

(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
2016年8月11日(11.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/125433 A1

- (51) 国際特許分類:
H05K 3/42 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)
G03F 7/42 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/000226
- (22) 国際出願日: 2016年1月18日(18.01.2016)
- (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 2015-022099 2015年2月6日(06.02.2015) JP
特願 2015-029895 2015年2月18日(18.02.2015) JP
特願 2015-104673 2015年5月22日(22.05.2015) JP
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区大手町2丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 丸山 俊(MARUYAMA, Shun); 〒2250004 神奈川県横浜市青葉区元石川町6409番地 ウシオ電機株式会社内 Kanagawa (JP). 堀部 大輝(HORIBE, Hiroki); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP). 羽生 智行(HABU, Tomoyuki); 〒

6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP). 遠藤 真一(ENDO, Shinichi); 〒4120038 静岡県御殿場市駒門1丁目90番地 ウシオ電機株式会社内 Shizuoka (JP). 饗庭 彰(AIBA, Akira); 〒4120038 静岡県御殿場市駒門1丁目90番地 ウシオ電機株式会社内 Shizuoka (JP). 三浦 真毅(MIURA, Masaki); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP).

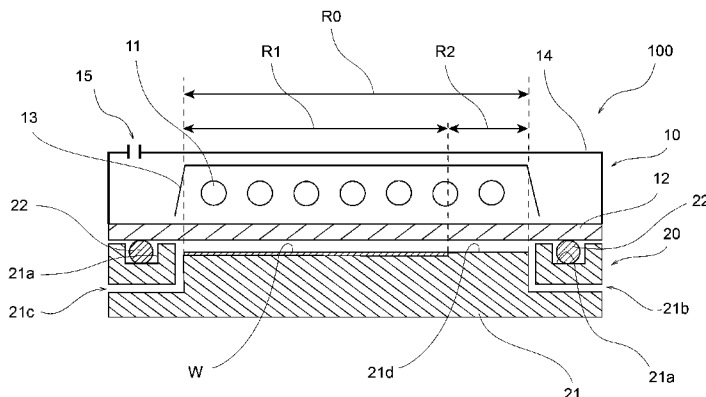
(74) 代理人: 小西 恵, 外(KONISHI, Kay et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門2-7-16 エグゼクティブタワー虎ノ門403 Tokyo (JP).

(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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL PROCESSING DEVICE AND OPTICAL PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 光処理装置および光処理方法



(57) Abstract: In the present invention, disclosed are an optical processing device and method for suppressing any processing unevenness within a substrate. An optical processing device (100) is provided with a light source unit (10) that produces light and a processing unit (20) in which an object to be processed is exposed to the light produced by the light source unit (10). The processing unit (20) is provided with: a processing region (R1) in which the object to be processed is retained and is exposed to the light in a processing gas atmosphere; and a preparatory region (R2) through which the processing gas passes while being exposed to the light before proceeding towards the processing region, and in which the object to be processed is prohibited from being placed.

(57) 要約: 基板内での処理むらを抑制する光処理装置及び方法が開示される。光処理装置(100)は、光を発する光源部(10)と、前記光源部(10)から発せられた光に被処理物体が曝される処理部(20)とを備え、前記処理部(20)が、前記被処理物体が保持されて処理気体の雰囲気中で前記光に曝される処理領域(R1)と、前記処理気体が前記光に曝されながら通過して前記処理領域へと向かう、前記被処理物体の配置が禁止された準備領域(R2)と、を備える。



WO 2016/125433 A1



(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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 光処理装置および光処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、光処理装置および光処理方法に関する。更に詳しくは、本発明は、例えば、半導体や液晶等の製造工程におけるレジストの光アッシング処理、ナノインプリント装置におけるテンプレートのパターン面に付着したレジストの除去処理、液晶用のガラス基板やシリコンウエハなどのドライ洗浄処理、プリント基板製造工程におけるスミアの除去（デスミア）処理などに好適な光処理装置および光処理方法に関する。

[0002] 従来、例えば、半導体や液晶等の製造工程におけるレジストの光アッシング処理、ナノインプリント装置におけるテンプレートのパターン面に付着したレジストの除去処理、液晶用のガラス基板やシリコンウエハなどのドライ洗浄処理、プリント基板製造工程におけるスミアの除去（デスミア）処理などに用いられる光処理装置および光処理方法として、紫外線を用いた光処理装置および光処理方法が知られている。特に、エキシマランプなどから放射される真空紫外線により生成されるオゾンや酸素ラジカル等の活性種を利用した装置や方法は、より効率良く短時間で所定の処理を行うことができることから、好適に利用されている。

例えば特許文献1では、ビアホールのデスミア処理方法として、基板に紫外線を照射する方法が提案されており、酸素を含む雰囲気下で、ビアホールを形成した基板に紫外線を照射することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2014／104154号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明者らは、鋭意検討の結果、デスミア処理のための紫外線処理方法に

ついて、（１）酸素やオゾンといったガス、または酸素やオゾン等を含むガスを介して、基板に対して紫外線を照射すること、（２）処理用ガスは、処理室内に封じるよりも、基板上を流れるように移動させることにより、処理効率が高まることを見出している。

しかしながら、本発明者らは、実験の結果、給気口に近い基板の周辺部領域について、スミアが除去される速度（デスミアの処理速度）が、その処理用ガスの流れに対して下流側の内側領域よりも遅いこと、言い換えればスミアの除去処理について基板内にむらが生じることを見出した。

本発明は、基板内での処理むらを抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するために、本発明に係る光処理装置の一態様は、光を発する光源部と、前記光源部から発せられた光に被処理物体が曝される処理部とを備え、前記処理部が、前記被処理物体が保持されて処理気体の雰囲気中で前記光に曝される処理領域と、前記処理気体が前記光に曝されながら通過して前記処理領域へと向かう、前記被処理物体の配置が禁止された準備領域と、を備える。

ここで「処理気体」とは、被処理物体を処理する気体であって、光源部からの光に曝されることで処理能力を得る気体である。光と処理気体との好ましい組み合わせとしては、例えば真空紫外光と酸素との組み合わせがある。酸素が真空紫外光に曝されると酸素ラジカル（活性種）やオゾンが発生して被処理物体の表面や付着物を酸化する。

[0006] 本発明に係る光処理装置によれば、準備領域を通過することで処理能力を得た処理気体が処理領域に達して被処理物体を処理することになるので、給気口に近い基板の周辺部領域と下流側の内側領域とで処理速度などの違いが抑制され、処理むらも抑制されることとなる。十分に長い準備領域を備えると、基板内での処理むらを防止することができる。

前記光処理装置において、前記処理部が、前記被処理物体が載置される載置台と、前記載置台上の一部に対する前記被処理物体の載置を妨げて前記準備領域を通過させるためのガイド部と、を備える。

備領域を形成する形成具と、を備えたものであることが好ましい。

このような光処理装置によれば、形成具によって確実に準備領域が形成される。

また、前記光処理装置において、前記光源部が、光を透過する窓板を備えたものであり、前記処理部が、前記窓板に対向し前記被処理物体が載置される載置台を備えたものであり、前記準備領域が、前記窓板と、前記載置台の、前記被処理物体が載置されていない部分とで挟まれた領域であることも好適である。

このような光処理装置によれば、準備領域における処理気体の流れが安定し、その結果、処理気体を得る処理能力も安定する。

[0007] また、前記光処理装置において、前記準備領域は、前記光源部に対向した底面が、前記被処理物体の前記光源部に対向した表面に較べて該光源部から離れていることも好適である。

このような光処理装置によれば、準備領域の底面が被処理物体の表面に較べて光源部から離れているため、準備領域の広さを抑えることができ、装置の小型化などに寄与する。

また、前記光処理装置において、前記準備領域は、前記処理領域よりも流路断面積が大きいことが好ましい。これにより、処理ガスの流れに沿う方向で準備領域の長さを短縮することができる。

また、前記光処理方法において、前記処理工程では、前記準備領域に続く、該準備領域よりも流路断面積が小さい処理領域で該準備領域よりも速い流速の前記処理気体の雰囲気中に配置された被処理物体に、前記光源から発せられた光を照射することも好適である。

このような光処理方法によれば、基板内での処理むらが抑制されるとともに、準備領域の広さを抑えることができる。

[0008] また、前記光処理装置において、前記光源部が発する前記光は紫外線であり、前記処理領域において、前記被処理物体が加熱されながら保持されて前記処理気体の雰囲気中で前記紫外線に曝されるものであり、前記光処理装置

はさらに、少なくとも前記処理領域における加熱温度を制御して、前記準備領域の温度を前記処理領域の温度よりも低温にする温度制御部をさらに備えることも好適である。

ここで「処理気体」とは、被処理物体を処理する気体であって、紫外線に曝されることで処理能力を得る気体である。紫外線と処理気体との好ましい組み合わせとしては、例えば真空紫外線と酸素との組み合わせがある。酸素が真空紫外線に曝されると酸素ラジカル（活性種）やオゾンが発生して被処理物体の表面や付着物を酸化する。酸素と組み合わせる場合には波長220nm以下の真空紫外線を用いることで酸素ラジカル（活性種）やオゾンが発生する。

このように準備領域でオゾンが発生させる場合、準備領域は、オゾンを光処理に先立って生成するオゾン生成領域としての役割を果たす。

[0009] 本発明に係る光処理装置によれば、準備領域を通過することで処理能力を得た処理気体が処理領域に達して被処理物体を処理することになるので、給気口に近い基板の周辺部領域と下流側の内側領域とで処理速度などの違いが抑制され、処理むらも抑制されることとなる。また、準備領域の温度が処理領域よりも低温であることによって処理気体の処理能力が短時間で上昇するので、準備領域の広さを抑えることができ、装置の小型化などに寄与する。

[0010] また、前記光処理装置において、前記処理部が、更に、前記処理領域および前記準備領域を有した一体物のステージと、前記処理領域および前記準備領域それぞれに設けられ、各々の加熱温度が前記温度制御部によって該処理領域と該準備領域とで互いに独立に制御された複数の加熱機構とを備える、ものであってもよい。

このような光処理装置によれば、処理領域および準備領域の各温度を各領域における処理に適した温度に制御することができる。

また、前記光処理装置において、前記処理部が、更に、前記処理領域および前記準備領域を有した一体物のステージと、前記処理領域のみに設けられ、加熱温度が前記温度制御部によって制御された加熱機構とを備える、もの

であってもよい。

このような光処理装置によれば、前記準備領域は前記処理領域よりも確実に低温となる。

[0011] また、前記光処理装置において、前記処理部が、更に、前記処理領域を有した第1ステージと、前記準備領域を有し前記第1ステージとは別体の第2ステージと、前記処理領域および前記準備領域それぞれに設けられ、各々の加熱温度が前記温度制御部によって該処理領域と該準備領域とで互いに独立に制御された複数の加熱機構とを備える、ものであってもよい。

被処理物体を保持する処理領域に較べて準備領域は高い加工精度などが不要であるため、第1ステージと第2ステージを別体とすることで第2ステージを簡易化して製造の手間やコストを抑えることができる。

また、前記光処理装置において、前記処理部が、更に、前記処理領域を有した第1ステージと、前記準備領域を有し前記第1ステージとは別体の第2ステージと、前記処理領域のみに設けられ、加熱温度が前記温度制御部によって制御された加熱機構とを備える、ものであってもよい。

このような光処理装置によれば、前記準備領域は前記処理領域よりも確実に低温となる。特に、第1ステージと第2ステージとを非接触に配備すると効果的である。

[0012] また、上記課題を解決するために、本発明に係る光処理方法の一態様は、準備領域を通過中の処理気体に、光源から発せられた光を照射する準備工程と、前記準備領域に続く処理領域で前記処理気体の雰囲気中に配置された被処理物体に、前記光源から発せられた光を照射する処理工程と、を経る。

準備工程で処理気体が処理能力を得た後、処理工程で被処理物体に対する処理が行われるので、基板内での処理むらが抑制される。

また、前記光処理方法において、前記処理工程では、前記準備領域に続く、該準備領域よりも流路断面積が小さい処理領域で該準備領域よりも速い流速の前記処理気体の雰囲気中に配置された被処理物体に、前記光源から発せられた光が照射される、ものであってもよい。

このような光処理方法によれば、基板内での処理むらが抑制されるとともに、準備領域の広さを抑えることができる。

[0013] また、前記光処理方法では、前記準備工程において、前記準備領域を通過中の前記処理気体に、前記光源から発せられた紫外線が照射され、前記処理工程において、前記処理領域で前記処理気体の雰囲気中に配置されて加熱された前記被処理物体に前記紫外線が照射され、少なくとも前記処理工程における加熱温度が制御されていて、前記準備工程における前記準備領域の温度が該加熱温度よりも低温である、ものであってもよい。

本発明に係る光処理方法によれば、準備領域を通過することで処理能力を得た処理気体が処理領域に達して被処理物体を処理することになるので、給気口に近い基板の周辺部領域と下流側の内側領域とで処理速度などの違いが抑制され、処理むらも抑制されることとなる。また、準備領域の温度が処理領域よりも低温であることによって処理気体の処理能力が短時間で上昇するので、準備領域の広さを抑えることができ、装置の小型化などに寄与する。

発明の効果

[0014] 本発明の光処理装置および光処理方法によれば、基板内での処理むらが抑制される。

上記した本発明の目的、態様及び効果並びに上記されなかった本発明の目的、態様及び効果は、当業者であれば添付図面及び請求の範囲の記載を参照することにより下記の発明を実施するための形態（発明の詳細な説明）から理解できるであろう。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

[図2]基板の概略的構造を示す断面構造図である。

[図3]デスミア処理における作用の第1段階を示す図である

[図4]デスミア処理における作用の第2段階を示す図である。

[図5]デスミア処理における作用の第3段階を示す図である。

[図6]デスミア処理における作用の最終段階を示す図である。

[図7]準備領域における作用を示す図である。

[図8]紫外線の照射と活性種の濃度との関係を表したグラフである。

[図9]第2実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

[図10]第3実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

[図11]第3実施形態での準備領域における作用を示す図である。

[図12]第4実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

[図13]第5実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

[図14]第5実施形態での準備領域における作用を示す図である。

[図15]紫外線の照射と活性種の濃度との関係を表したグラフである。

[図16]第6実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

[図17]第7実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

[図18]第8実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0016] 第1実施形態

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。本実施形態では光処理装置の一例として例えばデスミア処理装置への応用例が示されている。

(光処理装置の構成)

光処理装置100は、基板Wを内部に保持して処理する処理部20と、例えば真空紫外線を発する複数の紫外線光源11を内部に収納し、処理部20の基板Wにその紫外線光源11からの光を照射する光照射部10とを備える。光照射部10が、本発明にいう光源部の一例に相当し、処理部20が、本発明にいう処理部の一例に相当する。

