

(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
2017年3月23日(23.03.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/047355 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) B05D 3/00 (2006.01)
B05C 9/14 (2006.01) G01B 11/02 (2006.01)
B05C 11/08 (2006.01) G03F 7/26 (2006.01)
B05D 1/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/075001
- (22) 国際出願日: 2016年8月26日(26.08.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-181940 2015年9月15日(15.09.2015) JP
- (71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小玉 輝彦 (KODAMA, Teruhiko); 〒8611116 熊本県合志市福原1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 榎本 正志 (ENOMOTO, Masashi); 〒8611116 熊本県合志市福原1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 田所 真任 (TADOKORO, Masahide); 〒8611116 熊本県合志市福原1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto

(JP). 橋本 崇史 (HASHIMOTO, Takafumi); 〒8611116 熊本県合志市福原1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP).

(74) 代理人: 井上 俊夫, 外 (INOUE, Toshio et al.); 〒2310058 神奈川県横浜市中区弥生町2丁目15番1号ストークタワー大通り公園3601号 Kanagawa (JP).

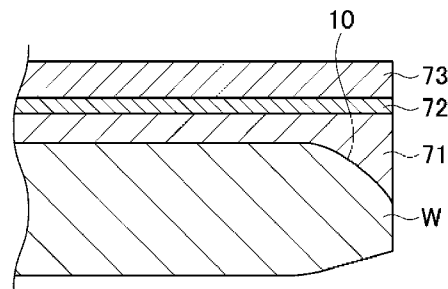
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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,

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING DEVICE, SUBSTRATE PROCESSING METHOD, AND STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 基板処理装置、基板処理方法及び記憶媒体



(57) Abstract: [Problem] To prevent an abnormal resist pattern from forming on a peripheral edge part of a substrate. [Solution] This substrate processing method is provided with: a step for acquiring a height distribution for peripheral edge parts of the surface of a substrate along the radial direction of the substrate; next, a step for forming an underlayer film on the entire surface of the substrate such that height declines at the peripheral edge part are corrected on the basis of the height distribution; and a step for forming a resist film on the entire surface of the underlayer film thereafter. Therefore, offsetting of focus on the resist film surface at the peripheral part of the substrate during exposure can be suppressed. As a result, formation of abnormal resist patterns at the peripheral edge parts can be suppressed.

(57) 要約: 【課題】基板の周端部において異常なレジストパターンが形成されることを防ぐこと。【解決手段】本発明の基板処理方法は、基板の表面の周端部について、当該基板の径方向に沿った高さの分布を取得する工程と、次いで、前記高さの分布に基づいて前記周端部の高さの落ち込みを矯正するように前記基板の表面全体に下層膜を形成する工程と、続いて、前記下層膜の表面全体にレジスト膜を形成する工程と、を備える。従って、この基板の周端部においては、レジスト膜の表面に対して露光時のフォーカスがずれることが抑えられる。その結果として、当該周端部において異常なレジストパターンが形成されることを抑えることができる。



WO 2017/047355 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：基板処理装置、基板処理方法及び記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明は、レジスト膜の下層に設けられる下層膜を形成する基板処理方法、基板処理装置及び記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 半導体装置の製造工程の一つであるフォトリソグラフィ工程においては、基板である半導体ウエハ（以下、ウエハと記載する）にレジストパターンが形成される。このレジストパターンを形成するために、例えばウエハは、レジストの塗布、現像を行う塗布、現像装置に搬送されてレジストの塗布処理を受けた後に、当該塗布、現像装置に接続される露光装置に搬送されて、所望のパターンに沿って露光される。

[0003] 上記のウエハの表面の周端部は外方へ向かって下降する傾斜面として構成される。また、上記の塗布、現像装置には、当該塗布、現像装置に搬入されるまでの半導体装置の製造プロセスで、膜の形成とCMP (Chemical Mechanical Polishing) による当該膜の除去とが行われたウエハ（以降、研磨ウエハと記載する場合がある）が搬入される場合がある。この膜の形成と膜の除去とは繰り返し複数回行われる場合があり、この繰り返しの回数が増えるほど、上記の傾斜面における当該傾斜面の上端の高さと当該傾斜面の上端からウエハの外方へ所定の距離ずれた位置の高さとの差（落ち込み量）であるEdge Roll-Off（エッジロールオフ）量が大きくなる傾向がある。

[0004] ところで、上記の露光装置では、フォーカス面と露光処理が行われる領域のウエハの表面とが揃うように、当該ウエハを傾けるレベリング補正が行われる。ところが、ウエハの周端部と当該周端部よりも内側とを含む周縁領域に露光処理が行われる際には、ウエハの周端部よりも内側ではレベリング補正によってフォーカス面とウエハの表面とを揃えることができても、周端部において上記のエッジロールオフが比較的大きい、即ちフォーカス面とウエ

ハの表面との高さの差が比較的大きい場合、デフォーカス（焦点異常）となってしまう。そうすると、レジストパターンの線幅であるCD（Critical Dimension）の大きさが設計値から変動してしまうので、この周縁領域における半導体製品の歩留りが低下する。しかし、このウエハの周縁領域についてもCDを設計値とし、半導体製品の歩留りを高くする要請がなされている。特許文献1には、基板の表面の高さを測定するレベリングセンサを備えた露光装置について記載されているが、上記の問題の解決手法については何ら開示されていない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-219528号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的は、基板の周端部において異常なレジストパターンが形成されることを防ぐことができる技術を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の基板処理方法は、基板の表面の周端部について、当該基板の径方向に沿った高さの分布を取得する工程と、

次いで、前記高さの分布に基づいて前記周端部の高さの落ち込みを矯正するように前記基板の表面全体に下層膜を形成する工程と、

続いて、前記下層膜の表面全体にレジスト膜を形成する工程と、
を備えたことを特徴とする。

[0008] 本発明の基板処理装置は、基板の表面の周端部について、当該基板の径方向に沿った高さの分布を取得するための高さ分布取得モジュールと、

前記高さの分布に基づいて前記周端部の高さの落ち込みを矯正するように前記基板の表面全体に、レジスト膜の下層に設けられる下層膜を形成する下

層膜形成モジュールと、

を備えたことを特徴とする。

[0009] 本発明の記憶媒体は、基板にレジスト膜の下層に設けられる下層膜を形成する基板処理装置に用いられるコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、前記プログラムは本発明の基板処理方法を実行するためにステップが組み立てられていることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、基板の表面の周端部について、当該基板の径方向に沿った高さの分布を取得し、前記高さの分布に基づいて前記周端部の高さの落ち込みを矯正するように前記基板の表面全体に下層膜が形成される。従って、この基板の周端部にて、下層膜上に形成されるレジスト膜の表面に対して露光時のフォーカスがずれることが抑えられる。その結果として、当該周端部において異常なレジストパターンが形成されることを抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]前記塗布、現像装置の詳細な平面図である。

[図2]前記塗布、現像装置の斜視図である。

[図3]前記塗布、現像装置の概略縦断側面図である。

[図4]前記塗布、現像装置に設けられるSOC膜形成モジュールの縦断側面図である。

[図5]前記SOC膜形成モジュールでウエハに形成されるSOC膜の膜厚分布を表すグラフ図である。

[図6]ウエハの縦断側面図である。

[図7]ウエハの傾斜面の高さ分布を示すグラフ図である。

[図8]前記SOC膜形成モジュールでウエハに形成されるSOC膜の膜厚分布を表すグラフ図である。

[図9]前記SOC膜形成モジュールでウエハに形成されるSOC膜の表面の高さ分布を示すグラフ図である。

[図10]ウエハの傾斜面の高さ分布を取得するための撮像モジュールの縦断側

面図である。

[図11]前記撮像モジュールの横断平面図である。

[図12]前記撮像モジュールで取得されるウエハの側面の画像を示す説明図である。

[図13]前記撮像モジュールで取得されるウエハの側端部の画像を示す説明図である。

[図14]前記撮像モジュールで取得されるウエハの側端部の画像を示す説明図である。

[図15]ウエハの傾斜面の高さ分布を示すグラフ図である。

[図16]ウエハの周端部の縦断側面図である。

[図17]ウエハの周端部の縦断側面図である。

[図18]ウエハの周端部の縦断側面図である。

[図19]ウエハの周端部の縦断側面図である。

[図20]ウエハの周端部の縦断側面図である。

[図21]ウエハの周端部の高さ分布を取得するためのモジュールの構成を示す概略構成図である。

[図22]S O C膜形成モジュールの他の構成例を示す縦断側面図である。

[図23]S O C膜形成モジュールの他の構成例を示す縦断側面図である。

[図24]S O C膜形成モジュールの他の構成例を示す縦断側面図である。

[図25]ウエハの傾斜面の高さ分布を示すグラフ図である。

[図26]ウエハのC Dの分布を示すグラフ図である。

発明を実施するための形態

- [0012] 本発明の基板処理装置の実施の形態に係る塗布、現像装置1について、図1～図3を参照しながら説明する。図1、図2、図3は夫々塗布、現像装置1の平面図、斜視図、概略縦断側面図である。この塗布、現像装置1は、キャリアブロックD1と、処理ブロックD2と、インターフェイスブロックD3と、を水平に直線状に接続して構成されている。また、インターフェイスブロックD3には前記露光装置D4が、処理ブロックD2と反対側に接続さ

れている。以降の説明では特に記載が無い限り、ブロックD 1～D 3及び露光装置D 4の配列方向を前後方向とする。この塗布、現像装置1では円形の基板であるウエハWの表面にSOC (Spin On Carbon) と呼ばれる有機膜、反射防止膜、レジスト膜が下方側からこの順に積層され、レジスト膜は露光装置D 4にて露光処理を受ける。露光処理後、レジスト膜が塗布、現像装置1にて現像処理される。この例ではウエハWの直径は300mmであり、当該ウエハWの周縁にはウエハWの方向を示す切り欠きであるノッチNが設けられている。

[0013] キャリアブロックD 1は、複数枚のウエハWが格納されたキャリアCを塗布、現像装置1に対して搬入出する。このキャリアC内のウエハWは、例えば背景技術の項目で説明した研磨ウエハである。ただし、上記の成膜及びCMPによる膜の除去が行われていないウエハW（以下、新品のウエハと記載する場合がある）が格納されていてもよい。キャリアブロックD 1は、キャリアCの載置台11と、開閉部12と、開閉部12を介してキャリアCからウエハWを搬送するための搬送機構13とを備えている。

[0014] 処理ブロックD 2は、ウエハWに液処理を行う第1～第6の単位ブロックE 1～E 6が下から順に積層されて構成されている。E 1とE 2とが互いに同じ単位ブロックであり、E 3とE 4とが互いに同じ単位ブロックであり、E 5とE 6とが互いに同じ単位ブロックである。同じ単位ブロックにおいて、互いに並行してウエハWの搬送及び処理が行われる。

[0015] ここでは単位ブロックのうち代表して単位ブロックE 1を、図1を参照しながら説明する。キャリアブロックD 1からインターフェイスブロックD 3へ向かう搬送領域14の左右の一方側には棚ユニットUが前後方向に複数配置され、他方側にはSOC膜形成モジュール3が2つ前後方向に並べて設けられている。SOC膜形成モジュール3はウエハWに薬液を供給して、ウエハWの表面に下層膜であるSOC (Spin On Carbon) と呼ばれる有機膜を形成するモジュールであり、モジュールの構成のより具体的な一例については後述する。棚ユニットUは、加熱モジュール15を備えている。また、上記

の搬送領域 14 には、ウエハ W の搬送機構である搬送アーム F 1 が設けられている。

[0016] 単位ブロック E 3 ～ E 6 について、単位ブロック E 1、E 2 との差異点を説明すると、単位ブロック E 3、E 4 は、2 つの SOC 膜形成モジュール 3 の代わりに、反射防止膜形成モジュール 16 とレジスト膜形成モジュール 17 とを備えている。反射防止膜形成モジュール 16 及びレジスト膜形成モジュール 17 は、SOC 膜形成モジュール 3 と略同様に構成されているが、ウエハ W に供給する薬液については SOC 膜形成モジュール 3 とは異なっており、反射防止膜形成モジュール 16 については反射防止膜形成用の薬液を供給し、レジスト膜形成モジュール 17 についてはレジストを供給する。

[0017] 単位ブロック E 5、E 6 は、SOC 膜形成モジュール 3 の代わりに現像モジュール 18 を備えている。現像モジュール 18 は、SOC 膜形成モジュール 3 と略同様に構成されているが、ウエハ W に供給する薬液については SOC 膜形成用の薬液の代わりに現像液をウエハ W に供給する。このような差違を除いて、単位ブロック E 1 ～ E 6 は互いに同様に構成されている。図 3 では、搬送アーム F 1 に相当する各単位ブロック E 2 ～ E 6 の搬送アームについて、F 2 ～ F 6 として示している。

[0018] 処理ブロック D 2 におけるキャリアブロック D 1 側には、各単位ブロック E 1 ～ E 6 に跨って上下に伸びるタワー T 1 と、タワー T 1 に対してウエハ W の受け渡しを行うための昇降自在な搬送機構 19 とが設けられている。タワー T 1 は互いに積層された複数のモジュールにより構成されており、単位ブロック E 1 ～ E 6 の各高さに設けられるモジュールは、当該単位ブロック E 1 ～ E 6 の各搬送アーム F 1 ～ F 6 との間でウエハ W を受け渡すことができる。これらのモジュールとしては、各単位ブロックの高さ位置に設けられた受け渡しモジュール T R S、ウエハ W の温度調整を行う温調モジュール C P L、複数枚のウエハ W を一時的に保管するバッファモジュール、及びウエハ W の表面を疎水化する疎水化処理モジュールなどが含まれている。説明を簡素化するために、前記疎水化処理モジュール、温調モジュール、前記バッ

