

(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
2022年6月30日(30.06.2022)



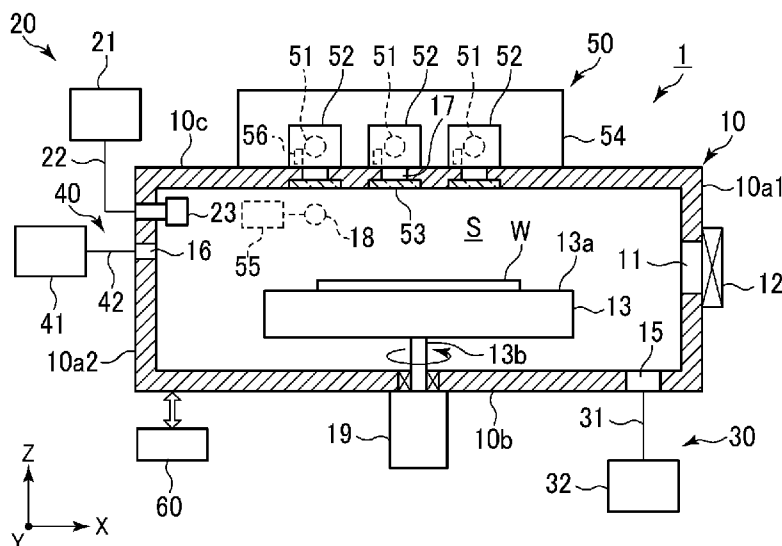
(10) 国際公開番号

WO 2022/137725 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/316 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/036998
- (22) 国際出願日: 2021年10月6日(06.10.2021)
- (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 2020-212070 2020年12月22日(22.12.2020) 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: 塩野 海(SHIONO Kai); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ株式会社
- 社内 Yamanashi (JP). 川崎 裕雄(KAWASAKI Hiroo); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ株式会社内 Yamanashi (JP). 齊藤 哲也(SAITO Tetsuya); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ株式会社内 Yamanashi (JP). 山崎 和良(YAMAZAKI Kazuyoshi); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 高山 宏志(TAKAYAMA Hiroshi); 〒0600054 北海道札幌市中央区南四条東1丁目4-1 フォーシーズンビルD610 Hokkaido (JP).

(54) Title: SUBSTRATE TREATING DEVICE, SUBSTRATE TREATING METHOD, AND ULTRAVIOLET RAY IRRADIATION UNIT

(54) 発明の名称: 基板処理装置、基板処理方法、および紫外線照射ユニット



(57) Abstract: This substrate treating device comprises: a treating container that houses a substrate; a gas supply mechanism for supplying an oxygen-containing gas into the treating container; and an ultraviolet ray irradiation unit that emits ultraviolet rays into the treating container and generating oxygen radicals in the treating container. The ultraviolet ray irradiation unit has an ultraviolet ray source that emits ultraviolet rays from the outside of the treating container into the treating container; an ultraviolet ray transmission window through which the ultraviolet rays emitted from the ultraviolet ray source is transmitted into the treating container; and a first optical measuring instrument that measures a light irradiation parameter of the ultraviolet rays transmitted through the ultraviolet ray transmission window and emitted into the treating container.

WO 2022/137725 A1

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, 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, 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : 基板処理装置は、基板を収容する処理容器と、処理容器内に酸素含有ガスを供給するガス供給機構と、処理容器内に紫外線を照射して処理容器内に酸素ラジカルを生成する紫外線照射ユニットとを備え、紫外線照射ユニットは、処理容器の外部から処理容器内に紫外線を放射する紫外線光源と、紫外線光源から放射された紫外線を処理容器内に透過する紫外線透過窓と、紫外線透過窓を透過し処理容器内に照射される紫外線の光照射パラメータを測定する第1の光測定器とを有する。

明 細 書

発明の名称：

基板処理装置、基板処理方法、および紫外線照射ユニット

技術分野

[0001] 本開示は、基板処理装置、基板処理方法、および紫外線照射ユニットに関する。

背景技術

[0002] 紫外線光源（紫外線ランプ）から紫外線透過窓を介して処理容器に紫外線を照射し、酸素含有ガスのラジカルを生成して基板に酸化処理を行う技術が知られている（例えば特許文献1、2）。

[0003] 特許文献1には、紫外線ランプを収納するランプハウスに光量センサを挿入して紫外線ランプの光量を測定することが記載されている。また、特許文献2には、紫外線照射により生成された酸素含有ガスのラジカルを用いて酸化膜を形成し、当該酸化膜に対し、リモートプラズマを用いてラジカル窒化処理を行う基板処理装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2000-349079号公報
特許文献2：特開2020-150238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、紫外線透過窓を介して処理容器内に適切に紫外線を照射して基板に処理を行える基板処理装置、基板処理方法、および紫外線照射ユニットを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様に係る基板処理装置は、基板に処理を施す基板処理装置で

あって、基板を収容する処理容器と、前記処理容器内に酸素含有ガスを供給するガス供給機構と、前記処理容器内に紫外線を照射して前記処理容器内に酸素ラジカルを生成する紫外線照射ユニットと、を備え、前記紫外線照射ユニットは、前記処理容器の外部から前記処理容器内に紫外線を放射する紫外線光源と、前記紫外線光源から放射された紫外線を前記処理容器内に透過する紫外線透過窓と、前記紫外線透過窓を透過し前記処理容器内に照射される紫外線の光照射パラメータを測定する第1の光測定器と、を有する。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、紫外線透過窓を介して処理容器内に適切に紫外線を照射して基板に処理を行える基板処理装置、基板処理方法、および紫外線照射ユニットが提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]一実施形態に係る基板処理装置の構成の概略を模式的に示す縦断面図である。

[図2]一実施形態に係る基板処理装置の構成の概略を模式的に示す横断面図である。

[図3]冷却機構の一例を示す図である。

[図4]冷却機構の他の例を示す図である。

[図5]基板処理方法の一例を説明するためのフローチャートである。

[図6]基板処理方法の一例の要部を具体的に示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面を参照して実施形態について説明する。