光照射部10は箱型形状のケーシング14を備え、このケーシング14の下方側に位置する面には、例えば真空紫外線を透過する例えば石英ガラス等の窓部材12が気密に設けられている。光照射部10の内部には供給口15から例えば窒素ガス等の不活性ガスが供給されて不活性ガス雰囲気内に保たれ

ている。光照射部 10 内の紫外線光源 11 の上方には反射鏡 13 が設けられていて、紫外線光源 11 から発せられた光を窓部材 12 側に反射する。この窓部材 12 が、本発明にいう窓板の一例に相当する。反射鏡 13 の全幅にほぼ対応した有効照射領域 R0 全体に対してほぼ均等に紫外線光源 11 の光が照射される。

[0017] 紫外線光源 11 は、例えば真空紫外光（波長 200 nm 以下の紫外線）を出射するものであって、種々の公知のランプを利用できる。例えば、キセノンガスを封入したキセノンエキシマランプ（波長 172 nm）、低圧水銀ランプ（波長 185 nm）などがあり、なかでも、デスミア処理に用いるものとしては、例えばキセノンエキシマランプが好適である。

処理部 20 には、紫外線照射処理（デスミア処理）を行う基板 W を表面に吸着して保持するステージ 21 が光照射部 10 の窓部材 12 に対向して設けられている。このステージ 21 が、本発明にいう載置台の一例に相当する。ステージ 21 の外周部分には外周溝 21a が設けられていて、この外周溝 21a と光照射部 10 の窓部材 12 との間に O リング 22 が挟まれることで光照射部 10 と処理部 20 とが気密に組み付けられている。ステージ 21 には図示が省略された熱抵抗ヒータが組み込まれており、デスミア処理の際にはステージ 21 上の基板 W ごと加熱される。

[0018] ステージ 21 の一方（図 1 の右側）の側縁部には、処理用ガス供給用の給気口 21b が設けられ、他方（図 1 の左側）の側縁部には排気口 21c が設けられている。給気口 21b と排気口 21c は、図 1 では 1 つずつ図示されているが、ステージ 21 には給気口 21b と排気口 21c が複数ずつ設けられている。複数の給気口 21b は図 1 の紙面に垂直な方向に並んでおり、複数の排気口 21c も図 1 の紙面に垂直な方向に並んでいる。各給気口 11 には処理用ガス供給手段（不図示）が接続されて処理用ガスが供給される。また、各排気口 12 には排気手段（不図示）が接続される。

ここで、処理用ガスとしては、例えば、酸素ガス、酸素とオゾンや水蒸気の混合ガス、これらのガスに不活性ガスなどを混合したガスなどが考えられ

るが、本実施形態では酸素ガスが用いられるものとする。処理用ガスは、基板Wに光照射部10からの紫外線が照射されている間、給気口21bから供給され排気口21cから排出される。給気口21bから排気口21cへと向かう処理用ガスは窓部材12と基板Wとの間を図1の右から左へと流れていくこととなる。

[0019] ステージ21には、処理用ガスの流れにおける上流側（図1の右側）の領域R2に凸部21dが設けられていて、ステージ21上のこの領域R2には基板Wの載置が禁止されている。言い換えると、基板Wが載置されて保持される領域R1と、載置が禁止された領域R2とで、ステージ21に段差が形成されている。この凸部21dが本発明にいう形成具の一例に相当する。

以下の説明では、ステージ21上の領域のうち、基板Wが載置されて処理される領域R1を処理領域R1と称し、凸部21dが設けられて基板Wの載置が禁止されている領域R2を準備領域R2と称する場合がある。このような処理領域R1が、本発明にいう処理領域の一例に相当し、このような準備領域R2が、本発明にいう準備領域の一例に相当する。

本実施形態では、凸部21dの突出量（即ちステージ21の段差の高さ）は基板Wの厚みと同等になっているので、処理用ガスが流れる隙間が処理領域R1でも準備領域R2でも同等となり、給気口11から排気口12へと向かう処理用ガスの流れが安定する。また、光照射部10から照射される真空紫外線は、処理領域R1と準備領域R2との双方に同等な強度で到達する。

[0020] （基板構造）

光処理装置100による処理対象である基板Wとしては各種の構造の基板Wが用いられるが、ここでは単純化された構造例について説明する。

図2は、基板Wの概略的構造を示す断面構造図である。

基板Wは、例えば、半導体集積回路素子等の半導体素子を搭載するための多層配線基板を製造する途中の中間的な配線基板材料である。

多層配線基板においては、一の配線層と他の配線層とを電氣的に接続するため、1つのもしくは複数の絶縁層を厚み方向に貫通して伸びるビアホール

が形成される。多層配線基板の製造工程においては、絶縁層 3 1 と配線層 3 2 とが積層されてなる配線基板材料に、例えばレーザ加工を施すことによって絶縁層 3 1 の一部を除去することにより、ビアホール 3 3 が形成される。

[0021] しかし、形成されたビアホール 3 3 の底部や側部の表面には、絶縁層 3 1 を構成する材料に起因するスミア（残渣）S が付着する。このスミア S が付着したままの状態ではビアホール 3 3 内にメッキ処理を施すと、配線層間の接続不良を引き起こすことがある。このため、ビアホール 3 3 が形成された配線基板材料（基板 W）に対して、ビアホール 3 3 に付着したスミア S を除去するデスミア処理が行われる。

基板 W が図 1 に示すステージ 2 1 上に載置される際には、ビアホール 3 3 の開口が光照射部 1 0 に向くように、即ちスミア S が紫外線光源 1 1 からの紫外線に曝されるように載置される。

[0022] （デスミア処理の手順）

次に、図 1 に戻り、光処理装置 1 0 0 で実行されるデスミア処理の手順について説明する。

まず、処理部 2 0 の外から処理対象の基板 W が処理部 2 0 の中へと搬送されて来て、ステージ 2 1 上に載せられる。基板 W は真空吸着などでステージ 2 1 に保持される。その後、処理用ガス供給手段により給気口 2 1 b から処理用ガスが処理部 2 0 に供給される。

処理用ガスの供給と同時に、紫外線光源 1 1 が点灯し、照射部 1 0 から紫外線が処理部 2 0 に向けて照射され、基板 W に対し処理用ガスを介して紫外線が照射される。

紫外線が照射された処理用ガスは、例えばオゾンや酸素ラジカルなどの活性種を生成し、後で詳しく説明するように、ビアホール内のスミアと反応してこれを除去する。処理用ガスとスミアとが反応して生じた例えば二酸化炭素等のガスは、新しく供給される処理用ガスの流れに乗って下流に運ばれ、排気口 2 1 c から引き込まれて排気手段により排出される。

処理が終わった基板 W は、ステージ 2 1 上から取り除かれて処理部 2 0 の

外に搬出される。

[0023] (デスミア処理の作用)

ここで、デスミア処理における詳細な作用について説明する。

図3～図6は、デスミア処理における作用の各段階を示す図である。

図3に示す第1段階では、給気口から供給された処理用ガスに、図の上方から下方を向いた矢印で示されるように紫外線が照射されることにより、処理用ガスに含まれる酸素から活性種34であるオゾンや酸素ラジカル（ここでは酸素ラジカルのみを図示）が生成される。この活性種34は、基板Wのビアホール33内に進入する。

図4に示す第2段階では、活性種34がビアホール33内のスミアSと反応してスミアSの一部が分解されるとともに、紫外線がスミアSに照射されることでもスミアSの一部が分解される。このようなスミアSの分解によって、例えば二酸化炭素ガスや水蒸気などの反応生成ガス35が生成される。

[0024] そして、図5に示す第3段階で反応生成ガス35は、給気口側（図の右側）から流れてくる、活性種34を含んだ新しい処理用ガスにより、ビアホール33から排気口側（図の左側）へと押し流される。反応生成ガス35の排出に伴って、活性種34を含んだ新しい処理用ガスがビアホール33内に進入する。

紫外線の照射、活性種34の進入、および反応生成ガス35の排出が繰り返された結果、図6に示す最終段階では、ビアホール33内からスミアが完全に除去される。ビアホール33外に押し流された反応生成ガス35は、基板W上の処理用ガスの流れに乗って、図1に示す排気口21cから排出される。

図3～図6に示す光処理の工程が、本発明にいう処理工程の一例に相当する。

このように、デスミア処理では、紫外線の照射によって例えば酸素ラジカルやオゾンなどの活性種が生成されてビアホール33内に進入するとともに紫外線そのものがビアホール33内に照射されることが処理効率向上の為に

重要である。このため、図 1 に示す窓部材 1 2 と基板 W との間の距離は、例えば 1 mm 以下とされることが好ましく、特に 0.5 mm 以下とされることが好ましい。これにより、酸素ラジカルやオゾンを安定して生成することができると共に基板 W の表面に到達する真空紫外線を十分な大きさの強度（光量）とすることができる。

[0025] （準備領域での作用）

ところで、従来の光処理装置においては、光照射部 1 0 から照射する紫外線を効率よく利用することが重視されるため、一般には、処理に有効な放射強度の紫外線が照射される領域は、基板 W の全体は覆うが、それ以上に広い領域を照射するようには設定されていない。

そのため、従来の装置においては、給気口に近い周辺部領域では、紫外線によって十分な濃度の活性種が生成される前に新しい処理用ガスにより下流側へと押し流されてしまうと考えられる。そのため、周辺部領域ではピアホールに到達する活性種の濃度が低く、処理用ガスの下流側に位置する内側領域よりもデスミアの処理速度が遅くなり、その結果として基板内での処理むらが生じると考えられる。

[0026] これに対し、図 1 に示す光処理装置 1 0 0 では、ステージ 2 1 に凸部 2 1 d が設けられて基板 W の載置が禁止されていることで準備領域 R 2 が形成されているが、この準備領域 R 2 にも処理領域 R 1 と同様に光が照射される。

図 7 は、準備領域における作用を示す図である。

ステージ 2 1 の凸部 2 1 d によって形成された準備領域 R 2 では、例えば酸素ガスである処理用ガス 3 6 に対して光照射部からの紫外線が照射され、オゾンや酸素ラジカルなどの活性種 3 4 が生成される。

準備領域 R 2 には基板 W がない（即ちスミアがない）ので、生成された活性種 3 4 は、新しく供給される処理用ガス 3 6 に押されて下流に流されながら、濃度が徐々に高まり安定化する。即ち、準備領域 R 2 は、処理用ガス 3 6 に紫外線を照射して活性種 3 4 の濃度を安定化させる役割を果たす領域である。本実施形態では、ステージと窓部材とで挟まれた時間的空間的に安定

した隙間を処理用ガスが流れるので処理用ガスの流れも安定し、その結果、活性種 3 4 の濃度は確実に安定化する。

[0027] 準備領域 R 2 で活性種 3 4 の濃度が高まって安定化した処理用ガスは、活性を維持したまま基板 W 上に達してビアホール内に進入し、スミアと反応して除去する。基板 W に達した段階で処理用ガスの活性種 3 4 の濃度は高く安定しているので、基板 W の各箇所における処理速度は処理用ガスの流れの上流から下流までのいずれの箇所でも速く、基板 W 内での処理むらは抑制される。

図 7 に示す準備領域における工程が、本発明にいう準備工程の一例に相当する。

なお、図 7 においては、一例として、酸素に紫外線が照射されて活性種である酸素ラジカルが発生する様子が模式的に示されている。しかし、活性種としてはオゾンも発生するし、処理用ガスにオゾンが含まれている場合は、紫外線照射によりオゾンからも酸素ラジカルが発生する。また、処理用ガスに水蒸気や過酸化水素が含まれている場合は、紫外線照射により活性種である水酸基ラジカルが発生する。

このような各種の処理用ガスおよび活性種のいずれについても、図 7 で説明した準備領域 R 2 での作用は同様に生じ、基板 W 内での処理むらは抑制される。

[0028] 次に、準備領域の好ましい大きさ（処理用ガスの流れに沿った方向の長さ）について検討する。

図 8 は、紫外線の照射と活性種の濃度との関係を表したグラフである。

図 8 のグラフの横軸は、紫外線の照射時間を示しており、グラフの縦軸は、活性種であるオゾンの濃度を示している。また、図 8 に示す例では、処理用ガスとして酸素が用いられ、紫外線として波長 172 nm の真空紫外線が 250 mW/cm² の強度で用いられ、ステージが 150 °C に加熱されている。

活性種（オゾン）は、照射時間がゼロ秒から増えるのに従って濃度が増加

していくが、濃度の増加に伴って、活性種同士の反応などによる消滅量も増加する。その結果、例えば濃度3%程度で濃度が安定する。図8のグラフでは、0.5秒程度の照射時間で活性種の濃度が安定しているが、発明者らが鋭意検討した結果、活性種のこのような濃度安定は、例えば紫外線の強度や処理用ガスの温度などで多少の変化を生じるものの、概ね0.5秒の紫外線照射で実現し、長くても1.0秒程度であることがわかった。

[0029] また、酸素ラジカルの場合にも同様に濃度安定を生じることがわかった。

従って、準備領域の長さとしては、処理用ガスの流速に応じて、0.5秒以上1.0秒以下の通過時間を要する長さに設定するのが好ましい。処理用ガスの流速は、反応生成物による障害（反応速度の低下）を避けるためある程度の高さを保つことが好ましく、例えば50～500mm/s程度の流速が採用されるので、準備領域の長さは25～500mm程度が好ましいと言える。

[0030] 第2実施形態

次に、第2実施形態について説明する。

図9は、第2実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

この第2実施形態の光処理装置200は、準備領域の形成方式が異なる点を除いて、図1に示す実施形態と同様の実施形態であるので、以下では重複説明を省略する。

第2実施形態では、ステージ21上にピン21eが設けられていて、このピン21eによって、ピン21eから図の右側の箇所に対する基板Wの載置が禁止されている。即ち、基板Wの載置が禁止された準備領域をピン21eが形成していることとなる。このピン21eも本発明にいう形成具の一例に相当する。

このようにピン21eが設けられる場合には、処理領域の広さを基板Wの大きさに合わせる調整などが容易である。

[0031] 第3実施形態

以下、本発明の第3実施形態を図面に基づいて説明する。

図１０は、第３実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。本実施形態では光処理装置の一例として例えばデスミア処理装置への応用例が示されている。

（光処理装置の構成）

光処理装置３００は、基板Ｗを内部に保持して処理する処理部２０と、例えば真空紫外線を発する複数の紫外線光源１１を内部に収納し、処理部２０の基板Ｗにその紫外線光源１１からの光を照射する光照射部１０とを備える。光照射部１０が、本発明にいう光源部の一例に相当し、処理部２０が、本発明にいう処理部の一例に相当する。反射鏡１３の全幅にほぼ対応した有効照射領域Ｒ０全体に対してほぼ均等に紫外線光源１１の光が照射される。なお、図示の便宜上、基板Ｗの厚さは実際よりもかなり大きめに示されている。

