

明 細 書

発明の名称：上部天板及び基板処理装置

技術分野

[0001] 本開示は、上部天板及び基板処理装置に関する。

背景技術

[0002] 電極アセンブリにおいて、熱伝導性ガスケットが、熱伝導性及び電気伝導性ゴムで被覆されたアルミニウム箔の複合体を備えること、及び、熱伝導性ガスケットが、カーボンナノチューブ充填材で構成されることが開示されている（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第8216418号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、基台が入熱によって変形しても良好な熱伝導を維持することができる上部天板及び基板処理装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様による上部天板は、チャンバの上部に配置される上部天板であって、基台と、基台の下面側に配置される上部電極と、基台の下面と、上部電極の上面との間に設けられ、シール材で囲まれた伝熱空間に充填された熱伝導媒体とを有し、基台は、伝熱空間と接する下面に、伝熱空間と連通する緩衝空間が形成され、熱伝導媒体は、緩衝空間の一部にも充填される。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基台が入熱によって変形しても良好な熱伝導を維持することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図 1 は、本開示の一実施形態におけるプラズマ処理装置の一例を示す図である。

[図2]図 2 は、本実施形態における上部電極の一例を示す斜視図である。

[図3]図 3 は、本実施形態における伝熱空間の一例を示す断面図である。

[図4]図 4 は、本実施形態における伝熱空間の他の一例を示す断面図である。

[図5]図 5 は、本実施形態における変形時の伝熱空間の状態の一例を示す断面図である。

[図6]図 6 は、本実施形態における緩衝空間の他の一例を示す断面図である。

[図7]図 7 は、本実施形態における緩衝空間の他の一例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、開示する上部天板及び基板処理装置の実施形態について、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態により開示技術が限定されるものではない。

[0009] プラズマ処理装置では、チャンバの上部に、チャンバ内部に面している上部電極と、上部電極を冷却するためのクーリングプレート（以下、基台ともいう。）とを有する上部天板が設けられている。上部電極とクーリングプレートとの間には、伝熱シート（熱伝導シート）等の熱伝導性が良好な熱伝導媒体が設けられ、プラズマから入熱される上部電極からクーリングプレートへと伝熱される。ところが、プラズマの高パワー化に伴って、チャンバ各部への入熱量が増加し、大気圧や入熱により変形するクーリングプレートの変形量が大きくなってきている。クーリングプレートが変形すると、上部電極とクーリングプレートとの間に設けられた熱伝導媒体が未接触となる箇所が発生する場合がある。このため、上部電極とクーリングプレートとの間の熱伝導が悪化してしまう。そこで、クーリングプレート（基台）が入熱によって変形しても良好な熱伝導を維持することが期待されている。

[0010] [プラズマ処理システムの構成]

以下に、プラズマ処理システムの構成例について説明する。図 1 は、本開示の一実施形態におけるプラズマ処理装置の一例を示す図である。図 1 に示

すように、プラズマ処理システムは、容量結合型のプラズマ処理装置１及び制御部２を含む。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、チラーユニット１７、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、少なくとも１つの処理ガスをプラズマ処理空間１０s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１０s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。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の筐体とは電氣的に絶縁される。

[0011] 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。

[0012] 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１

111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。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 (Radio Frequency) 電源31及び／又はDC (Direct Current) 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。

[0013] 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。

[0014] 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伝熱ガス供給部を含んでもよい。

[0015] 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、絶縁性の遮蔽部材19を介して、プラズマ処理チャンバ10の上部に支持されている。シャワーヘッド13は、クーリングプレート（基台）14と、上部電極18とを備える。上部電極18には、厚さ方向に貫通し、プラズマ処理チャンバ10内に処理ガスを噴出する複数の吐出穴18aが形成されている。

[0016] クーリングプレート14は、導電性材料により構成され、その下部に上部電極18を着脱自在に支持する。クーリングプレート14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。複数のガス導入口13cは、複数の吐出穴18aにそれぞれ連通している。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及び複数の吐出穴18aからプラズマ処理空間10s内に導入される。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。

