の高さ（ｔ１３＋ｔ２３）が、周辺溝Ｇ１２及び周辺溝Ｇ２２によって形成される空間（第１の空間）の高さ（ｔ１２＋ｔ２２）よりも高ければよく、例えばエッジリング１１２Ａ深溝Ｇ２３の深さｔ２３とエッジリング１１２Ａ周辺溝Ｇ２２の深さｔ２２が等しくてもよい。

[0055] 以下に、溝の幅の各寸法の一例を示す。

溝Ｇ１１の幅Ｗ１１：例えば、１～３８ｍｍ

溝Ｇ１２の幅Ｗ１２：例えば、０．５～３８ｍｍ（但し、Ｗ１１＞Ｗ１２とする。）

溝Ｇ１３の幅Ｗ１３：例えば、０．５～３８ｍｍ（但し、Ｗ１１＞Ｗ１３とする。）

溝Ｇ２１の幅Ｗ２１：例えば、１～３８ｍｍ

溝Ｇ２２の幅Ｗ２２：例えば、０．５～３８ｍｍ（但し、Ｗ２１＞Ｗ２２とする。）

溝Ｇ２３の幅Ｗ２３：例えば、０．５～３８ｍｍ（但し、Ｗ２１＞Ｗ２３とする。）

[0056] なお、幅Ｗ１１と幅Ｗ２１とは同一でもよく、異なっていてもよい。また、幅Ｗ１２と幅Ｗ２２とは同一でもよく、異なっていてもよい。また、幅Ｗ１３と幅Ｗ２３とは同一でもよく、異なっていてもよい。また、幅Ｗ１２と幅Ｗ１３とは同一でもよく、異なっていてもよい。また、幅Ｗ２２と幅Ｗ２３とは同一でもよく、異なっていてもよい。

[0057] 以下に、溝の深さ（各空間の高さ）の各寸法の一例を示す。

第１の空間の高さ（ｔ１２＋ｔ２２）：例えば、２～４０μｍ

第２の空間の高さ（ｔ１３＋ｔ２３）：例えば、２～２００μｍ

第３の空間の高さ（ｔ１１＋ｔ２１）：例えば、１～２５μｍ

[0058] なお、本実施形態における上述した各々の溝の深さは、周方向において変化してもよい。

[0059] また、径方向において、静電電極Ｅ１と内側シールバンドＳＢ１のオーバーラップ距離ＯＶ１は、例えば、１～１５ｍｍである。また、静電電極Ｅ２と外側シールバンドＳＢ２のオーバーラップ距離ＯＶ２は、例えば、１～１５ｍｍである。なお、オーバーラップ距離ＯＶ１とオーバーラップ距離ＯＶ２は、同一でもよく、異なっていてもよい。

[0060] なお、シールバンドＳＢ１（ＳＢ２）と静電電極Ｅ１（Ｅ２）とがオーバーラップした領域において、静電吸着力によって、エッジリング１１２Ａと静電チャック１１１１とが密着される。これにより、静電チャック１１１１のリング支持面とエッジリング１１２Ａの下面との間の空間から伝熱ガスが漏れることを抑制する。即ち、オーバーラップ距離ＯＶ１，ＯＶ２は、シール性に関係する値である。

[0061] また、径方向において、「静電電極Ｅ２の最外径とシールバンドＳＢ２の最外径のうち、小さい径」と「静電電極Ｅ１の最内径とシールバンドＳＢ１の最内径のうち、大きい径」との差である距離Ｌは、例えば、３～４０ｍｍである。

[0062] なお、距離Ｌは、静電吸着力によって、エッジリング１１２Ａと静電チャック１１１１とが密着される最内径の位置から最内径の位置までの距離であ

る。

[0063] ＜第２実施形態に係る静電チャック１１１１及びエッジリング１１２Ａ＞

次に、静電チャック１１１１及びエッジリング１１２Ａの他の構造について、図６から図７を用いて説明する。図６は、伝熱ガス供給孔３０１の近傍の位置で切断した第２実施形態に係るセラミック部材１１１１ａの環状領域１１１ｂ上に配置されるエッジリング１１２Ａ周辺の断面を概略的に示す図の一例である。図７は、伝熱ガス供給孔３０１から離れた位置で切断した第２実施形態に係るセラミック部材１１１１ａの環状領域１１１ｂ上に配置されるエッジリング１１２Ａ周辺の断面を概略的に示す図の一例である。なお、第１実施形態（図３～図５参照）と重複する説明は省略する。