図1および図2は、一実施形態に係る基板処理装置の構成の概略を模式的に示す縦断面図および横断面図である。

[0010] 本実施形態の基板処理装置は、基板Wの表面に紫外光ラジカル酸化処理によりシリコン酸化膜を形成し、続いてリモートプラズマラジカル窒化処理を行い上記シリコン酸化膜の表面を窒化するものである。基板Wとしては、表面にシリコンを有するものであればよく、典型的にはシリコンウエハを挙げ

ることができる。

- [0011] 図1に示すように、基板処理装置1は、処理容器10と、ガス供給機構20と、排気部30と、リモートプラズマユニット40と、紫外線照射ユニット50と、制御部60とを有する。
- [0012] 処理容器10は、基板Wを収容して処理を行うためのものであり、金属材料で構成され、直方体形状をなしている。処理容器10の内部は、基板Wを処理する処理空間Sを有し、減圧可能に構成されている。なお、図1および図2において、処理容器10の長さ方向をX方向、長さ方向に直交する幅方向をY方向、高さ方向をZ方向とする。
- [0013] 処理容器10の一つの側壁10a1には、基板Wの搬入出口11が設けられており、この搬入出口11には、当該搬入出口11を開閉するゲートバルブ12が設けられている。
- [0014] 処理容器10内には、基板Wを載置するステージ13が設けられている。ステージ13は、上面が基板Wを水平に載置する載置面13aとなっている。図示の例では、基板Wが円形をなし、載置面13aも基板Wに適合するように円形をなしている。基板処理装置1は、基板Wを加熱するためのヒータ（図示せず）を有している。ヒータは例えばステージ13に設けられている。ステージ13の下面の中心には回転軸13bが接続されている。回転軸13bは処理容器10の底壁10bを貫通して処理容器10の下方に延びており、回転駆動機構19に接続されている。したがって、回転駆動機構19により回転軸13bを介してステージ13が回転される。回転軸13bと処理容器10の底壁10bとの間は、磁性流体シール等により気密にシールされている。
- [0015] ガス供給機構20は、ガスを供給するガス供給源21と、ガス供給源21に一端が接続されガスを処理容器10内に供給するガス供給管22と、処理容器10内に設けられ、ガス供給管22の他端に接続されたガス導入部23とを有する。ガス供給源21は、酸素ガス等の酸素含有ガス、および調圧ガスおよびパージガスとして用いる不活性ガスを供給する。

- [0016] ガス供給管 22 は、搬入出口 11 が形成された一つの側壁 10 a 1 に対向する側壁 10 a 2 の上部から処理容器 10 内に挿通されている。ガス導入部 23 は、処理容器 10 内の上部のステージ 13 の外側位置に、処理容器 10 の幅方向（図中 Y 方向）に沿って延在している。ガス導入部 23 には、図 2 に示すように、複数の噴射口 23 a が幅方向（Y 方向）に並ぶように形成されている。したがって、ガス供給源 21 から供給された酸素含有ガスは、ガス供給管 22 を通ってガス導入部 23 に至り、噴射口 23 a から処理空間 S へ吐出されるように構成されている。
- [0017] 排気部 30 は、処理容器 10 の底壁 10 b に形成された排気孔 15 に接続される排気管 31 と、排気管 31 を介して処理空間 S を排気する真空ポンプや自動制御バルブを含む排気装置 32 とを有する。排気孔 15 は、底壁 10 b のステージ 13 外側の搬入出口 11 側の位置に幅方向（Y 方向）に延在するように形成されている。排気管 31 は上端が排気孔 15 の幅に対応して広がっている。
- [0018] 上記のように、ガス導入部 23 がステージ 13 の一方側に Y 方向に延在し、排気孔 15 がステージ 13 の他方側に Y 方向に延在しているため、ガス導入部 23 から導入された酸素含有ガスはステージ 13 上を通過し排気孔 15 に向かうように流れる。
- [0019] リモートプラズマユニット 40 は、リモートプラズマ供給源 41 と、リモートプラズマ供給源 41 から処理容器 10 内へ窒素ラジカルを供給するラジカル供給管 42 とを有する。リモートプラズマ供給源 41 は、アルゴンガス等の不活性ガス（希ガス）と窒素ガス等の窒素含有ガスが供給され、適宜のプラズマ生成機構により生成されたプラズマ（例えば容量結合プラズマ）により、窒素ラジカルを生成する。ラジカル供給管 42 は、一端がリモートプラズマ供給源 41 に接続され、他端が側壁 10 a 2 に形成された供給孔 16 に接続されており、リモートプラズマ供給源 41 で生成された窒素ラジカルがラジカル供給管 42 および供給孔 16 を介して処理容器 10 内の処理空間 S に供給される。

- [0020] 紫外線照射ユニット50は、処理容器10の上方に設けられた3本の紫外線光源51と、各紫外線光源51からの紫外線を処理容器10へ透過する紫外線透過窓53と、紫外線透過窓53を透過した紫外線の光照射パラメータである照度を測定する照度計55とを有する。
- [0021] 3本の紫外線光源51は、線状をなし、ステージ13の載置面13aと対向する領域に、長手方向を処理容器の幅方向（Y方向）にした状態で設けられている。3本の紫外線光源51は、ステージ13の直径よりわずかに長く、それぞれ同じ長さを有しており、幅方向（Y方向）端部位置が同じ位置になるようにして、処理容器10の長さ方向（X方向）に配列されている。また、3本の紫外線光源51は、互いにステージ13上の基板WまでのZ方向の距離が等しくなるように設けられている。
- [0022] 3本の紫外線光源51は、波長や最大出力等の特性が互いに等しい同種のものであり、例えば波長が172nmの紫外線を放射するものである。さらに、3本の紫外線光源51は、酸化膜の形成時には、各紫外線光源51からの出力が互い等しくなるよう制御される。
- [0023] また、3本の紫外線光源51は、平面視において、いずれもステージ13の回転軸13bすなわち当該ステージ13に載置された基板Wの中心上に位置せず、基板Wの中心からオフセットされている。
- [0024] 紫外線光源51から放射された紫外線は、処理容器10の天井壁10cに設けられた開口部17を通過し、さらに紫外線透過窓53を透過して処理容器10内に照射される。
- [0025] 紫外線透過窓53は、各紫外線光源51に対応して3つ設けられており、紫外線光源51と同程度の長さを有している。紫外線透過窓53は、紫外線を透過する材料、例えば石英で構成されている。
- [0026] 照度計55は、側壁10a1および側壁10a2の間の側壁10a3に形成された孔18に接続されており、孔18から導かれる光の照度を測定する。孔18は、側壁10a3の、3本の紫外線光源51のうち最もガス導入部23に近いものの直下位置に対応した部分に設けられている（図2参照）。