ファモジュールについての図示は省略している。また、このタワーＴ１には撮像モジュール５が設けられている。撮像モジュール５にてウエハＷの撮像が行われ、その撮像結果に応じた処理条件で、ＳＯＣ膜形成モジュール３にて当該ウエハＷに成膜処理が行われる。撮像モジュール５については、後に詳しく説明する。

[0019] インターフェイスブロックＤ３は、単位ブロックＥ１～Ｅ６に跨って上下に伸びるタワーＴ２、Ｔ３、Ｔ４を備えている。当該インターフェイスブロックＤ３には、タワーＴ２とタワーＴ３とに対してウエハＷの受け渡しを行うための昇降自在な搬送機構であるインターフェイスアーム２１と、タワーＴ２とタワーＴ４とに対してウエハＷの受け渡しを行うための昇降自在な搬送機構であるインターフェイスアーム２２と、タワーＴ２と露光装置Ｄ４との間でウエハＷの受け渡しを行うための搬送機構であるインターフェイスアーム２３と、が設けられている。

[0020] タワーＴ２は、受け渡しモジュールＴＲＳ、露光処理前の複数枚のウエハＷを格納して滞留させるバッファモジュール、露光処理後の複数枚のウエハＷを格納するバッファモジュール、及びウエハＷの温度調整を行う温調モジュールなどが互いに積層されて構成されているが、ここではバッファモジュール及び温調モジュールの図示は省略する。なお、タワーＴ３、Ｔ４にもモジュールが設けられているが、このモジュールについても説明を省略する。

[0021] 続いて、塗布、現像装置１に設けられる制御部１００について説明する。制御部１００は例えばコンピュータからなり、不図示のプログラム格納部を有している。このプログラム格納部には、各モジュールでのウエハＷの処理及び各搬送機構によるモジュール間におけるウエハＷの搬送が行えるように、命令（ステップ群）が組まれたプログラムが格納されている。上記の各モジュールでのウエハＷの処理には、後述する撮像モジュール５におけるウエハＷの周端部における高さ分布の取得、及び取得した高さ分布に基づくＳＯＣ膜形成モジュール３におけるダンパー３９の開度の設定が含まれる。そして、当該プログラムによって制御部１００から塗布、現像装置１の各部に制

御信号が出力されることで、当該塗布、現像装置 1 の各部の動作が制御される。このプログラムは、例えばハードディスク、コンパクトディスク、マグネットオプティカルディスクまたはメモリーカードなどの記憶媒体に収納された状態でプログラム格納部に格納される。

[0022] 続いて、下層膜形成モジュールである SOC 膜形成モジュール 3 について、図 4 の縦断側面図を参照しながら説明する。図中 3 1 はスピンチャックであり、ウエハ W の裏面中央部を吸着してウエハ W を水平に保持する。図中 3 2 はスピンチャック 3 1 を回転させる回転機構であり、このスピンチャック 3 1 の回転によってウエハ W が水平軸周りに回転する。図中 3 3 は上方側が開くカップであり、スピンチャック 3 1 に載置されたウエハ W の周囲を囲む。図中 3 4 はカップ 3 3 の底部をなす液受け部であり、上方が開いた環状の凹部を形成する。図中 3 5 は液ガイド部であり、スピンチャック 3 1 の下方にて当該スピンチャック 3 1 を囲むように設けられ、ウエハ W から下方にこぼれた液を液受け部 3 4 にガイドするように傾斜面と、当該傾斜面の周縁から下方に延びる垂直壁とを備えている。図中 3 6 はカップ 3 3 の内壁から斜め上方に延びる板状の液ガイド部であり、ウエハ W から飛散した液を受けて液受け部 3 4 にガイドする。図中 3 6 A は、液ガイド部 3 6 を厚さ方向に貫通する貫通孔である。

[0023] 上記の液受け部 3 5 には、薬液をカップ 3 3 外へ排出する排液口 3 7 と、上方に向かって伸びる排気管 3 8 とが設けられている。排気管 3 8 により、カップ 3 3 外からカップ 3 3 内に大気が入り込んで排気される。図中の点線の矢印は、このように排気される大気の流れを示している。図中 3 9 は排気管 3 8 に介設された開度が調整自在なダンパーであり、当該ダンパー 3 9 の開度に応じた排気量で排気管 3 8 から排気が行われる。

[0024] また、図中 4 1 はスピンチャック 3 1 の周囲に 3 本（図 4 では 2 本のみ表示）設けられる昇降自在なピンであり、搬送アーム F 1 または F 2 とスピンチャック 3 1 との間でウエハ W を受け渡す。図中 4 2 は SOC 膜形成用の薬液を鉛直下方に吐出するノズルであり、スピンチャック 3 1 に保持されたウ

エハWの中心部上と、カップ33の外側との間で移動自在に構成されている。図中43は薬液供給管44を介してノズル42に接続される薬液供給源である。図中45は薬液供給管44に介設された流量調整部であり、ノズル42へ供給する薬液の流量を調整する。

[0025] 上記のSOC膜形成モジュール3における成膜処理について説明すると、ノズル42からスピチャック31に保持されたウエハWの中心部に薬液が吐出されて成膜処理が開始される。吐出された薬液は、回転するウエハWの遠心力によってウエハWの周縁部に展伸され、ウエハW表面全体に塗布される、いわゆるスピコーティングが行われる。薬液の吐出が停止し、ウエハWに吐出された薬液が当該ウエハWの周縁部に行き渡った後も、薬液を乾燥させてSOC膜を形成するためにウエハWの回転が続けられる。その後、ウエハWの回転が停止して成膜処理が終了する。

[0026] 上記のスピコーティングによって薬液がウエハWの周端に行き渡った時刻からSOC膜の乾燥が十分に進んでいない所定の時刻に至るまでの期間（薬液乾燥期間とする）における、ウエハWの周端部を流れる気流の速度が大きいほど、当該周端部における薬液の乾燥が速やかに進行する。そして、成膜終了後のウエハWの周端部における当該ウエハWの径方向に沿ったSOC膜の膜厚分布は、この薬液の乾燥速度に応じたものとなる。上記の薬液乾燥期間におけるウエハWの周端部の気流の速度は、ダンパー39の開度に応じたものとなるので、ダンパー39の開度によって上記のウエハWの周端部におけるSOC膜の膜厚分布が決定される。このようにダンパー39は、薬液の乾燥速度を調整する調整機構を構成する。

[0027] SOC膜形成モジュール3では、例えば上記の薬液乾燥期間において、ダンパー39の開度を第1の開度、第2の開度、第3の開度のうちのいずれかに設定して成膜処理を行うことができる。つまり、SOC膜形成モジュール3では、ウエハWごとに形成されるSOC膜の膜厚分布を選択することができる。開度の大きさの順番としては、第1の開度>第2の開度>第3の開度である。また、第1の開度、第2の開度、第3の開度にするによって、

成膜処理終了後のウエハWの周端部に形成される当該ウエハWの径方向に沿ったSOC膜の膜厚分布を、夫々第1の膜厚分布、第2の膜厚分布、第3の膜厚分布とする。図5のグラフは、第1～第3の膜厚分布の例を示すグラフである。グラフの横軸はウエハWの中心からの距離（単位：mm）、グラフの縦軸は形成されたSOC膜の膜厚（単位：nm）である。グラフに示すようにダンパー39の開度が大きいほどウエハWの周端部における膜厚が大きく、且つウエハWの外方へ向かって見たときの膜厚の上昇量が大きい。

[0028] ここで図6～図8を参照しながら、SOC膜形成モジュール3が、既述したようにウエハWごとに形成する膜厚分布を選択できるように構成されている理由を説明する。塗布、現像装置1に搬送されるウエハWの表面の周端部には、背景技術の項目で説明したように、外方に向かって下降する傾斜面10が形成されており（図6参照）、当該周端部の形状、より詳しくはウエハW表面の径方向に沿った傾斜面10を含む周端部における高さ分布は、ウエハWごとに異なる。

[0029] 図7のグラフでは、上記のウエハW表面の周端部における径方向に沿った高さ分布の一例を示している。グラフ中、実線では研磨ウエハであるウエハW1の高さ分布を示し、点線では新品のウエハであるウエハW2の高さ分布を示している。グラフの横軸は、ウエハWの中心からの距離（単位：mm）を示している。グラフの縦軸は、エッジロールオフ量を示している。縦軸について、より詳しく説明すると、傾斜面10の上端及び傾斜面10よりもウエハWの内側の表面を0mmとして、周端部の各位置の表面の高さを示している。従って、この図7のグラフではエッジロールオフ量については0或いは－（負）の値となり、エッジロールオフ量の絶対値が大きいほど、傾斜面10の上端からの落ち込みが大きい。グラフに示されるように、ウエハW1とウエハW2とでは周端部の高さ分布について互いに異なっており、ウエハWの中心からの距離が同じ位置では、エッジロールオフ量の絶対値に関してウエハW1の方が大きい。なお、上記の図6のウエハWは、ウエハW1を示したものである。

[0030] このようにウエハW1ではエッジロールオフ量の絶対値が比較的大きいため、当該ウエハW1に対して、夫々平坦なSOC膜、反射防止膜、レジスト膜を夫々形成すると、当該レジスト膜の表面についてもウエハW1の周端部においては、各膜の形成前と同様にエッジロールオフ量の絶対値が大きくなる。そうすると、背景技術の項目で述べたように、当該ウエハW1の周端部では露光装置D4における露光時のフォーカス面と当該レジスト膜との乖離が大きくなり、デフォーカスが起きるおそれがある。

[0031] そこでSOC膜形成モジュール3においては、上記のウエハW表面の周端部における高さ分布に応じて、傾斜面10上におけるSOC膜の表面が、傾斜面10よりも傾きが緩和されて平坦性が高くなるように、ウエハWの周端部に向かうほど膜厚が大きくなる膜厚分布を有するSOC膜を形成する。例えば図7に示した高さ分布を有するウエハW1に対して、周端部における径方向に沿った膜厚分布が図8のグラフで示されるようにSOC膜を形成する。図8のグラフの横軸、縦軸は、図5のグラフの横軸、縦軸と同様にウエハWの中心からの距離、SOC膜の膜厚を夫々示している。なお、既述のように、SOC膜形成モジュール3でウエハWに形成される膜厚分布は図5に示す第1～第3の膜厚分布であるが、図8では説明の便宜上、第1～第3の膜厚分布とは異なるSOC膜の膜厚分布を示している。

[0032] そして図9のグラフは、図8で示す膜厚分布を持つSOC膜を図7で示す周端部の高さ分布を持つウエハW1に形成した場合における、ウエハWの径方向に沿ったSOC膜の表面の高さ分布を実線で示したものである。図9の横軸、縦軸は、図7と同様にウエハWの中心からの距離、エッジロールオフ量を夫々示している。図9におけるSOC膜の表面の高さ分布は、図7の周端部の高さ分布及び図8のSOC膜の膜厚分布について、ウエハWの中心からの距離が同じ位置におけるエッジロールオフ量とSOC膜の膜厚とを合計することで取得されている。

[0033] 図9のグラフ中では、比較のためにSOC膜を形成する前の周端部の高さ分布を点線で示している。この点線で表した分布は、図7のグラフにて実線

で表したものと同一である。この図9のグラフで示されるように、図8に示す膜厚分布を有するSOC膜を形成することで、ウエハWの周端部の各所でのエッジロールオフ量の絶対値の低下が抑えられている。即ち、ウエハWの周端部においてエッジロールオフ（高さの落ち込み）が矯正され、傾斜面10上に当該傾斜面10よりも表面の平坦性が高いSOC膜が形成されている。このようにSOC膜を形成することで、当該SOC膜に反射防止膜及びレジスト膜が積層されたときに、ウエハWの周端部におけるレジスト膜のエッジロールオフが抑えられ、デフォーカスとなることを防ぐことができる。

[0034] そして、上記のようにSOC膜形成前の表面の周端部の高さ分布はウエハWによって異なるため、この高さ分布に応じた膜厚分布を有するSOC膜を形成してエッジロールオフを矯正できるように、SOC膜形成モジュール3が構成されている。なお、図6～図9では説明の便宜上、研磨ウエハW1上にSOC膜を形成してエッジロールオフを矯正する例を示したが、新品のウエハW2上にSOC膜を形成してエッジロールオフを矯正してもよい。

[0035] 続いて、高さ分布取得モジュールである撮像モジュール5について図10、図11の縦断側面図、横断平面図を夫々参照しながら説明する。この撮像モジュール5は、上記のウエハWの表面の周端部における径方向に沿った高さ分布を制御部100が取得できるように、ウエハWの周端部を撮像し、画像データを制御部100に送信する。図中51は筐体であり、52は筐体51の側壁に開口したウエハWの搬送口である。53はウエハWの裏面中央部を吸着して当該ウエハWを水平に載置するステージであり、駆動機構54により回転自在且つ筐体51の手前側（搬送口52側）と奥側との間を移動自在に構成されている。図中55は、搬送機構19と第1の載置部であるステージ53との間でウエハWを受け渡すための昇降ピンである。

