

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年6月5日(05.06.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/115685 A1

(51) 国際特許分類:

H05H 1/46 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2024/040864

(22) 国際出願日:

2024年11月18日(18.11.2024)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

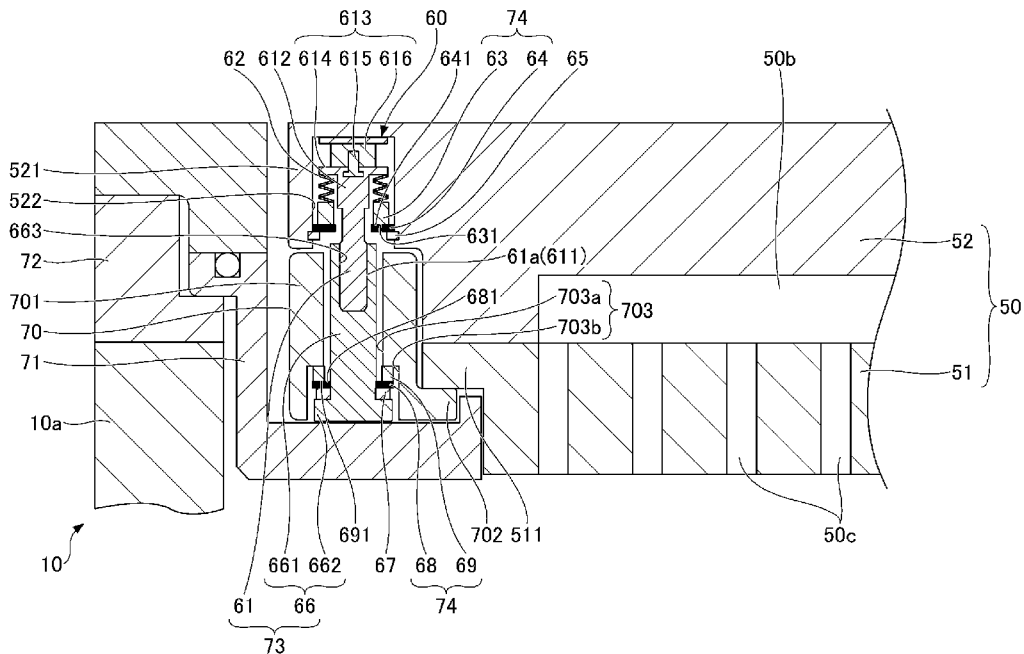
特願 2023-204089 2023年12月1日(01.12.2023) JP

(71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(**TOKYO ELECTRON LIMITED**) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 (JP).

(72) 発明者: 加藤 智也(**KATO, Tomoya**); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 (JP). 加藤 健一(**KATO, Kenichi**); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 (JP). 松本 和也(**MATSUMOTO, Kazuya**); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 (JP). 太田 浩史(**OHTA, Hirofumi**); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 (JP). ▲高 ▼▲瀬▼ 均(**TAKASE, Taira**); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 (JP).

(54) **Title:** SUBSTRATE PROCESSING DEVICE AND CONNECTION ASSEMBLY

(54) 発明の名称: 基板処理装置、および連結アセンブリ



(57) **Abstract:** This substrate processing device processes a substrate. The substrate processing device comprises: a first member and a second member that are mutually laminated and that have mutually different thermal expansion coefficients; and a connection assembly that extends in parallel to the lamination direction of the first member and the second member and that connects the first member and the second member. The connection assembly has a sliding structure that can slide in a direction orthogonal to the lamination direction when the first member and/or the second member thermally expands.

(74) 代理人: 弁理士法人 I T O H (ITOH PATENT ATTORNEY CORPORATION); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 明治安田生命ビル 16階 (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 基板処理装置は、基板を処理する。基板処理装置は、相互に積層され、かつ相互に異なる熱膨張係数を有する第1部材および第2部材と、前記第1部材および前記第2部材の積層方向に平行して延在し、前記第1部材と前記第2部材を連結する連結アセンブリと、を備える。前記連結アセンブリは、前記第1部材および／または前記第2部材の熱膨張時に、前記積層方向と直交する方向にスライド可能なすべり構造を有する。

明 細 書

発明の名称：基板処理装置、および連結アセンブリ

技術分野

[0001] 本開示は、基板処理装置、および連結アセンブリに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、成膜等のプラズマ処理を基板に施す基板処理装置（成膜装置）が開示されている。この種の基板処理装置は、プラズマ処理時のプラズマの影響を受けることで、処理容器に設けられる部材に熱膨張が生じる。

[0003] 複数の部材同士の間で熱膨張係数が異なる場合、これらの部材を連結している連結部は、熱膨張の差に伴う応力を受けることになる。このため、熱膨張係数が異なる部材同士を連結する連結部には、熱膨張の差を許容し得る構造が要望されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2020-17697号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本開示は、熱膨張係数が異なる複数の部材同士を安定して連結できる技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様によれば、基板を処理する基板処理装置であって、相互に積層され、かつ相互に異なる熱膨張係数を有する第1部材および第2部材と、前記第1部材および前記第2部材の積層方向に平行して延在し、前記第1部材と前記第2部材を連結する連結アセンブリと、を備え、前記連結アセンブリは、前記第1部材および／または前記第2部材の熱膨張時に、前記積層方向と直交する方向にスライド可能なすべり構造を有する、基板処理装置が提供される。

発明の効果

[0007] 一態様によれば、熱膨張係数が異なる複数の部材同士を安定して連結できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態に係る基板処理装置（プラズマ処理装置）を有するプラズマ処理システムの全体構成を示す図である。

[図2]連結アセンブリを有するシャワーヘッドの外周部付近を拡大して示す断面図である。

[図3]図3（A）は、クーリングプレートが熱膨張していない状態の連結アセンブリを示す第1拡大図である。図3（B）は、クーリングプレートが熱膨張した状態の連結アセンブリを示す第2拡大図である。

[図4]天井部材が熱膨張した状態の連結アセンブリを示す第3拡大図である。

[図5]変形例に係る連結アセンブリを有するシャワーヘッドの外周部付近を拡大して示す断面図である。

[図6]図6（A）は、クーリングプレートが熱膨張していない状態の変形例に係る連結アセンブリを示す第1拡大図である。図6（B）は、クーリングプレートが熱膨張した状態の変形例に係る連結アセンブリを示す第2拡大図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して本開示を実施するための形態について説明する。各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

[0010] [プラズマ処理システム]

図1は、実施形態に係る基板処理装置（プラズマ処理装置1）を有するプラズマ処理システムの全体構成を示す図である。まず図1を参照しながら、プラズマ処理システムの構成例について説明する。

[0011] プラズマ処理システムは、基板処理装置である容量結合型のプラズマ処理装置1および制御部2を含む。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および排気システム４０を含む。また、プラズマ処理装置１は、基板支持部１１およ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５０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５０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５０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５０、プラズマ処理チャンバ１０の側壁１０aおよび基板支持部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。側壁１０aは接地される。シャワーヘッド５０および基板支持部１１は、プラズマ処理チャンバ１０筐体とは電氣的に絶縁される。

[0012] 基板支持部１１は、本体部１１１およびリングアセンブリ１１２を含む。本体部１１１は、基板（ウェハ）Wを支持するための中央領域（基板支持面）１１１aと、リングアセンブリ１１２を支持するための環状領域（リング支持面）１１１bとを有する。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。一実施形態において、本体部１１１は、基台および静電チャックを含む。基台は、導電性部材を含む。基台の導電性部材は下部電極として機能する。静電チャックは、基台の上に配置される。静電チャックの上面は、基板支持面１１１aを有する。リングアセンブリ１１２は、１または複数の環状部材を含む。１または複数の環状部材のうち少なくとも１つはエッジリングである。また、図示は省略するが、基板支持部１１は、静電

チャック、リングアセンブリ 112 およ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、またはこれらの組み合わせを含んでもよい。流路には、ブラインやガスのような伝熱流体が流れる。また、基板支持部 11 は、基板 W の裏面と基板支持面 111 a との間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。

[0013] シャワーヘッド 50 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 10 s 内に導入するように構成される。シャワーヘッド 50 は、少なくとも 1 つのガス供給口 50 a、少なくとも 1 つのガス拡散室 50 b、および複数のガス導入口 50 c を有する。ガス供給口 50 a に供給された処理ガスは、ガス拡散室 50 b を通過して複数のガス導入口 50 c からプラズマ処理空間 10 s 内に導入される。また、シャワーヘッド 50 は、導電性部材を含む。シャワーヘッド 50 の導電性部材は上部電極として機能する。

