

(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
2020年9月17日(17.09.2020)



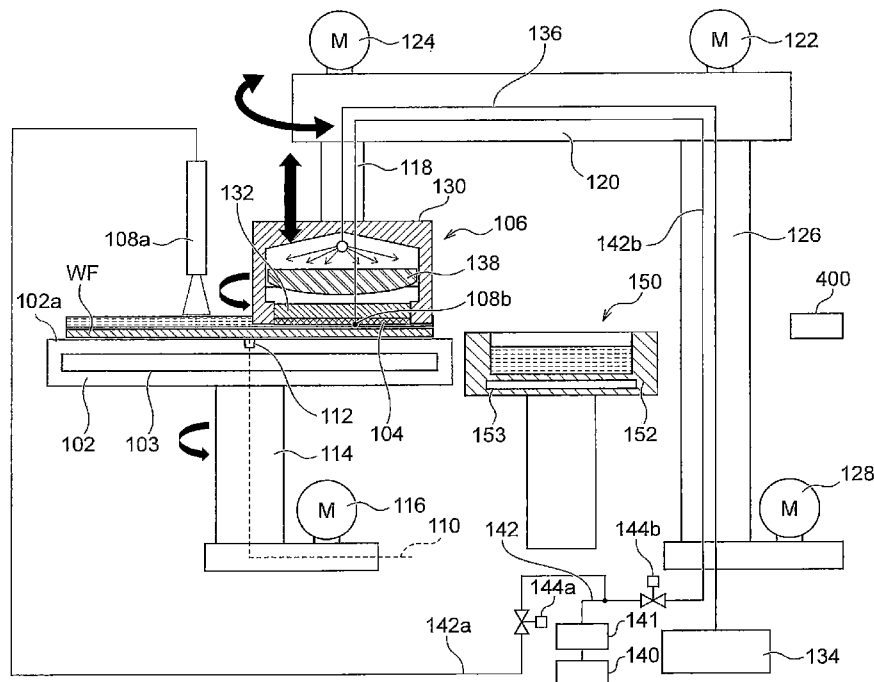
(10) 国際公開番号

WO 2020/183880 A1

- (51) 国際特許分類:
B01J 35/02 (2006.01) *H01L 21/304* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/000263
- (22) 国際出願日: 2020年1月8日(08.01.2020)
- (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 2019-042511 2019年3月8日(08.03.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 馬場 枝里奈 (BABA, Erina); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 小畠 徹貴 (KOBATA, Itsuki); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小野 新次郎, 外 (ONO, Shinjiro et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2 0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING DEVICE AND SUBSTRATE PROCESSING METHOD THAT USE PHOTOCATALYST

(54) 発明の名称: 光触媒を用いた基板処理装置および基板処理方法



(57) Abstract: Provided are a device and method with which the amount removed can be controlled at the atomic level and which are capable of selective removal from protrusions on the object being processed. One embodiment provides a substrate processing device comprising: a table for holding a substrate; a nozzle for supplying a processing liquid onto the substrate being held on the table; a head for holding a photocatalyst; a conditioner for conditioning the photocatalyst; a first movement mechanism for moving the head in a direction perpendicular to the surface of the table; and a second

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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))

movement mechanism for moving the head between the table and the conditioner.

(57) 要約：原子レベルで除去量を制御可能で、処理対象物の凸部から選択的に除去することができる装置および方法を提供する。一実施形態によれば、基板処理装置が提供され、かかる基板処理装置は、基板を保持するためのテーブルと、前記テーブルに保持された基板の上に処理液を供給するためのノズルと、光触媒を保持するためのヘッドと、前記光触媒をコンディショニングするためのコンディショナと、前記ヘッドを前記テーブルの表面に垂直な方向へ移動させるための第1移動機構と、前記ヘッドを前記テーブルと前記コンディショナとの間で移動させるための第2移動機構と、を有する。

明 細 書

発明の名称：光触媒を用いた基板処理装置および基板処理方法 技術分野

[0001] 本願は、光触媒を用いた基板処理装置および基板処理方法に関する。本願は、2019年3月8日出願の日本特許出願番号第2019-042511号に基づく優先権を主張する。日本特許出願番号第2019-042511号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書を含む全ての開示内容は、参照により全体として本願に援用される。

背景技術

[0002] 基板を平坦化する技術として化学機械研磨（Chemical Mechanical Polishing）が知られている。一般的にCMPでは、半導体基板などの処理対象物を研磨パッドに押圧し、研磨剤（スラリー）を処理対象物と研磨パッドとの間に供給しながら、処理対象物と研磨パッドとを相対的に運動させることで、処理対象物の表面を研磨する。

[0003] CMP装置における研磨速度はプレストンの法則に従うことが知られており、研磨速度は研磨パッドの処理対象物への押圧力に比例する。処理対象物表面の凸部分には凹部分よりも大きな圧力が加わるため、凸部分の方が凹部分よりも研磨速度が速くなる。CMP装置では、この凸部分と凹部分との研磨速度の差によって、処理対象物に存在する段差を解消して平坦化を実現している。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特表2013-538169号公報
特許文献2：特許第4904506号公報
特許文献3：特開2002-334856号公報
特許文献4：特開2015-128161号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、近年、半導体の微細化がますます進み、各工程への要求精度は既に数 nm のオーダーに達している。今後は更に原子レベルでの制御性が求められる。CMP に代表される平坦化工程もその例外ではなく、微細化に伴い除去量そのものが例えば 100 Å 程度と小さくなる中で、原子レベルでの制御性が求められる。本要求を満たすべく、CMP では研磨及び洗浄条件の最適化が行われる。

[0006] しかし、CMP の除去メカニズムではマクロなもので、かつバラつきがあるため、原子レベルで除去量を制御することが困難な可能性がある。たとえば、CMP で原子レベルの Å 程度で除去量制御を実現しようとする、研磨速度そのものを通常の研磨よりも大きく下げる必要があり、そのためには研磨圧力を超低圧にしたり、基板と研磨パッドとの間の相対速度を小さくしたりする必要がある。また、研磨速度が小さい場合、研磨速度のバラつきも無視できなくなるため、研磨パッドの表面温度やスラリー供給量など研磨速度に影響を与える様々な因子の制御も必要になる。しかし、これらの因子は互いに複雑に影響しあっており、また、構成要素の制御バラつきや消耗材の経時変化の影響も受けることから、これらの因子での完全な制御を実現するのは困難であると考えられる。

[0007] そこで、本開示は、CMP とは異なる除去メカニズム及び制御因子をもって、原子レベルで除去量を制御可能で、処理対象物の凸部から選択的に除去することができる装置および方法を提供することを 1 つの目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 一実施形態によれば、基板処理装置が提供され、かかる基板処理装置は、基板を保持するためのテーブルと、前記テーブルに保持された基板の上に処理液を供給するためのノズルと、光触媒を保持するためのヘッドと、前記光触媒をコンディショニングするためのコンディショナと、前記ヘッドを前記テーブルの表面に垂直な方向へ移動させるための第 1 移動機構と、前記ヘッドを前記テーブルと前記コンディショナとの間で移動させるための第 2 移動

機構と、を有する。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1A]一実施形態による、基板処理装置の概略構成を示す斜視図である。
- [図1B]図 1 Aに示される基板処理装置を概略的に示す上面図である。
- [図1C]図 1 Aに示される基板処理装置を概略的に示す側面図である。
- [図1D]一実施形態による、光触媒に対してコンディショニングを行っている様子を概略的に示す側面図である。
- [図2]一実施形態による、基板処理装置を概略的に示す側面図である。
- [図3A]一実施形態による、基板処理装置を概略的に示す側面図である。
- [図3B]図 3 Aに示される基板処理装置を概略的に示す上面図である。
- [図4A]一実施形態による、基板処理装置を概略的に示す側面図である。
- [図4B]図 4 Aに示される基板処理装置を概略的に示す上面図である。
- [図5]一実施形態による、基板処理装置を概略的に示す側面図である。
- [図6]一実施形態による、基板処理システムを概略的に示すブロック図である。
- 。
- [図7]一実施形態による、基板の処理方法を示すフローチャートである。
- [図8]一実施形態による、基板の処理方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0010] 以下に、本発明に係る光触媒を用いた基板処理装置および基板処理方法を添付図面とともに説明する。添付図面において、同一または類似の要素には同一または類似の参照符号が付され、各実施形態の説明において同一または類似の要素に関する重複する説明は省略することがある。また、各実施形態で示される特徴は、互いに矛盾しない限り他の実施形態にも適用可能である。なお、本明細書において「基板」には、半導体基板、ガラス基板、プリント回路基板だけでなく、磁気記録媒体、磁気記録センサ、ミラー、光学素子や微小機械素子、あるいは部分的に製作された集積回路を含む。

- [0011] 図 1 は、一実施形態による基板処理装置の概略構成を示している。図 1 A は、一実施形態による基板処理装置の概略構成を示す斜視図である。図 1 B

は、図 1 A に示される基板処理装置を概略的に示す上面図である。図 1 C は、図 1 A に示される基板処理装置を概略的に示す側面図である。ただし、図 1 C において、一部は断面として示されている。図 1 に示される基板処理装置は、半導体ウェハなどの基板の研磨処理を行う CMP 装置および洗浄装置などを含む基板処理システムの一部または基板処理システム内の 1 ユニットとして構成することができる。

[0012] 図 1 に示されるように、一実施形態による基板処理装置 10 は、基板 WF が保持されるテーブル 102 と、基板 WF の被処理面を処理するための光触媒 104 を保持するためのヘッド 106 と、処理液を供給するためのノズル 108 と、光触媒 104 のコンディショニングを行うためのコンディショナ 150 と、制御装置 400 と、を備える。

[0013] 制御装置 400 は、一般的な汎用コンピュータおよび専用のコンピュータなどから構成することができる。基板処理装置 10 の後述する各構成要素は制御装置 400 により制御されるように構成することができる。

[0014] テーブル 102 は、基板 WF を保持するための支持面 102a を有する。支持面 102a は、基板 WF を吸着するのに使用する通路 110（図 1 C 参照）の開口部 112 を有する。通路 110 は、図示しない真空源に接続され、基板 WF を真空吸着させることができる。なお、基板 WF は、バックング材を介してテーブル 102 に吸着させるようにしてもよい。バックング材は、たとえば弾性を有する発泡ポリウレタンから形成することができる。また、テーブル 102 は、駆動シャフト 114 に連結されている。駆動シャフト 114 は、モーター 116 および駆動ベルトなどの駆動機構により回転可能に構成されている。そのため、テーブル 102 は回転可能に構成されている。

[0015] 一実施形態において、テーブル 102 は温度制御装置 103（図 1 C 参照）を備えることができる。一実施形態において、温度制御装置 103 は、テーブル 102 内に配置された電熱線などの発熱素子や、ペルチェ素子などの冷却素子から構成することができる。一実施形態において、温度制御装置 1

03は、テーブル102内に形成された流体通路に制御された温度の流体（たとえば水）を流すように構成することができる。温度制御装置103によりテーブル102上に配置された基板WFの温度を制御することができる。

[0016] 図1に示されるように、ヘッド106は回転可能なシャフト118に接続されている。また、シャフト118はアーム120に連結されている。シャフト118は、モーター122および駆動ベルトなどの駆動機構により回転可能に構成されている。したがって、光触媒104を保持するヘッド106は回転可能である。また、シャフト118はボールネジ124などの昇降機構により上下方向に移動可能に構成されている。そのため、昇降機構において、ヘッド106に保持された光触媒104とテーブル102に保持された基板WFとの間の間隙を調整することができる。光触媒104と基板WFは基本的には非接触であるが、基板WFと光触媒104との間の間隙を調整することで光触媒104にて生成される反応種の基板WFへの到達距離を変化させることができるので、基板WF表面の材料の凹凸に対する処理速度の選択性を調整可能である。アーム120は、回転可能なシャフト126に連結されている。シャフト126は、モーター128および駆動ベルトなどの駆動機構により回転可能に構成されている。したがって、光触媒104を保持するヘッド106は、テーブル102上の基板WFの平面に平行な方向に、シャフト126を中心として旋回運動することが可能である。また、コンディショナ150は、アーム120の揺動運動の範囲内に配置されている。したがって、光触媒104を保持するヘッド106は、テーブル102とコンディショナ150との間で移動することが可能である。

[0017] 一実施形態において、図1Cに示されるように、ヘッド106はヘッド本体130を備える。ヘッド本体130はシャフト118に連結されており、また、概ねヘッド106の外形を画定する。ヘッド本体130にはベース132が取り付けられている。ベース132は平板状の部材で形成される。ベース132は、後述する光触媒104を励起するための励起光に対して透過性を有する材料から形成されることが好ましい。ベース132の励起光波長

における光透過率は80%以上であることが好ましい。ベース132は、たとえば石英、水晶、サファイア、アクリル樹脂、ポリカーボネート、その他の有機系光学材料などから形成することができる。また、ベース132の表面に透明導電層が形成されてもよい。透明導電層は、たとえば、ITO、FTO、Ga₂O₃、ZnO系、SnO₂系などとすることができる。