[0017] また、クーリングプレート14の内部には流路15が設けられており、流路15内には、配管16を介して、プラズマ処理チャンバ10の外部に設けられたチラーユニット17からの冷媒が供給される。チラーユニット17から配管16を介してクーリングプレート14の流路15内に供給された冷媒は、流路15内を循環し、配管16を介してチラーユニット17に戻される。チラーユニット17は、流路15内に供給される冷媒の温度を制御する。チラーユニット17は、温度制御部の一例である。温度制御された冷媒が流

路15内を循環することにより、基板支持部11とシャワーヘッド13との間に生成されたプラズマからの入熱によるシャワーヘッド13の温度上昇が抑制される。なお、クーリングプレート14は、内部に流路を設けず、プラズマ処理チャンバ10の外側の気体との熱交換による空冷方式や、外側に取り付けられている水冷ジャケット、ペルチェ素子等によって、シャワーヘッド13の温度上昇を抑制してもよい。

[0018] 上部電極18は、シリコンやSiCなどの導電性材料により構成される。なお、クーリングプレート14の下部には、上部電極18に代えて、石英やセラミックなどの誘電体材料で構成され、複数のガス導入口13cとそれぞれ連通する複数の吐出穴が形成された板が、着脱自在に支持されるようにしてもよい。

[0019] 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1又はそれ以上の流量変調デバイスを含んでもよい。

[0020] 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、プラズマ処理チャンバ10において1又はそれ以上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生成部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。

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] 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のバイアス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。

[0024] 種々の実施形態において、第1及び第2のDC信号のうち少なくとも1つ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。

[0025] 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。

[0026] 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

2 a 2 及び通信インターフェース 2 a 3 を含んでもよい。制御部 2 は、例えばコンピュータ 2 a により実現される。処理部 2 a 1 は、記憶部 2 a 2 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 2 a 2 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 2 a 2 に格納され、処理部 2 a 1 によって記憶部 2 a 2 から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ 2 a 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 2 a 3 に接続されている通信回線であってもよい。処理部 2 a 1 は、CPU (Central Processing Unit) であってもよい。記憶部 2 a 2 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 2 a 3 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。

[0027] [上部電極と伝熱空間の詳細]

次に、図 2 から図 5 を用いて上部電極 1 8 と伝熱空間、及び、クーリングプレート変形時の伝熱空間の状態について説明する。図 2 は、本実施形態における上部電極の一例を示す斜視図である。図 2 に示すように、上部電極 1 8 のクーリングプレート 1 4 と接する上面 1 8 b には、直径の異なるシール材 5 0、5 1 が外周部分にそれぞれ円周方向にリング状に設けられている。シール材 5 1 は、シール材 5 0 よりも内周側に配置されている。シール材 5 0、5 1 は、例えば、リップシールであり、熱伝導媒体の変質や消耗を防ぐ。シール材 5 0 とシール材 5 1 との間には、伝熱シート 5 2 が設けられている。伝熱シート 5 2 には、例えば、シリコン系、アルミニウム等の金属系、グラファイト、樹脂系等の伝熱シートを用いることができる。なお、図 2 では、上部電極 1 8 の吐出穴 1 8 a は省略している。

[0028] 図3は、本実施形態における伝熱空間の一例を示す断面図である。図3では、シャワーヘッド13において、クーリングプレート14に上部電極18が取り付けられた状態の断面のうち、シール材50、51近傍を表している。図3に示すように、本実施形態では、クーリングプレート14は、下部部材14aと上部部材14bとに分割可能な構造である。なお、クーリングプレート14は、下部部材14aと上部部材14bとが一体化された構造であってもよい。下部部材14aの下面と上部電極18の上面との間には、シール材50、51で囲まれた伝熱空間53が形成される。伝熱空間53内には、図2で示した伝熱シート52が配置される。また、下部部材14aには、伝熱空間53と接する下面に、伝熱空間53と連通する緩衝空間54が形成される。上部部材14bには、上部部材14bの上面から下面まで貫通し、緩衝空間54と連通する貫通孔56が形成される。

