

(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1月13日(13.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/009700 A1

(51) 国際特許分類:

B24B 57/02 (2006.01) *B24B 55/06* (2006.01)
B24B 37/00 (2012.01) *H01L 21/304* (2006.01)
B24B 53/017 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/024136

(22) 国際出願日: 2021年6月25日(25.06.2021)

(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 2020-116200 2020年7月6日(06.07.2020) JP

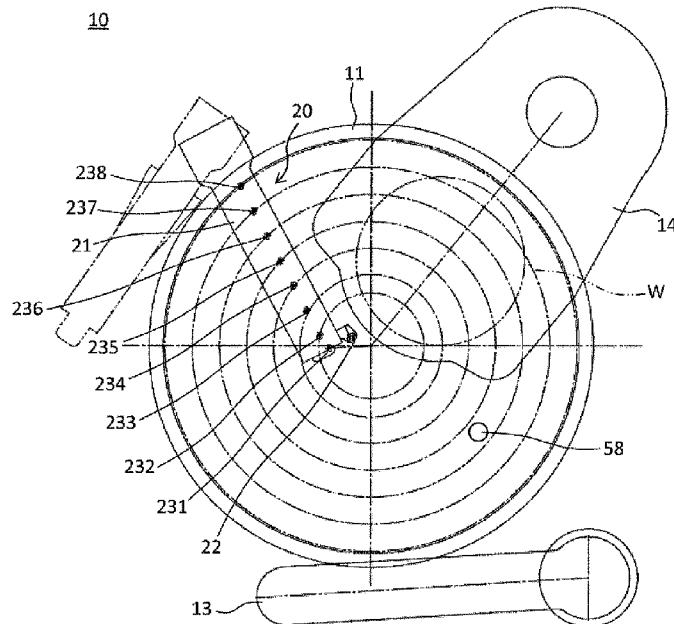
(71) 出願人: 株式会社荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 山口 都章 (YAMAGUCHI Kuniaki); 〒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). 磯部 壮一 (ISOBE Soichi); 〒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). 新海 健史 (SHINKAI Kenji); 〒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). 吉成大 (YOSHINARI Dai); 〒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). 田村 元成 (TAMURA Masayuki);

(54) Title: LIQUID SUPPLY DEVICE AND POLISHING DEVICE

(54) 発明の名称: 液体供給装置および研磨装置

[図1]



(57) Abstract: This liquid supply device comprises: a rocking arm that can horizontally rock the upper side of a polishing table; a slurry tube that extends in the longitudinal direction of the rocking arm and discharges slurry onto the polishing table from a slurry discharge port at a tip section thereof; and a plurality of spray nozzles which are provided to be aligned in the longitudinal direction of the rocking arm and spray a cleaning fluid onto the polishing table. The spray nozzles positioned at the tip section of the rocking arm are provided obliquely so as to be capable of cleaning a drop position of

〒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: 大 野 聖 二, 外 (OHNO Seiji et al.);
〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 5 号 丸の内北口ビル 2 1 階 大野
総合法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, 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))

slurry onto the polishing table, the slurry being discharged from the slurry discharge nozzles.

(57) 要約: 液体供給装置は、研磨テーブルの上方を水平に揺動可能な揺動アームと、揺動アームの長手方向に沿って延ばされており先端部のスラリ吐出口から研磨テーブル上にスラリを吐出するスラリチューブと、揺動アームの長手方向に沿って並んで設けられ研磨テーブル上に洗浄流体を噴射する複数の噴射ノズルと、を備える。揺動アームの先端部に位置する噴射ノズルは、スラリ吐出ノズルから吐出されたスラリの研磨テーブル上における滴下位置を洗浄できるように斜めに設けられている。

明 細 書

発明の名称：液体供給装置および研磨装置

技術分野

[0001] 本開示は、液体供給装置および研磨装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体デバイスの高集積化が進むにつれて回路の配線が微細化し、配線間距離もより狭くなりつつある。半導体デバイスの製造では、シリコンウェハの上に多くの種類の材料が膜状に繰り返し形成され、積層構造が形成される。この積層構造を形成するためには、ウェハの表面を平坦にする技術が重要となっている。このようなウェハの表面を平坦化する一手段として、化学機械研磨（CMP）を行う研磨装置（化学的機械的研磨装置ともいう）が広く用いられている。

[0003] 化学機械研磨（CMP）装置は、一般に、研磨パッドが取り付けられた研磨テーブルと、ウェハを保持するトップリング（研磨ヘッド）と、研磨液（スラリー）を研磨パッド上に供給するスラリー吐出ノズルとを備えている。スラリー吐出ノズルから研磨液を研磨パッド上に供給しながら、トップリングによりウェハを研磨パッドに押し付け、さらにトップリングと研磨テーブルとを相対移動させることにより、ウェハを研磨してその表面を平坦にする。

[0004] ウェハの研磨を行った後には、研磨屑や研磨液に含まれる砥粒などのパーティクルが研磨パッド上に残留する。そこで、ウェハの研磨後には、研磨パッドに向けて液体または気体と液体の混合流体を噴射する少なくとも1つの噴射ノズルを有するアトマイザから霧状の洗浄流体（液体、または液体と気体の混合）が研磨パッド上に噴霧され、研磨パッド上の異物が除去される。

[0005] 従来のCMP装置では、揺動アームの先端部に設けられたスラリー吐出ノズルが、研磨パッド上に配置されたアトマイザと干渉しないように、スラリー吐出ノズルをアトマイザより高い高さ位置に配置する必要があった。そのため、揺動アームを揺動させながらスラリー吐出ノズルからスラリーを吐出させる際

に、スラリの滴下位置が位置ずれしやすく、ウェハの研磨に必要なスラリを最適なタイミングと位置に滴下することが困難であった。

[0006] 特開2018-6549号公報には、揺動アームが水平方向に延びる水平軸回りに回転可能に構成され、スラリ吐出ノズルをスラリ滴下位置と退避位置との間で移動させる際に、揺動アームを水平軸回りに回転させることで、スラリ吐出ノズルをアトマイザより上方に待避させる技術が開示されている。

発明の概要

[0007] ウェハの研磨に必要なスラリの滴下位置の位置ずれを低減できる液体供給装置および研磨装置を提供することが望まれる。

[0008] 本開示の一態様に係る液体供給装置は、
研磨テーブルの上方を水平に揺動可能な揺動アームと、
前記揺動アームの長手方向に沿って延ばされており先端部のスラリ吐出口から前記研磨テーブル上にスラリを吐出するスラリチューブと、
前記揺動アームの長手方向に沿って並んで設けられ前記研磨テーブル上に洗浄流体を噴射する複数の噴射ノズルと、
を備え、
前記スラリ吐出口は前記揺動アームの先端部に位置決めされており、
前記揺動アームの先端部に位置する噴射ノズルは、前記スラリ吐出口から吐出されたスラリの前記研磨テーブル上における滴下位置を洗浄できるように斜めに設けられている。

本開示の一態様に係る研磨装置は、液体供給装置を備え、
前記液体供給装置は、
研磨テーブルの上方を水平に揺動可能な揺動アームと、
前記揺動アームの長手方向に沿って延ばされており先端部のスラリ吐出口から前記研磨テーブル上にスラリを吐出するスラリチューブと、
前記揺動アームの長手方向に沿って並んで設けられ前記研磨テーブル上に洗浄流体を噴射する複数の噴射ノズルと、

を有し、

前記スラリ吐出口は前記揺動アームの先端部に位置決めされており、

前記揺動アームの先端部に位置する噴射ノズルは、前記スラリ吐出口から吐出されたスラリの前記研磨テーブル上における滴下位置を洗浄できるように斜めに設けられている。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図 1 は、一実施の形態に係る研磨装置の概略構成を示す平面図である。

[図2]図 2 は、図 1 に示す研磨装置が備える液体供給装置を拡大して示す斜視図である。

[図3]図 3 は、図 2 に示す液体供給装置の縦断面図である。

[図4]図 4 は、図 2 に示す液体供給装置の揺動アームを先端側から見た正面図である。

[図5]図 5 は、図 2 に示す液体供給装置の揺動アームの先端部を斜め下方から見た図である。

[図6]図 6 は、図 1 に示す研磨装置の概要を示す縦断面図である。

[図7]図 7 は、図 6 に示す研磨装置のシステム構成図である。

[図8]図 8 は、シミュレータによるシミュレーションの予想フロー図である。

[図9A]図 9 A は、シミュレータによるシミュレーションにおける研磨面、揺動アーム及びスラリ吐出口（研磨液供給位置）の関係を示す平面図である。

[図9B]図 9 B は、シミュレータによるシミュレーションにおける研磨面、揺動アーム及びスラリ吐出口（研磨液供給位置）の関係を示す正面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 実施形態の第 1 の態様に係る液体供給装置は、

研磨テーブルの上方を水平に揺動可能な揺動アームと、

前記揺動アームの長手方向に沿って延ばされており先端部のスラリ吐出口から前記研磨テーブル上にスラリを吐出するスラリチューブと、

前記揺動アームの長手方向に沿って並んで設けられ前記研磨テーブル上に洗浄流体を噴射する複数の噴射ノズルと、

を備え、

前記スラリ吐出口は前記揺動アームの先端部に位置決めされており、

前記揺動アームの先端部に位置する噴射ノズルは、前記スラリ吐出口から吐出されたスラリの前記研磨テーブル上における滴下位置を洗浄できるように斜めに設けられている。

[0011] このような態様によれば、スラリ吐出口と噴射ノズルとが同一の揺動アーム上に配置されているため、スラリ吐出口の高さ位置を低くしても、スラリ吐出口が噴射ノズルと干渉することがない。したがって、スラリ吐出口の高さ位置を低くすることが可能であり、これにより、スラリがスラリ吐出口から吐出されてから研磨テーブル上に到達するまでの距離および時間が短縮され、揺動アームを揺動させながらスラリ吐出口からスラリを吐出させる際に、スラリの滴下位置が位置ずれしにくくなり、ウェハの研磨に必要なスラリを最適なタイミングと位置に滴下することが可能となる。また、揺動アームの先端部に位置する噴射ノズルが、スラリ吐出口から吐出されたスラリの研磨テーブル上における滴下位置を洗浄できるように斜めに設けられているため、たとえばスラリ吐出口から研磨テーブルの中心付近にスラリが滴下される場合であっても、研磨テーブルの中心付近に洗浄流体を噴射して洗浄することが可能であり、研磨テーブル上に残留するパーティクルを低減できる。また、噴射ノズルとスラリ吐出口とが同一の揺動アーム上に配置されていることにより研磨装置内の省スペース化が図られる。

[0012] 実施形態の第2の態様に係る液体供給装置は、第1の態様に係る液体供給装置であって、

前記スラリチューブの周囲は、前記研磨テーブルで跳ね返った液体がチューブとチューブとの間に浸入して滞留することを防ぐためのカバーにより覆われている。

[0013] スラリ吐出口と噴射ノズルとが同一の揺動アーム上に配置されている場合、スラリ吐出口から吐出されて研磨テーブルで跳ね返ったスラリだけでなく、噴射ノズルから噴霧されて研磨テーブルで跳ね返った洗浄流体も、スラリ

チューブとチューブとの間に浸入して滞留しやすいが、このような態様によれば、スラリ供給チューブの周囲がカバーにより覆われているため、研磨テーブルで跳ね返った液体がチューブとチューブとの間に浸入して滞留することを防止できる。

[0014] 実施形態の第3の態様に係る液体供給装置は、第2の態様に係る液体供給装置であって、

前記カバーは、前記研磨テーブルと対向する下面を有し、前記スラリチューブの先端部は当該下面を下向きに貫通して当該カバーの外側に突き出されている。

[0015] このような態様によれば、スラリチューブの先端部の周囲が一層隙間なくカバーされることになり、研磨テーブルで跳ね返った液体がチューブとチューブとの間に浸入して滞留することをより確実に防止できる。

[0016] 実施形態の第4の態様に係る液体供給装置は、第2または3の態様に係る液体供給装置であって、

前記揺動アームの基端部には前記カバー上に洗浄液を供給するカバー洗浄ノズルが設けられている。

[0017] このような態様によれば、カバー洗浄ノズルからカバー上に洗浄液を供給することで、カバーを洗浄できる。これにより、ウェハの研磨中に、カバーに付着していたパーティクルが研磨テーブル上に落下してウェハを汚染することを防止できる。

[0018] 実施形態の第5の態様に係る液体供給装置は、第4の態様に係る液体供給装置であって、

前記カバー洗浄ノズルは、前記カバーの上面に洗浄液を供給する第1ノズルと、前記カバーの右側面に洗浄液を供給する第2ノズルと、前記カバーの左側面に洗浄液を供給する第3ノズルとを有する。

