

(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
2024年1月25日(25.01.2024)



(10) 国際公開番号

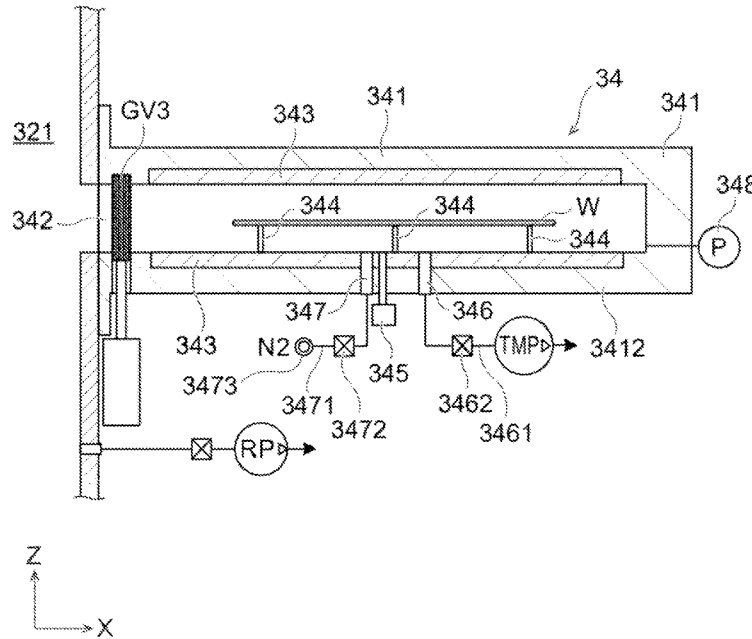
WO 2024/018985 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/025853
- (22) 国際出願日: 2023年7月13日(13.07.2023)
- (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 2022-115933 2022年7月20日(20.07.2022) 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 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小杉 仁(**KOSUGI Hitoshi**); 〒8611116 熊本県合志市福原1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP).
- (74) 代理人: 宮嶋 学, 外(**MIYAJIMA Manabu et al.**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (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,

(54) **Title:** SUBSTRATE TREATMENT METHOD AND SUBSTRATE TREATMENT SYSTEM

(54) 発明の名称: 基板処理方法および基板処理システム

[図4]



(57) **Abstract:** A substrate treatment method according to one embodiment comprises: a step for delivering, into a vacuum chamber, a substrate that has been liquid-treated by supplying a treatment liquid thereto; and a vacuum baking step for removing adhered matter adhering to the surface of the substrate due to the liquid treatment by heating the substrate at a predetermined treatment temperature in a state where the inside of the vacuum chamber has been set to a predetermined treatment pressure which is lower than normal pressure. The treatment temperature is lower than the boiling point of the

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, GA, 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))

adhered matter under atmospheric pressure.

(57) 要約：一実施形態に係る基板処理方法は、処理液が供給されることによって液処理された基板を真空チャンバに搬入する工程と、前記真空チャンバ内を常圧よりも低い予め定められた処理圧力とした状態で、予め定められた処理温度で前記基板を加熱することにより、前記液処理により前記基板の表面に付着した付着物を除去する真空バーク工程と、を備え、前記処理温度は、大気圧下における前記付着物の沸点よりも低い温度である。

明 細 書

発明の名称： 基板処理方法および基板処理システム

技術分野

[0001] 本開示は、基板処理方法および基板処理システムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、半導体装置の製造過程においてウェット洗浄がされた基板をドライクリーニングすることが記載されている。特許文献1では、ウェット洗浄がなされた基板に対して、まず、温度が $600^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ 、圧力が $1\times 10^{-6}\text{Pa}\sim 1\times 10^{-8}\text{Pa}$ の高真空雰囲気下で第1のサーマルクリーニングを行なって、基板上に残存する酸化膜を除去する。次いで、温度が $750\sim 800^{\circ}\text{C}$ （場合によっては $800^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ ）、圧力が $133.3\sim 1000\text{Pa}$ の水素雰囲気下で第2のサーマルクリーニングを行ない、炭素などのコンタミネーションを除去する。特許文献1におけるドライクリーニングは、酸化膜が除去された基板の上に結晶層をエピタキシャル成長させる工程の前処理として行われ、少なくとも水素雰囲気下での第2のサーマルクリーニングとエピタキシャル成長工程とが、同じチャンバで連続的に行われる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開WO 01/033618

発明の概要

[0004] 本開示は、液処理後に基板に付着している付着物を除去することができる技術を提供するものである。

[0005] 本開示の一実施形態によれば、処理液が供給されることによって液処理された基板を真空チャンバに搬入する工程と、前記真空チャンバ内を常圧よりも低い予め定められた処理圧力とした状態で、予め定められた処理温度で前記基板を加熱することにより、前記液処理により前記基板の表面に付着した

付着物を除去する真空バーク工程と、を備え、前記処理温度は、大気圧下における前記付着物の沸点よりも低い温度である、基板処理方法が提供される。

[0006] 本開示によれば、液処理後に基板に付着している付着物を除去することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]基板処理装置の一実施形態に係る基板処理システムの概略横断面図である。

[図2]図1の基板処理システムに含まれる液処理ユニットの一構成例を示す概略縦断面図である。

[図3]図1の基板処理システムに含まれる真空処理エリアの一構成例を示す概略縦断面図である。

[図4]図4の真空処理エリアに設けられた真空バークユニットの一構成例を示す概略縦断面図である。

[図5]真空バーク処理の処理条件の決定方法を説明するためのC O X線図を概略的に示したものである。

[図6]真空バークユニットの他の構成例を示す概略縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、基板処理装置の一実施形態である基板処理システムの構成について添付図面を参照して説明する。図1は、本実施形態に係る基板処理システムの概略構成を示す図である。以下では、位置関係を明確にするために、互いに直交するX軸、Y軸およびZ軸を規定し、Z軸正方向を鉛直上向き方向とする。

[0009] 図1に示すように、基板処理システム1は、搬入出ブロック2と、処理ブロック3とを備えている。搬入出ブロック2と処理ブロック3とは隣接して設けられる。

[0010] 搬入出ブロック2は、キャリア載置エリア11および基板搬送エリア12を有している。キャリア載置エリア11はロードポートなどとも呼ばれ、そ

こには複数のキャリアC（基板搬送容器）を載置することができる。各キャリアCには、複数枚の基板W（例えば半導体ウエハ）が水平姿勢で鉛直方向に等間隔で収容されている。

[0011] 基板搬送エリア12には、基板搬送装置13と、受渡部14とが設けられている。基板搬送装置13は、例えば多関節搬送ロボットとして構成することができ、エンドエフェクタとして、基板Wを保持する例えばフォーク形状の基板保持具を有している。基板搬送装置13は、キャリア載置エリア11に載置された任意のキャリアCと受渡部14との間で基板Wを搬送することができる。受渡部14は、基板Wを一時的に載置することができるように構成されている。未処理の基板Wを載置するための受渡部14と、処理済みの基板Wを載置するための受渡部14とを別々に上下に積層させて設けることも可能である。

[0012] 処理ブロック3には、搬送エリア15と、液処理エリア20と、真空処理エリア30とが設けられている。つまり、基板処理システム1は、液処理および真空処理（真空ベーク処理）の両方を実行することができる、統合型の基板処理システム1として構成されている。基板処理システム1は、キャリア載置エリア11の一部を除き、構成機器が共通の一つのハウジングに収容されたシステムとして構成されている。

[0013] 搬送エリア15には、基板搬送装置16が設けられている。基板搬送装置16は、例えば多軸搬送ロボットとして構成することができ、エンドエフェクタとして、基板を保持する基板保持具を有している。