光照射部１０は箱型形状のケーシング１４を備え、このケーシング１４の下方側に位置する面には、例えば真空紫外線を透過する例えば石英ガラス等の窓部材１２が気密に設けられている。光照射部１０の内部には供給口１５から例えば窒素ガス等の不活性ガスが供給されて不活性ガス雰囲気中に保たれている。光照射部１０内の紫外線光源１１の上方には反射鏡１３が設けられていて、紫外線光源１１から発せられた光を窓部材１２側に反射する。この窓部材１２が、本発明にいう窓板の一例に相当する。

[0032] 紫外線光源１１は、例えば真空紫外光（波長２００ｎｍ以下の紫外線）を出射するものであって、種々の公知のランプを利用できる。例えば、キセノンガスを封入したキセノンエキシマランプ（波長１７２ｎｍ）、低圧水銀ランプ（波長１８５ｎｍ）などがあり、なかでも、デスミア処理に用いるものとしては、例えばキセノンエキシマランプが好適である。

処理部２０には、紫外線照射処理（デスミア処理）を行う基板Ｗを表面に吸着して保持するステージ２１が光照射部１０の窓部材１２に対向して設けられている。ステージ２１の外周部分には外周溝２１ａが設けられていて、この外周溝２１ａと光照射部１０の窓部材１２との間にＯリング２２が挟ま

れることで光照射部 10 と処理部 20 とが気密に組み付けられている。ステージ 21 には図示が省略された熱抵抗ヒータが組み込まれており、デスミア処理の際にはステージ 21 上の基板 W ごと加熱される。

[0033] ステージ 21 の一方（図 10 の右側）の側縁部には、処理用ガス供給用の給気口 21 b が設けられ、他方（図 10 の左側）の側縁部には排気口 21 c が設けられている。給気口 21 b と排気口 21 c は、図 10 では 1 つずつ図示されているが、ステージ 21 には給気口 21 b と排気口 21 c が複数ずつ設けられている。複数の給気口 21 b は図 10 の紙面に垂直な方向に並んでおり、複数の排気口 21 c も図 10 の紙面に垂直な方向に並んでいる。各給気口 11 には処理用ガス供給手段（不図示）が接続されて処理用ガスが供給される。また、各排気口 12 には排気手段（不図示）が接続される。

ここで、処理用ガスとしては、例えば、酸素ガス、酸素とオゾンや水蒸気の混合ガス、これらのガスに不活性ガスなどを混合したガスなどが考えられるが、本実施形態では酸素ガスが用いられるものとする。処理用ガスは、基板 W に光照射部 10 からの紫外線が照射されている間、給気口 21 b から供給され排気口 21 c から排出される。給気口 21 b から排気口 21 c へと向かう処理用ガスは窓部材 12 と基板 W との間を図 10 の右から左へと流れていくこととなる。

[0034] 第 3 実施形態において、ステージ 21 には、処理用ガスの流れにおける上流側（図 10 の右側）の領域 R2 に段差 21 d' が設けられていて、ステージ 21 上のこの領域 R2 には基板 W の載置が禁止されている。ステージ 21 には、排気口 21 c の側に突起 21 e が設けられていて、基板 W は、この突起 21 e に突き当てられるようにステージ 21 上に載置される。

以下の説明では、ステージ 21 上の領域のうち、基板 W が載置されて処理される領域 R1 を処理領域 R1 と称し、基板 W の載置が禁止されている領域 R2 を準備領域 R2 と称する場合がある。このような処理領域 R1 が、本発明にいう処理領域の一例に相当し、このような準備領域 R2 が、本発明にいう準備領域の一例に相当する。

[0035] 第3実施形態において、段差21d'の上面は準備領域R2の底面を成しており、この底面は、光照射部10に対向した基板W表面に較べて光照射部10から離れた位置に存在する。つまり、処理領域R1と準備領域R2とは準備領域R2の方が図の上下方向（処理用ガスの流れに交わる方向）に広いということになる。このため、準備領域R2における処理用ガスの流速は、処理領域R1における処理用ガスの流速よりも遅い。

第3実施形態において、基板構造、デスミア処理の手順、及びデスミア処理の作用は、図2から図6を参照して上記で説明された第1実施形態と同様であるのでその説明は省略する。

ただし、第3実施形態において、図10に示す窓部材12と基板Wとの間の距離は、例えば1.0mm以下とされることが好ましく、特に0.5mm以下とされることが好ましく、更に好ましくは0.3mm程度である。これにより、酸素ラジカルやオゾンを安定して生成することができると共に基板Wの表面に到達する真空紫外線を十分な大きさの強度（光量）とすることができる。

[0036] （準備領域での作用）

ところで、従来の光処理装置においては、光照射部10から照射する紫外線を効率よく利用することが重視されるため、一般には、処理に有効な放射強度の紫外線が照射される領域は、基板Wの全体は覆うが、それ以上に広い領域を照射するようには設定されていない。

そのため、従来の装置においては、給気口に近い周辺部領域では、紫外線によって十分な濃度の活性種が生成される前に新しい処理用ガスにより下流側へと押し流されてしまうと考えられる。そのため、周辺部領域ではビアホールに到達する活性種の濃度が低く、処理用ガスの下流側に位置する内側領域よりもデスミアの処理速度が遅くなり、その結果として基板内での処理むらが生じると考えられる。

[0037] これに対して、図10に示す光処理装置300では、ステージ21に段差21d'が設けられている準備領域R2では基板Wの載置が禁止されている

が、この準備領域 R 2 にも処理領域 R 1 と同様に光が照射される。

図 1 1 は、第 3 実施形態の準備領域における作用を示す図である。

ステージ 2 1 に段差 2 1 d' が設けられている準備領域 R 2 では、例えば酸素ガスである処理用ガス 3 6 に対して光照射部からの紫外線が照射され、オゾンや酸素ラジカルなどの活性種 3 4 が生成される。

準備領域 R 2 には基板 W が不在（即ちスミアがない）ので、生成された活性種 3 4 は、新しく供給される処理用ガス 3 6 に押されて下流に流されながら、濃度が徐々に高まり安定化する。即ち、準備領域 R 2 は、処理用ガス 3 6 に紫外線を照射して活性種 3 4 の濃度を安定化させる役割を果たす領域である。

[0038] また、第 3 実施形態において、準備領域 R 2 は処理領域 R 1 に較べて底が深いので、準備領域 R 2 を通過する処理用ガスの流速は遅く、処理用ガスが短い距離で光照射部 1 0 からの光に十分に曝されることとなる。

一方で、準備領域 R 2 の底が深すぎると、準備領域 R 2 の底面付近で紫外線の到達量が不足して活性種 3 4 の濃度が上がらない虞がある。本発明者らは、種々の実験や計算を行い、準備領域 R 2 の上下幅（即ち図 1 に示す窓部材 1 2 から段差 2 1 d' までの距離）を 1 0 mm 以下、望ましくは 5 mm 以下、特に望ましくは 0. 4 mm から 3. 0 mm 程度とするべきという結論を得た。

[0039] 準備領域 R 2 で活性種 3 4 の濃度が高まって安定化した処理用ガスは、活性を維持したまま基板 W 上に達してビアホール内に進入し、スミアと反応して除去する。基板 W に達した段階で処理用ガスの活性種 3 4 の濃度は高く安定しているので、基板 W の各箇所における処理速度は処理用ガスの流れの上流から下流までのいずれの箇所でも速く、基板 W 内での処理むらは抑制される。

図 1 1 に示す準備領域における工程が、本発明にいう準備工程の一例に相当する。

なお、図 1 1 においては、一例として、酸素に紫外線が照射されて活性種

である酸素ラジカルが発生する様子が模式的に示されている。しかし、活性種としてはオゾンも発生するし、処理用ガスにオゾンが含まれている場合は、紫外線照射によりオゾンからも酸素ラジカルが発生する。また、処理用ガスに水蒸気や過酸化水素が含まれている場合は、紫外線照射により活性種である水酸基ラジカルが発生する。

このような各種の処理用ガスおよび活性種のいずれについても、図11で説明した準備領域R2での作用は同様に生じ、基板W内での処理むらは抑制される。

[0040] 次に、第3実施形態において、処理用ガスの流れに沿った方向における準備領域の長さについて検討する。

図8に示されるように、活性種（オゾン）は、照射時間がゼロ秒から増えるのに従って濃度が増加していくが、濃度の増加に伴って、活性種同士の反応などによる消滅量も増加する。その結果、例えば濃度3%程度で濃度が安定する。図8のグラフでは、0.5秒程度の照射時間で活性種の濃度が安定しているが、発明者らが鋭意検討した結果、活性種のこのような濃度安定は、例えば紫外線の強度や処理用ガスの温度などで多少の変化を生じるものの、概ね0.5秒の紫外線照射で実現し、長くても1.0秒程度であることがわかった。

[0041] また、酸素ラジカルの場合にも同様に濃度安定を生じることがわかった。

従って、準備領域の長さは、処理用ガスの流速に応じて、0.5秒以上1.0秒以下の通過時間を要する長さに設定されることになる。具体的には、処理用ガスの処理領域R1における流速は、処理で発生した排ガスを処理領域R1から効率的に排出するため、ある程度の高さに保つ必要があり、例えば50～500mm/s程度の流速が採用される。そして、上述したように、処理領域における窓部材12と基板Wとの間の距離は1.0mm～0.3mmが好ましく、準備領域における窓部材12から段差21d'までの距離は3.0mm～0.4mmが望ましいことを考慮すると、準備領域の長さは典型的な条件では200mm以下の短距離で充分であることがわかった。

即ち、処理領域においては窓部材 1 2 と基板 W との間の距離を狭くすることで、基板 W の上では速やかなガス交換（排ガスの除去と新しい活性種の供給）が図れる早い流速を維持できる。一方、準備領域においては、窓部材 1 2 から段差 2 1 d' までの距離を、窓部材 1 2 と基板 W との間の距離よりも長くすることで、準備領域を長く（装置を大型化する）ことなく、処理用ガス 3 6 に対して長い時間の光照射ができ十分な活性種を発生させられる、ゆっくりとした流速を達成することができる。

[0042] 第 4 実施形態

次に、第 4 実施形態について説明する。

図 1 2 は、第 4 実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

この第 4 実施形態の光処理装置 4 0 0 は、準備領域におけるステージ 2 1 の構造が異なる点を除いて、図 1 0 に示す第 3 実施形態と同様の実施形態であるので、以下では重複説明を省略する。なお、この図 1 2 でも、図示の便宜上、基板 W の厚さは実際よりもかなり大きめに示されている。

多層配線基板としては 2 mm を超すような厚い基板も存在し、第 2 実施形態ではそのように厚い基板 W の処理を想定している。

第 4 実施形態では、処理領域 R 1 におけるステージ 2 1 の表面 2 1 f が、準備領域 R 2 におけるステージ 2 1 の表面 2 1 g よりも低い位置（即ち図の下方の位置）に存在し、その低い表面 2 1 f 上に基板 W が載置され、高い方の表面 2 1 g には基板 W の載置が禁止されている。このように第 4 実施形態では、準備領域 R 2 におけるステージ 2 1 の表面 2 1 g は高いが、処理領域 R 1 と準備領域 R 2 とで上下方向の幅を較べると、第 3 実施形態と同様に、処理領域 R 1 よりも準備領域 R 2 の方が広がっている。このため、第 4 実施形態でも、図 1 1 で説明したように準備領域 R 2 で活性種の濃度が高まって安定化するので基板 W 内での処理むらが抑制されるとともに、準備領域 R 2 の長さは十分に短い。

[0043] 第 5 実施形態

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 3 は、本実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。本実施形態では光処理装置の一例として例えばデスミア処理装置への応用例が示されている。

(光処理装置の構成)

光処理装置 5 0 0 は、基板 W を内部に保持して処理する処理部 2 0 と、紫外線を発する複数の紫外線光源 1 1 を内部に収納し、処理部 2 0 の基板 W にその紫外線光源 1 1 からの光を照射する光照射部 1 0 とを備える。光照射部 1 0 が、本発明にいう光源部の一例に相当し、処理部 2 0 が、本発明にいう処理部の一例に相当し、基板 W が、本発明にいう被処理物体の一例に相当する。

光照射部 1 0 は箱型形状のケーシング 1 4 を備え、このケーシング 1 4 の下方側に位置する面には、紫外線を透過する例えば石英ガラス等の窓部材 1 2 が気密に設けられている。光照射部 1 0 の内部には供給口 1 5 から例えば窒素ガス等の不活性ガスが供給されて不活性ガス雰囲気中に保たれている。光照射部 1 0 内の紫外線光源 1 1 の上方には反射鏡 1 3 が設けられていて、紫外線光源 1 1 から発せられた光を窓部材 1 2 側に反射する。反射鏡 1 3 の全幅にほぼ対応した有効照射領域 R 0 全体に対してほぼ均等に紫外線光源 1 1 の光が照射される。

[0044] なお、反射鏡 1 3 は必ずしも紫外線光源と独立した機構でなくてもよく、例えば紫外線光源自体に紫外線反射構造を持たせたものであってもよい。

紫外線光源 1 1 は、例えば波長 2 2 0 n m 以下の真空紫外線を出射するものであって、種々の公知のランプを利用できる。例えば、キセノンガスを封入したキセノンエキシマランプ（波長 1 7 2 n m）、低圧水銀ランプ（波長 1 8 5 n m）などがあり、なかでも、デスミア処理に用いるものとしては、例えばキセノンエキシマランプが好適である。

[0045] 処理部 2 0 には、紫外線照射処理（デスミア処理）を行う基板 W を表面に吸着して保持するステージ 2 1 が光照射部 1 0 の窓部材 1 2 に対向して設けられている。ステージ 2 1 には、基板 W を吸着するために例えば吸着孔（不

図示) が穿たれており、平坦性や吸着孔の精度を確保するため本実施形態ではステージ 21 が例えばアルミニウム材で形成されている。このステージ 21 が、本発明にいうステージの一例に相当する。ステージ 21 の外周部分には外周溝 21 a が設けられていて、この外周溝 21 a と光照射部 10 の窓部材 12 との間に O リング 22 が挟まれることで光照射部 10 と処理部 20 とが気密に組み付けられている。この O リング 22 による気密性を阻害しない範囲でステージ 21 の高さを微調整して基板 W と窓部材 12 との距離を高精度に調整する調整機構（不図示）も備えられているものとする。