[0018] ベース132の下面に光触媒104が成膜されている。光触媒104はたとえばTiO₂、WO₃、SrTiO₃などとすることができる。光触媒104は、たとえば、抵抗加熱式蒸着法、化学気相蒸着法(CVD)、スパッタリング法、めっき法などによってベース132の表面に形成することができる。光触媒104は、後述の光源134からの光を受けた際に、その内部で電子と正孔を発生させ、発生した電子及び正孔と処理液の反応により、基板WFの被処理対象物をエッチングさせるための、反応種を生成する。なお、図示はしないが、光触媒104とベース132との間に導電体を配置しても良い。導電体は光源134から光触媒104に到達する光量を減少させないように配置されることが望ましい。たとえば、導電体は、市松模様のように配置しても良く、格子状のパターンで配置しても良い。また、導電体は後述の処理液に接触する範囲で配置された対向電極に接続されても良い。さらに、導電体と対向電極との間に外部電源を接続して、導電体と対向電極との間に電圧を印加可能にしても良い。本導電体及び対向電極を配置することで、光触媒104にて生成された電子や正孔の光触媒104内での分布をコントロールすることが可能となり、更に外部電源による電圧印加は、本分布のコントロールを促進する働きを有する。

[0019] 図1Cに示されるように、基板処理装置10は光源134を備える。また、基板処理装置10は、光源134からの光をヘッド106内へ導く光導入路136を備える。光導入路136は、たとえば光ファイバとすることができる。一実施形態において、光導入路136は、図1Cに示されるように、シャフト126、アーム120、およびシャフト118を通して、ヘッド106の内部に光を導くように構成されている。光源134は、光触媒104

を励起することができる波長を含む光を発生させる光源とすることができる。より具体的には、光源134は、光触媒104のバンドギャップ以上のエネルギーの波長を含む光を発生させる光源である。一実施形態において、光源134は、紫外線（UV）領域の波長を含む光を発生させる光源である。たとえば、光触媒104がTiO₂である場合、光源134は380nm以下の波長を含む光を発生させる光源であり、たとえば365nmの波長を含む光を発生させる光源とすることができる。なお、一実施形態として、光源134は、ヘッド106の内部に配置されてもよい。

[0020] 図1Cに示されるように、ヘッド106は光学系138を備える。光学系138は、光導入路136からヘッド106内に導かれた光またはヘッド106内に配置された光源134からの光を、ベース132を通じて光触媒104の全面に均一に照射するように構成される。光学系138は、任意の光学素子および光学素子の組み合わせから構成することができる。たとえば、光学系138は、光を光触媒104に向けて均一に平行化する凸レンズとすることができる。また、一実施形態において、光学系138は、図示はしないが光を光触媒104に向けて均一に平行化する凹面鏡としてもよい。また、一実施形態において、光学系138は、光を光触媒104に向けて均一に拡散させる凹レンズとすることができる。

[0021] 一実施形態において、基板処理装置10は、テーブル102上に配置された基板WFの上に処理液を供給するためのノズル108を有する。ノズル108は、流路142を通じて処理液供給源140に連結されている。一実施形態において、図1Aに示されるように、ノズル108は2つのノズル108a、108bを含む。図1Aに示されるように、流路142は分岐しており、一方の流路142aはテーブル102の外周付近に配置されたノズル108aに接続されている。また、ノズル108aはテーブル102の上方に配置されてもよい。また、ノズル108aは移動可能に構成してもよい。たとえば、ノズル108aをヘッド106と同期させて移動させることで、処理液を基板WFと光触媒104との間の処理面へ効率的に供給することができる。

きる。分岐したもう一方の流路142bは、シャフト126、アーム120、シャフト118を通してヘッド106内に通じて、ヘッド106内に設けられたノズル108bに接続されるようにしてもよい。一実施形態において、ヘッド106内のノズル108bは、ヘッド本体130およびベース132に設けられた開口部とすることができる。図1Aに示されるように、流路142aにはバルブ144aが設けられ、任意のタイミングで処理液を108aから基板WF上に供給できるように構成されている。また、図1Aに示されるように、流路142bにはバルブ144bが設けられ、任意のタイミングで処理液を108bから基板WF上に供給できるように構成されている。一実施形態において、基板処理装置10は、上述のノズル108a、108bの一方だけを備えるものとしてもよい。処理液は、処理対象物である基板の表面の材料や、使用する光触媒に応じて選択することができる。処理液は、たとえば純水、酸化剤、pH調整剤、およびキレート剤を含むものとしてことができ、これらの配合を調整し処理対象に応じた処理液を作成することができる。酸化剤は H_2O_2 、加硫酸アンモニウム（APS）など、pH調整剤はHCl、KCl、KOH、 NH_3 などの無機酸／塩基、キレート剤はクエン酸、エチレンジアミン四酢酸（EDTA）などの有機酸／塩基とすることができる。また、処理液自身による基板表面の材料のエッチング（以降フリーエッチング）は処理速度のコントロールの観点からは、なるべく小さいことが好ましい。本フリーエッチングの抑制を目的として、処理液中にBTA等の防食剤等の添加剤を更に添加しても良い。なお、本添加剤は基板WFの基板表面の材料に作用するものが良く、光触媒104に対しては作用が小さい、もしくは作用しないのが好ましい。

[0022] 一実施形態において、基板処理装置10は、処理液の温度を制御するための温度制御装置141を備えることができる。温度制御装置141は、たとえば、処理液の流路142の途中に設けることができる。温度制御装置141は、例えば、赤外線ヒーターや電熱線による直接加熱や熱交換機等を利用した間接制御等、液体の温度を制御する任意の温度制御装置とすることができる。

きる。温度制御装置 141 によりノズル 108 から供給される処理液の温度を制御することができる。

[0023] 一実施形態において、基板処理装置 10 は、光触媒 104 のコンディショニングを行うためのコンディショナ 150 を有する。本コンディショニングでは、光触媒 104 表面に付着したエッチング生成物の除去や、光触媒 104 自身の変質を回復させることで、光触媒 104 の触媒能を回復させる。図 1D は、光触媒 104 に対してコンディショニングを行っている様子を概略的に示す側面図である。図 1D において、一部は断面として示されている。一実施形態によるコンディショナ 150 は、コンディショニング槽 152 を備える。コンディショニング槽 152 は、コンディショニング液を保持することができる、また、ヘッド 106 に保持された光触媒 104 を受け入れることができる寸法を備える。

[0024] 一実施形態において、コンディショニング槽 152 は、コンディショニング液の温度を制御するための温度制御装置 153 を備えることができる。一実施形態において、温度制御装置 153 は、コンディショニング槽 152 内に配置された電熱線などの発熱素子や、ペルチェ素子などの冷却素子から構成することができる。一実施形態において、温度制御装置 153 は、コンディショニング槽 152 内に形成された流体通路に制御された温度の流体（たとえば水）を流すように構成することができる。温度制御装置 153 によりコンディショニング槽 152 内に保持されたコンディショニング液の温度を制御することができる。

[0025] 図示の実施形態において、コンディショニング槽 152 に保持されたコンディショニング液に、光触媒 104 を浸漬させた状態で、光源 134 からの光を光触媒 104 に照射することで光触媒 104 をコンディショニングすることができる。光触媒 104 を用いて基板 WF をエッチング処理すると、基板 WF からの除去物などが光触媒 104 に付着することによって触媒活性が低下することがある。そこで、光触媒 104 に対してコンディショニングを行うことで光触媒 104 の活性を維持または復活させることができる。

コンディショニングに用いるコンディショニング液は、テーブル102に配置された基板WFを処理するときの処理液と同一でも異なる液体でもよい。ここで、異なる液体については、処理液の構成成分を一部除いたもの（例えば酸化剤を除いたもの）でも良い。また、コンディショニングに用いる光源は、光触媒104を励起することができる波長を含むものであればよく、テーブル102に配置された基板WFを処理するときの光源134と同一でも異なる光源でもよい。なお、コンディショニング液そのものに光触媒104を回復させるコンディショニング成分を有する場合は、光の照射は必要ではないが、光照射により、コンディショニング成分を発生させる場合は、光源134からの光の照射強度を適宜調整することで、コンディショニング速度を調整することが可能である。また、図示はしないが、光触媒104とベース132との間に導電体を配置し、外部電源により電圧を印加可能に構成する場合は、コンディショニング時に外部電源にて電圧印加を行っても良い。

[0026] 一実施形態において、基板処理装置10は、光触媒104の活性能を測定するための触媒センサ154を有する。一実施形態において触媒センサ154は、任意の電気抵抗測定器とすることができる。電気抵抗測定器は、光触媒104の任意の2点間を測定するものとすることができる。光触媒104で基板WFを処理すると、基板WFからの除去物などが光触媒104に付着することで、光触媒反応が阻害されることとなり、光触媒104の電気抵抗が変化することを利用する。例えば、高抵抗の除去物が付着すると励起光照射中の光触媒104の電気抵抗が大きくなる。この場合、コンディショニングを行うことにより、光触媒104から付着物などが除去され励起光照射中に光触媒104の電気抵抗が小さくなる。また、低抵抗の除去物が光触媒104に付着した場合には、励起光を照射していない状態の光触媒104の電気抵抗が小さくなる。この場合、コンディショニングを行うことにより、励起光を照射していない状態の光触媒104の電気抵抗が大きくなる。したがって、励起光を照射している状態、および励起光を照射していない状態における光触媒104の電気抵抗を測定することで、光触媒104の活性能を判

定することができる。触媒センサ１５４である電気抵抗測定器のプローブ１５６は、コンディショニング槽１５２の内部に配置されてもよい。たとえば、光触媒１０４がコンディショニング槽１５２内のコンディショニング液に浸漬されるようにヘッド１０６を配置したら、プローブ１５６が光触媒１０４に接触するように、電気抵抗測定器のプローブ１５６を配置することができる。

[0027] 図２は、一実施形態による基板処理装置を概略的に示す側面図である。ただし、図２において、一部は断面として示されている。図２に示される実施形態による基板処理装置１０は、ヘッド１０６の内部に光源１３４が配置されている。ヘッド１０６内に配置される光源１３４は任意のものとしてすることができる。一実施形態において、ヘッド１０６内の光源１３４は複数の発光素子を含むことができる。たとえば、微小なＵＶ－ＬＥＤ光源を複数搭載するなどにより、複数の光学素子が二次元的に配置された光源とすることができる。二次元的に配置された複数の光学素子は、ベース１３２を通じて光触媒１０４に均一に照射するように構成される。また、一実施形態において、図２に示される実施形態による基板処理装置１０のヘッド１０６は、光源１３４からの光を、ベース１３２を通じて光触媒１０４に均一に照射するための光学系を備えてもよい。一実施形態において、基板処理装置１０は電源１４６を有し、図２に示されるように、シャフト１２６、アーム１２０、およびシャフト１１８を通じてヘッド１０６内の光源１３４に電力を供給できるように構成される。図２に示される実施形態に示される基板処理装置１０において、光源１３４がヘッド１０６内に配置されていること以外は、任意の構成とすることができ、たとえば図１とともに示した実施形態と同様の構成とすることができる。また、複数の光源を搭載する場合は、各光源での照射領域を複数に分割し、各光源からの照射強度を調節することで、光触媒１０４への光照射強度分布を調節しても良い。光照射強度分布を調整することで、ヘッド１０６面内での光触媒反応による反応種生成量に分布を持たせることが可能であり、例えばヘッド１０６を基板ＷＦ全面に揺動させる際に処理

速度の基板面内均一性をコントロールする要素となる。

[0028] 図1、2で示される実施形態による基板処理装置10においては、1つのアーム120に1つのヘッド106が取り付けられているが、他の実施形態として、基板処理装置10は、複数のアーム120を備え、各アーム120に1つのヘッド106が設けられていてもよい。また、一実施形態において、1つのアーム120に複数のヘッド106が取り付けられていてもよい。また、一実施形態において、複数のアーム120のそれぞれに1つ以上の任意の数のヘッド106が取り付けられていてもよい。

[0029] 図3Aは、一実施形態による基板処理装置を概略的に示す側面図である。ただし、図3Aにおいて、一部は断面として示されている。図3Bは、図3Aに示される基板処理装置を概略的に示す上面図である。図3A、3Bに示される基板処理装置は、半導体ウェハなどの基板の研磨処理を行うCMP装置および洗浄装置などを含む基板処理システムの一部または基板処理システム内の1ユニットとして構成することができる。

[0030] 図3Aに示されるように、一実施形態による基板処理装置10は、光触媒204を保持するためのテーブル202と、基板を保持するためのヘッド206と、処理液を供給するためのノズル208と、制御装置400と、を備える。

[0031] 図3Aに示されるように、ヘッド206は回転可能なシャフト218に接続されている。また、シャフト218はアーム220に連結されている。シャフト218は、モーター222および駆動ベルトなどの駆動機構により回転可能に構成されている。したがって、基板WFを保持するヘッド206は回転可能である。また、シャフト218はボールネジ224などの昇降機構により上下方向に移動可能に構成されている。そのため、昇降機構において、ヘッド206に保持された基板WFとテーブル202に保持された光触媒204との間の間隙を調整することができる。アーム220は、回転可能なシャフト226に連結されている。シャフト226は、モーター228および駆動ベルトなどの駆動機構により回転可能に構成されている。したがって

、基板WFを保持するヘッド206は、テーブル202上の光触媒204の平面に平行な方向に、シャフト226を中心として旋回運動することが可能である。

[0032] 一実施形態において、ヘッド206は温度制御装置207を備えることができる。一実施形態において、温度制御装置207は、ヘッド206内に配置された電熱線などの発熱素子や、ペルチェ素子などの冷却素子から構成することができる。一実施形態において、温度制御装置207は、ヘッド206内に形成された流体通路に制御された温度の流体（たとえば水、処理液）を流すように構成することができる。温度制御装置207によりヘッド206に保持された基板WFの温度を制御することができる。