[0014] 実施形態に係るシャワーヘッド 50 は、複数の部材を積層した積層構造を呈している。シャワーヘッド 50 の複数の部材としては、プラズマ処理空間 10 s の天井面を形成する天井部材（第 1 部材）51、および天井部材 51 の上部に積層されるクーリングプレート（第 2 部材）52 があげられる。

[0015] 天井部材 51 は、円盤状に形成され、面方向（水平方向）に沿って複数のガス導入口 50 c を有する。また、実施形態に係る天井部材 51 は、後記の電源 30 からソース RF 信号、バイアス RF 信号等が供給される導電性部材（上部電極）に構成される。天井部材 51 は、供給されるソース RF 信号、バイアス RF 信号等によって、プラズマ処理空間 10 s の処理ガスからプラズマを生成する。このため、天井部材 51 は、導電性を有する材料により形成される。この天井部材 51 の材料は、特に限定されるものではないが、例えば、炭素（C：グラファイト等）、シリコン（Si）、炭化シリコン（SiC）、またはこれらの材料を組み合わせたもの等があげられる。

[0016] 一方、クーリングプレート 52 は、窪みを有する円盤状に形成され、天井

部材 5 1 の上面に積層されることで、天井部材 5 1 との境界部にガス拡散室 5 0 b を形成する。また、クーリングプレート 5 2 は、天井部材 5 1 と密着するように設けられると共に、図示しない冷却機構を内部に有する。これにより、クーリングプレート 5 2 には、プラズマの入熱により高温となる天井部材 5 1 の熱が伝達され、天井部材 5 1 を冷却できる。

[0017] クーリングプレート 5 2 の冷却機構は、例えば、円周方向に延びる渦巻き状または環状の冷媒流路（不図示）を有する。冷却機構は、プラズマ処理チャンバ 1 0 の外部に設けられたチラーユニットから低温の冷媒を、クーリングプレート 5 2 の冷媒流路に供給および排出して冷媒を循環させる。この冷媒としては、冷却水やガルデン（登録商標）等が用いられる。クーリングプレート 5 2 は、天井部材 5 1 を冷却するために、熱伝導率が高い材料により形成されることが好ましい。このクーリングプレート 5 2 の材料は、特に限定されないが、例えば、陽極酸化処理がされたアルミニウムやアルミニウム合金等があげられる。なお、プラズマ処理チャンバ 1 0 のガス導入部は、シャワーヘッド 5 0 に加えて、側壁 1 0 a に形成された 1 または複数の開口部に取り付けられる 1 または複数のサイドガス注入部（SGI : Side Gas Injector）を含んでもよい。

[0018] ガス供給部 2 0 は、少なくとも 1 つのガスソース 2 1 および少なくとも 1 つの流量制御器 2 2 を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部 2 0 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 2 1 からそれぞれに対応の流量制御器 2 2 を介してシャワーヘッド 5 0 に供給するように構成される。各流量制御器 2 2 は、例えばマスフローコントローラまた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 2 0 は、少なくとも 1 つの処理ガスの流量を変調またはパルス化する 1 またはそれ以上の流量変調デバイスを含んでもよい。

[0019] 電源 3 0 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 1 0 に結合される RF 電源 3 1 を含む。RF 電源 3 1 は、ソース RF 信号およびバイアス RF 信号のような少なくとも 1 つの RF 信号（R

F電力)を、基板支持部11の導電性部材および／またはシャワーヘッド50の導電性部材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また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信号を基板支持部11の導電性部材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。

[0020] 一実施形態において、RF電源31は、第1のRF生成部31aおよび第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基板支持部11の導電性部材および／またはシャワーヘッド50の導電性部材に結合され、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、13MHz～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または複数のソースRF信号は、基板支持部11の導電性部材および／またはシャワーヘッド50の導電性部材に供給される。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基板支持部11の導電性部材に結合され、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。一実施形態において、バイアスRF信号は、ソースRF信号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、400kHz～13.56MHz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または複数のバイアスRF信号は、基板支持部11の導電性部材に供給される。また、種々の実施形態において、ソースRF信号およびバイアスRF信号のうち少なくとも1つがパルス化されてもよい。

[0021] 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および第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、基板支持部11の導電性部材に接続され、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、基板支持部11の導電性部材に印加される。一実施形態において、第1のDC信号が、静電チャック内の電極のような他の電極に印加されてもよい。一実施形態において、第2のDC生成部32bは、シャワーヘッド50の導電性部材に接続され、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、シャワーヘッド50の導電性部材に印加される。種々の実施形態において、第1および第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。なお、第1および第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。

[0022] 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、圧力調整弁およ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、ドライポンプまたはこれらの組み合わせを含んでもよい。

[0023] 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の一部また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、例えばコンピュータ2aを含んでもよい。コンピュータ2aは、例えば、処理部(CPU: Central Processing Unit)2a1、記憶部2a2、および通信インターフェース2a3を含んでもよい。処理部2a1は、記憶部2a2に格納されたプログラムに基づいて種々の制御動作を行うように構成

され得る。記憶部2a2は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、また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。

[0024] [シャワーヘッド50および連結アセンブリ60の構成]

図2は、連結アセンブリ60を有するシャワーヘッド50の外周部付近を拡大して示す断面図である。図2に示すように、プラズマ処理装置1シャワーヘッド50は、上記した複数の部材(天井部材51、クーリングプレート52)を積層した状態として、プラズマ処理チャンバ10の上部に設置する。このため、シャワーヘッド50は、天井部材51およびクーリングプレート52の外周部に、天井部材51およびクーリングプレート52を連結する複数の連結アセンブリ60を備える。

[0025] 天井部材51とクーリングプレート52は、上記したように相互に異なる材料により形成されている。このため、天井部材51の熱膨張係数とクーリングプレート52の熱膨張係数も相互に異なっている。連結アセンブリ60は、これら天井部材51およびクーリングプレート52を上下方向(鉛直方向)に挟み込んで連結するクランプ機能を有する。なお、シャワーヘッド50は、天井部材51およびクーリングプレート52の他に、別の部材を積層して構成されてもよい。このシャワーヘッド50に応じて、連結アセンブリ60も、2つの部材を挟み込むものに限らず、3つ以上の部材を挟み込む構成としてもよい。

[0026] 具体的には、シャワーヘッド50の天井部材51は、複数のガス導入口50cを有する吐出面よりも径方向外側の外周部に、連結アセンブリ60に引っ掛かり可能な取付用段差部511を有する。天井部材51の取付用段差部511は、吐出面部分の肉厚よりも薄く形成され、また天井部材51を周回する円環状を呈している。

[0027] 一方、シャワーヘッド50のクーリングプレート52は、天井部材51に接触する本体部分から径方向外側に突出する突出外周部521を有する。この突出外周部521は、円環状に形成され、天井部材51の取付用段差部511よりも径方向外側に位置している。突出外周部521における天井部材51の径方向外側の隣接位置には、連結アセンブリ60の一部（上部）を収容する収容穴522が設けられている。収容穴522は、連結アセンブリ60の設置数に対応する数だけ設けられ、突出外周部521の周方向に間隔をあけて配置されている。

[0028] 複数の連結アセンブリ60は、天井部材51の取付用段差部511に係合する部分と、収容穴522に挿入されてクーリングプレート52に係合する部分と、を備えており、天井部材51およびクーリングプレート52をクランプする。各連結アセンブリ60は、天井部材51およびクーリングプレート52の周方向の複数箇所をクランプすることで、天井部材51およびクーリングプレート52の密閉状態を維持する。なお、シャワーヘッド50は、天井部材51とクーリングプレート52の境界に、両部材を気密にシールするリング（不図示）等を備えてもよい。

[0029] 各連結アセンブリ60は、雄ネジ部材61、皿ばね62、弾性受部材63、上側すべり座部材64、係止部材65、雌ネジ部材66、ワッシャ67、下側すべり座部材68、ガイド部材69および雌ネジホルダ70を含む。また、プラズマ処理チャンバ10は、雌ネジホルダ70を覆う保護ケース71と、クーリングプレート52との間で保護ケース71を挟み込む絶縁部材72を有している。

[0030] 雄ネジ部材61は、クーリングプレート52の収容穴522にその上部が収容される一方で、収容穴522から露出している下部が雌ネジ部材66に挿入される部材である。雄ネジ部材61と雌ネジ部材66は、天井部材51およびクーリングプレート52の積層方向に平行して延在すると共に、相互に螺合する締結構造73を構成している。連結アセンブリ60は、雄ネジ部材61および雌ネジ部材66の螺合における軸方向の長さを調整することで