[0046] ステージ 21 の一方（図 13 の右側）の側縁部には、処理用ガス供給用の給気口 21 b が設けられ、他方（図 13 の左側）の側縁部には排気口 21 c が設けられている。給気口 21 b と排気口 21 c は、図 13 では 1 つずつ図示されているが、ステージ 21 には給気口 21 b と排気口 21 c が複数ずつ設けられている。複数の給気口 21 b は図 13 の紙面に垂直な方向に並んでおり、複数の排気口 21 c も図 13 の紙面に垂直な方向に並んでいる。各給気口 21 b には処理用ガス供給手段（不図示）が接続されて処理用ガスが供給される。また、各排気口 21 c には排気手段（不図示）が接続される。

[0047] ここで、処理用ガスとしては、例えば、酸素ガス、酸素とオゾンや水蒸気の混合ガス、これらのガスに不活性ガスなどを混合したガスなどが考えられるが、本実施形態では酸素ガスが用いられるものとする。処理用ガスは、基板 W に光照射部 10 からの紫外線が照射されている間、給気口 21 b から供給され排気口 21 c から排出される。給気口 21 b から排気口 21 c へと向かう処理用ガスは窓部材 12 と基板 W との間を図 13 の右から左へと流れていくこととなる。

ステージ 21 には、処理用ガスの流れにおける上流側（図 13 の右側）の領域 R2 に凸部 21 d が設けられていて、ステージ 21 のこの領域 R2 には基板 W の載置が禁止されている。言い換えると、基板 W が載置されて保持される領域 R1 と、載置が禁止された領域 R2 とで、ステージ 21 に段差が形成されている。

[0048] 以下の説明では、ステージ21の領域のうち、基板Wが載置されて処理される領域R1を処理領域R1と称し、基板Wの載置が禁止されている領域R2を準備領域R2と称する場合がある。このような処理領域R1が、本発明にいう処理領域の一例に相当し、このような準備領域R2が、本発明にいう準備領域の一例に相当する。

第5実施形態において、ステージ21の処理領域R1には第1のヒータ23が組み込まれており、準備領域R2には第2のヒータ24が組み込まれている。第1のヒータ23は処理領域R1を基板Wごと加熱し、第2のヒータ24は準備領域R2を加熱する。これらのヒータ23, 24としては、例えばシースヒータやカートリッジヒータなどが用いられる。

[0049] 第1のヒータ23には、処理領域R1における加熱温度を設定温度に制御する第1のヒータ制御器25が接続され、第2のヒータ24には、準備領域R2における加熱温度を設定温度に制御する第2のヒータ制御器26が接続されている。これらのヒータ制御器25, 26は互いに独立に加熱温度を制御しており、制御部27によって各設定温度が設定される。

制御部27は、第2のヒータ制御器26の設定温度を第1のヒータ制御器25の設定温度よりも低い温度に設定する。この結果、準備領域R2におけるステージ21面の温度は処理領域R1におけるステージ21面の温度よりも低く保たれる。第1のヒータ23および第2のヒータ24が、本発明にいう加熱機構の一例に相当し、第1のヒータ制御器25と第2のヒータ制御器26と制御部27とを併せたものが、本発明にいう温度制御部の一例に相当する。なお、本発明では、複数の加熱機構を備える場合であっても処理領域と準備領域に互いに独立に温度制御されるそれぞれ1つ以上の加熱機構を備えていれば良く、例えば、処理領域R1と準備領域R2を共通に加熱する共通ヒータを併用してもよい。

[0050] 本実施形態では、凸部21dの突出量（即ちステージ21の段差の高さ）は基板Wの厚みと同等になっているので、処理用ガスが流れる隙間が処理領域R1でも準備領域R2でも同等となり、給気口21bから排気口21cへ

と向かう処理用ガスの流れが安定する。

また、光照射部 10 から照射される紫外線は、処理領域 R 1 と準備領域 R 2 との双方に同等な強度で到達する。

第 5 実施形態において、基板構造は、図 2 を参照して上記で説明された第 1 実施形態と同様であるのでその説明は省略する。

[0051] (デスミア処理の手順)

次に、図 13 に戻り、光処理装置 500 で実行されるデスミア処理の手順について説明する。

まず、処理部 20 の外から処理対象の基板 W が処理部 20 の中へと搬送されて来て、ステージ 21 上に載せられる。基板 W は真空吸着などでステージ 21 に保持される。その後、処理用ガス供給手段により給気口 21 b から処理用ガスが処理部 20 に供給される。

処理用ガスの供給と同時に、あるいは処理室内が処理用ガスで完全にパージされてから、またあるいは処理用ガスが供給され処理室内が処理用ガスで完全にパージされるまでの間に紫外線光源 11 が点灯し、照射部 10 から紫外線が処理部 20 に向けて照射され、基板 W に対し処理用ガスを介して紫外線が照射される。

[0052] 紫外線が照射された処理用ガスは、例えばオゾンや酸素ラジカルなどの活性種を生成し、後で詳しく説明するように、ビアホール内のスミアと反応してこれを除去する。処理用ガスとスミアとが反応して生じた例えば二酸化炭素等のガスは、新しく供給される処理用ガスの流れに乗って下流に運ばれ、排気口 21 c から引き込まれて排気手段により排出される。

なお、紫外線照射後、処理室内に残っているオゾンや酸素ラジカルなどの活性種や、反応によって生じたガスは、給気口 21 b から排気用ガスを供給することにより、排気口 21 c から排気する。この排気用ガスは、必ずしも処理用ガスである必要はなく、窒素ガスや圧縮空気等他のガスであってもよい。

処理が終わった基板 W は、ステージ 21 上から取り除かれて処理部 20 の

外に搬出される。

[0053] (デスミア処理の作用)

ここで、第5実施形態のデスミア処理における詳細な作用について、図3から図6を参照して説明する。

図3に示す第1段階では、給気口から供給された処理用ガスに、図の上方から下方を向いた矢印で示されるように紫外線が照射されることにより、処理用ガスに含まれる酸素から活性種34であるオゾンや酸素ラジカル（ここでは酸素ラジカルのみを図示）が生成される。この活性種34は、基板Wのビアホール33内に進入する。

図4に示す第2段階では、活性種34がビアホール33内のスミアSと反応してスミアSの一部が分解されるとともに、紫外線がスミアSに照射されることでもスミアSの一部が分解される。このようなスミアSの分解によって、例えば二酸化炭素ガスや一酸化炭素ガスや水蒸気などの反応生成ガス35が生成される。

[0054] また、第5実施形態において、スミアSの分解を促進するため、処理領域R1における加熱温度は120℃以上190℃以下の所定温度に制御される。

そして、図5に示す第3段階で反応生成ガス35は、給気口側（図の右側）から流れてくる、活性種34を含んだ新しい処理用ガスにより、ビアホール33から排気口側（図の左側）へと押し流される。反応生成ガス35の排出に伴って、活性種34を含んだ新しい処理用ガスがビアホール33内に進入する。

[0055] 紫外線の照射、活性種34の進入、および反応生成ガス35の排出が繰り返された結果、図6に示す最終段階では、ビアホール33内からスミアが完全に除去される。ビアホール33外に押し流された反応生成ガス35は、基板W上の処理用ガスの流れに乗って、図13に示す排気口21cから排出される。

図3～図6に示す光処理の工程が、本発明にいう処理工程の一例に相当す

る。

このように、デスミア処理では、紫外線の照射によって例えば酸素ラジカルやオゾンなどの活性種が生成されてビアホール 33 内に進入するとともに紫外線そのものがビアホール 33 内に照射されることが処理効率向上の為に重要である。このため、図 13 に示す窓部材 12 と基板 W との間の距離は、例えば 1 mm 以下とされることが好ましく、特に 0.5 mm 以下とされることが好ましい。これにより、酸素ラジカルやオゾンを安定して生成することができると共に基板 W の表面に到達する真空紫外線を十分な大きさの強度（光量）とすることができる。

[0056] （準備領域での作用）

ところで、従来の光処理装置においては、光照射部 10 から照射する紫外線を効率よく利用することが重視されるため、一般には、処理に有効な放射強度の紫外線が照射される領域は、基板 W の全体は覆うが、それ以上に広い領域を照射するようには設定されていない。

そのため、従来の装置においては、給気口に近い周辺部領域では、紫外線によって十分な濃度の活性種が生成される前に新しい処理用ガスにより下流側へと押し流されてしまうと考えられる。そのため、周辺部領域ではビアホールに到達する活性種の濃度が低く、処理用ガスの下流側に位置する内側領域よりもデスミアの処理速度が遅くなり、その結果として基板内での処理むらが生じると考えられる。

[0057] これに対し、図 13 に示す光処理装置 500 では、ステージ 21 に凸部 21d が設けられて基板 W の載置が禁止されていることで準備領域 R2 が形成されているが、この準備領域 R2 にも処理領域 R1 と同様に光が照射される。

図 14 は、第 5 実施形態の準備領域における作用を示す図である。

ステージ 21 の凸部 21d によって形成された準備領域 R2 では、例えば酸素ガスである処理用ガス 36 に対して光照射部からの紫外線が照射され、オゾンや酸素ラジカルなどの活性種 34 が生成される。

[0058] 準備領域 R 2 には基板 W がない（即ちスミアがない）ので、生成された活性種 3 4 は、新しく供給される処理用ガス 3 6 に押されて下流に流されながら、濃度が徐々に高まり安定化する。即ち、準備領域 R 2 は、処理領域での処理に先立って処理用ガス 3 6 に紫外線を照射して活性種 3 4 を生成する役割を果たす領域（活性種生成領域）である。本実施形態では、ステージと窓部材とで挟まれた時間的空間的に安定した隙間を処理用ガスが流れるので処理用ガスの流れも安定し、その結果、活性種 3 4 の濃度が安定化する。

準備領域 R 2 で活性種 3 4 の濃度が高まって安定化した処理用ガスは、活性を維持したまま基板 W 上に達してビアホール内に進入し、スミアと反応して除去する。基板 W に達した段階で処理用ガスの活性種 3 4 の濃度は高く安定しているので、基板 W の各箇所における処理速度は処理用ガスの流れの上流から下流までのいずれの箇所でも速く、基板 W 内での処理むらは抑制される。

[0059] 図 1 4 に示す準備領域における工程が、本発明にいう準備工程の一例に相当する。

なお、図 1 4 においては、一例として、酸素に紫外線が照射されて活性種である酸素ラジカルが発生する様子が模式的に示されている。しかし、活性種としてはオゾンも発生するし、処理用ガスにオゾンが含まれている場合は、紫外線照射によりオゾンからも酸素ラジカルが発生する。また、処理用ガスに水蒸気や過酸化水素が含まれている場合は、紫外線照射により活性種である水酸基ラジカルが発生する。

このような各種の処理用ガスおよび活性種のいずれについても、図 1 4 で説明した準備領域 R 2 での作用は同様に生じ、基板 W 内での処理むらは抑制される。

[0060] ところで、活性種 3 4 の濃度を高めて安定化させるためには十分な広さ（流れに沿った方向の長さ）の準備領域 R 2 が望まれるが、広すぎる準備領域 R 2 は装置の大型化を招く。

そこで、本実施形態では、第 1 のヒータ 2 3 と第 2 のヒータ 2 4 の加熱温

度を異なる温度に制御し、これによって、準備領域 R 2 の温度（ステージ 2 1 面の温度）を処理領域 R 1 の温度（ステージ 2 1 面の温度）よりも低温にしている。このように準備領域 R 2 の温度が低いことで、準備領域 R 2 で生成される活性種 3 4 の熱分解が抑制され、短時間（即ち短距離の準備領域 R 2）で活性種 3 4 の濃度が高まる。

[0061] ここで、準備領域 R 2 の温度と活性種 3 4 の濃度上昇との関係について説明する。

図 1 5 は、紫外線の照射と活性種の濃度との関係を複数の温度について表したグラフである。

図 1 5 のグラフの横軸は、紫外線の照射時間を示しており、グラフの縦軸は、活性種であるオゾンの濃度を示している。

図 1 5 に示す例では、処理用ガスとして酸素が用いられ、紫外線として波長 1 7 2 n m の真空紫外線が 2 5 0 m W / c m ² の強度で用いられている。また、図 1 5 に示す細い実線 4 1 は、準備領域 R 2 が 7 0 °C である場合における活性種（オゾン）の濃度変化を表しており、太い実線 4 2 は、準備領域 R 2 が 1 2 0 °C である場合における活性種（オゾン）の濃度変化を表しており、点線 4 3 は、準備領域 R 2 が 1 9 0 °C である場合における活性種（オゾン）の濃度変化を表している。

[0062] 活性種（オゾン）は、照射時間がゼロ秒から増えるのに従って濃度が増加していくが、濃度の増加に伴って、活性種同士の反応などによる消滅量も増加する。この消滅量は、準備領域の温度が高いほど多いため、準備領域が 1 2 0 °C である場合には例えば濃度 5 % に達するのに約 0 . 7 秒を要するのに対し、準備領域が 7 0 °C である場合にはほぼ半分の 0 . 3 5 秒程度となっている。また、準備領域が 1 9 0 °C である場合は、消滅量が多いため、活性種の濃度の上限が 2 % 未満となっている。

このように、活性種の濃度は準備領域の温度が低いほど高濃度となって紫外線照射処理（デスマリア処理）に好適であるが、例えばオゾンの場合には準備領域の温度が 5 0 °C 未満になると濃度が 1 0 % を超えて爆発の虞がある。

このため、準備領域の温度は50℃以上であることが好ましい。なお、オゾン濃度が高濃度であるほど処理用ガスの反応性は高まるのでオゾン濃度は10%を超えない限り10%に近い方が好ましい。

活性種の濃度上昇は例えば紫外線の強度などで多少の変化を生じるものの、発明者らが鋭意検討した結果、準備領域における温度が50℃以上190℃以下の所定温度で処理領域よりも低温であれば、概ね0.25秒の紫外線照射で十分な活性種濃度が実現し、長くても1秒程度でよいことがわかった。また、図15に示すような活性種の到達濃度も考慮するならば、準備領域における温度は50℃以上120℃以下であることがより好ましい。

[0063] また、オゾンでも酸素ラジカルでも同程度の時間で十分な濃度が得られることがわかった。

従って、準備領域の長さとしては、処理用ガスの流速に応じて、0.25秒以上1秒以下の通過時間を要する長さに設定するのが好ましい。処理用ガスの流速は、反応生成物による障害（反応速度の低下）を避けるためある程度の高さを保つことが好ましく、例えば50～500mm/s程度の流速が採用されるので、準備領域の長さは13～500mm程度が好ましいと言える。