[0019] このような態様によれば、カバーの上面と右側面と左側面にそれぞれ洗浄液を供給して洗浄できるため、カバーの上面・右側面・左側面とで付着するパーティクル量や付着の仕方が相違しても、カバーの洗浄効率を向上できる

。

[0020] 実施形態の第6の態様に係る液体供給装置は、第2～5のいずれかの態様に係る液体供給装置であって、

前記カバーの内面には、前記揺動アームの表面に沿って這わされている前記スラリチューブに向かって突き出るように複数のリブが設けられている。

[0021] このような態様によれば、揺動アーム上にカバーを取り付ける際に、カバーの内面に設けられたリブがスラリチューブを揺動アーム側に押さえることになるため、スラリチューブに圧力が加わることによりチューブが浮き上がって接していなかったカバー内壁に干渉したり、チューブにバタツキ、揺り返しが生じたりするといった問題を抑制・防止できる。これにより、スラリチューブのカバー内壁との擦れ防止だけでなく、スラリチューブの浮き上がりによってスラリ吐出口から吐出されるスラリが脈動して、スラリの滴下位置が不安定になることを抑制できる。また揺動アーム上からカバーを取り外す際に、カバーの内面に設けられたリブによるスラリチューブの押さえが解消されるため、スラリチューブをパイプ等の中に通す場合に比べて、スラリチューブの交換作業を容易に行うことができる。揺動アーム表面にスラリチューブを這わせてその上をカバーする事により揺動アームに押さえる構造としたことで、スラリチューブと噴射ノズルとが別々にまとまることになり、交換を別々に行える。さらに、スラリチューブの数が複数の場合であっても、チューブ交換や使い分け（異なる種類のスラリや純水）の設定作業が容易になる。

[0022] 実施形態の第7の態様に係る液体供給装置は、第1～6のいずれかの態様に係る液体供給装置であって、

前記揺動アームにおいて、前記スラリ吐出口は、前記噴射ノズルよりも研磨対象物に近い側に配置されている。すなわち、スラリ吐出口は、噴射ノズルの並びの延長には位置していない（噴射ノズルの並びの延長よりも研磨対象物側にずれて位置している）。さらに言い換えれば、スラリ吐出口は、揺動アームの先端部に位置する噴射ノズルと研磨対象物との間に位置している

。

[0023] このような態様によれば、研磨対象物により近い位置にスラリを吐出することが可能であり、ウェハの研磨に必要なスラリをより最適なタイミングと位置に滴下することが可能となる。

[0024] 実施形態の第8の態様に係る研磨装置は、第1～7のいずれかの態様に係る研磨装置であって、

前記揺動アームの駆動機構は、サーボモータと減速機から構成されている

。

[0025] 実施形態の第9の態様に係る研磨装置は、第1～8のいずれかの態様に係る液体供給装置を備える。

[0026] 以下、実施形態の具体例について、図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明および以下の説明で用いる図面では、同一に構成され得る部分について、同一の符号を用いるとともに、重複する説明を省略する。

[0027] 図1は、一実施の形態に係る研磨装置10の概略構成を示す平面図である

。

[0028] 図1に示すように、研磨装置10は、研磨パッド（不図示）が取り付けられた研磨テーブル11と、ウェハWを保持しかつウェハWを研磨テーブル11上の研磨パッドに押圧しながら研磨するためのトップリング（研磨ヘッド）12と、研磨パッドのドレッシングを行うためのドレッサ13と、液体供給装置20とを備えている。

[0029] このうちトップリング12は、トップリングヘッド14に支持されている。研磨テーブル11の上面には研磨パッド（不図示）が貼付されており、この研磨パッドの上面はウェハWを研磨する研磨面を構成している。なお、研磨パッドに代えて固定砥石を用いることもできる。トップリング12および研磨テーブル11は、各々の軸心周りに回転できるように構成されている。ウェハWは、トップリング12の下面に真空吸着により保持される。研磨時には、液体供給装置20から研磨パッドの研磨面に研磨液（スラリ）が供給され、研磨対象であるウェハWがトップリング12により研磨面に押圧され

て研磨される。

[0030] 図2は、液体供給装置20を拡大して示す斜視図であり、図3は、液体供給装置20の縦断面図である。

[0031] 図1～図3に示すように、液体供給装置20は、研磨テーブル11の上方を水平に揺動可能な揺動アーム21と、先端部のスラリ吐出口22から研磨テーブル11上にスラリを吐出する1または複数（図5に示された例では4つ）のスラリチューブ27と、研磨テーブル11上に洗浄流体（液体（たとえば純水や脱イオン水）、または液体と気体（たとえば窒素ガスのような不活性ガス）の混合）を噴射する複数（図示された例では8つ）の噴射ノズル231～238とを有している。

[0032] 揺動アーム21は、研磨テーブル11の上方に水平に延びるように配置されており、揺動アーム21の基端部には、揺動手段26が設けられている。揺動手段26は、鉛直方向に延びる揺動軸261と、揺動軸261の下端部に設けられた駆動機構262（たとえばサーボモータおよび減速機）とを有している。揺動アーム21の基端部は、揺動軸261に固定されている。駆動機構262から受ける動力により揺動軸261が鉛直な中心軸線回りに回転されることにより、揺動アーム21は、研磨テーブル11の上方において、揺動軸261を中心に水平に揺動（旋回）される。駆動機構262がサーボモータと減速機から構成される場合、サーボ機構において位置、速度等を制御できるので揺動アーム21の位置精度が高くかつ安定化する。そのため、ウェハの研磨量測定値を利用するフィードバック制御が可能になり、測定された研磨量に基づき、研磨を必要とする位置に、必要とするスラリ量だけ精度よくスラリを滴下できる。ここで、ウェハの研磨量測定値を利用するフィードバック制御としては、たとえば、本件出願人により特開2015-193068にて提案された渦電流式または光学式の膜厚センサの測定値に基づく研磨ヘッドの圧力制御を利用することが可能であり、その研磨ヘッドの圧力制御に付帯してスラリが研磨ヘッドの圧力を高める部分に供給されるように揺動アーム21の位置制御を行う。サーボモータは精度の良い位置決め

のために用いられ、減速機はトルク増大のために用いられる。たとえば $1/100$ の減速機を使用すると、モータ 1 回転の動きが $1/100$ になるため、さらに細かい動作をさせることができる。この場合、バックラッシの無い精密減速機を使用してもよい。後述するようにスラリノズルとアトマイザとが一体化した構造物の重量を回転させるには容量の大きいモータが必要であるが、減速機があるとトルクを増大できるため、小容量のモータで駆動できる。

[0033] また、駆動機構 262 がサーボモータと減速機から構成される場合には、噴射ノズル 231～238 からの洗浄液噴射時の反力をサーボモータ負荷として測定することで、噴射ノズル 231～238 の吐出流量をフィードバックでき、流量計を用いずに流量制御が可能となる。流量制御は、例えば、図 3 に示す制御弁 23c（たとえば電動流量調整弁など）の開度を調整することにより行われる。そのため、揺動アーム 21 の移動角度（噴射ノズル 231～238 の位置）毎に噴射ノズル 231～238 の吐出流量制御、つまりパッド洗浄位置と流量制御も可能となる。また、従来はスラリ吐出口 22 と噴射ノズル 231～238 とが別々のアームであり、スラリチューブ 27 自体の剛性が低いために適切な位置制御ができなかったのに対し、本実施の形態では、スラリ吐出口 22 と噴射ノズル 231～238 とが同一の揺動アーム 21 上に配置され、揺動アーム 21 はスラリチューブ 27 に比して剛性が高いため、サーボモータの利用によりスラリや洗浄液の吐出（噴射）開始位置、終了位置を制御できる。

[0034] 図 1～図 3 に示すように、スラリ吐出口 22 は、揺動アーム 21 の先端部に位置決めされており、複数の噴射ノズル 231～238 は、揺動アーム 21 の長手方向に沿って並んで設けられている。ここで言う、揺動アーム 21 の先端部とはアームの先端部であれば良く、アームの軸線の先端やその両側面どちらかであっても良い。図 2、3 では、スラリ吐出口 22 は、アームの先端部のうち研磨対象物に面する側面にある。各噴射ノズル 231～238 は、揺動アーム 21 の底面に形成された凹部内に配置されている。各噴射ノ

ズル 231～238 は、スリット状の流体出口を有しており、洗浄流体を霧状にして該霧状の洗浄流体を研磨テーブル 11 上に噴霧する。

[0035] 図 3 に示すように、揺動アーム 21 の内部には、液体流路 23a が形成されており、各噴射ノズル 231～238 は液体流路 23a に連通されている。液体流路 23a の端部には液体供給入口 23b が形成されている。液体供給入口 23b から供給される液体（たとえば純水）は、液体流路 23a を通って各噴射ノズル 231～238 へと供給される。各噴射ノズル 231～238 から洗浄流体が噴射されることにより、研磨テーブル 11 全体を洗うことができる。なお、図 3 に示す例では、1 本の液体流路 23a が複数（ここでは 8 本）の噴射ノズル 231～238 に分岐されているが、これに限定されるものではなく、複数（ここでは 8 本）の別々の配管が直接それぞれ異なる噴射ノズル 231～238 につながれる、あるいはいくつかの噴射ノズルをグループ化してそれぞれのグループにつながれていてもよい。また、別々や一本の分岐であれ、個別ノズル吐出の ON・OFF 調整できるよう、各噴射ノズル 231～238 にバルブが設けられていてもよい。また、液体流路 23a が 1 本だけでなく複数本であっても良い旨を述べたが、液体供給入口 23b も、図 3 に示す位置に限らず揺動アーム 21a や揺動軸 261 のどこにあっても良く、揺動軸 261 内部を通る、あるいはその外部に沿って這わせても良い。さらに、各噴射ノズルあるいはグループ化されたいくつかの噴射ノズルのまとまりに対応する複数あっても良い。

[0036] また、図 3 に示すように、揺動アーム 21 の表面には、複数のスラリチューブ 27 が揺動アーム 21 の長手方向に沿って這わされており、各スラリチューブ 27 の先端部のスラリ吐出口 22 は揺動アーム 21 の先端部に位置決めされている。各スラリチューブ 27 を流れる液体（スラリまたは純水）がそれぞれ異なるスラリ吐出口 22 から吐出される。

スラリチューブ 27 の先端部（出口付近）はスラリチューブ固定金具によって揺動アーム 21 本体に固定されている。スラリチューブ 27 の先端部（出口付近）が剛性の高いアトマイザ本体に固定されていることにより、スラリ

チューブ 27 の先端のスラリ吐出口 22 のブレを抑えることができる。また、スラリチューブ 27 の先端部がスラリチューブ固定金具によって固定されていることで、チューブ先端の高さ位置調整が可能であり、さらにチューブ毎のチューブ先端のテーブル面から高さを変えて留めることが可能である。また、チューブの種類（材質・口径の相違まで考慮して）や本数（現状複数（4本）と記載しているが）を替えやすい。また、スラリチューブ 27 が揺動アーム 21 の上面や側面に限らずアーム表面に沿って這わされており、かつスラリチューブ 27 の先端部がスラリチューブ固定金具によって揺動アーム 21 本体に固定されていることで、平面的に見た場合のスラリ吐出口 22 の位置関係を変更しやすい。

[0037] また、スラリチューブ 27 の先端部（出口付近）がスラリチューブ固定金具によって揺動アーム 21 本体に固定されていることで、スラリチューブ 27 の先端部のスラリ吐出口 22 をさらに下方に位置させて止めることができる。また、スラリ吐出口 22 の研磨テーブル 11 からの高さを噴射ノズル 231～238 の高さに合わせることができ、研磨テーブル 11 からスラリ吐出口 22 までの高さを、これまでの約 100 mm から 30 mm 程度まで近づけることができる。さらに、揺動軸 261 にエアシリンダーあるいは電動アクチュエータを設けることで、垂直方向の位置移動が可能になり、用途に合わせて研磨テーブル 11 とスラリ吐出口 22 との間の距離を調整できる。

[0038] スラリチューブ 27 は、揺動アーム 21 を支持する揺動軸 261 の外周面に沿って（這わされて）配置されてもよい。これにより、スラリチューブ 27 の交換が可能である。揺動軸 261 がカバー 24 で覆われる場合には、揺動軸 261 に沿って配置されたスラリチューブ 27 が当該カバー 24 の内側に配置されてもよい。また、スラリ吐出口 22 からのスラリ吐出が停止された場合にスラリチューブ 27 内に空気が入ることを抑制するために、スラリチューブ 27 は揺動軸 261 に沿って一旦上向きに延ばされ、その後下向きに曲げられて下降されてから揺動アーム 21 に沿って（這わされて）横向き