[0036] 図中56は透過型の光電センサであり、ステージ53の上方に位置する投光部56Aとステージ53の下方に位置する受光部56Bとからなる。ステージ53は搬送機構19からウエハWを受け取った位置（図10中に実線で示す位置）から若干前進して1回転し、この回転中に投光部56Aから下方

に向けて、一部がウエハWの周縁部に遮られ、且つ他の一部がウエハWの側方を通過して受光部56Bに照射されるように光が照射される。そして制御部100により、受光部56Bの受光量に基づいてノッチNが検出される。

[0037] 筐体51内の奥側には、ミラー57とカメラ58とが設けられている。図中58Aを付した二点鎖線の矢印はカメラ58の光軸を示し、カメラ58から下方に向けられた光軸58Aはミラー57によって反射されて水平方向に向かう。そのように水平方向に向かう光軸58Aは、撮像が行われる撮像位置（図中で一点鎖線で示す位置）におけるウエハWの直径の延長線に一致しており、カメラ58は当該ウエハWの側面を撮像することができる。

[0038] また、筐体51内には第1の撮像機構であるカメラ59が設けられている。図中59Aを付した二点鎖線の矢印はカメラ59の光軸を示し、ウエハWの接線方向に沿っている。それによって、カメラ59は上記の撮像位置におけるウエハWの側端部を、ウエハWの側方から撮像することができる。なお、この撮像モジュール5ではカメラ58、59の他に、ウエハWの表面全体の状態の検査、ウエハWの裏面周縁部の異物の有無の検査を行うために、当該表面全体、裏面周縁部の撮像を夫々行うカメラが設けられているが、図示及び説明の煩雑化を防ぐために、これらのカメラの表示については省略している。

[0039] この撮像モジュール5におけるウエハWの撮像と、取得された画像データから既述のウエハWの周端部の高さ分布が取得されるまでの制御部100における処理と、について説明する。先ず、ステージ53にウエハWが受け渡されると、上記のようにノッチNが検出され、ウエハWが回転して当該ノッチNが所定の方角に向けられる。そして、ウエハWが撮像位置に移動し、第2の撮像機構であるカメラ58による撮像が行われ、制御部100により例えば図12に示すような画像データ61が取得される。そして、画像データ61におけるウエハWの上下の中心位置62（図中一点鎖線で表示している）が検出され、予め設定された基準位置（図中点線で表示している）63に対する中心位置62の上下方向のずれ量Hが算出される。例えばウエハWに

反りによってウエハWの周端部が水平面に対して傾いている場合はずれ量Hが0以外の値となり、ウエハWの周端部が水平面に対して傾いていない場合はずれ量Hの値が0となる。図12の例では、ずれ量Hが0以外の値である場合の画像データ61を示している。

[0040] 続いて、ウエハWの周端部においてカメラ58に撮像された箇所がカメラ59により撮像できるように、ウエハWが180°回転する。回転後、カメラ59により撮像が行われ、制御部100により画像データ64が取得される。図13は、この画像データ64の一例を示している。この取得された画像データ64が上記のずれ量Hに基づいて補正される。具体的には、ずれ量Hに対応する分、画像が傾くように画像データ64が補正され、傾斜面10よりも内側のウエハWの表面が水平となる。

[0041] 図14はこのように補正された画像データ64を示しており、この補正された画像データ64に基づいて、例えば図15のグラフで示す、既述したウエハWの周端部の表面の径方向に沿った高さ分布が取得される。図15のグラフの横軸、縦軸は図7のグラフと同様に、ウエハWの中心からの距離、エッジロールオフ量を夫々示している。上記のずれ量Hの算出、画像データ64の補正、及び補正後の画像データ64に基づいたウエハWの周端部の高さ分布の取得は、演算部をなす制御部100により行われる。

[0042] 次に、この塗布、現像装置1及び露光装置D4からなるシステムにおけるウエハWの搬送及び処理について、ウエハWの表面状態を示す図16～図20を参照しながら説明する。ウエハWは、互いに同様に構成された2つの単位ブロックEについてはいずれかの単位ブロックEに振り分けられて搬送されるが、ここでは単位ブロックE1～E6のうち、E1、E3、E5に夫々搬送されるものとして説明する。

[0043] 例えば図6で示す傾斜面10を備えたウエハWが、キャリアCから搬送機構13により処理ブロックD2におけるタワーT1の受け渡しモジュールTRSOに搬送され、然る後、搬送機構19により撮像モジュール5に搬送される。撮像モジュール5では上記したように、ノッチNの検出、ウエハWの

向き調整、図 1 2 で説明した画像データ 6 1 の取得、画像データ 6 1 に基づいたウエハ W の上下のずれ量 H の検出、図 1 3 で説明したウエハ W の周端部の画像データ 6 4 の取得、図 1 4 で説明したずれ量 H に基づいた画像データ 6 4 の補正、及び図 1 5 で説明したウエハ W の表面の周端部における当該ウエハ W の径方向に沿った高さ分布の取得が行われる。

[0044] そして、図 5 で説明した S O C 膜の第 1 ～第 3 の各膜厚分布と、撮像モジュール 5 により取得されたウエハ W の周端部の高さ分布とから、図 7 ～図 9 で説明したように S O C 膜の表面の高さ分布が取得される。より具体的には、ウエハの中心からの距離が互いに同じ位置における各第 1 ～第 3 の膜厚分布で規定される膜厚と、取得された周端部の高さとの合計が算出され、図 9 に示すような S O C 膜の表面の高さ分布が、第 1 の膜厚分布を用いて算出したものと、第 2 の膜厚分布を用いて算出したものと、第 3 の膜厚分布を用いて算出したものとの計 3 種類取得される。続いて、3 種類の S O C 膜の表面の高さ分布に関して、各部の膜厚のばらつきが最も小さいもの、即ち最も平坦性が高いものについて決定される。そして、第 1 ～第 3 の膜厚分布のうち、決定された S O C 膜の表面の高さ分布の算出に用いた膜厚分布で、S O C 膜を形成するように決定される。以上の各演算及び各決定は、制御部 1 0 0 により行われる。

[0045] このように形成される S O C 膜の膜厚分布の決定がなされたウエハ W は、搬送機構 1 9 により撮像モジュール 5 から単位ブロック E 1 に対応するタワー T 1 の受け渡しモジュール T R S 1 に搬送され、搬送アーム F 1 により S O C 膜形成モジュール 3 に搬送される。そして、図 4 で説明したように薬液のスピンコーティングが行われ、当該薬液がウエハ W の表面の中心部から周縁部に行き渡った後、ダンパー 3 9 の開度が第 1 ～第 3 の開度のうち、決定された S O C 膜の膜厚分布を得る開度とされる。そして排気流に曝されてウエハ W の表面の薬液が乾燥し、ウエハ W の端部においては第 1 ～第 3 の膜厚分布のうち、決定された膜厚分布となるようにウエハ W 表面全体に S O C 膜 7 1 が形成される（図 1 6）。つまり、傾斜面 1 0 上に、S O C 膜 7 1 の表

面が、当該傾斜面 10 よりもエッジロールオフが抑えられるように形成される。

[0046] 然る後、ウエハWは搬送アームF1により加熱モジュール15に搬送されて加熱され、受け渡しモジュールTRS1に搬送される。続いて、ウエハWは搬送機構19により単位ブロックE3に対応する受け渡しモジュールTRS3に搬送される。そして、搬送アームF3により反射防止膜形成モジュール16に搬送され、SOC膜形成モジュール3における処理と同様に、スピコーティングによって薬液の塗布が行われ、ウエハWの表面全体に反射防止膜72が形成される。この反射防止膜72は、ウエハWの面内の各部で均一な膜厚となるように成膜される。上記のようにウエハWの周端部において、反射防止膜72の下方のSOC膜71のエッジロールオフが抑えられているため、反射防止膜72の表面についてもエッジロールオフが抑えられる。

[0047] 然る後、ウエハWは搬送アームF3により加熱モジュール15に搬送されて加熱された後、レジスト膜形成モジュール17に搬送され、SOC膜形成モジュール3における処理と同様に、スピコーティングによってレジストの塗布が行われ、ウエハWの表面全体にレジスト膜73が形成される（図17）。レジスト膜73についても、ウエハWの面内の各部で均一な膜厚となるように成膜される。上記のようにウエハWの周端部において、レジスト膜73の下方のSOC膜71のエッジロールオフが抑えられているため、レジスト膜73の表面についてもエッジロールオフが抑えられる。

[0048] その後、ウエハWは搬送アームF3により、加熱モジュール15→タワーT2の受け渡しモジュールTRS31の順で搬送される。続いて、ウエハWは、インターフェイスアーム21、23により、タワーT3を介して露光装置D4へ搬入される。露光装置D4において露光ビームを照射する露光ヘッド74がウエハWの表面上を移動し、ウエハWの各領域に露光処理が行われる（図18）。図中の点線の矢印は露光ビームを示している。また、図中75は露光ヘッド74のフォーカス面である。上記のようにレジスト膜73のエッジロールオフが抑えられているため、ウエハWの周端部において、レジ

スト膜 7 3 の表面とフォーカス面 7 5 との乖離が抑えられた状態で、ウエハ W の周端部を含む領域に露光処理を行うことができる（図 1 9）。

[0049] 露光後のウエハ W は、インターフェイスアーム 2 2、2 3 によりタワー T 2、T 4 間を搬送されて、単位ブロック E 5 に対応するタワー T 2 の受け渡しモジュール T R S 5 1 に搬送され、搬送アーム F 5 により加熱モジュール 1 5 → 現像モジュール 1 8 の順で搬送されて、現像処理される。上記のようにウエハ W の周端部においてフォーカス面 7 5 とレジスト膜 7 3 の表面との乖離が抑えられるように露光が行われているため、ウエハ W の周端部において C D が設計値となるように、レジストパターン 7 6 が形成される（図 2 0）。その後、ウエハ W は搬送アーム F 5 → 加熱モジュール 1 5 → タワー T 1 の受け渡しモジュール T R S 5 → 搬送機構 1 3 の順で搬送され、搬送機構 1 3 によりキャリア C に戻される。なお、単位ブロック E 2、E 4、E 6 に夫々ウエハ W が搬送されて処理が行われる場合は、搬送アーム F 2、F 4、F 6 が使用され、タワー T 1、T 2 の受け渡しモジュール T R S について、単位ブロック E 1、E 3、E 5 に対応する高さのモジュールの代わりに単位ブロック E 2、E 4、E 6 に対応する高さのモジュールが用いられる。

[0050] この塗布、現像装置 1 によれば、撮像モジュール 5 によりウエハ W の側端部を側方から撮像して得られた画像データ 6 4 に基づいて、ウエハ W の表面の周端部における当該ウエハ W の径方向に沿った高さの分布を取得し、取得した高さの分布に基づいて当該周端部における高さの落ち込みが矯正されるように、S O C 膜形成モジュール 3 にてダンパー 3 9 の開度を設定して S O C 膜を形成している。そして、このような S O C 膜の形成後、レジスト膜を当該 S O C 膜上に積層しているため、レジスト膜の表面について、ウエハ W の周端部における高さの落ち込みが抑えられる。その結果として、露光時におけるフォーカス面とレジスト膜との乖離を抑え、ウエハ W の周端部においてレジストパターンの C D が異常となることを抑えることができる。

[0051] また、この塗布、現像装置 1 においては、ウエハ W の側面を撮像するカメラ 5 8 により取得された画像データ 6 1 に基づき、カメラ 5 9 により取得さ

れた画像データ 64 が補正され、この補正された画像データ 64 に基づいてウエハ W の周端部の高さ位置の分布を取得している。従って、制御部 100 は、より正確に当該傾斜面 10 の高さ位置の分布を把握できるため、ウエハ W の周端部における表面の平坦性が、より確実に高くなるように SOC 膜を形成することができる。

[0052] ところで、上記のウエハ W の周端部における径方向に沿った傾斜面 10 の高さ位置の分布については、カメラ 59 からの画像データによって取得することには限られない。例えば、塗布、現像装置 1 に、図 21 に示す反射型のレーザー式の変位センサ 66 を備えたモジュールを設ける。この変位センサ 66 は鉛直下方にレーザーを照射すると共に、ウエハ W にて反射されたレーザーを受光する。変位センサ 66 は、モジュール内の載置部に載置されたウエハ W の端部上をウエハ W の径方向に沿って移動できるように、図示しない移動機構に接続されている。そして、変位センサ 66 から傾斜面 10 を含むウエハ W の周端部上にレーザーを照射しながら、当該変位センサ 66 が移動する。この移動中の変位センサ 66 の受光に基づいて、制御部 100 がウエハ W 表面の周端部における高さ分布を取得する。

[0053] なお、変位センサ 66 の移動中に連続してレーザーを照射することには限られず、移動中に間欠的に傾斜面 10 にレーザーを照射し、傾斜面 10 の間隔をおいた複数の各位置の高さを取得し、それに基づいて SOC 膜の膜厚分布を決定するようにしてもよい。また、SOC 膜はスピンコーティングによって成膜しているため、周方向における各位置の膜厚は等しい。そのため、変位センサ 66 をウエハ W の径方向に沿って移動させるときに、ウエハ W は静止させておくことに限られず、ウエハ W を回転させて、周端部の表面の高さ分布の取得を行ってもよい。

