

(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3月5日(05.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/044883 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01) **H01L 21/027** (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/029061

(22) 国際出願日: 2019年7月24日(24.07.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

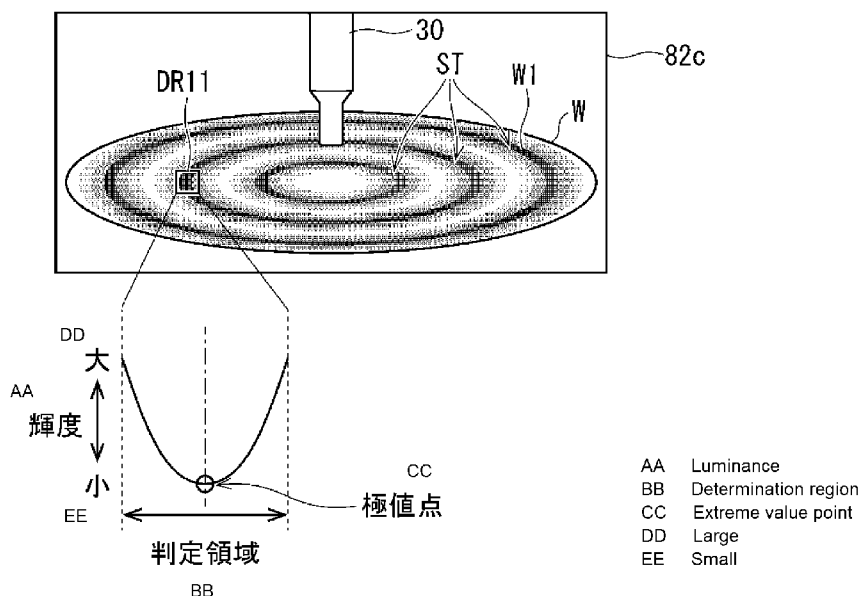
(30) 優先権データ:
特願 2018-163331 2018年8月31日(31.08.2018) JP

(71) 出願人: 株式会社 S C R E E Nホールディングス(SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) [JP/JP];
〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上
る四丁目天神北町1番地の1 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 猶原 英司 (NAOHARA Hideji);
〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内
上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社 S
C R E E Nセミコンダクターソリューシ
ョンズ内 Kyoto (JP). 阿部 博史(ABE Hiroshi);
〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内
上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社
S C R E E Nセミコンダクターソリューシ
ョンズ内 Kyoto (JP). 高橋 光和(TAKAHASHI
Mitsukazu); 〒6028585 京都府京都市上京区堀
川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株
式会社 S C R E E Nセミコンダクターソリュ
ーションズ内 Kyoto (JP). 角間 央章(KAKUMA
Hiroaki); 〒6028585 京都府京都市上京区堀川
通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株

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

(54) 発明の名称: 基板処理方法および基板処理装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a technique for appropriately determining the timing for starting a second process following a first process which is a liquid process. In order to achieve the purpose, after the supply of a first processing liquid is stopped, an image of an upper surface of a substrate is captured by means of a camera. In a determination region of the captured image acquired by means of the camera, an extreme value point of luminance (optical intensity) in a radial direction is detected to detect an interference pattern. When an interference pattern to be detected has been detected, a timing determination unit determines the timing for starting the second process.

式会社 S C R E E N アドバンスシステム
ソリューションズ内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 4 番 7 0 号住友生命 O B P プラザビル 1 0 階 Osaka (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, 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, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 液処理である第1処理の後、後続の第2処理を開始するタイミングを適切に決定する技術を提供することを目的とする。この目的を達成するために、第1処理液の供給を停止させた後、基板の上面をカメラによって撮像する。カメラによって取得された撮影画像の判定領域内において、輝度(光強度)の径方向における極値点を検出することによって、干渉縞を検出する。検出対象の干渉縞が検出された場合、タイミング決定部は、第2処理を開始するタイミングを決定する。

明 細 書

発明の名称：基板処理方法および基板処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板を処理する技術に関し、特に、処理液で基板を処理する技術に関する。処理対象となる基板には、例えば、半導体基板、液晶表示装置および有機EL（Electroluminescence）表示装置などのFPD（Flat Panel Display）用基板、光ディスク用基板、磁気ディスク用基板、光磁気ディスク用基板、フォトリソマスク用基板、セラミック基板、太陽電池用基板、プリント基板などが含まれる。

背景技術

[0002] 半導体製造においては、先に半導体基板の表面を所定の液体で処理する第1処理が行われた後に、半導体基板に対して別の第2処理が行われる場合がある。例えば、特許文献1には、表面に微細なパターンを有する半導体基板を疎水化剤で処理することによって、微細パターンの倒壊を抑制することが記載されている。より詳細には、先に液体であるPGMEA（プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート）で半導体基板を処理した後に、疎水化剤で半導体基板が処理される。

[0003] また、特許文献2には、高速回転による基板乾燥時にレジストパターンの倒壊を抑制する技術について開示されている。具体的には、レジストパターンが形成された基板に対して、先に第1処理としてリンス液を供給する液処理が行われた後、第2処理として基板を高速回転させて乾燥させる乾燥処理が行われる。特許文献2には、リンス液の供給が終えた後、基板中心から外周に向けた基板主面の乾燥領域の広がりに応じて、基板の回転速度を制御すること、さらには、乾燥領域の境界の位置検出を、干渉縞の変化を計測して行うことが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-114414号公報

特許文献2：特開2004-335542号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般的には、第1処理で基板に供給された第1処理液の液膜の厚さは、後続の第2処理に影響を与える可能性がある。例えば、特許文献1の場合、第1処理において基板にPGMEAが供給され、その供給が停止されてから、基板に対して第2処理である疎水化剤の供給が行われる。このとき、基板のPGMEAの液膜が過剰に厚い場合、疎水化剤への置換効率が低下する。しかしながら、特許文献1では、最適なタイミングで疎水化剤の供給を行う技術については何ら開示されていない。

[0006] また、特許文献2では、第2処理の乾燥処理を開始する制御を干渉縞の変化を計測して行うと記載されているだけであり、干渉縞を検出する技術は何ら開示されていない。このため、引用文献2に基づき、乾燥処理を開始するタイミングを適切に決定することは困難である。

[0007] そこで、本発明は、液処理である第1処理の後、後続の第2処理を開始するタイミングを適切に決定する技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、第1態様の基板処理方法は、水平姿勢で回転する基板の上面を処理液で処理する基板処理方法であって、（a）水平姿勢で基板を保持する工程と、（b）前記工程（a）によって水平姿勢に保持されている前記基板を鉛直方向の回転軸線まわりに回転させる工程と、（c）前記工程（b）によって回転する前記基板の上面に第1処理液を供給する工程と、（d）前記工程（c）の後、前記第1処理液の供給を停止する工程と、（e）前記工程（d）の後、前記基板の上面に残留する前記第1処理液の膜を薄くする工程と、（f）前記工程（e）において、前記基板の上面をカメラで撮影する工程と、（g）前記工程（f）によって取得される撮影画像に設定された判定領域内における、前記回転軸線に直交する径方向における光

強度が極大または極小となる極値点に応じて、前記基板に対する第2処理を行うタイミングを決定する工程と、(h)前記工程(g)で決定されたタイミングに応じて、前記基板に対して前記第2処理を行う工程とを含む。

[0009] 第2態様の基板処理方法は、第1態様の基板処理方法であって、前記工程(h)において、前記基板の上面全体に前記第1処理液の膜が残留している間に、前記第2処理が開始される。

[0010] 第3態様の基板処理方法は、第1態様または第2態様の基板処理方法であって、前記判定領域が、前記撮影画像における前記基板の前記上面に設定される。

[0011] 第4態様の基板処理方法は、第3態様の基板処理方法であって、前記工程(g)は、(g1)前記判定領域内において1つの極値点が発見されてから次の極値点が発見されるまでの時間に応じて、前記タイミングを決定する工程を含む。

[0012] 第5態様の基板処理方法は、第4態様の基板処理方法であって、前記工程(g)は、(g2)前記判定領域内において、第1極値点が発見されてから第2極値点が発見されるまでの第1時間と、前記第2極値点が発見されてから第3極値点が発見されるまでの第2時間とに基づいて、前記タイミングを決定する工程を含む。

[0013] 第6態様の基板処理方法は、第1態様から第3態様のいずれか1つの態様の基板処理方法であって、前記工程(g)は、(g3)前記判定領域において発見される前記第1極値点と前記第1極値点から径方向外方に離れた第2極値点との間の第1距離に基づいて、前記タイミングを決定する工程を含む。