なお、孔 1 8 は、他の紫外線光源 5 1 の直下位置に対応した部分に設けられていてもよい。

[0027] 照度計 5 5 は、紫外線透過窓 5 3 を透過した紫外線の照度を測定し、その測定値は紫外線透過窓 5 3 の紫外線透過率が正常かどうかを判定するために用いられる。

[0028] 3本の紫外線光源 5 1 は、それぞれケース 5 2 内に收容され、紫外線光源 5 1 からの紫外線は開口部 1 7 以外の方向には射出されないように構成されている。ケース 5 2 内には、光照射パラメータである照度を測定する光源用照度計 5 6 が設けられている。光源用照度計 5 6 は、紫外線光源 5 1 の照度を直接測定して紫外線光源 5 1 の劣化を判定するためのものである。紫外線光源 5 1 を收容した3つのケース 5 2 の外側は、カバー 5 4 で覆われている。

[0029] 制御部 6 0 は、基板処理装置 1 を構成するガス供給機構 2 0、排気部 3 0、リモートプラズマユニット 4 0、紫外線照射ユニット 5 0、回転駆動機構 1 9 を制御する。制御部 6 0 は、CPU を有する主制御部と、入力装置、出力装置、表示装置、および記憶装置とを有している。そして、記憶装置の記憶媒体に記憶された処理レシピに基づいて基板処理装置 1 の処理が制御される。また、制御部 6 0 は、照度計 5 5 の測定結果に基づいて、処理容器 1 0 内に紫外線が適切に照射されているか否かを判定し、紫外線照射ユニット 5 0 の制御部としても機能する。

[0030] 図 3 に示すように、紫外線照射ユニット 5 0 は、さらに、冷却機構 7 0 を有している。紫外線透過窓 5 3 は、ステージ 1 3 を加熱するためのヒータ（図示せず）からの輻射熱等により高温となることがあり、高温になるとその光透過率が低下してしまう。また、紫外線光源 5 1 は、自身の発熱等により、高温となることがあり、高温のままの状態で使用されるとその寿命が短くなってしまふ。そこで、冷却機構 7 0 は、紫外線透過窓 5 3 および紫外線光源 5 1 を冷却するように構成されている。

[0031] 図 3 に示すように、冷却機構 7 0 は、天井壁 1 0 c の開口部 1 7 の周囲に

環状に設けられた冷却ガス流路71と、冷却ガス流路71から開口部17に向けて形成されたガス噴出口72とを有する。ガス噴出口72は、開口部17を挟んで対向するように2つ（一对）設けられている。ただし、ガス噴出口72の数は2つに限らず、3つ以上であってよく、複数対設けられていてもよい。ガス噴出口72は、紫外線透過窓53に向かうように下方に傾斜して設けられている。冷却ガス流路71には、冷却ガス供給源（図示せず）から配管を介して冷却ガスが供給される。冷却ガスとしては、窒素ガスやアルゴンガス等の不活性ガスを用いることができる。

[0032] 以上のような冷却機構70を設けることにより、冷却ガスを紫外線透過窓53に吹きつけることができるので、紫外線透過窓53を冷却することができる。紫外線透過窓53が加熱されて透過率が低下することを防止することができる。また、紫外線透過窓53に吹きつけた冷却ガスにより紫外線透過窓53に対向する位置に配置されている紫外線光源51も冷却することができる。紫外線光源51の寿命を長くすることもできる。

[0033] 紫外線透過窓53に吹きつけた冷却ガスは、ケース52およびカバー54に設けられた排出口（図示せず）を介してカバー54の外側へ排出される。紫外線光源51から放射された紫外線によりオゾンが発生するが、発生したオゾンは冷却ガスとともに排出口を介して排出される。換言すると、冷却ガスはオゾンを排出するパージガスとしても機能する。

[0034] 冷却機構70の代わりに、図4に示すような冷却機構80を設けてもよい。冷却機構80は、液体状の冷媒が流れる単一の冷媒流路81を有し、この単一の冷媒流路81が3つの紫外線透過窓51の周囲に一筆書き状に這い回されている。冷媒流路81の一方の端部は冷媒供給ポート82、他方の端部は冷媒排出ポート83となっており、冷媒供給源（図示せず）から配管（図示せず）を介して冷媒が循環されるようになっている。冷媒としては例えば水を用いることができるが、他の液体であってもよい。冷却機構80では液体の冷媒を用いるので冷却効率が高い。

[0035] 次に、基板処理装置1における基板Wの処理方法について説明する。

図5は基板処理方法を説明するためのフローチャートである。なお、以下の処理動作は、制御部60による制御のもとで行われる。

- [0036] まず、ゲートバルブ12を開け、搬入出口11を介して、搬送機構（図示せず）により基板Wを処理容器10内に搬入する（ステップST1）。搬入された基板Wは、ステージ13に設けられた支持ピン（図示せず）を介して、搬送機構からステージ13に受け渡される。その後、搬送機構を処理容器10から退避させ、ゲートバルブ12を閉じる。
- [0037] この状態で、ステージ13上の基板Wに対して、最初に酸素ラジカル処理を行う（ステップST2）。
- [0038] 酸素ラジカル処理に際しては、排気部30により処理空間Sを排気しつつ処理空間Sの調圧を行うとともに、酸素含有ガス、例えば酸素ガスを処理空間Sへ供給する。このときの圧力は0.1 Torr～10 Torrの範囲内であってよく、酸素含有ガスの流量は100 sccm～1500 sccmであってよい。また、ヒータ（図示せず）による基板Wの加熱温度は500～1000℃であってよい。
- [0039] そして、回転駆動機構19によりステージ13を回転しつつ、紫外線照射ユニット50の紫外線光源51から紫外線を放射させ、紫外線透過窓53を介して処理空間Sに照射する。これにより、処理空間Sに供給された酸素含有ガス中の酸素に紫外線が吸収されて酸素ラジカルが形成され、当該酸素ラジカルにより、基板Wの表面が酸化される。このような酸素ラジカル処理が所望の時間実施されることにより、基板Wの表面には0.2 nm～2 nmの膜厚のシリコン酸化膜が形成される。
- [0040] 酸素ラジカル処理を所望の時間行った後、紫外線光源51からの紫外線の放射、および、処理空間Sへの酸素ガスの導入を停止し、処理容器10内をパージして処理容器10内の酸素含有ガス等の残留ガスを排出する。
- [0041] 次いで、シリコン酸化膜が形成された基板Wに対して、窒素ラジカル処理を行う（ステップST3）。
- [0042] 窒素ラジカル処理に際しては、排気部30により処理空間Sを排気しつつ