[0054] また、上記の塗布、現像装置 1 において、レジスト膜の膜厚を傾斜面 10 の高さ分布に対応するように周端に向かうほど厚くしないのは、そのようにレジスト膜の面内各部の厚さがばらつくと、レジストパターンの CD も面内各部でばらついてしまうためである。ただし、SOC 膜の代わりに反射防止

膜をウエハWの周端部の高さ分布に基づいて、上記のSOC膜のように周端に向かうほど厚くなるように形成し、反射防止膜の周端部の表面が平坦になるようにしてもよい。また、反射防止膜及びSOC膜の一方の膜厚分布だけではなく、取得されたウエハWの周端部の高さ分布に基づいて、SOC膜及び反射防止膜の膜厚分布を共に調整するようにしてもよい。

[0055] ところで、反射防止膜はフォトリソグラフィの後工程であるエッチング工程においてハードマスクとして用いられるので、その厚さが大きいとエッチングによる除去に時間がかかってしまうことから、比較的膜厚を小さくすることが求められる場合がある。しかしSOC膜は有機膜であることから、比較的膜厚が大きい箇所についても酸素を用いたプラズマ処理によって、速やかに除去することができる。従って、SOC膜及び反射防止膜のうちの反射防止膜についてのみ膜厚分布を調整するよりも、SOC膜についてのみ膜厚分布のみを調整するか、SOC膜及び反射防止膜の膜厚分布を共に調整し、反射防止膜の膜厚の増大を抑えるようにすることが好ましい。なお、このレジスト膜の下層膜をなす反射防止膜は、有機材料により構成されていてもよいし、窒化シリコンや酸化シリコンなどの無機材料により構成されていてもよい。

[0056] ところで、SOC膜の膜厚分布の調整は、既述したダンパー39の開度によって調整することには限られない。図22はSOC膜形成モジュール3において、整流板81を設けた例を示している。整流板81は、ウエハWの周縁部を覆うように当該周縁部に沿ったリング状に構成されている。また、昇降機構82により整流板81は昇降可能に構成されている。この整流板81は既述の薬液の薬液乾燥期間において、ウエハWの表面から若干上方に離れた高さ位置に配置される。図中に点線の矢印で示すように、整流板81の中央の開口部から整流板81の下面へと流れ、さらに整流板81の下面と回転するウエハWの表面との間をウエハWの径方向に沿って流れる排気流に曝されながら、ウエハWの周端部の薬液が乾燥して、SOC膜71が形成される。

[0057] 整流板 8 1 とウエハ W の表面との距離が小さいほどウエハ W の周端部を流れる排気流の流速が大きく、薬液の乾燥が速やかに進行するため、ウエハ W の周端側の SOC 膜の膜厚をより大きくすることができる。つまり、整流板 8 1 の高さを変更することで、ウエハ W の周端における SOC 膜 7 1 の膜厚分布を変更することができる。従って薬液乾燥期間中に、取得したウエハ W の周端部の高さ分布に対応する高さに整流板 8 1 を配置し、ウエハ W 表面の薬液の乾燥を行うことで、ウエハ W の周端部にエッジロールオフが抑えられた SOC 膜 7 1 を形成することができる。

[0058] また、SOC 膜の膜厚分布を調整するためには、ウエハ W の周端部の排気流を制御することには限られない。図 2 3 に示す SOC 膜形成モジュール 3 は、スピンチャック 3 1 に保持されるウエハ W の周端部上に、鉛直下方に光を照射する LED からなる光照射部 8 3 を備えている。この光照射部 8 3 はウエハ W に光を照射することで、ウエハ W の周端部を局所的に加熱する。そして、光照射部 8 3 による光の照射強度は調整自在であり、照射強度が大きいほどウエハ W の周端部は高い温度となり、速やかに薬液の乾燥が進行する。従って、薬液乾燥期間中に、取得したウエハ W の周端部の高さ分布に対応する照射強度で回転するウエハ W の周端部に光照射部 8 3 から光を照射し、ウエハ W の周端部が当該高さ分布に応じた温度になるように加熱することで、ウエハ W の周端部にエッジロールオフが抑えられた SOC 膜 7 1 を形成することができる。

[0059] また、図 2 4 に示す SOC 膜形成モジュール 3 は、ウエハ W の周端部に局所的に SOC 膜形成用の薬液を吐出できるノズル 4 6 を備えている。図中 4 7 は、ノズル 4 6 と薬液供給源 4 3 とを接続する薬液供給管 4 8 に介設された薬液の流量調整部である。上記のようにスピンコーティングによってウエハ W の表面全体に薬液を塗布し、当該薬液を乾燥させて SOC 膜を形成した後、ノズル 4 6 から回転するウエハ W に薬液を供給する。つまり、図 2 4 の SOC 膜形成モジュール 3 においては、ウエハ W の周端部に SOC 膜形成用の薬液が重ねて塗布される。この重ね塗り時において流量調整部 4 7 による

ノズル 4 6 に供給される薬液の流量及びウエハ W の回転数が、取得したウエハ W の周端部の高さ分布に基づいて制御され、エッジロールオフが抑えられる膜厚となるように周端部への薬液の塗布が行われる。また、既述の手法の他に、薬液乾燥期間中のウエハ W の回転数を傾斜面 1 0 の高さ分布に基づいて設定することで、S O C 膜の周端部におけるエッジロールオフを抑えてもよい。

[0060] 既述の各装置構成例は、組み合わせて実施することができる。例えばダンパー 3 9 の開度の調整や光照射部 8 3 からの照射量を調整することで S O C 膜の膜厚分布を調整する手法について示したが、ダンパー 3 9 の開度、光照射部 8 3 からの照射量を共に変更することで、S O C 膜の膜厚分布を調整してもよい。

[0061] (評価試験)

本発明に関連して行われた評価試験 1 について説明する。周端部が図 2 5 のグラフに示すような高さ分布を有するウエハ W について、S O C 膜、反射防止膜、レジスト膜を形成し、露光、現像を行ってレジストパターンを形成した。グラフの横軸、縦軸は夫々図 7 のグラフと同様にウエハ W の中心からの距離、ロールオフ量を示している。また、この評価試験 1 で使用したウエハ W は、研磨ウエハである。ただし、この評価試験 1 において、各膜の膜厚は既述の実施形態と異なり、ウエハ W の面内全体において均一になるように成膜した。レジストパターン形成後は、ウエハ W の面内の C D を測定した。

[0062] 図 2 6 のグラフは、C D の測定結果を示している。グラフの横軸、縦軸は夫々、ウエハ W の中心からの距離 (単位 : mm) 、C D (単位 : nm) を示している。図 2 6 のグラフに示すようにこの評価試験 1 で用いたウエハ W は、中心側から周端に向かって見ると、ウエハ W の中心からの距離が 1 4 5 mm まではエッジロールオフ量が 0 mm であるが、1 4 5 mm より外側になると、次第にエッジロールオフ量の絶対値が大きくなる。そして、図 2 6 のグラフをウエハ W の中心側から周端に向かって見ると、ウエハ W の中心からの距離が 1 4 5 mm までは C D が略同じ値で推移しているが、1 4 5 mm より

外側になると、C Dの低下が見られる。このように評価試験 1 の結果から、エッジロールオフ量にC Dの変動が対応していることが確認された。従って、既述の発明の実施の形態で説明した手法で、エッジロールオフを抑えることで、C Dの変動を抑えることが有効である。

請求の範囲

- [請求項1] 基板の表面の周端部について、当該基板の径方向に沿った高さの分布を取得する工程と、
- 次いで、前記高さの分布に基づいて前記周端部の高さの落ち込みを矯正するように前記基板の表面全体に下層膜を形成する工程と、
- 続いて、前記下層膜の表面全体にレジスト膜を形成する工程と、
- を備えたことを特徴とする基板処理方法。
- [請求項2] 前記高さの分布を取得する工程は、
- 第1の撮像機構を用いて第1の載置部に載置された前記基板の側端部を撮像して取得された前記第1の画像データに基づいて行われることを特徴とする請求項1記載の基板処理方法。
- [請求項3] 前記高さの分布を取得する工程は、
- 前記第1の載置部に載置された前記基板の端部の上下方向の基準位置に対する位置ずれを検出し、当該位置ずれに基づいて行われることを特徴とする請求項2記載の基板処理方法。
- [請求項4] 前記位置ずれの検出は、
- 第2の撮像機構により前記第1の載置部に載置された前記基板の側面を撮像して取得される第2の画像データに基づいて行われることを特徴とする請求項3記載の基板処理方法。
- [請求項5] 前記下層膜を形成する工程は、
- 下層膜を形成するための薬液を、カップ内に設けられる第2の載置部に載置された基板の表面の中心部に供給する薬液供給工程と、
- 第2の載置部を回転させ、遠心力により前記薬液を当該基板の表面の周縁部へ展伸させると共に前記薬液を乾燥させる回転工程と、
- 前記回転工程の実施中に、前記高さの分布に応じて当該基板の周端部における薬液の乾燥速度を調整する調整工程と、
- を含むことを特徴とする請求項1記載の基板処理方法。
- [請求項6] 前記調整工程は、前記高さの分布に応じた排気量でカップ内を排気

する排気工程を備えることを特徴とする請求項 5 記載の基板処理方法。

[請求項7] 前記調整工程は、前記高さの分布に応じた温度にするために前記基板の周端部を局所的に加熱する工程を備えることを特徴とする請求項 5 記載の基板処理方法。

[請求項8] 前記調整工程は、前記高さの分布に応じた高さに、基板上に設けられた整流部材を配置する工程を備えることを特徴とする請求項 5 記載の基板処理方法。

[請求項9] 基板の表面の周端部について、当該基板の径方向に沿った高さの分布を取得するための高さ分布取得モジュールと、

前記高さの分布に基づいて前記周端部の高さの落ち込みを矯正するように前記基板の表面全体に、レジスト膜の下層に設けられる下層膜を形成する下層膜形成モジュールと、

を備えたことを特徴とする基板処理装置。

[請求項10] 前記高さ分布取得モジュールは、

前記基板を載置する第 1 の載置部と、

前記第 1 の載置部に載置された前記基板の側端部を撮像して、第 1 の画像データを取得するための第 1 の撮像機構と

を備え、

前記第 1 の画像データに基づいて前記高さの分布を取得するための演算部が設けられることを特徴とする請求項 9 記載の基板処理装置。

[請求項11] 前記高さ分布取得モジュールは、

前記第 1 の載置部に載置された前記基板の端部の上下方向の基準位置に対する位置ずれを検出するための位置ずれ検出機構を備え、

前記演算部は、前記位置ずれに基づいて前記高さの分布を取得することを特徴とする請求項 10 記載の基板処理装置。

[請求項12] 前記位置ずれ検出機構は、

前記第 1 の載置部に載置された前記基板の側面を撮像して第 2 の画

像データを取得するための第2の撮像機構を備え、

前記演算部は、前記第2の画像データに基づいて前記高さの分布を取得することを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。

[請求項13]

前記下層膜形成モジュールは、

カップ内に設けられる前記基板の第2の載置部と、

前記下層膜を形成するための薬液を前記基板の表面の中心部に供給するノズルと、

前記第2の載置部を回転させ、回転する前記基板の遠心力により前記薬液を基板の周縁部へ展伸させ、さらに前記薬液を乾燥させて下層膜を形成するための回転機構と、

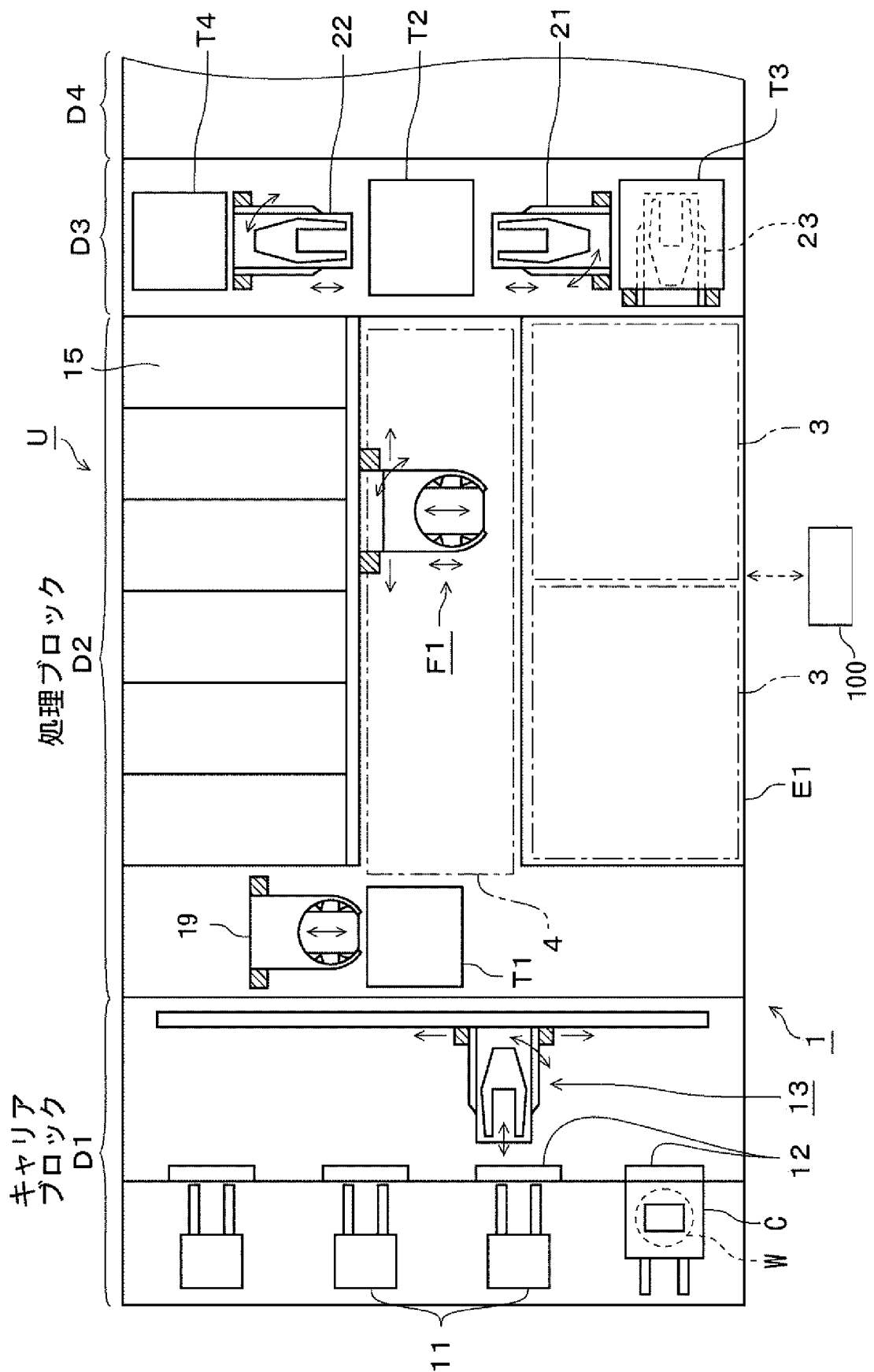
前記基板の回転中に、前記高さの分布に応じて当該基板の周端部における薬液の乾燥速度を調整する調整機構と、