[0064] エッジリング１１２Ａの下面には溝が形成されておらず、静電チャック１１１１のリング支持面に溝が形成されている。静電チャック１１１１のリング支持面に形成される溝は、拡散溝Ｇ１１と、伝熱ガス供給孔３０１の周辺溝Ｇ１２と、深溝Ｇ１３と、を含む。また、拡散溝Ｇ１１、伝熱ガス供給孔３０１の周辺溝Ｇ１２、深溝Ｇ１３は、互いに連通している。

[0065] また、エッジリング１１２Ａの下面と、静電チャック１１１１のリング支持面に形成される溝と、によって、静電チャック１１１１の環状領域１１１ｂにエッジリング１１２Ａが支持された状態において、伝熱ガス供給孔３０１と連通する第１の空間（周辺溝Ｇ１２）と、第１の空間と連通し周方向に形成される第２の空間（深溝Ｇ１３）と、第１の空間及び第２の空間と連通し径方向に形成される第３の空間（拡散溝Ｇ１１）と、を有する。そして、第２の空間の高さは、第１の空間の高さよりも高い。また、第３の空間の高さは、第１の空間の高さよりも低く、第２の空間の高さよりも低い。

[0066] このような構成により、伝熱ガス供給孔３０１から吐出された伝熱ガスは、まず、周辺溝Ｇ１２によって形成される空間（第１の空間）に吐出される。そして、周辺溝Ｇ１２によって形成される空間（第１の空間）から深溝Ｇ１３によって形成される空間（第２の空間）に伝熱ガスが流れることで、伝熱ガスが周方向に拡散する。また、周辺溝Ｇ１２によって形成される空間（

第１の空間）及び深溝Ｇ１３によって形成される空間（第２の空間）から、拡散溝Ｇ１１によって形成される空間（第３の空間）に伝熱ガスが流れることで、伝熱ガスが径方向に拡散する。これにより、離間して設けられた伝熱ガス供給孔３０１から静電チャック１１１１のリング支持面とエッジリング１１２Ａの下面との間の空間に供給された伝熱ガスを周方向及び径方向に拡散させることができる。

[0067] 即ち、第２の空間の高さ（ｔ１３）を、他の空間（第１の空間、第３の空間）よりも高くすることで、伝熱ガスの周方向の拡散を促進する。

[0068] また、第３の空間の高さ（ｔ１１）を、他の空間（第１の空間、第２の空間）の高さよりも低くすることで、静電チャック１１１１とエッジリング１１２Ａとの距離を短くし、静電チャック１１１１とエッジリング１１２Ａとの伝熱性を向上する。

[0069] また、第１の空間の高さ（ｔ１２）は、第２の空間の高さ（ｔ１３）よりも低くする。このように、伝熱ガス供給孔３０１の周囲における空間の高さを抑えることで電子の加速を抑制し、伝熱ガス供給孔３０１の周囲で異常放電が発生することを防止または抑制する。

[0070] 以下に、溝の深さ（各空間の高さ）の各寸法の一例を示す。

第１の空間の高さ（ｔ１２）：例えば、２～４０μｍ

第２の空間の高さ（ｔ１３）：例えば、２～２００μｍ

第３の空間の高さ（ｔ１１）：例えば、１～２５μｍ

[0071] なお、本実施形態における上述した各々の溝の深さは、周方向において変化してもよい。

[0072] ＜第３実施形態に係る静電チャック１１１１及びエッジリング１１２Ａ＞

次に、静電チャック１１１１及びエッジリング１１２Ａの他の構造について、図８から図９を用いて説明する。図８は、伝熱ガス供給孔３０１の近傍の位置で切断した第３実施形態に係るセラミック部材１１１１ａの環状領域１１１ｂ上に配置されるエッジリング１１２Ａ周辺の断面を概略的に示す図の一例である。図９は、伝熱ガス供給孔３０１から離れた位置で切断した第

３実施形態に係るセラミック部材１１１１ａの環状領域１１１ｂ上に配置されるエッジリング１１２Ａ周辺の断面を概略的に示す図の一例である。なお、第１実施形態（図３～図５参照）と重複する説明は省略する。

[0073] エッジリング１１２Ａの下面及び静電チャック１１１１のリング支持面に溝が形成されている。

[0074] 静電チャック１１１１のリング支持面に形成される溝は、拡散溝Ｇ１１と、深溝Ｇ１４と、を含む。また、拡散溝Ｇ１１、深溝Ｇ１４は、互いに連通している。ここでは、周辺溝Ｇ１２（図４参照）の深さが拡散溝Ｇ１１の深さｔ１１と等しく形成されている。