[0014] 第7態様の基板処理方法は、第1態様から第3態様のいずれか1つの態様の基板処理方法であって、前記判定領域は、第1判定領域と、当該第1判定領域から径方向外方に離れた第2判定領域とを含み、前記(g)工程は、(g4)前記第1判定領域において第1極値点が発見され、前記第2判定領域において第2極値点が発見されることに基づいて、前記タイミングを決定す

る工程を含む。

[0015] 第8態様の基板処理方法は、第7態様の基板処理方法であって、(i)前記工程(g)よりも前に、前記第1判定領域に対する前記第2判定領域の径方向における相対的な位置を変更する工程をさらに含む。

[0016] 第9態様の基板処理方法は、第6態様の基板処理方法であって、前記工程(g)は、(g5)前記第1距離と、前記判定領域内において、前記第2極値点と前記第2極値点から径方向外方に離れた第3極値点との間の第2距離とに基づいて、前記タイミングを決定する工程を含む。

[0017] 第10態様の基板処理方法は、第1態様から第9態様のいずれか1つの態様の基板処理方法であって、前記工程(g)は、(g6)前記判定領域において、複数の極値点のうち、最後に検出可能な最終極値点から数えて3つの前記極値点を検出することによって、前記タイミングを決定する工程を含む。

[0018] 第11態様の基板処理方法は、第1態様から第10態様のいずれか1つの態様の基板処理方法であって、前記カメラが赤外線カメラである。

[0019] 第12態様の基板処理方法は、第11態様の基板処理方法であって、前記工程(f)は、(f1)前記基板の上面に赤外線を照射する工程を含む。

[0020] 第13態様の基板処理方法は、第1態様から第12態様のいずれか1つの態様の基板処理方法であって、前記第2処理は、前記基板の上面に前記第1処理液とは異なる第2処理液を供給する処理である。

[0021] 第14態様の基板処理方法は、第1態様から第12態様のいずれか1つの態様の基板処理方法であって、前記第2処理は、基板の回転速度を前記工程(e)のときよりも大きくして、前記基板の上面に残留する前記第1処理液を除去する処理である。

[0022] 第15態様の基板処理装置は、水平姿勢で回転する基板の上面に対する液処理を行う基板処理装置であって、基板を水平姿勢で保持する基板保持部と、前記基板保持部に保持された基板である対象基板を鉛直方向の回転軸線まわりに回転させる回転部と、前記対象基板の上面に第1処理液を供給する処

理液供給部と、前記対象基板の上面を撮影するカメラと、前記カメラによって取得される撮影画像に設定された判定領域内において、前記回転軸線に直交する径方向における光強度が極大値または極小値となる極値点の径方向外方に向けた移動に応じて、前記対象基板に対する第2処理を行うタイミングを決定するタイミング決定部と、前記タイミング決定部によって決定された前記タイミングに応じて、前記対象基板に第2処理を行う第2処理実行部とを備える。

[0023] 第16態様の基板処理装置は、第15態様の基板処理装置であって、前記判定領域が、前記撮影画像における前記対象基板の前記上面に設定される。

[0024] 第17態様の基板処理装置は、第15態様または第16態様の基板処理装置であって、前記タイミング決定部は、前記撮影画像から複数種類の特徴ベクトルを抽出する特徴ベクトル抽出部と、前記複数種類の特徴ベクトルに基づいて、前記撮影画像が前記タイミングの決定の目安となる画像か否かを判定する画像判定部とを含む。

発明の効果

[0025] 第1態様の基板処理方法によると、第1処理液の供給が停止されると、基板の回転によって第1処理液が振り切られることにより、液膜の厚さが次第に薄くなる。このとき、液膜の厚さに応じて、径方向外方に移動する干渉縞が発生する。この干渉縞は、光強度の極値をとる極値点に対応する。このため、光強度の極値点に基づき第2処理を行うタイミングを決定することによって、第1処理液の液膜が最適な厚さとなるタイミングで第2処理を開始できる。

[0026] 第2態様の基板処理方法によると、第1処理液が基板の上面全体に残留する状態で第2処理が開始される。このため、局所的に基板の乾燥が進むことを抑制できる。

[0027] 第3態様の基板処理方法によると、撮影画像のうちの基板の上面に判定領域が設定される。これにより、基板の上面に発生する干渉縞に対応する極値点の検出精度を向上できる。

- [0028] 第4態様の基板処理方法によると、判定領域を2つの極値点が通過する時間の差から、薄膜化の進行度合いを検出できる。このため、第2処理の開始タイミングが決定される。
- [0029] 第5態様の基板処理方法によると、第1時間と第2時間とを算出することによって、検出対象である干渉縞が出現したかどうかを判定できる。
- [0030] 第6態様の基板処理方法によると、第1距離を算出することによって、検出対象の干渉縞が出現したかどうかを判定できる。
- [0031] 第7態様の基板処理方法によると、径方向に適切な距離だけ離れた第1判定領域および第2判定領域を設定し、これらの判定領域内で干渉縞の検出を行うことによって、検査対象の干渉縞が出現したかどうかを判定できる。
- [0032] 第8態様の基板処理方法によると、第1判定領域に対する第2判定領域の相対的な位置を径方向に変更できる。これにより、第2処理のタイミング決定の指標となる第1極値点および第2極値点を、例えば、第1判定領域および第2判定領域のそれぞれで同時に検出可能となる。
- [0033] 第9態様の基板処理方法によると、第1距離および第2距離を取得することによって、検出対象の干渉縞が出現したかどうかを判定できる。
- [0034] 第10態様の基板処理方法によると、第1処理液の液膜の厚さが、干渉縞が検出できなくなる薄さとなるよりも前の段階で、第2処理を行うタイミングを決定できる。
- [0035] 第11態様の基板処理方法によると、赤外線を検出することによって、干渉縞に対応する光強度を適切に検出できる。
- [0036] 第12態様の基板処理方法によると、赤外線を照射することによって、干渉縞に対応する光強度を適切に検出できる。
- [0037] 第13態様の基板処理方法によると、第1処理液が目標の薄さになった時点で、第2処理液を供給できる。このため、第1処理液から第2処理液への置換を迅速に行うことができるため、第2処理液の使用量を低減できる。
- [0038] 第14態様の基板処理方法によると、第1処理液が目標の薄さになった時点で、基板の回転速度を大きくする。多量に残った第1処理液で基板の処理

が不均一になることを抑制できる。

[0039] 第15態様の基板処理装置によると、第1処理液の供給が停止されると、基板の回転によって第1処理液が振り切られることにより、液膜の厚さが次第に薄くなる。このとき、液膜の厚さに応じて、径方向外方に移動する干渉縞が発生する。この干渉縞は、光強度の極値をとる極値点に対応する。このため、光強度の極値点に基づき第2処理を行うタイミングを決定することによって、第1処理液の液膜が最適な厚さとなるタイミングで第2処理を開始できる。

[0040] 第16態様の基板処理装置によると、基板上に出現する干渉縞を検出できる。

図面の簡単な説明

[0041] [図1]図1は、第1実施形態の基板処理装置100の全体構成を示す図である。

[図2]図2は、第1実施形態の洗浄処理ユニット1の概略平面図である。

[図3]図3は、第1実施形態の洗浄処理ユニット1の概略縦断面図である。

[図4]図4は、カメラ70と可動部であるノズル30との位置関係を示す図である。

[図5]図5は、カメラ70および制御部9のブロック図である。

[図6]図6は、基板処理装置100の1つの洗浄処理ユニット1における基板処理の流れの一例を示す図である。

[図7]図7は、第1処理から第2処理へ移行する間の各タイミングにおける撮影画像82a, 82b, 82c, 82dを示す図である。

[図8]図8は、干渉縞STの第1の検出パターンを示す図である。

[図9]図9は、干渉縞STの第2の検出パターンを示す図である。

[図10]図10は、干渉縞STの第3の検出パターンを示す図である。

[図11]図11は、第2処理開始タイミングを決定する処理の流れを示す図である。

[図12]図12は、干渉縞STを検出する条件を設定するための設定画面SW

1を示す図である。

[図13]図13は、第2実施形態の基板処理装置100Aを示す図である。

発明を実施するための形態

[0042] 以下、添付の図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。
なお、この実施形態に記載されている構成要素はあくまでも例示であり、本発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。図面においては、理解容易のため、必要に応じて各部の寸法および数が誇張または簡略化して図示されている場合がある。