処理空間Sの調圧を行うとともに、リモートプラズマユニット40のリモートプラズマ供給源41で生成された窒素ラジカルを処理空間Sへ供給する。このときの処理空間Sの圧力は0.01~50 Torrの範囲内であってよい。また、ヒータ（図示せず）による基板Wの加熱温度は500~1000℃であってよい。好ましくは酸素ラジカル処理の際の温度と同じ温度で行う。

[0043] リモートプラズマ供給源41においては、容器内に窒素含有ガスとして例えば窒素ガスを例えば1~1000 sccm、不活性ガス、例えばアルゴンガスを例えば100~2000 sccmを供給しつつ、例えば高周波電力によって容量結合プラズマを生成することで、窒素ラジカルが形成される。また、窒素ラジカル処理中も、回転駆動機構19によりステージ13を回転させた状態とする。

[0044] このような窒素ラジカル処理を所望の時間行って、基板W上に形成されたシリコン酸化膜を窒化する。

[0045] 窒素ラジカル処理を所望の時間行った後、リモートプラズマ供給源41からの窒素ラジカルの供給を停止し、処理容器10内をパージして処理容器10内の残留ガスを排出する。そして、搬入の際とは逆の手順により基板Wを処理容器から搬出する。

[0046] ところで、以上の酸素ラジカル処理および窒素ラジカル処理後の基板Wについて、膜中の組成分析を行った結果、膜中の窒素濃度が基準よりも高くなることがあることが判明した。

[0047] この窒素濃度の上昇は、処理容器10内に紫外線が適切に照射されず、ラジカル酸化による酸化膜の形成が不十分であることが原因であることが見出された。処理容器10内に紫外線が適切に照射されない主な原因は紫外線透過窓の透過率の低下にある。

[0048] そこで、紫外線透過窓53を透過した紫外線の光照射パラメータである照度を照度計55により測定し、測定結果から紫外線透過窓53の紫外線透過率の異常の有無を判定する（ステップST4）。

[0049] すなわち、光照射パラメータである照度は、紫外線の照射エネルギーに係るパラメータであり、照度を測定することにより、処理容器10内の酸素含有ガスに照射される紫外線が酸素ラジカル生成に十分か否かを判定することができる。そして、紫外線透過窓53の透過率が低ければ、処理容器10内の酸素含有ガスに照射される紫外線の照度は低くなるため、処理容器10内に照射される紫外線の照度を測定することにより、紫外線透過窓53の透過率の異常を把握することができる。

[0050] 照度計55による照度の測定は、基板Wの処理ごとに行ってもよいし、基板Wを複数枚処理した後に行ってもよいし、ロットごとであってもよい。また、メンテナンスのタイミングであってもよい。すなわち、上記ステップST1～3を設定された回数行った後にステップST4が実施される。

[0051] ステップST4は、具体的には、図6に示す手順で行うことができる。

まず、制御部60に紫外線透過窓53を透過した後の照度の基準値を設定する（ステップST11）。基準値は、例えば、透過率の低下が発生していない例えば新品の紫外線透過窓を透過した紫外線を照度計55で測定した照度の値に対して予め設定された許容値を加えた値とする。

[0052] 次に、処理容器10内で処理を行っていないタイミングで紫外線光源51から紫外線を照射し、照度計55により紫外線の照度を測定する（ステップST12）。処理を行っている際には、酸素ラジカルや窒素ラジカルが存在し、照度を正確に測定することが困難である。処理を行っていないタイミングは、例えば、基板Wを処理容器10に搬入する前、基板Wを搬出した後等である。照度を測定する際には、処理容器10内は例えば不活性ガス雰囲気とされる。

[0053] 次に、制御部60において照度計55で測定された照度の測定値と基準値とを比較する（ステップST13）。そして、測定値が基準値以上の場合は紫外線透過窓53の透過率が正常と判定する（ステップST14）。一方、測定値が基準値より低い場合は紫外線透過窓53の透過率が異常と判定する（ステップST15）。

- [0054] 紫外線透過窓53の透過率が異常と判定された場合は、紫外線透過窓53をクリーニングするか、または紫外線透過窓53を交換する。
- [0055] 本例により、紫外線透過窓53の透過率が異常のまま基板Wの処理を継続することが防止され、基板Wに対して適切に紫外線を照射して酸素ラジカル処理を行うことができる。
- [0056] 以上の例では、紫外線透過窓53が正常なときに照度計55で測定される照度を基準として、紫外線透過窓53の紫外線透過率が正常か異常かをモニタした。しかし、紫外線光源51の照度を直接測定する光源用照度計56の照度を基準として用いることもできる。すなわち、照度計55の測定値と光源用照度計56の測定値から紫外線透過窓53の紫外線透過率が正常か異常かをモニタすることもできる。
- [0057] 例えば、照度計55で測定された照度と光源用照度計56で測定された照度とを比較し、これらの差が特定の値以下の場合に紫外線透過窓53の透過率が正常と判定し、特定の差より大きい場合に紫外線透過窓53の透過率が異常と判定してもよい。
- [0058] また、照度計55で測定された照度と光源用照度計56で測定された照度との関係を示す指標、例えば、光源用照度計56で測定された照度(12)に対する照度計55で測定された照度(11)の比(11/12)を算出し、その値から紫外線透過窓53の透過率が正常か異常かどうかを判定してもよい。
- [0059] なお、光源用照度計56で測定された照度により、紫外線光源51が正常か異常かを判定することもできる。
- [0060] 以上、実施形態について説明したが、今回開示された実施形態は、全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、添付の特許請求の範囲およびその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。
- [0061] 例えば、上記実施形態では、酸素ガスに紫外線を照射して形成された酸素ラジカルにより酸素ラジカル処理を行った後、リモートプラズマ処理により