[0014] 液処理エリア20には、複数の枚葉式の液処理ユニット21が設けられている。液処理ユニット21の構成は特に限定されず、半導体製造装置の技術分野において公知となっている任意のものをを用いることができる。

[0015] 以下に、利用可能な液処理ユニット21の一構成例について、図2を参照して以下に簡単に説明しておく。液処理ユニット21は、基板Wを水平姿勢で保持するとともに鉛直軸線周りに回転させることができるスピンチャック（基板保持回転機構）211と、スピンチャック211により保持されて回

転する基板Wに処理流体（処理液、処理ガス、二流体等）を吐出する1つ以上のノズル212とを備えている。ノズル212は、ノズル212を移動させるためのアーム213に担持されている。複数のノズル212がある場合には、複数のアーム213が設けられていてもよく、この場合、各アーム213に1つ以上のノズル212が担持されていてもよい。

[0016] 液処理ユニット21は、回転する基板Wから飛散した処理液を回収する液受けカップ214を有する。液受けカップ214は、回収した処理液を液処理ユニット21外に排出するための排液口215と、液受けカップ214内の雰囲気気を排出する排気口216とを有している。液処理ユニット21のチャンバ217の天井部に設けられたファンフィルタユニット218から清浄ガス（清浄空気）が下向きに吹き出され、液受けカップ214内に引き込まれ、排気口216に排出される。

[0017] 液処理ユニット21において基板Wに施される液処理に必要な処理流体を各ノズル212に供給するために、処理流体供給機構219が設けられている。処理流体供給機構219は、（個々の構成要素の詳細な図示は省略するが）工場用力として提供される処理流体（薬液、DIW（純水）、IPA（イソプロピルアルコール）、窒素ガス等）の供給源、供給源からノズル212に供給される処理流体が流れる処理流体ライン、処理流体ラインに介設された流れ制御機構（開閉弁、流量制御弁等）などから構成することができる。

[0018] 液処理ユニット21は、多段に積み重ねられていてもよい。この場合も、1つの基板搬送装置16により全ての液処理ユニット21に対して基板の搬出入を行えるように構成されていてもよい。

[0019] 図1および図3に示すように、真空処理エリア30は、ロードロック部31と、真空搬送部32と、真空ベーク部33とを有している。

[0020] ロードロック部31には、第1ロードロックユニット311および第2ロードロックユニット312が設けられている。第1ロードロックユニット311および第2ロードロックユニット312は上下に重ねられており、例え

ば第1ロードロックユニット311が上側にあり、第2ロードロックユニット312が下側にある。第1ロードロックユニット311は、大気圧側から減圧側へと基板Wを搬送するときに用いられ、第2ロードロックユニット312は、減圧側から大気圧側へと基板Wを搬送するときに用いられる。

[0021] 各ロードロックユニット(311, 312)の内部には、その上に一時的に基板Wを置くことができる基板載置台(図示せず)が設けられている。第2ロードロックユニット312の基板載置台には、基板Wを冷却するための冷却機構(図示せず)が内蔵されている。各ロードロックユニット(311, 312)の構成は、真空搬送系を有する半導体製造装置で用いられる一般的なものであってよい。各ロードロックユニット(311, 312)内の圧力は、大気圧(約 1×10^5 Pa)と中真空(約1 Pa)との間で調節可能となっている。

[0022] 真空搬送部32は、真空搬送室321と、真空搬送室321内に設置された真空搬送機322とを有している。真空搬送室321内は、基板処理システム1の運転中は、真空ポンプここではロータリーポンプRP(図4を参照)により、常時、中真空(例えば約1 Pa)に維持されている。真空搬送機322は、例えば多関節搬送ロボットとして構成することができ、エンドエフェクタとして、基板を保持する基板保持具を有している。

[0023] 第1ロードロックユニット311および第2ロードロックユニット312の搬送エリア15に面した部分には基板Wの搬出入口が設けられている。この搬出入口にはゲートバルブGV1が設けられている。第1ロードロックユニット311および第2ロードロックユニット312の真空搬送室321の壁体との接続部には基板Wの搬出入口が設けられている。この搬出入口にはゲートバルブGV2が設けられている。

[0024] 真空ベーク部33には、複数の真空ベークユニット34が設けられている。複数の真空ベークユニット34は上下方向に重ねられている。図4に示すように、真空ベークユニット34は、概ね直方体の真空チャンバ341を有している。真空チャンバ341は、真空搬送室321の壁体に気密に連結さ

れている。真空チャンバ341は、真空搬送室321との接続領域に、ゲートバルブGV3が設けられた基板Wの搬出入口342を有している。

[0025] 真空チャンバ341の天井壁3411および底壁3412には、ヒーター343が設けられている。ヒーター343は、例えばランプヒータである。ランプヒータとしてはUVヒーター、LEDヒーター等が例示される。ランプヒータは、基板Wの表面および裏面に均等にランプ光が照射されるように設けられている。底壁3412の上面には、そこから上方に延びる複数の（例えば3本の）不動の支持ピン344が設けられている。真空チャンバ341に搬入された基板Wは、支持ピン344により支持され、ヒーター343からの輻射熱により加熱される。底壁3412には、輻射温度計345が設けられている。輻射温度計345により測定された基板Wの実際温度と目標温度との偏差に基づいてヒーター343の出力が制御されることにより、基板Wの温度が制御されるようになっている。

[0026] 真空チャンバ341の底壁3412、好ましくは底壁3412の中央部には、排気ポート346および給気ポート347が設けられている。基板Wの中央部の下方に排気ポート346および給気ポート347を設けることにより、排気時および給気時の真空チャンバ341内の気流を均一化することができる。

[0027] 排気ポート346には、開閉弁3462および真空ポンプ（ここではターボ分子ポンプTMP）が介設された排気ライン3461が接続されている。排気ポート346を介して真空チャンバ341内の雰囲気気を吸引することにより、真空チャンバ341内の圧力を 1×10^{-5} Pa程度の高真空にすることができる。なお、真空搬送室321内の圧力が、常時、中真空（約1 Pa程度）に維持されているため、これに接続された真空チャンバ341内の圧力がこれより高くなることはない。このため、ターボ分子ポンプTMPに粗引き用のポンプを併設する必要はない。

[0028] 給気ポート347には開閉弁3472が介設された給気ライン3471を介して、ガス供給源3473（例えば窒素ガス供給源）に接続されている。

高真空となっていた真空チャンバ341内に、給気ポート347を介して適量のガスを供給することにより、真空チャンバ341内の圧力を真空搬送室321内の圧力と同様の圧力（この例では1Pa程度の中真空）に戻すことができる。ガス供給源から供給されるガスは窒素ガスに限定されるものではないが、低酸素濃度かつ低湿度のガスの方が好ましい。

[0029] 真空チャンバ341内の圧力は、圧力センサ348により検出可能である。圧力センサ348の検出値は、例えば、真空チャンバ341内の圧力を高真空にするときに、および圧力を中真空に戻すときの制御に用いることができる。

[0030] 搬送エリア15の基板搬送装置16は、ゲートバルブGV1が設けられた第1ロードロックユニット311および第2ロードロックユニット312の搬出入口を介してこれらのロードロックユニットに対して基板Wを搬出入することができる。真空搬送部32の真空搬送機322は、ゲートバルブGV1が設けられた第1ロードロックユニット311および第2ロードロックユニット312の搬出入口を介してこれらのロードロックユニットに対して基板Wを搬出入することができる。真空搬送部32の真空搬送機322は、真空ベーク部33の全ての真空ベークユニット34に対して基板Wを搬出入することができる。