[0043] 相対的または絶対的な位置関係を示す表現（例えば「一方向に」「一方向に沿って」「平行」「直交」「中心」「同心」「同軸」等）は、特に断らない限り、その位置関係を厳密に表すのみならず、公差もしくは同程度の機能が得られる範囲で相対的に角度または距離に関して変位された状態も表すものとする。等しい状態であることを示す表現（例えば「同一」「等しい」「均質」等）は、特に断らない限り、定量的に厳密に等しい状態を表すのみならず、公差もしくは同程度の機能が得られる差が存在する状態も表すものとする。形状を示す表現（例えば、「四角形状」または「円筒形状」等）は、特に断らない限り、幾何学的に厳密にその形状を表すのみならず、同程度の効果が得られる範囲で、例えば凹凸および面取り等を有する形状も表すものとする。一の構成要素を「備える」「具える」「具備する」「含む」または「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的表現ではない。「～の上」とは、特に断らない限り、2つの要素が接している場合のほか、2つの要素が離れている場合も含む。

[0044] <1. 第1実施形態>

図1は、第1実施形態の基板処理装置100の全体構成を示す図である。
基板処理装置100は、処理対象である基板（対象基板ともいう）Wを1枚ずつ処理する枚葉式の処理装置である。基板処理装置100は、円形薄板状であるシリコン基板である基板Wに対して、薬液および純水などのリンス液を用いて洗浄処理を行った後、乾燥処理を行う。薬液としては、例えばSC

1 (ammonia-hydrogen peroxide mixture : アンモニア過酸化水素水混合液)、S C 2 (hydrochloric hydrogen peroxide mixed water solution : 塩酸過酸化水素水混合水溶液)、D H F 液 (希フッ酸) などが用いられる。以下の説明では、薬液とリンス液を総称して「処理液」と称する場合がある。なお、基板処理装置 1 0 0 は、洗浄処理ではなく、成膜処理のためのフォトレジスト液などの塗布液、不要な膜を除去するための薬液、またはエッチングのための薬液を供給して基板に対する湿式処理を行うように構成されていてもよい。つまり、基板処理装置 1 0 0 は、例えば、水平姿勢で回転する基板 W の上面に対する液処理を行う装置であればよい。液処理は、基板 W に対する処理液を用いた処理である。

[0045] 基板処理装置 1 0 0 は、複数の洗浄処理ユニット 1、インデクサ 1 0 2 および主搬送ロボット 1 0 3 を備える。

[0046] インデクサ 1 0 2 は、装置 (基板処理装置 1 0 0) 外から受け取った処理対象の基板 W を装置 (基板処理装置 1 0 0) 内に搬送するとともに、洗浄処理が完了した処理済みの基板 W を装置 (基板処理装置 1 0 0) 外に搬出する。インデクサ 1 0 2 は、複数のキャリア (図示省略) を載置するとともに移送ロボット (図示省略) を備える。キャリアとしては、基板 W を密閉空間に収納する F O U P (Front Opening Unified Pod) または S M I F (Standard Mechanical InterFace) ポッド、あるいは、基板 W を外気にさらす O C (Open Cassette) を採用してもよい。移送ロボットは、キャリアと主搬送ロボット 1 0 3 との間で基板 W を移送する。

[0047] 洗浄処理ユニット 1 は、1 枚の基板 W に対して液処理および乾燥処理を行う。基板処理装置 1 0 0 には、1 2 個の洗浄処理ユニット 1 が配置されている。具体的には、各々が鉛直方向に積層された 3 個の洗浄処理ユニット 1 を含む 4 つのタワーが、主搬送ロボット 1 0 3 の周囲を取り囲むようにして配置されている。図 1 では、3 段に重ねられた洗浄処理ユニット 1 の 1 つを概略的に示している。なお、基板処理装置 1 0 0 における洗浄処理ユニット 1 の数量は、1 2 個に限定されるものではなく、適宜変更してもよい。

[0048] 主搬送ロボット１０３は、洗浄処理ユニット１を積層した４個のタワーの中央に設置されている。主搬送ロボット１０３は、インデクサ１０２から受け取った処理対象の基板Wを各洗浄処理ユニット１に搬入する。また、主搬送ロボット１０３は、各洗浄処理ユニット１から処理済みの基板Wを搬出してインデクサ１０２に渡す。

[0049] <洗浄処理ユニット１>

以下、基板処理装置１００に搭載された１２個の洗浄処理ユニット１のうちの１つについて説明するが、他の洗浄処理ユニット１についても、ノズル３０、６０、６５の配置関係が異なる以外は、同一の構成を有する。

[0050] 図２は、第１実施形態の洗浄処理ユニット１の概略平面図である。図３は、第１実施形態の洗浄処理ユニット１の概略縦断面図である。図２はスピinchャック２０に基板Wが保持されていない状態を示しており、図３はスピinchャック２０に基板Wが保持されている状態を示している。

[0051] 洗浄処理ユニット１は、チャンバ１０内に、基板Wを水平姿勢（基板Wの表面の法線が鉛直方向に沿う姿勢）に保持するスピinchャック２０と、スピinchャック２０に保持された基板Wの上面に処理液を供給するための３つのノズル（処理液供給部ともいう）３０、６０、６５と、スピinchャック２０の周囲を取り囲む処理カップ４０と、スピinchャック２０の上方空間を撮像するカメラ７０とを備える。また、チャンバ１０内における処理カップ４０の周囲には、チャンバ１０の内側空間を上下に仕切る仕切板１５が設けられている。

[0052] チャンバ１０は、鉛直方向に沿うとともに四方を取り囲む側壁１１と、側壁１１の上側を閉塞する天井壁１２、側壁１１の下側を閉塞する床壁１３を備える。側壁１１、天井壁１２および床壁１３によって囲まれた空間が基板Wの処理空間となる。また、チャンバ１０の側壁１１の一部には、チャンバ１０内に対して主搬送ロボット１０３が基板Wを搬出入するための搬出入口およびその搬出入口（いずれも図示省略）を開閉するシャッターが設けられている。

- [0053] チャンバ１０の天井壁１２には、基板処理装置１００が設置されているクリーンルーム内の空気をさらに清浄化してチャンバ１０内の処理空間に供給するためのファンフィルタユニット（ＦＦＵ）１４が取り付けられている。ＦＦＵ１４は、クリーンルーム内の空気を取り込んでチャンバ１０内に送り出すためのファンおよびフィルタ（例えばＨＥＰＡフィルタ）を備えている。ＦＦＵ１４は、チャンバ１０内の処理空間に清浄空気のダウフローを形成する。ＦＦＵ１４から供給された清浄空気を均一に分散するために、多数の吹出し孔を穿設したパンチングプレート天井壁１２の直下に設けるようにしてもよい。
- [0054] スピンチャック２０は、スピンベース２１、スピンモータ２２、カバー部材２３および回転軸２４を備える。スピンベース２１は、円板形状を有しており、鉛直方向に沿って延びる回転軸２４の上端に水平姿勢で固定されている。スピンモータ２２は、スピンベース２１の下方に設けられており、回転軸２４を回転させる。スピンモータ２２は、回転軸２４を介してスピンベース２１を水平面内にて回転させる。カバー部材２３は、スピンモータ２２および回転軸２４の周囲を取り囲む筒状を有する。
- [0055] 円板形状のスピンベース２１の外径は、スピンチャック２０に保持される円形の基板Ｗの径よりも若干大きい。よって、スピンベース２１は、保持すべき基板Ｗの下面の全面と対向する保持面２１ａを有する。
- [0056] スピンベース２１の保持面２１ａの周縁部には複数（本実施形態では４本）のチャックピン２６が立設されている。各チャックピン２６は、円形の基板Ｗの外周円の外形に対応する円周上に沿って均等な間隔をあけて配置されている。本実施形態では、４個のチャックピン２６が９０°間隔で設けられている。各チャックピン２６は、スピンベース２１内に収容された図示省略のリンク機構によって連動して駆動される。スピンチャック２０は、各チャックピン２６のそれぞれを基板Ｗの外周端に当接させて基板Ｗを把持することにより、当該基板Ｗをスピンベース２１の上方で保持面２１ａに近接した水平姿勢にて保持する（図３参照）。また、スピンチャック２０は、各チャ

ックピン 26 のそれぞれを基板 W の外周端から離間させることによって、基板 W の把持を解除する。各チャックピン 26 は、基板 W を水平姿勢で保持する基板保持部である。