窒素ラジカル処理を行った例について示したが、酸素ラジカル処理のみを行うものであってもよい。また、酸素ラジカル処理によりシリコン酸化膜を形成する場合について示したが、シリコン酸化膜に限らない。

[0062] また、上記実施形態では、紫外線光源から紫外線透過窓を透過した紫外線、および紫外線光源から直接照射される紫外線の光照射パラメータとして照度を測定する場合を示したが、これに限らず他の光照射パラメータ、例えば光度や光量を測定してもよい。

符号の説明

[0063] 1 ; 基板処理装置、10 ; 処理容器、13 ; ステージ、20 ; ガス供給機構、21 ; ガス供給源、22 ; ガス供給管、23 ; ガス導入部、30 ; 排気部、40 ; リモートプラズマ供給機構、50 ; 紫外線照射ユニット、51 ; 紫外線光源、53 ; 紫外線透過窓、55 ; 照度計、56 ; 光源用照度計、60 ; 制御部、W ; 基板

請求の範囲

- [請求項1] 基板に処理を施す基板処理装置であって、
基板を収容する処理容器と、
前記処理容器内に酸素含有ガスを供給するガス供給機構と、
前記処理容器内に紫外線を照射して前記処理容器内に酸素ラジカルを生成する紫外線照射ユニットと、
を備え、
前記紫外線照射ユニットは、
前記処理容器の外部から前記処理容器内に紫外線を放射する紫外線光源と、
前記紫外線光源から放射された紫外線を前記処理容器内に透過する紫外線透過窓と、
前記紫外線透過窓を透過し前記処理容器内に照射される紫外線の光照射パラメータを測定する第1の光測定器と、
を有する、基板処理装置。
- [請求項2] 制御部をさらに備え、前記制御部は、前記第1の光測定器の測定結果に基づいて前記紫外線透過窓の紫外線透過率が正常かどうかを判定する、請求項1に記載の基板処理装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記第1の光測定器の前記光照射パラメータの測定値が基準値よりも低い場合に、前記紫外線透過窓の紫外線透過率が異常であると判定する、請求項2に記載の基板処理装置。
- [請求項4] 前記光照射パラメータは照度であり、前記第1の光測定器は照度計である、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の基板処理装置。
- [請求項5] 前記紫外線光源の光照射パラメータを直接測定する第2の光測定器をさらに備え、前記制御部は、前記第1の光測定器の測定結果と、前記第2の光測定器の測定結果とに基づいて前記紫外線透過窓の紫外線透過率が正常かどうかを判定する、請求項2に記載の基板処理装置。

- [請求項6] 前記制御部は、前記第1の光測定器の光照射パラメータの測定値と、前記第2の光測定器の光照射パラメータの測定値を比較し、これらの差が特定の値以下の場合に前記紫外線透過窓の透過率が正常と判定し、前記特定の値より大きい場合に前記紫外線透過窓の透過率が異常と判定する、請求項5に記載の基板処理装置。
- [請求項7] 前記制御部は、前記第1の光測定器の光照射パラメータの測定値と、前記第2の光測定器の光照射パラメータの測定値との関係を示す指標を算出し、その値から前記紫外線透過窓の透過率が正常かどうかを判定する、請求項5に記載の基板処理装置。
- [請求項8] 前記指標は、前記第2の光測定器で測定された光照射パラメータ（ I_2 ）に対する前記第1の光測定器で測定された光照射パラメータ（ I_1 ）の比（ I_1 / I_2 ）である、請求項7に記載の基板処理装置。
- [請求項9] 前記光照射パラメータは照度であり、前記第1の光測定器および前記第2の光測定器は照度計である、請求項5から請求項8のいずれか一項に記載の基板処理装置。
- [請求項10] 前記処理容器内に窒素ラジカルを供給するリモートプラズマユニットをさらに備える、請求項1から請求項9のいずれか一項に記載の基板処理装置。
- [請求項11] 基板に処理を施す基板処理方法であって、
基板を処理容器内に設けることと、
前記処理容器内に酸素含有ガスを供給しつつ、前記処理容器の外部に設けられた紫外線光源から紫外線透過窓を介して前記処理容器内に紫外線を照射して酸素ラジカルを生成し、前記処理容器内の前記基板に酸素ラジカル処理を行うことと、
第1の光測定器により前記紫外線光源から前記紫外線透過窓を透過して前記処理容器内に照射した紫外線の光照射パラメータを測定し、その測定値から前記紫外線透過窓の紫外線透過率が正常かどうかを判定することと、

を有する基板処理方法。

[請求項12] 前記紫外線透過窓の紫外線透過率が正常かどうかを判定することは、前記第1の光測定器の前記光照射パラメータの測定値が基準値よりも低い場合に、前記紫外線透過窓の紫外線透過率が異常であると判定する、請求項11に記載の基板処理方法。

[請求項13] 前記光照射パラメータは照度であり、前記第1の光測定器は照度計である、請求項11または請求項12に記載の基板処理方法。

[請求項14] 前記紫外線透過窓の紫外線透過率が正常かどうかを判定することは、前記第1の光測定器の測定結果と、前記紫外線光源の光照射パラメータを直接測定する第2の光学測定器の測定結果とに基づいて前記紫外線透過窓の紫外線透過率が正常かどうかを判定する、請求項11に記載の基板処理方法。

[請求項15] 前記紫外線透過窓の紫外線透過率が正常かどうかを判定することは、前記第1の光測定器の光照射パラメータの測定値と、前記第2の光測定器の光照射パラメータの測定値を比較し、これらの差が特定の値以下の場合に前記紫外線透過窓の透過率が正常と判定し、前記特定の値より大きい場合に前記紫外線透過窓の透過率が異常と判定する、請求項14に記載の基板処理方法。

[請求項16] 前記紫外線透過窓の紫外線透過率が正常かどうかを判定することは、前記第1の光測定器の光照射パラメータの測定値と、前記第2の光測定器の光照射パラメータの測定値との関係を示す指標を算出し、その値から前記紫外線透過窓の透過率が正常かどうかを判定する、請求項14に記載の基板処理方法。