[0075] 深溝Ｇ１４は、伝熱ガス供給孔３０１が形成された周辺を除いて円環形状に形成される溝である。換言すれば、深溝Ｇ１４は、複数の円弧形状の溝である。また、深溝Ｇ１４の深さｔ１４は、拡散溝Ｇ１１の深さｔ１１よりも大きい（ｔ１４＞ｔ１１）。

[0076] また、静電チャック１１１１の径方向において、拡散溝Ｇ１１が形成される範囲の内側に深溝Ｇ１４が形成される。即ち、拡散溝Ｇ１１の径方向の幅Ｗ１１は、周辺溝Ｇ１４の径方向の幅Ｗ１４よりも広い（Ｗ１１＞Ｗ１４）。

[0077] エッジリング１１２Ａの下面に形成される溝は、拡散溝Ｇ２１と、深溝Ｇ２４と、を含む。また、拡散溝Ｇ２１、深溝Ｇ２４は、互いに連通している。ここでは、周辺溝Ｇ２２（図４参照）及び深溝Ｇ２３（図４参照）の深さが等しく形成され、円環形状の深溝Ｇ２４として形成される。

[0078] 深溝Ｇ２４は、円環形状に形成される溝である。また、深溝Ｇ２４の深さｔ２４は、拡散溝Ｇ２１の深さｔ２１よりも大きい（ｔ２４＞ｔ２１）。

[0079] また、エッジリング１１２Ａの径方向において、拡散溝Ｇ２１が形成される範囲の内側に深溝Ｇ２４が形成される。即ち、拡散溝Ｇ２１の径方向の幅Ｗ２１は、深溝Ｇ２４の径方向の幅Ｗ２４よりも広い（Ｗ２１＞Ｗ２４）。

[0080] また、エッジリング１１２Ａの下面に形成される溝と、静電チャック１１１１のリング支持面に形成される溝と、によって、静電チャック１１１１の

環状領域１１１ｂにエッジリング１１２Ａが支持された状態において、伝熱ガス供給孔３０１と連通する第１の空間（拡散溝Ｇ１１、深溝Ｇ２４）と、第１の空間と連通し周方向に形成される第２の空間（深溝Ｇ１４、深溝Ｇ２４）と、第１の空間及び第２の空間と連通し径方向に形成される第３の空間（拡散溝Ｇ１１、拡散溝Ｇ２１）と、を有する。そして、第２の空間の高さは、第１の空間の高さよりも高い。また、第３の空間の高さは、第１の空間の高さよりも低く、第２の空間の高さよりも低い。

[0081] このような構成により、伝熱ガス供給孔３０１から吐出された伝熱ガスは、第１の空間に吐出される。そして、第１の空間から第２の空間に伝熱ガスが流れることで、伝熱ガスが周方向に拡散する。また、第１の空間及び第２の空間から、第３の空間に伝熱ガスが流れることで、伝熱ガスが径方向に拡散する。これにより、離間して設けられた伝熱ガス供給孔３０１から静電チャック１１１１のリング支持面とエッジリング１１２Ａの下面との間の空間に供給された伝熱ガスを周方向及び径方向に拡散させることができる。

[0082] 即ち、第２の空間の高さ（ｔ１４＋ｔ２４）を、他の空間（第１の空間、第３の空間）よりも高くすることで、伝熱ガスの周方向の拡散を促進する。

[0083] また、第３の空間の高さ（ｔ１１＋ｔ２１）を、他の空間（第１の空間、第２の空間）の高さよりも低くすることで、静電チャック１１１１とエッジリング１１２Ａとの距離を短くし、静電チャック１１１１とエッジリング１１２Ａとの伝熱性を向上する。

[0084] また、第１の空間の高さ（ｔ１１＋ｔ２４）は、第２の空間の高さ（ｔ１４＋ｔ２４）よりも低くする。このように、伝熱ガス供給孔３０１の周囲における空間の高さを抑えることで電子の加速を抑制し、伝熱ガス供給孔３０１の周囲で異常放電が発生することを防止または抑制する。