に延ばされて設定されてもよい。

[0039] スラリ吐出口 2 2 と噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 とが同一の揺動アーム 2 1 上に配置されていることで、スラリ吐出口 2 2 の高さ位置を低くしても、スラリ吐出口 2 2 が噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 と干渉することがない。したがって、スラリ吐出口 2 2 の高さ位置を低くすることが可能であり、これにより、スラリがスラリ吐出口 2 2 から吐出されてから研磨テーブル 1 1 上に到達するまでの距離および時間が短縮され、揺動アーム 2 1 を揺動させながらスラリ吐出口 2 2 からスラリを吐出させる際に、スラリの滴下位置が位置ずれしにくくなり、ウェハの研磨に必要なスラリを最適なタイミングと位置に滴下することが可能となっている。

[0040] 図 1 に示すように、揺動アーム 2 1 において、スラリ吐出口 2 2 は、噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 よりも研磨対象物（ウェハ）W に近い側に配置されている。すなわち、スラリ吐出口 2 2 は、噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 の並びの延長には位置していない（噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 の並びの延長よりも研磨対象物（ウェハ）W 側にずれて位置している）。さらに言い換えれば、スラリ吐出口 2 2 は、揺動アーム 2 1 の先端部に位置する噴射ノズル 2 3 1 と研磨対象物（ウェハ）W との間に位置している。これにより、研磨対象物（ウェハ）W により近い位置にスラリを吐出することが可能であり、ウェハ W の研磨に必要なスラリをより最適なタイミングと位置に滴下することが可能となる。

[0041] 図 4 は、揺動アーム 2 1 を先端側から見た正面図である。図 5 は、揺動アーム 2 1 の先端部を斜め下方から見た図である。

[0042] 図 4 および図 5 に示すように、揺動アーム 2 1 の先端部に位置する噴射ノズル 2 3 1 は、スラリ吐出口 2 2 から吐出されたスラリの研磨テーブル 1 1 上における滴下位置を洗浄できるように斜めに設けられている。すなわち、揺動アーム 2 1 の先端側から見たときに、揺動アーム 2 1 の先端部に位置する噴射ノズル 2 3 1 は、その吐出方向の延長線が、スラリ吐出口 2 2 の吐出方向の延長線に対して鋭角をなすように、斜めに設けられている。

[0043] 図1を参照し、たとえばスラリ吐出口22から研磨テーブル11の中心付近にスラリが滴下される場合に、仮に揺動アーム21の先端部に位置する噴射ノズル231が鉛直下向きに設けられていると、研磨テーブル11の中心付近に残留するスラリに対して洗浄流体を十分に噴射して洗浄できない可能性がある。なお、中心付近に残留しやすい理由は、研磨テーブルの半径方向中心に向かうほど、スラリに対する研磨テーブル外周へ向かわせる遠心力が働きにくくなるためである。これに対し、本実施の形態では、揺動アーム21の先端部に位置する噴射ノズル231が、スラリ吐出口22から吐出されたスラリの滴下位置を洗浄できるように斜めに設けられているため、スラリ吐出口22から研磨テーブル11の中心付近にスラリが滴下される場合であっても、研磨テーブル11の中心付近に洗浄流体を十分に噴射して洗浄することが可能であり、研磨テーブル11上に残留するパーティクルを低減できる。噴射ノズル231は、円形の流体出口を有するノズルではなく、スリット状の流体出口を有する噴霧ノズルであり、研磨テーブル11の中心にかかるよう横長の刷毛を当てたように研磨テーブル11上に洗浄液を滴下するようになっていることが望ましい。なぜなら、円形のスラリ供給口22からスラリが滴下される場合、研磨テーブル11上のスラリが描く図形は、滴下位置から同心円状に拡がろうとし、かつ研磨テーブル11の回転によってその同心円は回転方向外側に向かって長円形化する。円形状の流体出口からの洗浄液の滴下も同様である。したがって、円形のスラリ吐出口22と円形状の流体出口の場合は、スラリ吐出口22と円形状の流体出口とを幾ら近づけても、スラリの広がりや洗浄液との拡がりとは、広がり中心が互いに相違している以上、重なる部分はあるものの相違する部分が生じてしまう。一方、噴射ノズル231が、スリット状の流体出口を有する噴霧ノズルである場合は、噴霧される洗浄液の形状が刷毛状である以上、その噴霧された洗浄液が掛かる部分のスラリは除去される。噴射ノズル231が、スリット状の流体出口を有する噴霧ノズルである場合には、上から見た場合に噴霧される洗浄液の形状が、研磨テーブル11の中心から外周への半径線に載らず、若干傾け

られていることが望ましい。この場合、研磨テーブル 11 の回転に従って外周への洗浄液の流れを助長でき、望まれたスラリの除去を促進できる。

[0044] 図 2～図 5 に示すように、スラリチューブ 27 の周囲は、研磨テーブル 11 で跳ね返った液体がチューブ 27 とチューブ 27 との間に浸入して滞留することを防ぐためのカバー 24 により覆われている。

[0045] 本実施の形態のように、スラリ吐出口 22 と噴射ノズル 231～238 とが同一の揺動アーム 21 上に配置されている場合、スラリ吐出口 22 から吐出されて研磨テーブル 11 で跳ね返ったスラリだけでなく、噴射ノズル 231～238 から噴霧されて研磨テーブル 11 で跳ね返った洗浄流体も、スラリ供給チューブ 27 とチューブ 27 との間に浸入して滞留しやすいが、スラリ供給チューブ 27 の周囲がカバー 24 により覆われていることで、研磨テーブル 11 で跳ね返った液体がチューブ 27 とチューブ 27 との間に浸入して滞留することを防止できる。

[0046] 図 5 に示すように、カバー 24 は、研磨テーブル 11 と対向する下面 24b を有しており、スラリチューブ 27 の先端部は当該下面 24b を下向きに貫通してカバー 24 の外側に突き出されている。これにより、スラリチューブ 27 の先端部の周囲が一層隙間なくカバーされることになり、研磨テーブル 11 で跳ね返った液体がチューブ 27 とチューブ 27 との間に浸入して滞留することをより確実に防止できる。

[0047] 図 3 に示すように、カバー 24 の内面には、スラリ供給チューブ 27 に向かって突き出るように複数（図示された例では 3 つ）のリブ 24a が設けられている。揺動アーム 21 上にカバー 24 を取り付ける際に、カバー 24 の内面に設けられたリブ 24a がスラリチューブ 27 を揺動アーム 21 側に押さえることになるため、スラリチューブ 27 に圧力が加わることによりチューブ 27 が浮き上がって接していなかったカバー 24 内壁に干渉したり、チューブ 27 にバタツキ、揺り返しが生じたりするといった問題を抑制・防止できる。これにより、スラリチューブ 27 のカバー 24 内壁との擦れ防止だけでなく、スラリチューブ 27 の浮き上がりによってスラリ吐出口 22 から

吐出されるスラリが脈動して、スラリの滴下位置が不安定になることを抑制できる。

リブ24aの数は図3に示す例では3本であるが、3本に限られるものではなく、1～2本であってもよいし、4本以上であってもよい。カバー24とリブ24aは一体であってもよいし、別体であってもよい。また、一変形例として、リブ24aが揺動アーム21の本体に設けられ、揺動アーム21上にカバー24を取り付ける際に、揺動アーム21の本体に設けられたリブ24aがスラリチューブ27をカバー24の内壁側に押さえかつカバー24の内壁に沿わせるようになっていてもよい。このような態様によっても、リブ24aがカバー24の内面に設けられた態様と同様の作用効果が得られる。

[0048] また揺動アーム21上からカバー24を取り外す際に、カバー24の内面に設けられたリブ24aによるスラリチューブ27の押さえが解消されるため、スラリチューブ27をパイプ等の中に通す場合に比べて、スラリチューブの交換作業を容易に行うことができる。また、揺動アーム21表面にスラリチューブ27を這わせてその上をカバー24により揺動アーム21に押さえる構造としたことで、スラリチューブ27と噴射ノズル231～238とが別々にまとまることになり、交換を別々に行える。さらに、スラリチューブ27の数が複数の場合であっても、チューブ交換や使い分け（異なる種類のスラリや純水）の設定作業が容易になる。

[0049] 図2～図4に示すように、揺動アーム21の基端部にはカバー24上に洗浄液（たとえば純水）を供給するカバー洗浄ノズル25が設けられている。図2に示すように、カバー洗浄ノズル25は、揺動アーム21の内部に形成された液体流路23aに連通されている。したがって、液体供給入口23bから供給される液体（たとえば純水）は、液体流路23aを通して各アトマイザノズル231～238へと供給されるとともに、カバー洗浄ノズル25へも供給される。これにより、ウェハWの研磨後に、各アトマイザノズル231～238から研磨テーブル11上に霧状の洗浄流体（液体、または液体と気体の混合）を噴霧して研磨テーブル11の洗浄を行う際に、カバー洗浄

ノズル 25 からカバー 23 上に洗浄液が供給され、カバー 24 の洗浄を同時に行うことができる。なお、カバー洗浄ノズル 25 への供給配管と噴射ノズル 231～237 への供給配管とは別々の供給配管で、それぞれの吐出がコントロールされ、必要あれば同時に吐出されるように構成してもよい。カバー 24 の上面はかまぼこ状（断面円弧状）の曲面形状であってもよい。カバー洗浄ノズル 25 はスプレーノズルであってもよい。

[0050] 本実施の形態では、図 2 および図 4 に示すように、カバー洗浄ノズル 25 は、カバー 24 の上面に洗浄液を供給する第 1 ノズル 251 と、カバー 24 の右側面に洗浄液を供給する第 2 ノズル 252 と、カバー 24 の左側面に洗浄液を供給する第 3 ノズル 253 とを有している。これにより、カバー 24 の上面と右側面と左側面にそれぞれ洗浄液を供給して洗浄することが可能であり、カバーの上面と右側面と左側面とで付着するパーティクル量や付着の仕方が相違しても、カバー 24 の洗浄効率を向上できる。第 1～第 3 ノズル 251～253 はそれぞれスプレーノズルであり、第 1～第 3 ノズル 251～253 から噴霧される洗浄液（スプレー）の広がり、カバー 24 の基部から先端部まで覆えるようになっていてもよい。なお、カバー 24 の基部から先端部まで洗浄液で覆えることが達成できるノズルであれば、第 1～第 3 ノズル 251～253 はスプレーノズルに限定されるものではない。第 1～第 3 ノズル 251～253 の各々のカバー 24 に対する向きは可変であってもよい。第 1～第 3 ノズル 251～253 がスプレーノズルである場合には、第 1～第 3 ノズル 251～253 は各々の軸中心にスプレーの向きを回転可能であってもよい。第 1～第 3 ノズル 251～253 の流量は、互いに相違可能および／または可変であってもよい。この場合、カバー 24 の表面の付着物の付着度合いが高い部分に望まれる流量の洗浄液を集中して当てることができる。

[0051] 次に、上述のように構成された研磨装置 10 の動作の一例を説明する。

[0052] まず、ウェハ W の研磨時には、図 1 に示すように、スラリ吐出口 22 から研磨テーブル 11 の中心付近にスラリを滴下できるように揺動アーム 21 が

位置決めされた状態で、スラリ吐出口 2 2 から研磨テーブル 1 1 上にスラリが吐出されるとともに、研磨対象であるウェハ W がトップリング 1 2 により研磨テーブル 1 1 上に押圧されて研磨される。

[0053] 本実施の形態では、スラリ吐出口 2 2 と噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 とが同一の揺動アーム 2 1 上に配置されているため、スラリ吐出口 2 2 の高さ位置を低くすることが可能であり、これにより、スラリがスラリ吐出口 2 2 から吐出されてから研磨テーブル 1 1 上に到達するまでの距離および時間が短縮され、揺動アーム 2 1 を揺動させながらスラリ吐出ノズル 2 2 からスラリを吐出させる際に、スラリの滴下位置が位置ずれしにくくなり、ウェハの研磨に必要なスラリを最適なタイミングと位置に滴下することが可能である。