を備えることを特徴とする請求項9記載の基板処理装置。

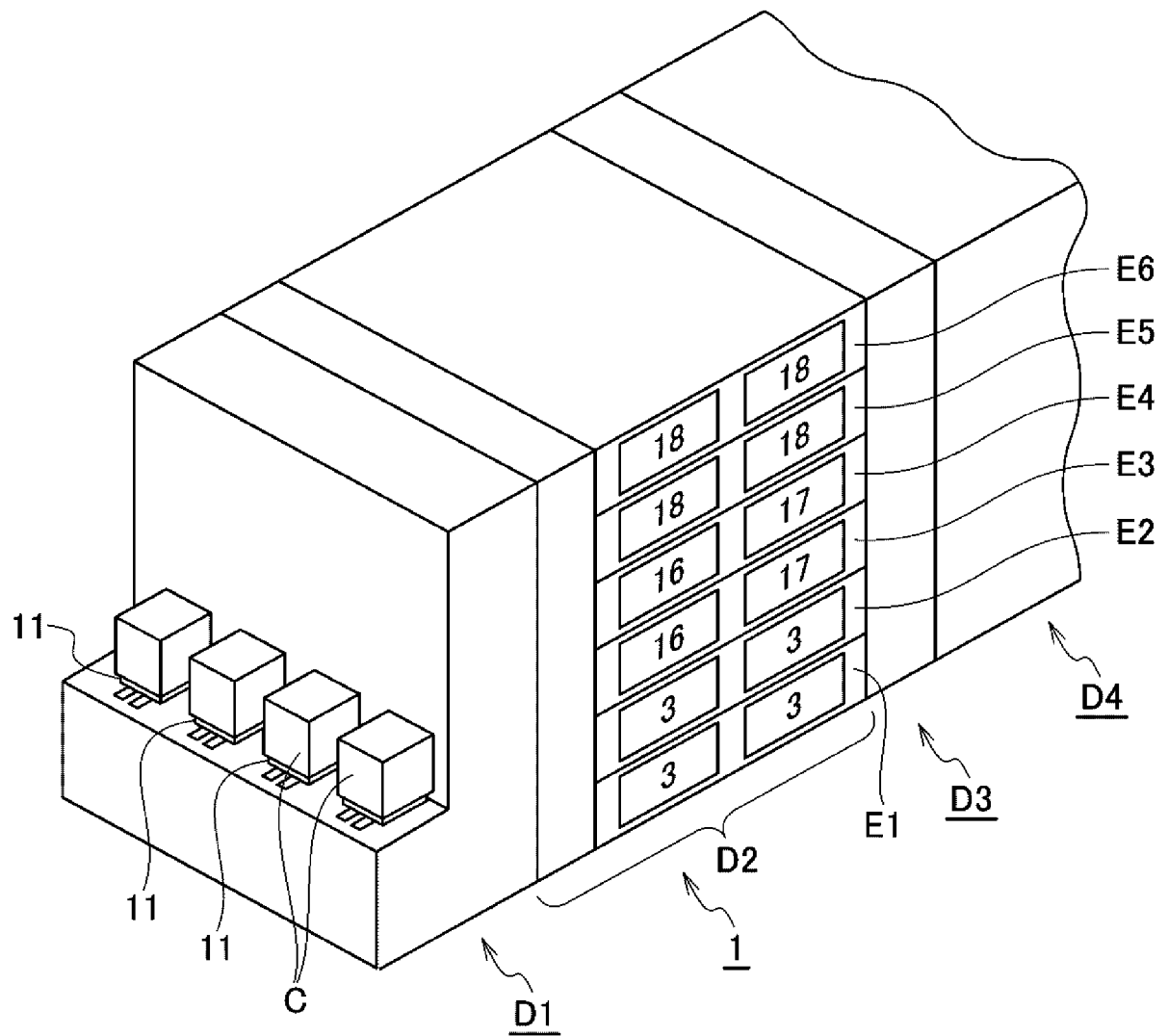
[請求項14]

基板にレジスト膜の下層に設けられる下層膜を形成する基板処理装置に用いられるコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、前記プログラムは請求項1に記載された基板処理方法を実行するためにステップが組み込まれていることを特徴とする記憶媒体。

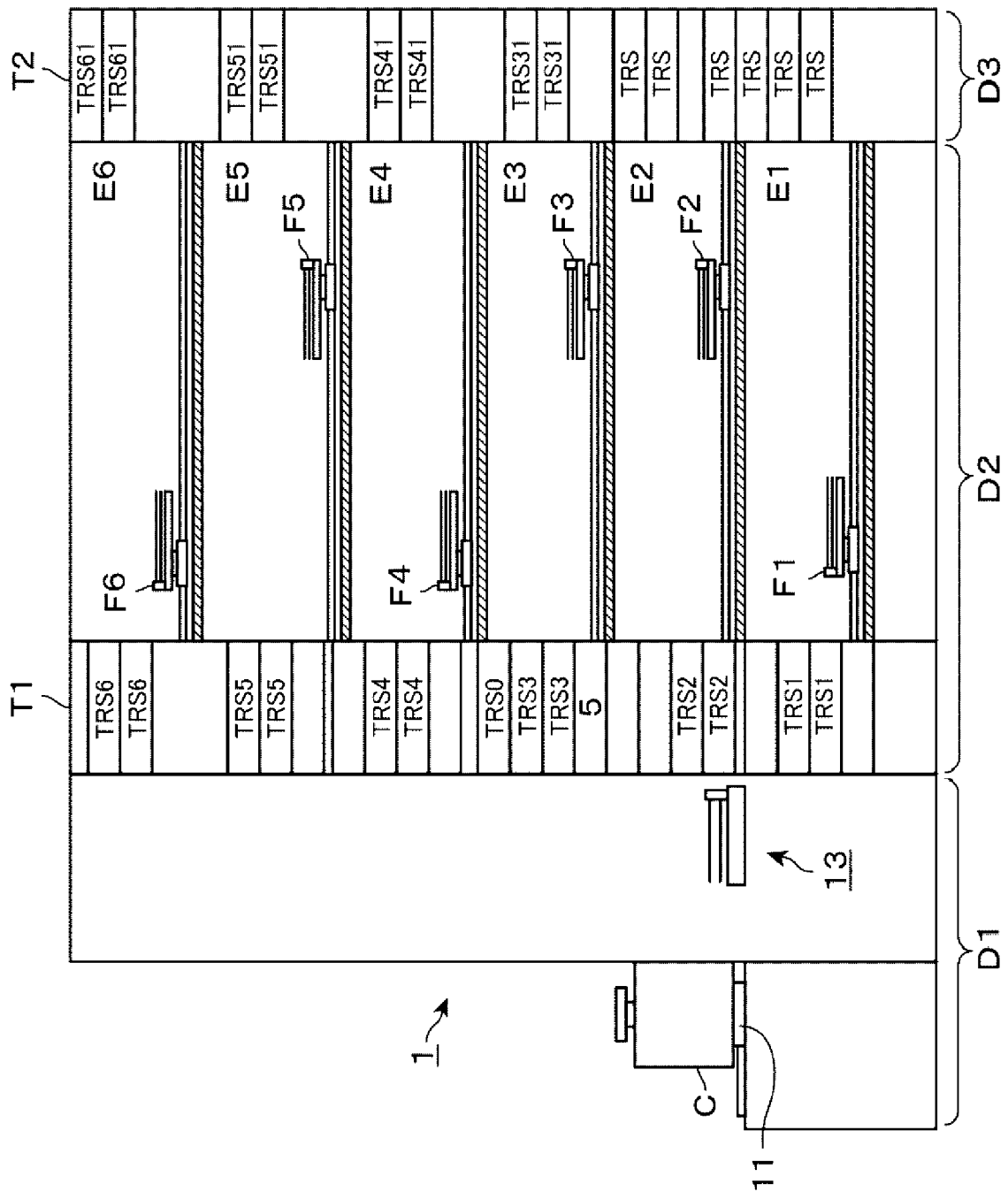
[図1]



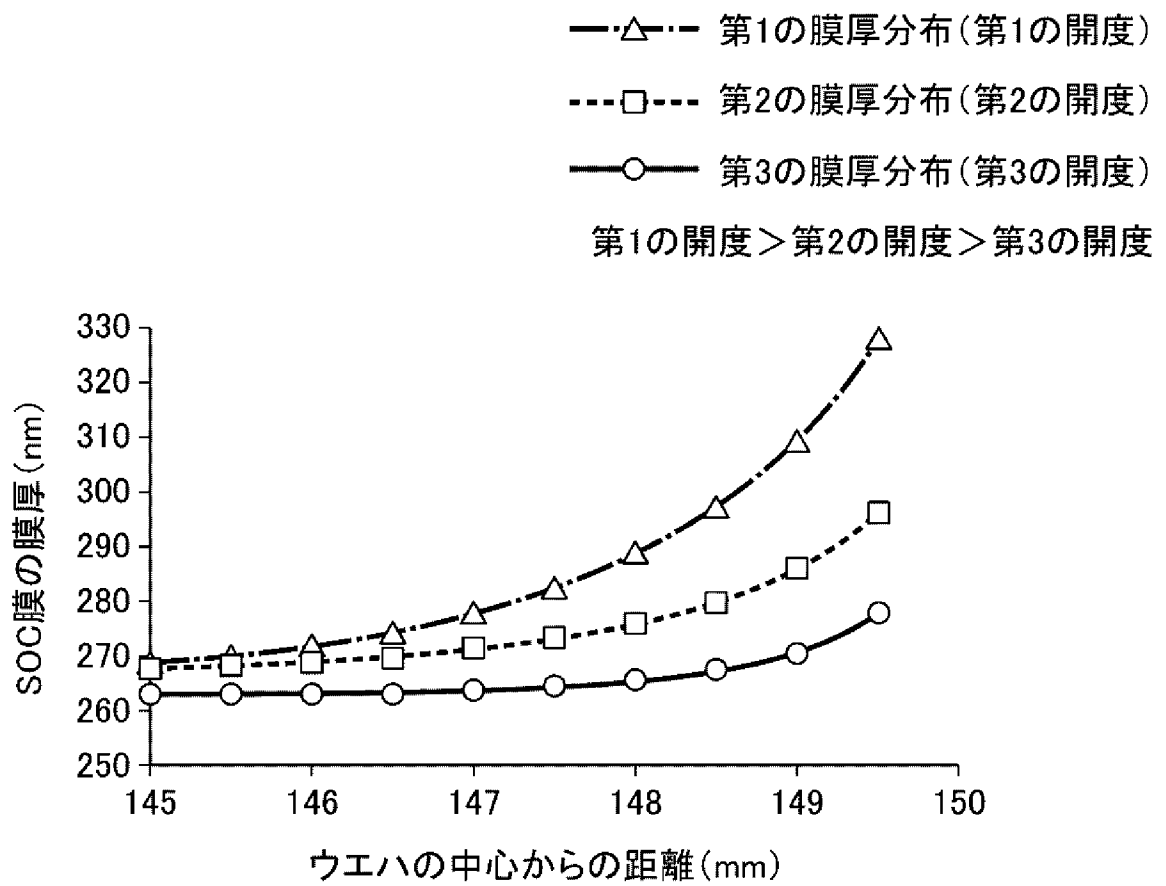
[図2]



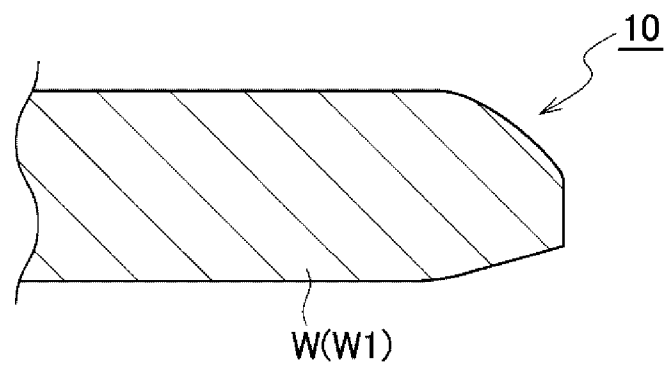
[図3]