[0033] 図3A、3Bに示されるように、テーブル202は、中心部202a、外輪部202b、および中心部202aから外輪部202bへ放射状に延びる複数の連結部202cを備える。図3Aに示されるように、テーブル202の中心部202aは、駆動シャフト214に連結されている。駆動シャフト214は、モーター216および駆動ベルトなどの駆動機構により回転可能に構成されている。そのため、テーブル202は回転可能に構成されている。一実施形態において、図3Aに示されるように、テーブル202の上には、ベース232が取り付けられている。ベース232は平板状の部材で形成される。ベース232は、光触媒204を励起するための励起光に対して透過性を有する材料から形成されることが好ましい。ベース232の光透過率は80%以上であることが好ましい。ベース232は、たとえば石英、水晶、サファイア、アクリル樹脂、ポリカーボネート、その他の有機系光学材料などから形成することができる。また、ベース232の表面に透明導電層が形成されてもよい。透明導電層は、たとえば、ITO、FTO、Ga₂O₃、ZnO系、SnO₂系などとすることができる。

[0034] 図示の実施形態において、ベース232の上面に光触媒204が保持されている。光触媒204はたとえばTiO₂、WO₃、ZnO₂、SrTiO₃などとすることができる。光触媒204は、たとえば、抵抗加熱式蒸着法、化学

気層蒸着法（CVD）、スパッタリング法、めっき法などによってベース232の表面に形成することができる。なお、図示はしないが、光触媒204とベース232との間に導電体を配置しても良い。導電体は光源234から光触媒204に到達する光量を減少させないように配置されることが望ましい。たとえば、導電体は、市松模様のように配置しても良く、格子状のパターンで配置しても良い。また、導電体は後述の処理液に接触する範囲で配置された対向電極に接続されても良い。さらに、導電体と対向電極との間に外部電源を接続して、導電体と対向電極との間に電圧を印加可能にしても良い。本導電体及び対向電極を配置することで、光触媒204にて生成された電子や正孔の光触媒204内での分布をコントロールすることが可能となり、更に外部電源による電圧印加は、本分布のコントロールを促進する働きを有する。

[0035] 図3Aに示されるように、基板処理装置10は光源234を備える。光源234は、光触媒204を励起することができる波長を含む光を発生させる光源とすることができる。より具体的には、光源234は、光触媒204のバンドギャップ以上のエネルギーの波長を含む光を発生させる光源である。一実施形態において、光源234は、紫外線（UV）領域の波長を含む光を発生させる光源である。たとえば、光触媒204が TiO_2 である場合、光源234は380nm以下の波長を含む光を発生させる光源であり、たとえば365nmの波長を含む光を発生させる光源とすることができる。

[0036] 図3Aに示されるように、光源234は、テーブル202の下に配置されている。また、一実施形態において、図3Aに示されるように、基板処理装置10は、光学系238を備える。光学系238は、光源234からの光を、ベース232を通じて光触媒204の少なくとも一部に均一に照射するように構成される。図3Aに示される実施形態においては、光源234からの光が基板WFと光触媒204との接触領域における光触媒204に均一に光を照射されるように、光源234および光学系238が構成される。一実施形態において、光源234および光学系238は、光触媒204の平面に平

行な方向に移動可能に構成することができる。たとえば、基板WFが均一にエッチングされるように、光源234および光学系238を基板WFに対して移動させるように制御することができる。たとえば、光源234および光学系238を、移動可能な支持台235に搭載することで、光源234および光学系238を移動可能に構成することができる。なお、光学系238は、凸レンズ、凹レンズ、ミラーなどの任意の光学素子、および任意の光学素子の組み合わせから構成することができる。

[0037] 一実施形態において、基板処理装置10は、テーブル202上に保持された光触媒204の上に処理液を供給するためのノズル208を有する。ノズル208は処理液供給源240に連結されている。一実施形態において、図3Aに示されるように、ノズル208は2つのノズル208a、208bを含む。図3Aに示されるように、一方のノズル208aは、流路242aにより処理液供給源240に接続されており、また、テーブル202の外周付近に配置され、あるいは、ノズル208aはテーブル202の上方に配置されてもよい。また、ノズル208aは移動可能に構成してもよい。たとえば、ノズル208aをヘッド206と同期させて移動させることで、処理液を基板WFと光触媒204との間の処理面へ効率的に供給することができる。もう一方のノズル208bは、シャフト226、アーム220、シャフト218、ヘッド206内を通る流路242bを通じて、ヘッド206内に設けられたノズル208bに接続されるようにしてもよい。図3Aに示されるように、流路242aにはバルブ244aが設けられ、任意のタイミングで処理液を208aから光触媒204上に供給できるように構成されている。また、図3Aに示されるように、流路242bにはバルブ244bが設けられ、任意のタイミングで処理液を208bから光触媒204上に供給できるように構成されている。一実施形態において、基板処理装置10は、上述のノズル208a、208bの一方だけを備えるものとしてもよい。

[0038] 一実施形態において、基板処理装置10は、処理液の温度を制御するための温度制御装置241を備えることができる。温度制御装置241は、たと

えば、処理液の流路242の途中に設けることができる。温度制御装置241は、例えば、赤外線ヒーターや電熱線による直接加熱や熱交換機等を利用した間接制御等、液体の温度を制御する任意の温度制御装置とすることができる。温度制御装置241によりノズル208から供給される処理液の温度を制御することができる。

[0039] 一実施形態において、基板処理装置10は、光触媒204の活性能を測定するための触媒センサ254を有する。一実施形態において触媒センサ254は、任意の電気抵抗測定器とすることができる。電気抵抗測定器は、光触媒204の任意の2点間を測定するものとすることができる。触媒センサ254である電気抵抗測定器のプロブ256は、テーブル202上の光触媒204に接触可能に配置される。なお、テーブル202上の光触媒204をコンディショニングするときは、基板WFを光触媒204に接触させない状態で、コンディショニング液を光触媒204上に供給しながら、光源234から励起光を光触媒204に照射することで行うことができる。なお、コンディショニング液の供給は上述のノズル208aおよび／または208bを用いて、供給液を処理液から切り替えて供給しても良い。コンディショニングの際に、触媒センサ254で光触媒204の活性能を測定してもよい。コンディショニング液は、基板WFを処理するときの処理液と同一でも異なる液体でもよい。なお、コンディショニング液そのものに光触媒104を回復させるコンディショニング成分を有する場合は、光の照射は必要ではないが、光照射により、コンディショニング成分を発生させる場合は、光源234からの光の照射強度を適宜調整することで、コンディショニング速度を調整することが可能である。また、コンディショニングを効率よく行うために、コンディショニングを行うための光源は複数設置してもよい。また、図示はしないが、光触媒204とベース232との間に導電体を配置し、外部電源により電圧を印加可能に構成する場合は、コンディショニング時に外部電源にて電圧印加を行っても良い。

[0040] 図4Aは、一実施形態による基板処理装置を概略的に示す側面図である。

ただし、図4 Aにおいて、一部は断面として示されている。図4 Bは、図4 Aに示される基板処理装置を概略的に示す上面図である。図4 A、4 Bに示される基板処理装置は、半導体ウェハなどの基板の研磨処理を行うCMP装置および洗浄装置などを含む基板処理システムの一部または基板処理システム内の1ユニットとして構成することができる。

[0041] 図4 Aに示されるように、一実施形態による基板処理装置10は、光触媒204を保持するためのテーブル202と、基板を保持するためのヘッド206と、処理液を供給するためのノズル208と、を備える。

[0042] 図4 Aに示されるように、ヘッド206は回転可能なシャフト218に接続されている。また、シャフト218はアーム220に連結されている。シャフト218は、モーター222および駆動ベルトなどの駆動機構により回転可能に構成されている。したがって、基板WFを保持するヘッド206は回転可能である。また、シャフト218はボールネジ224などの昇降機構により上下方向に移動可能に構成されている。そのため、昇降機構において、ヘッド206に保持された基板WFとテーブル202に保持された光触媒204との間の間隙を調整することができる。アーム220は、回転可能なシャフト226に連結されている。シャフト226は、モーター228および駆動ベルトなどの駆動機構により回転可能に構成されている。したがって、基板WFを保持するヘッド206は、テーブル202上の光触媒204の平面に平行な方向に、シャフト226を中心として旋回運動することが可能である。

[0043] 図4 A、4 Bに示されるように、テーブル202は、外周の縁部202dが高くなったトレイ状の形状である。あるいは、テーブル202は、外周の縁部202dを除いて凹部202eが形成されているともいえる。図4 Aに示されるように、テーブル202は、駆動シャフト214に連結されている。駆動シャフト214は、モーター216および駆動ベルトなどの駆動機構により回転可能に構成されている。そのため、テーブル202は回転可能に構成されている。一実施形態において、図4 Aに示されるように、テーブル

202の外周の縁部202dの上には、ベース232が取り付けられている。ベース232は平板状の部材で形成される。ベース232は、光触媒204を励起するための励起光に対して透過性を有する材料から形成されることが好ましい。ベース232の光透過率は80%以上であることが好ましい。ベース232は、たとえば石英、水晶、サファイア、アクリル樹脂、ポリカーボネート、その他の有機系光学材料などから形成することができる。また、ベース232の表面に透明導電層が形成されてもよい。透明導電層は、たとえば、ITO、FTO、Ga₂O₃、ZnO系、SnO₂系などとすることができる。

[0044] 図示の実施形態において、ベース232の上面に光触媒204が保持されている。光触媒204はたとえばTiO₂、WO₃、ZnO₂、SrTiO₃などとすることができる。光触媒204は、たとえば、抵抗加熱式蒸着法、化学気相蒸着法(CVD)、スパッタリング法、めっき法などによってベース232の表面に形成することができる。

[0045] 図4Aに示されるように、基板処理装置10は光源234を備える。光源234は、光触媒204を励起することができる波長を含む光を発生させる光源とすることができる。より具体的には、光源234は、光触媒204のバンドギャップ以上のエネルギーの波長を含む光を発生させる光源である。一実施形態において、光源234は、紫外線(UV)領域の波長を含む光を発生させる光源である。たとえば、光触媒204がTiO₂である場合、光源234は380nm以下の波長を含む光を発生させる光源であり、たとえば365nmの波長を含む光を発生させる光源とすることができる。

[0046] 図4Aに示されるように、光源234は、テーブル202の凹部202e内に配置されている。一実施形態において、テーブル202内の光源234は複数の発光素子を含むことができる。たとえば、複数の光学素子が二次元的に配置された光源とすることができる。二次元的に配置された複数の光学素子は、ベース232を通じて光触媒204の少なくとも一部の領域に均一に照射するように構成される。具体的には、複数の光学素子は、光源234

からの光が基板WFと光触媒204との接触領域における光触媒204に均一に光を照射されるように構成される。また、一実施形態において、テーブル202の凹部202e内において、光源234からの光を光触媒204に均一に照射するための任意の光学系を備えてもよい。一実施形態において、基板処理装置10は電源246を有し、図4Aに示されるように、駆動シャフト214を通じてテーブル202内の光源234に電力を供給できるように構成される。図4A、4Bに示される実施形態に示される基板処理装置10において、テーブル202の構造およびテーブル202内に光源234などが配置されることを除いては、図3で説明した実施形態と同様の構成とすることができる。また、複数の光源を搭載する場合は、各光源での照射領域を複数に分割し、各光源からの照射強度を調節することで、光触媒204への光照射強度分布を調節しても良い。

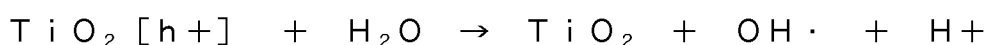
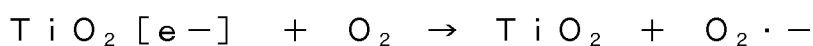
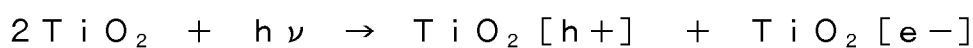
[0047] 図5は、一実施形態による基板処理装置を概略的に示す側面図である。ただし、図5において、一部は断面として示されている。図5に示される実施形態による基板処理装置10は、図4に示される実施形態による基板処理装置10と概ね同様の構成である。図5に示される実施形態においては、テーブル202内に配置される光源234は、複数の領域を備え、領域ごとに光の強度を制御可能に構成されている。一実施形態において、光源234は同心円状に複数の領域を備え、領域ごとに光の強度を制御可能に構成されている。光照射強度分布を調整することで、光触媒反応による反応種生成量に分布を持たせることが可能であり、処理速度の基板WF面内均一性をコントロールする要素となる。

[0048] 図6は、一実施形態による、基板処理システムを概略的に示すブロック図である。基板処理システムは、ロードポート、CMPモジュール、光触媒モジュール、洗浄モジュール、乾燥モジュールを備える。また、基板処理システムは、基板処理システム内で基板を搬送するためのロボットを備える。図6に示される基板処理システムにおいて、ロードポートは、処理前の基板を保持し、また、処理後の基板を保持する。ロボット1は、ロードポートから

処理前の基板を受け取り、ロボット2へ基板を受け渡すことができる。ロボット2は、基板をCMPモジュール、光触媒モジュール、洗浄モジュール1、2、3、乾燥モジュール、およびロボット1の間で基板を搬送することができる。基板処理システムの光触媒モジュールは、上述した基板処理装置10の任意の特徴を備えるものとすることができる。また、基板処理システムの光触媒モジュール以外の構成は任意のものとすることができ、モジュールの種類および数は任意である。本構成では、例えばCMPモジュールにて処理した基板WFを光触媒モジュールにて仕上げ処理を行うことが可能である。

[0049] 以下において、光触媒を用いた基板の処理方法を説明する。基板の処理方法は、上述の任意の基板処理装置10により実行することができる。また、基板処理装置10の動作は、制御装置400により制御することができる。本開示による光触媒を用いた基板の処理方法は、処理液の存在下で基板と光触媒とを近接させて、光触媒に励起光を照射することで、基板の表面をエッチング処理する。