[0085] 以下に、溝の幅の各寸法の一例を示す。

溝Ｇ１１の幅Ｗ１１：例えば、１～３８ｍｍ

溝Ｇ１４の幅Ｗ１４：例えば、０．５～３８ｍｍ（但し、Ｗ１１＞Ｗ１４とする。）

溝Ｇ２１の幅Ｗ２１：例えば、１～３８ｍｍ

溝Ｇ２４の幅Ｗ２４：例えば、０．５～３８ｍｍ（但し、Ｗ２１＞Ｗ２４とする。）

[0086] なお、幅Ｗ１１と幅Ｗ２１とは同一でもよく、異なっていてもよい。また、幅Ｗ１４と幅Ｗ２４とは同一でもよく、異なっていてもよい。

[0087] 以下に、溝の深さ（各空間の高さ）の各寸法の一例を示す。

第１の空間の高さ（ｔ１１＋ｔ２４）：例えば、２～４０μｍ

第２の空間の高さ（ｔ１４＋ｔ２４）：例えば、２～２００μｍ

第３の空間の高さ（ｔ１１＋ｔ２１）：例えば、１～２５μｍ

[0088] なお、本実施形態における上述した各々の溝の深さは、周方向において変化してもよい。

[0089] ＜第４実施形態に係る静電チャック１１１１及びエッジリング１１２Ａ＞

次に、静電チャック１１１１及びエッジリング１１２Ａの他の構造について、図１０から図１１を用いて説明する。図１０は、伝熱ガス供給孔３０１の近傍の位置で切断した第４実施形態に係るセラミック部材１１１１ａの環状領域１１１ｂ上に配置されるエッジリング１１２Ａ周辺の断面を概略的に示す図の一例である。図１１は、伝熱ガス供給孔３０１から離れた位置で切断した第４実施形態に係るセラミック部材１１１１ａの環状領域１１１ｂ上に配置されるエッジリング１１２Ａ周辺の断面を概略的に示す図の一例である。なお、第１実施形態（図３～図５参照）と重複する説明は省略する。

[0090] エッジリング１１２Ａの下面及び静電チャック１１１１のリング支持面に溝が形成されている。

[0091] 静電チャック１１１１のリング支持面に形成される溝は、深溝Ｇ１４を含む。ここでは、伝熱ガス供給孔３０１が静電チャック１１１１のリング支持面に形成される。

[0092] 深溝Ｇ１４は、伝熱ガス供給孔３０１が形成された周辺を除いて円環形状に形成される溝である。換言すれば、深溝Ｇ１４は、複数の円弧形状の溝である。

[0093] また、エッジリング１１２Ａの径方向において、拡散溝Ｇ２１が形成される範囲の内側に深溝Ｇ２４が形成される。即ち、拡散溝Ｇ２１の径方向の幅Ｗ２１は、周辺溝Ｇ２４の径方向の幅Ｗ２４よりも広い（Ｗ２１＞Ｗ２４）。

[0094] また、拡散溝Ｇ２１、深溝Ｇ２４は、互いに連通している。

[0095] また、エッジリング１１２Ａの下面に形成される溝と、静電チャック１１１１のリング支持面に形成される溝と、によって、静電チャック１１１１の環状領域１１１ｂにエッジリング１１２Ａが支持された状態において、伝熱ガス供給孔３０１と連通する第１の空間（深溝Ｇ２４）と、第１の空間と連通し周方向に形成される第２の空間（深溝Ｇ１４、深溝Ｇ２４）と、第１の空間及び第２の空間と連通し径方向に形成される第３の空間（拡散溝Ｇ２１）と、を有する。そして、第２の空間の高さは、第１の空間の高さよりも高い。また、第３の空間の高さは、第１の空間の高さよりも低く、第２の空間の高さよりも低い。

[0096] このような構成により、伝熱ガス供給孔３０１から吐出された伝熱ガスは、第１の空間に吐出される。そして、第１の空間から第２の空間に伝熱ガスが流れることで、伝熱ガスが周方向に拡散する。また、第１の空間及び第２の空間から、第３の空間に伝熱ガスが流れることで、伝熱ガスが径方向に拡散する。これにより、離間して設けられた伝熱ガス供給孔３０１から静電チャック１１１１のリング支持面とエッジリング１１２Ａの下面との間の空間に供給された伝熱ガスを周方向及び径方向に拡散させることができる。

[0097] 即ち、第２の空間の高さ（ｔ１４＋ｔ２４）を、他の空間（第１の空間、第３の空間）よりも高くすることで、伝熱ガスの周方向の拡散を促進する。

[0098] また、第３の空間の高さ（ｔ２１）を、他の空間（第１の空間、第２の空間）の高さよりも低くすることで、静電チャック１１１１とエッジリング１１２Ａとの距離を短くし、静電チャック１１１１とエッジリング１１２Ａとの伝熱性を向上する。