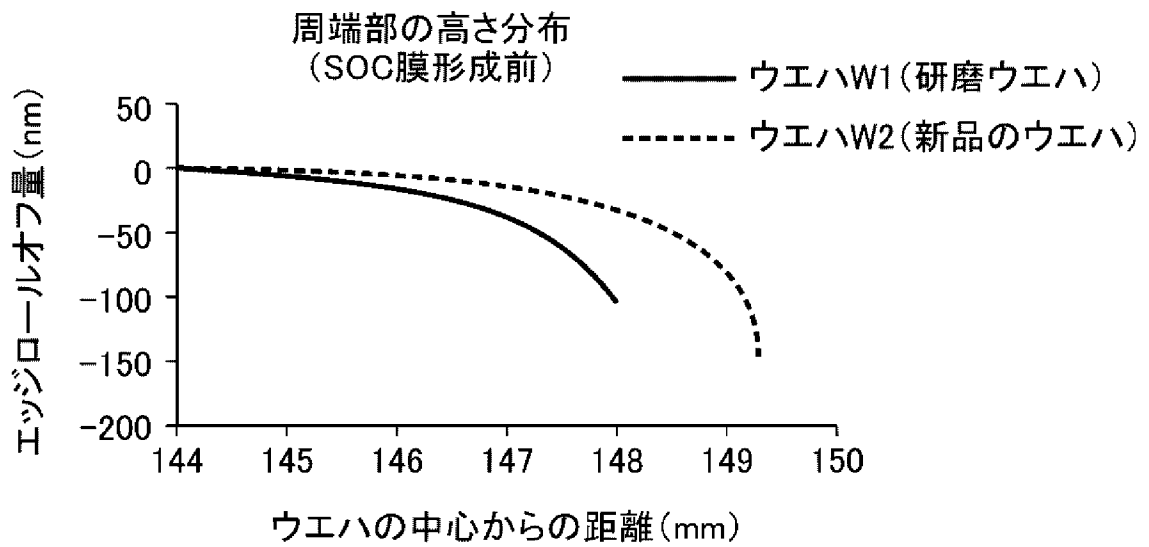
[図5]



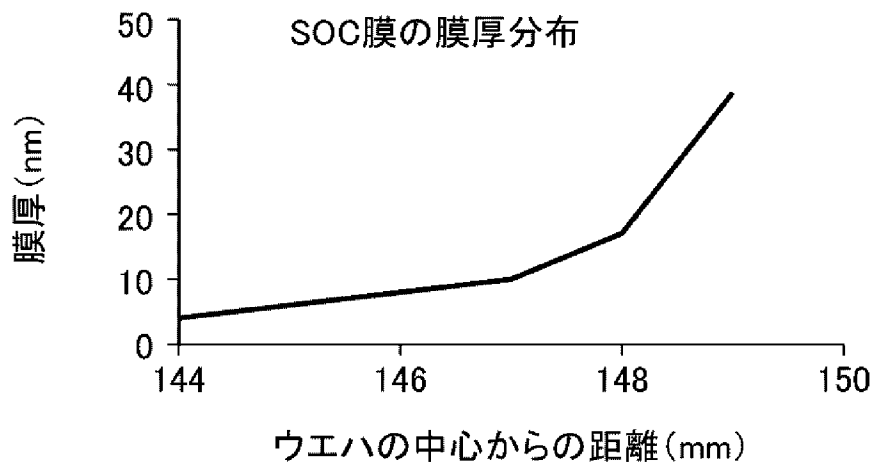
[図6]



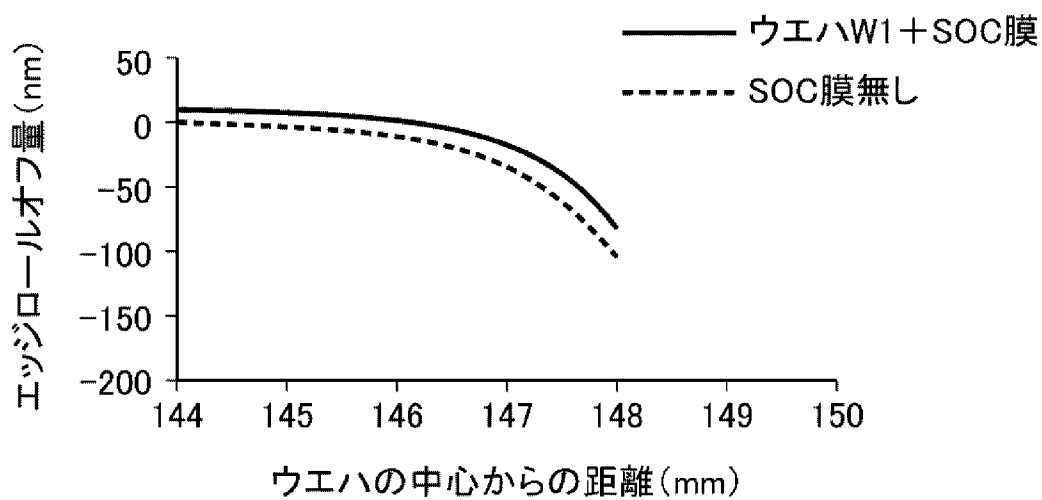
[図7]



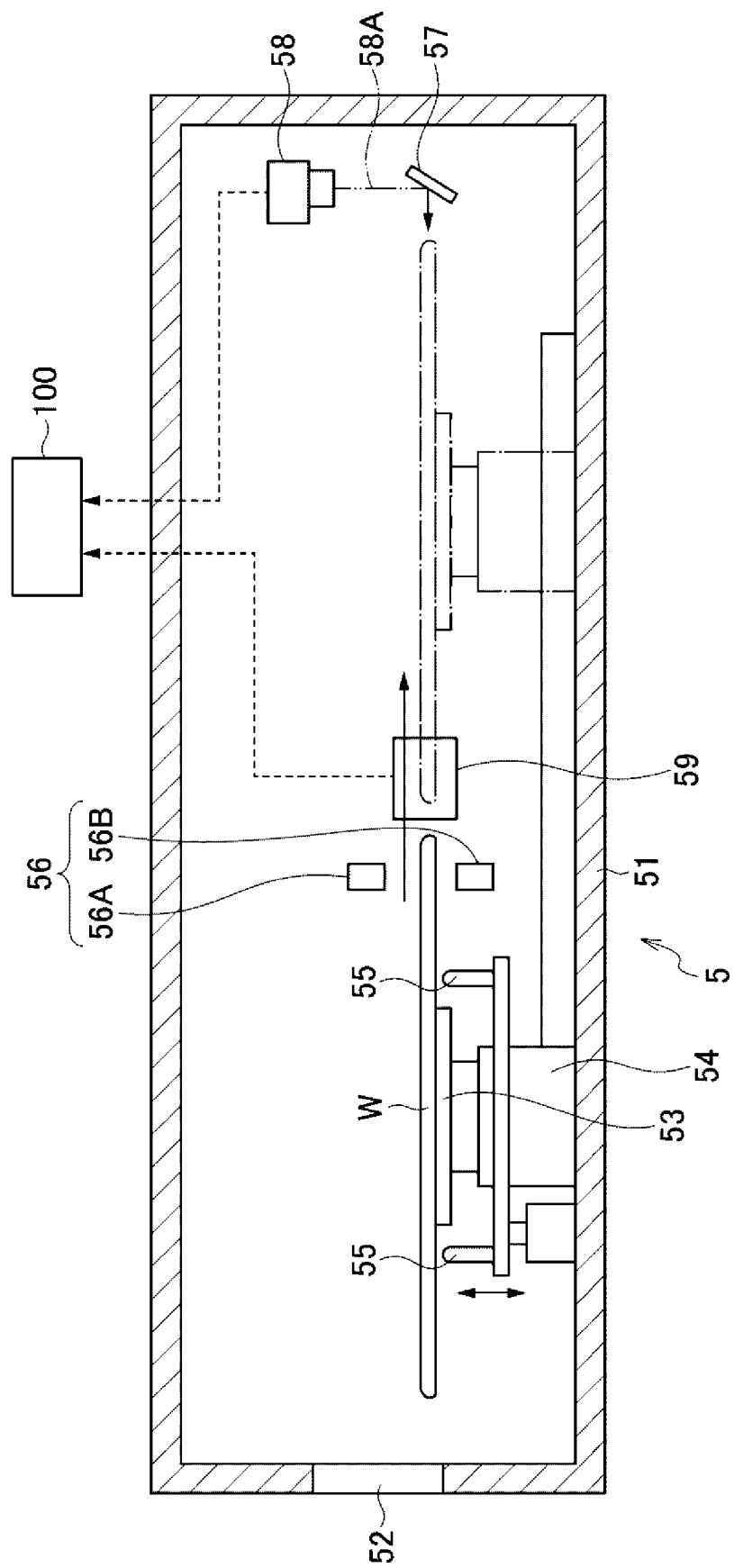
[図8]



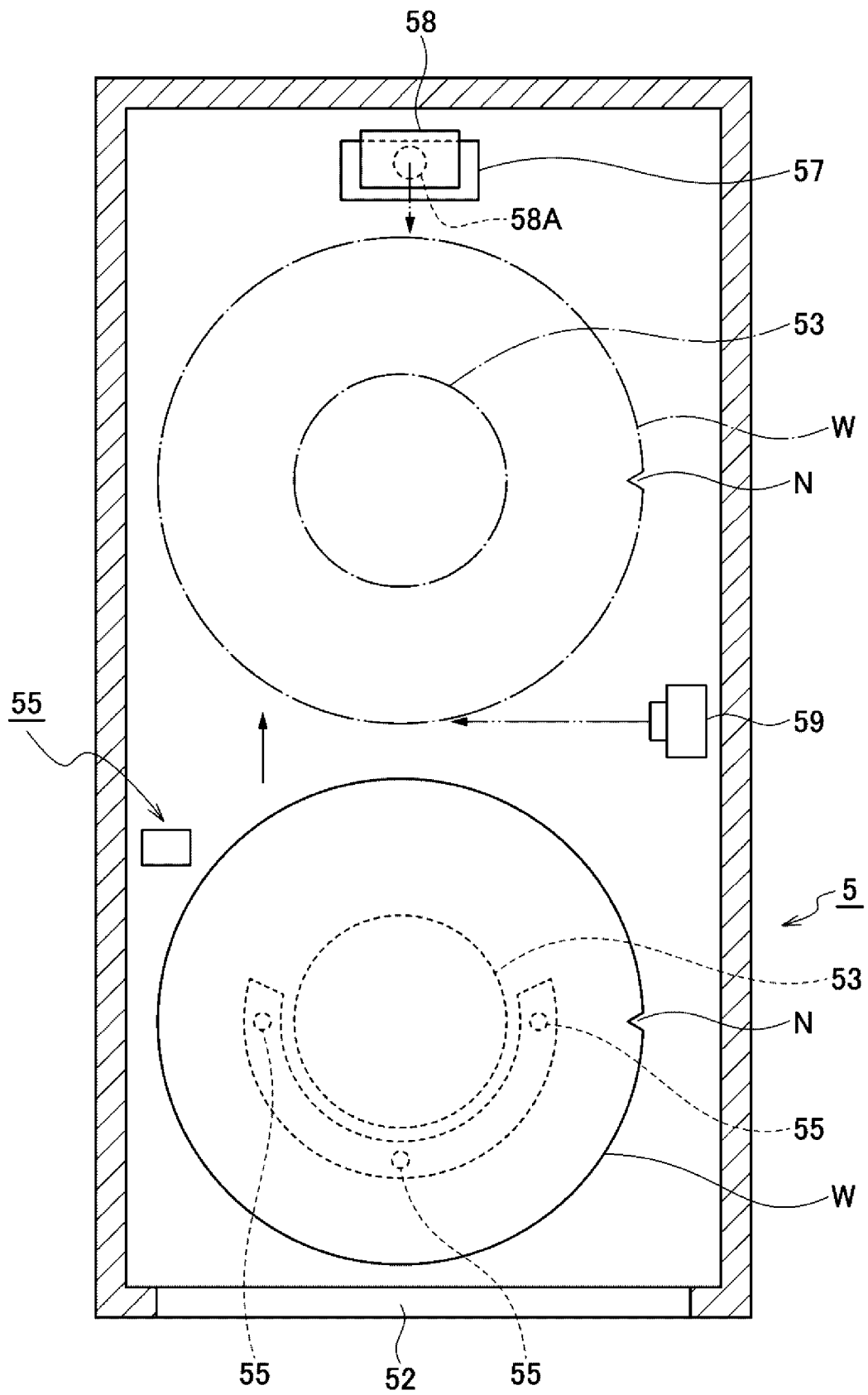
[図9]