[0031] 図1に示すように、基板処理システム1は、制御装置100を備えている。制御装置100は、たとえばコンピュータからなり、演算部101と記憶部102とを備える。記憶部102には、基板処理システム1において実行される各種の処理を制御するプログラム（処理レシピも含む）が格納される。演算部101は、記憶部102に記憶されたプログラムを読み出して実行することによって基板処理システム1の動作を制御する。

[0032] プログラムは、コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体に記録されていたものであって、その記憶媒体から制御装置100の記憶部102にインストールされたものであってもよい。コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体としては、たとえばハードディスク（HD）、フレキシブルディ

スク（FD）、コンパクトディスク（CD）、マグネットオプティカルディスク（MO）、メモリカードなどがある。

[0033] 次に、基板処理システム1内における基板Wの処理の流れについて説明する。基板Wの処理は制御装置100による制御の下で行われる。

[0034] まず、搬入出ブロック2の基板搬送装置13が、キャリア載置エリア11に載置されたキャリアCから1枚の基板Wを取り出し、取り出した基板Wを受渡部14に載置する。受渡部14に載置された基板Wは、処理ブロック3の基板搬送装置16によって受渡部14から取り出されて、液処理エリア20の1つの液処理ユニット21に搬入され、そこで予め定められた液処理が施される。

[0035] 液処理ユニット21では、例えば、以下のような工程からなる液処理を実施することができる。まず、スピチャック211により保持されて回転する基板Wに、ノズル212から薬液（例えばDHF、SC1等）を供給して例えば薬液洗浄工程を実施し、次いで、ノズル212からリンス液としてDIWを基板Wに供給してリンス工程を実施し、次いで、別のノズル212からIPAを基板に供給してIPA置換工程を実施し、最後に、基板に何も液を供給しない状態で基板を高速回転させて基板を乾燥させる乾燥工程を実施する。乾燥処理後の基板には、従来の基準では問題にならない程度の微小な付着物（例えばIPAに溶解していた有機物由来のもの）が付着している。この付着物が後述する真空ベーク処理により除去される。

[0036] 液処理ユニット21での処理を終えた基板Wは基板搬送装置16により液処理ユニット21から取り出される。次いで、基板Wは、ゲートバルブGV2が閉鎖され、かつ、ゲートバルブGV1が開放された状態となっている第1ロードロックユニット311に搬入される。次いで、ゲートバルブGV1が閉じられて、第1ロードロックユニット311内が真空搬送室321内の圧力（例えば1Pa程度）とほぼ等しい圧力となるまで真空引きされる。

[0037] 次いで、ゲートバルブGV2が開放され、真空搬送機322が第1ロードロックユニット311から基板Wを取り出す。真空搬送機322は、取り出

した基板Wを、ゲートバルブGV3が開放された状態となっている1つの真空ベークユニット34の真空チャンバ341に搬入し、支持ピン344上に載置する。真空搬送機322が真空チャンバ341から退出すると、ゲートバルブGV3が閉じられる。このときの真空チャンバ341内の圧力は真空搬送室321内の圧力とほぼ等しい1Pa程度である。

[0038] 次に、ターボ分子ポンプTMPにより真空チャンバ341内が真空引きされ、例えば 1×10^{-5} Pa程度の高真空とされ、かつ、ヒーター343により基板Wが予め定められた温度（例えば40℃～200℃程度の温度）の温度に加熱される。なお、圧力および温度の設定については後述する。このとき、真空チャンバ341内の圧力および基板Wの温度は圧力センサ348および輻射温度計345によりそれぞれ監視され、監視結果に基づいて、所望のプロセス条件が維持されるように、ターボ分子ポンプTMPおよびヒーター343の運転状態が制御される。

[0039] 上記の真空度および基板温度が維持された状態を予め定められた時間（例えば60～600秒程度）継続することにより、基板Wの表面に付着している前述した付着物が気化されて、基板Wの表面から離脱し、排気ライン3461を介して真空チャンバ341内から排出される。この真空ベーク処理により、基板Wの表面の清浄度をより高くすることができる。

[0040] 真空ベーク処理が終了したら、給気ライン3471を介して真空チャンバ341内にN₂ガスを供給し、真空チャンバ341内の圧力を真空搬送室321内の圧力（1Pa程度）とほぼ等しくする。このとき、例えば、圧力センサ348により真空チャンバ341内の圧力を監視しながら、N₂ガスを供給してゆき、真空チャンバ341内の圧力が1Pa程度になったら開閉弁3472を閉じるといった手順を採用することができる。

[0041] 次に、ゲートバルブGV3が開かれて、真空搬送機322が真空チャンバ341から基板Wを取り出す。取り出された基板Wは、ゲートバルブGV2が開放され、かつ、ゲートバルブGV1が閉鎖された状態となっている第2ロードロックユニット312に搬入される。次いでゲートバルブGV2が閉

じられて、第2ロードロックユニット312内に大気（例えばクリーンルーム内の空気）が導入され、第2ロードロックユニット312内の圧力が大気圧にされる。第2ロードロックユニット312内において、基板載置台に設けられた冷却機構により、基板Wの温度が常温（23℃）付近の温度まで下げられる。基板Wの温度を常温まで下げる必要は必ずしもなく、基板Wの搬送およびキャリアCへの収納に支障が無い程度の温度であれば常温より高い温度であっても構わない。

[0042] 次に、ゲートバルブGV1が開かれ、搬送エリア15の基板搬送装置16が第2ロードロックユニット312から基板Wを取り出し、受渡部14まで搬送する。次いで、基板搬送エリア12の基板搬送装置13が受渡部14から基板Wを取り出し、元のキャリアCに収納する。以上により、基板処理システム1内における1枚の基板Wに対する一連の搬送および処理が終了する。

[0043] 上記実施形態によれば、近年問題となりつつある基板表面に付着した分子レベルの付着物（パーティクル原因物質）を除去することができる。勿論、基板表面に形成されたパターンの内部に付着した付着物の除去も可能である。また、上記実施形態によれば、ウェットプロセス（液処理ユニット21で実行される処理）から切り離されたドライプロセスである真空バーク処理により汚染物質の除去を行うため、新たな汚染物質が基板に付着する可能性は低い。

[0044] また、上記実施形態によれば、液処理ユニット21および真空バークユニット34がハウジングを共有する1つの基板処理システム1内に設置されているため、液処理後の基板Wを短時間で液処理ユニット21から真空バークユニット34へと搬入することができる。このため、Qタイムに関する懸念を払拭することができる。液処理ユニット21で基板Wに付着した付着物は、時間経過とともに、基板周辺雰囲気中の物質を吸着して成長するおそれがあり、あるいは、乾燥することにより固着または結晶化が進行するおそれがある。つまり、時間経過とともに、付着物の除去が困難となるおそれがある。

上記実施形態によれば、このような問題を解消し、付着物の除去効率を向上させることができる。

[0045] 真空ベーク処理による除去対象となる付着物としては、例えば、ウェット洗浄処理（液処理）で最終乾燥工程の直前に基板に供給されるIPA（イソプロピルアルコール）中に溶解している分子レベルの有機物が例示される。このようなIPA中に溶解している有機物は、例えば部品間の摺動等による発塵に起因して生じるパーティクル（樹脂または金属の微粉末）とは異なり、IPA供給ラインに設けられているフィルタにより除去することはできない。IPA供給ラインに設けられている新品のフィルタから有機物が溶出する場合もあり、特にHOT-IPAを用いた場合に顕著である。有機物が溶け込んだIPAが基板に供給されると、有機物は、IPAが蒸発するときに基板上に残留しパーティクルとなる。このようにして生じたパーティクルは例えば20nm未満のサイズであるが、このような小さいパーティクルも近年の半導体デバイスの微細化に伴い問題となってきている。また、基板のウェット処理において、脂肪酸等の有機酸を含有する処理液が基板に供給されることもあり、この有機酸もパーティクルの原因となり得る。