[0054] ウェハ W の研磨後、スラリ吐出口 2 2 からのスラリの吐出が停止され、図 1 に示すように、各噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 から研磨テーブル 1 1 の全面に洗浄流体を噴射できるように揺動アーム 2 1 が位置決めされた状態で、液体供給入口 2 3 b から供給される液体（たとえば純水）が、液体流路 2 3 a を通って各噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 およびカバー洗浄ノズル 2 5 へと供給され、各噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 から研磨テーブル 1 1 上に霧状の洗浄流体が噴霧されて研磨テーブル 1 1 の洗浄が行われるとともに、カバー洗浄ノズル 2 5 からカバー 2 3 上に洗浄液が供給され、カバー 2 4 の洗浄が行われる。揺動アーム 2 1 を揺動させて、各噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 から噴射される洗浄流体の噴射位置を制御してもよい。各アトマイザ噴射ノズル 2 3 1 ～ 2 3 8 およびカバー洗浄ノズル 2 5 からの洗浄流体の噴射は、次のウェハ W の研磨開始前まで（ドレッシング作業終了まで）行われる。

[0055] 本実施の形態では、図 4 に示すように、揺動アーム 2 1 の先端部に位置する噴射ノズル 2 3 1 が、スラリ吐出口 2 2 から吐出されたスラリの研磨テーブル 1 1 上における滴下位置を洗浄できるように斜めに設けられているため、スラリ吐出口 2 2 から研磨テーブル 1 1 の中心付近にスラリが滴下される場合であっても、研磨テーブル 1 1 の中心付近に洗浄流体を十分に噴射して洗浄することが可能であり、研磨テーブル 1 1 上に残留するパーティクルを

低減できる。パーティクルがウェハの表面に付着すると欠陥（*defect*）の原因となるが、このようにスラリの排出性が向上することで、ウェハの欠陥軽減効果が向上する。

[0056] ところで、背景技術の欄でも言及したように、従来のCMP装置では、揺動アームの先端部に設けられたスラリ吐出ノズルが、研磨パッド上に配置されたアトマイザと干渉しないように、スラリ吐出ノズルをアトマイザより高い高さ位置に配置する必要があった。そのため、揺動アームを揺動させながらスラリ吐出ノズルからスラリを吐出させる際に、スラリの滴下位置が位置ずれしやすく、ウェハの研磨に必要なスラリを最適なタイミングと位置に滴下することが困難であった。

[0057] これに対し、本実施の形態によれば、スラリ吐出口22と噴射ノズル231～238とが同一の揺動アーム21上に配置されているため、スラリ吐出口22の高さ位置を低くしても、スラリ吐出口22が噴射ノズルと干渉することがない。したがって、スラリ吐出口22の高さ位置を低くすることが可能であり、これにより、スラリがスラリ吐出口22から吐出されてから研磨テーブル11上に到達するまでの距離および時間が短縮され、揺動アーム21を揺動させながらスラリ吐出ノズル22からスラリを吐出させる際に、スラリの滴下位置が位置ずれしにくくなり、ウェハWの研磨に必要なスラリを最適なタイミングと位置に滴下することが可能となる。

[0058] また、本実施の形態によれば、揺動アーム21の先端部に位置する噴射ノズル231が、スラリ吐出口22から吐出されたスラリの研磨テーブル11上における滴下位置を洗浄できるように斜めに設けられているため、たとえばスラリ吐出口22から研磨テーブル11の中心付近にスラリが滴下される場合であっても、研磨テーブル11の中心付近に洗浄流体を噴射して洗浄することが可能であり、研磨テーブル11上に残留するパーティクルを低減できる。

[0059] また、本実施の形態によれば、噴射ノズル231～238とスラリ吐出口22とが同一の揺動アーム21上に配置されていることにより、研磨装置内

の省スペース化が図られる。また、噴射ノズル２３１～２３８とスラリ吐出口２２とが同一の揺動アーム２１上に配置されていることにより、スラリ吐出口２２を研磨テーブル１１のテーブル面から退避させたときに、併せて噴射ノズル２３１～２３８も洗浄できる。

[0060] また、スラリ吐出口２２と噴射ノズル２３１～２３８とが同一の揺動アーム２１上に配置されている場合、スラリ吐出口２２から吐出されて研磨テーブル１１で跳ね返ったスラリだけでなく、噴射ノズル２３１から噴霧されて研磨テーブル１１で跳ね返った洗浄流体も、スラリ供給チューブ２７とチューブ２７との間に浸入して滞留しやすいが、本実施の形態によれば、スラリ供給チューブ２７の周囲がカバー２４により覆われているため、研磨テーブル１１で跳ね返った液体がチューブ２７とチューブ２７との間に浸入して滞留することを防止できる。

[0061] また、本実施の形態によれば、カバー２４が研磨テーブル１１と対向する下面２４ｂを有し、スラリチューブ２７の先端部が当該下面２４ｂを下向きに貫通してカバー２４の外側に突き出されているため、スラリチューブ２７の先端部の周囲が一層隙間なくカバーされることになり、研磨テーブル１１で跳ね返った液体がチューブ２７とチューブ２７との間に浸入して滞留することをより確実に防止できる。

[0062] また、本実施の形態によれば、揺動アーム２１の基端部にカバー洗浄ノズル２５が設けられており、カバー洗浄ノズル２５からカバー２４上に洗浄液を供給することで、カバー２４を洗浄できる。これにより、ウェハＷの研磨中に、カバー２４に付着していたパーティクルが研磨テーブル１１上に落下してウェハＷを汚染することを防止できる。

[0063] また、本実施の形態によれば、カバー２４の内面には、揺動アーム２１の長手方向に沿って延ばされているスラリチューブ２７に向かって突き出るように複数のリブ２４ａが設けられているため、揺動アーム２１上にカバー２４を取り付ける際に、カバー２４の内面に設けられたリブ２４ａがスラリチューブ２７を揺動アーム２１側に押さえることになり、スラリチューブ２７

に圧力が加わることによりチューブ２７が浮き上がって接していなかったカバー２４内壁に干渉したり、チューブ２７にバタツキ、揺り返しが生じたりするといった問題が抑制・防止される。これにより、スラリチューブ２７の浮き上がりによってスラリ吐出口２２から吐出されるスラリが脈動して、スラリの滴下位置が不安定になることを抑制できる。また揺動アーム２１上からカバー２４を取り外す際に、カバー２４の内面に設けられたリブ２４aによるスラリチューブ２７の押さえが解消されるため、スラリ供給チューブ２７をパイプ等の中に通す場合に比べて、スラリチューブ２７の交換作業を容易に行うことができる。

[0064] また、本実施の形態によれば、揺動アーム２１において、スラリ吐出口２２が噴射ノズル２３１～２３８よりもウェハWに近い側に配置されているため、ウェハWにより近い位置にスラリを吐出することが可能であり、ウェハWの研磨に必要なスラリをより最適なタイミングと位置に滴下することが可能である。

[0065] また、本実施の形態によれば、スラリチューブ２７がアトマイザ本体（すなわち揺動アーム２１）に固定されているため、剛性が上がり、スラリチューブ２７の先端部の振れが小さくなる。また、比較例として、スラリチューブ２７が斜めに、あるいは研磨テーブルから遠く離れて配置されていて研磨テーブル中央にスラリを吐出する構成を考えた場合、当該比較例の構成では、スラリの流速の変化により滴下位置がぶれやすいという問題があるが、本実施の形態では、揺動アーム２１において、スラリ吐出口２２が噴射ノズル２３１～２３８よりもウェハWに近い側に配置されており、当該スラリ吐出口２２は鉛直下向きであるため、スラリ滴下位置の位置制御が容易である。また、噴射ノズル２３２～２３８の噴射位置計算も、この鉛直下向きに滴下するという点で、スラリ吐出口２２との相対位置関係が保たれるため、スラリ吐出口２２と同じ軌跡を通過するように制御すればよいだけにできる。

[0066] 図６は、研磨装置１０の一部を示す縦断面図で、図７は研磨装置１０のシステム構成図ある。図６に示すように、研磨装置１０の研磨テーブル１１は

、その下方に配置されたモータ50に連結されており、矢印で示すようにその軸心周りに回転可能になっている。また、研磨テーブル11の上面には研磨面52aを有する研磨パッド（研磨布）52が貼設されている。また、トップリング12はトップリングシャフト54に連結されており、トップリング12の下部外周部には、半導体ウェハWの外周縁を保持するリテーナリング56が設けられている。

[0067] トップリング12は、モータ（図示せず）に連結されるとともに昇降シリンダ（図示せず）に連結されている。これによって、トップリング12は、矢印で示すように昇降可能かつその軸心周りに回転可能になっており、半導体ウェハWを研磨パッド52の研磨面52aに対して任意の圧力で押圧することができるようになっている。

[0068] 研磨テーブル11の内部には、半導体ウェハWの表面に形成された銅膜等の金属薄膜の膜厚を測定する膜厚モニタとしての渦電流センサ58が埋設されている。渦電流センサ（膜厚モニタ）58からの配線60は、研磨テーブル22及び支持軸62内を通り、支持軸62の軸端に設けられたロータリコネクタ（またはスリップリング）64を経由してコントローラ66に接続されている。この渦電流センサ58が半導体ウェハWの下方を通過している間、通過軌跡上で連続的に半導体ウェハWの表面に形成された銅膜等の導電膜の膜厚を測定できるようになっている。コントローラ66は、そのコントロール対象と設置場所は、研磨モジュール内で研磨モジュール内の作業に関わる研磨モジュール内のコントローラであっても良く、あるいは洗浄・乾燥装置までも含む研磨装置全体の作業に関わる研磨装置のコントローラであっても良い。さらにまた、コントローラ66は研磨装置の洗浄・乾燥モジュール内に配置されていてもよい。さらに、基板処理システムが設置される工場内の、ハウジングの外側に配置されていてもよい。さらに、コントローラ66は、複数のコンピュータから構成されており、上記複数のコンピュータは、工場内に分散して配置されていてもよい。別の言い方をすれば、コントローラ66を構成する少なくとも1台のコンピュータは、洗浄・乾燥モジュール

内、洗浄・乾燥モジュールの近傍、または洗浄・乾燥モジュールから離れた基板処理システム内に配置されていてもよい。さらに、半導体基板製造工場内の複数の基板処理システムの１ラインにコントローラ６６を構成する少なくとも１台のコンピュータが配置されていてもよい。さらに、コントローラ６６を構成する複数のコンピュータは複数の基板処理システムの複数のラインに配置されていてもよい。さらに、コントローラ６６を構成する少なくとも１台のコンピュータは、工場内のライン制御・監視場所やライン制御・監視システム内に配置されていてもよい。さらに、半導体基板製造企業の複数の工場監視場所や工場監視システム内、あるいはCMP装置製造・設置企業内に配置されていてもよい。

[0069] なお、この例では、渦電流センサを用いて、半導体ウェハ表面に形成された銅膜等の金属薄膜の膜厚を測定しているようにしているが、渦電流センサの代わりに光学式センサを使用して、半導体ウェハの表面に設けられた酸化膜薄膜等の光学的に透明な薄膜の膜厚を研磨中に測定するようにしてもよい。

[0070] 図示しないが、半導体ウェハの表面の研磨後プロファイルを測定する研磨プロファイルモニタを備え、この研磨プロファイルモニタの測定結果をシミュレータ７２に実研磨プロファイルとして入力するようにしてもよい。

[0071] 揺動アーム２４は、図７に示すように、駆動機構としてのサーボモータ２６２の回転に伴って、研磨面５２ａの上方を水平面に沿って揺動し、この揺動アーム２４の揺動に伴って、先端の下方に向いたスラリ吐出口２２、つまり研磨液供給位置が研磨面５２ａの略半径方向に沿って移動するようになっている。サーボモータ（駆動機構）２６２は、コントローラ６６に接続されている。

[0072] コントローラ６６には、揺動アーム２４のスラリ吐出口（研磨液供給位置）２２と、この研磨液供給位置で研磨液を研磨面５２ａに供給しながら研磨を行った場合の研磨プロファイルとの関係を予測し、例えば所望の研磨プロファイルを基にシミュレーションを行うシミュレータ７２が接続されている。

。

[0073] シミュレータ 7 2 に記憶されているデータベースは、揺動アーム 2 4 のスラリ吐出口 2 2 の図 7 に示す円弧の延長線に沿った位置である複数の研磨液供給位置： α （°）と、この研磨液供給位置で研磨液を供給しながら半導体ウェハ W の研磨を行った時の該半導体ウェハ W の図 7 に示す半径 r に沿ったウェハ位置： r （mm）との各交点における研磨レート： $RR(\alpha, r)$ （nm/min）からなる。このデータベースの各研磨液供給位置： α における研磨レート： $RR(\alpha, r)$ 、例えば研磨液供給位置 $\alpha = 60$ （°）に対応した研磨レート（60, r ）から、各研磨液供給位置： α から研磨液を供給しながら一定時間研磨を行った時の研磨プロファイルが判る。つまり、このデータベースにおいて、研磨レートは、一定時間に亘る研磨を継続して行った時の研磨プロファイルも表している。