[0057] スピンモータ 22 を覆うカバー部材 23 は、その下端がチャンバ 10 の床壁 13 に固定され、上端がスピンベース 21 の直下にまで到達している。カバー部材 23 の上端部には、カバー部材 23 から外方へほぼ水平に張り出し、さらに下方に屈曲して延びる錨状部材 25 が設けられている。複数のチャックピン 26 による把持によってスピンチャック 20 が基板 W を保持した状態にて、回転部としてのスピンモータ 22 が回転軸 24 を回転させることにより、基板 W の中心を通る鉛直方向に沿った回転軸線 C X まわりに基板 W を回転させることができる。なお、スピンモータ 22 の駆動は制御部 9 によって制御される。以下の説明では、回転軸線 C X に直交する水平方向を「径方向」という。また、径方向において回転軸線 C X に向かう方向を「径方向内方」といい、径方向において回転軸線 C X から離れる方向を「径方向外方」という。

[0058] ノズル 30 は、ノズルアーム 32 の先端に吐出ヘッド 31 を取り付けて構成されている。ノズルアーム 32 の基端側はノズル基台 33 に固定して連結されている。ノズル基台 33 は、ノズル基台 33 に設けられたモータ 332（ノズル移動部。図 4 参照）によって鉛直方向に沿った軸のまわりで回転可能とされている。

[0059] ノズル基台 33 が回転することにより、図 2 中の矢印 A R 34 にて示すように、ノズル 30 は、スピンチャック 20 の上方の位置と処理カップ 40 よりも外側の待機位置との間で水平方向に沿って円弧状に移動される。ノズル基台 33 の回転によって、ノズル 30 はスピンベース 21 の保持面 21 a の上方にて揺動する。詳細には、スピンベース 21 よりも上方において、水平方向に延びる既定の処理位置 T P 1 に移動する。なお、ノズル 30 を処理位置 T P 1 に移動させるとは、ノズル 30 の先端部の吐出ヘッド 31 を処理位置 T P 1 に移動させることと同意である。

[0060] ノズル３０には、複数種の処理液（少なくとも純水を含む）が供給されるように構成されており、吐出ヘッド３１から複数種の処理液が吐出可能である。なお、ノズル３０の先端に複数の吐出ヘッド３１を設けて、それぞれから個別に同一または異なる処理液が吐出されてもよい。ノズル３０（詳細には吐出ヘッド３１）は、処理位置ＴＰ１にて停止して、処理液を吐出する。ノズル３０から吐出された処理液は、スピチャック２０に保持された基板Ｗの上面に着液する。

[0061] 本実施形態の洗浄処理ユニット１には、上記のノズル３０に加えてさらに２つのノズル６０，６５が設けられている。本実施形態のノズル６０，６５は、上記のノズル３０と同一または類似の構成を備える。すなわち、ノズル６０は、ノズルアーム６２の先端に吐出ヘッドを取り付けて構成され、ノズルアーム６２の基端側に連結されたノズル基台６３によって、矢印ＡＲ６４にて示すようにスピチャック２０の上方の処理位置と処理カップ４０よりも外側の待機位置との間で円弧状に移動する。ノズル６５は、ノズルアーム６７の先端に吐出ヘッドを取り付けて構成され、ノズルアーム６７の基端側に連結されたノズル基台６８によって、矢印ＡＲ６９にて示すようにスピチャック２０の上方の処理位置と処理カップ４０よりも外側の待機位置との間で円弧状に移動する。

[0062] ノズル６０，６５にも、少なくとも純水を含む複数種の処理液が供給されるように構成され、ノズル６０，６５も、処理位置にてスピチャック２０に保持された基板Ｗの上面に処理液を吐出する。なお、ノズル６０，６５の少なくとも一方は、純水などの洗浄液と加圧した気体とを混合して液滴を生成し、その液滴と気体との混合流体を基板Ｗに噴射する二流体ノズルであってもよい。また、洗浄処理ユニット１に設けられるノズル数は３本に限定されるものではなく、１本以上であればよい。

[0063] ノズル３０，６０，６５の各々を、円弧状に移動させることは必須ではない。例えば、直動駆動部を設けることによって、ノズルを直線移動させてもよい。

- [0064] ノズル30は、リンス液としての純水（DIW）、IPA（Isopropyl Alcohol：イソプロピルアルコール）、シリル化剤などの撥水化剤、DHF（Dilute HF：フッ酸と純水の混合液）など、各種処理液の供給源に接続されており、ノズル30の先端の吐出ヘッド31から、各種処理液を別々に吐出できるものとする。なお、ノズル30の先端に複数の吐出ヘッド31を設けて、各吐出ヘッド31が異なる種類の処理液を吐出してもよい。また、ノズル60、65が、上記各種処理液のうちの一部を吐出してもよい。
- [0065] 回転軸24の内側を挿通するようにして鉛直方向に沿って下面処理液ノズル28が設けられている。下面処理液ノズル28の上端開口は、スピチャック20に保持された基板Wの下面中央に対向する位置に形成されている。下面処理液ノズル28にも複数種の処理液が供給されるように構成されている。下面処理液ノズル28から吐出された処理液はスピチャック20に保持された基板Wの下面に着液する。
- [0066] スピチャック20を取り囲む処理カップ40は、互いに独立して昇降可能な内カップ41、中カップ42および外カップ43を備えている。内カップ41は、スピチャック20の周囲を取り囲み、スピチャック20に保持された基板Wの中心を通る回転軸線CXに対してほぼ回転対称となる形状を有する。この内カップ41は、平面視円環状の底部44と、底部44の内周縁から上方に立ち上がる円筒状の内壁部45と、底部44の外周縁から上方に立ち上がる円筒状の外壁部46と、内壁部45と外壁部46との間から立ち上がり、上端部が滑らかな円弧を描きつつ中心側（スピチャック20に保持される基板Wの回転軸線CXに近づく方向）斜め上方に延びる第1案内部47と、第1案内部47と外壁部46との間から上方に立ち上がる円筒状の中壁部48とを一体的に備えている。
- [0067] 内壁部45は、内カップ41が最も上昇した状態で、カバー部材23と鍔状部材25との間に適当な隙間を保って収容される。中壁部48は、内カップ41と中カップ42とが最も近接した状態で、中カップ42の後述する第2案内部52と処理液分離壁53との間に適当な隙間を保って収容される。

[0068] 第1案内部47は、滑らかな円弧を描きつつ中心側（基板Wの回転軸線CXに近づく方向）斜め上方に延びる上端部47bを有する。また、内壁部45と第1案内部47との間は、使用済みの処理液を集めて廃棄するための廃棄溝49とされている。第1案内部47と中壁部48との間は、使用済みの処理液を集めて回収するための円環状の内側回収溝50とされている。さらに、中壁部48と外壁部46との間は、内側回収溝50とは種類の異なる処理液を集めて回収するための円環状の外側回収溝51とされている。

[0069] 廃棄溝49には、この廃棄溝49に集められた処理液を排出するとともに、廃棄溝49内を強制的に排気するための図示省略の排気液機構が接続されている。排気液機構は、例えば、廃棄溝49の周方向に沿って等間隔で4つ設けられている。また、内側回収溝50および外側回収溝51には、内側回収溝50および外側回収溝51にそれぞれ集められた処理液を基板処理装置100の外部に設けられた回収タンクに回収するための回収機構（いずれも図示省略）が接続されている。なお、内側回収溝50および外側回収溝51の底部は、水平方向に対して微少角度だけ傾斜しており、その最も低くなる位置に回収機構が接続されている。これにより、内側回収溝50および外側回収溝51に流れ込んだ処理液が円滑に回収される。

[0070] 中カップ42は、スピンチャック20の周囲を取り囲み、スピンチャック20に保持された基板Wの中心を通る回転軸線CXに対してほぼ回転対称となる形状を有する。この中カップ42は、第2案内部52と、この第2案内部52に連結された円筒状の処理液分離壁53とを有する。

[0071] 第2案内部52は、内カップ41の第1案内部47の外側において、第1案内部47の下端部と同軸円筒状である下端部52aと、下端部52aの上端から滑らかな円弧を描きつつ中心側（基板Wの回転軸線CXに近づく方向）斜め上方に延びる上端部52bと、上端部52bの先端部を下方に折り返して形成される折返し部52cとを有する。下端部52aは、内カップ41と中カップ42とが最も近接した状態で、第1案内部47と中壁部48との間に適当な隙間を保って内側回収溝50内に收容される。また、上端部52

bは、内カップ41の第1案内部47の上端部47bと上下方向に重なるように設けられ、内カップ41と中カップ42とが最も近接した状態で、第1案内部47の上端部47bに対してごく微小な間隔を保って近接する。折返し部52cは、内カップ41と中カップ42とが最も近接した状態で、折返し部52cが第1案内部47の上端部47bの先端と水平方向に重なる。