、天井部材 5 1 およびクーリングプレート 5 2 に対するクランプ力を調整できる。

[0031] 詳細には、雄ネジ部材 6 1 は、雌ネジ部材 6 6 に螺合されるネジ山 6 1 a を外周面に有する下側螺合部 6 1 1 と、下側螺合部 6 1 1 の上端に連なる中間棒部 6 1 2 と、中間棒部 6 1 2 の上端に設けられる頭部 6 1 3 と、を有する。また、頭部 6 1 3 は、中間棒部 6 1 2 から径方向外側に突出するフランジ 6 1 4 と、中間棒部 6 1 2 の軸心に設けられる連結部材 6 1 5 と、連結部材 6 1 5 に連結される断熱部材 6 1 6 と、を含む。下側螺合部 6 1 1、中間棒部 6 1 2、フランジ 6 1 4 は、相互に一体成形されている。

[0032] 下側螺合部 6 1 1 の下部領域は、雌ネジ部材 6 6 の雌ネジ穴 6 6 3 に挿入されることで、雌ネジ部材 6 6 に直接螺合される部分となる。中間棒部 6 1 2 は、滑らかな外周面を有しており、その側周囲に皿バネ 6 2 が配置される。フランジ 6 1 4 は、平面視で円環状に形成され、皿バネ 6 2 の弾性力を受ける座として機能する。連結部材 6 1 5 は、中間棒部 6 1 2 の軸心に形成された断面視で T 字形状の穴に収容され、中間棒部 6 1 2 から鉛直方向上側に短く突出している。断熱部材 6 1 6 は、突出している連結部材 6 1 5 を覆うと共に連結部材 6 1 5 に固定されることで、クーリングプレート 5 2 から雄ネジ部材 6 1 への温度の伝達を抑制する。

[0033] 皿バネ 6 2 は、雄ネジ部材 6 1 のフランジ 6 1 4 と、弾性受部材 6 3 と、の間に配置され、両部材にかかる荷重（積層方向と平行な方向の荷重）を弾力的に受ける機能を有している。例えば、連結アセンブリ 6 0 は、複数（5 つ）の皿バネ 6 2 を鉛直方向に積層しており、鉛直方向にかかる大きな荷重を緩和することができる。また、皿バネ 6 2 は、雄ネジ部材 6 1 の中間棒部 6 1 2 の外周面に対して接触することで、雄ネジ部材 6 1 と一体に移動することができる。

[0034] 弾性受部材 6 3 は、雄ネジ部材 6 1 の周囲に配置される円筒状の部材であり、その上端面に皿バネ 6 2 の一端が接触している。弾性受部材 6 3 の外周面は、雄ネジ部材 6 1 のフランジ 6 1 4 の外径や皿バネ 6 2 の外径よりも若

干大きな外径に形成されている。例えば、弾性受部材 6 3 は、収容穴 5 2 2 の内径に対して $2/3 \sim 9/10$ 程度の範囲の外径に形成されることが好ましい。これにより、弾性受部材 6 3 の外周面と収容穴 5 2 2 の内周面との間には、適宜の隙間 C 1 が生じるようになる（図 3（A）参照）。隙間 C 1 は、雄ネジ部材 6 1、皿バネ 6 2 および弾性受部材 6 3 を、水平方向（天井部材 5 1 とクーリングプレート 5 2 の積層方向と直交する方向）にスライド可能とする。

[0035] 弾性受部材 6 3 の下端面は、水平方向に延在する平坦状の（平滑な）すべり面 6 3 1 となっており、上側すべり座部材 6 4 に接触している。すべり面 6 3 1 は、上側すべり座部材 6 4 と相対的に弾性受部材 6 3 をスライド可能とする。

[0036] 上側すべり座部材 6 4 は、係止部材 6 5 により下側が支持される円環状に形成されており、また上記の弾性受部材 6 3 を相対移動可能に支持する部材である。つまり、連結アセンブリ 6 0 は、弾性受部材 6 3 および上側すべり座部材 6 4 によって、積層方向と直交する水平方向にスライド可能なすべり構造 7 4 を構成している。上側すべり座部材 6 4 の外径は、収容穴 5 2 2 の内径に概ね一致している。これにより、上側すべり座部材 6 4 は、収容穴 5 2 2 内にて水平方向のスライドが規制された状態を維持する。

[0037] 実施形態に係る上側すべり座部材 6 4 の上面は、水平方向に延在する平坦状の（平滑な）すべり面 6 4 1 となっている。ただし、すべり構造 7 4 は、上記の弾性受部材 6 3 のすべり面 6 3 1、および上側すべり座部材 6 4 のすべり面 6 4 1 に限定されず、種々の構成をとり得る。例えば、すべり構造 7 4 は、弾性受部材 6 3 および上側すべり座部材 6 4 のうちいずれか一方に、他方のすべり面に接触すると共に転動可能な複数の転動体を有する滑り軸受を適用してもよい。

[0038] 係止部材 6 5 は、平面視で円環状に形成され、収容穴 5 2 2 の内周面に形成された係合溝に嵌め込まれる。この係止部材 6 5 は、クーリングプレート 5 2 に対して離脱不能に固定されることで、上側すべり座部材 6 4 を安定し

て支持することができる。言い換えれば、雄ネジ部材 6 1、皿バネ 6 2、弾性受部材 6 3 および上側すべり座部材 6 4 は、係止部材 6 5 によって収容穴 5 2 2 からの脱落が防止され、また雄ネジ部材 6 1 を鉛直方向に沿って弾力的に支持することが可能となる。

[0039] 一方、雌ネジ部材 6 6 は、連結アセンブリ 6 0 において雄ネジ部材 6 1 と螺合する部材であり、雄ネジ部材 6 1 よりも太く形成されている。この雌ネジ部材 6 6 は、鉛直方向に延在する雌ネジ本体 6 6 1 と、雌ネジ本体 6 6 1 の下端に連なるフランジ頭部 6 6 2 と、を有する。雌ネジ本体 6 6 1 およびフランジ頭部 6 6 2 は、相互に一体成形されている。

[0040] 雌ネジ本体 6 6 1 は、鉛直方向に沿って直線状に延在しており、また雄ネジ部材 6 1 の下側螺合部 6 1 1 よりも長く形成されている。雌ネジ本体 6 6 1 の上端には、雌ネジ穴 6 6 3 の開口が設けられている。雌ネジ穴 6 6 3 は、開口から鉛直方向下側に向かって所定の深さに形成され、その内周面には、雄ネジ部材 6 1 のネジ山 6 1 a が螺合可能なネジ溝（不図示）が形成されている。また、雌ネジ本体 6 6 1 の下端面には、図示しないレンチ（六角レンチ等）が挿入されて、雌ネジ部材 6 6 を回転させるための回転用穴部 6 6 4 が設けられている（図 3（A）参照）。

[0041] フランジ頭部 6 6 2 は、雌ネジ本体 6 6 1 の下端において径方向外側に短く突出している。このフランジ頭部 6 6 2 の上面には、ワッシャ 6 7 が積層される。ワッシャ 6 7 は、円環状に形成され、フランジ頭部 6 6 2 に支持されると共に、フランジ頭部 6 6 2 の外周面よりも径方向外側に突出している。

[0042] 下側すべり座部材 6 8 は、円環状に形成され、ワッシャ 6 7 に支持されると共に、雌ネジ本体 6 6 1 の外周面に外装される。下側すべり座部材 6 8 の内径は、雌ネジ本体 6 6 1 の外径に概ね一致している。これにより、下側すべり座部材 6 8 は雌ネジ部材 6 6 と一体に移動可能となっている。下側すべり座部材 6 8 は、上側すべり座部材 6 4 と同様に、その上面に積層されるガイド部材 6 9 をスライド可能に支持する。