[0046] なお、ウェット洗浄処理で最終乾燥工程の直前に基板に供給される液は、リンス液（DIW）より表面張力が低く、リンス液との置換が容易で、かつ比較的高揮発性のものであればIPAに限定されるものではない。例えばIPA以外のアルコール類であってもよい。しかしながら、現在の半導体製造工程においては、実際には殆どの場合でIPAが用いられている。

[0047] 上記実施形態では、例えば上記の有機物（付着物）を、気化（あるいは分解および気化）させることにより基板の表面から除去する。原理について以下に簡単に説明する。

[0048] 付着物のCOX線図の蒸気圧線（図5の斜線VPを参照）より下にある圧力で、かつ、離脱限界温度より高い温度の雰囲気中に基板を置けば、基板の表面に付着した有機物を除去することができる。ここで、「離脱限界温度」とは、当該温度より低い温度下においては、圧力が除去対象物質のCOX線図

の蒸気圧線より下にあったとしても、基板から離脱させることができない温度を意味し、これは物質毎に異なる。

[0049] 一例として、除去対象物質として、脂肪酸の一種であるエルカアミド ($C_{22}H_{43}NO$) を想定する。エルカアミドのCOX線図を図5に概略的に示す。エルカアミドの沸点（大気圧下）は約480℃であり、離脱限界温度は約400℃である。つまり真空ベーク処理の処理温度は、少なくとも約400℃以上とする必要がある。COX線図上において200℃のときの蒸気圧が約8 Pa、50℃のときの蒸気圧が約 2×10^{-5} Paである。蒸気圧線VP付近の温度で処理を行うと処理時間が長くなるため、処理温度が200℃のときは例えば1 Paの処理圧力で、50℃のときは例えば 1×10^{-5} Paの処理圧力で、真空ベーク処理を行えばよい。熱により、基板に既に形成されている半導体デバイス構成要素に悪影響が生じるおそれが無いのならば、処理温度を200℃よりさらに高くすること、例えば上限で300℃程度まで高くすることも可能ではある。しかしながら、一般的には、基板および基板に既に形成されている半導体デバイス構成要素への熱ダメージあるいは表面酸化を回避する観点からは処理温度の上限は200℃程度が好ましいものと考えられる。

[0050] さらに処理圧力を低くすることも可能であるが、そうすることにより、真空引き時間が長くなりスループットの低下につながることで、及び／又は、さらに高性能な真空ポンプが求められること等のデメリットも考えられる。このため、目下のところ、実用上、処理圧力は低くても 1×10^{-5} Pa程度とすることが好ましい。つまり、処理温度の上限値は基板に悪影響が生じるか否かにより決定することができ、処理圧力の下限値は、スループット、ランニングコスト、装置製造コスト等を考慮して決定することができる。処理温度の下限値は前述した離脱限界温度より高ければよい。つまり、図5において、蒸気圧線VPと、上記の考え方に基づいて決定された処理温度の上限値および処理圧力の下限値を示す2つの直線とに囲まれた三角形のエリア内に位置するような処理条件（処理温度および処理圧力）を決定すればよい。

- [0051] エルカアミドは、分子量が大きく、真空ベーク処理による除去対象として想定される物質のうち、特に除去し難いものの一つである。従って、エルカアミドに合わせて処理条件を決定すれば、エルカアミドと同時に他の物質からなる付着物も同時に真空ベーク処理により除去することが可能である。
- [0052] 真空ベーク処理により、エルカアミドよりも分子量が小さい高級脂肪酸、活性剤等の有機化合物を除去することも可能である。また、有機化合物に限らず、液処理用の無機薬液（例えばフッ酸）の残差（これは分子レベルで基板表面に付着している）も除去することが可能である。エルカアミドよりも蒸気圧線がグラフ中で左上側にある物質については、より低温度、高圧力（低真空度）の処理条件で除去することが可能である。液処理ユニットにおいて基板に施された工程から基板に付着している物質は予測できるため、予測される付着物に対応する処理条件を決定すればよい。エルカアミドよりも蒸気圧線が図5のグラフ中で左上側にある物質の場合、処理圧力は例えば1 Pa程度の圧力（中真空）であってもよい。なお、処理圧力を過度に高くすると付着物の除去効率が低下するため、処理圧力は1 Pa程度以下とすることが好ましい。
- [0053] なお、真空ベークにより除去するのに適した付着物としては、基板の表面に物理吸着しているもの、および分子同士の絡み合いにより気化が抑制された結果として基板の表面に付着しているものが挙げられる。基板の表面に物理吸着しているものとしては、水素結合のように極性引力により結合しているもの、ファンデルワールス力により結合しているものが含まれる。半導体基板のウェットプロセス（特に洗浄処理）で用いる処理液由来の付着物の大半のものは上記に該当する。一方で、化学結合（イオン結合、供給結合、金属結合）のような非常に結合エネルギーが高い結合により基板表面に吸着されている（化学吸着されている）物質を除去することは困難であるため、真空ベーク処理により除去する対象には含まれない。また、完全に固化（結晶化）した付着物の除去は困難であり（但し、前述した処理温度例えば200℃程度で容易に分解されるものは除く）、除去対象の付着物としては、液体

または半固体状態のものが主な対象となる。

[0054] <真空チャンバの変形実施形態>

次に、真空ベークユニット34の変形実施形態について図6を参照して説明する。変形実施形態に係る真空ベークユニット34は、不動の支持ピン344に代えて、昇降可能なリフトピン349、リフトピン349の昇降機構3491、昇降機構3491のカバー3492が設けられている点のみが図4に示した真空ベークユニット34と異なり、他の構成は全て同じである。図7では、図面の煩雑化を避けるため、真空チャンバ341の底壁3412付近に設けられた構成（排気および給気のための構成、輻射温度計345等）、圧力センサ348、真空搬送室321用の真空ポンプ等の記載が省略されている点に留意されたい。

[0055] リフトピン349は、真空チャンバ341の底壁3412に設けられた貫通孔に通されている。リフトピン349の下端は、円盤形状あるいはスパイダーアーム状のピン支持体3493により支持されている。ピン支持体3493は、エアシリンダ等のリニアアクチュエータにより昇降することができる。カバー3492は、底壁3412に気密に連結されており、リフトピン349が通される底壁3412の貫通孔を介して真空チャンバ341内に大気が入ることを防止している。

[0056] この変形実施形態によれば、基板Wを支持しているリフトピン349を降下させることにより、基板Wを真空チャンバ341の底壁3412に密接させることができる。この場合、ヒーター343からの熱伝導によっても基板Wを加熱することができ、基板を迅速に昇温することができる。基板Wの温度がある程度上昇したら、リフトピン349を上昇させ、その後は、熱輻射により基板Wを加熱しながら、真空ベーク処理を行ってもよい。基板Wを真空チャンバ341の底壁3412に密接させる続けたまま、熱伝導により基板を加熱し続けてもよい。

[0057] 図4に示すように基板Wの裏面が支持ピン344のみに接する方がパーティクル低減の観点からより好ましく、この変形実施形態のように裏面が加熱

部材と面接触する方が処理時間の短縮の観点からより好ましいというトレードオフの関係が成立する。

[0058] なおこの場合には、ヒーター３４３、特に底壁３４１２に設けるヒーターとして、抵抗加熱ヒーター例えばラバーヒーターを用いることができる。

[0059] 図３の実施形態および図７の変形実施形態においても、ヒーター３４３は抵抗加熱ヒーターであってもよい。抵抗加熱ヒーターは、真空チャンバ３４１の壁（３４１１，３４１２）の表面に貼り付けてもよいし、壁の内部に埋設してもよい。ヒーター３４３をランプヒータとする場合には、当該ランプヒータは、壁（３４１１，３４１２）の真空側表面（壁の処理空間に面した内側表面）に設けてもよいし、壁を光透過性材料例えば石英から構成し、壁の外側（真空チャンバ３４１の外側）に設けてもよい。