[0064] 第6実施形態

次に、第6実施形態について説明する。

図16は、第6実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

この第6実施形態の光処理装置600は、ヒータの配備が異なる点を除いて、図13に示す第5実施形態と同様の実施形態であるので、以下では重複説明を省略する。

第6実施形態では、ステージ21の処理領域R1にはヒータ23が組み込まれているが、準備領域R2にはヒータが組み込まれていない。処理領域R1のヒータ23にはヒータ制御器25が接続されており、ヒータ制御器25はヒータ23の加熱温度を、制御部27によって設定される設定温度に制御する。

処理領域 R 1 におけるステージ面と、そのステージ面に吸着保持された基板 W は、ヒータ 2 3 によって直接的に加熱されることで制御部 2 7 による設定温度に近い温度となる。

一方、準備領域 R 2 は、ステージ 2 1 による熱伝導によって処理領域 R 1 から伝わる熱によって間接的に加熱されるだけである。その結果、準備領域 R 2 におけるステージ 2 1 面の温度は、処理領域 R 1 におけるステージ 2 1 面の温度よりも確実に低温に保たれ、準備領域 R 2 では活性種の濃度が短時間で（即ち短距離で）十分に高められる。

[0065] 第 7 実施形態

次に、第 7 実施形態について説明する。

図 1 7 は、第 7 実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

この第 7 実施形態の光処理装置 7 0 0 は、ステージの構造が異なる点を除いて、図 1 3 に示す第 5 実施形態と同様の実施形態であるので、以下では重複説明を省略する。

第 7 実施形態では、ステージが、処理領域 R 1 を有する第 1 ステージ 2 1 __ 1 と、準備領域 R 2 を有する第 2 ステージ 2 1 __ 2 に分離している。第 1 ステージ 2 1 __ 1 は、平坦性や吸着孔の精度を確保するため例えばアルミニウム材で形成されている。一方、第 2 ステージ 2 1 __ 2 は、第 1 ステージ 2 1 __ 1 に求められるような加工精度が不要であるため例えばステンレス材（S U S）などの安価な材料で形成される。

[0066] また、第 1 ステージ 2 1 __ 1 は、調整機構（不図示）による高さの微調整で基板 W と窓部材 1 2 との距離を高精度に調整するため上下動可能な構造となっているが、第 2 ステージ 2 1 __ 2 は高さが固定された簡易な構造となっている。

第 1 ステージ 2 1 __ 1 には第 1 のヒータ 2 3 が組み込まれており、第 2 ステージ 2 1 __ 2 には第 2 のヒータ 2 4 が組み込まれている。第 1 のヒータ 2 3 は処理領域 R 1 を基板 W ごと加熱し、第 2 のヒータ 2 4 は準備領域 R 2 を加熱する。

図 1 3 に示す第 5 実施形態と同様に、第 7 実施形態でも、第 1 のヒータ 2 3 には第 1 のヒータ制御器 2 5 が接続され、第 2 のヒータ 2 4 には第 2 のヒータ制御器 2 6 が接続されていて、制御部 2 7 は、第 2 のヒータ制御器 2 6 の設定温度を第 1 のヒータ制御器 2 5 の設定温度よりも低い温度に設定する。この結果、準備領域 R 2 におけるステージ面の温度は処理領域 R 1 におけるステージ面の温度よりも低く保たれ、準備領域 R 2 では活性種の濃度が短時間で（即ち短距離で）十分に高められる。

[0067] また、第 7 実施形態では、第 1 ステージ 2 1 __ 1 から第 2 ステージ 2 1 __ 2 への熱伝導を避けるために第 1 ステージ 2 1 __ 1 と第 2 ステージ 2 1 __ 2 との間に隙間が設けられている。これにより第 1 ステージ 2 1 __ 1 と第 2 ステージ 2 1 __ 2 の温度制御の独立性が高く、各領域における加熱温度の制御が容易である。第 1 ステージ 2 1 __ 1 と第 2 ステージ 2 1 __ 2 との隙間は、処理気体が漏れないように例えばパッキンなどで封鎖されているものとする。

[0068] 第 8 実施形態

次に、第 8 実施形態について説明する。

図 1 8 は、第 8 実施形態の光処理装置を示す概略構成図である。

この第 8 実施形態の光処理装置 8 0 0 は、ヒータの配備が異なる点を除いて、図 1 7 に示す第 7 実施形態と同様の実施形態であるので、以下では重複説明を省略する。

第 8 実施形態では、第 1 ステージ 2 1 __ 1 にはヒータ 2 3 が組み込まれているが、第 2 ステージ 2 1 __ 2 にはヒータが組み込まれていない。第 1 ステージ 2 1 __ 1 のヒータ 2 3 にはヒータ制御器 2 5 が接続されており、ヒータ制御器 2 5 はヒータ 2 3 の加熱温度を、制御部 2 7 によって設定される設定温度に制御する。

第 1 ステージ 2 1 __ 1 のステージ面と、そのステージ面に吸着保持された基板 W は、ヒータ 2 3 によって直接的に加熱されることで制御部 2 7 による設定温度に近い温度となる。一方、準備領域 R 2 は、第 1 ステージ 2 1 __ 1

からの放射熱によって間接的に加熱されるだけである。その結果、準備領域 R 2 におけるステージ面の温度は、処理領域 R 1 におけるステージ面の温度よりも確実に低温に保たれ、準備領域 R 2 では活性種の濃度が短時間で（即ち短距離で）十分に高められる。

[0069] 次に、上記各実施形態の効果を確認するために行った実験例について説明する。

（実験例 1）

図 1 に示す構成を参照して、下記の仕様を有する第 1 実施形態に係る光処理装置を作製した。

[ステージ 2 1]

寸法：755×650 mm、厚さ 20 mm

材質：アルミニウム

準備領域の長さ：100 mm

加熱温度：150 °C

[紫外線光源 1 1]

キセノンエキシマランプ

発光長：700 mm

幅：70 mm

入力電力：500 W

ランプの数：7 本

真空紫外線の照射時間：300 秒間

[0070] [窓部材 1 2]

寸法：755×650 mm、厚さ 5 mm

材質：石英ガラス

窓部材と基板との距離：0.3 mm

[基板 W]

構成：銅基板上に絶縁層を積層し、絶縁層にビアホールを形成したもの

寸法：500 mm×500 mm×0.5 mm

絶縁層の厚さ：30 μm

ビアホールの直径：50 μm

[処理用ガスなどの条件]

処理用ガス：酸素濃度100%

処理用ガス流量：1.0 L/min

このような仕様の光処理装置では、準備領域を処理用ガスが通過するために約0.9秒を要し、基板W内での処理むらは生じなかった。

[0071] (実験例2)

図10に示す構成を参照して、下記の仕様を有する第3実施形態に係る光処理装置を作製した。

[ステージ21]

寸法：755×650 mm、厚さ20 mm

材質：アルミニウム

準備領域の上下幅：1.0 mm

準備領域の長さ：40 mm

加熱温度：150°C

[紫外線光源11]

キセノンエキシマランプ

発光長：700 mm

幅：70 mm

入力電力：500 W

ランプの数：7本

真空紫外線の照射時間：300秒間

[0072] [窓部材12]

寸法：755×650 mm、厚さ5 mm

材質：石英ガラス

窓部材と基板との距離：0.3 mm

[基板W]

構成：銅基板上に絶縁層を積層し、絶縁層にビアホールを形成したもの

寸法：500mm×500mm×0.5mm

絶縁層の厚さ：30μm

ビアホールの直径：50μm

[処理用ガスなどの条件]

処理用ガス：酸素濃度100%

処理用ガス流量：1.0L/min

このような仕様の光処理装置では、準備領域を処理用ガスが通過するために約1.2秒を要し、基板W内での処理むらは生じなかった。

[0073] (実験例3)

図13に示す構成を参照して、下記の仕様を有する第5実施形態に係る光処理装置を作製した。

[ステージ21]

寸法：755×650mm、厚さ20mm

材質：アルミニウム

準備領域の長さ：40mm

処理領域の加熱温度：150℃

準備領域の加熱温度：70℃

[紫外線光源11]

キセノンエキシマランプ

発光長：700mm

幅：70mm

入力電力：500W

ランプの数：7本

紫外線の照射時間：300秒間

[0074] [窓部材12]

寸法：755×650mm、厚さ5mm

材質：石英ガラス

窓部材と基板との距離：0.3 mm

[基板W]

構成：銅基板上に絶縁層を積層し、絶縁層にビアホールを形成したもの

寸法：500 mm×500 mm×0.5 mm

絶縁層の厚さ：30 μ m

ビアホールの直径：50 μ m

[処理用ガスなどの条件]

処理用ガス：酸素濃度100%

処理用ガス流量：1.0 L/min

このような仕様の光処理装置では、40 mmという短い準備領域を処理用ガスが約0.35秒という短時間で通過するが、活性種の濃度は十分に高く、基板W内での処理むらは生じなかった。

[0075] なお、上記説明では、本発明の光処理装置の一例としてデスミア処理装置への応用例が示されているが、本発明の光処理装置は、例えば光アッシング処理装置やレジストの除去処理装置やドライ洗浄処理装置などに応用されてもよい。

また、上記説明では、本発明にいう形成具を備えたステージ21が例示されているが、本発明にいう載置台や処理部は、形成具を有さないものであってもよい。

また、上記説明では、凸部21dによって準備領域への基板Wの載置が禁止された例が示されているが、本発明にいう準備領域は、例えば基板Wと同一の厚さを有したダミー板の載置によって基板Wの載置が禁止された領域であってもよく、処理領域と準備領域との境界に設けられたピンなどによって基板Wの載置が禁止された領域であってもよい。

[0076] なお、上記において特定の実施形態が説明されているが、当該実施形態は単なる例示であり、本発明の範囲を限定する意図はない。本明細書に記載された装置及び方法は上記した以外の形態において具現化することができる。また、本発明の範囲から離れることなく、上記した実施形態に対して適宜、

省略、置換及び変更をなすこともできる。かかる省略、置換及び変更をなした形態は、請求の範囲に記載されたもの及びこれらの均等物の範疇に含まれ、本発明の技術的範囲に属する。

本出願は日本特許出願第2015-022099号（出願日2015年2月6日）、日本特許出願第2015-029895号（出願日2015年2月18日）、及び日本特許出願第2015-104673号（出願日2015年5月22日）を基礎とした出願であり、上記日本出願の優先権を主張し、上記日本出願の開示内容は全て本出願に組み込まれたものとする。

符号の説明

[0077] 100…光処理装置、W…基板、10…光照射部、20…処理部、11…紫外線光源、12…窓部材、21…ステージ、23、24…ヒータ、25、26…ヒータ制御器、27…制御部、R1…処理領域、R2…準備領域

請求の範囲

- [請求項1] 光を発する光源部と、
前記光源部から発せられた光に被処理物体が曝される処理部と、を
備え、
前記処理部が、
前記被処理物体が保持されて処理気体の雰囲気中で前記光に曝され
る処理領域と、
前記処理気体が前記光に曝されながら通過して前記処理領域へと向
かう、前記被処理物体の配置が禁止された準備領域と、
を備えたことを特徴とする光処理装置。
- [請求項2] 前記処理部が、
前記被処理物体が載置される載置台と、
前記載置台上の一部に対する前記被処理物体の載置を妨げて前記準
備領域を形成する形成具と、
を備えたものであることを特徴とする請求項1記載の光処理装置。
- [請求項3] 前記光源部が、光を透過する窓板を備えたものであり、
前記処理部が、前記窓板に対向し前記被処理物体が載置される載置
台を備えたものであり、
前記準備領域が、前記窓板と、前記載置台の、前記被処理物体が載
置されていない部分とで挟まれた領域であることを特徴とする請求項
1または2記載の光処理装置。
- [請求項4] 前記準備領域は、前記光源部に対向した底面が、前記被処理物体の
前記光源部に対向した表面に較べて該光源部から離れていることを特
徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の光処理装置。
- [請求項5] 前記準備領域は、前記処理領域よりも流路断面積が大きいことを特
徴とする請求項4記載の光処理装置。
- [請求項6] 前記光源部が発する前記光は紫外線であり、
前記処理領域において、前記被処理物体が加熱されながら保持され

て前記処理気体の雰囲気中で前記紫外線に曝されるものであり、
前記光処理装置はさらに、

少なくとも前記処理領域における加熱温度を制御して、前記準備領域の温度を前記処理領域の温度よりも低温にする温度制御部をさらに備える、ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の光処理装置。

[請求項7]

前記処理部が、更に、

前記処理領域および前記準備領域を有した一体物のステージと、

前記処理領域および前記準備領域それぞれに設けられ、各々の加熱温度が前記温度制御部によって該処理領域と該準備領域とで互いに独立に制御された複数の加熱機構とを備える、ことを特徴とする請求項 6 記載の光処理装置。

[請求項8]

前記処理部が、更に、

前記処理領域および前記準備領域を有した一体物のステージと、

前記処理領域のみに設けられ、加熱温度が前記温度制御部によって制御された加熱機構とを備える、ことを特徴とする請求項 6 記載の光処理装置。

[請求項9]

前記処理部が、更に、

前記処理領域を有した第 1 ステージと、

前記準備領域を有し前記第 1 ステージとは別体の第 2 ステージと、

前記処理領域および前記準備領域それぞれに設けられ、各々の加熱温度が前記温度制御部によって該処理領域と該準備領域とで互いに独立に制御された複数の加熱機構とを備える、ことを特徴とする請求項 6 記載の光処理装置。

[請求項10]

前記処理部が、更に、

前記処理領域を有した第 1 ステージと、

前記準備領域を有し前記第 1 ステージとは別体の第 2 ステージと、

前記処理領域のみに設けられ、加熱温度が前記温度制御部によって

制御された加熱機構とを備える、ことを特徴とする請求項 6 記載の光処理装置。

[請求項11] 準備領域を通過中の処理気体に、光源から発せられた光を照射する準備工程と、

前記準備領域に続く処理領域で前記処理気体の雰囲気中に配置された被処理物体に、前記光源から発せられた光を照射する処理工程と、を経ることを特徴とする光処理方法。

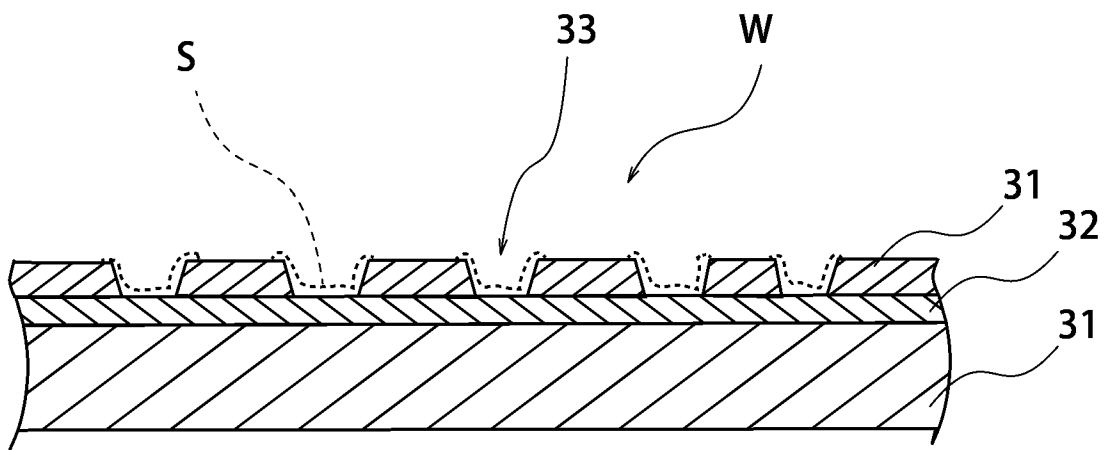
[請求項12] 前記処理工程において、前記準備領域に続く、該準備領域よりも流路断面積が小さい処理領域で該準備領域よりも速い流速の前記処理気体の雰囲気中に配置された被処理物体に、前記光源から発せられた前記光が照射されることを特徴とする請求項 11 記載の光処理方法。