[0050] 一例として、光触媒としてTiO₂を用いた基板の処理の原理を説明する。TiO₂にバンドギャップ以上のエネルギーを持つ波長が380nm以下の光（UV光）を照射すると、電子-正孔対が生じる。価電子帯から伝導体に励起された電子は酸素と反応し、価電子帯に生じた正孔は水と反応し活性種であるヒドロキシラジカル（OH・）を生成する。活性種であるヒドロキシラジカルは非常に酸化力が強いため、ヒドロキシラジカルを用いて基板の表面を酸化除去することができる。また、ヒドロキシラジカルは寿命が短いため、生成されたヒドロキシラジカルの拡散距離はTiO₂の表面付近に制限される。したがって、TiO₂表面に近接した基板表面の凸部から優先的に除去が進む。



- [0051] ここで、正孔、あるいは電子と反応する化学物質が不足していると、電子と正孔とが再結合して熱エネルギーとなり、化学反応としては何も生じないことになる。したがって、生成した電子と正孔とを再結合させない工夫が必要である。処理液中に H_2O は十分に存在しており、正孔の反応は容易に進むと考えられる。電子と反応する O_2 は、処理液中の溶存酸素のみでは不十分であると考えられるため、処理液には自己分解反応によって酸素を発生させる H_2O_2 などを使用することが望ましい。また、生成した電子と酸化剤が反応することも考えられるため、処理液には酸化剤を含むことが望ましい。
- [0052] 光触媒反応におけるヒドロキシラジカルの生成量の制御因子としては、（１）光触媒活性能、（２）励起光の照射強度、（３）処理液の種類および濃度、（４）処理液の供給量、などが考えられる。（２）励起光の照射強度は、電子－正孔対の生成量に影響を与える。（３）処理液の種類および濃度、および（４）処理液の供給量は、電子と反応する化学物質（たとえば酸素）の量に影響を与える。
- [0053] TiO_2 の活性能は主に TiO_2 の結晶性や厚さにより決定される。触媒活性能は励起光を照射しているときの光触媒の電気抵抗を測定することで把握することができる。 TiO_2 の表面に基板の除去物などが付着し触媒活性能が低下した場合は、光触媒反応が生じる適当な処理液に TiO_2 を浸漬させて、処理液中で励起光を照射することで、 TiO_2 表面で発生したヒドロキシラジカルにより TiO_2 の表面に付着した異物を分解除去することができる（コンディショニング）。
- [0054] 励起光を光触媒に照射した際に、電子と反応する酸素あるいは酸化剤が十分に存在しなければ電子と正孔が再結合する割合が高くなる。電子と正孔が再結合すると、熱エネルギーや光エネルギーは生じるが、化学反応としてはなにも生じていないこととなり、基板の除去は進まない。したがって、効率よく基板の除去を行うためには、励起光を光触媒に照射した際に生成する電子と正孔の再結合を防ぐ必要があり、そのためには光触媒に対して十分な量の処理液を供給する必要がある。処理液を基板と光触媒との間に十分に供給

するために、光触媒と基板の表面との間に適当な間隙を設けることや、光触媒と基板とを相対的に運動させることが有効である。

[0055] 光触媒を利用した基板の処理における基板の表面の除去量の制御因子としては、（１）ヒドロキシラジカルの量、（２）光触媒と基板表面との間の距離、（３）温度、が考えられる。ヒドロキシラジカルの生成量を制御することで基板表面の除去量を制御することができる。また、光触媒と基板表面との間の距離が大きくなると、光触媒の表面で生成したヒドロキシラジカルが基板の表面に到達するまえに失活してしまい、基板表面の除去が行われない。一方、光触媒の表面と基板の表面との間の距離を小さくすると、光触媒の表面に処理液が十分に供給されず、光触媒反応が進まなくなる。この点を考慮して光触媒の表面と基板の表面との間の距離を適切に制御することが望ましい。さらに、ヒドロキシラジカルが生成する反応およびヒドロキシラジカルの拡散距離は温度に依存すると考えられるため、基板表面の除去量を制御するうえでは温度制御も有効である。

[0056] 一例として、図１、２とともに説明した基板処理装置１０を使用した基板の処理方法を説明する。図７は、一実施形態による、基板の処理方法を示すフローチャートである。テーブル１０２の上に基板WFを保持させる。テーブル１０２への基板WFの設置は、任意のロボットを使用してもよく、手動で行ってもよい。テーブル１０２が温度制御装置１０３を備えている場合、温度制御装置１０３によりテーブル１０２上の基板WFの温度が所定の温度になるように制御してもよい。

[0057] 次に、アーム１２０を駆動して、ヘッド１０６がテーブル１０２上の基板WFの上方に配置されるようにヘッド１０６を移動させる。

[0058] 次に、テーブル１０２上の基板WFに処理液を供給する。処理液の供給はヘッド１０６に設けられたノズル１０８ｂから行ってもよく、ヘッド１０６外のノズル１０８ａから行ってもよく、両方のノズル１０８ａ、１０８ｂから行ってもよい。なお、このときテーブル１０２を回転させる。また、基板処理装置１０が温度制御装置１４１を備えている場合、温度制御装置１４１

により、供給される処理液が所定の温度になるように制御してもよい。

[0059] 次に、光触媒 104 を近接させるようにヘッド 106 をテーブル 102 に向かって移動させる。基板 WF の表面と光触媒 104 の表面との間の距離は、基板に対して行う処理のレシピ、光触媒反応により生成される活性種の寿命や、光触媒と基板との間に存在する処理液の量などから決定する。一例として、基板 WF の表面と光触媒 104 の表面との間の距離は、約 $1\ \mu\text{m}$ 以上、約 $500\ \mu\text{m}$ 以下となるように光触媒 104 と基板 WF との間を調整することが望ましく、約 $10\ \mu\text{m}$ 以上、約 $50\ \mu\text{m}$ 以下であることがより望ましい。光触媒 104 を基板 WF に近接させるときに、ヘッド 106 を回転させてもよいし、近接させてからヘッド 106 を回転させてもよい。

[0060] 次に、光触媒 104 に励起光を照射する。光触媒 104 に励起光を照射することで、上述の光触媒反応により生じた活性種により基板 WF の表面を加工することができる。上述したように、本開示による光触媒を用いた基板の加工方法においては、基板 WF の表面の凸部から優先的に除去されていくので、基板 WF を平坦化することができる。また、光触媒 104 と基板 WF とは、非接触の状態で基板 WF を処理することができるので、基板 WF に機械的なダメージを与えることがない。また、上述した制御因子を調整することで、原子レベルで基板を平坦化することができる。

[0061] 基板 WF の処理が終了したら、光触媒 104 と基板 WF とを離間させる。また、励起光の照射を終了させる。

[0062] 1 つの基板 WF の処理が終了したら、必要であれば光触媒 104 のコンディショニングを行う。アーム 120 を駆動してヘッド 106 をコンディショナ 150 の上方に位置させる。次に、ヘッド 106 を下降させて、光触媒 104 がコンディショニング槽 152 に保持されたコンディショニング液に浸漬させる。また、光触媒 104 をコンディショニング液に浸漬させた状態で光触媒 104 に励起光を照射する。このとき、ヘッド 106 を回転させてもよい。また、コンディショナ 150 が、温度制御装置 153 を備えている場合、コンディショニング時に、コンディショニング液の温度が所定の温度に

なるように制御してもよい。光触媒 104 のコンディショニングを行っているときに、触媒センサ 154 により光触媒 104 の活性能を判定して、コンディショニングの終了を判定してもよい。

[0063] 光触媒 104 のコンディショニングを行っている間に、処理が終了した基板 WF をテーブル 102 から移動させ、次に処理する基板 WF をテーブル 102 の上に保持させる。光触媒 104 のコンディショニングが終了したら、テーブル 102 上の新たな基板 WF の処理を開始する。

[0064] 一例として、図 3-5 とともに説明した基板処理装置 10 を使用した基板の処理方法を説明する。図 8 は、一実施形態による、基板の処理方法を示すフローチャートである。

[0065] ヘッド 206 に基板 WF を保持させる。ヘッド 206 への基板保持は任意の方法で行うことができる。たとえば、基板 WF が位置している場所までヘッド 206 を移動させて、真空吸着等によりヘッド 206 に基板 WF を保持させることができる。なお、ヘッド 206 が温度制御装置 207 を備えている場合、温度制御装置 207 によりヘッド 206 に保持された基板 WF の温度が所定の温度になるように制御してもよい。

[0066] 次に、アーム 220 を駆動して、ヘッド 206 がテーブル 202 上の光触媒 204 の上方に配置されるようにヘッド 206 を移動させる。

[0067] 次に、テーブル 202 上の光触媒 204 の上に処理液を供給する。処理液の供給はヘッド 206 に設けられたノズル 208b から行ってもよく、ヘッド 206 外のノズル 208a から行ってもよく、両方のノズル 208a、208b から行ってもよい。なお、このときテーブル 202 を回転させる。また、基板処理装置 10 が温度制御装置 241 を備えている場合、温度制御装置 241 により、供給される処理液が所定の温度になるように制御してもよい。

[0068] 次に、基板 WF を近接させるようにヘッド 206 をテーブル 202 に向かって移動させる。基板 WF の表面と光触媒 204 の表面との間の距離は、光触媒反応により生成される活性種の寿命や、光触媒と基板との間に存在する

処理液の量などから決定する。一例として、基板WFの表面と光触媒204の表面との間の距離は、約1 μm 以上、約500 μm 以下となるように光触媒204と基板WFとの間を調整することが望ましい。さらに、活性種の寿命、および光触媒と基板との間に存在する処理液の量に鑑みると、基板WFの表面と光触媒204の表面との間の距離は10 μm 以上、50 μm 以下であることがより望ましい。基板WFを光触媒204に近接させるときに、ヘッド206を回転させてもよいし、近接させてからヘッド206を回転させてもよい。

[0069] 次に、光触媒204に励起光を照射する。光触媒204に励起光を照射することで、上述の光触媒反応により生じた活性種により基板WFの表面を加工することができる。上述したように、本開示による光触媒を用いた基板の加工方法においては、基板WFの表面の凸部から優先的に除去されていくので、基板WFを平坦化することができる。また、光触媒204と基板WFとは、非接触の状態で基板WFを処理することができるので、基板WFに機械的なダメージを与えることがない。また、上述した制御因子を調整することで、原子レベルで基板を平坦化することができる。

[0070] 基板WFの処理が終了したら、光触媒204と基板WFとを離間させる。また、励起光の照射を終了させる。

[0071] 1つの基板WFの処理が終了したら、必要であれば光触媒204のコンディショニングを行う。光触媒204をコンディショニングするときは、テーブル202上の光触媒204にコンディショニング液を供給しながら、光触媒204に励起光を照射することで行うことができる。コンディショニング液は、基板WFを処理するときの処理液と同一とすることができ、たとえばノズル208aからコンディショニング液を供給してもよい。基板処理装置10が温度制御装置241を備えている場合、コンディショニング液としての処理液の温度が所定の温度になるように制御してもよい。コンディショニングのときに、テーブル202を回転させてもよい。また、光触媒204のコンディショニングを行っているときに、触媒センサ254により光触媒2

04の活性能を判定して、コンディショニングの終了を判定してもよい。

[0072] 光触媒204のコンディショニングを行っている間に、処理が終了した基板WFをヘッド206から取り外し、次に処理する基板WFをヘッド206に保持させる。光触媒204のコンディショニングが終了したら、ヘッド206に新たに保持させた基板WFの処理を開始する。

[0073] なお、図3～図5に示されるような、触媒204の方が基板WFよりも大きな寸法を備える基板処理装置10においては、基板WFを処理中にコンディショニングを同時に行うことも可能である。たとえば、基板WFの処理中において、基板WFが接触していない触媒204の領域にも励起光を照射することで、基板WFが接触していない触媒204の領域のコンディショニングを行うことができる。

[0074] 以上、いくつかの例に基づいて本発明の実施形態について説明してきたが、上記した発明の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明には、その均等物が含まれることはもちろんである。また、上述した課題の少なくとも一部を解決できる範囲、または、効果の少なくとも一部を奏する範囲において、特許請求の範囲および明細書に記載された各構成要素の任意の組み合わせ、または、省略が可能である。

[0075] 上述の実施形態から少なくとも以下の技術的思想が把握される。

〔形態1〕形態1によれば、基板処理装置が提供され、かかる基板処理装置は、基板を保持するためのテーブルと、前記テーブルに保持された基板の被処理面に処理液を供給するためのノズルと、光触媒を保持するためのヘッドと、前記光触媒をコンディショニングするためのコンディショナと、前記ヘッドを前記テーブルの表面に垂直な方向へ移動させるための第1移動機構と、前記ヘッドを前記テーブルと前記コンディショナとの間で移動させるための第2移動機構と、を有する。

[0076] 〔形態2〕形態2によれば、形態1による基板処理装置であって、前記コ

ンディショナは、処理液を保持するためのコンディショニング槽を有し、前記コンディショニング槽は、前記ヘッドに保持された前記光触媒を受け入れ可能な寸法を備える。

[0077] [形態3] 形態3によれば、形態1または形態2による基板処理装置であって、前記光触媒を励起するための第1波長を含む第1光源を有し、前記ヘッドは、前記第1波長に対して透過性を備えるベースを有し、前記光触媒は前記ベースの表面に保持されており、前記第1光源から発された光を前記ベースの裏面から前記光触媒に向けるための光学系を有する。

[0078] [形態4] 形態4によれば、形態3による基板処理装置であって、前記光学系は、前記ベースの表面に保持された前記光触媒に均一に光を照射するように構成されている。