- [0043] 実施形態に係る下側すべり座部材 6 8 の上面は、水平方向に延在する平坦状の（平滑な）すべり面 6 8 1 となっている。ただし、下側すべり座部材 6 8 およびガイド部材 6 9 のすべり構造 7 4 は、これに限定されず、例えば、下側すべり座部材 6 8 およびガイド部材 6 9 のうちいずれか一方に、複数の転動体を有する滑り軸受を適用してもよい。
- [0044] ガイド部材 6 9 は、下側すべり座部材 6 8 に支持されると共に、雌ネジ本体 6 6 1 の外周面に外装される。ただし、ガイド部材 6 9 の内径は、雌ネジ本体 6 6 1 の外径よりも大きく形成されており、ガイド部材 6 9 の内周面と雌ネジ本体 6 6 1 の外周面との間には、隙間 C 2 が生じている。この隙間 C 2 は、雌ネジ本体 6 6 1 に対する雌ネジホルダ 7 0 の水平方向のスライドを許容する。
- [0045] また、ガイド部材 6 9 は、平面視で D 字形状に形成されており、同じく D 字形状に形成された雌ネジホルダ 7 0 の貫通孔 7 0 3 （下側孔 7 0 3 b）に挿入される（図 3（A）も参照）。これにより、ガイド部材 6 9 は、雌ネジホルダ 7 0 の向きを一定の方向に沿わせることができる。
- [0046] 雌ネジホルダ 7 0 は、クーリングプレート 5 2 の収容穴 5 2 2 に対向するように設けられ、雌ネジ部材 6 6 の側周囲を覆いながら、天井部材 5 1 の取付用段差部 5 1 1 に引っ掛かる角筒状の部材に構成されている。具体的には、雌ネジホルダ 7 0 は、鉛直方向に沿って雌ネジ部材 6 6 と同程度の長さで延在するホルダ部 7 0 1 と、ホルダ部 7 0 1 の下側において天井部材 5 1 側に突出する係合凸部 7 0 2 と、を備える。
- [0047] ホルダ部 7 0 1 の内部には、雌ネジ部材 6 6 を配置するための貫通孔 7 0 3 が形成されている。貫通孔 7 0 3 は、上部において雌ネジ本体 6 6 1 が配置される上側孔 7 0 3 a と、上側孔 7 0 3 a の下部においてフランジ頭部 6 6 2、ワッシャ 6 7、下側すべり座部材 6 8 およびガイド部材 6 9 が配置される下側孔 7 0 3 b を、を含む。上側孔 7 0 3 a の内径は、雌ネジ部材 6 6 の雌ネジ本体 6 6 1 の外径よりも大きく形成され、隙間 C 2 を形成している。下側孔 7 0 3 b は、D 字形状に形成され、ガイド部材 6 9 を収容している。

。

[0048] 係合凸部 702 は、天井部材 51 に向かって突出しており、その上面が天井部材 51 の取付用段差部 511 に接触する。連結アセンブリ 60 は、雄ネジ部材 61 および雌ネジ部材 66 の螺合によって相互の軸方向長さを調整することで、係合凸部 702 が取付用段差部 511 に接触して、天井部材 51 をクランプすることが可能となる。つまり、連結アセンブリ 60 は、クーリングプレート 52 に連結される係止部材 65 と、天井部材 51 に係合する雌ネジホルダ 70 との間で、天井部材 51 およびクーリングプレート 52 を挟み込んだ状態となる。

[0049] また、保護ケース 71 は、プラズマ処理チャンバ 10 の側壁 10a からシャワーヘッド 50 の天井部材 51 まで延在して、上記の連結アセンブリ 60 を覆うことで、プラズマ処理空間 10s に連結アセンブリ 60 が露出されることを防止する。

[0050] 絶縁部材 72 は、プラズマ処理チャンバ 10 の側壁 10a と、シャワーヘッド 50（連結アセンブリ 60 を含む）との間に設けられることで、上部電極として機能する天井部材 51 を側壁 10a から絶縁する。これにより、プラズマ処理装置 1 は、電源 30 から天井部材 51 に供給した信号に基づき、プラズマ処理空間 10s にプラズマを安定的に生成することができる。

[0051] [プラズマ処理装置 1 の作用]

実施形態に係るプラズマ処理装置 1 は、基本的には以上のように構成され、以下その作用について説明する。

[0052] 図 1 に示すように、プラズマ処理装置 1 は、シャワーヘッド 50 によりプラズマ処理チャンバ 10 のプラズマ処理空間 10s に処理ガスを供給する。また、プラズマ処理装置 1 は、電源 30 からシャワーヘッド 50 にソース RF 信号またはバイアス RF 信号を供給して、プラズマ処理空間 10s にプラズマを生成する。シャワーヘッド 50 は、プラズマ処理空間 10s にて生成されたプラズマの熱を受けることになる。ここで、シャワーヘッド 50 の天井部材 51 とクーリングプレート 52 とは、熱膨張係数が異なる材料により

形成されている。このため、天井部材 5 1 およびクーリングプレート 5 2 は、プラズマの入熱において熱膨張の差が生じる。

[0053] 仮に、天井部材 5 1 およびクーリングプレート 5 2 を、単純な構成であるネジ（不図示）によって締結している場合には、相互の熱膨張に差が生じることで、天井部材 5 1、クーリングプレート 5 2 またはネジ自体に熱膨張の応力がかかることになる。この応力が大きい場合には、天井部材 5 1 やクーリングプレート 5 2 が割れる等の損傷を受けるおそれがある。これに対して、実施形態に係るプラズマ処理装置 1 は、上記したように、天井部材 5 1 とクーリングプレート 5 2 との連結において、連結アセンブリ 6 0 を適用している。

[0054] 図 3（A）は、クーリングプレート 5 2 が熱膨張していない状態の連結アセンブリ 6 0 を示す第 1 拡大図である。図 3（B）は、クーリングプレート 5 2 が熱膨張した状態の連結アセンブリ 6 0 を示す第 2 拡大図である。図 4 は、天井部材 5 1 が熱膨張した状態の連結アセンブリ 6 0 を示す第 3 拡大図である。なお、図 3 および図 4 において、中図は、上図の A - A 線断面図を示しており、下図は、上図の矢印 B 方向の矢視図を示している。

[0055] 図 3（A）に示すように、シャワーヘッド 5 0 に熱膨張が生じていない場合に、連結アセンブリ 6 0 は、クーリングプレート 5 2 の収容穴 5 2 2 の内周面と、雄ネジ部材 6 1、皿バネ 6 2 および弾性受部材 6 3 との間に隙間 C 1 を形成している。連結アセンブリ 6 0 は、この隙間 C 1 により、上側すべり座部材 6 4（および係止部材 6 5）に対する、雄ネジ部材 6 1、皿バネ 6 2、弾性受部材 6 3 等の相対移動を許容している。

[0056] 同様に、連結アセンブリ 6 0 は、雌ネジ部材 6 6、ワッシャ 6 7 および下側すべり座部材 6 8 と、ガイド部材 6 9 および雌ネジホルダ 7 0 の貫通孔 7 0 3 の内周面との間に隙間 C 2 を形成している。連結アセンブリ 6 0 は、この隙間 C 2 により、下側すべり座部材 6 8 に対する、ガイド部材 6 9 および雌ネジホルダ 7 0 の相対移動を許容している。

[0057] そして、連結アセンブリ 6 0 は、隙間 C 1、C 2 を備えている場合でも、

雄ネジ部材 6 1 と雌ネジ部材 6 6 の螺合によって、天井部材 5 1 とクーリングプレート 5 2 を強固にクランプすることができる。具体的には、収容穴 5 2 2 に収容された雄ネジ部材 6 1 は、フランジ 6 1 4、皿バネ 6 2、弾性受部材 6 3、上側すべり座部材 6 4 および係止部材 6 5 を介して、クーリングプレート 5 2 に引っ掛かる。これにより、連結アセンブリ 6 0 は、クーリングプレート 5 2 を鉛直方向下側に押し下げる力をかける。一方、雌ネジ部材 6 6 は、フランジ頭部 6 6 2、ワッシャ 6 7、下側すべり座部材 6 8、ガイド部材 6 9 および雌ネジホルダ 7 0 を介して天井部材 5 1 の取付用段差部 5 1 1 に引っ掛かる。これにより、連結アセンブリ 6 0 は、天井部材 5 1 を鉛直方向上側に押し上げる力をかける。したがって、連結アセンブリ 6 0 は、天井部材 5 1 およびクーリングプレート 5 2 を強固にクランプして、両部材を密着させることが可能となる。プラズマ処理時に、プラズマ処理空間 1 0 s のプラズマが天井部材 5 1 に入熱しても、シャワーヘッド 5 0 は、天井部材 5 1 からクーリングプレート 5 2 にスムーズに放熱することができる。

[0058] 次に図 3 (B) を参照して、天井部材 5 1 に対してクーリングプレート 5 2 が大きく熱膨張した場合について説明する。クーリングプレート 5 2 が熱膨張すると、クーリングプレート 5 2 の径方向外側に設けられる突出外周部 5 2 1 も、径方向外側に移動（膨出）する。これにより、収容穴 5 2 2 に挿入されている係止部材 6 5、および係止部材 6 5 に支持されている上側すべり座部材 6 4 も、水平方向外側（クーリングプレート 5 2 の径方向外側）にスライドする。