[請求項13] 前記準備工程において、前記準備領域を通過中の前記処理気体に、前記光源から発せられた紫外線が照射され、

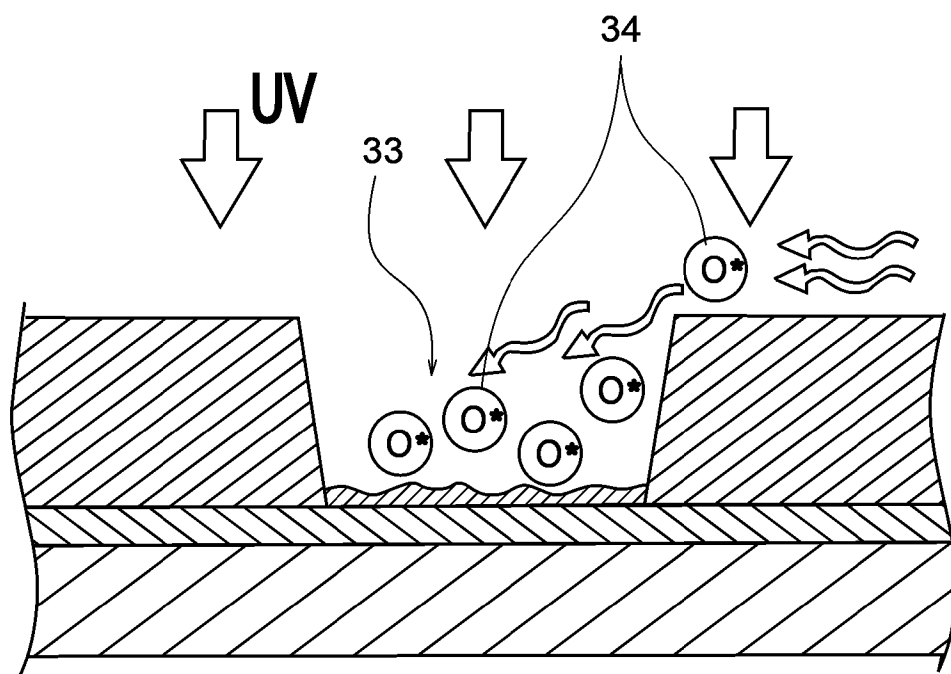
前記処理工程において、前記処理領域で前記処理気体の雰囲気中に配置されて加熱された前記被処理物体に前記紫外線が照射され、

少なくとも前記処理工程における加熱温度が制御されていて、前記準備工程における前記準備領域の温度が該加熱温度よりも低温である、ことを特徴とする請求項 11 または 12 に記載の光処理方法。

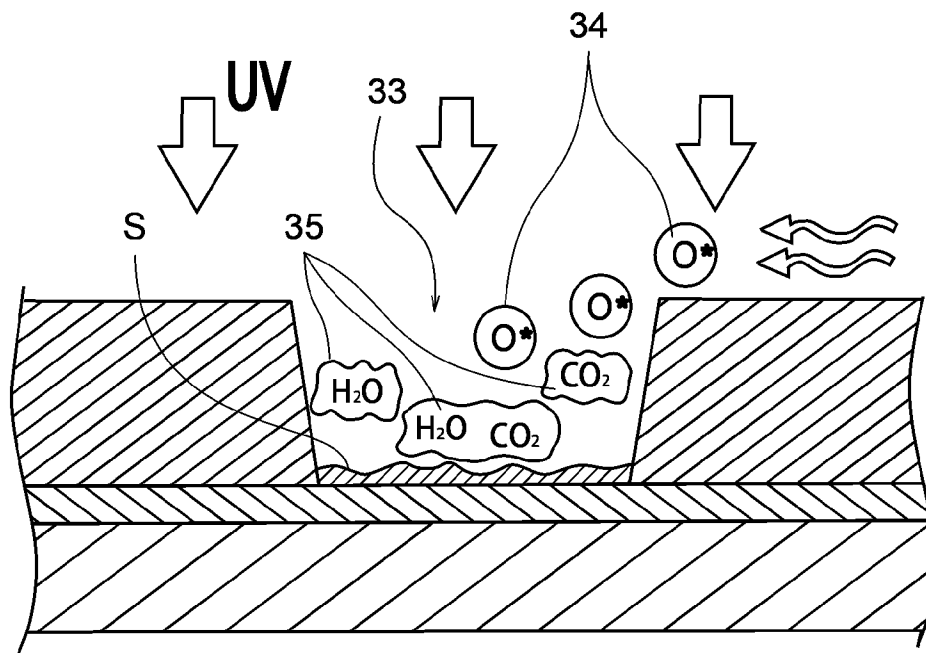
[図2]



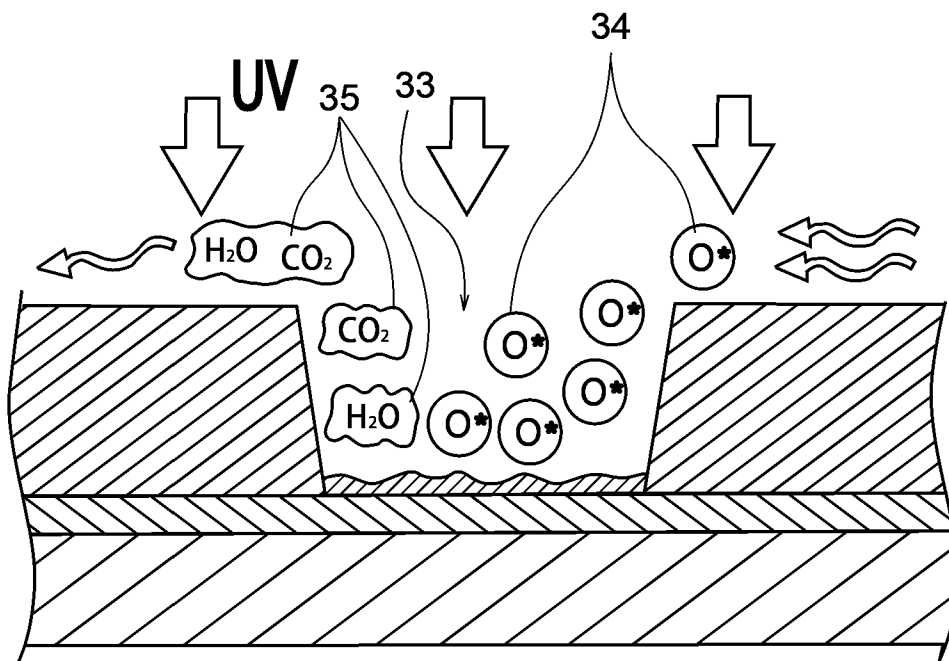
[図3]



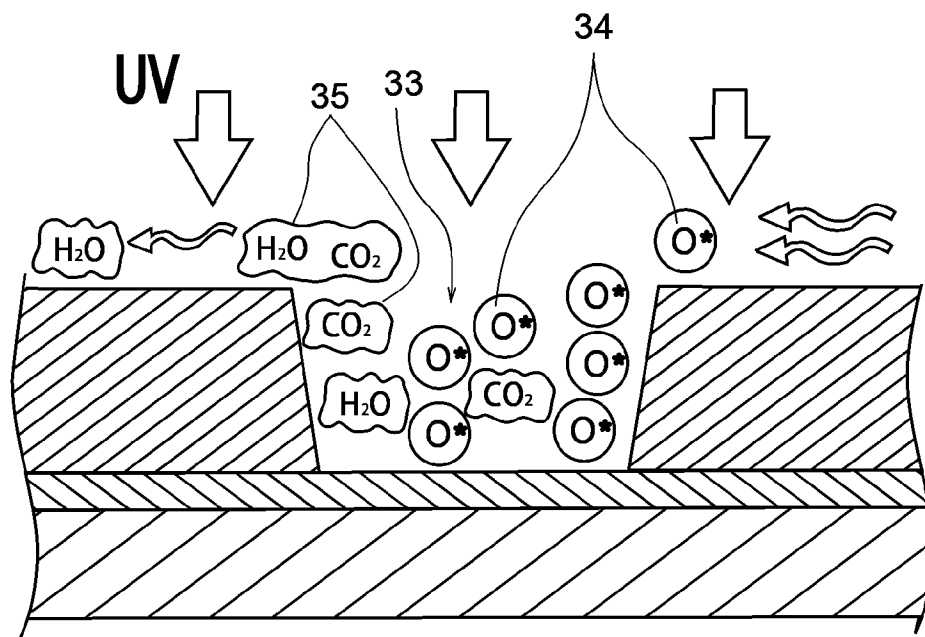
[図4]



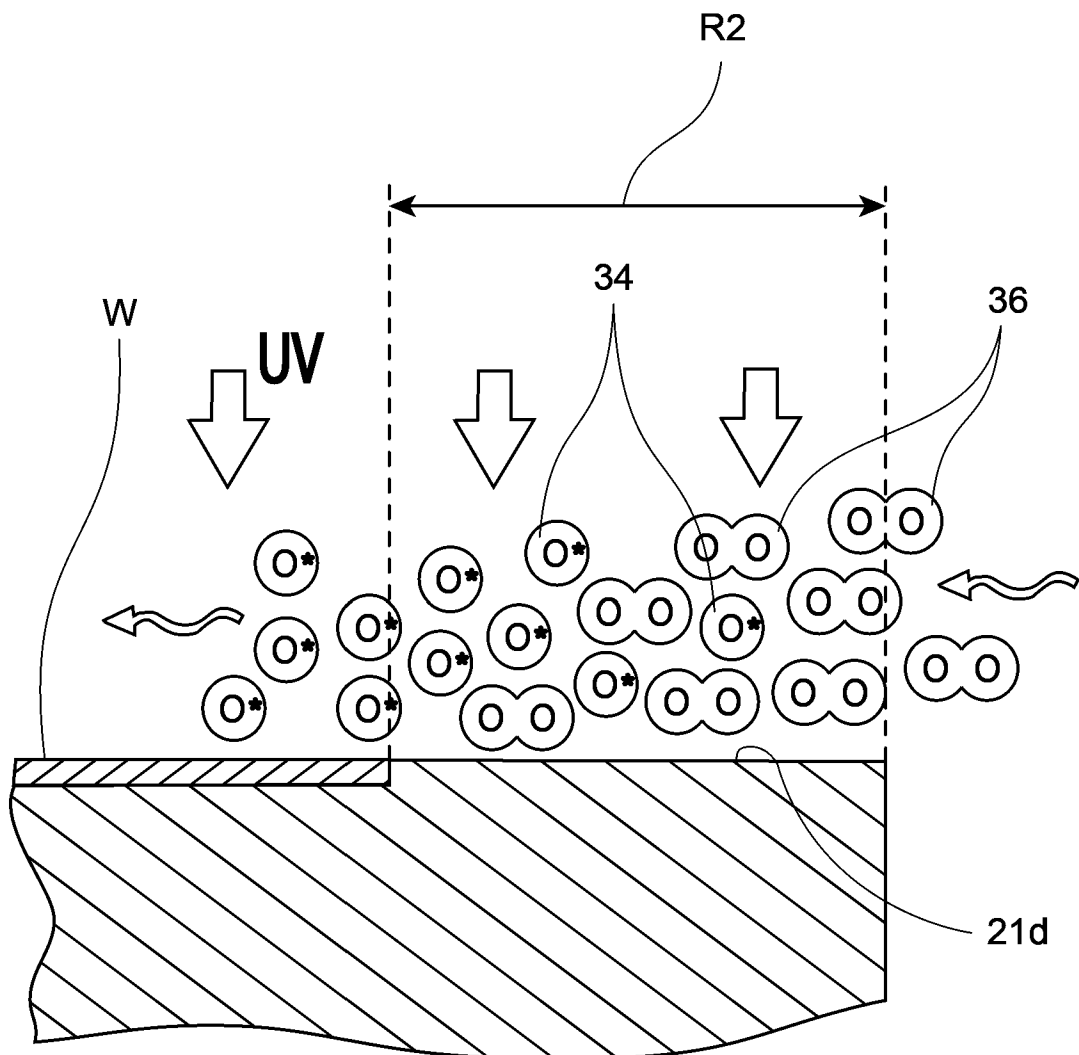
[図5]



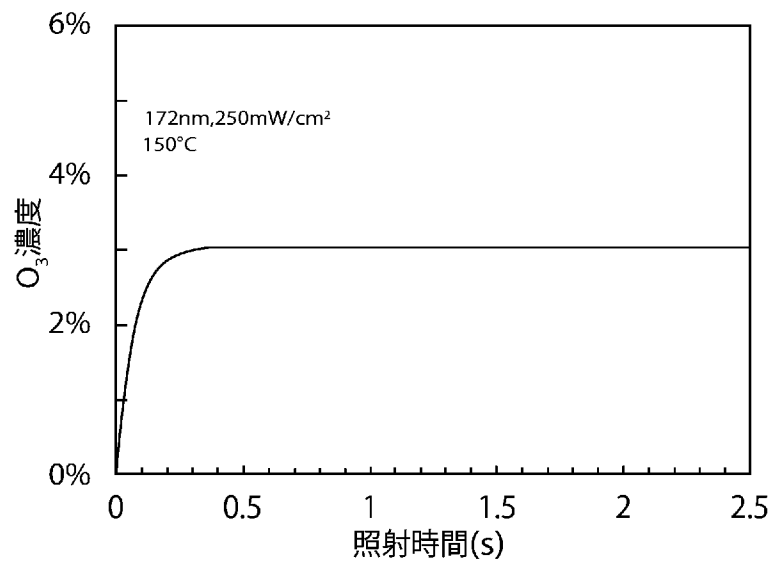
[図6]