[0072] 第2案内部52の上端部52bは、下方ほど肉厚が厚くなるように形成されている。処理液分離壁53は、上端部52bの下端外周縁部から下方に延びるように設けられた円筒形状を有する。処理液分離壁53は、内カップ41と中カップ42とが最も近接した状態で、中壁部48と外カップ43との間に適当な隙間を保って外側回収溝51内に收容される。

[0073] 外カップ43は、スピンチャック20に保持された基板Wの中心を通る回転軸線CXに対してほぼ回転対称となる形状を有する。外カップ43は、中カップ42の第2案内部52の外側において、スピンチャック20を取り囲む。この外カップ43は、第3案内部としての機能を有する。外カップ43は、第2案内部52の下端部52aと同軸円筒状をなす下端部43aと、下端部43aの上端から滑らかな円弧を描きつつ中心側（基板Wの回転軸線CXに近づく方向）斜め上方に延びる上端部43bと、上端部43bの先端部を下方に折り返して形成される折返し部43cとを有する。

[0074] 下端部43aは、内カップ41と外カップ43とが最も近接した状態で、中カップ42の処理液分離壁53と内カップ41の外壁部46との間に適当な隙間を保って外側回収溝51内に收容される。上端部43bは、中カップ42の第2案内部52と上下方向に重なるように設けられ、中カップ42と外カップ43とが最も近接した状態で、第2案内部52の上端部52bに対してごく微小な間隔を保って近接する。中カップ42と外カップ43とが最も近接した状態で、折返し部43cが第2案内部52の折返し部52cと水平方向に重なる。

[0075] 内カップ41、中カップ42および外カップ43は互いに独立して昇降可能とされている。すなわち、内カップ41、中カップ42および外カップ4

3の各々には個別に昇降機構（図示省略）が設けられており、それによって内カップ41、中カップ42および外カップ43は別個独立して昇降される。このような昇降機構としては、例えばボールネジ機構またはエアシリンダなどの公知の種々の機構を採用することができる。

[0076] 仕切板15は、処理カップ40の周囲においてチャンバ10の内側空間を上下に仕切るように設けられている。仕切板15は、処理カップ40を取り囲む1枚の板状部材であってもよいし、複数の板状部材をつなぎ合わせたものであってもよい。また、仕切板15には、厚さ方向に貫通する貫通孔および／または切り欠きが形成されていても良く、本実施形態ではノズル30、60、65のノズル基台33、63、68を支持するための支持軸を通すための貫通穴が形成されている。

[0077] 仕切板15の外周端はチャンバ10の側壁11に連結されている。また、仕切板15の処理カップ40を取り囲む端縁部は外カップ43の外径よりも大きな径の円形状となるように形成されている。よって、仕切板15が外カップ43の昇降の障害となることはない。

[0078] また、チャンバ10の側壁11の一部であって、床壁13の近傍には排気ダクト18が設けられている。排気ダクト18は図示省略の排気機構に連通接続されている。ファンフィルタユニット14から供給されてチャンバ10内を流下した清浄空気のうち、処理カップ40と仕切板15との間を通過した空気は排気ダクト18から装置外に排出される。

[0079] 図4は、カメラ70と可動部であるノズル30との位置関係を示す図である。カメラ70は、鉛直方向において基板Wよりも鉛直方向上側に設けられている。カメラ70は、例えば固体撮像素子のひとつであるCCDと、電子シャッターと、レンズなどの光学系と、を備える。カメラ70の撮像方向（すなわち、撮像光学系の光軸方向）は、基板Wの上面を撮像するため、基板W上面の回転中心（またはその近傍）に向かって斜め下向きに設定されている。カメラ70は、スピンチャック20によって保持された基板Wの上面全体をその視野に包含する。例えば、水平方向については、図2において破線

で囲まれた範囲がカメラ70の視野に含まれる。換言すれば、図2の2本の破線は、カメラ70の視野の外縁を示している。

[0080] カメラ70は、その撮像視野に少なくとも処理位置TP1におけるノズル30の先端が含まれるように、つまり吐出ヘッド31の近傍が含まれる位置に設置されている。本実施形態では、図4に示すように、処理位置TP1におけるノズル30を前方上方から撮像する位置にカメラ70が設置される。よって、カメラ70は、処理位置TP1におけるノズル30の先端を含む撮像領域を撮像できる。同様に、カメラ70は、ノズル60、65が、スピinchャック20に保持された基板Wに対して処理を行うときの処理位置にあるときの、各先端を含む撮像領域を撮像する。カメラ70が図2および図4に示す位置に設置されている場合には、ノズル30、60はカメラ70の撮像視野内で横方向に移動するため、各処理位置の各ノズル30、60の先端を適切に撮像できるが、ノズル65についてはカメラ70の視野内で奥行き方向に移動するため、その処理位置近傍での移動を適切に撮像できないおそれもある。この場合、カメラ70とは別にノズル65を撮像するカメラを設けてもよい。

[0081] ノズル30は、ノズル基台33の駆動によって、スピinchャック20に保持された基板Wの上方の処理位置TP1（図4において破線で示される位置）と処理カップ40よりも外側の待機位置（図4の実線位置）との間で往復移動される。処理位置TP1は、ノズル30がスピinchャック20に保持された基板Wの上面に処理液を吐出して洗浄処理を行う位置である。処理位置TP1は、スピinchャック20に保持された基板Wにおける中心（回転軸CX）寄りの位置である。待機位置は、ノズル30が洗浄処理を行わないときに処理液の吐出を停止して待機する位置である。待機位置は、スピinベース21の上方から外れた位置であって、水平面内において処理カップ40の外側の位置である。待機位置には、ノズル30の吐出ヘッド31を収容する待機ポッドが設けられていてもよい。

[0082] なお、処理位置TP1は、基板Wの縁部寄りの位置など任意の位置であっ

てもよく、さらには、処理位置ＴＰ１は、基板Ｗから外れた位置（すなわち、基板Ｗと鉛直方向に重ならない状態の位置）であってもよい。後者の場合、ノズル３０から吐出された処理液を、基板Ｗの外方から基板Ｗの上面に飛散させるとよい。また、ノズル３０を処理位置ＴＰ１に停止させた状態で、ノズル３０から処理液を吐出させることは必須ではない。例えば、ノズル３０から処理液を吐出させながら、処理位置ＴＰ１を一方端とし、基板Ｗの上方において水平方向に延びる既定の処理区間内で、ノズル３０を移動させてもよい。

[0083] 図３に示すように、チャンバ１０内であって仕切板１５よりも上方の位置に、照明部７１が設けられている。照明部７１は、例えばＬＥＤランプを光源として含む。照明部７１は、カメラ７０がチャンバ１０内を撮像するために必要とされる照明光を処理空間に供給する。チャンバ１０内が暗室である場合、カメラ７０が撮像を行う際に照明部７１がノズル３０、６０、６５に光を照射するよう、制御部９が照明部７１を制御してもよい。照明部７１は、照明光として可視光を照射する。ただし、照明光は、可視光に限定されるものではない。照射光として、例えば、波長がおよそ０．７マイクロメートル（ μm ）から１ミリメートル（ mm ）の赤外線、より好ましくは波長がおよそ０．７ μm から２．５ μm の近赤外線を採用できる。この場合、カメラ７０として、赤外線（より好ましくは、近赤外線）を検出する赤外線センサを備えた赤外線カメラを採用できる。赤外線を検出することによって、干渉縞の検出を好適に行うことができる。

[0084] 図５は、カメラ７０および制御部９のブロック図である。基板処理装置１００に設けられた制御部９のハードウェアとしての構成は一般的なコンピュータと同一である。すなわち、制御部９は、各種演算処理を行うＣＰＵ、基本プログラムを記憶する読み出し専用のメモリであるＲＯＭ、各種情報を記憶する読み書き自在のメモリであるＲＡＭおよび制御用ソフトウェア（プログラム）およびデータなどを記憶しておく磁気ディスクなどを備えている。制御部９のＣＰＵが所定の処理プログラムを実行することによって、基板処

理装置 100 の各要素の動作が制御部 9 によって制御され、基板処理装置 100 における処理が進行する。

[0085] 図 5 に示す判定領域設定部 91 およびタイミング決定部 92 は、制御部 9 の CPU が制御用ソフトウェアにしたがって動作することによって実現される機能である。

[0086] 判定領域設定部 91 は、カメラ 70 によって取得された撮影画像 82 上に判定領域 DR を設定する。判定領域 DR の大きさ、位置および数などは、予め定められていてもよいし、オペレータの指定に基づいて設定されてもよい。