[0099] また、第１の空間の高さ（ｔ２４）は、第２の空間の高さ（ｔ１４＋ｔ２

４）よりも低くする。このように、伝熱ガス供給孔３０１の周囲における空間の高さを抑えることで電子の加速を抑制し、伝熱ガス供給孔３０１の周囲で異常放電が発生することを防止または抑制する。

[0100] 以下に、溝の深さ（各空間の高さ）の各寸法の一例を示す。

第１の空間の高さ（ｔ２４）：例えば、２～４０μｍ

第２の空間の高さ（ｔ１４＋ｔ２４）：例えば、２～２００μｍ

第３の空間の高さ（ｔ２１）：例えば、１～２５μｍ

[0101] なお、本実施形態における上述した各々の溝の深さは、周方向において変化してもよい。

[0102] ＜第５実施形態に係る静電チャック１１１１及びエッジリング１１２Ａ＞

次に、静電チャック１１１１及びエッジリング１１２Ａの他の構造について、図１２から図１３を用いて説明する。図１２は、伝熱ガス供給孔３０１の近傍の位置で切断した第５実施形態に係るセラミック部材１１１１ａの環状領域１１１ｂ上に配置されるエッジリング１１２Ａ周辺の断面を概略的に示す図の一例である。図１３は、伝熱ガス供給孔３０１から離れた位置で切断した第５実施形態に係るセラミック部材１１１１ａの環状領域１１１ｂ上に配置されるエッジリング１１２Ａ周辺の断面を概略的に示す図の一例である。なお、第１実施形態（図３～図５参照）と重複する説明は省略する。

[0103] 静電チャック１１１１のリング支持面に溝が形成されておらず、エッジリング１１２Ａの下面に溝が形成されている。エッジリング１１２Ａの下面に形成される溝は、拡散溝Ｇ２１と、伝熱ガス供給孔３０１に対応する位置に形成される周辺溝Ｇ２２と、深溝Ｇ２３と、を含む。また、拡散溝Ｇ２１、周辺溝Ｇ２２、深溝Ｇ２３は、互いに連通している。

[0104] また、エッジリング１１２Ａの下面に形成される溝と、静電チャック１１１１のリング支持面と、によって、静電チャック１１１１の環状領域１１１ｂにエッジリング１１２Ａが支持された状態において、伝熱ガス供給孔３０１と連通する第１の空間（周辺溝Ｇ２２）と、第１の空間と連通し周方向に形成される第２の空間（深溝Ｇ２３）と、第１の空間及び第２の空間と連通

し径方向に形成される第３の空間（拡散溝Ｇ２１）と、を有する。そして、第２の空間の高さは、第１の空間の高さよりも高い。また、第３の空間の高さは、第１の空間の高さよりも低く、第２の空間の高さよりも低い。

[0105] このような構成により、伝熱ガス供給孔３０１から吐出された伝熱ガスは、第１の空間に吐出される。そして、第１の空間から第２の空間に伝熱ガスが流れることで、伝熱ガスが周方向に拡散する。また、第１の空間及び第２の空間から、第３の空間に伝熱ガスが流れることで、伝熱ガスが径方向に拡散する。これにより、離間して設けられた伝熱ガス供給孔３０１から静電チャック１１１１のリング支持面とエッジリング１１２Ａの下面との間の空間に供給された伝熱ガスを周方向及び径方向に拡散させることができる。

[0106] 即ち、第２の空間の高さ（ｔ２３）を、他の空間（第１の空間、第３の空間）よりも高くすることで、伝熱ガスの周方向の拡散を促進する。

[0107] また、第３の空間の高さ（ｔ２１）を、他の空間（第１の空間、第２の空間）の高さよりも低くすることで、静電チャック１１１１とエッジリング１１２Ａとの距離を短くし、静電チャック１１１１とエッジリング１１２Ａとの伝熱性を向上する。

[0108] また、第１の空間の高さ（ｔ２２）は、第２の空間の高さ（ｔ２３）よりも低くする。このように、伝熱ガス供給孔３０１の周囲における空間の高さを抑えることで電子の加速を抑制し、伝熱ガス供給孔３０１の周囲で異常放電が発生することを防止または抑制する。

[0109] 以下に、溝の深さ（各空間の高さ）の各寸法の一例を示す。

第１の空間の高さ（ｔ２２）：例えば、２～４０μｍ

第２の空間の高さ（ｔ２３）：例えば、２～２００μｍ

第３の空間の高さ（ｔ２１）：例えば、１～２５μｍ

[0110] なお、本実施形態における上述した各々の溝の深さは、周方向において変化してもよい。

[0111] ＜シール距離＞

次に、内側シールバンドＳＢ１及び外側シールバンドＳＢ２におけるシー

ル距離について、図１４及び図１５を用いて説明する。図１４は、溝が形成されたセラミック部材１１１１ａの断面を概略的に示す図の一例である。図１５は、溝が形成されたセラミック部材１１１１ａの断面を概略的に示す図の一例である。