[0074] このような構成の研磨装置 1 0 において、トップリング 1 2 の下面に半導体ウェハ W を保持させ、回転している研磨テーブル 1 1 の上面の研磨パッド 5 2 に半導体ウェハ W を昇降シリンダにより押圧する。そして、揺動アーム 2 4 を揺動させてスラリ吐出口 2 2 から研磨パッド 5 2 上に研磨液 Q を供給することで、半導体ウェハ W の被研磨面（下面）と研磨パッド 5 2 の間に研磨液 Q が存在した状態で半導体ウェハ W の表面の研磨が行われる。この研磨時に、コントローラ 6 6 によって、サーボモータ 2 6 2 を制御しながら揺動アーム 2 4 を揺動させることで、スラリ吐出口 2 2 から供給される研磨液 Q の供給位置（研磨液供給位置）を所定の移動パターンに沿って移動させる。この研磨液供給位置の移動パターンは、シミュレータ 7 2 で予測され、コントローラ 6 6 に入力されて決定される。

[0075] 次に、シミュレータ 7 2 による研磨液供給位置、すなわち揺動アーム 2 4 のスラリ吐出口 2 2 の移動パターンの予測を図 8、図 9 A 及び図 9 B を参照して説明する。

[0076] 先ず、シミュレータ 7 2 は、揺動アーム 2 4 の揺動可能範囲、つまり図 9 B に示すスラリ吐出口（研磨液供給位置）2 2 の可動範囲 A、最小及び最多

速度変化点数、及び速度変化時の加減速度等の計算パラメータを読み込む（ステップ1）。

[0077] 次に、シミュレータ72は、揺動アーム24の研磨液供給位置と実研磨プロファイルとの相関を過去データや直前データなどから実験データとして読み込む（ステップ2）。この実験データで求められた揺動アーム24の複数点の研磨液供給位置と研磨レート（研磨プロファイル）との関係を示すデータベースを参照し、必要に応じてN次回帰、フーリエ変換、スプライン回帰及びウェーブレット変換の少なくとも一手法により、任意の研磨液供給位置と研磨レート（研磨プロファイル）との関係を予測して記憶する（ステップ3）。

[0078] 一方、直接或いは研磨装置（CMP）から研磨後の所望研磨プロファイルをシミュレータ70に入力する（ステップ4）。

[0079] 次に、例えば図9Bに示す研磨液供給開始位置S、研磨液供給折返し位置R、速度変化位置P1～P4、及び各速度変化位置の間S～P1、P1～P2、P2～P3、P3～P4、P4～Rでのスラリ吐出口の移動速度V1～V5等の研磨液供給位置の移動パターンの計算初期値を設置する（ステップ5）。更に、最大繰り返し回数、許容プロファイル誤差（所望プロファイルと予想プロファイルの誤差）等の計算における制限を設定する（ステップ6）。

[0080] 以上の各ステップを経て、シミュレータ70は、データベースを参照して、仮の研磨液供給位置移動パターンで研磨液供給位置を移動させながら研磨を行った時の研磨プロファイル（研磨レート）を求める（ステップ7）。

[0081] そして、所望の研磨プロファイルと、ステップ7の計算で求めた研磨プロファイルとの差を計算し（ステップ8）、この差がステップ6で設定した許容プロファイル誤差の範囲内であるか、或いは最大繰り返し数に到達していないかを判断する（ステップ9）。

[0082] そして、所望の研磨プロファイルと計算で求めた研磨プロファイルとの差が許容プロファイル誤差の範囲内でない場合には、仮の研磨液供給位置移動

パターンを再計算するためにステップ 7 に戻る（ステップ 10）。そして、これを繰り返して、所望の研磨プロファイルと計算で求めた研磨プロファイルとの差が許容プロファイル誤差の範囲内になった時、または所望の研磨プロファイルと計算で求めた研磨プロファイルとの差が許容プロファイル誤差の範囲内でなくても、ステップ 6 で設定した最大繰り返し数に到達した時に、ステップ 7 で計算した研磨プロファイルとなる研磨供給位置の移動パターンを表示し保存して、コントローラ 66 に入力する（ステップ 11）。

[0083] コントローラ 66 は、シミュレータ 70 からの入力を受けて、研磨中における研磨液供給位置の移動パターンに沿って揺動アーム 24 のスラリ吐出口 22 が移動するように、移動機構としてのサーボモータ 70 を制御して、揺動アーム 24 を揺動させる。

[0084] この例では、半導体ウェハの研磨中に、渦電流センサ 58 により半導体ウェハの表面に形成された銅膜等の金属薄膜の膜厚分布（研磨プロファイル）を取得してシミュレータ 72 に入力する。シミュレータ 72 により、図 8 のステップ 4 で入力された所望の研磨プロファイルと研磨中に渦電流センサ 58 により取得された膜厚分布（研磨プロファイル）とを瞬時に比較して差を求め、所望の研磨プロファイルとするために必要な研磨条件のシミュレーションを行う。シミュレーションによって得られた研磨条件に基づいて、所望のプロファイルになるように、揺動アーム 24 の揺動パターン、つまりスラリ吐出口（研磨液供給位置） 22 の移動パターンを更新する。

[0085] このように揺動アーム 24 の揺動パターンを制御して、研磨後の半導体ウェハの表面に形成された銅膜等の金属薄膜の膜厚分布（研磨プロファイル）が所望のプロファイルとなるように所望の研磨を行って、研磨を完了させる。

[0086] なお、上述した実施の形態では、噴射ノズル 231～238 は、研磨テーブル 11 に向けて洗浄流体（液体または気体と液体の混合流体）を吹き付けて研磨テーブル 11 上の異物を除去する目的で利用されたが、これに限定されるものではなく、噴射ノズル 231～238 は研磨テーブル 11 に向けて

温度調整された液体を吹き付けて研磨テーブル 11 の表面の温度を調節する
目的で利用されてもよい。

[0087] これまで本技術の好ましい実施形態について説明したが、本技術は上述の
実施形態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態に
て実施されてよいことは言うまでもない。

請求の範囲

- [請求項1] 研磨テーブルの上方を水平に揺動可能な揺動アームと、
 前記揺動アームの長手方向に沿って延ばされており先端部のスラリ
 吐出口から前記研磨テーブル上にスラリを吐出するスラリチューブと、
 、
 前記揺動アームの長手方向に沿って並んで設けられ前記研磨テーブル
 上に洗浄流体を噴射する複数の噴射ノズルと、
 を備え、
 前記スラリ吐出口は前記揺動アームの先端部に位置決めされており、
 、
 前記揺動アームの先端部に位置する噴射ノズルは、前記スラリ吐出
 口から吐出されたスラリの前記研磨テーブル上における滴下位置を洗
 浄できるように斜めに設けられている
 ことを特徴とする液体供給装置。
- [請求項2] 前記スラリチューブの周囲は、前記研磨テーブルで跳ね返った液体
 がチューブとチューブとの間に浸入して滞留することを防ぐためのカ
 バーにより覆われている
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の液体供給装置。
- [請求項3] 前記カバーは、前記研磨テーブルと対向する下面を有し、前記スラ
 リチューブの先端部は当該下面を下向きに貫通して当該カバーの外側
 に突き出されている
 ことを特徴とする請求項 2 に記載の液体供給装置。
- [請求項4] 前記揺動アームの基端部には前記カバー上に洗浄液を供給するカバ
 ー洗浄ノズルが設けられている、
 ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の液体供給装置。
- [請求項5] 前記カバー洗浄ノズルは、前記カバーの上面に洗浄液を供給する第
 1 ノズルと、前記カバーの右側面に洗浄液を供給する第 2 ノズルと、
 前記カバーの左側面に洗浄液を供給する第 3 ノズルとを有する、

ことを特徴とする請求項4に記載の液体供給装置。

[請求項6] 前記カバーの内面には、前記揺動アームの表面に沿って這わされている前記スラリチューブに向かって突き出るように複数のリブが設けられている

ことを特徴とする請求項2～5のいずれかに記載の液体供給装置。

[請求項7] 前記揺動アームにおいて、前記スラリ吐出口は、前記噴射ノズルよりも研磨対象物に近い側に配置されている

ことを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の液体供給装置。

[請求項8] 前記揺動アームの駆動機構は、サーボモータと減速機から構成されている、

ことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の液体供給装置。

[請求項9] 液体供給装置を備えた研磨装置であって、
前記液体供給装置は、
研磨テーブルの上方を水平に揺動可能な揺動アームと、
前記揺動アームの長手方向に沿って延ばされており先端部のスラリ吐出口から前記研磨テーブル上にスラリを吐出するスラリチューブと、
、

前記揺動アームの長手方向に沿って並んで設けられ前記研磨テーブル上に洗浄流体を噴射する複数の噴射ノズルと、
を有し、

前記スラリ吐出口は前記揺動アームの先端部に位置決めされており、
、

前記揺動アームの先端部に位置する噴射ノズルは、前記スラリ吐出口から吐出されたスラリの前記研磨テーブル上における滴下位置を洗浄できるように斜めに設けられている、

ことを特徴とする研磨装置。

[請求項10] 前記スラリチューブの周囲は、前記研磨テーブルで跳ね返った液体がチューブとチューブとの間に浸入して滞留することを防ぐための力

バーにより覆われている

ことを特徴とする請求項 9 に記載の研磨装置。

[請求項11] 前記カバーは、前記研磨テーブルと対向する下面を有し、前記スラリチューブの先端部は当該下面を下向きに貫通して当該カバーの外側に突き出されている

ことを特徴とする請求項 10 に記載の研磨装置。

[請求項12] 前記揺動アームの基端部には前記カバー上に洗浄液を供給するカバー洗浄ノズルが設けられている、

ことを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の研磨装置。

[請求項13] 前記カバー洗浄ノズルは、前記カバーの上面に洗浄液を供給する第 1 ノズルと、前記カバーの右側面に洗浄液を供給する第 2 ノズルと、前記カバーの左側面に洗浄液を供給する第 3 ノズルとを有する、

ことを特徴とする請求項 12 に記載の研磨装置。

[請求項14] 前記カバーの内面には、前記揺動アームの表面に沿って這わされている前記スラリチューブに向かって突き出るように複数のリブが設けられている

ことを特徴とする請求項 10 ～ 13 のいずれかに記載の研磨装置。

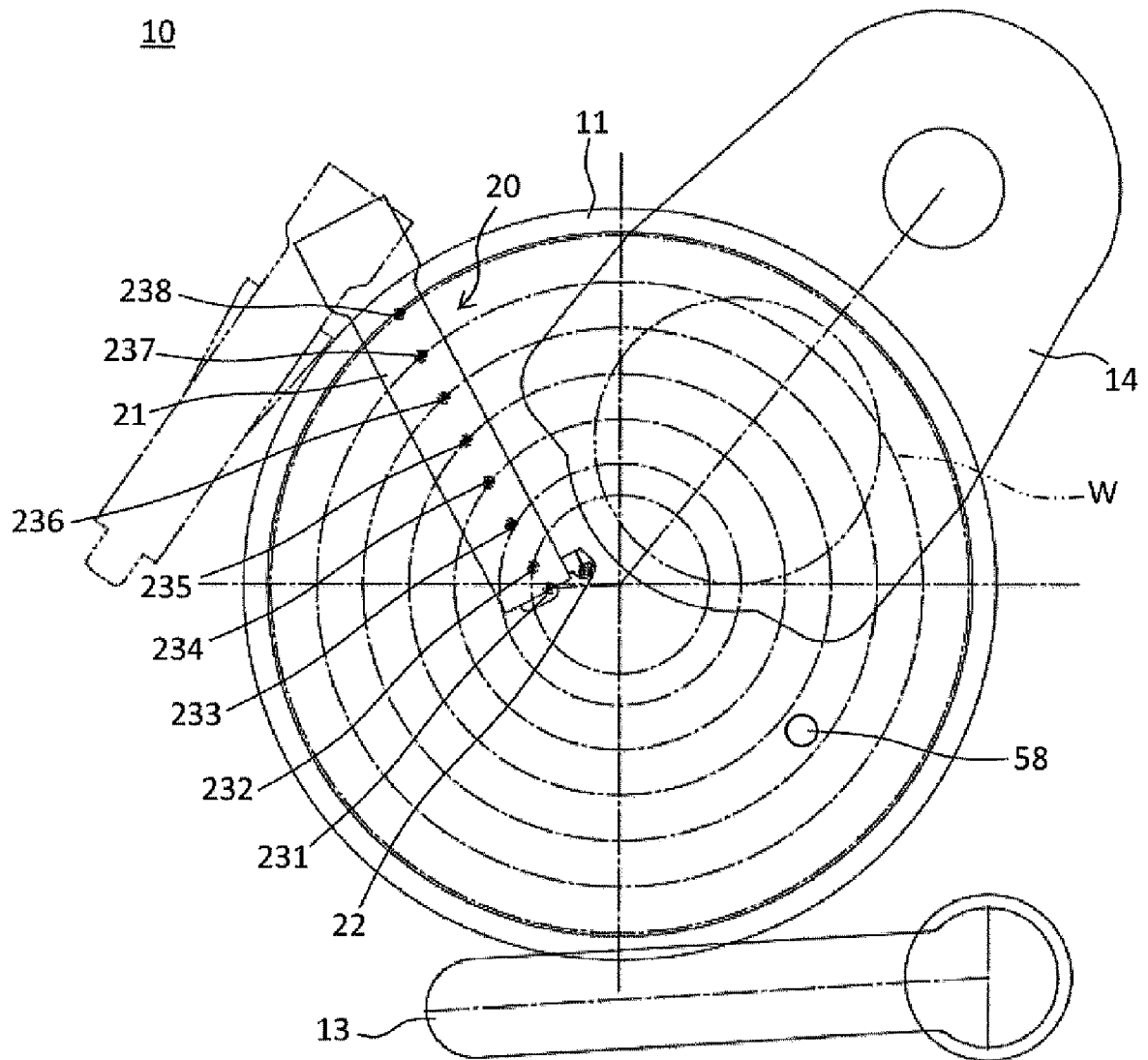
[請求項15] 前記揺動アームにおいて、前記スラリ吐出口は、前記噴射ノズルよりも研磨対象物に近い側に配置されている