[0087] タイミング決定部 92 は、液体で基板 W を処理する先の処理（第 1 処理）の後、基板 W の上面に出現する干渉縞 ST を検出することによって、後続の処理（第 2 処理）を開始する時間（以下、「第 2 処理開始タイミング」とも称する。）を決定する。第 1 処理は、回転する基板 W の上面に第 1 処理液を供給する処理である。後述するように、タイミング決定部 92 は、撮影画像 82 に設定された判定領域 DR 内において、各干渉縞 ST を検出する。また、後述するように、判定領域 DR における干渉縞 ST の検出は、タイミング決定部 92 が備える極値点検出部 921 が輝度値の極値点を検出することによって行われる。

[0088] 制御部 9 は、上記の RAM または磁気ディスクを含む記憶部 96 を備えている。記憶部 96 は、カメラ 70 によって得られた画像データおよびオペレータの入力値などを記憶する。

[0089] 制御部 9 には、表示部 97 および入力部 98 が接続されている。表示部 97 は、制御部 9 からの画像信号に応じて各種情報を表示する。入力部 98 は、制御部 9 に接続されたキーボードおよびマウスなどの入力デバイスで構成されており、操作者が制御部 9 に対して行う入力操作を受け付ける。

[0090] <動作説明>

図 6 は、基板処理装置 100 の 1 つの洗浄処理ユニット 1 における基板処理の流れの一例を示す図である。以下に説明する各工程は、特に断らない限

り、制御部 9 の制御下で行われるものとする。

[0091] まず、ノズル 30 が退避位置にある状態にて、主搬送ロボット 103 がインデクサ 102 から受け取った処理対象である基板 W をいずれか 1 つの洗浄処理ユニット 1 のチャンバ 10 内に搬入する（ステップ S 10）。チャンバ 10 内に搬入された基板は、スピンベース 21 の各チャックピン 26 に載置される。そして、各チャックピン 26 が閉じることによって、基板 W を水平姿勢で保持する。基板 W が搬入されると、スピンモータ 22 により基板 W の回転が開始される。

[0092] 続いて、ノズル 30 が、処理位置 TP1 に移動するとともに、各種処理液を基板 W に供給することによって、基板 W に対する液処理を行う。ここでは、まず、ノズル 30 から基板 W の上面にフッ酸を供給するフッ酸処理が実行される（ステップ S 11）。基板 W の上面に供給されたフッ酸は、基板 W の回転によって基板 W の外縁部へと拡がり、基板 W の全体でフッ酸処理が進行する。フッ酸が基板 W に供給される期間は、例えば 30 秒間である。この期間中の基板 W の回転速度は、例えば 800 r p m (revolution per minute : 回転数/分) である。

[0093] ノズル 30 からのフッ酸の吐出が停止された後、ノズル 30 から基板 W の上面にリンス液 (DIW) を供給するリンス液処理が実行される（ステップ S 12）。リンス液処理の際には、ノズル 30 から回転する基板 W の上面にリンス液が連続的に供給される。基板 W の上面に供給されたリンス液は、基板 W の回転によって基板 W の外縁部へと拡がる。そして、基板 W の上面に残存していたフッ酸とともに基板 W の外縁部から径方向外方へ振り切られる。基板 W から振り切られたフッ酸およびリンス液が処理カップ 40 で受け止められ、適宜廃棄される。リンス液が基板 W に供給される期間は、例えば 30 秒間である。また、この期間中の基板 W の回転速度は、例えば 1200 r p m である。

[0094] ノズル 30 からのリンス液の吐出が停止された後、ノズル 30 から基板 W の上面に IPA を供給する IPA 処理が実行される（ステップ S 13）。I

IPA処理の際には、IPA処理では、ノズル30から回転する基板Wの上面にIPAが連続的に供給される。上面に供給されたIPAは、基板Wの回転によって基板Wの外縁部へと拡がり、上面（基板Wの上面）の全体でリンス液（DIW）がIPAに置換される。また、DIWからIPAへの置換を促す目的で基板Wに対して図示省略の加熱機構で加熱処理が行われてもよい。

IPAが供給される期間は、例えば30秒間である。また、この期間中の基板Wの回転速度は、例えば300rpmである。

[0095] ノズル30からのIPAの吐出が停止された後、ノズル30から基板Wの上面に撥水化剤を供給する撥水化処理が実行される（ステップS14）。このとき、基板Wの上面に供給された撥水化剤は、基板Wの回転によって基板Wの外縁部へと拡がり、上面（基板Wの上面）の全体でIPAが撥水化剤に置換されるとともに、上面（基板Wの上面）を撥水性に改質する撥水化処理が進行する。撥水化剤が供給される期間は、例えば30秒間である。また、この期間中の基板Wの回転速度は、例えば500rpmである。

[0096] ノズル30からの撥水化剤の吐出が停止された後、ステップS13と同一のIPA処理が行われる（ステップS15）。このIPA処理によって、基板Wの上面に残存した撥水化剤がIPA処理液に置換される。

[0097] ノズル30からのIPAの吐出が停止された後、ノズル30が処理位置TP1から退避位置に向けて移動される。そして、スピンドライ処理が実行される（ステップS16）。スピンドライ処理では、スピンモータ22が、ステップS11からステップS15の各液処理のときよりも大きい回転速度で基板Wを回転させる。このときの回転速度は、例えば1500rpmである。スピンドライ処理によって、基板Wに付着した各種の液体は、外周部（基板Wの外周部）から径方向外方へと飛散され、処理カップ40の内壁で受け止められて適宜廃液される。換言すれば、スピンドライ処理では、基板Wの回転速度を、IPA処理のときよりも大きくして、基板Wの上面に残留する処理液としてのIPAが除去される。

[0098] スピンドライ処理が終了すると、各チャックピン26による基板Wの保持

が解除されるとともに、主搬送ロボット 103 が基板 W をチャンバ 10 から搬出する（ステップ S 17）。

[0099] このように、洗浄処理ユニット 1 による処理は、基板 W に対して液処理を行う液処理工程（ステップ S 11 からステップ S 15）と、基板 W を乾燥させる乾燥処理を行う乾燥処理工程（ステップ S 16）とを含む。

[0100] 上記説明では、すべての液処理がノズル 30 から吐出されるものとして説明したが、一部の処理液はノズル 60, 65 から吐出されてもよい。この場合、適宜のタイミングでノズル 60, 65 を退避位置から処理位置に移動させるとともに、各ノズル 60, 65 から基板 W の上面に各種処理液を吐出させるとよい。

[0101] <第 2 処理開始タイミングの決定処理について>

基板処理装置 100 では、液体を用いる液処理（第 1 処理）が完了した後、次処理（第 2 処理）が開始される前に、タイミング決定部 92 がその次処理を開始するタイミングを決定する。例えば、タイミング決定部 92 は、ステップ S 13 の IPA 処理（第 1 処理）におけるノズル 30 からの IPA の吐出が停止された後、次処理である撥水化処理（第 2 処理）におけるノズル 30 からの撥水化剤の吐出が開始される第 2 処理開始タイミングを決定する。タイミング決定部 92 は、上述したように、タイミング決定部 92 は、干渉縞 ST の検出に応じて次処理を実行するタイミングを決定する。ここで、基板 W の上面に出現する干渉縞 ST について説明する。

[0102] 図 7 は、第 1 処理から第 2 処理へ移行する間の各タイミングにおける撮影画像 82 a, 82 b, 82 c, 82 d を示す図である。撮影画像 82 a は、第 1 処理においてノズル 30 から処理液が基板 W の上面に供給されている状態を示している。回転する基板 W の上面にノズル 30 などから処理液が供給されると、処理液が基板 W の上面を径方向外方に向けて移動し、基板 W の外縁部から径方向外方に落下または振り切られる。このとき、基板 W に対して供給される処理液の量と、基板 W の回転によって外方に振り切られる量とがバランスすることによって、基板 W の上面に、処理液の膜である液膜 W1 が

形成される。

[0103] 撮影画像 8 2 b は、ノズル 3 0 からの処理液の供給が停止されてから所定の時間が経過したときの基板の W 上面の状態を示している。液膜 W 1 が形成された状態で、処理液の供給が停止されると、基板 W の表面の処理液が径方向外方に飛散することによって、液膜 W 1（基板 W の上面に残留する第 1 処理液の膜）が次第に薄くなる。膜厚が小さくなる過程において、基板 W の上面で反射する光と、液膜 W 1 の表面で反射する光とが干渉する。すると、これら 2 つの光の位相が一致した部分は明るい帯領域として、これら 2 つの光の位相が逆となった部分は暗い帯領域としてそれぞれ出現する。撮影画像 8 2 b に示されるように、明るい帯領域および暗い帯領域が径方向（基板 W の径方向）に交互に現れることによって、明暗の縞模様が観察される。ここでは、1 つの暗い帯領域を干渉縞 S T とする。ただし、明るい帯領域を干渉縞として捉えてもよい。