[0079] [形態5] 形態5によれば、形態3または形態4による基板処理装置であって、前記第1光源から前記ヘッドまで光を導くための光導入路を有する。

[0080] [形態6] 形態6によれば、形態3または形態4による基板処理装置であって、前記ヘッドが前記第1光源を有する。

[0081] [形態7] 形態7によれば、形態1から形態6のいずれか1つの形態による基板処理装置であって、前記第1光源は複数の光源を備え、前記第1光源は複数の領域を有し、前記領域ごとに前記光触媒へ照射する光強度を調整可能に構成されている。

[0082] [形態8] 形態8によれば、形態1から形態7のいずれか1つの形態による基板処理装置であって、前記光触媒の活性能を測定するための触媒センサを有する。

[0083] [形態9] 形態9によれば、形態8による基板処理装置であって、前記触媒センサは前記光触媒の電気抵抗を測定する。

[0084] [形態10] 形態10によれば、形態8または形態9による基板処理装置であって、前記触媒センサは、コンディショナに配置されている。

[0085] [形態11] 形態11によれば、基板処理装置が提供され、かかる基板処理装置は、基板を保持するためのテーブルと、前記テーブルに保持された基

板の被処理面に処理液を供給するためのノズルと、光触媒を保持するためのヘッドと、前記光触媒の活性を測定するための触媒センサを有する。

[0086] [形態 1 2] 形態 1 2 によれば、形態 1 1 による基板処理装置であって、前記触媒センサは前記光触媒の電気抵抗を測定する。

[0087] [形態 1 3] 形態 1 3 によれば、形態 1 から形態 1 2 のいずれか 1 つの形態による基板処理装置であって、前記ヘッドは前記処理液を通すための処理液流路を有し、前記ノズルは前記処理液流路に流体連通している。

[0088] [形態 1 4] 形態 1 4 によれば、形態 1 から形態 1 3 のいずれか 1 つの形態による基板処理装置であって、前記処理液の温度を調整するための温度制御装置を有する。

[0089] [形態 1 5] 形態 1 5 によれば、形態 1 から形態 1 4 のいずれか 1 つの形態による基板処理装置であって、前記テーブルは、保持される基板の温度を調整するための温度制御装置を有する。

[0090] [形態 1 6] 形態 1 6 によれば、基板処理装置が提供され、かかる基板処理装置は、基板を保持するためのテーブルと、前記テーブルに保持された基板の被処理面に処理液を供給するためのノズルと、光触媒を保持するためのヘッドと、前記ヘッドを前記テーブルの表面に垂直な方向へ移動させるための第 1 移動機構と、制御装置と、を有し、前記制御装置は、前記ヘッドに保持された前記光触媒が前記テーブルの上に保持された基板に近接するように、前記第 1 移動機構を制御する。

[0091] [形態 1 7] 形態 1 7 によれば、形態 1 6 による基板処理装置であって、前記光触媒をコンディショニングするためのコンディショナと、前記ヘッドを前記テーブルと前記コンディショナとの間で移動させるための第 2 移動機構と、を有し、前記制御装置は、基板の処理が終了したら前記ヘッドを前記コンディショナへ移動させるように第 2 移動機構を制御する。

[0092] [形態 1 8] 形態 1 8 によれば、形態 1 7 による基板処理装置であって、前記コンディショナは、処理液を保持するためのコンディショニング槽を有し、前記基板処理装置は、前記光触媒を励起するための第 1 波長を含む第 1

光源を有し、前記ヘッドは、前記第 1 波長に対して透過性を備えるベースを有し、前記光触媒は前記ベースの表面に保持されており、前記第 1 光源から発された光を前記ベースの裏面から前記ベースに向けるための光学系を有し、前記制御装置は、前記ヘッドを前記コンディショナへ移動させ、前記光触媒を前記コンディショニング槽に保持された処理液に浸漬させ、前記第 1 光源から光を前記光触媒に向けて照射する、ように制御する。

[0093] [形態 19] 形態 19 によれば、形態 16 から形態 18 のいずれか 1 つの形態による基板処理装置であって、前記光触媒の電気抵抗を測定する触媒センサを有し、前記制御装置は、前記触媒センサで測定した電気抵抗に基づいて前記光触媒の触媒活性性能の活性度を判定する。

[0094] [形態 20] 形態 20 によれば、形態 19 による基板処理装置であって、前記制御装置は、前記光触媒に前記第 1 波長を含む光を照射しているときの前記光触媒の電気抵抗、および、前記光触媒に前記第 1 波長を含む光を照射していないときの前記光触媒の電気抵抗に基づいて、前記光触媒の触媒活性性能の活性度を判定する。

[0095] [形態 21] 形態 21 によれば、形態 19 または形態 20 による基板処理装置であって、前記制御装置は、判定された前記光触媒の活性度に基づいて、基板を処理するときの第 1 光源の強度を制御する。

[0096] [形態 22] 形態 22 によれば、基板処理装置が提供され、かかる基板処理装置は、基板を保持するためのテーブルと、前記テーブルに保持された基板の被処理面に処理液を供給するためのノズルと、光触媒を保持するためのヘッドと、前記光触媒を励起するための第 1 波長を含む第 1 光源と、を有し、前記ヘッドは、前記第 1 波長に対して透過性を備えるベースを有し、前記光触媒は前記ベースの表面に保持されており、前記第 1 光源から発された光を前記ベースの裏面から前記ベースに向けるための光学系を有する。

[0097] [形態 23] 形態 23 によれば、形態 22 による基板処理装置であって、前記光学系は、前記ベースの表面に保持された前記光触媒に均一に光を照射するように構成されている。

- [0098] 〔形態 2 4〕 形態 2 4 によれば、形態 2 2 または形態 2 3 による基板処理装置であって、前記光学系は、レンズおよびミラーの少なくとも 1 つを有する。
- [0099] 〔形態 2 5〕 形態 2 5 によれば、形態 2 2 から形態 2 4 のいずれか 1 つの形態による基板処理装置であって、前記第 1 光源から前記ヘッドまで光を導くための光導入路を有する。
- [0100] 〔形態 2 6〕 形態 2 6 によれば、形態 2 5 による基板処理装置であって、前記光導入路は光ファイバを有する。
- [0101] 〔形態 2 7〕 形態 2 7 によれば、形態 2 2 から形態 2 4 のいずれか 1 つの形態による基板処理装置であって、前記ヘッドが前記第 1 光源を有する。
- [0102] 〔形態 2 8〕 形態 2 8 によれば、形態 2 2 から形態 2 7 のいずれか 1 つの形態による基板処理装置であって、前記第 1 光源は複数の光源を備え、前記第 1 光源は複数の領域を有し、前記領域ごとに光強度を調整可能に構成されている。
- [0103] 〔形態 2 9〕 形態 2 9 によれば、形態 2 2 から形態 2 8 のいずれか 1 つの形態による基板処理装置であって、前記第 1 波長は紫外線領域である。
- [0104] 〔形態 3 0〕 形態 3 0 によれば、形態 1 から形態 2 9 のいずれか 1 つの形態による基板処理装置であって、前記制御装置は、前記ヘッドに保持された前記光触媒と前記テーブルの上に保持された基板との間の距離が $1\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下となるように前記第 1 移動機構を制御する。
- [0105] 〔形態 3 1〕 形態 3 1 によれば、基板処理装置が提供され、かかる基板処理装置は、表面に光触媒が保持されている、第 1 波長に対して透過性を備えるベースと、前記光触媒を励起するための第 1 波長を含む第 1 光源と、前記第 1 光源から発された光を前記ベースの裏面から前記光触媒に向けるための光学系と、基板を保持するための基板保持ヘッドと、
- 前記ベースの表面に保持された前記光触媒の上に処理液を供給するためのノズルと、前記基板保持ヘッドを前記ベースの表面に垂直な方向へ移動させるための第 1 移動機構と、を有する。

- [0106] [形態 3 2] 形態 3 2 によれば、形態 3 1 による基板処理装置であって、前記光学系は、前記ベースの表面に保持された前記光触媒の少なくとも一部の領域に均一に光を照射するように構成されている。
- [0107] [形態 3 3] 形態 3 3 によれば、形態 3 1 または形態 3 2 による基板処理装置であって、前記第 1 光源は複数の光源を有する。
- [0108] [形態 3 4] 形態 3 4 によれば、形態 3 3 による基板処理装置であって、前記第 1 光源は複数の領域を有し、前記領域ごとに前記光触媒に照射する光強度を調整可能に構成されている。
- [0109] [形態 3 5] 形態 3 5 によれば、基板処理方法が提供され、かかる基板処理方法は、処理対象である基板と光触媒とを処理液の存在下で近接させるステップと、光触媒に励起光を照射するステップと、前記光触媒をコンディショニングするステップと、を有する。
- [0110] [形態 3 6] 形態 3 6 によれば、形態 3 5 に記載の基板処理方法であって、前記コンディショニングするステップは、前記光触媒をコンディショニング液に接触させた状態で前記光触媒に励起光を照射するステップを有する。
- [0111] [形態 3 7] 形態 3 7 によれば、形態 3 5 または形態 3 6 による基板処理方法であって、前記光触媒の活性能を測定するステップを有する。

符号の説明

- [0112] 1 0 …基板処理装置
 1 0 2 …テーブル
 1 0 3 …温度制御装置
 1 0 4 …光触媒
 1 0 6 …ヘッド
 1 0 8 …ノズル
 1 1 4 …駆動シャフト
 1 1 8 …シャフト
 1 2 0 …アーム
 1 2 6 …シャフト

1 3 0 …ヘッド本体
1 3 2 …ベース
1 3 4 …光源
1 3 6 …光導入路
1 3 8 …光学系
1 4 0 …処理液供給源
1 4 1 …温度制御装置
1 4 6 …電源
1 5 0 …コンディショナ
1 5 2 …コンディショニング槽
1 5 4 …触媒センサ
1 5 6 …プローブ
2 0 2 …テーブル
2 0 4 …光触媒
2 0 6 …ヘッド
2 0 7 …温度制御装置
2 0 8 …ノズル
2 1 4 …駆動シャフト
2 1 8 …シャフト
2 2 0 …アーム
2 2 6 …シャフト
2 3 2 …ベース
2 3 4 …光源
2 3 5 …支持台
2 3 8 …光学系
2 4 0 …処理液供給源
2 4 1 …温度制御装置
2 4 6 …電源

2 5 4 …触媒センサ

2 5 6 …プローブ

W F …基板

請求の範囲

- [請求項1] 基板処理装置であって、
- 基板を保持するためのテーブルと、
- 前記テーブルに保持された基板の被処理面に処理液を供給するためのノズルと、
- 光触媒を保持するためのヘッドと、
- 前記光触媒をコンディショニングするためのコンディショナと、
- 前記ヘッドを前記テーブルの表面に垂直な方向へ移動させるための第1移動機構と、
- 前記ヘッドを前記テーブルと前記コンディショナとの間で移動させるための第2移動機構と、を有する、
- 基板処理装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の基板処理装置であって、
- 前記コンディショナは、処理液を保持するためのコンディショニング槽を有し、
- 前記コンディショニング槽は、前記ヘッドに保持された前記光触媒を受け入れ可能な寸法を備える、
- 基板処理装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の基板処理装置であって、
- 前記光触媒を励起するための第1波長を含む第1光源を有し、
- 前記ヘッドは、
- 前記第1波長に対して透過性を備えるベースを有し、
- 前記光触媒は前記ベースの表面に保持されており、
- 前記第1光源から発された光を前記ベースの裏面から前記光触媒に向けるための光学系を有する、
- 基板処理装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の基板処理装置であって、
- 前記光学系は、前記ベースの表面に保持された前記光触媒に均一に

光を照射するように構成されている、
基板処理装置。

[請求項5] 請求項3または4に記載の基板処理装置であって、
前記第1光源から前記ヘッドまで光を導くための光導入路を有する
、
基板処理装置。

[請求項6] 請求項3または4に記載の基板処理装置であって、
前記ヘッドが前記第1光源を有する、
基板処理装置。

[請求項7] 請求項1から6のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
前記第1光源は複数の光源を備え、前記第1光源は複数の領域を有
し、前記領域ごとに前記光触媒へ照射する光強度を調整可能に構成さ
れている、
基板処理装置。

[請求項8] 請求項1から7のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
前記光触媒の活性能を測定するための触媒センサを有する、
基板処理装置。

[請求項9] 請求項8に記載の基板処理装置であって、
前記触媒センサは前記光触媒の電気抵抗を測定する、
基板処理装置。

[請求項10] 請求項8または9に記載の基板処理装置であって、
前記触媒センサは、コンディショナに配置されている、
基板処理装置。

[請求項11] 基板処理装置であって、
基板を保持するためのテーブルと、
前記テーブルに保持された基板の被処理面に処理液を供給するた
めのノズルと、
光触媒を保持するためのヘッドと、

前記光触媒の活性能を測定するための触媒センサを有する、
基板処理装置。

[請求項12] 請求項11に記載の基板処理装置であって、
前記触媒センサは前記光触媒の電気抵抗を測定する、
基板処理装置。

[請求項13] 請求項1から12のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
前記ヘッドは前記処理液を通すための処理液流路を有し、
前記ノズルは前記処理液流路に流体連通している、
基板処理装置。

[請求項14] 請求項1から13のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
前記処理液の温度を調整するための温度制御装置を有する、
基板処理装置。

[請求項15] 請求項1から14のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
前記テーブルは、保持される基板の温度を調整するための温度制御
装置を有する、
基板処理装置。

[請求項16] 基板処理装置であって、
基板を保持するためのテーブルと、
前記テーブルに保持された基板の被処理面に処理液を供給するため
のノズルと、
光触媒を保持するためのヘッドと、
前記ヘッドを前記テーブルの表面に垂直な方向へ移動させるための
第1移動機構と、
制御装置と、を有し、
前記制御装置は、前記ヘッドに保持された前記光触媒が前記テーブ
ルの上に保持された基板に近接するように、前記第1移動機構を制御
する、
基板処理装置。