[0059] ただし、上側すべり座部材 6 4 のすべり面 6 4 1 に対しすべり面 6 3 1 により接触している弾性受部材 6 3 は、すべり面 6 3 1、6 4 1 同士が水平方向にすべることで、上側すべり座部材 6 4 のスライドに追従しない。これにより、弾性受部材 6 3 と相対的に、上側すべり座部材 6 4 がスライドすることになる。この結果、連結アセンブリ 6 0 は、クーリングプレート 5 2 の熱膨張に伴い係止部材 6 5、上側すべり座部材 6 4 を水平方向外側に移動させる一方で、弾性受部材 6 3、皿バネ 6 2、雄ネジ部材 6 1 等の位置を維持す

る。よって、隙間C 1の内側（クーリングプレート5 2の中心方向側）が小さくなる。

[0060] 雄ネジ部材6 1は、クーリングプレート5 2の熱膨張によっても変位しないことで、雌ネジ部材6 6との螺合を良好に維持できる。連結アセンブリ6 0は、クーリングプレート5 2の熱膨張の応力が締結構造7 3にかかることを抑制でき、連結アセンブリ6 0の損傷、天井部材5 1またはクーリングプレート5 2の損傷等を回避することが可能となる。

[0061] 次に、図4に示すように、クーリングプレート5 2に対して天井部材5 1が熱膨張した場合について説明する。例えば、クーリングプレート5 2において熱交換を行っていない、または熱交換の開始初期等では、天井部材5 1が熱膨張することがある。天井部材5 1が熱膨張すると、取付用段差部5 1 1も径方向外側に移動する。これにより、取付用段差部5 1 1に係合している雌ネジホルダ7 0も、水平方向（天井部材5 1の径方向外側）にスライドする。

[0062] 雌ネジホルダ7 0のガイド部材6 9は、すべり面6 9 1により下側すべり座部材6 8のすべり面6 8 1に接触していることで、下側すべり座部材6 8に対して相対移動する。言い換えれば、雌ネジ部材6 6、ワッシャ6 7、下側すべり座部材6 8は、雌ネジホルダ7 0やガイド部材6 9のスライドに追従しない。この結果、連結アセンブリ6 0は、隙間C 2の内側（天井部材5 1の中心方向側）を小さくしながら、天井部材5 1の熱膨張を受容することができる。

[0063] 例えば、雌ネジ部材6 6は、天井部材5 1の熱膨張によっても変位しないことで、雄ネジ部材6 1との螺合を良好に維持できる。連結アセンブリ6 0は、天井部材5 1の熱膨張の応力が締結構造7 3にかかることを抑制でき、連結アセンブリ6 0の損傷、天井部材5 1またはクーリングプレート5 2の損傷等を回避できる。

[0064] 以上のように、連結アセンブリ6 0は、すべり構造7 4を有することで、熱膨張係数が異なる部材同士を安定して連結することができる。しかも、連

結アセンブリ 60 は、複数箇所（雄ネジ部材 61 に対応する箇所と、雌ネジ部材 66 に対応する箇所）において、スライド可能なすべり構造 74 を備えることで、熱膨張が大きい部材の位置に応じて当該熱膨張を適切に許容することが可能となる。また、複数のすべり構造 74 は、熱膨張に大きな差が生じて、当該熱膨張を受容できる。

[0065] また、連結アセンブリ 60 は、雄ネジ部材 61 および雌ネジ部材 66 の螺合における軸方向の長さを調整することで、天井部材 51 およびクーリングプレート 52 を強固に密着させることができる。さらに、連結アセンブリ 60 は、締結構造 73（雄ネジ部材 61、雌ネジ部材 66）の外周面よりも外側にすべり構造 74 を備えることで、締結構造 73 の螺合を維持しながら、すべり構造 74 において適切にスライドを実行させることができる。特に、すべり構造 74 は、雌ネジ部材 66 の隣接位置に配置されていることで、熱膨張において雌ネジ部材 66 にかかるせん断力を簡単に吸収することができる。さらに、すべり構造 74 は、雄ネジ部材 61 の隣接位置に配置されていることで、熱膨張において雄ネジ部材 61 にかかるせん断力も簡単に吸収することができる。

[0066] そして、すべり構造 74 は、2つのすべり面 631、641（またはすべり面 681、691）同士を接触させていることで、簡単な構成によって積層方向と直交する方向へのスライドを実行させることができる。あるいは、すべり構造 74 は、すべり面に接触する転動体を有する部材を適用した場合に、一層スムーズなスライドを実行させることができる。

[0067] なお、本開示の技術は、上記の実施形態に限定されず、種々の変形例をとり得る。例えば、実施形態に係る連結アセンブリ 60 は、シャワーヘッド 50 の天井部材 51 およびクーリングプレート 52 を連結するものであった。しかしながら、連結アセンブリ 60 は、プラズマ処理チャンバ 10 内の他の部材同士を連結するものでもよい。例えば、他の部材としては、基板支持部 11、プラズマ処理チャンバ 10 に取り付けられるバッフル板、遮蔽部材等があげられる。またプラズマ処理チャンバ 10 が複数の部材により組み立て

られている場合に、連結アセンブリ 60 は、当該プラズマ処理チャンバ 10 を連結する連結部として用いてよい。また、連結アセンブリ 60 は、プラズマ処理を行わずに加熱処理を行う基板処理装置に適用されてもよい。

[0068] また、例えば、実施形態に係る連結アセンブリ 60 は、雄ネジ部材 61 をクーリングプレート 52 側に配置し、雌ネジ部材 66 を天井部材 51 側に配置した。しかしながら、この配置は逆であってもよい。

[0069] また、実施形態に係る連結アセンブリ 60 は、天井部材 51 の取付用段差部 511 に雌ネジホルダ 70 の係合凸部 702 を係合させる構成とした。しかしながら、天井部材 51 が上記した貫通孔 703 と同様の構成の孔部を有する場合には、雌ネジホルダ 70 を適用せずに、雌ネジ部材 66 により天井部材 51 を締結することができる。この場合、雌ネジ部材 66 と天井部材 51 との間には、ワッシャ 67、下側すべり座部材 68、ガイド部材 69 等が介在してもよい。

[0070] [変形例]

次に、変形例に係る連結アセンブリ 60A について、図 5 および図 6 を参照しながら説明する。図 5 は、変形例に係る連結アセンブリ 60A を有するシャワーヘッド 50 の外周部付近を拡大して示す断面図である。図 6 (A) は、クーリングプレート 52 が熱膨張していない状態の変形例に係る連結アセンブリ 60A を示す第 1 拡大図である。図 6 (B) は、クーリングプレート 52 が熱膨張した状態の変形例に係る連結アセンブリ 60A を示す第 2 拡大図である。なお、図 6 (A) および図 6 (B) の下図は、上図の矢印 B 方向の矢視図を示している。

[0071] 変形例に係る連結アセンブリ 60A は、雌ネジ部材 66 の隣接位置（雌ネジ部材 66 と雌ネジホルダ 70 との間）にすべり構造 74 を有する一方で、雄ネジ部材 61 の隣接位置にすべり構造 74 を備えない点で、上記の連結アセンブリ 60 と異なる。

[0072] 具体的には、連結アセンブリ 60A は、雄ネジ部材 61、皿バネ 62、弾性受部材 63、係止部材 65、雌ネジ部材 66、ワッシャ 67、下側すべり

座部材 6 8、ガイド部材 6 9 および雌ネジホルダ 7 0 を含む。そして、雌ネジ部材 6 6 は、雄ネジ部材 6 1 に螺合して収容穴 5 2 2 に配置された状態で、弾性受部材 6 3 に挿入される。

[0073] 雄ネジ部材 6 1 は、下側螺合部 6 1 1、中間棒部 6 1 2、および頭部 6 1 3 を有する。また、皿バネ 6 2 は、径方向外側に突出している頭部 6 1 3 に対して一端が接触すると共に、中間棒部 6 1 2 の外周面に外装される。

[0074] 弾性受部材 6 3 は、鉛直方向に沿って延在する円筒状に形成され、鉛直方向下側において収容穴 5 2 2 に嵌め込まれた係止部材 6 5 に支持されている。弾性受部材 6 3 は、鉛直方向下側から雌ネジ部材 6 6 が挿入可能な穴部 6 3 h を有している。また、弾性受部材 6 3 の外径は、収容穴 5 2 2 の内径と略一致しており、クーリングプレート 5 2 との間に隙間 C 1（図 3（A）参照）を備えない構成としている。これにより、クーリングプレート 5 2 が熱膨張した場合に、弾性受部材 6 3 および雌ネジ部材 6 6 も熱膨張に追従して水平方向に移動することになる。