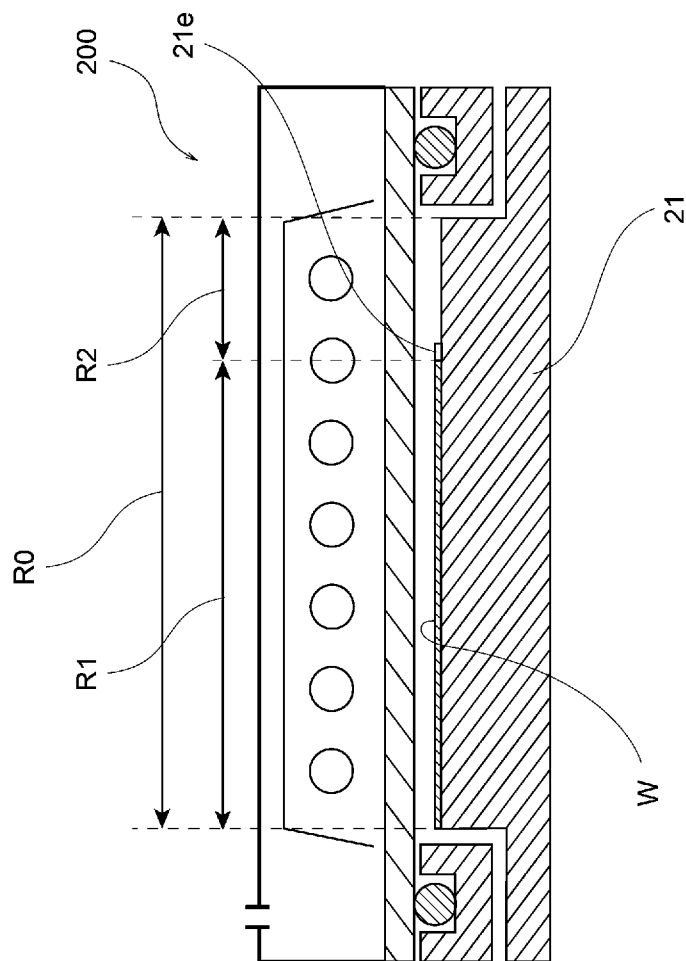
[図7]



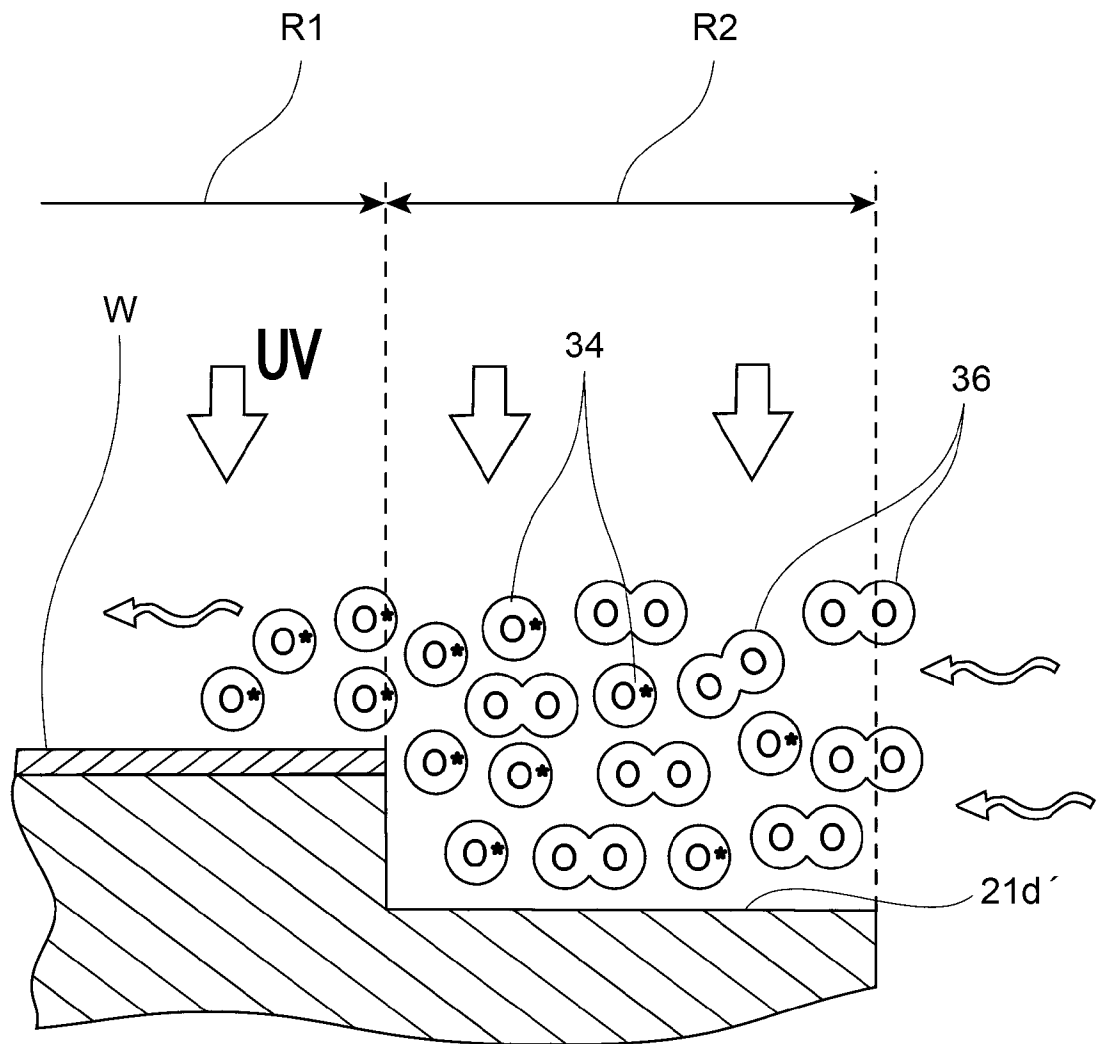
[図8]



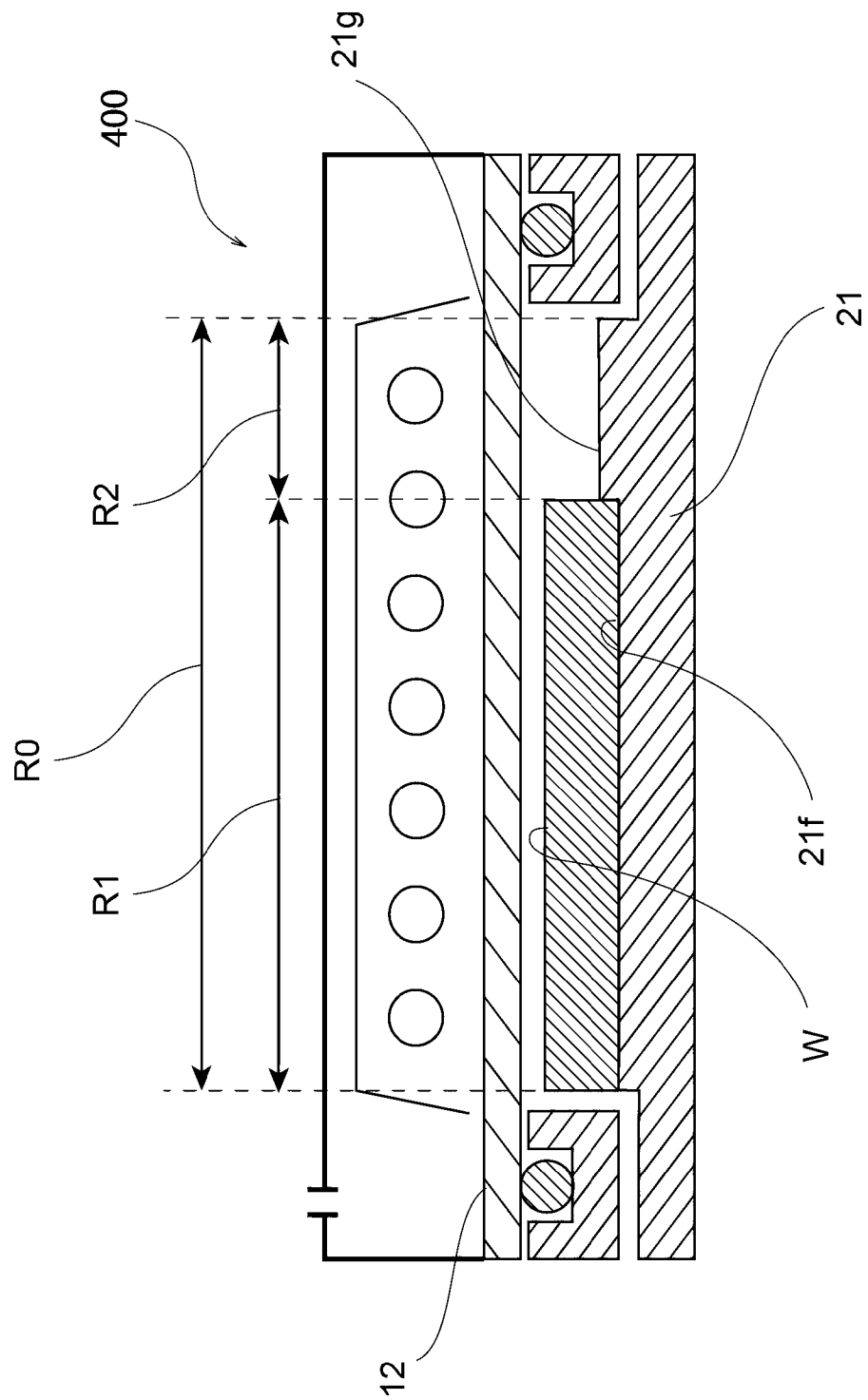
[図9]



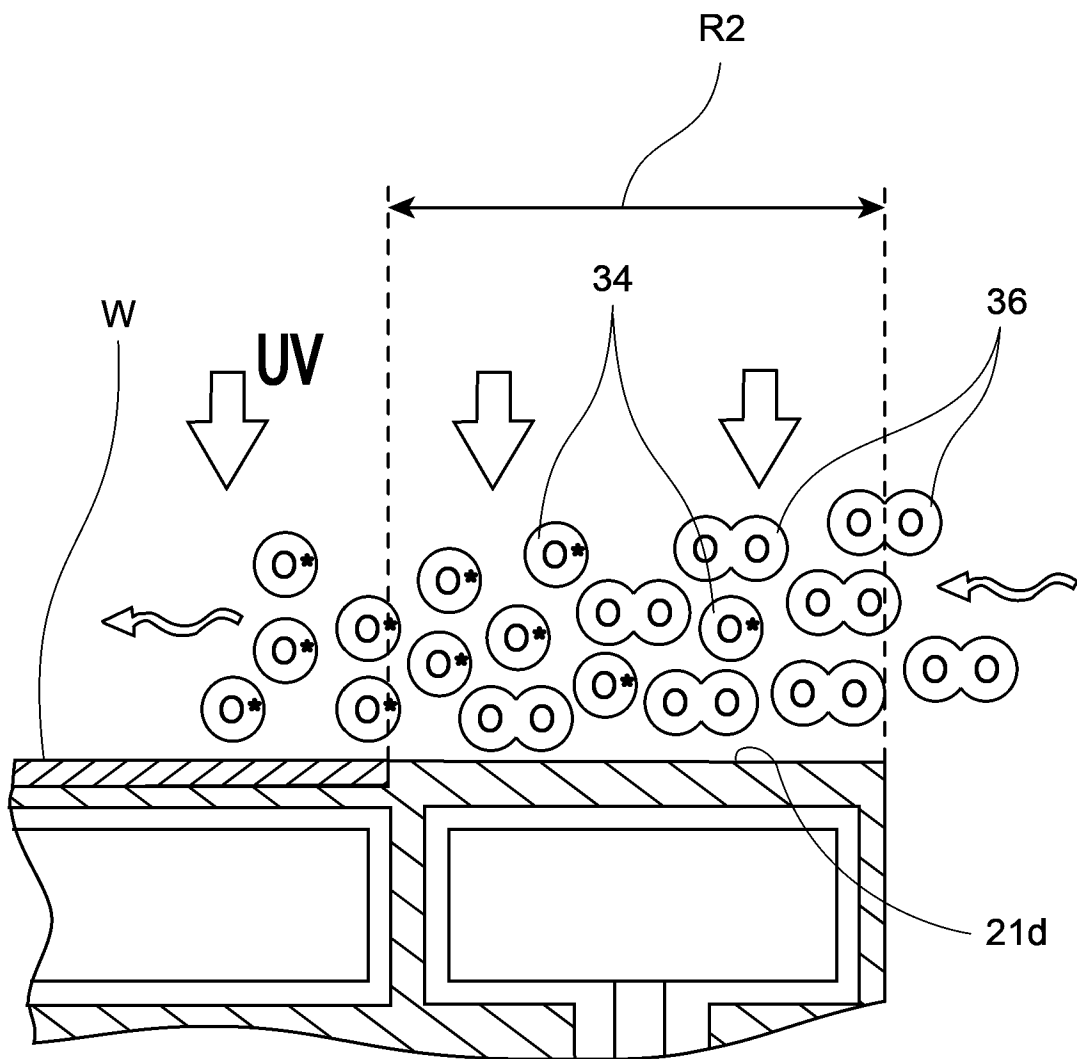
[図11]