[0029] 伝熱空間53には、流動体55が充填されている。流動体55は、伝熱空間53のうち、伝熱シート52と下部部材14aの下面との隙間に充填されるとともに、伝熱空間53と連通する緩衝空間54の一部にも充填される。つまり、伝熱シート52と流動体55は、熱伝導媒体の一例である。流動体55は、液状物質であり、例えば、真空雰囲気での揮発性が低い伝熱用の真空グリスを用いることができる。真空グリスは、例えば、シリコン系、フッ素系、金属系等の真空グリスを用いることができる。流動体55は、例えば、シャワーヘッド13の組み立て時に、上部電極18のシール材50、51の間に予め塗布しておく。流動体55は、クーリングプレート14に上部電極18が押し付けられることで、伝熱空間53に充填されるとともに、緩衝空間54の一部が押し出される。なお、流動体55は、シャワーヘッド13の組み立て後に、上部部材14bの緩衝空間54と連通する貫通孔56及び緩衝空間54を注入路として伝熱空間53に充填するようにしてもよい。なお、貫通孔56は、ガス拡散室13b及びガス導入口13cとは連通していない。また、貫通孔56の上部は、キャップによって封止されていない状態である。

[0030] 図4は、本実施形態における伝熱空間の他の一例を示す断面図である。図4に示すシャワーヘッド13は、図3のシャワーヘッド13に対して、貫通孔56の上部をキャップ56aによって封止された状態を表している。つまり、貫通孔56は、キャップ56aによって封止されても、封止されなくてもよい。また、貫通孔56がキャップ56aによって封止されている場合、キャップ56a又は上部部材14bの他の場所に、流動体55の一部が緩衝空間54に一部が押し出された際に、緩衝空間54及び貫通孔56の内部に存在する空気等の気体を図示しない外部へと通気する通気孔があることが望ましい。

[0031] 緩衝空間54は、例えば、スリット形状や孔形状であり、リング状の伝熱空間53の上部の下部部材14aに複数設けられている。なお、スリット形状とは、クーリングプレート14を上面側から見たときに細長い長方形や円弧状等の断面を有する形状である。また、孔形状とは、クーリングプレート14を上面側から見たときに円形や四角形等の断面を有する形状である。このとき、緩衝空間54は、例えば、円周上に等間隔に設けられてもよい。なお、下部部材14aと上部部材14bとの間であって、緩衝空間54の外側及び内側には、プラズマ処理空間10sの気密性を保持するためのシール材14c、14dがそれぞれ設けられている。

[0032] 図5は、本実施形態における変形時の伝熱空間の状態の一例を示す断面図である。図5では、プラズマの入熱によってクーリングプレート14が変形した場合のシャワーヘッド13のシール材50、51近傍を表している。図5に示すように、シャワーヘッド13の周縁部では、下部部材14aの下面と上部電極18の上面との間に、クーリングプレート14の変形による隙間58が発生している。このとき、伝熱空間53では、上下方向の間隔が広がって隙間が発生するが、緩衝空間54に充填された流動体55が重力により当該隙間に充填される。また、流動体55は、入熱により温度が上昇して粘度が低下するため、隙間に充填されやすくなる。なお、シール材50、51は、隙間58が発生しても、流動体55が外部に漏れないようにシールして

いる。また、緩衝空間 5 4 と上部部材 1 4 b の上面の大気空間とは同圧となるので、緩衝空間 5 4 内の圧力によって流動体 5 5 の動きが阻害されず、流動体 5 5 の伝熱空間 5 3 への移動を妨げない。

[0033] 図 5 の状態からプラズマの入熱が無くなると、図 3 の状態に戻る。このとき、入熱による変形が元に戻るなので、余剰となる流動体 5 5 は、伝熱空間 5 3 から緩衝空間 5 4 へと戻る。このように、本実施形態では、クーリングプレート 1 4 が入熱によって変形しても、伝熱空間 5 3 内の伝熱シート 5 2 及び流動体 5 5 により上部電極 1 8 との接触面積が維持されるので、良好な熱伝導を維持することができる。