[0075] 一方、雌ネジ部材 6 6 は、雌ネジ本体 6 6 1 およびフランジ頭部 6 6 2 を有し、雌ネジ本体 6 6 1 の上端が弾性受部材 6 3 に挿入される共に、収容穴 5 2 2 に収容される。ワッシャ 6 7 は、この雌ネジ部材 6 6 のフランジ頭部 6 6 2 に支持される。

[0076] 下側すべり座部材 6 8 は、円環状に形成され、その上面にすべり面 6 8 1 を有する。ガイド部材 6 9 は、下側すべり座部材 6 8 に接触する下面にすべり面 6 9 1 を有する。つまり、連結アセンブリ 6 0 A は、下側すべり座部材 6 8 とガイド部材 6 9 とによって 1 つのすべり構造 7 4 を形成している。

[0077] ガイド部材 6 9 は、雌ネジホルダ 7 0 に固定されている。雌ネジホルダ 7 0 は、ホルダ部 7 0 1、係合凸部 7 0 2 を有し、係合凸部 7 0 2 により天井部材 5 1 の取付用段差部 5 1 1 に係合する。また、雌ネジホルダ 7 0 の貫通孔 7 0 3 は、上側孔 7 0 3 a、下側孔 7 0 3 b を有し、雌ネジ部材 6 6 との間に隙間 C 2 を形成している。さらに、貫通孔 7 0 3 の下側孔 7 0 3 b は、雌ネジ部材 6 6 のフランジ頭部 6 6 2 を一方向に沿って移動させる長孔に形

成されている。

[0078] 変形例に係る連結アセンブリ 60 は、基本的には以上のように形成され、以下その作用について説明する。

[0079] 図 6 (A) に示すように、連結アセンブリ 60 A は、雄ネジ部材 61 と雌ネジ部材 66 の螺合によって天井部材 51 とクーリングプレート 52 を強固に挟持している。具体的には、雄ネジ部材 61 は、フランジ 614、皿バネ 62、弾性受部材 63 および係止部材 65 を介してクーリングプレート 52 に引っ掛かることで、当該クーリングプレート 52 を鉛直方向下側に押し下げている。雌ネジ部材 66 は、フランジ頭部 662、ワッシャ 67、下側すべり座部材 68、ガイド部材 69 および雌ネジホルダ 70 に突出外周部 521 に引っ掛かることで、天井部材 51 を鉛直方向上側に押し上げている。したがって、連結アセンブリ 60 A は、天井部材 51 およびクーリングプレート 52 を密着させることが可能となる。

[0080] そして、連結アセンブリ 60 A は、シャワーヘッド 50 に熱膨張が生じていない場合に、雌ネジ部材 66 (雌ネジ本体 661、フランジ頭部 662) の外周面と、ガイド部材 69 および雌ネジホルダ 70 の貫通孔 703 の内周面との間に隙間 C2 を形成している。

[0081] 図 6 (B) に示すように、クーリングプレート 52 が熱膨張すると、突出外周部 521 も径方向外側に移動し、収容穴 522 に挿入されている係止部材 65、および係止部材 65 に支持されている弾性受部材 63 も水平方向 (クーリングプレート 52 の径方向外側) にスライドする。これにより、弾性受部材 63 に収容されている雌ネジ部材 66 も水平方向にスライドする。

[0082] さらに、雌ネジ部材 66 の水平方向のスライドにより、ワッシャ 67 および下側すべり座部材 68 もスライドする。その一方で、下側すべり座部材 68 のすべり面 681 に対して、すべり面 691 により接触しているガイド部材 69 は、下側すべり座部材 68 のスライドに追従しない。これにより、ガイド部材 69 に対して下側すべり座部材 68 が相対移動することになる。この結果、連結アセンブリ 60 A は、隙間 C2 の外側 (クーリングプレート 5

2から離れる方向側)を小さくしながら、クーリングプレート52の熱膨張を受容することができる。

[0083] 例えば、雌ネジ部材66は、クーリングプレート52の熱膨張によっても変位しない状態を維持できる。したがって、クーリングプレート52の熱膨張の応力が締結構造73に及ぶことが抑制され、連結アセンブリ60Aの損傷、天井部材51またはクーリングプレート52の損傷を回避できる。

[0084] 以上のように変形例に係る連結アセンブリ60Aでも、熱膨張係数が異なる2つの部材を良好に連結することができ、また複数の部材の熱膨張の差を許容することが可能となる。特に、連結アセンブリ60Aは、1つのすべり構造74を備えることで、構造をより簡素化することができ、製造コストを低廉化することが可能となる。

[0085] 以上に開示された実施形態は、例えば、以下の態様を含む。

[0086] [付記1]

基板を処理する基板処理装置であって、

相互に積層され、かつ相互に異なる熱膨張係数を有する第1部材および第2部材と、

前記第1部材および前記第2部材の積層方向に平行して延在し、前記第1部材と前記第2部材を連結する連結アセンブリと、を備え、

前記連結アセンブリは、前記第1部材および／または前記第2部材の熱膨張時に、前記積層方向と直交する方向にスライド可能なすべり構造を有する、

基板処理装置。

[付記2]

前記連結アセンブリは、前記積層方向に延在して相互に螺合する雄ネジ部材および雌ネジ部材を有し、

前記雄ネジ部材および前記雌ネジ部材の螺合における軸方向の長さを調整することで、前記第1部材および前記第2部材に対するクランプ力を調整する、

付記 1 に記載の基板処理装置。

[付記 3]

前記すべり構造は、前記雄ネジ部材の外周面および前記雌ネジ部材の外周面よりも外側に設けられる、

付記 2 に記載の基板処理装置。

[付記 4]

前記すべり構造は、前記雌ネジ部材の隣接位置に配置される、

付記 2 または 3 に記載の基板処理装置。

[付記 5]

前記すべり構造は、前記雌ネジ部材から露出している前記雄ネジ部材の隣接位置に配置される、

付記 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置。

[付記 6]

前記連結アセンブリは、前記積層方向に沿って前記すべり構造を複数有する、

付記 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置。

[付記 7]

前記すべり構造は、前記積層方向と直交する方向に延在するすべり面を有する 2 つの部材の当該すべり面同士を接触させている、

付記 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置。

[付記 8]

前記すべり構造は、前記積層方向と直交する方向に延在するすべり面を有する部材と、前記すべり面に接触する転動体を有する部材とを接触させている、

付記 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置。

[付記 9]

前記第 1 部材および前記第 2 部材は、プラズマを生成するプラズマ処理空間を内部に有するプラズマ処理チャンバに設けられる、

付記 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置。

[付記 1 0]

前記第 1 部材および前記第 2 部材は、前記プラズマ処理チャンバの内部において処理ガスを吐出すると共に、前記プラズマを生成するための電力が供給されるシャワーヘッドを構成している、

付記 9 に記載の基板処理装置。

[付記 1 1]

前記第 1 部材は、前記プラズマ処理空間に前記処理ガスを導入する複数のガス導入口を有する天井部材であり、

前記第 2 部材は、前記第 1 部材よりも鉛直方向上側に設けられ、前記天井部材の熱を放熱するクーリングプレートである、

付記 1 0 に記載の基板処理装置。

[付記 1 2]

基板を処理する基板処理装置に設けられる第 1 部材および第 2 部材を連結する連結アセンブリであって、

前記第 1 部材および前記第 2 部材は、相互に積層され、かつ相互に異なる熱膨張係数を有するものであり、

前記連結アセンブリは、

前記第 1 部材および前記第 2 部材の積層方向に平行して延在し、前記第 1 部材および／または前記第 2 部材の熱膨張時に、前記積層方向と直交する方向にスライド可能なすべり構造を有する、

連結アセンブリ。

[0087] 今回開示された実施形態に係る基板処理装置および連結アセンブリ 6 0、6 0 A は、すべての点において例示であって制限的なものではない。実施形態は、添付の請求の範囲およびその主旨を逸脱することなく、様々な形態で変形および改良が可能である。上記複数の実施形態に記載された事項は、矛盾しない範囲で他の構成も取り得ることができ、また、矛盾しない範囲で組み合わせることができる。

[0088] 本開示の基板処理装置は、Atomic Layer Deposition(ALD)装置、Capacitively Coupled Plasma(CCP)、Inductively Coupled Plasma(ICP)、Radial Line Slot Antenna(RLSA)、Electron Cyclotron Resonance Plasma(ECR)、Helicon Wave Plasma(HWP)のいずれのタイプの装置でも適用可能である。