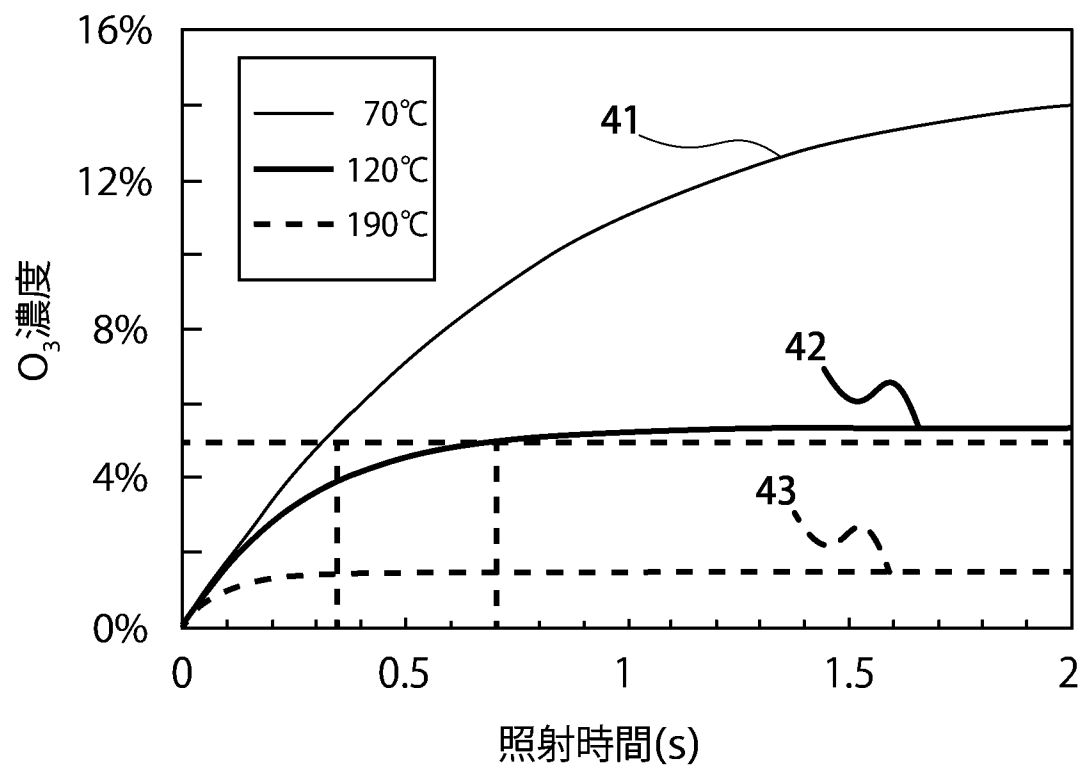
[図12]



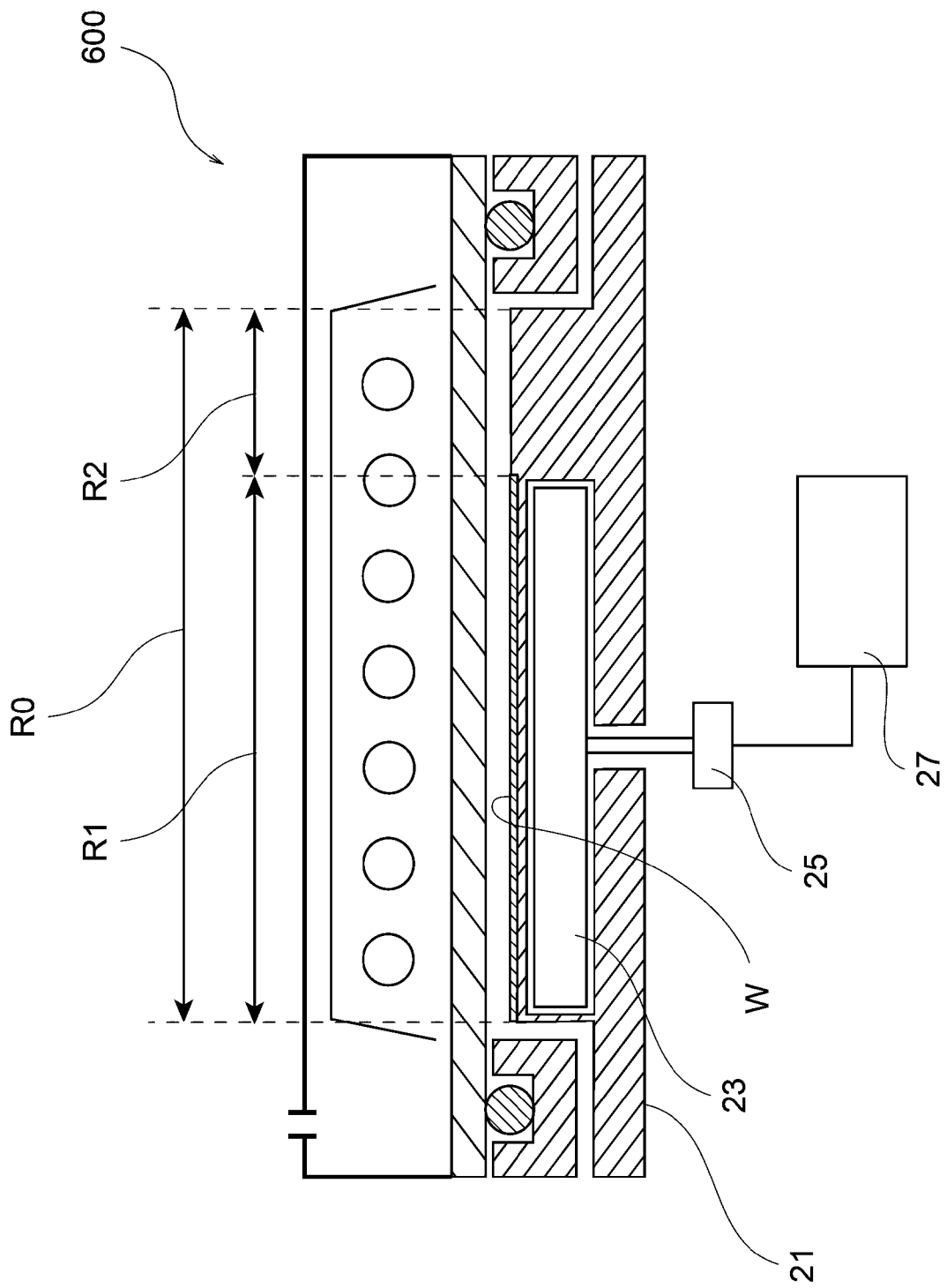
[図14]



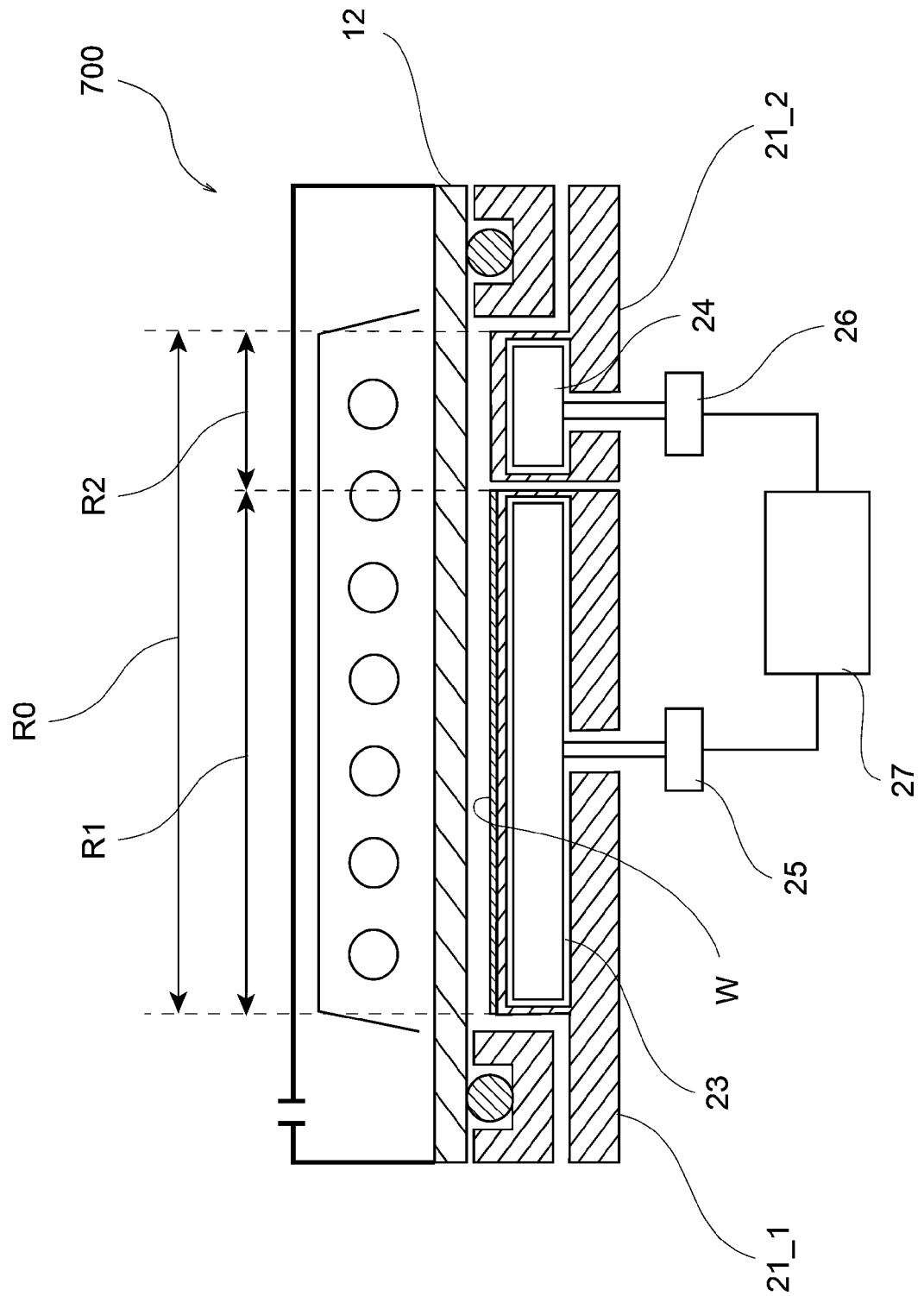
[図15]



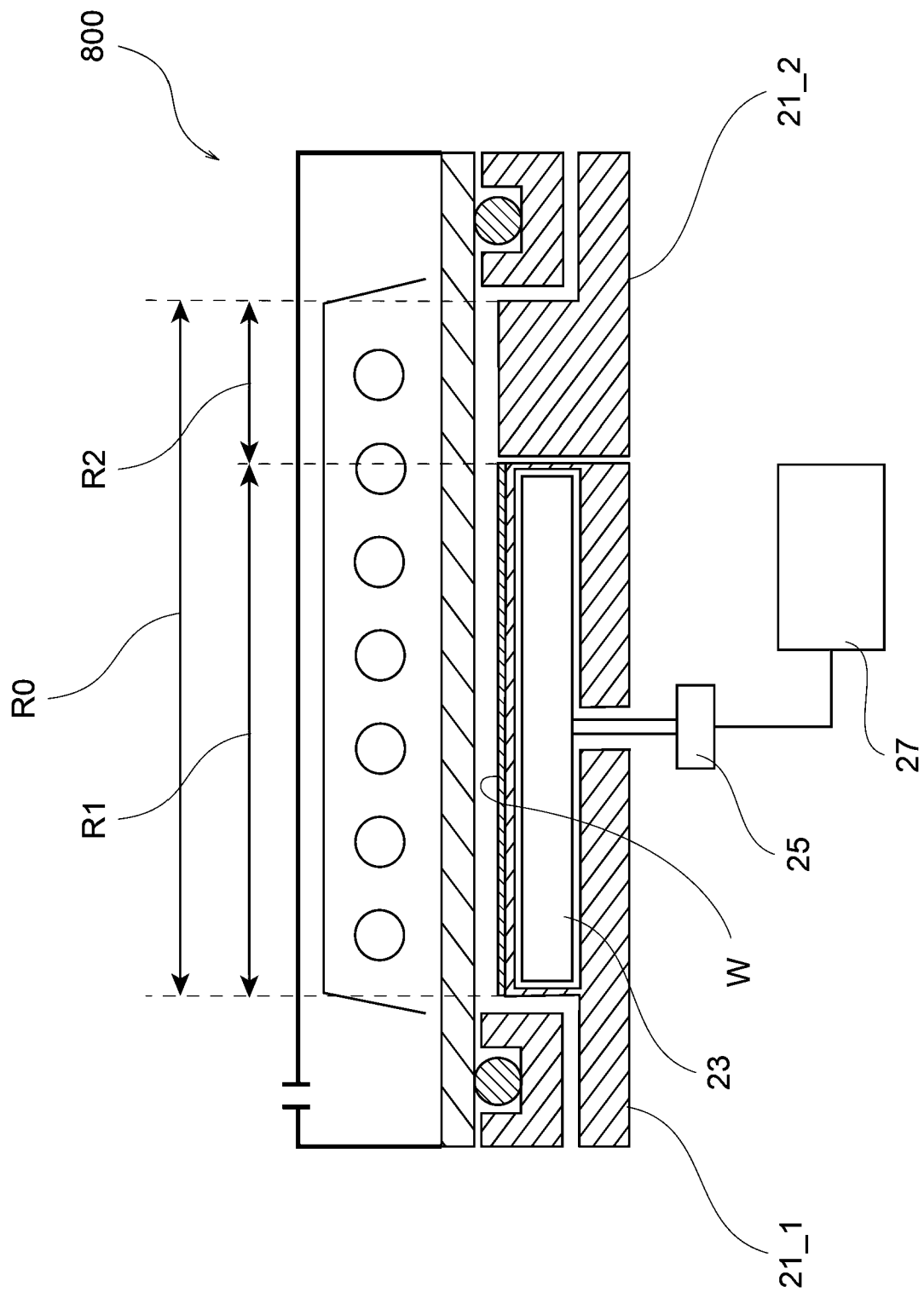
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/000226

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05K3/42(2006.01)i, G03F7/42(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i, H01L21/304(2006.01)i, H01L21/683(2006.01)n

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)

H05K3/42, G03F7/42, H01L21/027, H01L21/304, H01L21/683

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	WO 2014/104154 A1 (Ushio Inc.), 03 July 2014 (03.07.2014), paragraphs [0044], [0051]; fig. 5 & US 2015/0351251 A1 paragraphs [0117] to [0118], [0133]; fig. 5 & CN 104838732 A & KR 10-2015-0074104 A	1, 3, 11 2, 4-10, 12-13
A	JP 63-20833 A (Toshiba Corp.), 28 January 1988 (28.01.1988), (Family: none)	1-13
A	JP 62-36668 A (Fujitsu Ltd.), 17 February 1987 (17.02.1987), (Family: none)	1-13

☐ 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
04 April 2016 (04.04.16)

Date of mailing of the international search report
19 April 2016 (19.04.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05K3/42(2006.01)i, G03F7/42(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i, H01L21/304(2006.01)i, H01L21/683(2006.01)n

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））

Int.Cl. H05K3/42, G03F7/42, H01L21/027, H01L21/304, H01L21/683

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2014/104154 A1（ウシオ電機株式会社） 2014.07.03, 段落[0044], [0051], 図5	1, 3, 11
A	& US 2015/0351251 A1, 段落[0117]-[0118], [0133], 図5 & CN 104838732 A & KR 10-2015-0074104 A	2, 4-10, 12-13
A	JP 63-20833 A（株式会社東芝） 1988.01.28, （ファミリーなし）	1-13
A	JP 62-36668 A（富士通株式会社） 1987.02.17, （ファミリーなし）	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。

* 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
「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矛盾するものではなく、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

04.04.2016

国際調査報告の発送日

19.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

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

特許庁審査官（権限のある職員）

井上 信

5D

3309

電話番号 03-3581-1101 内線 3551