- [請求項17] 請求項16に記載の基板処理装置であって、
前記光触媒をコンディショニングするためのコンディショナと、
前記ヘッドを前記テーブルと前記コンディショナとの間で移動させるための第2移動機構と、を有し、
前記制御装置は、基板の処理が終了したら前記ヘッドを前記コンディショナへ移動させるように第2移動機構を制御する、
基板処理装置。
- [請求項18] 請求項17に記載の基板処理装置であって、
前記コンディショナは、処理液を保持するためのコンディショニング槽を有し、
前記基板処理装置は、前記光触媒を励起するための第1波長を含む第1光源を有し、
前記ヘッドは、
前記第1波長に対して透過性を備えるベースを有し、
前記光触媒は前記ベースの表面に保持されており、
前記第1光源から発された光を前記ベースの裏面から前記ベースに向けるための光学系を有し、
前記制御装置は、前記ヘッドを前記コンディショナへ移動させ、前記光触媒を前記コンディショニング槽に保持された処理液に浸漬させ、前記第1光源から光を前記光触媒に向けて照射する、ように制御する、
基板処理装置。
- [請求項19] 請求項16から18のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
、
前記光触媒の電気抵抗を測定する触媒センサを有し、
前記制御装置は、前記触媒センサで測定した電気抵抗に基づいて前記光触媒の触媒活性能の活性度を判定する、
基板処理装置。

- [請求項20] 請求項19に記載の基板処理装置であって、
前記制御装置は、前記光触媒に前記第1波長を含む光を照射しているときの前記光触媒の電気抵抗、および、前記光触媒に前記第1波長を含む光を照射していないときの前記光触媒の電気抵抗に基づいて、前記光触媒の触媒活性の活性度を判定する、
基板処理装置。
- [請求項21] 請求項19または20に記載の基板処理装置であって、
前記制御装置は、判定された前記光触媒の活性度に基づいて、基板を処理するときの第1光源の強度を制御する、
基板処理装置。
- [請求項22] 基板処理装置であって、
基板を保持するためのテーブルと、
前記テーブルに保持された基板の被処理面に処理液を供給するためのノズルと、
光触媒を保持するためのヘッドと、
前記光触媒を励起するための第1波長を含む第1光源と、を有し、
前記ヘッドは、
前記第1波長に対して透過性を備えるベースを有し、
前記光触媒は前記ベースの表面に保持されており、
前記第1光源から発された光を前記ベースの裏面から前記ベースに向けるための光学系を有する、
基板処理装置。
- [請求項23] 請求項22に記載の基板処理装置であって、
前記光学系は、前記ベースの表面に保持された前記光触媒に均一に光を照射するように構成されている、
基板処理装置。
- [請求項24] 請求項22または23に記載の基板処理装置であって、
前記光学系は、レンズおよびミラーの少なくとも1つを有する、

基板処理装置。

[請求項25] 請求項22から24のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
、
 前記第1光源から前記ヘッドまで光を導くための光導入路を有する
、
基板処理装置。

[請求項26] 請求項25に記載の基板処理装置であって、
 前記光導入路は光ファイバを有する、
基板処理装置。

[請求項27] 請求項22から24のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
、
 前記ヘッドが前記第1光源を有する、
基板処理装置。

[請求項28] 請求項22から27のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
、
 前記第1光源は複数の光源を備え、前記第1光源は複数の領域を有し、前記領域ごとに光強度を調整可能に構成されている、
基板処理装置。

[請求項29] 請求項22から請求項28のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
 前記第1波長は紫外線領域である、
基板処理装置。

[請求項30] 請求項1から29のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
 前記制御装置は、前記ヘッドに保持された前記光触媒と前記テーブルの上に保持された基板との間の距離が $1\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下となるように前記第1移動機構を制御する、
基板処理装置。

[請求項31] 基板処理装置であって、

表面に光触媒が保持されている、第1波長に対して透過性を備えるベースと、

前記光触媒を励起するための第1波長を含む第1光源と、

前記第1光源から発された光を前記ベースの裏面から前記光触媒に向けるための光学系と、

基板を保持するための基板保持ヘッドと、

前記ベースの表面に保持された前記光触媒の上に処理液を供給するためのノズルと、

前記基板保持ヘッドを前記ベースの表面に垂直な方向へ移動させるための第1移動機構と、を有する、

基板処理装置。

[請求項32] 請求項31に記載の基板処理装置であって、

前記光学系は、前記ベースの表面に保持された前記光触媒の少なくとも一部の領域に均一に光を照射するように構成されている、
基板処理装置。

[請求項33] 請求項31または32に記載の基板処理装置であって、

前記第1光源は複数の光源を有する、
基板処理装置。

[請求項34] 請求項33に記載の基板処理装置であって、

前記第1光源は複数の領域を有し、前記領域ごとに前記光触媒に照射する光強度を調整可能に構成されている、
基板処理装置。

[請求項35] 基板処理方法であって、

処理対象である基板と光触媒とを処理液の存在下で近接させるステップと、

光触媒に励起光を照射するステップと、

前記光触媒をコンディショニングするステップと、
を有する、

基板処理方法。

[請求項36]

請求項 3 5 に記載の基板処理方法であって、

前記コンディショニングするステップは、前記光触媒をコンディショニング液に接触させた状態で前記光触媒に励起光を照射するステップを有する、

基板処理方法。

[請求項37]

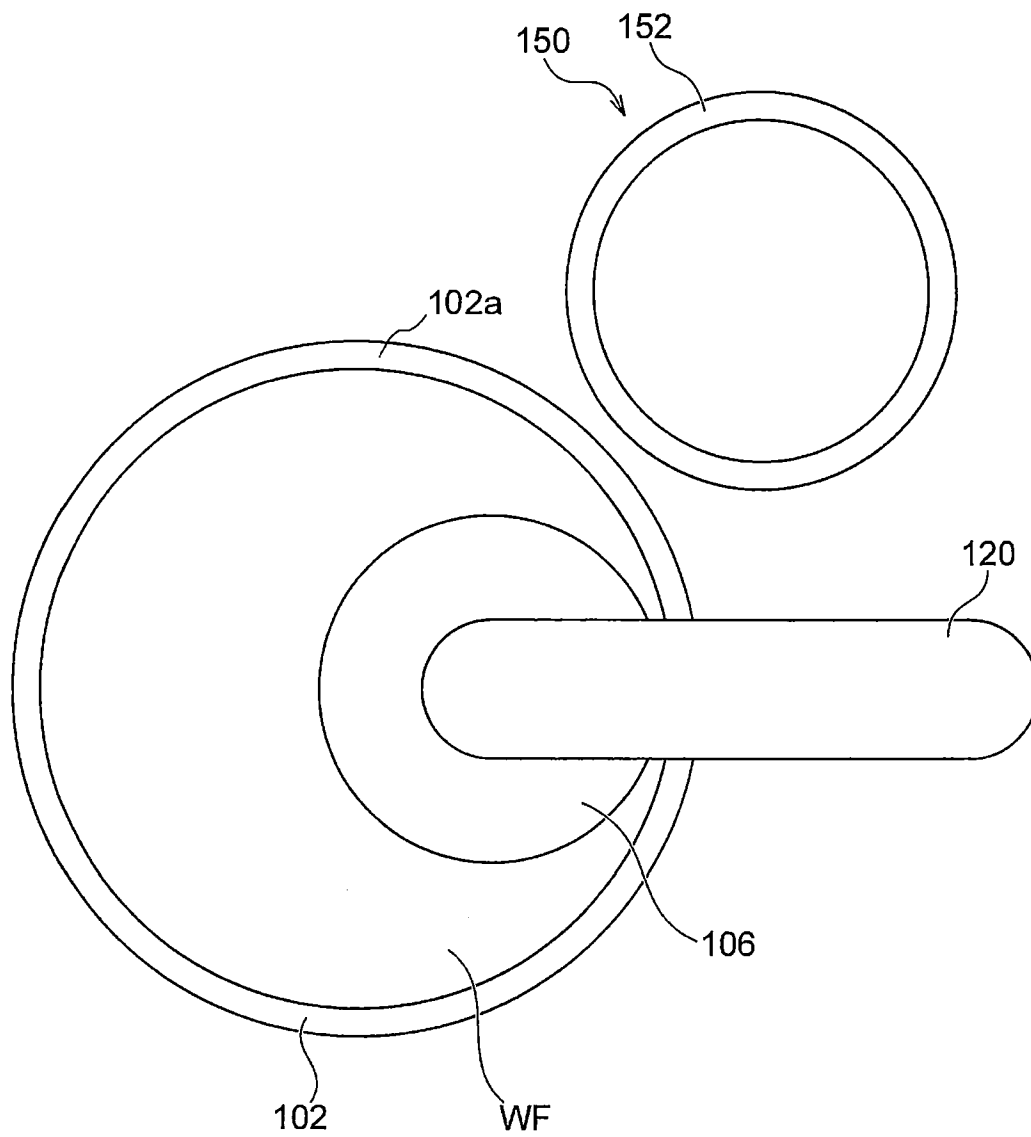
請求項 3 5 または 3 6 に記載の基板処理方法であって、

前記光触媒の活性能を測定するステップを有する、

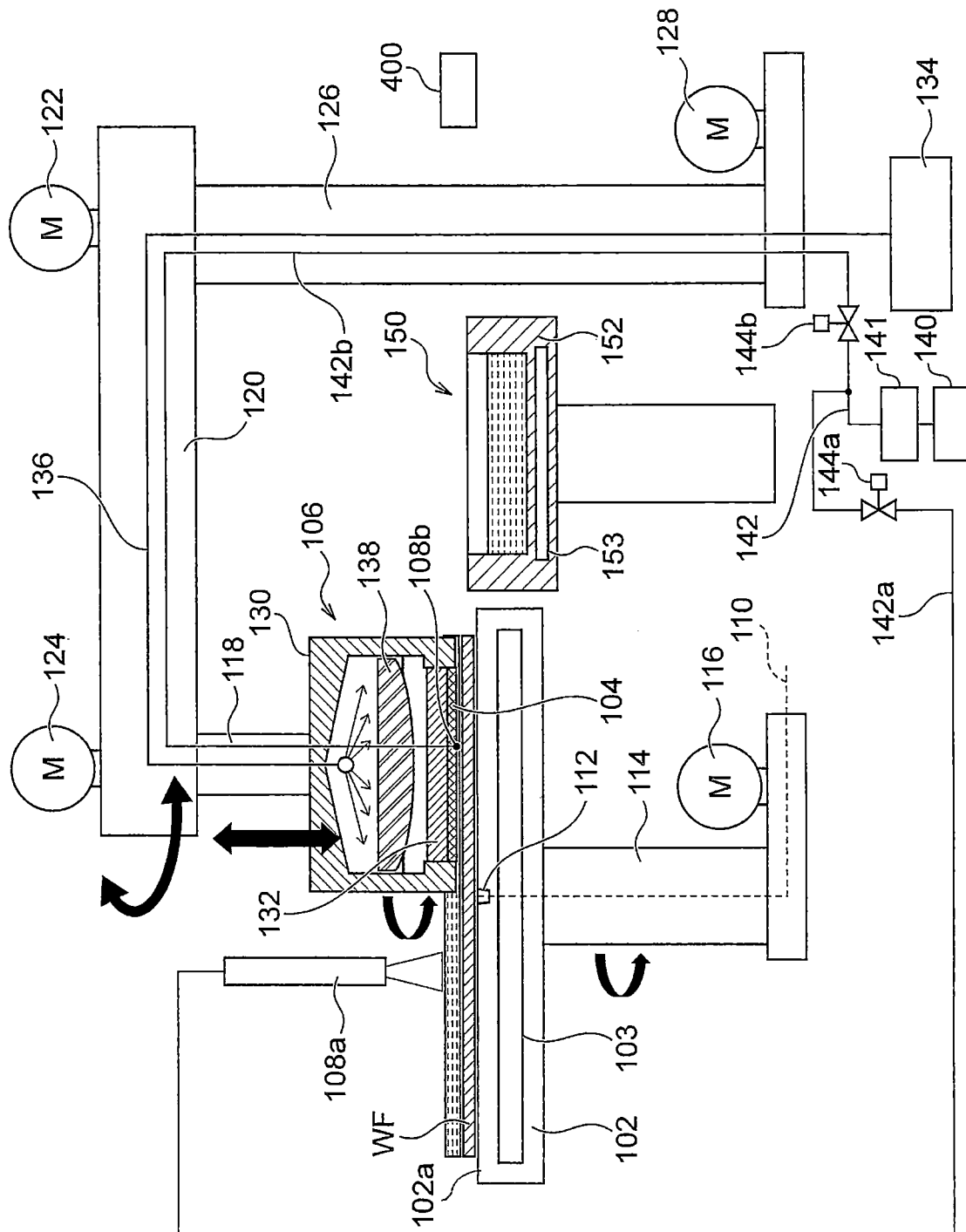
基板処理方法。

[illegible]