[0089] 本願は、日本特許庁に2023年12月1日出願された基礎出願である特願2023-204089号の優先権を主張するものであり、その全内容を参照によりここに援用する。

符号の説明

[0090]	1	プラズマ処理装置
	5 1	天井部材
	5 2	クーリングプレート
	6 0、6 0 A	連結アセンブリ
	7 4	すべり構造
	W	基板

請求の範囲

- [請求項1] 基板を処理する基板処理装置であって、
相互に積層され、かつ相互に異なる熱膨張係数を有する第1部材および第2部材と、
前記第1部材および前記第2部材の積層方向に平行して延在し、前記第1部材と前記第2部材を連結する連結アセンブリと、を備え、
前記連結アセンブリは、前記第1部材および／または前記第2部材の熱膨張時に、前記積層方向と直交する方向にスライド可能なすべり構造を有する、
基板処理装置。
- [請求項2] 前記連結アセンブリは、前記積層方向に延在して相互に螺合する雄ネジ部材および雌ネジ部材を有し、
前記雄ネジ部材および前記雌ネジ部材の螺合における軸方向の長さを調整することで、前記第1部材および前記第2部材に対するクランプ力を調整する、
請求項1に記載の基板処理装置。
- [請求項3] 前記すべり構造は、前記雄ネジ部材の外周面および前記雌ネジ部材の外周面よりも外側に設けられる、
請求項2に記載の基板処理装置。
- [請求項4] 前記すべり構造は、前記雌ネジ部材の隣接位置に配置される、
請求項2に記載の基板処理装置。
- [請求項5] 前記すべり構造は、前記雌ネジ部材から露出している前記雄ネジ部材の隣接位置に配置される、
請求項2に記載の基板処理装置。
- [請求項6] 前記連結アセンブリは、前記積層方向に沿って前記すべり構造を複数有する、
請求項1乃至5のいずれか1項に記載の基板処理装置。
- [請求項7] 前記すべり構造は、前記積層方向と直交する方向に延在するすべり

面を有する2つの部材の当該すべり面同士を接触させている、

請求項1乃至5のいずれか1項に記載の基板処理装置。

[請求項8] 前記すべり構造は、前記積層方向と直交する方向に延在するすべり面を有する部材と、前記すべり面に接触する転動体を有する部材とを接触させている、

請求項1乃至5のいずれか1項に記載の基板処理装置。

[請求項9] 前記第1部材および前記第2部材は、プラズマを生成するプラズマ処理空間を内部に有するプラズマ処理チャンバに設けられる、

請求項1乃至5のいずれか1項に記載の基板処理装置。

[請求項10] 前記第1部材および前記第2部材は、前記プラズマ処理チャンバの内部において処理ガスを吐出すると共に、前記プラズマを生成するための電力が供給されるシャワーヘッドを構成している、

請求項9に記載の基板処理装置。

[請求項11] 前記第1部材は、前記プラズマ処理空間に前記処理ガスを導入する複数のガス導入口を有する天井部材であり、

前記第2部材は、前記第1部材よりも鉛直方向上側に設けられ、前記天井部材の熱を放熱するクーリングプレートである、

請求項10に記載の基板処理装置。

[請求項12] 基板を処理する基板処理装置に設けられる第1部材および第2部材を連結する連結アセンブリであって、

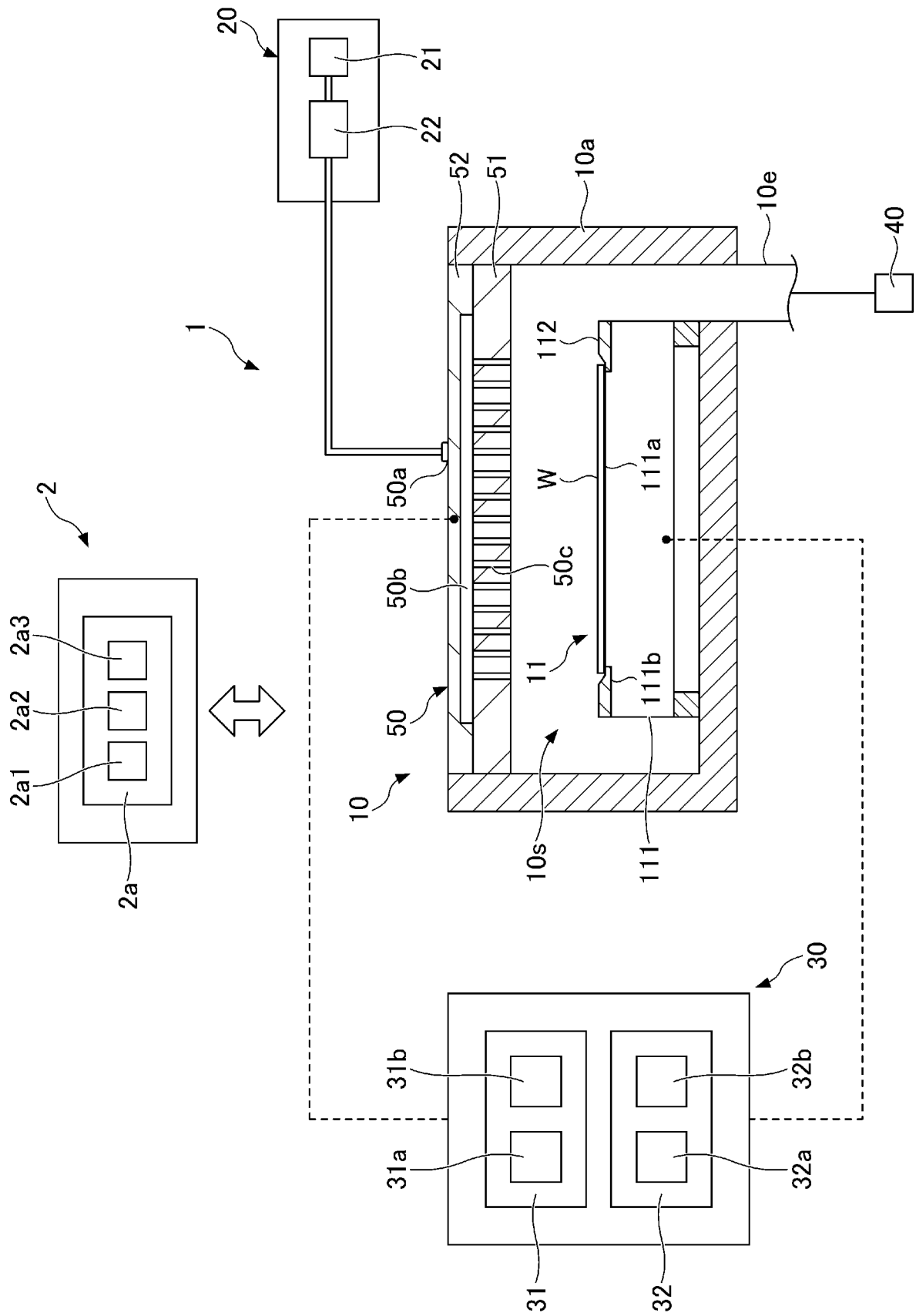
前記第1部材および前記第2部材は、相互に積層され、かつ相互に異なる熱膨張係数を有するものであり、