[0112] 拡散溝Ｇ１１の幅Ｗ１１（図４等参照）を維持しつつ、拡散溝Ｇ１１を形成する位置を静電チャック１１１１の径方向にシフトしてもよい。これにより、内側シールバンドＳＢ１におけるシール距離ＯＶ１と、外側シールバンドＳＢ２におけるシール距離ＯＶ２と、の割合を調整することができる。

[0113] 例えば、伝熱ガスの漏れはシール距離が短い側（図１４の例では外周側）から発生する。拡散溝Ｇ１１を形成する位置を内周側にシフトすることで、図１５に示すように、外周側のシール距離ＯＶ２を増やすことができる。これにより、伝熱ガスの漏れを抑制することができる。

[0114] また、伝熱ガスの漏れが基板Ｗに近い内周側で発生すると、プロセスに影響を与えるおそれがある場合、拡散溝Ｇ１１を形成する位置を外周側にシフトすることで、図１４に示すように、内周側のシール距離ＯＶ１を増やすことができる。これにより、内周側で伝熱ガスの漏れが発生することを抑制することができる。

[0115] 以上に開示された実施形態は、例えば、以下の態様を含む。

（付記１）

プラズマ処理チャンバと、

前記プラズマ処理チャンバ内に配置される基台と、

前記基台の上部に配置され、基板支持面及びリング支持面を有する静電チャックと、

前記リング支持面に配置されるエッジリングと、を備え、

前記リング支持面と前記エッジリングの下面の少なくとも一方には、伝熱ガスを拡散する溝が形成され、

前記リング支持面には、前記溝に伝熱ガスを供給する伝熱ガス供給孔が形成され、

前記溝は、

前記伝熱ガス供給孔の位置を含む円環領域において、前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域における溝の深さは、前記周辺の領域以外における溝の深さより小さい、

基板処理装置。

（付記２）

前記溝は、

前記円環領域の径方向内側及び径方向外側に拡散溝を有する、

付記１に記載の基板処理装置。

（付記３）

前記溝は、前記リング支持面と前記エッジリングの下面との間に空間を形成し、

前記空間は、

前記伝熱ガス供給孔と連通する第１の空間と、

前記第１の空間と連通し周方向に形成される第２の空間と、

前記第１の空間及び第２の空間と連通し径方向に形成される第３の空間と、を含む、

付記１または２に記載の基板処理装置。

（付記４）

前記第２の空間の高さは、前記第１の空間の高さよりも高く、

前記第３の空間の高さは、前記第１の空間の高さよりも低い、

付記３に記載の基板処理装置。

（付記５）

前記リング支持面には、

前記伝熱ガス供給孔の周辺に形成される第１の周辺溝と、

前記第１の周辺溝と連通し、周方向に形成される第１の深溝と、

前記第１の周辺溝及び第１の深溝と連通し、径方向に形成される第１の拡散溝と、が形成され、

前記エッジリングの下面には、

前記伝熱ガス供給孔に対応する位置の周辺に形成される第２の周辺溝と、

前記第２の周辺溝と連通し、周方向に形成される第２の深溝と、

前記第２の周辺溝及び第２の深溝と連通し、径方向に形成される第２の拡散溝と、が形成され、

前記第１の深溝と前記第２の深溝で形成される空間の高さは、前記第１の周辺溝と前記第２の周辺溝とで形成される空間の高さよりも高い、

付記１乃至４のいずれかに記載の基板処理装置。

（付記６）

前記リング支持面には、

前記伝熱ガス供給孔の周辺に形成される周辺溝と、

前記周辺溝と連通し、周方向に形成される深溝と、

前記周辺溝及び深溝と連通し、径方向に形成される拡散溝と、が形成され、

前記深溝の深さは、前記周辺溝の深さよりも大きい、

付記１乃至４のいずれかに記載の基板処理装置。

（付記７）

前記リング支持面には、

径方向に形成される第１の拡散溝と、

前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域以外において、周方向に形成される第１の深溝と、が形成され、