ことを特徴とする請求項 9 ～ 14 のいずれかに記載の研磨装置。

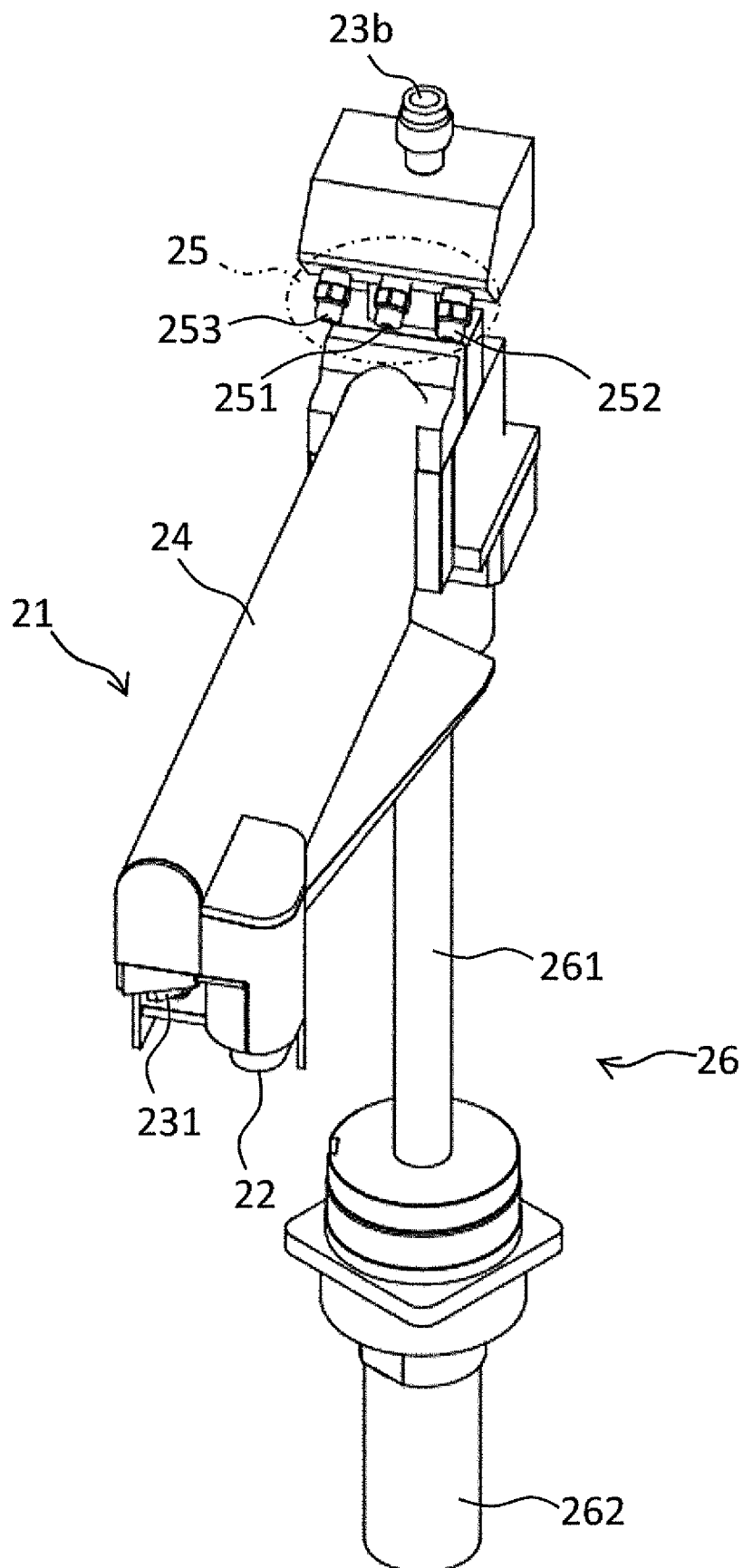
[請求項16] 前記揺動アームの駆動機構は、サーボモータと減速機から構成されている、

ことを特徴とする請求項 9 ～ 15 のいずれかに記載の研磨装置。

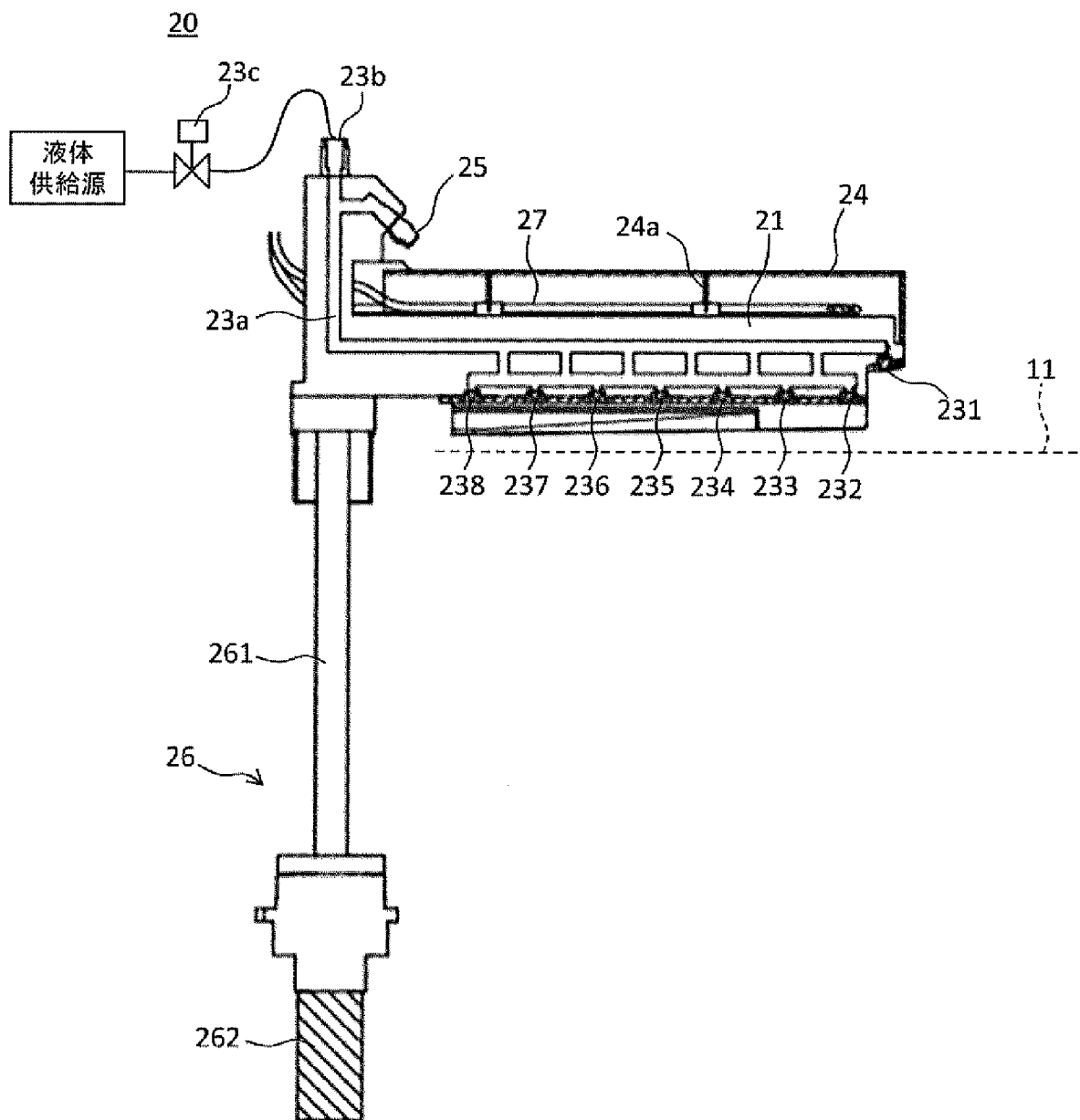
[図1]



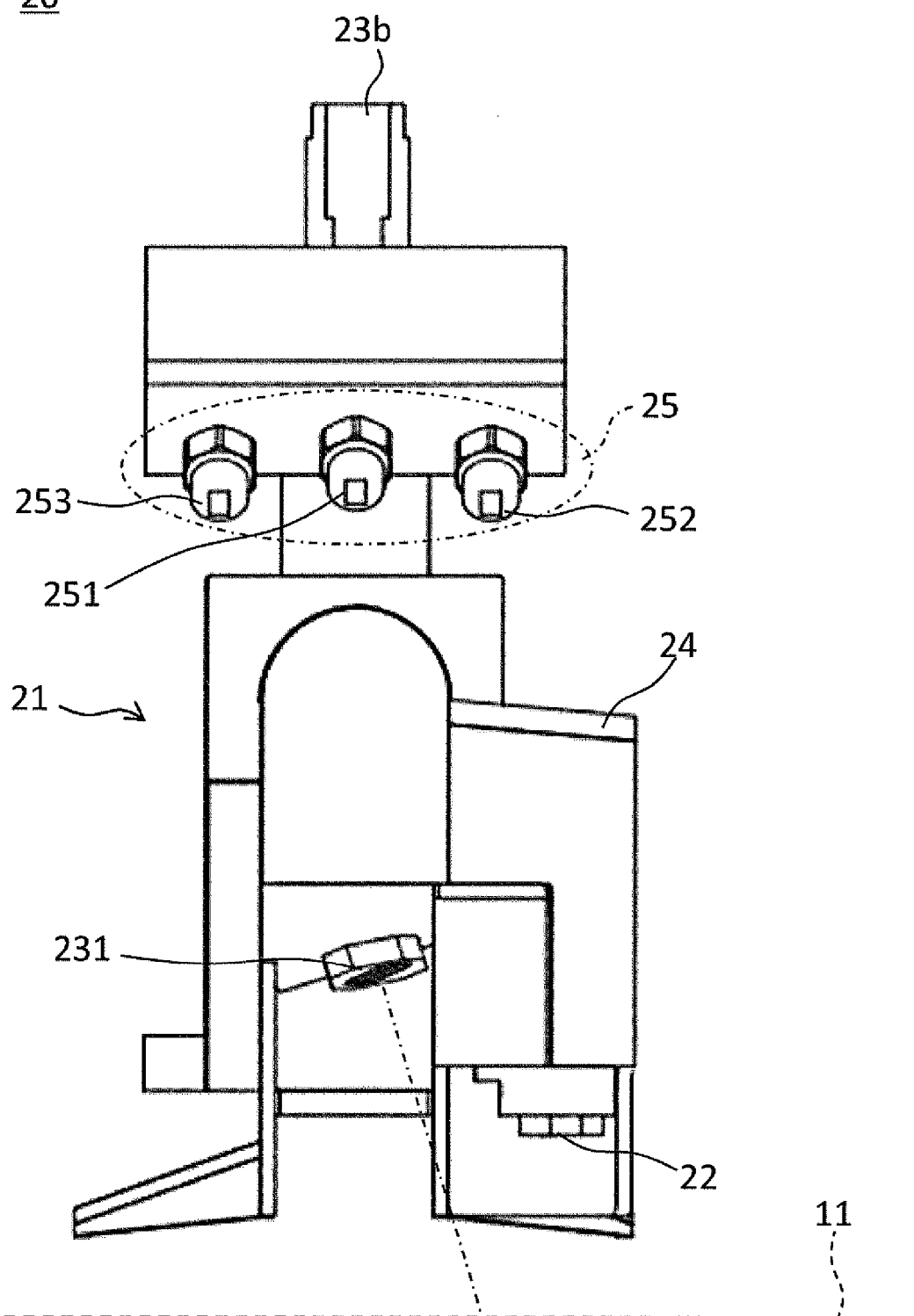
[図2]