[0034] なお、本実施形態では、円形のクーリングプレート 1 4 の中心が下向きに凸となるような変形を想定している。このため、当該変形が発生した際に、クーリングプレート 1 4 と上部電極 1 8 との間に隙間が発生する周縁部において、シール材 5 0, 5 1 で囲まれるリング状の伝熱空間 5 3 にて伝熱のための接触面積を確保している。例えば、クーリングプレート 1 4 と上部電極 1 8 との間における接触面積として、クーリングプレート 1 4 の下面、及び、上部電極 1 8 の上面の面積のうち、50%程度を想定しているとする。この場合、伝熱シートのみによる伝熱では、変形により接触面積が10%になると、伝熱能力が大幅に下がり、上部電極 1 8 の温度を維持できない。これに対し、本実施形態では、伝熱シート 5 2 と流動体 5 5 とを併用することで、50%の接触面積を維持することができる。なお、流動体 5 5 の熱伝導率が高い場合には、熱伝導媒体のうち伝熱シート 5 2 を省略し、流動体 5 5 のみとしてもよい。

[0035] また、図 3 及び図 5 の例では、貫通孔 5 6 により大気空間と緩衝空間 5 4 内とが連通しているが、これに限定されない。例えば、貫通孔 5 6 を設けず、ガス拡散室 1 3 b 又はプラズマ処理空間 1 0 s と連通する隙間や連通孔を設けてもよい。これにより、緩衝空間 5 4 と、ガス拡散室 1 3 b 又はプラズマ処理空間 1 0 s とは同圧となるので、緩衝空間 5 4 内の圧力によって流動体 5 5 の動きが阻害されず、流動体 5 5 の伝熱空間 5 3 への移動を妨げない。

。なお、緩衝空間 5 4 がガス拡散室 1 3 b 又はプラズマ処理空間 1 0 s と連通する場合、用いられる流動体 5 5 は、ガス拡散室 1 3 b 又はプラズマ処理空間 1 0 s の圧力における揮発性がないか、又は、揮発性が非常に小さいことが望ましい。また、貫通孔 5 6 を設けない場合、流動体 5 5 は、シャワーヘッド 1 3 の組み立て後に、ガス拡散室 1 3 b 又はプラズマ処理空間 1 0 s と連通する隙間や連通孔及び緩衝空間 5 4 を注入路として伝熱空間 5 3 に充填するようにしてもよい。

[0036] [変形例]

上記の実施形態では、緩衝空間 5 4 の断面積を上下方向の全域に渡って同じ断面積としたが、緩衝空間 5 4 の上部又は下部の断面積が大きくなるように形成されてもよく、この場合について変形例として説明する。なお、変形例におけるプラズマ処理装置は上述の実施形態と同様であるので、その重複する構成及び動作の説明については省略する。

[0037] 図 6 及び図 7 は、本実施形態における緩衝空間の他の一例を示す断面図である。図 6 に示すシャワーヘッド 1 3 d は、下部部材 1 4 a に代えて下部部材 1 4 e を用いている。下部部材 1 4 e には、緩衝空間 5 4 a が形成される。緩衝空間 5 4 a は、その下部（伝熱空間 5 3 側）が領域 6 0 に示すように、緩衝空間 5 4 a の上部よりも断面積が大きくなるように形成されている。なお、領域 6 0 は、テーパ形状であってもよし、階段状等の他の形状であってもよい。領域 6 0 を設けることで、緩衝空間 5 4 a 内の流動体 5 5 が、より伝熱空間 5 3 内に充填されやすくなる。また、伝熱空間 5 3 及び緩衝空間 5 4 a における流動体 5 5 の貯蔵量を増加させることができる。

[0038] 図 7 に示すシャワーヘッド 1 3 e は、下部部材 1 4 a に代えて下部部材 1 4 f を用いている。下部部材 1 4 f には、緩衝空間 5 4 b が形成される。緩衝空間 5 4 b は、その上部（伝熱空間 5 3 と反対側）が領域 6 1 に示すように、緩衝空間 5 4 b の下部よりも断面積が大きくなるように形成されている。なお、領域 6 1 は、領域 6 0 と同様に、テーパ形状であってもよし、階段状等の他の形状であってもよい。領域 6 1 を設けることで、伝熱空間 5 3 及