[請求項17] 前記指標は、前記第2の光測定器で測定された光照射パラメータ（ I_2 ）に対する前記第1の光測定器で測定された光照射パラメータ（ I_1 ）の比（ I_1 / I_2 ）である、請求項16に記載の基板処理方法。

[請求項18] 前記光照射パラメータは照度であり、前記第1の光測定器および前

記第2の光測定器は照度計である、請求項14から請求項17のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項19] 前記酸素ラジカル処理を行うことの後に、リモートプラズマにより前記処理容器に窒素ラジカルを供給して前記基板を窒化するをさらに有する、請求項11から請求項18のいずれか一項に記載の基板処理方法。

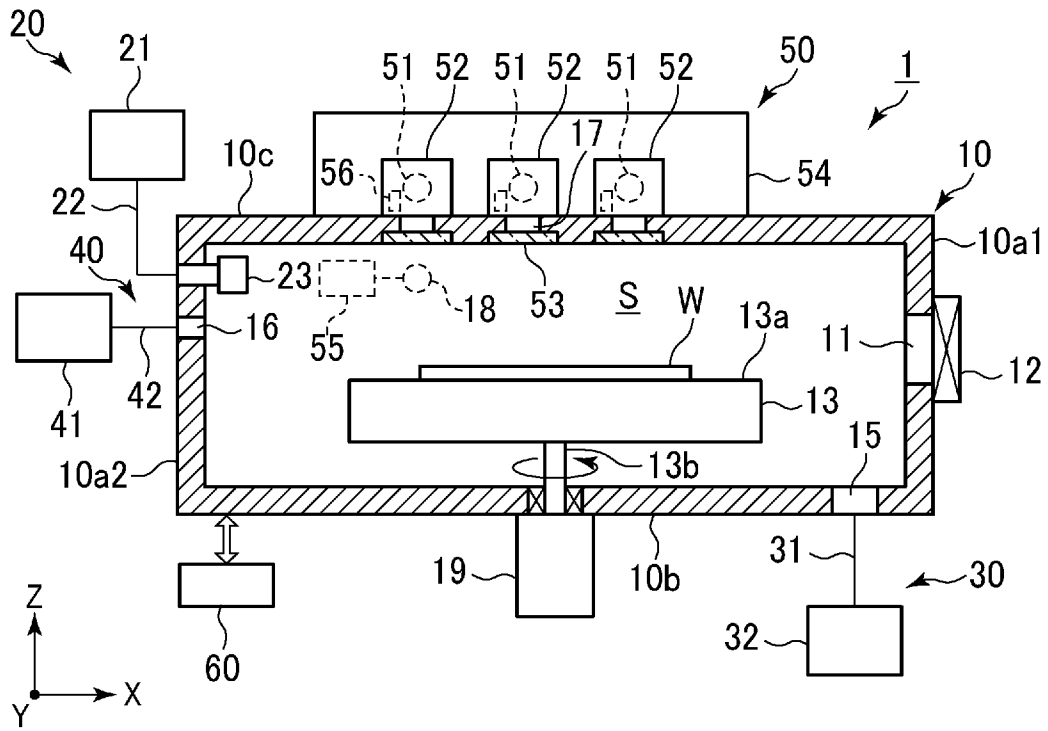
[請求項20] 基板を処理する処理容器内に紫外線を照射する紫外線照射ユニットであって、