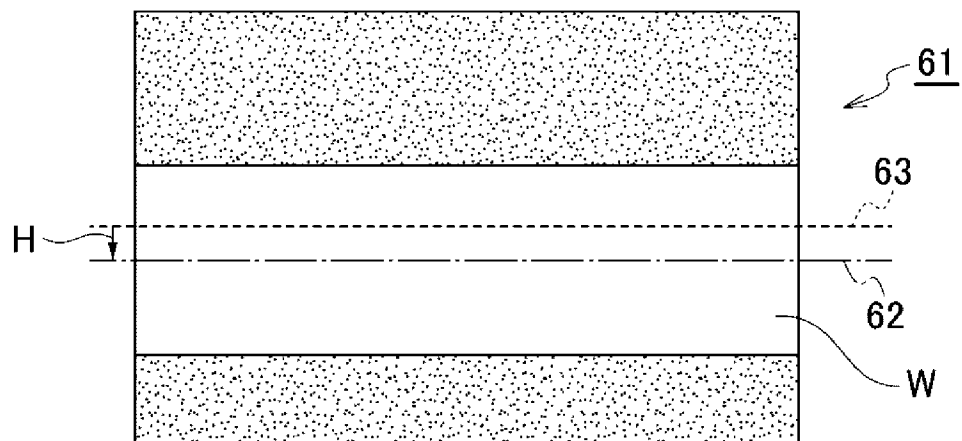
[図10]



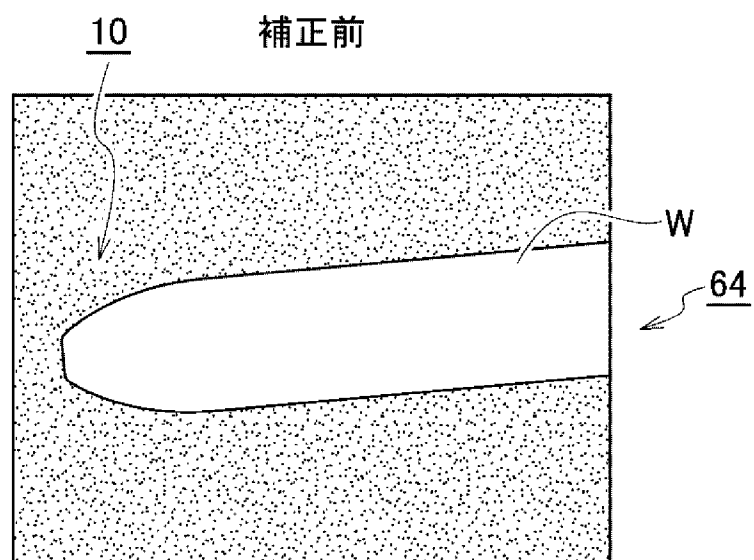
[図11]



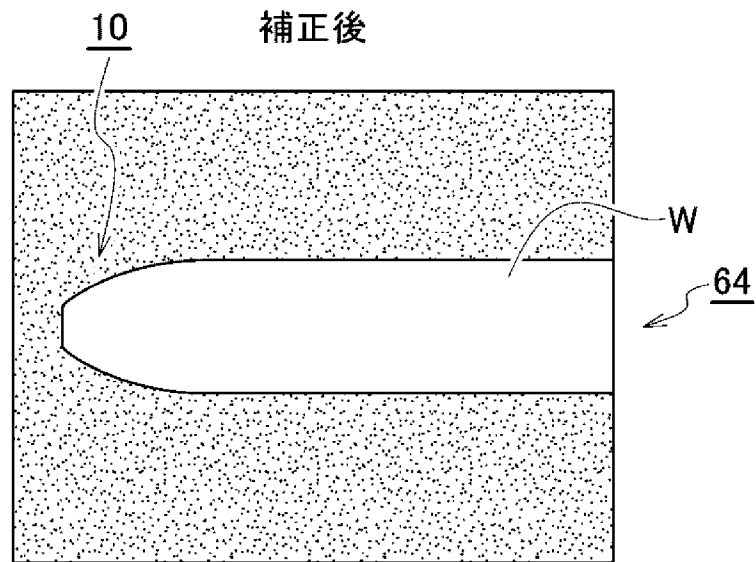
[図12]



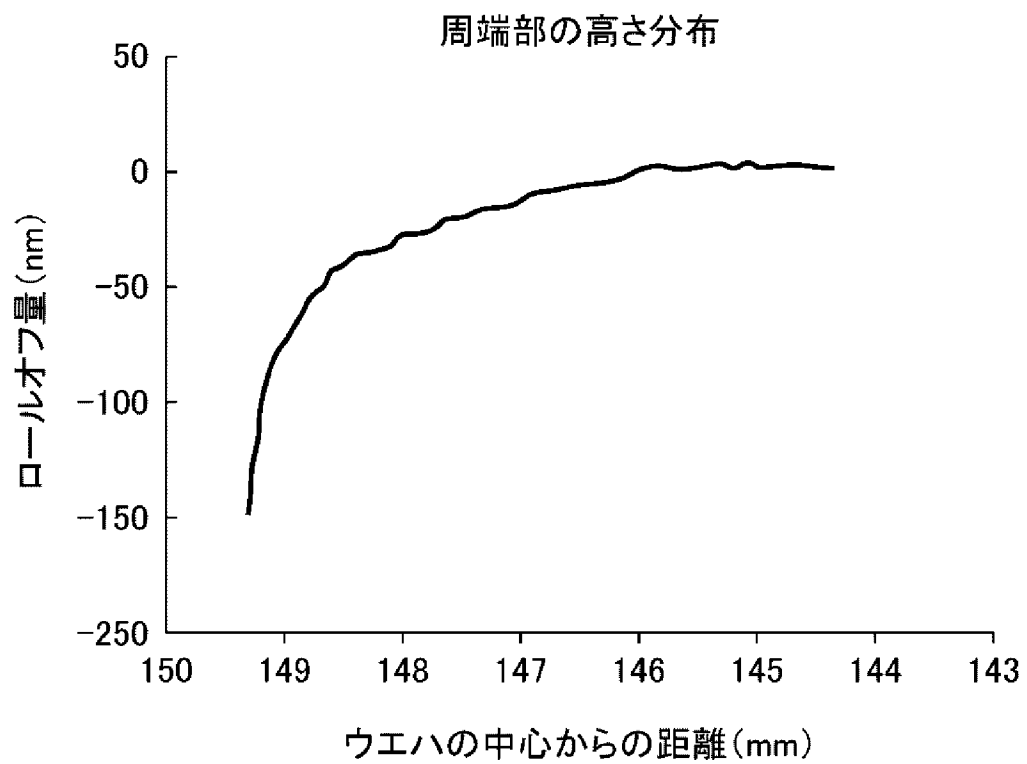
[図13]



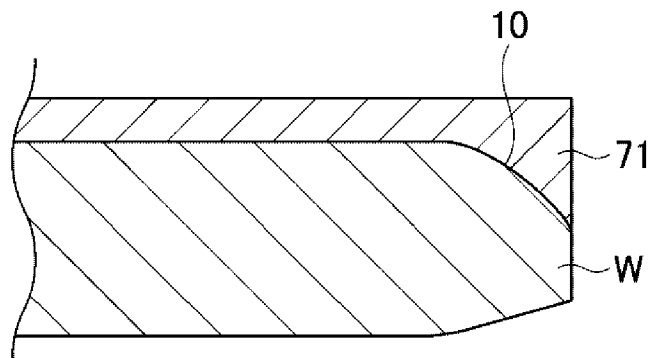
[図14]



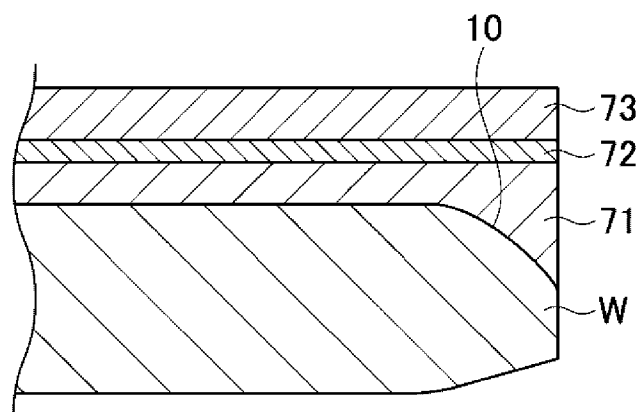
[図15]



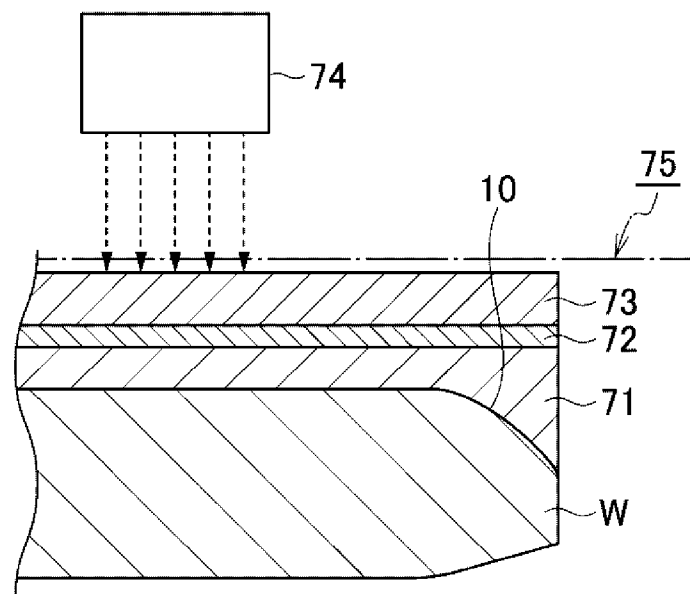
[図16]



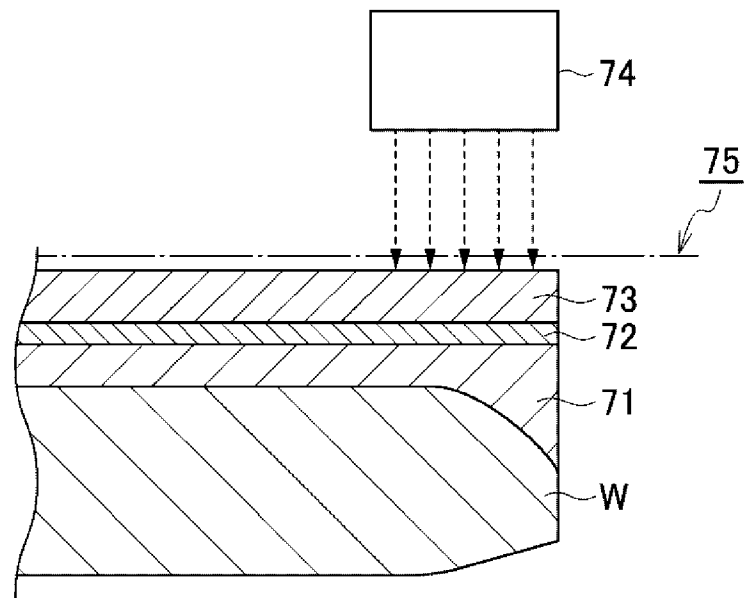
[図17]



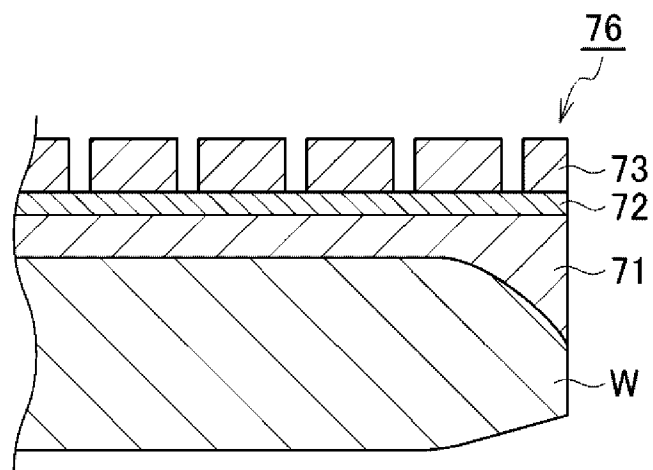
[図18]



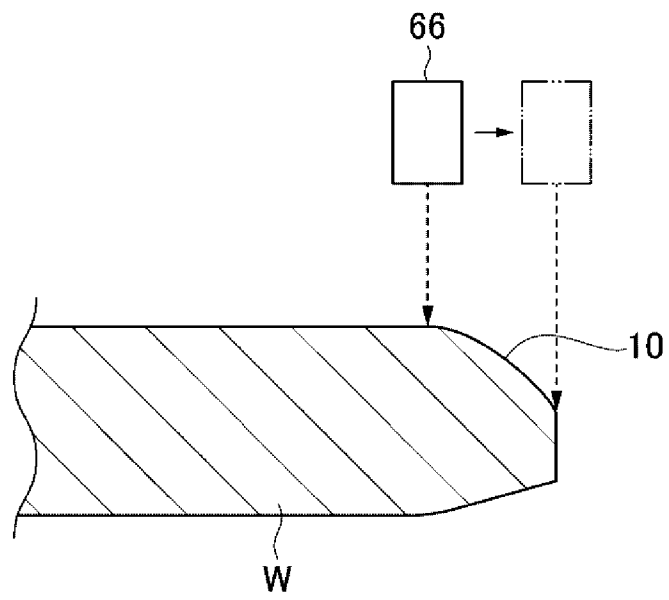
[図19]