び緩衝空間 5 4 b における流動体 5 5 の貯蔵量を増加させることができる。
なお、緩衝空間 5 4 b の上部の径方向の幅、つまり下部部材 1 4 f の上面における緩衝空間 5 4 b の径方向の幅は、シール材 1 4 c とシール材 1 4 d との間隔よりも小さく形成されており、プラズマ処理空間 1 0 s の気密性を保持可能となっている。

[0039] シャワーヘッド 1 3 d の下部部材 1 4 e と、シャワーヘッド 1 3 e の下部部材 1 4 f とは、熱伝導媒体の熱伝導率によって、どちらを用いるかを決定することが好ましい。例えば、伝熱シート 5 2 の熱伝導率が流動体 5 5 の熱伝導率より小さい場合、下部部材 1 4 e を用いることが好ましい。一方、伝熱シート 5 2 の熱伝導率が流動体 5 5 の熱伝導率より大きい場合、下部部材 1 4 f を用いることが好ましい。つまり、下部部材 1 4 f を用いる場合、流動体 5 5 の寄与度を減少させる。なお、下部部材 1 4 e と下部部材 1 4 f を組み合わせて、緩衝空間 5 4 の上部及び下部の断面積が大きくなるように形成されてもよい。

[0040] なお、上記した実施形態では、伝熱空間 5 3 をリング状に形成したが、これに限定されない。例えば、伝熱空間 5 3 は、クーリングプレート 1 4 及び上部電極 1 8 の円周方向に、それぞれ独立した複数の島状に形成されるようにしてもよい。これにより、クーリングプレート 1 4 内部の流路 1 5 と配管 1 6 との接続部やガス供給口 1 3 a 等を容易に避けて伝熱空間 5 3 を形成することができる。

[0041] 以上、本実施形態によれば、上部天板（シャワーヘッド 1 3）は、チャンバ（プラズマ処理チャンバ 1 0）の上部に配置される上部天板であって、基台（クーリングプレート 1 4）と、基台の下面側に配置され、チャンバの内部に面する上部電極 1 8 と、基台の下面と、上部電極 1 8 の上面との間に設けられ、シール材 5 0、5 1 で囲まれた伝熱空間 5 3 に充填された熱伝導媒体（流動体 5 5）とを有する。基台は、伝熱空間 5 3 と接する下面に、伝熱空間 5 3 と連通する緩衝空間 5 4 が形成され、熱伝導媒体は、緩衝空間 5 4 の一部にも充填される。その結果、基台が入熱によって変形しても良好な熱

伝導を維持することができる。

[0042] また、本実施形態によれば、熱伝導媒体は、液状物質を含む。その結果、入熱による変形が繰り返されても、その度に伝熱空間 5 3 に熱伝導媒体が充填され、良好な熱伝導を維持することができる。

[0043] また、本実施形態によれば、熱伝導媒体は、伝熱空間 5 3 内に配置される伝熱シート 5 2 を含む。その結果、流動体 5 5 の必要量を減少させることができる。

[0044] また、本実施形態によれば、液状物質は、真空グリスである。その結果、緩衝空間 5 4 が真空雰囲気となっても真空グリス（流動体 5 5）の揮発を抑制することができる。

[0045] また、本実施形態によれば、緩衝空間 5 4 は、基台の外部と連通する注入路（貫通孔 5 6）と接続される。その結果、シャワーヘッド 1 3 の組み立て後も流動体 5 5 を伝熱空間 5 3 に充填することができる。

[0046] また、本実施形態によれば、注入路は、チャンバの内部と連通する。その結果、流動体 5 5 の緩衝空間 5 4 から伝熱空間 5 3 への移動を妨げない。

[0047] また、本実施形態によれば、緩衝空間 5 4 は、内部の圧力がチャンバの内部の圧力に応じて変化する。その結果、流動体 5 5 の緩衝空間 5 4 から伝熱空間 5 3 への移動を妨げない。

[0048] また、本実施形態によれば、緩衝空間 5 4 は、スリット形状である。その結果、流動体 5 5 を貯蔵することができる。

[0049] また、本実施形態によれば、緩衝空間 5 4 は、孔形状である。その結果、流動体 5 5 を貯蔵することができる。

[0050] また、本実施形態によれば、緩衝空間 5 4 a は、伝熱空間 5 3 側の断面積が大きくなるように形成される。その結果、緩衝空間 5 4 a 内の流動体 5 5 が、より伝熱空間 5 3 内に充填されやすくなる。