[0060] ロードロックユニットを介さずに、大気雰囲気空間から真空ベークユニット３４の真空チャンバ３４１に直接基板Ｗを搬入する構成を採用してもよい。この場合、真空チャンバ３４１にロータリーポンプおよびターボ分子ポンプを接続し、最初にロータリーポンプで粗引きを行い、その後にターボ分子ポンプにより真空引きを行うこともできる。

[0061] なお、除去対象の付着物の種類によっては、高真空が必要とされない場合もある。その場合は、ターボ分子ポンプのような高真空用の真空ポンプを用いる必要はなく、例えばロータリーポンプのような中真空用の真空ポンプのみを用いてもよい。

[0062] 制御装置１００の記憶部１０２に、予め用意された真空ベーク工程の処理圧力および処理温度の複数種類の組み合わせが格納されていてもよい。この場合、例えば、基板処理システム１のディスプレイ等のユーザーインターフェース（図示せず）に、制御装置１００が複数種類の組み合わせを表示し、オペレータがキーボードまたはタッチパネルにより複数種類の組み合わせから１つの組み合わせが選択できるようになっていてもよい。制御装置１００は、選択された１つの組み合わせに基づいて、真空ベークユニット３４の動作を制御して真空ベーク処理を実行させる。好ましくは、上記の複数種類の

組み合わせにおいては、処理圧力が低いほど処理温度が低く設定されている。

[0063] 図1に示すように、基板処理システム1は、制御装置100を備えている。制御装置100は、たとえばコンピュータからなり、演算部101と記憶部102とを備える。記憶部102には、基板処理システム1において実行される各種の処理を制御するプログラム（処理レシピも含む）が格納される。演算部101は、記憶部102に記憶されたプログラムを読み出して実行することによって基板処理システム1の動作を制御する。

[0064] 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、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

[0065] 基板は半導体ウエハに限定されるものではなく、ガラス基板、セラミック基板等の半導体装置の製造において用いられる他の種類の基板であってもよい。

符号の説明

[0066] W 基板
341 真空チャンバ

請求の範囲

- [請求項1] 処理液が供給されることによって液処理された基板を真空チャンバに搬入する工程と、
- 前記真空チャンバ内を常圧よりも低い予め定められた処理圧力とした状態で、予め定められた処理温度で前記基板を加熱することにより、前記液処理により前記基板の表面に付着した付着物を除去する真空ベーク工程と、
- を備え、
- 前記処理温度は、大気圧下における前記付着物の沸点よりも低い温度である、基板処理方法。
- [請求項2] 前記処理温度は300℃以下である、請求項1記載の基板処理方法。
- [請求項3] 前記処理温度は40℃～200℃の範囲内の温度であり、前記処理圧力は $1 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ ～1 Paの範囲内の圧力である、請求項1記載の基板処理方法。
- [請求項4] 前記真空ベーク工程の処理圧力および処理温度の複数種類の組み合わせが予め用意され、この用意された複数種類の組み合わせから1つの組み合わせが選択され、選択された処理圧力および処理温度の組み合わせに従い、前記真空ベーク工程が実行され、前記複数種類の組み合わせにおいて、処理圧力が低いほど処理温度が低く設定されている、請求項1記載の基板処理方法。
- [請求項5] 前記液処理は、前記基板の表面を、水よりも表面張力が低い有機溶剤で覆う溶剤被覆工程と、前記有機溶剤で覆われた前記基板を乾燥させる乾燥工程とを含み、前記乾燥工程によって乾燥させられた前記基板が前記真空チャンバに搬入されて前記真空ベーク工程が施される、請求項1記載の基板処理方法。
- [請求項6] 前記付着物には、前記有機溶剤に溶解していた有機化合物由来の物質が含まれる、請求項5記載の基板処理方法。

- [請求項7] 前記真空ベーク工程の実行中には、前記付着物と反応しうる活性を有するガスが前記真空チャンバには供給されない、請求項1記載の基板処理方法。
- [請求項8] 前記真空ベーク工程の終了後、前記基板が前記真空チャンバから搬出されるまでの間にも、前記基板の表面と反応しうる活性を有するガスが前記真空チャンバには供給されない、請求項7記載の基板処理方法。
- [請求項9] 前記基板に処理液を供給して前記基板に液処理を施す液処理工程をさらに備え、前記液処理工程は前記真空ベーク工程を実行する前に実行される、請求項1記載の基板処理方法。
- [請求項10] 前記基板処理方法は、基板処理システムにより実行され、
前記基板処理システムは、前記基板処理システムは、基板を収容した基板搬送容器を受け入れて払い出す容器搬出入ブロックと、前記容器搬出入ブロックにある基板搬送容器から取り出された基板を処理する処理ブロックと、を備え、
前記処理ブロックに、複数の液処理ユニットが配置される液処理エリアと、前記真空ベーク工程を実行するための複数の機器が設けられた真空処理エリアと、前記液処理エリアと前記真空処理エリアとの間で前記基板を搬送する基板搬送装置が設けられた搬送エリアと、が設けられ、少なくとも前記液処理エリア、前記真空処理エリアおよび前記搬送エリアは共通のハウジング内に設けられており、前記真空処理エリアに設けられる複数の機器には前記真空チャンバを有する少なくとも1つの真空ベークユニットが含まれている、請求項9記載の基板処理方法。
- [請求項11] 前記真空処理エリアに設けられる複数の機器には、第1ロードロックユニットおよび第2ロードロックユニットと、各々が前記真空チャンバを有する複数の真空ベークユニットと、前記第1および第2ロードロックユニットと前記真空ベークユニットとの間において減圧雰囲気

気で基板を搬送する減圧搬送機と、を備えており、前記搬送エリアの前記基板搬送装置は、前記第1および第2ロードロックユニットとの間で基板を受け渡し可能に設けられており、前記第2ロードロックユニットは前記真空ベーク工程が施された前記基板を冷却する機能を有している、請求項10記載の基板処理方法。

[請求項12]