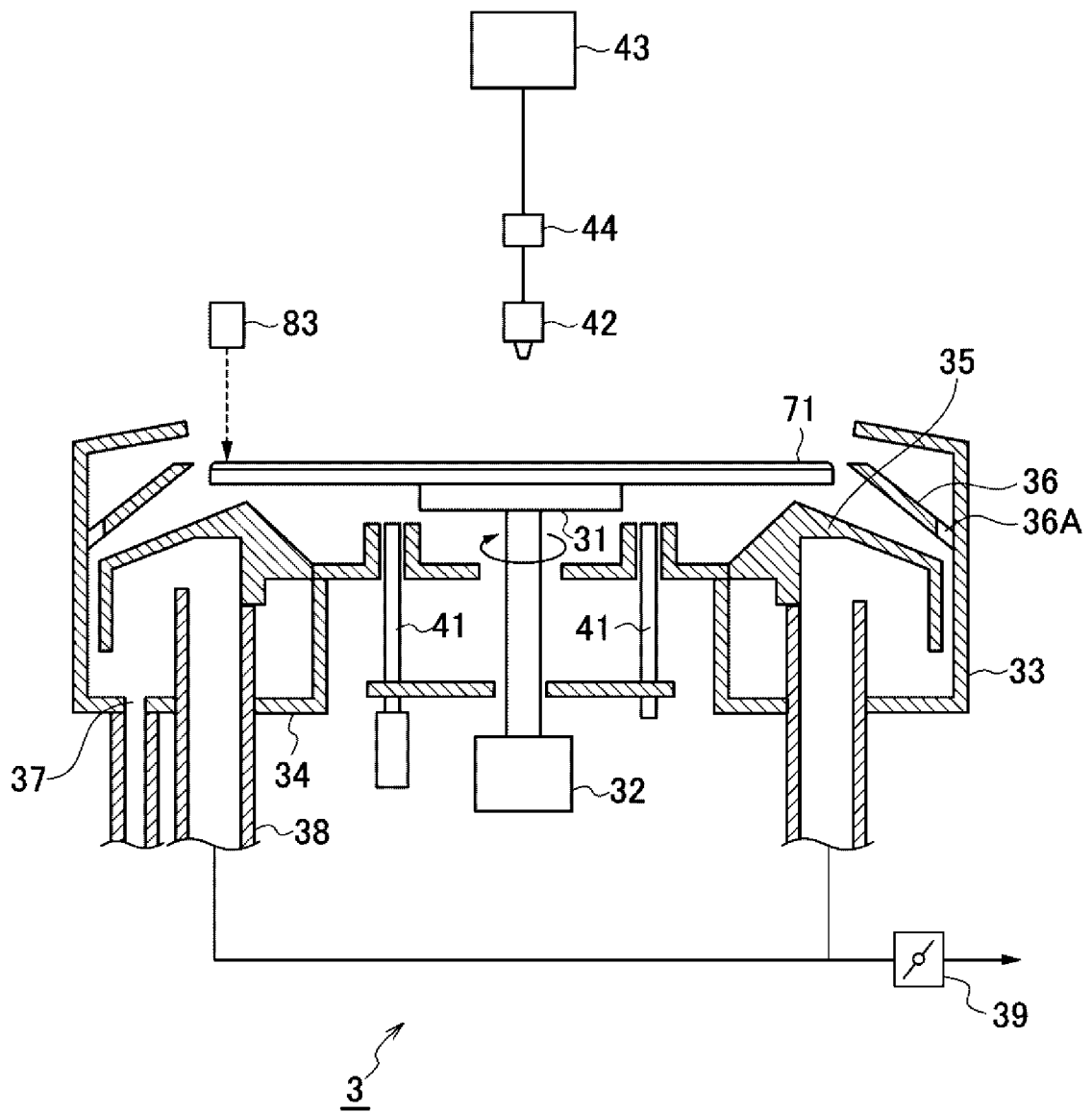
[図20]



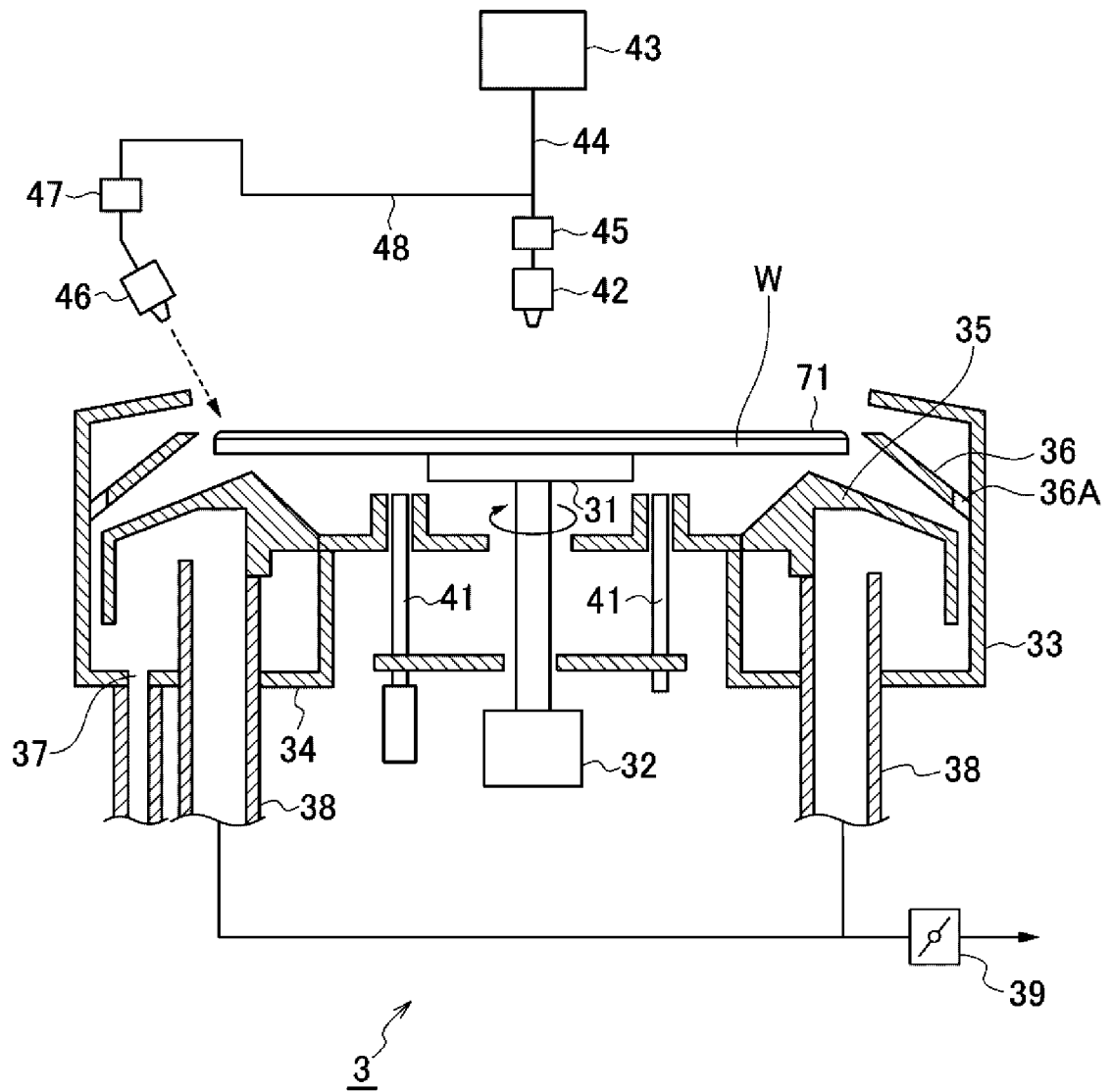
[図21]



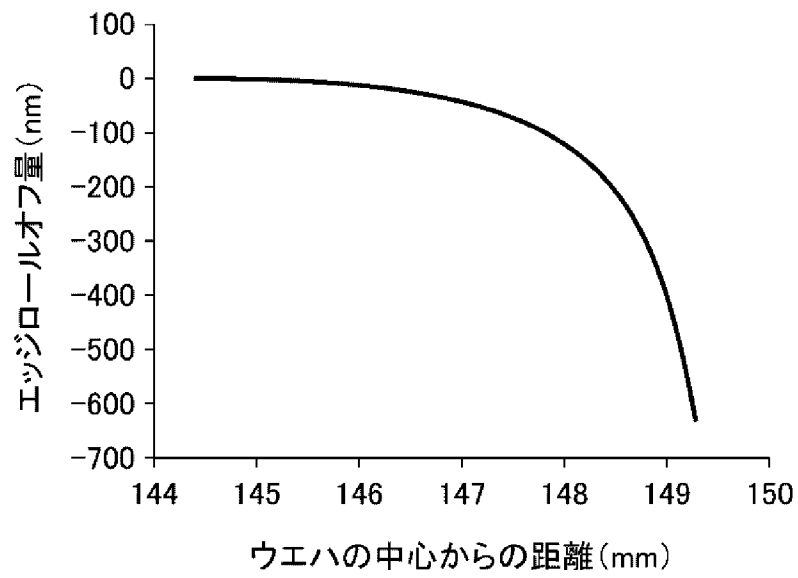
[図23]



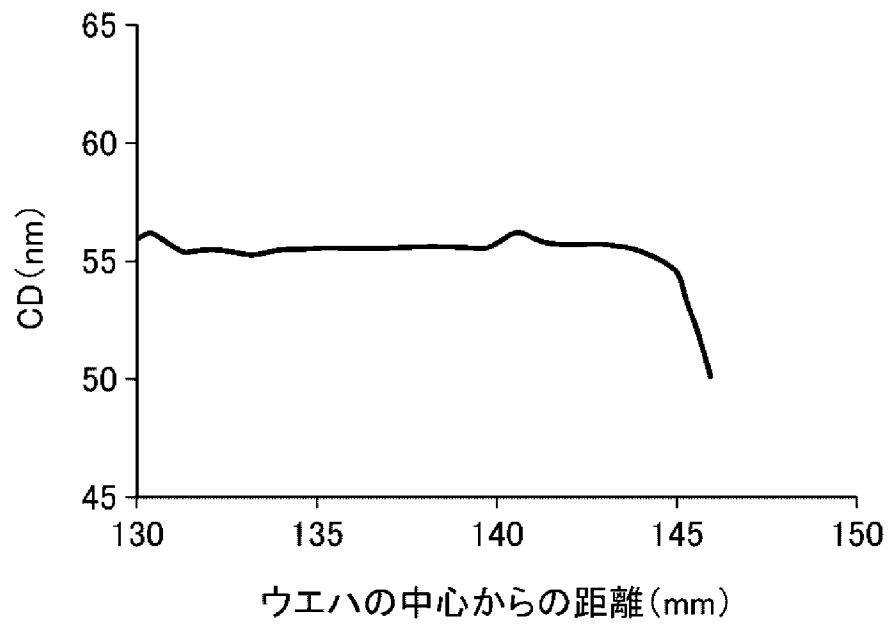
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075001

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, B05C9/14(2006.01)i, B05C11/08(2006.01)i, B05D1/36(2006.01)i, B05D3/00(2006.01)i, G01B11/02(2006.01)i, G03F7/26(2006.01)i

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)

H01L21/027, B05C9/14, B05C11/08, B05D1/36, B05D3/00, G01B11/02, G03F7/26

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

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-165959 A (Casio Computer Co., Ltd.), 29 July 2010 (29.07.2010), paragraphs [0020] to [0024]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-14
A	JP 2004-186419 A (Tokyo Electron Ltd.), 02 July 2004 (02.07.2004), paragraphs [0076] to [0080]; fig. 11 (Family: none)	1-14
A	JP 2003-234278 A (Toshiba Corp.), 22 August 2003 (22.08.2003), paragraphs [0028] to [0044]; fig. 1 to 3 & US 2003/0211756 A1 paragraphs [0148] to [0155]; fig. 1, 2, 23 & TW 00306460 A & KR 10-2005-0101154 A & CN 1435863 A	1-14

☒ 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
08 November 2016 (08.11.16)

Date of mailing of the international search report
22 November 2016 (22.11.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075001

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-222550 A (Sony Corp.), 30 August 1996 (30.08.1996), paragraphs [0018] to [0032]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-14
A	JP 8-107056 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 23 April 1996 (23.04.1996), paragraphs [0015] to [0019]; fig. 1 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/027(2006.01)i, B05C9/14(2006.01)i, B05C11/08(2006.01)i, B05D1/36(2006.01)i, B05D3/00(2006.01)i, G01B11/02(2006.01)i, G03F7/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/027, B05C9/14, B05C11/08, B05D1/36, B05D3/00, G01B11/02, G03F7/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-165959 A (カシオ計算機株式会社)2010.07.29, 段落[0020]-[0024], 図1-図2 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2004-186419 A (東京エレクトロン株式会社)2004.07.02, 段落[0076]-[0080], 図11 (ファミリーなし)	1-14

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.11.2016

国際調査報告の発送日

22.11.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

植木 隆和

2G

3706

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C (続き) . 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
A	JP 2003-234278 A (株式会社東芝)2003.08.22, 段落[0 0 2 8]－[0 0 4 4], 図1－図3 & US 2003/0211756 A1, 段落[0 1 4 8]－[0 1 5 5], 図1, 図 2, 図2 3 & TW 00306460 A & KR 10-2005-0101154 A & CN 1435863 A	1-14
A	JP 8-222550 A (ソニー株式会社)1996.08.30, 段落[0 0 1 8]－[0 0 3 2], 図1－図2 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 8-107056 A (沖電気工業株式会社)1996.04.23, 段落[0 0 1 5]－[0 0 1 9], 図1 (ファミリーなし)	1-14