[0104] 基板 W が回転することにより、中央部の処理液は外縁部に向けて移動する。このため、液膜 W 1 が薄くなる過程では、各干渉縞 S T は、基板 W 上において円環帯状（ループ状）に表れるとともに、径方向外方に広がりつつ移動する。なお、干渉縞 S T は、完全な円環状に表れるとは限らない。

[0105] 撮影画像 8 2 c は、撮影画像 8 2 b に示す状態から時間がさらに経過したときの基板 W の上面の状態を示している。時間の経過により、径方向（基板 W の径方向）に隣接する干渉縞 S T 間の間隔が次第に大きくなる。撮影画像 8 2 c に示すように、例えば基板 W 上に同時に現れる干渉縞 S T の数が 3 つ程度になると、基板 W が最小限度に近い厚さの液膜 W 1 で覆われた状態となる。このような縞模様の状態が次処理の開始の目安とする場合、この縞模様を構成する各干渉縞 S T のうち少なくとも 1 つを検出対象とすることによって、第 2 処理開始タイミングを適切に決定できる。

[0106] 撮影画像 8 2 d は、撮影画像 8 2 c に示す状態からさらに時間が経過したときの基板 W の上面の状態を示している。撮影画像 8 2 d では、最後の干渉縞 S T L が基板 W 上に出現している。干渉縞 S T L よりも内側の領域は、液

体成分がない乾燥領域が部分的に発生している可能性がある。

[0107] ここで、第1処理の後に行われる第2処理が第2処理液を用いた液処理である場合を想定する。第2処理液は、第1処理における第1処理液とは異なる処理液であり、第2処理では、第2処理液が基板Wの上面に供給される。この場合、撮影画像82a, 82bのように第1処理液の液膜W1が厚い状態で第2処理液が供給されると、第1処理液から第2処理液への置換に時間がかかる可能性がある。また、撮影画像82dのように乾燥領域が部分的に発生している状態で第2処理液が供給されると、第2処理液にさらされる時間が基板Wの位置ごとに異なることによって、第2処理にばらつきが生じる可能性がある。

[0108] また、第2処理がスピンドライ処理などの乾燥処理である場合、撮影画像82dのように乾燥領域が部分的に発生すると、第1処理液が局所的に少量で存在する場合がある。このような場合、高速回転に移行しても振り切りに時間がかかる可能性がある。このため、撮影画像82dの状態（すなわち、最後の干渉縞STLが出現した状態）以前に高速回転を始めた方が好ましい場合がある。これとは対照的に、撮影画像82a, 82bのように第1処理液の液膜W1が厚い状態で高速回転に移行した場合、第1処理液の径方向外方への移動に偏りが発生したり、振り切られた処理液が処理カップ40などに衝突してチャンバ10内が汚染されたりする可能性がある。このため、液膜W1の厚さを可能な限り薄くしてから、高速回転を開始した方が好ましい場合も考えられる。

[0109] タイミング決定部92が検出対象とする干渉縞STを、第1処理および第2処理の各々の処理内容に応じて予め適切に設定することによって、タイミング決定部92が第2処理開始タイミングを適切に決定できる。次に、干渉縞STの検出パターンについて説明する。

[0110] <第1の検出パターン>

図8は、干渉縞STの第1の検出パターンを示す図である。第1の検出パターンは、判定領域設定部91が、撮影画像82上において、1つの判定領

域DR11を設定する態様である。判定領域DR11は、撮影画像82上において、液膜W1が形成される基板Wの上面に設定される。判定領域DR11の垂直方向の位置は、撮影画像82において基板Wの中心と一致している。干渉縞STが径方向外方に移動することによって、判定領域DR11内では撮影画像82の水平方向に干渉縞STが通過する。つまり、判定領域DR11内において、干渉縞STが径方向外方に向けて移動する。

[0111] 図8に示すように、判定領域DR11は、検出対象である1つの干渉縞STのみと重なることが可能な程度の大きさに設定されている。例えば、判定領域DR11の径方向（基板Wの径方向）の幅（撮影画像82上では水平方向の幅）は、隣接する干渉縞ST間の径方向（基板Wの径方向）の間隔よりも小さい。なお、干渉縞ST間の間隔は、液膜W1の厚さに応じて変動する。例えば、図7の撮影画像82bに示すように液膜W1が厚い状態では干渉縞ST間の間隔が相対的に小さく、撮影画像82cに示すように液膜W1が薄い状態では干渉縞ST間の間隔は相対的に大きい。判定領域DR11の大きさは、検出対象の干渉縞STが出現するときの干渉縞ST間の幅に応じて設定されるとよい。

[0112] ここでは、光強度が周囲に対して相対的に弱い領域を干渉縞STとしている。このため、判定領域DR11を通過するとき、判定領域DR11内の水平方向における光強度を示す輝度は、図8に示すように、径方向内方側から外方側にかけて次第に小さくなってから再び大きくなる。そして、輝度が極小値となる地点（位置）が、干渉縞STのほぼ中心の地点（位置）に対応している。このため、極値点検出部921が判定領域DR11において輝度の極小値（基板Wの径方向における光強度の極小値）をとる極値点を検出することによって、判定領域DR11における干渉縞STの通過を検出できる。

[0113] なお、明るい部分（撮影画像82上で光強度が相対的に大きい領域）を干渉縞として捉える場合、明るい（すなわち、光強度が大きい）帯状領域が、径方向外方に移動する。この場合、極値点検出部921が径方向（基板Wの径方向）における光強度（輝度）の極大値となる極値点を検出することによ

って、判定領域DR11内において明るい部分である干渉縞を検出してもよい。

[0114] 第1の検出パターンの場合、タイミング決定部92は、 n 番目（ n は自然数）の干渉縞ST（第1極値点）が検出される第1検出時間と、 $n+1$ 番目以降に発生した干渉縞ST（第2極値点）が検出される第2検出時間との差である検出時間差を算出する。ここで、第2検出時間は、 $n+1$ 番目の干渉縞STが検出される時間であってもよいし、 $n+2$ 番目の以降に発生した干渉縞STが検出される時間であってもよい。液膜W1の厚さに応じて干渉縞ST間の間隔が変動するため、検出時間差は液膜W1の厚さに対応していると考えられる。例えば、液膜W1の厚さが小さくなるほど、検出時間差が大きくなる。そこで、例えば、第2処理の開始に最適な液膜W1の厚さに対応する最適検出時間差を実験的に決定しておくもよい。そして、タイミング決定部92が、実際に検出された検出時間差が最適検出時間になった場合に、検出対象の干渉縞STが検出されたと判断して、第2処理開始タイミングを決定してもよい。換言すれば、例えば、タイミング決定部92が、判定領域DR11内において1つの極値点が検出されてから次の極値点が検出されるまでの時間としての検出時間差に応じて、第2処理開始タイミングを決定してもよい。このようにして、タイミング決定部92は、例えば、判定領域DR11内において、基板Wの径方向における光強度が極大値または極小値となる極値点の径方向外方に向けた移動に応じて、基板Wに対する第2処理を行うタイミングとしての第2処理開始タイミングを決定することができる。

[0115] また、判定領域DR11内で3つ以上の干渉縞STの各検出時間に基づいて、検出対象の干渉縞STが検出されたか否かが判定されてもよい。例えば、1つ目の干渉縞ST（第1極値点）および2つ目の干渉縞ST（第2極値点）の第1検出時間差と、2つ目の干渉縞ST（第2極値点）および3つ目の干渉縞ST（第3極値点）の第2検出時間差とを算出する。ここでは、例えば、第1検出時間差は、1つ目の干渉縞ST（第1極値点）が検出された第1検出時間と2つ目の干渉縞ST（第2極値点）が検出された第2検出時