基板処理システムであって、

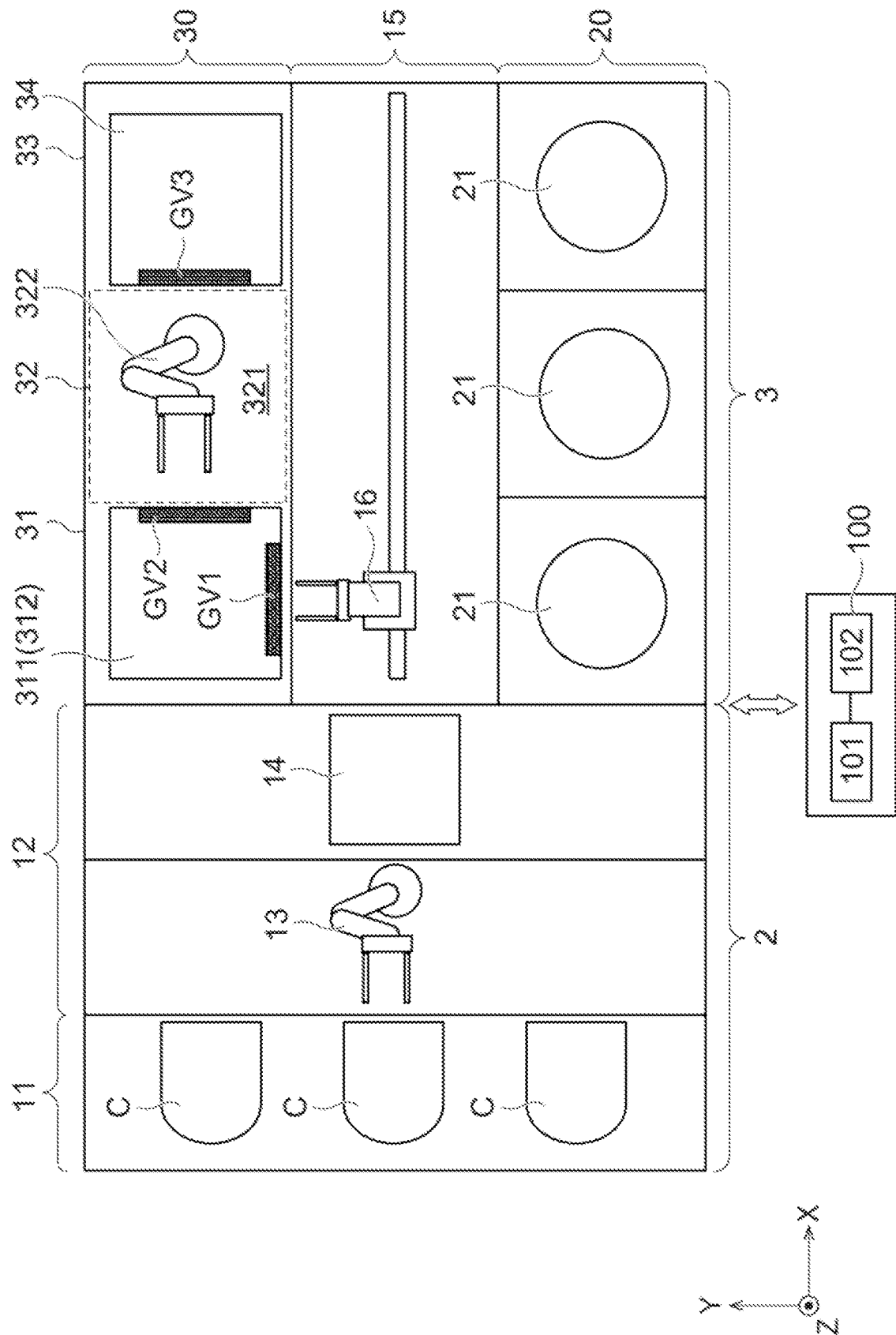
基板を収容した基板搬送容器を受け入れて払い出す容器搬出入ブロックと、前記容器搬出入ブロックにある基板搬送容器から取り出された基板を処理する処理ブロックと、を備え、

前記処理ブロックに、複数の液処理ユニットが配置される液処理エリアと、基板に対して真空ベーク工程を実行するための複数の機器が設けられた真空処理エリアと、前記液処理エリアと前記真空処理エリアとの間で前記基板を搬送する基板搬送装置が設けられた搬送エリアと、が設けられ、少なくとも前記液処理エリア、前記真空処理エリアおよび前記搬送エリアは共通のハウジング内に設けられており、前記真空処理エリアに設けられる複数の機器には請求項1に記載された基板処理方法における真空ベーク工程を実行するための真空チャンバを有する少なくとも1つの真空ベークユニットが含まれている、基板処理システム。

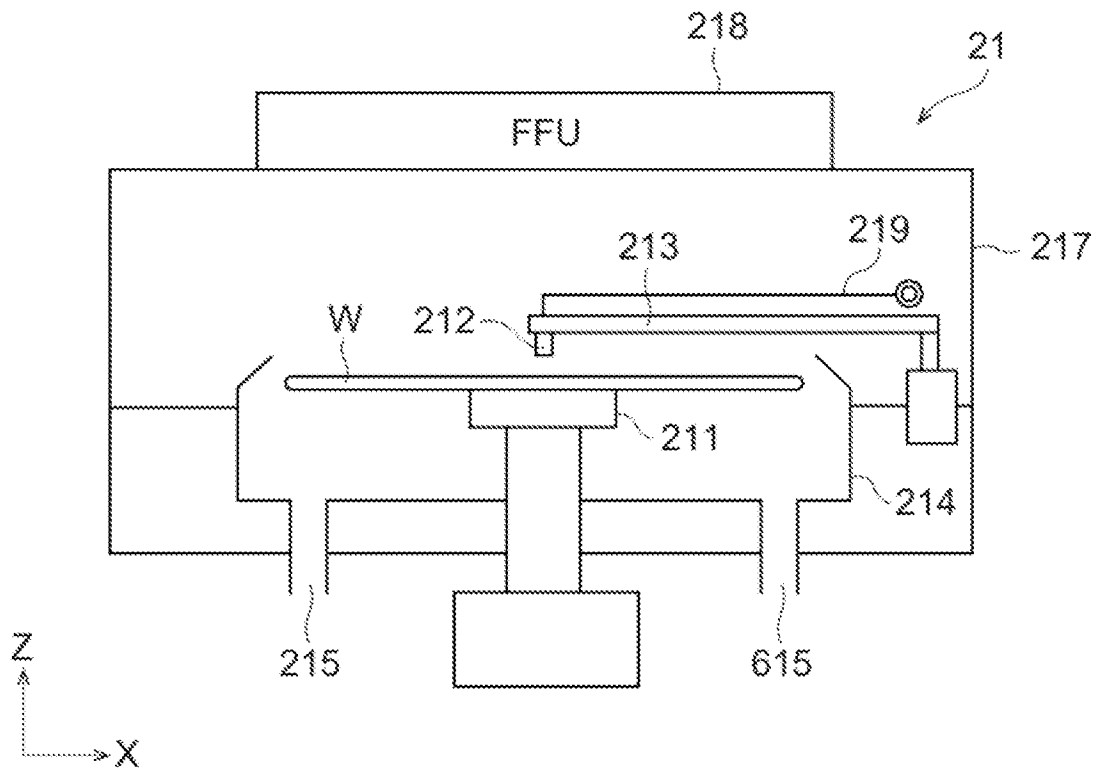
[請求項13]

前記真空処理エリアに設けられる複数の機器には、第1ロードロックユニットおよび第2ロードロックユニットと、各々が前記真空チャンバを有する複数の真空ベークユニットと、前記第1および第2ロードロックユニットと前記真空ベークユニットとの間において減圧雰囲気中で基板を搬送する減圧搬送機と、を備えており、前記搬送エリアの前記基板搬送装置は、前記第1および第2ロードロックユニットとの間で基板を受け渡し可能に設けられており、前記第2ロードロックユニットは前記真空ベーク工程が施された前記基板を冷却する機能を有している、請求項12記載の基板処理システム。