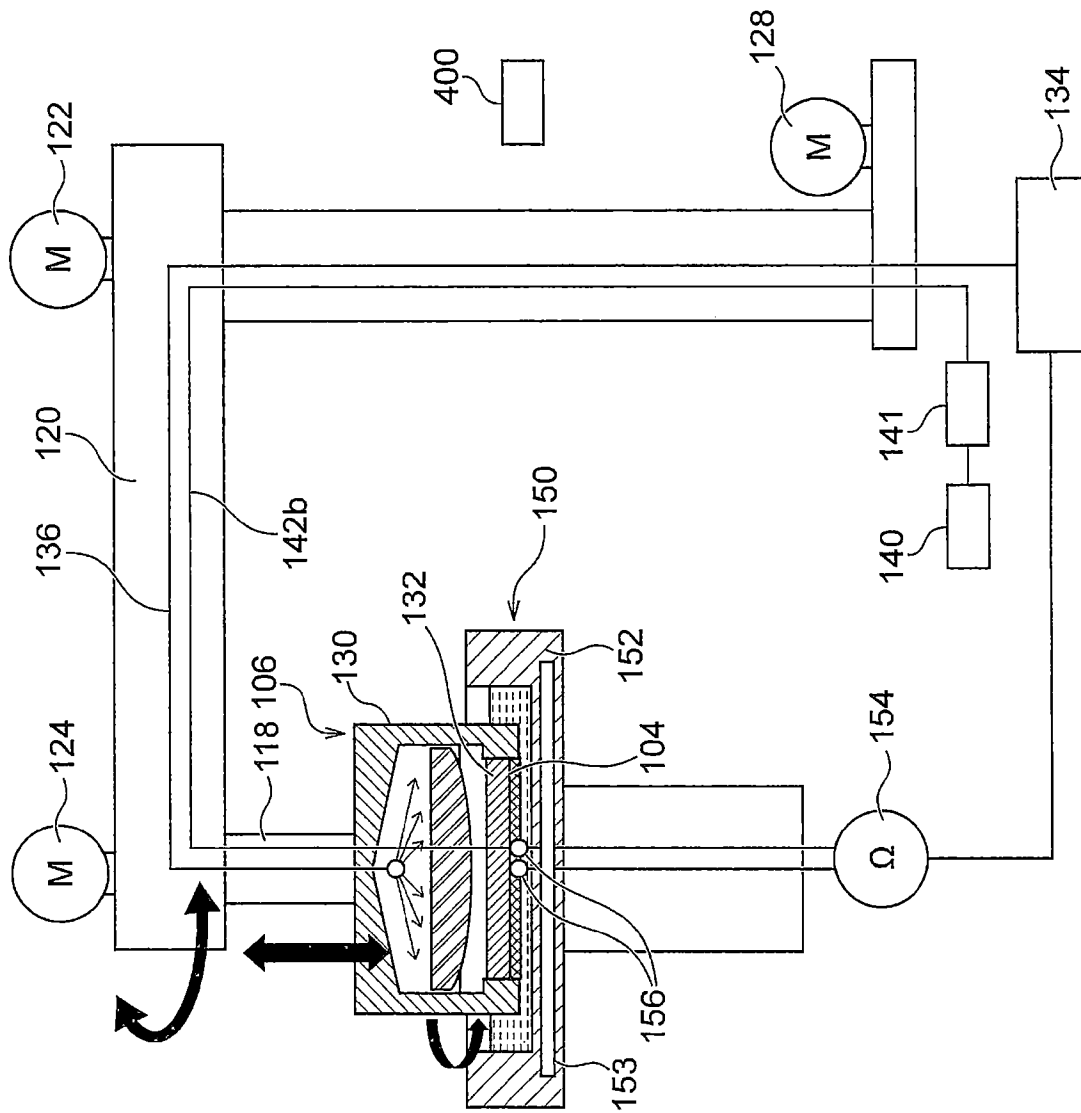
[図1B]



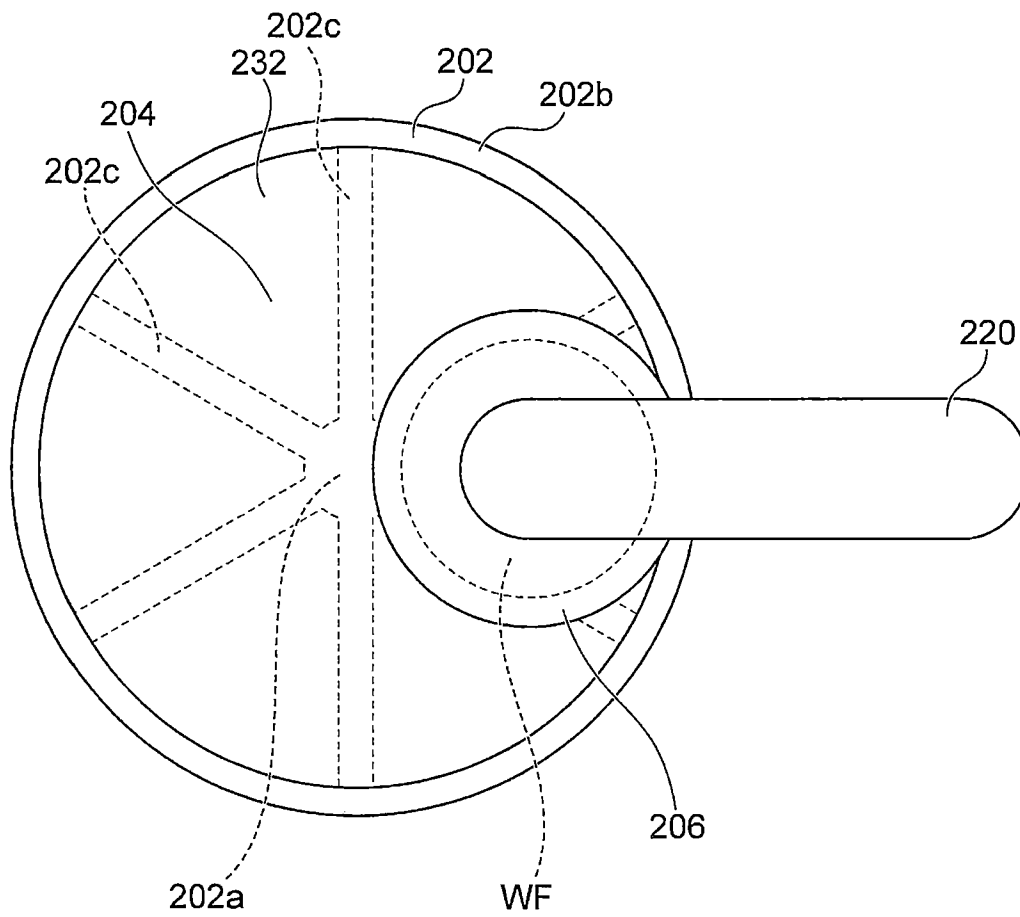
[図1C]



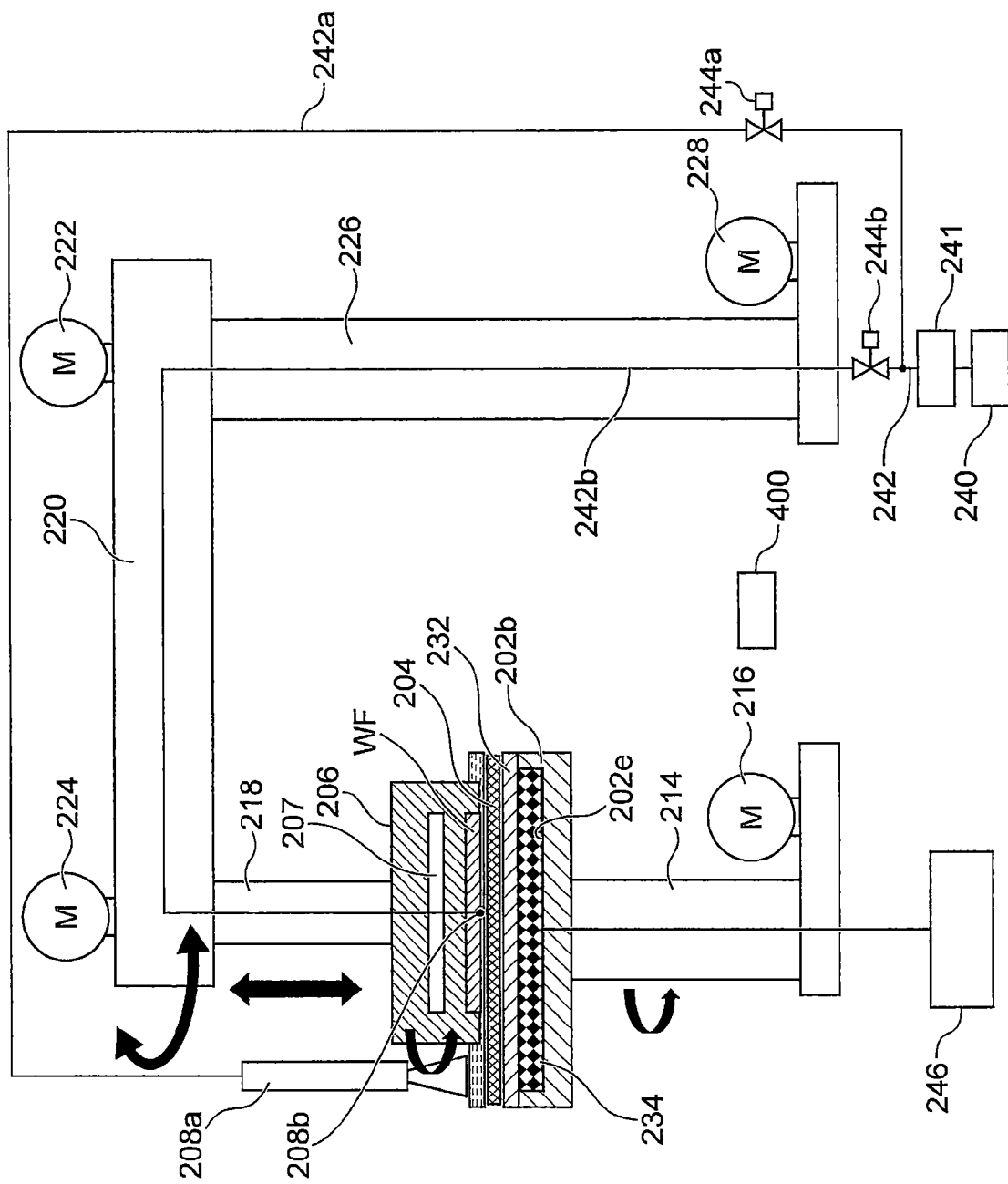
[図1D]



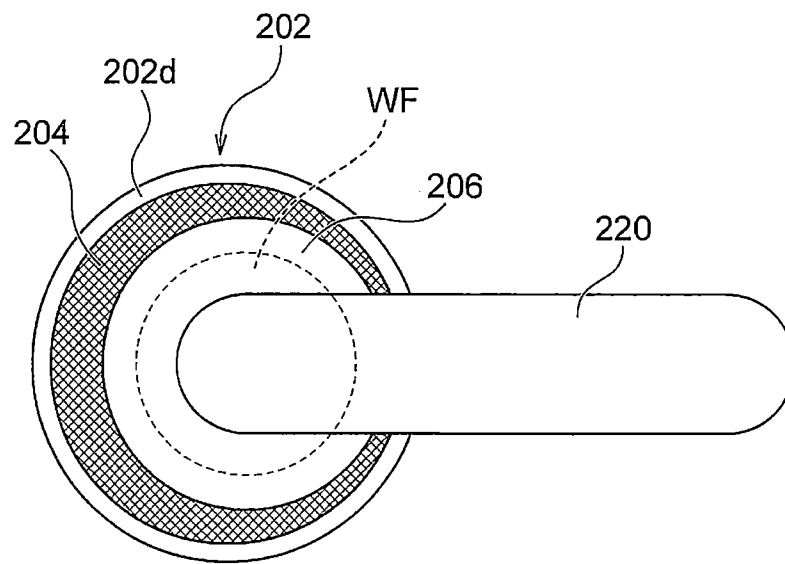
[図3B]



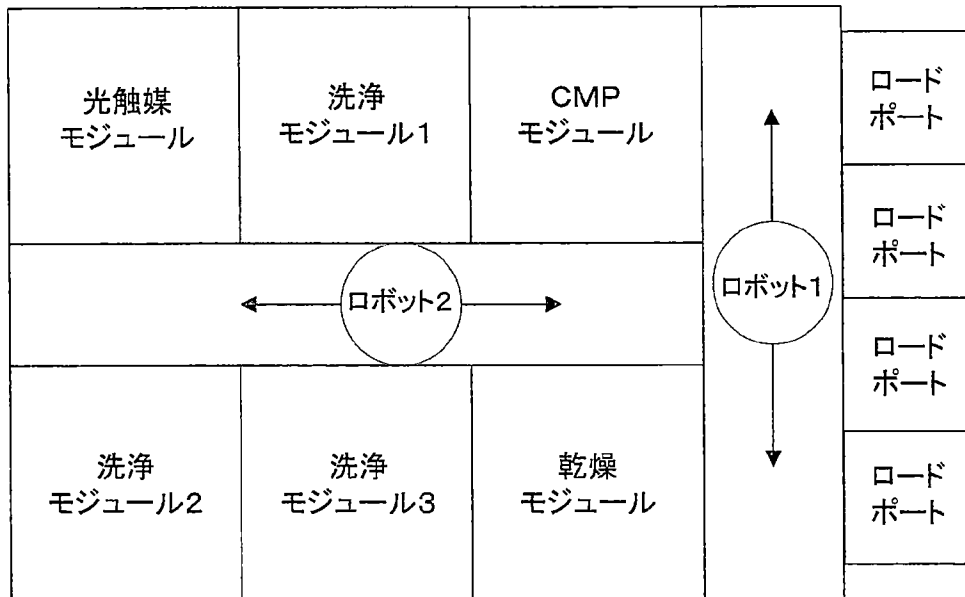
[図4A]