前記エッジリングの下面には、

径方向に形成される第２の拡散溝と、

円環形状に形成される第２の深溝と、が形成され、

前記第１の深溝と前記第２の深溝で形成される空間の高さは、前記第１の拡散溝と前記第２の拡散溝とで形成される空間の高さよりも高い、

付記１乃至４のいずれかに記載の基板処理装置。

（付記８）

前記リング支持面には、

前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域以外において、周方向に形成される第１の深溝が形成され、

前記エッジリングの下面には、

径方向に形成される第２の拡散溝と、

円環形状に形成される第２の深溝と、が形成され、

前記第１の深溝と前記第２の深溝で形成される空間の高さは、前記第２の拡散溝で形成される空間の高さよりも高い、

付記１乃至４のいずれかに記載の基板処理装置。

（付記９）

前記エッジリングの下面には、

前記伝熱ガス供給孔に対応する位置の周辺に形成される周辺溝と、

前記周辺溝と連通し、周方向に形成される深溝と、

前記周辺溝及び深溝と連通し、径方向に形成される拡散溝と、が形成され、

前記深溝の深さは、前記周辺溝の深さよりも大きい、

付記１乃至４のいずれかに記載の基板処理装置。

（付記１０）

前記静電チャックは、

セラミック部材内に配置され、前記エッジリングを静電吸着する静電電極を有する、

付記１乃至９のいずれかに記載の基板処理装置。

（付記１１）

前記静電チャックは、前記溝の径方向内側に内側シールバンドと、前記溝の径方向外側に外側シールバンドと、を有し、

前記静電電極は、第１の静電電極と、前記第１の静電電極の径方向外側に配置される第２の静電電極と、を有し、

径方向において、

前記内側シールバンドと前記第１の静電電極が少なくとも一部でオーバーラップし、

前記外側シールバンドと前記第２の静電電極が少なくとも一部でオーバーラップする、

付記１０に記載の基板処理装置。

（付記１２）

前記第１の空間の高さは、２～４０μｍの範囲内であり、

前記第２の空間の高さは、２～２００μｍの範囲内であり、

前記第３の空間の高さは、１～２５μｍの範囲内である、

付記４に記載の基板処理装置。

（付記１３）

前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域は、

伝熱ガス供給孔３０１の外周から周方向に１～１０ｍｍの範囲内である、

付記１乃至１１のいずれかに記載の基板処理装置。

（付記１４）

基板を支持する基板支持面及びエッジリングを支持するリング支持面を有する静電チャックであって、

前記リング支持面に伝熱ガスを拡散する溝が形成され、

前記溝に伝熱ガスを供給する伝熱ガス供給孔が形成され、

前記溝は、

前記伝熱ガス供給孔の位置を含む円環領域において、前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域における溝の深さは、前記周辺の領域以外における溝の深さより小さい、

静電チャック。

[0116] なお、上記実施形態に挙げた構成等に、その他の要素との組み合わせ等、ここで示した構成に本発明が限定されるものではない。これらの点に関しては、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更することが可能であり、その応用形態に応じて適切に定めることができる。

[0117] 尚、本願は、２０２３年１月２０日に出願した米国特許出願63/480,701に基づく優先権を主張するものであり、これらの特許出願の全内容を本願に参照により援用する。

符号の説明

[0118]

１	プラズマ処理装置
２	制御部
２ａ	コンピュータ
２ａ１	処理部
２ａ２	記憶部
２ａ３	通信インターフェース
１０	プラズマ処理チャンバ
１１	基板支持部
１１１	本体部
１１１ａ	中央領域
１１１ｂ	環状領域
１１１０	基台
１１１１	静電チャック
１１１１ａ	セラミック部材
１１１１ｂ	静電電極
１１１１ｃ	静電電極
１１２	リングアセンブリ
１１２Ａ	エッジリング
３０１	伝熱ガス供給孔
ＳＢ１	内側シールバンド
ＳＢ２	外側シールバンド
Ｇ１１～Ｇ１４，Ｇ２１～Ｇ２４	溝

請求の範囲

[請求項1] プラズマ処理チャンバと、

前記プラズマ処理チャンバ内に配置される基台と、

前記基台の上部に配置され、基板支持面及びリング支持面を有する静電チャックと、

前記リング支持面に配置されるエッジリングと、を備え、

前記リング支持面と前記エッジリングの下面の少なくとも一方には、伝熱ガスを拡散する溝が形成され、

前記リング支持面には、前記溝に伝熱ガスを供給する伝熱ガス供給孔が形成され、

前記溝は、

前記伝熱ガス供給孔の位置を含む円環領域において、前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域における溝の深さは、前記周辺の領域以外における溝の深さより小さい、