前記処理容器の外部から前記処理容器内に紫外線を放射する紫外線光源と、

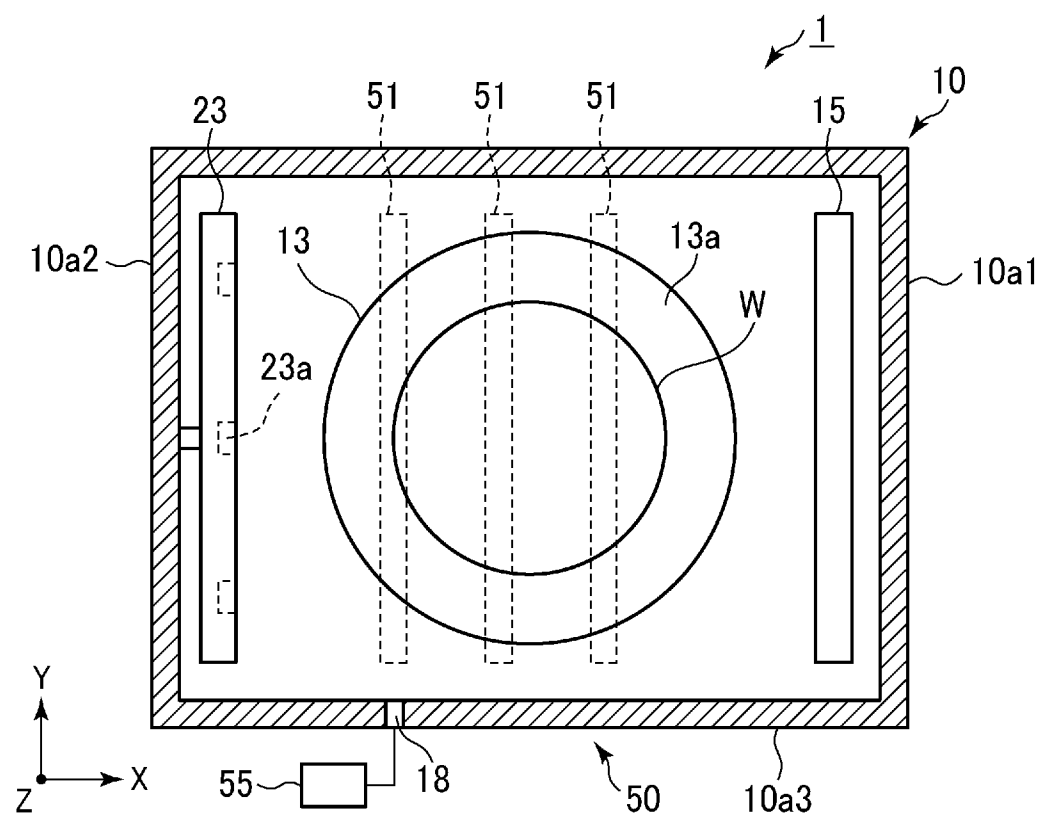
前記紫外線光源から放射された紫外線を前記処理容器内に透過する紫外線透過窓と、

前記紫外線透過窓を透過し前記処理容器内に照射される紫外線の光照射パラメータを測定する第1の光測定器と、
を有する、紫外線照射ユニット。

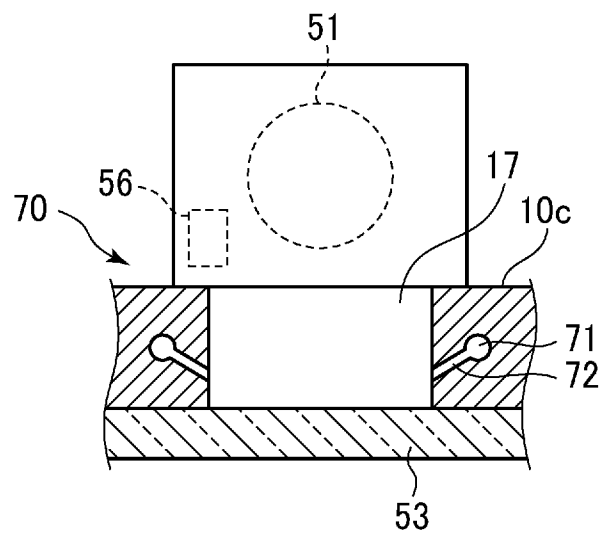
[図1]



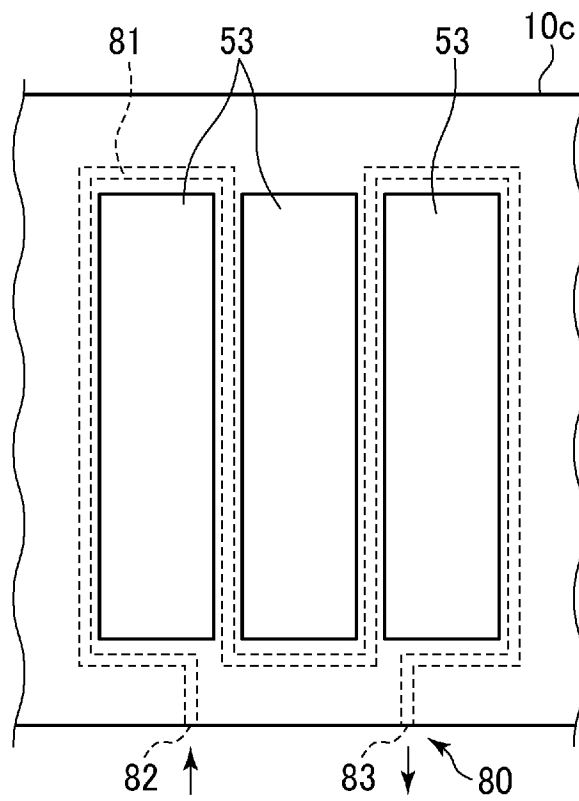
[図2]



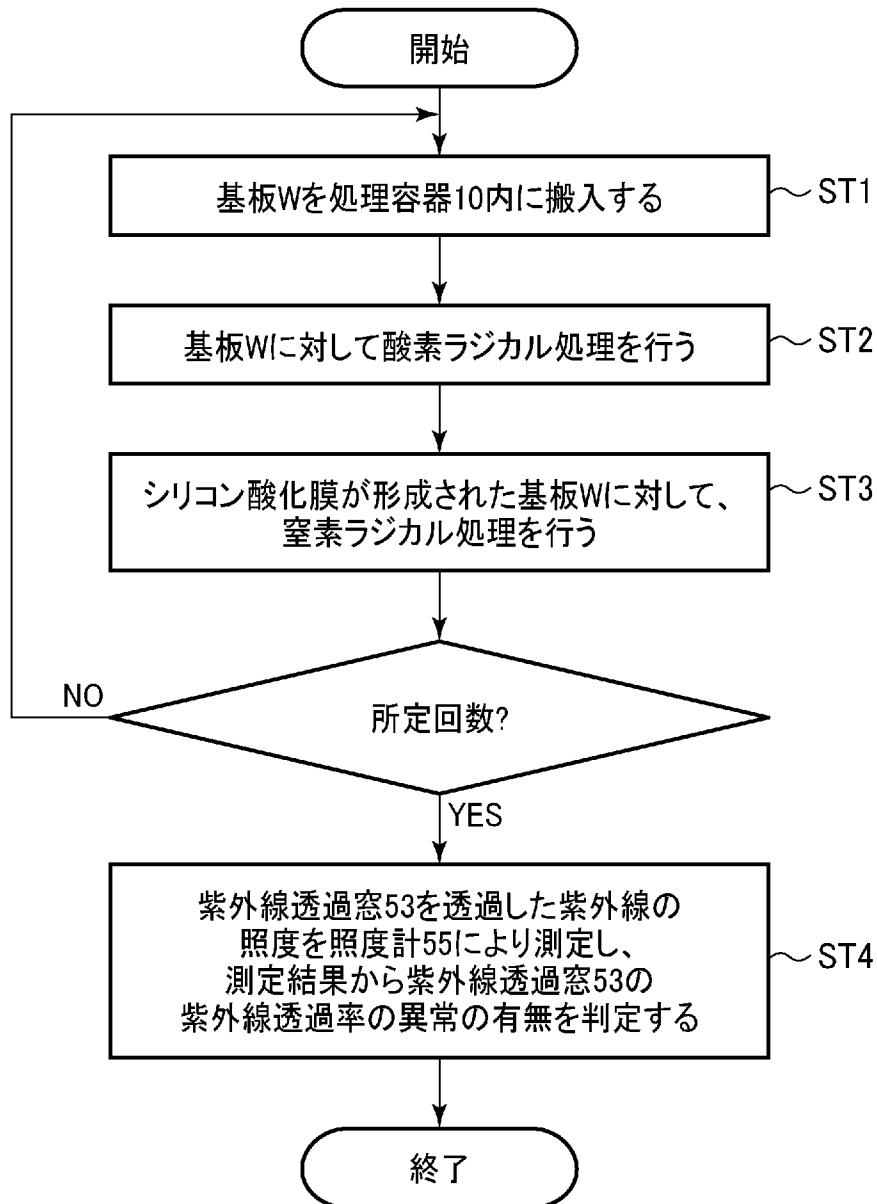
[図3]