[0051] また、本実施形態によれば、緩衝空間 5 4 b は、伝熱空間 5 3 と反対側の断面積が大きくなるように形成される。その結果、伝熱空間 5 3 及び緩衝空間 5 4 b における流動体 5 5 の貯蔵量を増加させることができる。

- [0052] また、本実施形態によれば、伝熱空間53は、基台の円周方向にリング状に形成される。その結果、クーリングプレート14と上部電極18との間における接触面積を確保することができる。
- [0053] また、本実施形態によれば、伝熱空間53は、基台の円周方向に、それぞれ独立した複数の島状に形成される。その結果、クーリングプレート14内部の流路15と配管16との接続部やガス供給口13a等を容易に避けて伝熱空間を形成することができる。
- [0054] 今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形体で省略、置換、変更されてもよい。
- [0055] また、上記した実施形態では、プラズマ源として容量結合型プラズマを用いて基板Wに対してエッチング等の処理を行うプラズマ処理装置1を例に説明したが、開示の技術はこれに限られない。プラズマを用いて基板Wに対して処理を行う装置であれば、プラズマ源は容量結合プラズマに限られず、例えば、誘導結合プラズマ、マイクロ波プラズマ、マグネトロンプラズマ等、任意のプラズマ源を用いることができる。
- [0056] また、上記した実施形態では、基板処理装置の一例としてプラズマ処理装置1を用いて説明したが、これに限定されない。例えば、プラズマを用いない熱CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置に適用してもよい。
- [0057] また、上記した実施形態では、伝熱空間53をクーリングプレート14の周縁部に設けたが、これに限定されない。例えば、上部電極18のクーリングプレート14への固定方法に応じて、クーリングプレート14の変形により隙間が発生する箇所に設けるようにしてもよい。例えば、クーリングプレート14の中心部に隙間が発生する場合には、中心部に伝熱空間53を設けてもよい。
- [0058] また、上記した実施形態では、伝熱空間53をクーリングプレート14の下面と上部電極18の上面との間に設けたが、これに限定されない。例えば

、クーリングプレート 14 が下部部材 14 a と上部部材 14 b が分かれている場合、下部部材 14 a の上面と上部部材 14 b の下面との間に伝熱空間 53 を設けてもよい。この場合、上部部材 14 b を基台とし、下部部材 14 a を上部電極の一部と見做すことができる。

[0059] なお、本開示は以下のような構成も取ることができる。

(1)

チャンバの上部に配置される上部天板であって、
基台と、
前記基台の下面側に配置される上部電極と、
前記基台の下面と、前記上部電極の上面との間に設けられ、シール材で囲まれた伝熱空間に充填された熱伝導媒体と、
を有し、
前記基台は、前記伝熱空間と接する前記下面に、前記伝熱空間と連通する緩衝空間が形成され、

前記熱伝導媒体は、前記緩衝空間の一部にも充填される、
上部天板。

(2)

前記熱伝導媒体は、液状物質を含む、
前記(1)に記載の上部天板。

(3)

前記熱伝導媒体は、前記伝熱空間内に配置される伝熱シートを含む、
前記(2)に記載の上部天板。

(4)

前記液状物質は、真空グリスである、
前記(2)又は(3)に記載の上部天板。

(5)

前記緩衝空間は、前記基台の外部と連通する注入路と接続される、
前記(1)～(4)のいずれか1つに記載の上部天板。

(6)

前記注入路は、前記チャンバの内部と連通する、
前記(5)に記載の上部天板。

(7)

前記緩衝空間は、内部の圧力が前記チャンバの内部の圧力に応じて変化する、

前記(6)に記載の上部天板。

(8)

前記緩衝空間は、スリット形状である、
前記(1)～(7)のいずれか1つに記載の上部天板。

(9)

前記緩衝空間は、孔形状である、
前記(1)～(7)のいずれか1つに記載の上部天板。

(10)