20

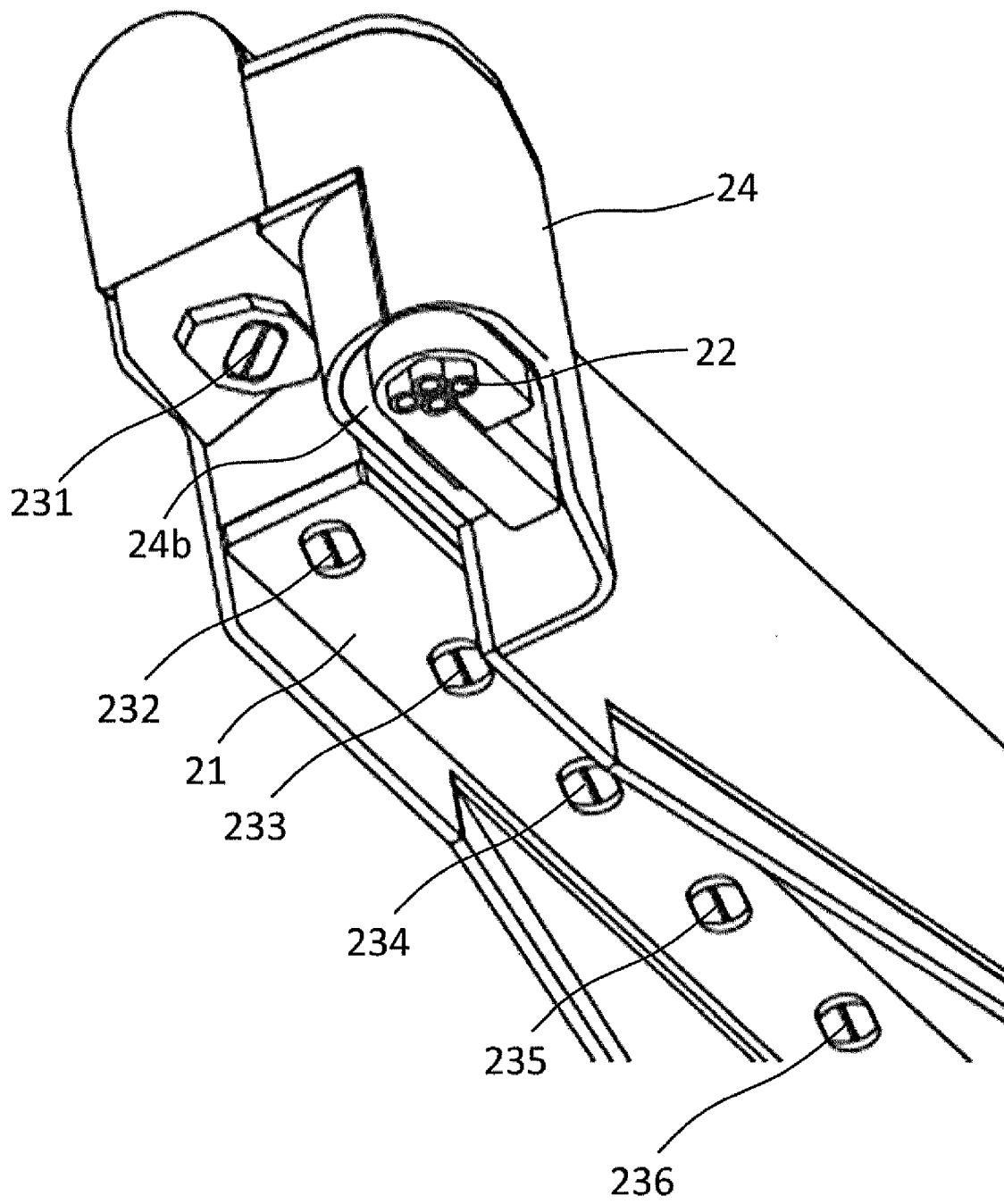
[図3]



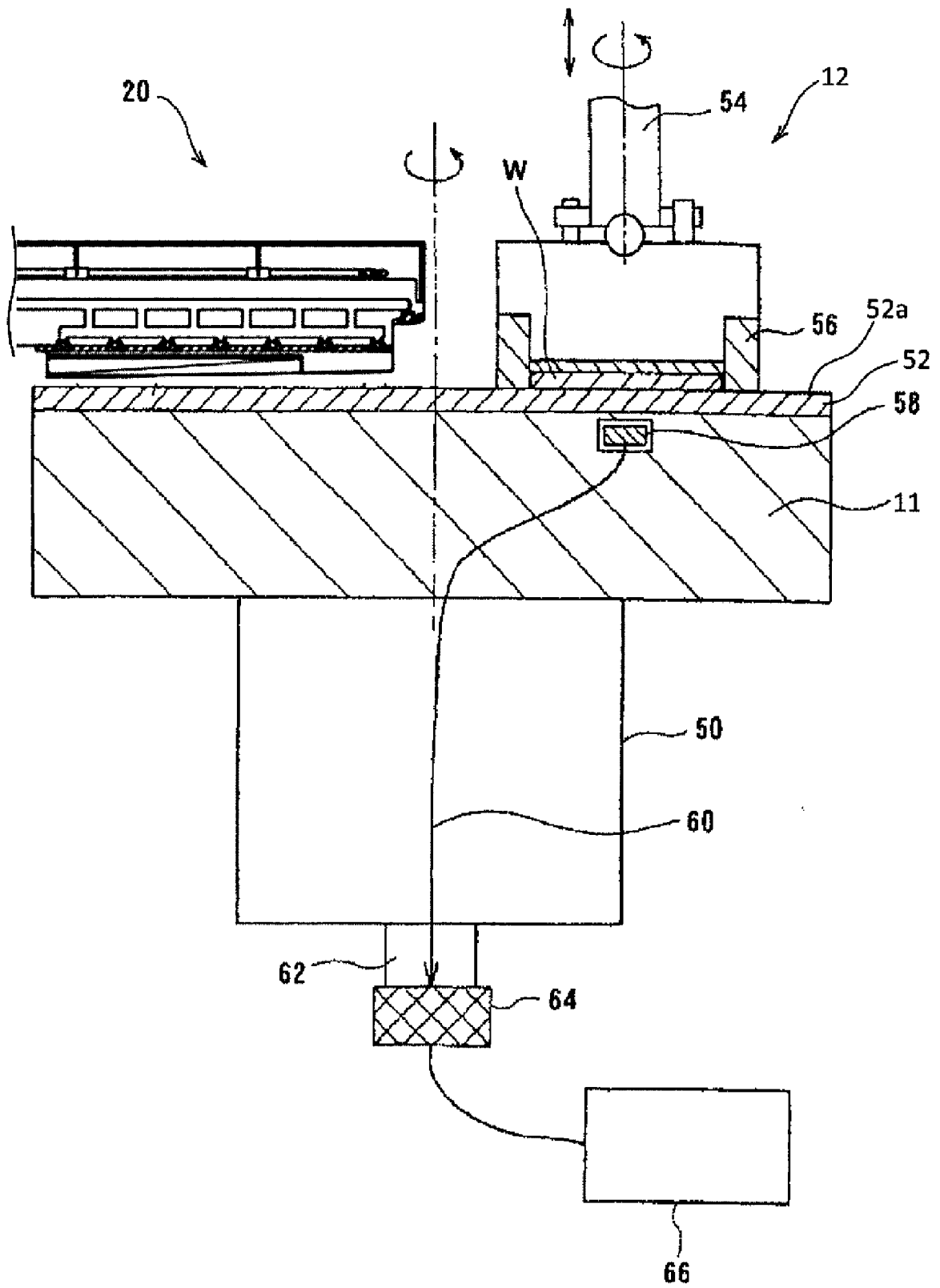
[図4]

20

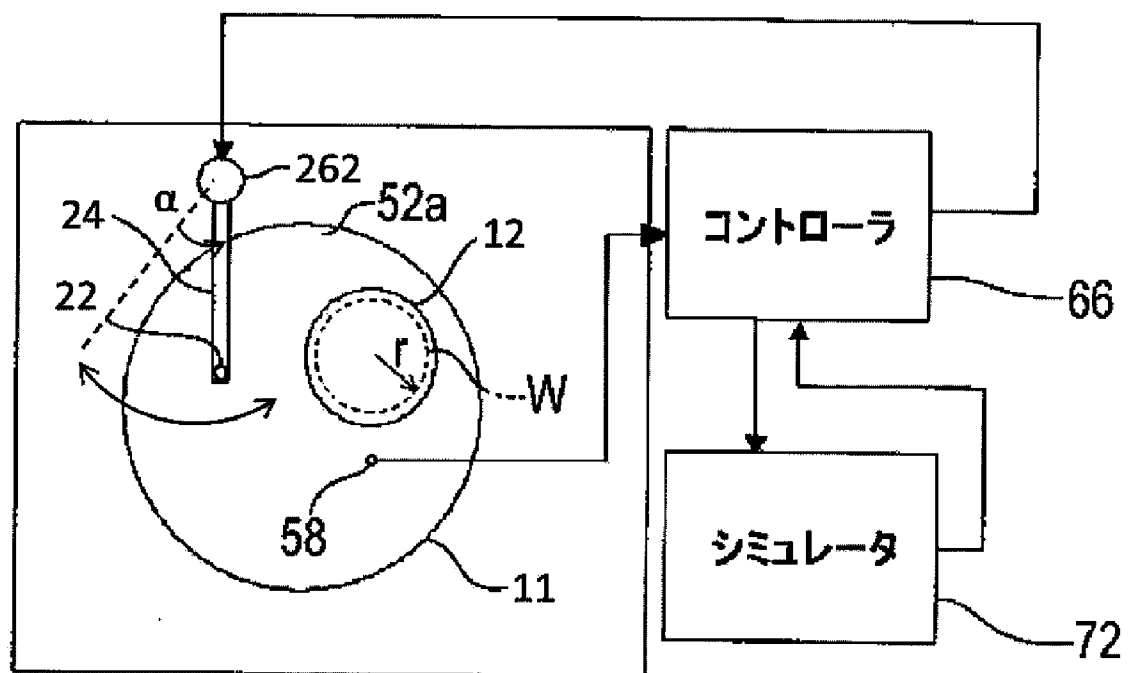
[図5]