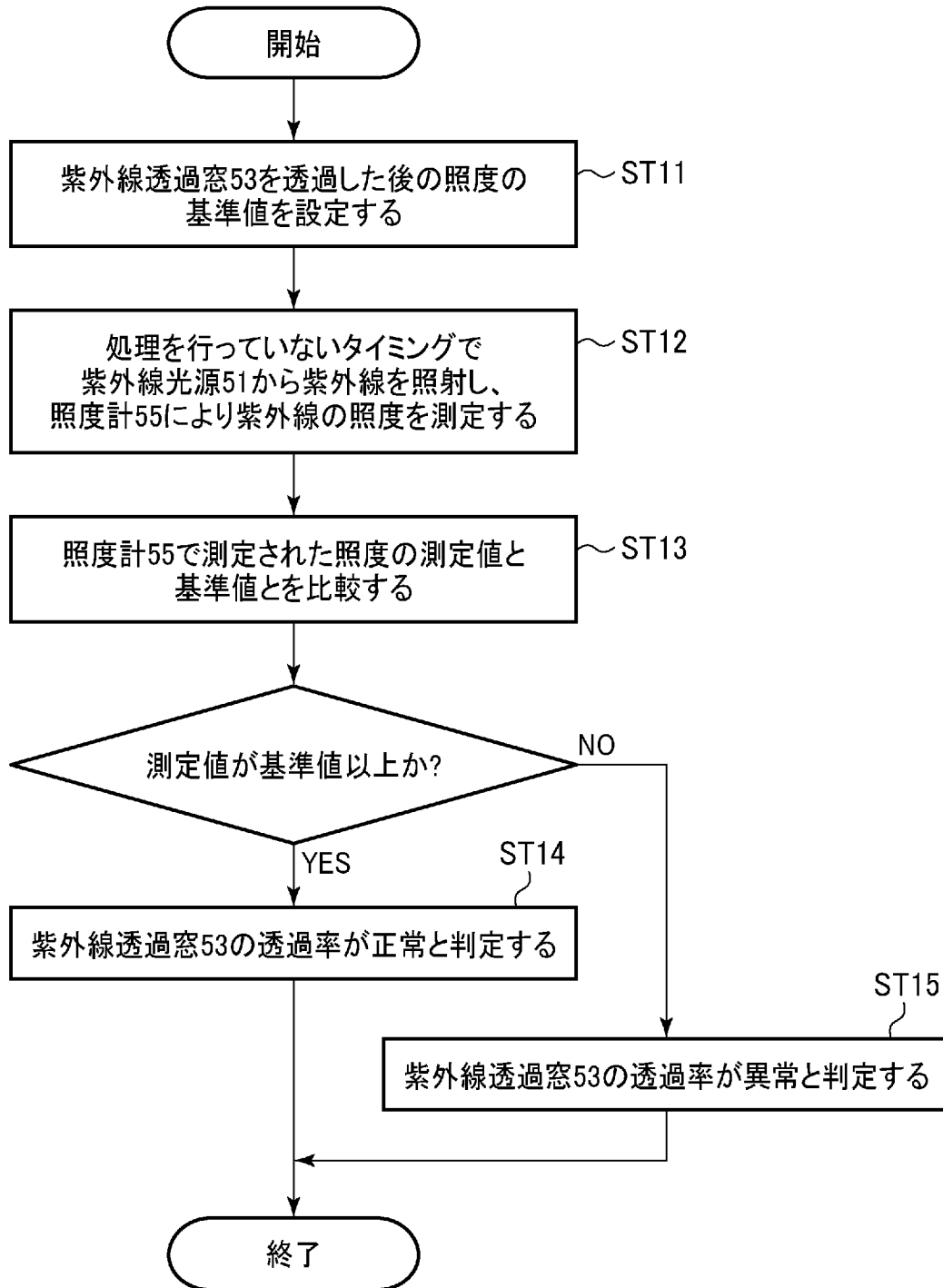
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/036998

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|--|---|
| H01L 21/316 (2006.01)i FI: H01L21/316 A | | |
| 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) H01L21/316 | | |
| 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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021 | | |
| 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. |
| Y | JP 2014-3150 A (TOKYO ELECTRON LTD) 09 January 2014 (2014-01-09) paragraphs [0016]-[0021], fig. 1 | 1-20 |
| Y | JP 2009-272595 A (ASM JAPAN KK) 19 November 2009 (2009-11-19) paragraphs [0005]-[0007], [0045] | 1-20 |
| A | JP 2010-186815 A (NEC CORP) 26 August 2010 (2010-08-26) | 1-20 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 01 December 2021 | | Date of mailing of the international search report 21 December 2021 |
| 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/JP2021/036998 |
|---|

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| JP 2014-3150 | A 09 January 2014 | (Family: none) | |
| JP 2009-272595 | A 19 November 2009 | US 2009/0023229 A1 paragraphs [0007]-[0008], [0053] CN 101350293 A KR 10-2009-0009105 A | |
| JP 2010-186815 | A 26 August 2010 | (Family: none) | |

| | | |
|---|--|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/316(2006.01)i FI: H01L21/316 A | | |
| 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）） H01L21/316 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 |
| Y | JP 2014-3150 A（東京エレクトロン株式会社）09.01.2014（2014-01-09） [0016]-[0021], 図1 | 1-20 |
| Y | JP 2009-272595 A（日本エー・エス・エム株式会社）19.11.2009（2009-11-19） [0005]-[0007], [0045] | 1-20 |
| A | JP 2010-186815 A（日本電気株式会社）26.08.2010（2010-08-26） | 1-20 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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 01.12.2021 | 国際調査報告の発送日 21.12.2021 | |
| 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） 宇多川 勉 50 3125 電話番号 03-3581-1101 内線 3559 | |

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/JP2021/036998

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|------------------|------------|---|-----|
| JP 2014-3150 A | 09.01.2014 | (ファミリーなし) | |
| JP 2009-272595 A | 19.11.2009 | US 2009/0023229 A1 [0007]-[0008], [0053] CN 101350293 A KR 10-2009-0009105 A | |
| JP 2010-186815 A | 26.08.2010 | (ファミリーなし) | |