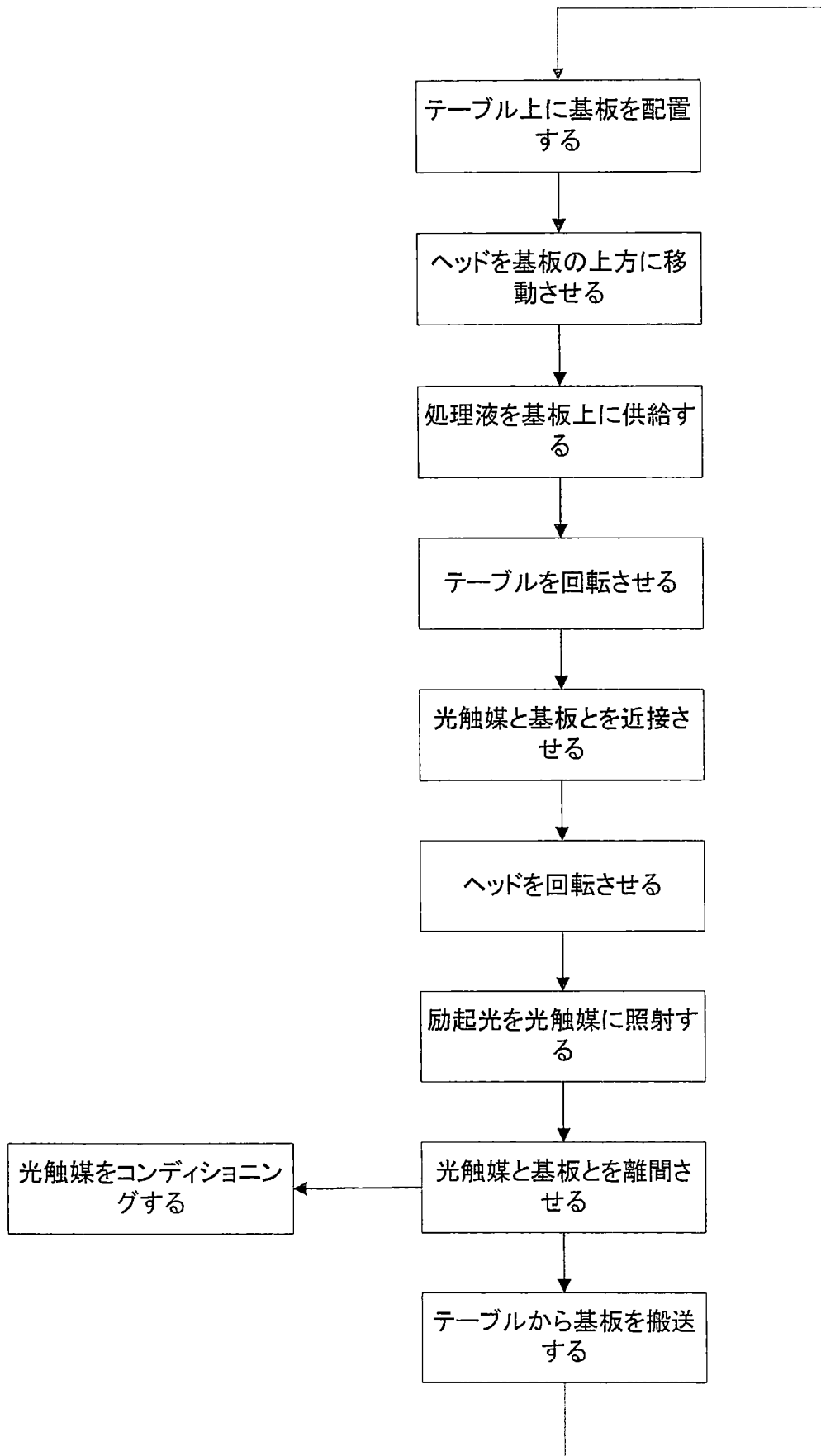
[図4B]



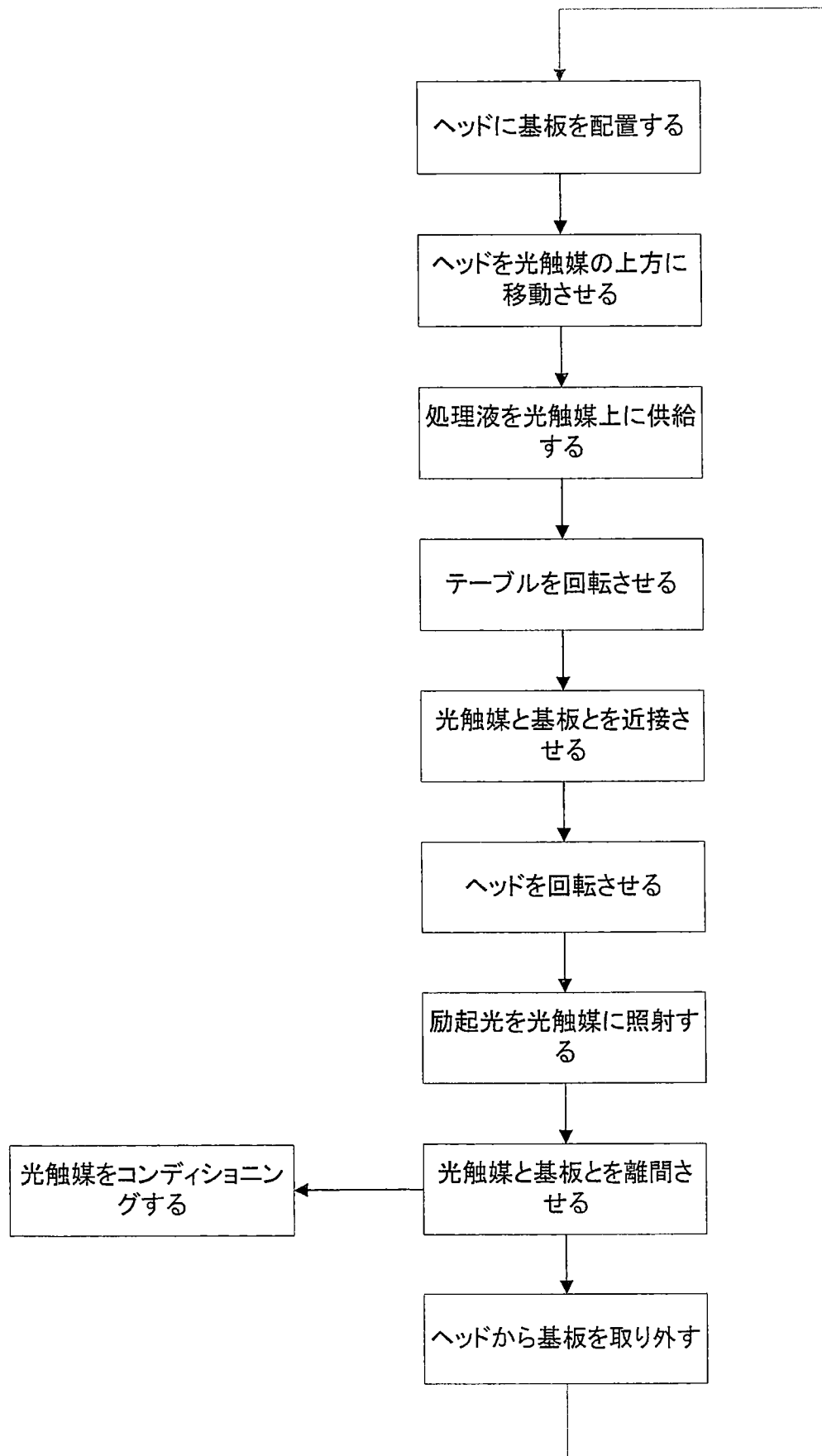
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B01J35/02 (2006.01) i, H01L21/304 (2006.01) i
FI: H01L21/304 622F, H01L21/304 621B, B01J35/02 J

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)

Int. Cl. B01J35/02, 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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2019-5841 A (DISCO INC.) 17 January 2019, paragraphs [0013]-[0036]	1-6, 13-18, 22-27, 29-30, 35-36
A		7-12, 19-21, 28, 34, 37
Y	JP 2002-200552 A (EBARA CORP.) 16 July 2002, paragraphs [0025], [0030]-[0037]	1-6, 13-18, 22-27, 29-30, 35-36
A		7-12, 19-21, 28, 34, 37



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
27.02.2020

Date of mailing of the international search report
10.03.2020

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000263

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2007/007683 A1 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION KUMAMOTO UNIVERSITY) 18 January 2007, paragraphs [0023], [0036]-[0038]	3-6, 14-15, 22-27, 29, 30-33 7-12, 19-21, 28, 34, 37
Y A	JP 2001-291690 A (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 19 October 2001, paragraphs [0069]-[0072], [0087], [0089]	14, 15, 30 7-12, 19-21, 28, 34, 37
Y A	JP 2007-61746 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 15 March 2007, paragraphs [0022], [0042]	18, 30, 36 7-12, 19-21, 28, 34, 37
Y A	JP 2004-55615 A (TOSHIBA CORP.) 19 February 2004, paragraphs [0010]-[0030]	31-33 7-12, 19-21, 28, 34, 37
A	JP 2017-42890 A (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION KYOTO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 02 March 2017, paragraphs [0016]-[0027]	7-12, 19-21, 28, 34, 37
A	JP 2004-42213 A (EBARA CORP.) 12 February 2004, paragraphs [0032], [0036]-[0045], [0063]-[0071]	7-12, 19-21, 28, 34, 37
A	JP 2004-25418 A (EBARA CORP.) 29 January 2004, paragraphs [0008]-[0023]	7-12, 19-21, 28, 34, 37

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/000263

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-5841 A	17.01.2019	US 2018/0369990 A1 paragraphs [0024]- [0055]	
JP 2002-200552 A	16.07.2002	US 2002/0164932 A1 paragraphs [0087], [0092]-[0099]	
WO 2007/007683 A1	18.01.2007	EP 1334802 A1 US 2009/0050897 A1 paragraphs [0028], [0041]-[0043]	
JP 2001-291690 A	19.10.2001	US 2002/0187728 A1 paragraphs [0097]- [0100], [0115], [0117]	
JP 2007-61746 A	15.03.2007	EP 1197293 A1 (Family: none)	
JP 2004-55615 A	19.02.2004	US 2004/0072505 A1 paragraphs [0026]- [0046]	
JP 2017-42890 A	02.03.2017	(Family: none)	
JP 2004-42213 A	12.02.2004	US 6899592 B1 column 8, lines 14- 31, column 9, line 9 to column 11, line 53, column 16 line 4 to column 18 line 11	
JP 2004-25418 A	29.01.2004	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B01J 35/02(2006.01)i; H01L 21/304(2006.01)i FI: H01L21/304 622F; H01L21/304 621B; B01J35/02 J		
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）） B01J35/02; 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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 A	JP 2019-5841 A（株式会社ディスコ） 17.01.2019（2019-01-17） [0013]-[0036]	1-6, 13-18, 22-27, 29-30, 35-36 7-12, 19-21, 28, 34, 37
Y A	JP 2002-200552 A（株式会社荏原製作所） 16.07.2002（2002-07-16） [0025], [0030]-[0037]	1-6, 13-18, 22-27, 29-30, 35-36 7-12, 19-21, 28, 34, 37
Y A	WO 2007/007683 A1（国立大学法人 熊本大学） 18.01.2007（2007-01-18） [0023], [0036]-[0038]	3-6, 14-15, 22-27, 29, 30-33 7-12, 19-21, 28, 34, 37
Y A	JP 2001-291690 A（信越半導体株式会社） 19.10.2001（2001-10-19） [0069]-[0072], [0087], [0089]	14, 15, 30 7-12, 19-21, 28, 34, 37
Y A	JP 2007-61746 A（大日本印刷株式会社） 15.03.2007（2007-03-15） [0022], [0042]	18, 30, 36 7-12, 19-21, 28, 34, 37
☒ 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 27.02.2020		国際調査報告の発送日 10.03.2020
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） 中田 剛史 50 2951 電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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 2004-55615 A (株式会社東芝) 19.02.2004 (2004 - 02 - 19) [0010]-[0030]	31-33
A		7-12, 19-21, 28, 34, 37
A	JP 2017-42890 A (国立大学法人京都工芸繊維大学) 02.03.2017 (2017 - 03 - 02) [0016]-[0027]	7-12, 19-21, 28, 34, 37
A	JP 2004-42213 A (株式会社荏原製作所) 12.02.2004 (2004 - 02 - 12) [0032], [0036]-[0045], [0063]-[0071]	7-12, 19-21, 28, 34, 37
A	JP 2004-25418 A (株式会社荏原製作所) 29.01.2004 (2004 - 01 - 29) [0008]-[0023]	7-12, 19-21, 28, 34, 37

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/JP2020/000263

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-5841	A	17.01.2019	US 2018/0369990 A1 [0024]-[0055]	
JP	2002-200552	A	16.07.2002	US 2002/0164932 A1 [0087],[0092]-[0099], EP 1334802 A1	
WO	2007/007683	A1	18.01.2007	US 2009/0050897 A1 [0028],[0041]-[0043]	
JP	2001-291690	A	19.10.2001	US 2002/0187728 A1 [0097]-[0100],[0115], [0117] EP 1197293 A1	
JP	2007-61746	A	15.03.2007	(ファミリーなし)	
JP	2004-55615	A	19.02.2004	US 2004/0072505 A1 [0026]-[0046]	
JP	2017-42890	A	02.03.2017	(ファミリーなし)	
JP	2004-42213	A	12.02.2004	US 6899592 B1 column 8 lines 14-31, column 9 line 9- column 11 line 53, column 16 line 4- column 18 line 11	
JP	2004-25418	A	29.01.2004	(ファミリーなし)	