20

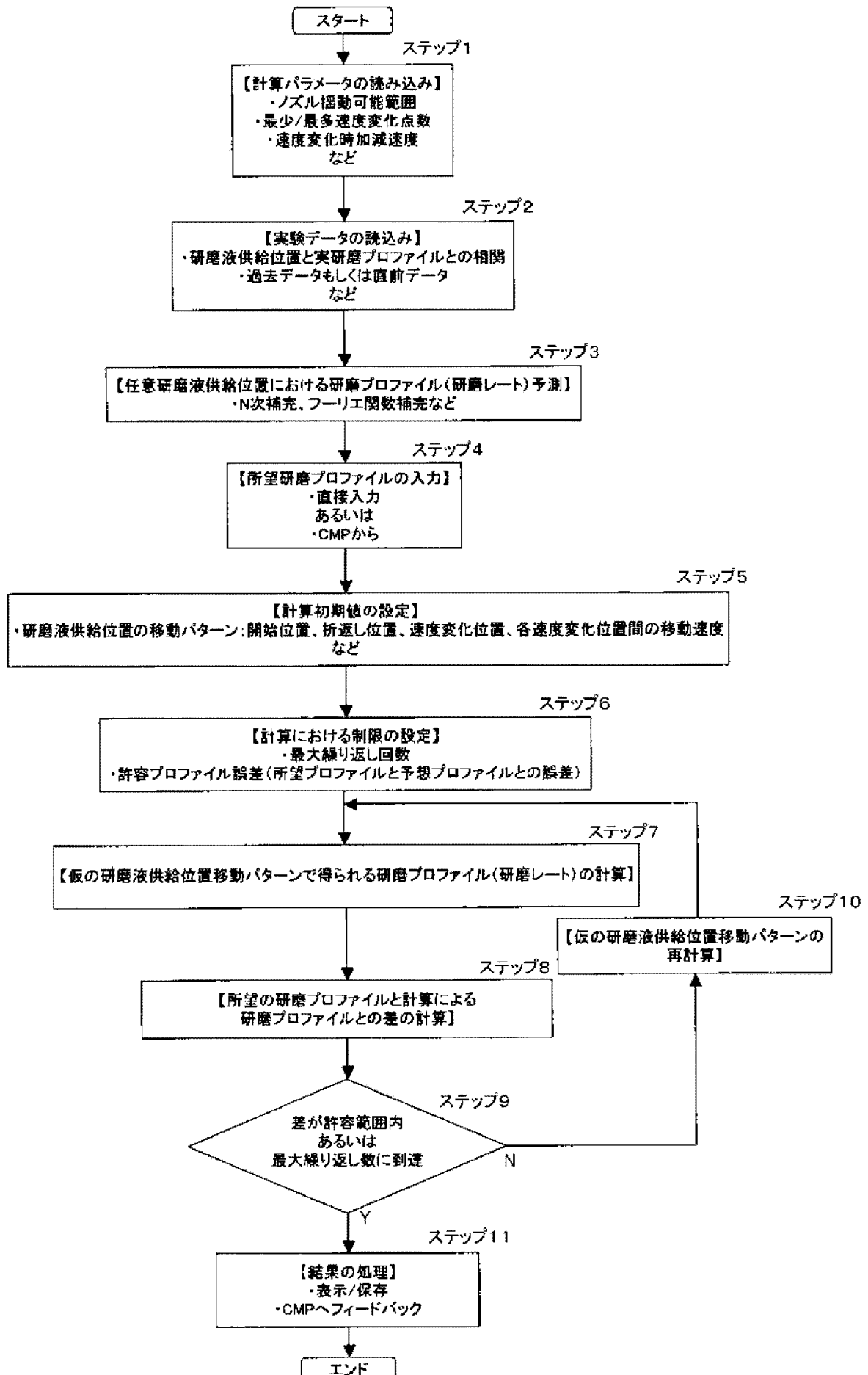
[図6]



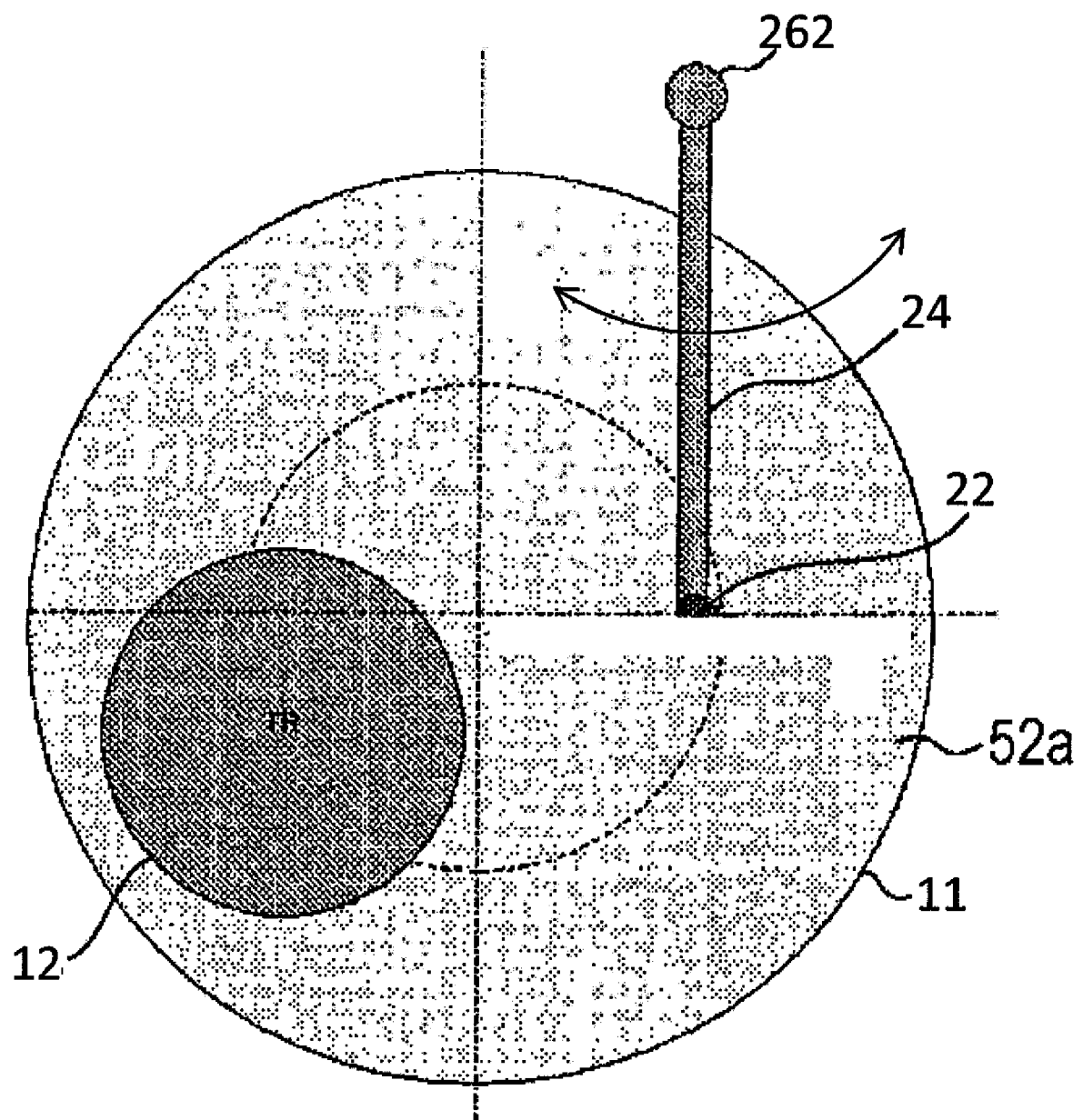
[図7]



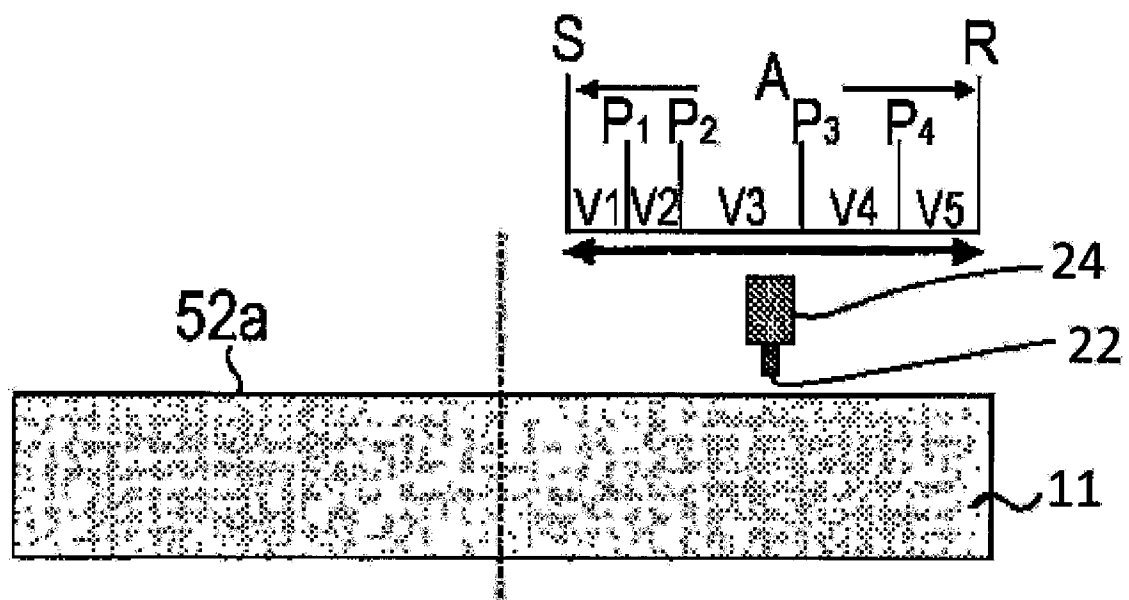
[図8]



[図9A]



[図9B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/024136

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B 57/02(2006.01)i; B24B 37/00(2012.01)i; B24B 53/017(2012.01)i; B24B 55/06(2006.01)i; H01L 21/304(2006.01)i

FI: B24B57/02; B24B55/06; B24B37/00 K; B24B53/017 Z; H01L21/304 622E

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)

B24B57/02; B24B37/00; B24B53/017; B24B55/06; 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	1971-2021
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.
X	JP 11-70464 A (APPLIED MATERIALS, INC.) 16 March 1999 (1999-03-16) paragraphs [0015]-[0017], [0023], fig. 1-3, 8-11	1-3, 7-11, 15-16
Y		4-5, 12-13
A		6, 14
Y	JP 2014-111301 A (EBARA CORPORATION) 19 June 2014 (2014-06-19) paragraphs [0047]-[0048], fig. 4-5	4-5, 12-13
A	JP 2002-299293 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 11 October 2002 (2002-10-11) fig. 6	1-16
A	US 2015/0190899 A1 (KOJEM INTERNATIONAL CO., LTD.) 09 July 2015 (2015-07-09) fig. 6	1-16

☐ 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
24 August 2021 (24.08.2021)

Date of mailing of the international search report
07 September 2021 (07.09.2021)

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

Information on patent family members

International application no.

PCT/JP2021/024136

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 11-70464 A	16 Mar. 1999	US 6139406 A column 3, line 62 to column 5, line 7, column 6, lines 19- 34, fig. 1-3, 6-9 EP 887153 A2 SC 67505 A TW 385500 B KR 10-1999-0007262 A	
JP 2014-111301 A	19 Jun. 2014	US 2014/0162536 A1 paragraphs [0068]- [0069], fig. 4-5 CN 103786090 A KR 10-2014-0056074 A TW 201436936 A	
JP 2002-299293 A	11 Oct. 2002	US 2002/0177320 A1 fig. 6 KR 10-2002-0075582 A TW 255752 B	
US 2015/0190899 A1	09 Jul. 2015	TW 201527046 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B24B 57/02(2006.01)i; B24B 37/00(2012.01)i; B24B 53/017(2012.01)i; B24B 55/06(2006.01)i; H01L 21/304(2006.01)i FI: B24B57/02; B24B55/06; B24B37/00 K; B24B53/017 Z; H01L21/304 622E		
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）） B24B57/02; B24B37/00; B24B53/017; B24B55/06; 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 1971-2021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		
国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 11-70464 A（アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド）16.03.1999 （1999 - 03 - 16） [0015]-[0017], [0023], 図1-3, 8-11	1-3, 7-11, 15-16
Y		4-5, 12-13
A		6, 14
Y	JP 2014-111301 A（株式会社荏原製作所）19.06.2014（2014 - 06 - 19） [0047]-[0048], 図4-5	4-5, 12-13
A	JP 2002-299293 A（三星電子株式会社）11.10.2002（2002 - 10 - 11） 図6	1-16
A	US 2015/0190899 A1（KOJEM INTERNATIONAL CO., LTD）09.07.2015（2015 - 07 - 09） 図6	1-16
☐ 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 24.08.2021		国際調査報告の発送日 07.09.2021
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） 奥隅 隆 3C 4016 電話番号 03-3581-1101 内線 3324

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/JP2021/024136

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	11-70464	A	16.03.1999	US	6139406	A	
				第3欄第62行－第5欄第7行， 第6欄第19行－第34行，図1- 3, 6-9			
				EP	887153	A2	
				SG	67505	A	
				TW	385500	B	
				KR	10-1999-0007262	A	
JP	2014-111301	A	19.06.2014	US	2014/0162536	A1	
				[0068]-[0069], 図4-5			
				CN	103786090	A	
				KR	10-2014-0056074	A	
				TW	201436936	A	
JP	2002-299293	A	11.10.2002	US	2002/0177320	A1	
				図6			
				KR	10-2002-0075582	A	
				TW	255752	B	
US	2015/0190899	A1	09.07.2015	TW	201527046	A	