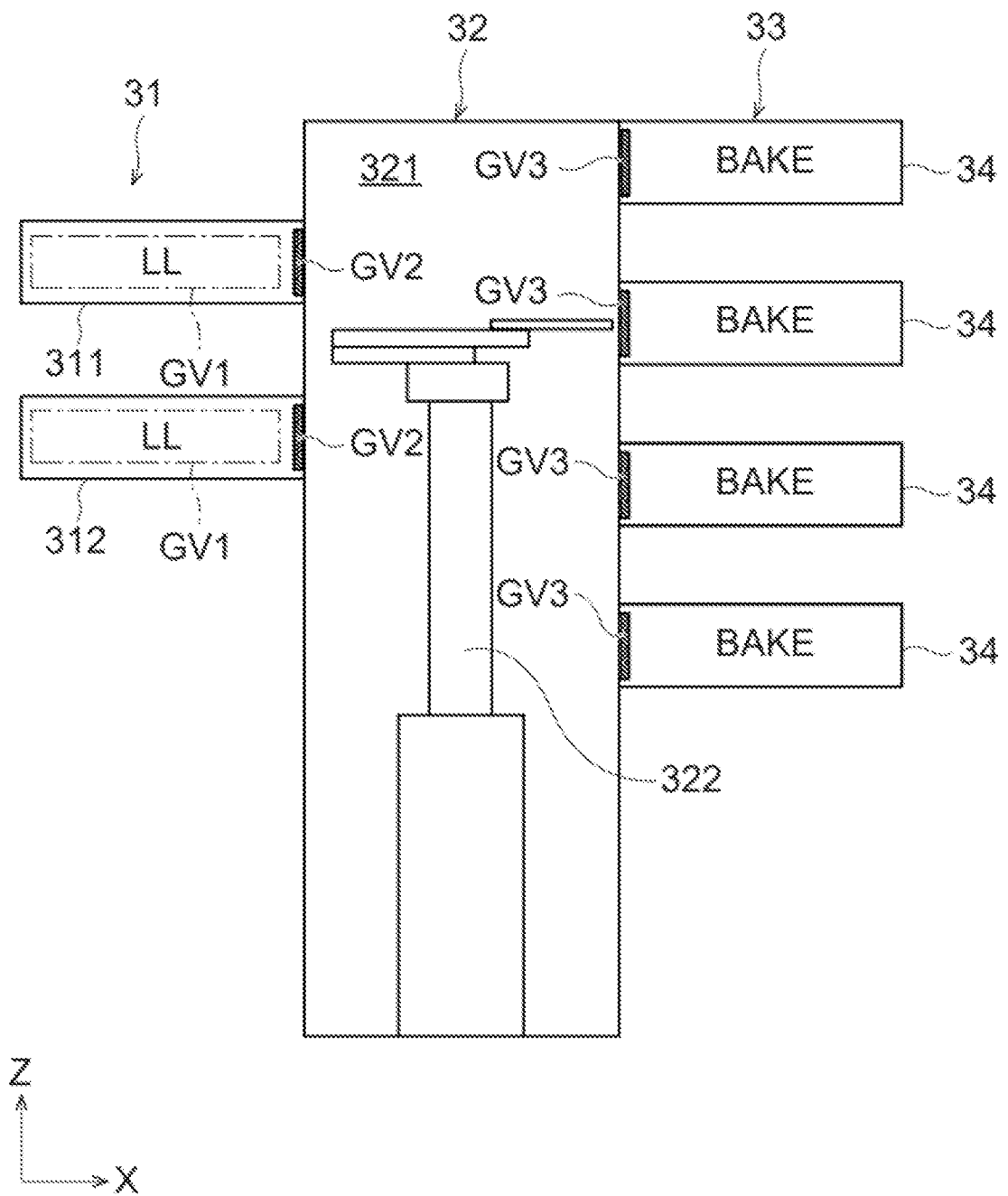
[図1]



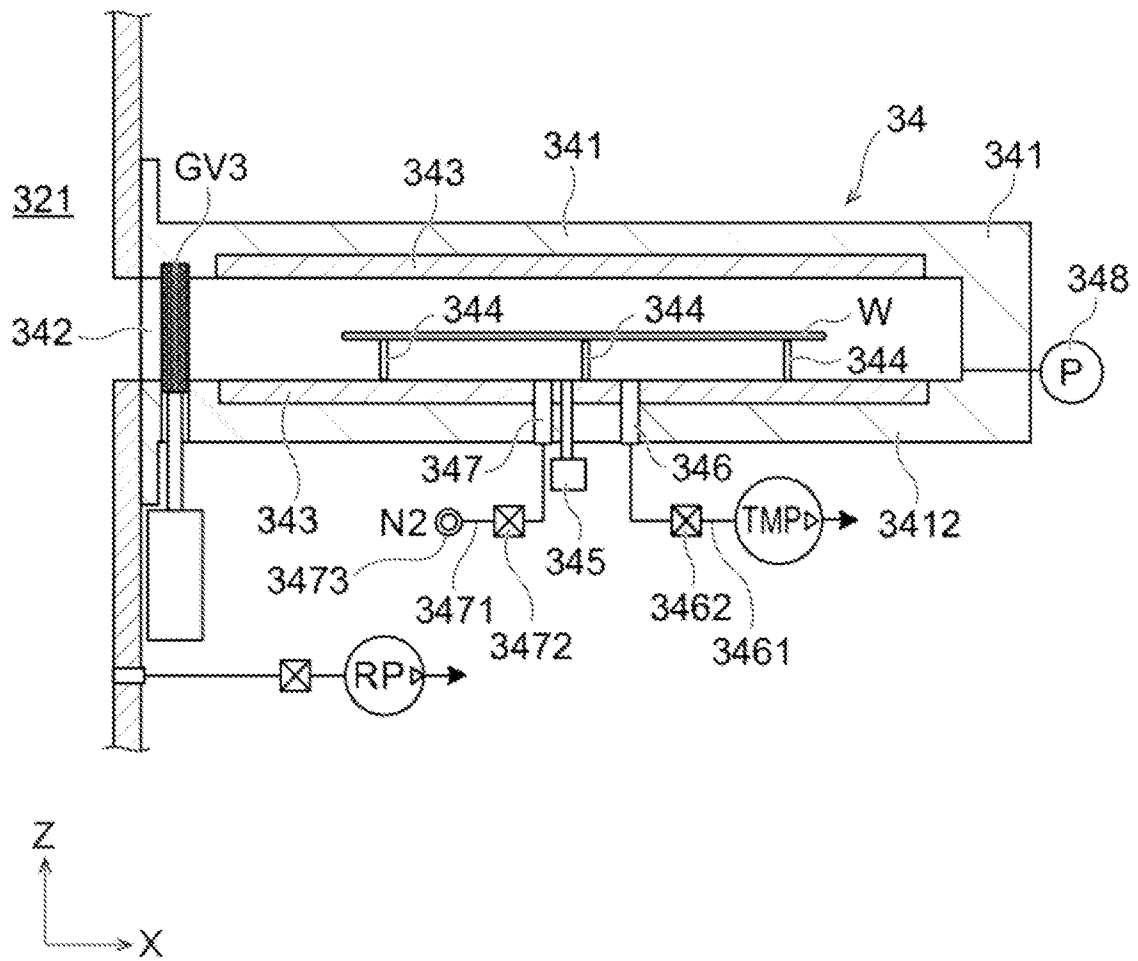
[図2]