基板処理装置。

[請求項2] 前記溝は、

前記円環領域の径方向内側及び径方向外側に拡散溝を有する、

請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項3] 前記溝は、前記リング支持面と前記エッジリングの下面との間に空間を形成し、

前記空間は、

前記伝熱ガス供給孔と連通する第１の空間と、

前記第１の空間と連通し周方向に形成される第２の空間と、

前記第１の空間及び第２の空間と連通し径方向に形成される第３の空間と、を含む、

請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項4] 前記第２の空間の高さは、前記第１の空間の高さよりも高く、

前記第３の空間の高さは、前記第１の空間の高さよりも低い、

請求項３に記載の基板処理装置。

[請求項5] 前記リング支持面には、

前記伝熱ガス供給孔の周辺に形成される第１の周辺溝と、

前記第１の周辺溝と連通し、周方向に形成される第１の深溝と、

前記第１の周辺溝及び第１の深溝と連通し、径方向に形成される第１の拡散溝と、が形成され、

前記エッジリングの下面には、

前記伝熱ガス供給孔に対応する位置の周辺に形成される第２の周辺溝と、

前記第２の周辺溝と連通し、周方向に形成される第２の深溝と、

前記第２の周辺溝及び第２の深溝と連通し、径方向に形成される第２の拡散溝と、が形成され、

前記第１の深溝と前記第２の深溝で形成される空間の高さは、前記第１の周辺溝と前記第２の周辺溝とで形成される空間の高さよりも高い、

請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項6] 前記リング支持面には、

前記伝熱ガス供給孔の周辺に形成される周辺溝と、

前記周辺溝と連通し、周方向に形成される深溝と、

前記周辺溝及び深溝と連通し、径方向に形成される拡散溝と、が形成され、

前記深溝の深さは、前記周辺溝の深さよりも大きい、

請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項7] 前記リング支持面には、

径方向に形成される第１の拡散溝と、

前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域以外において、周方向に形成される第１の深溝と、が形成され、

前記エッジリングの下面には、

径方向に形成される第２の拡散溝と、

円環形状に形成される第２の深溝と、が形成され、

前記第１の深溝と前記第２の深溝で形成される空間の高さは、前記第１の拡散溝と前記第２の拡散溝とで形成される空間の高さよりも高い、

請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項8] 前記リング支持面には、

前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域以外において、周方向に形成される第１の深溝が形成され、

前記エッジリングの下面には、

径方向に形成される第２の拡散溝と、

円環形状に形成される第２の深溝と、が形成され、

前記第１の深溝と前記第２の深溝で形成される空間の高さは、前記第２の拡散溝で形成される空間の高さよりも高い、

請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項9] 前記エッジリングの下面には、

前記伝熱ガス供給孔に対応する位置の周辺に形成される周辺溝と、

前記周辺溝と連通し、周方向に形成される深溝と、

前記周辺溝及び深溝と連通し、径方向に形成される拡散溝と、が形成され、

前記深溝の深さは、前記周辺溝の深さよりも大きい、

請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項10] 前記静電チャックは、

セラミック部材内に配置され、前記エッジリングを静電吸着する静電電極を有する、

請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項11] 前記静電チャックは、前記溝の径方向内側に内側シールバンドと、前記溝の径方向外側に外側シールバンドと、を有し、

前記静電電極は、第１の静電電極と、前記第１の静電電極の径方向外側に配置される第２の静電電極と、を有し、

径方向において、

前記内側シールバンドと前記第１の静電電極が少なくとも一部でオーバーラップし、

前記外側シールバンドと前記第２の静電電極が少なくとも一部でオーバーラップする、

請求項１０に記載の基板処理装置。

[請求項12] 前記第１の空間の高さは、２～４０μｍの範囲内であり、

前記第２の空間の高さは、２～２００μｍの範囲内であり、

前記第３の空間の高さは、１～２５μｍの範囲内である、

請求項４に記載の基板処理装置。

[請求項13] 前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域は、

伝熱ガス供給孔３０１の外周から周方向に１～１０ｍｍの範囲内である、

請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項14] 基板を支持する基板支持面及びエッジリングを支持するリング支持面を有する静電チャックであって、

前記リング支持面に伝熱ガスを拡散する溝が形成され、

前記溝に伝熱ガスを供給する伝熱ガス供給孔が形成され、

前記溝は、

前記伝熱ガス供給孔の位置を含む円環領域において、前記伝熱ガス供給孔の周辺の領域における溝の深さは、前記周辺の領域以外における溝の深さより小さい、

静電チャック。