前記緩衝空間は、前記伝熱空間側の断面積が大きくなるように形成される、

前記(8)又は(9)に記載の上部天板。

(11)

前記緩衝空間は、前記伝熱空間と反対側の断面積が大きくなるように形成される、

前記(8)又は(9)に記載の上部天板。

(12)

前記伝熱空間は、前記基台の円周方向にリング状に形成される、
前記(1)～(11)のいずれか1つに記載の上部天板。

(13)

前記伝熱空間は、前記基台の円周方向に、それぞれ独立した複数の島状に形成される、

前記(1)～(11)のいずれか1つに記載の上部天板。

(14)

チャンバと、
前記チャンバの上部に配置される上部天板と、
を含み、
前記上部天板は、
基台と、
前記基台の下面側に配置される上部電極と、
前記基台の下面と、前記上部電極の上面との間に設けられ、シール材で囲まれた伝熱空間に充填された熱伝導媒体と、
を有し、
前記基台は、前記伝熱空間と接する前記下面に、前記伝熱空間と連通する緩衝空間が形成され、
前記熱伝導媒体は、前記緩衝空間の一部にも充填される、
基板処理装置。

符号の説明

- [0060] 1 プラズマ処理装置
 10 プラズマ処理チャンバ
 13 シャワーヘッド
 14 クーリングプレート（基台）
 15 流路
 18 上部電極
 50, 51 シール材
 52 伝熱シート
 53 伝熱空間
 54, 54a, 54b 緩衝空間
 55 流動体
 56 貫通孔

請求の範囲

- [請求項1] チャンバの上部に配置される上部天板であって、
 基台と、
 前記基台の下面側に配置される上部電極と、
 前記基台の下面と、前記上部電極の上面との間に設けられ、シール材で囲まれた伝熱空間に充填された熱伝導媒体と、
 を有し、
 前記基台は、前記伝熱空間と接する前記下面に、前記伝熱空間と連通する緩衝空間が形成され、
 前記熱伝導媒体は、前記緩衝空間の一部にも充填される、
 上部天板。
- [請求項2] 前記熱伝導媒体は、液状物質を含む、
 請求項 1 に記載の上部天板。
- [請求項3] 前記熱伝導媒体は、前記伝熱空間内に配置される伝熱シートを含む、
 請求項 2 に記載の上部天板。
- [請求項4] 前記液状物質は、真空グリスである、
 請求項 2 又は 3 に記載の上部天板。
- [請求項5] 前記緩衝空間は、前記基台の外部と連通する注入路と接続される、
 請求項 1 に記載の上部天板。
- [請求項6] 前記注入路は、前記チャンバの内部と連通する、
 請求項 5 に記載の上部天板。
- [請求項7] 前記緩衝空間は、内部の圧力が前記チャンバの内部の圧力に応じて変化する、
 請求項 6 に記載の上部天板。
- [請求項8] 前記緩衝空間は、スリット形状である、
 請求項 1 に記載の上部天板。
- [請求項9] 前記緩衝空間は、孔形状である、

請求項 1 に記載の上部天板。

[請求項10] 前記緩衝空間は、前記伝熱空間側の断面積が大きくなるように形成される、

請求項 8 又は 9 に記載の上部天板。

[請求項11] 前記緩衝空間は、前記伝熱空間と反対側の断面積が大きくなるように形成される、

請求項 8 又は 9 に記載の上部天板。

[請求項12] 前記伝熱空間は、前記基台の円周方向にリング状に形成される、
請求項 1 に記載の上部天板。

[請求項13] 前記伝熱空間は、前記基台の円周方向に、それぞれ独立した複数の島状に形成される、

請求項 1 に記載の上部天板。

[請求項14] チャンバと、
前記チャンバの上部に配置される上部天板と、
を含み、
前記上部天板は、
基台と、
前記基台の下面側に配置される上部電極と、
前記基台の下面と、前記上部電極の上面との間に設けられ、シール材で囲まれた伝熱空間に充填された熱伝導媒体と、
を有し、
前記基台は、前記伝熱空間と接する前記下面に、前記伝熱空間と連通する緩衝空間が形成され、
前記熱伝導媒体は、前記緩衝空間の一部にも充填される、
基板処理装置。