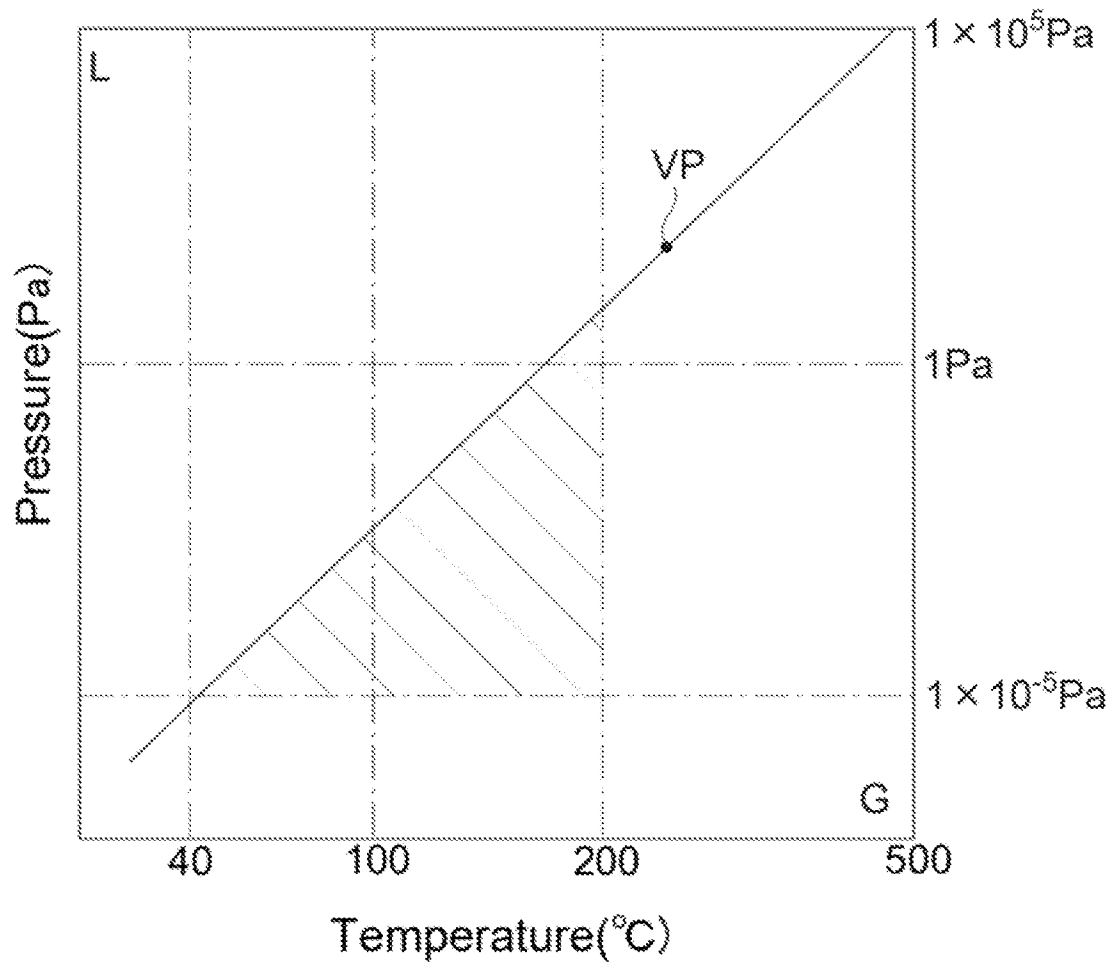
[図3]



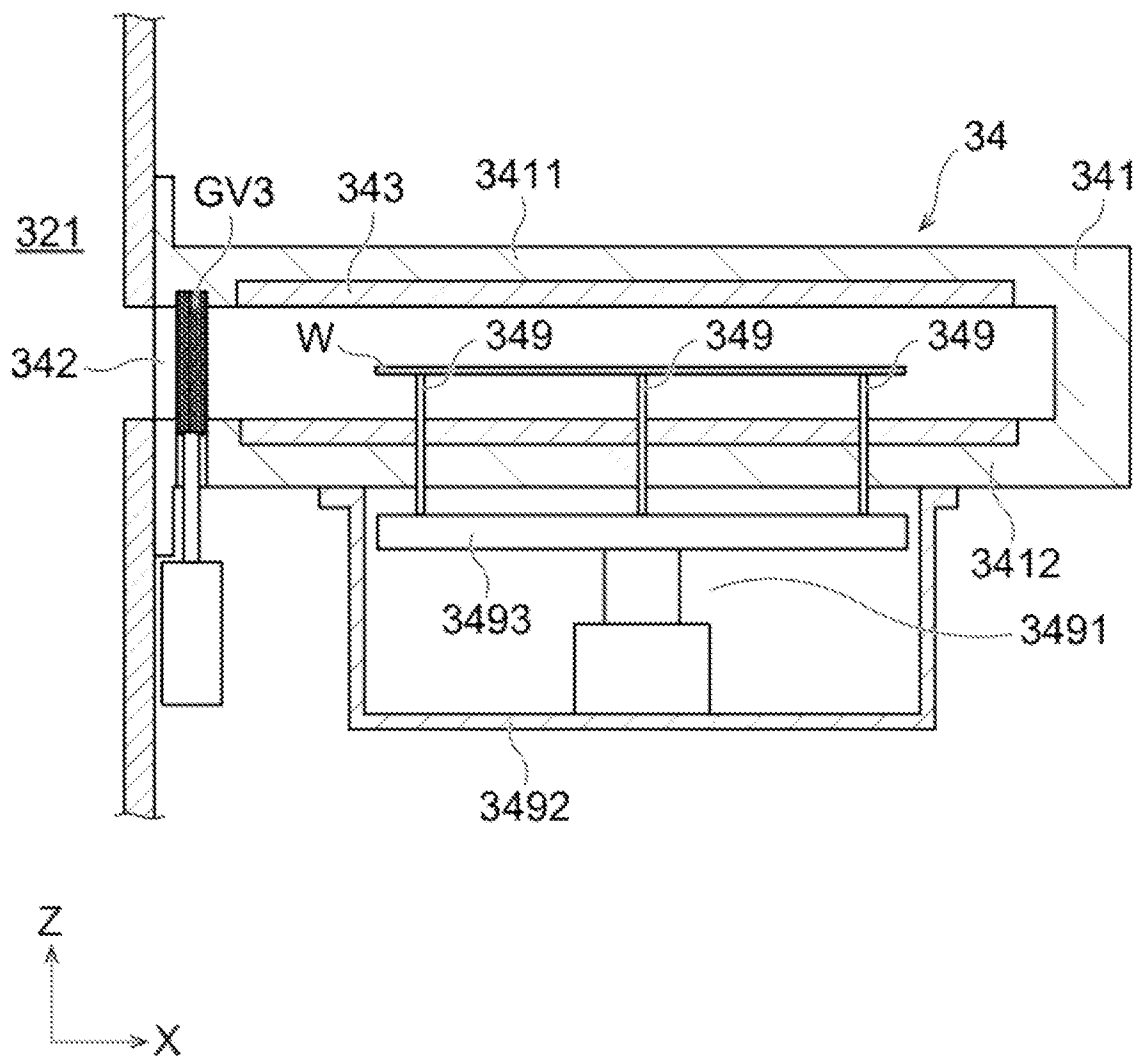
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/025853

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 21/304**(2006.01)i

FI: H01L21/304 645Z; H01L21/304 651K; H01L21/304 651M; H01L21/304 651B

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)

H01L21/304

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2020/022103 A1 (TOKYO ELECTRON LTD.) 30 January 2020 (2020-01-30)	1-4, 7-10, 12
A	paragraphs [0010], [0011], [0017], [0026]-[0030], fig. 1, 2, 4A	5-6, 11, 13
A	JP 8-45891 A (SONY CORP.) 16 February 1996 (1996-02-16)	1-13
	paragraph [0010], fig. 3	



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

“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

14 September 2023

Date of mailing of the international search report

26 September 2023

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/025853

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/022103	A1	30 January 2020	(Family: none)	
JP	8-45891	A	16 February 1996	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/304(2006.01)i FI: H01L21/304 645Z; H01L21/304 651K; H01L21/304 651M; H01L21/304 651B														
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）） H01L21/304														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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	WO 2020/022103 A1（東京エレクトロン株式会社）30.01.2020（2020 - 01 - 30） 段落0010 - 0011、0017、0026 - 0030、図1 - 2、4A	1-4, 7-10, 12												
A		5-6, 11, 13												
A	JP 8-45891 A（ソニー株式会社）16.02.1996（1996 - 02 - 16） 段落0010、図3	1-13												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 14. 09. 2023	国際調査報告の発送日 26. 09. 2023													
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） 堀江 義隆 5F 9172 電話番号 03-3581-1101 内線 3516													

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/JP2023/025853

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2020/022103	A1	30.01.2020	(ファミリーなし)	
JP	8-45891	A	16.02.1996	(ファミリーなし)	