前記連結アセンブリは、

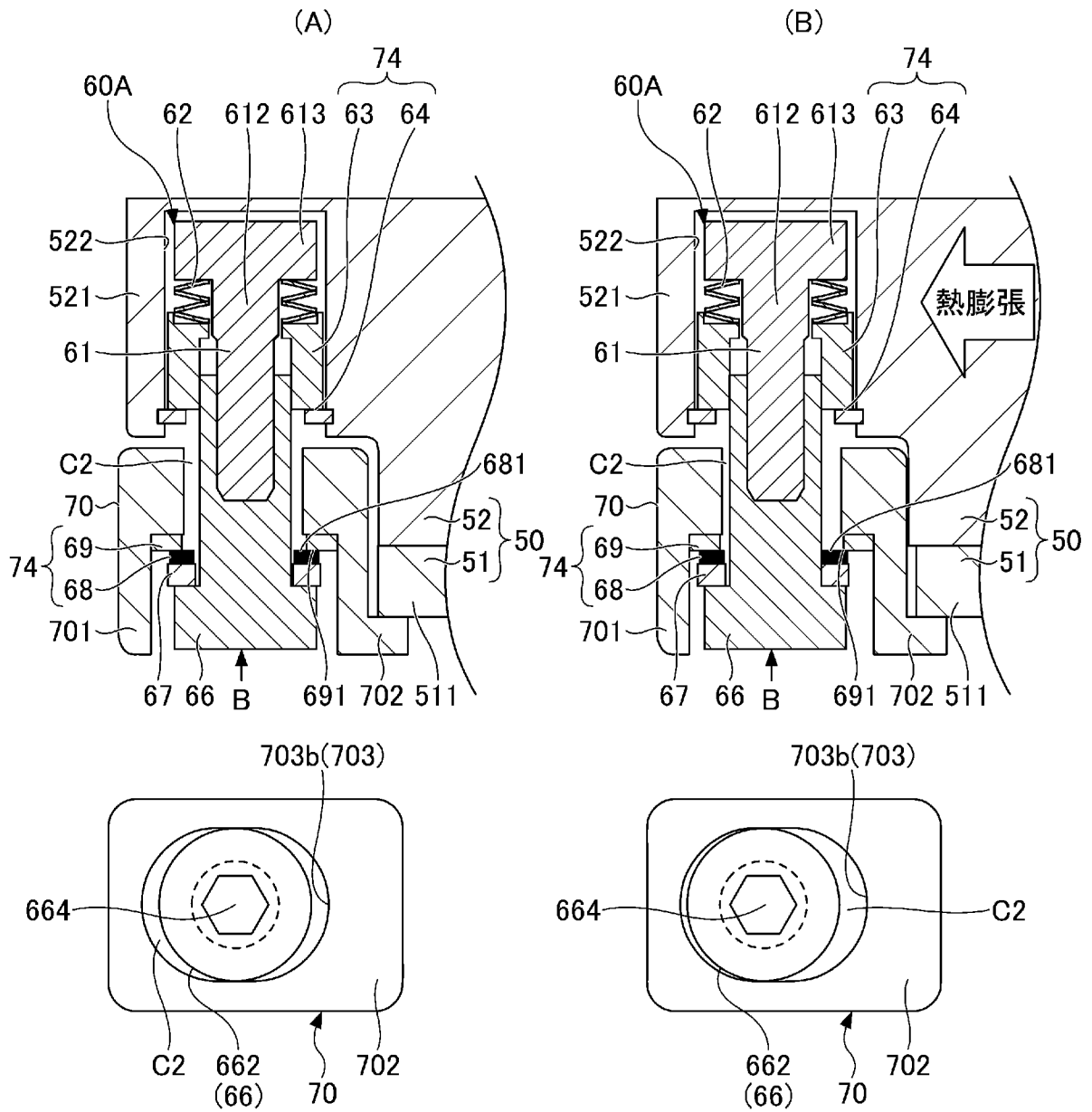
前記第1部材および前記第2部材の積層方向に平行して延在し、前記第1部材および／または前記第2部材の熱膨張時に、前記積層方向と直交する方向にスライド可能なすべり構造を有する、

連結アセンブリ。

[図1]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/040864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H05H 1/46 (2006.01)i FI: H05H1/46 M According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/31, C23C16/505, H01J37/32 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2025 Registered utility model specifications of Japan 1996-2025 Published registered utility model applications of Japan 1994-2025 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 06-128750 A (NIPPON SHINKU GIJUTSU KK) 10 May 1994 (1994-05-10) paragraphs [0001], [0009]-[0012], fig. 1-5	1, 7, 9-10, 12 2-6, 8, 11
X A	JP 2001-135499 A (ANELVA CORP.) 18 May 2001 (2001-05-18) paragraphs [0003], [0016]-[0020], fig. 1, 4	1, 7, 9-12 2-6, 8
X A	JP 2011-137228 A (ORBOTECH LT SOLAR LLC) 14 July 2011 (2011-07-14) paragraphs [0011]-[0017], fig. 1, 3-4	1, 8-12 2-7
A	JP 2021-052139 A (ULVAC JAPAN LTD.) 01 April 2021 (2021-04-01) fig. 3	1-12
A	JP 2011-089208 A (APPLIED MATERIALS, INCORPORATED) 06 May 2011 (2011-05-06) fig. 2, 8	1-12
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 22 January 2025		Date of mailing of the international search report 04 February 2025
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/040864

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-526375 A (APPLIED MATERIALS, INCORPORATED) 02 September 2005 (2005-09-02) fig. 5	1-12
A	JP 2002-129338 A (SONY CORPORATION) 09 May 2002 (2002-05-09) fig. 2-3	1-12
A	JP 11-111626 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 23 April 1999 (1999-04-23) fig. 1-3	1-12
A	KR 10-2009-0120770 A (TES CO., LTD.) 25 November 2009 (2009-11-25) fig. 1-2	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/040864

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	06-128750	A	10 May 1994	(Family: none)	
JP	2001-135499	A	18 May 2001	(Family: none)	
JP	2011-137228	A	14 July 2011	US 2011/0139372	A1
				paragraphs [0022]-[0028], fig. 1, 3-4	
				EP 2336389	A1
				CN 102094188	A
				KR 10-2011-0066107	A
				TW 201127496	A
JP	2021-052139	A	01 April 2021	CN 112563158	A
				KR 10-2021-0036807	A
JP	2011-089208	A	06 May 2011	US 2005/0183827	A1
				fig. 2, 8	
				KR 10-2006-0042164	A
				CN 1673410	A
				TW 200533776	A
JP	2005-526375	A	02 September 2005	US 2005/0000432	A1
				fig. 5	
				WO 2003/015481	A2
				EP 1118693	A2
				TW 552829	B
				CN 1608305	A
				KR 10-0929455	B1
				SG 87200	A
JP	2002-129338	A	09 May 2002	(Family: none)	
JP	11-111626	A	23 April 1999	US 6036782	A
				fig. 1-3	
KR	10-2009-0120770	A	25 November 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H05H 1/46(2006.01)i
FI: H05H1/46 M

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/31, C23C16/505, H01J37/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報 1922 - 1996年
日本国公開実用新案公報 1971 - 2025年
日本国実用新案登録公報 1996 - 2025年
日本国登録実用新案公報 1994 - 2025年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 06-128750 A（日本真空技術株式会社）10.05.1994（1994 - 05 - 10） [0001], [0009]-[0012], 図1-5	1, 7, 9-10, 12
A		2-6, 8, 11
X	JP 2001-135499 A（アネルパ株式会社）18.05.2001（2001 - 05 - 18） [0003], [0016]-[0020], 図1, 4	1, 7, 9-12
A		2-6, 8
X	JP 2011-137228 A（オルボテック エルティ ソラー, エルエルシー）14.07.2011 （2011 - 07 - 14） [0011]-[0017], 図1, 3-4	1, 8-12
A		2-7
A	JP 2021-052139 A（株式会社アルパック）01.04.2021（2021 - 04 - 01） 図3	1-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.01.2025

国際調査報告の発送日

04.02.2025

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

佐藤 海 2G 3806

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-089208 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 06.05.2011 (2011 - 05 - 06) 図2, 8	1-12
A	JP 2005-526375 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 02.09.2005 (2005 - 09 - 02) 図5	1-12
A	JP 2002-129338 A (ソニー株式会社) 09.05.2002 (2002 - 05 - 09) 図2-3	1-12
A	JP 11-111626 A (東京エレクトロン株式会社) 23.04.1999 (1999 - 04 - 23) 図1-3	1-12
A	KR 10-2009-0120770 A (TES CO., LTD.) 25.11.2009 (2009 - 11 - 25) 図1-2	1-12

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/040864

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	06-128750	A	10.05.1994	(ファミリーなし)	
JP	2001-135499	A	18.05.2001	(ファミリーなし)	
JP	2011-137228	A	14.07.2011	US 2011/0139372	A1
				[0022]-[0028], 図1, 3-4	
				EP 2336389	A1
				CN 102094188	A
				KR 10-2011-0066107	A
				TW 201127496	A
JP	2021-052139	A	01.04.2021	CN 112563158	A
				KR 10-2021-0036807	A
JP	2011-089208	A	06.05.2011	US 2005/0183827	A1
				図2, 8	
				KR 10-2006-0042164	A
				CN 1673410	A
				TW 200533776	A
JP	2005-526375	A	02.09.2005	US 2005/0000432	A1
				図5	
				WO 2003/015481	A2
				EP 1118693	A2
				TW 552829	B
				CN 1608305	A
				KR 10-0929455	B1
				SG 87200	A
JP	2002-129338	A	09.05.2002	(ファミリーなし)	
JP	11-111626	A	23.04.1999	US 6036782	A
				図1-3	
KR	10-2009-0120770	A	25.11.2009	(ファミリーなし)	