間との差である。第2検出時間差は、2つ目の干渉縞S T（第2極値点）が検出された第2検出時間と3つ目の干渉縞S T（第3極値点）が検出された第3検出時間との差である。そして、第1検出時間差と第2検出時間差との比較に基づいて、第2処理開始タイミングが決定されてもよい。より具体的には、第1検出時間差と第2検出時間差との差が、既定の値となったときに、検出対象の干渉縞S Tが検出されたと判定し、その時間を目安に第2処理開始タイミングが決定されるとよい。換言すれば、例えば、タイミング決定部92が、判定領域D R 1 1内において、1つ目の干渉縞S T（第1極値点）が検出されてから2つ目の干渉縞S T（第2極値点）が検出されるまでの第1時間としての第1検出時間差と、2つ目の干渉縞S T（第2極値点）が検出されてから3つ目の干渉縞S T（第3極値点）が検出されるまでの第2時間としての第2検出時間差とに基づいて、第2処理開始タイミングが決定されてもよい。なお、ここでは、1つ目から3つ目の干渉縞S Tは、最後に検出可能な最終極値点に対応する最後の干渉縞S T Lから数えて3つの極値点に対応する態様が考えられる。

[0116] 上述したように、液膜W 1が次第に薄くなるにつれて、すなわち最後の干渉縞S T Lの出現時間に近づくにつれて、干渉縞S T間の間隔が次第に大きくなっていく。このため、第1の検出パターンの場合、判定領域D R 1 1において1つの干渉縞S Tが通過してから次の干渉縞S Tが通過するまでに取得されるフレーム数が次第に増大するため、検出時間差の測定精度が向上する。したがって、液膜W 1が薄くなるほど、タイミング決定部92は、検出時間差が目的の膜厚に対応するかどうかを適切に判定できる。

[0117] なお、液膜W 1が薄い状態で発生する干渉縞S T（例えば、図7に示す撮影画像82dにおける最後に出現する干渉縞S T Lなど）は、液面の揺らぎなどのノイズによってクリアに検出できないおそれがある。そこで、できるだけクリアに検出可能な干渉縞S Tを検出対象とすることが望ましい。また、そのクリアな干渉縞S Tが検出された時間に所定の遅延時間を加算した時間を、第2処理開始タイミングとするとよい。これにより、検出対象の干渉縞

S Tを精度良く検出できるとともに、液膜W 1が好適な厚さとなってから第2処理を開始できる。

[0118] <第2の検出パターン>

図9は、干渉縞S Tの第2の検出パターンを示す図である。第2の検出パターンは、判定領域設定部91が、複数の判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3を設定するものである。換言すれば、第1判定領域としての判定領域D R 2 1と、当該判定領域D R 2 1から径方向外方に離れた第2判定領域としての判定領域D R 2 2と、当該判定領域D R 2 2から径方向外方に離れた第3判定領域としての判定領域D R 2 3と、が設定される。図9に示す例では、径方向内方から径方向外方に向けて、順に3つの判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3が設定されている。なお、判定領域D Rの数は、3つに限定されるものではなく、2つあるいは4つ以上であってもよい。

[0119] 各判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3は、撮影画像82の水平方向に間隔をあけて配置されている。判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3の垂直方向の位置は、撮影画像82において基板Wの中心と一致している。干渉縞S Tは、径方向外方に移動することによって、判定領域D R 2 1、判定領域D R 2 2、判定領域D R 2 3の順で各判定領域を通過する。

[0120] 各判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3は、図8の判定領域D R 1 1と同様に、同時に複数の干渉縞S Tを含まない程度の大きさに設定されている。例えば、各判定領域D Rの水平幅は、隣接する干渉縞S T間の径方向の間隔よりも小さい。

[0121] 判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3が配置される間隔は、検出すべき複数の干渉縞S Tの間隔に合わせて設定されるとよい。具体的には、基板Wの上面において検出対象である干渉縞S Tの数、および、各干渉縞S Tの間隔に応じて設定されてもよい。

[0122] 例えば、図9に示すように、検出対象が、図示の間隔で出現する3つの干渉縞S T（干渉縞S T 1, S T 2, S T 3）である場合、当該3つの干渉縞S Tの間隔に合わせて3つの判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3が配置

される。ここでは、例えば、基板Wの径方向において、干渉縞S T 1と当該干渉縞S T 1から径方向外方に離れた干渉縞S T 2との距離が第1距離とされ、干渉縞S T 2と当該干渉縞S T 2から径方向外方に離れた干渉縞S T 3との距離が第2距離とされる態様が考えられる。これにより、判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3において、同時に検出対象である3つの干渉縞S Tを同時に検出できる。すなわち、極値点検出部9 2 1が判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3のすべてにおいて極小値をとる極値点を検出したときに、検出対象の各干渉縞S Tが検出されたときタイミング決定部9 2が判定するとよい。なお、例えば、判定領域D Rの数が、2つである場合には、極値点検出部9 2 1は、第1判定領域としての判定領域D R 2 1において第1極値点としての極値点を検出し、第2判定領域としての判定領域D R 2 2において第2極値点としての極値点を検出したときに、検出対象の干渉縞S T 1, S T 2が検出されたときタイミング決定部9 2が判定する態様が考えられる。この態様では、例えば、タイミング決定部9 2は、第1判定領域としての判定領域D R 2 1において第1極値点を検出され、第2判定領域としての判定領域D R 2 2において第2極値点を検出されることに基づいて、第2処理開始タイミングを決定することができる。換言すれば、例えば、タイミング決定部9 2は、基板Wの径方向における第1極値点と第2極値点との第1距離に基づいて、第2処理開始タイミングを決定することができる。

[0123] 各判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3の位置は、オペレータが任意に設定できるようにしてもよい。この場合、例えば検出対象の各干渉縞S Tが出現した状態の撮影画像8 2をあらかじめ取得しておき、その撮影画像8 2上でオペレータが判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3を示す枠を各干渉縞S Tの位置に移動させるとよい。これによって、検出対象の各干渉縞S Tを同時に検出可能となる各位置に各判定領域D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3を設定できる。

[0124] 特に、最後の干渉縞S T Lから数えて3つの干渉縞S Tを、検出対象の3つの干渉縞S T 1, S T 2, S T 3としてもよい。すなわち、最後の干渉縞

S T L を、検出対象である最も内側の干渉縞 S T 1 とし、最後の干渉縞 S T L の直前に発生する 2 つの検出縞 S T を検出対象の干渉縞 S T 2, S T 3 としてもよい。この場合、液膜 W 1 が、干渉縞 S T が検出不可能となる薄さとなるよりも前の段階で、第 2 処理を行うタイミングを決定できる。最後の干渉縞 S T L は、最後に検出可能な最終極値点に対応する。換言すれば、ここでは、例えば、判定領域 D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3 において、複数の極値点のうち、最終極値点から数えて 3 つの極値点を検出することで、最後の干渉縞 S T L およびこの最後の干渉縞 S T L の直前に発生する 2 つの検出縞 S T を 3 つの干渉縞 S T 1, S T 2, S T 3 として検出し、第 2 処理開始タイミングを決定することができる。このようにして、タイミング決定部 9 2 は、例えば、判定領域 D R 2 1, D R 2 2, D R 2 3 内において、基板 W の径方向における光強度が極大値または極小値となる極値点の径方向外方に向けた移動に応じて、基板 W に対する第 2 処理を行うタイミングとしての第 2 処理開始タイミングを決定することができる。

[0125] <第 3 の検出パターン>

図 10 は、干渉縞 S T の第 3 の検出パターンを示す図である。第 3 の検出パターンは、判定領域設定部 9 1 が、撮影画像 8 2 上に 1 つの判定領域 R D 3 1 を設定するものである。判定領域 R D 3 1 は、径方向（基板 W の径方向）に延びる形状（ここでは、撮影画像 8 2 における水平方向に延びる矩形状）である。判定領域 R D 3 1 は、検出対象である複数の干渉縞 S T と同時に重なることが可能な大きさに設定されている。

[0126] 第 3 の検出パターンでは、極値点検出部 9 2 1 は、判定領域 D R 3 1 において、極値である極小値をとる極値点を検出する。タイミング決定部 9 2 は、判定領域 D R 3 1 内において極小値をとる極値点を特定することにより、検出対象の干渉縞 S T を検出する。具体的には、タイミング決定部 9 2 は、判定領域 D R 3 1 内において算出される極値点間距離に基づいて、検出対象の干渉縞 S T を検出する。極値点間距離は、判定領域 D R 3 1 内で輝度が極小値となる地点（位置）の間の距離をいう。極値点間距離は、例えば、第 1

極値点と当該第1極値点から径方向外方に離れた第2極値点との間の距離（第1距離）を含む。極値点間距離は、例えば、第2極値点と当該第2極値点から径方向外方に離れた第3極値点との間の距離（第2距離ともいう）を含んでいてもよい。図10に示す例では、検出対象が3つの干渉縞ST1, ST2, ST3である。この場合、これら3つの干渉縞ST1, ST2, ST3の各間隔に相当する距離L1, L2を予め設定しておき、タイミング決定部92が、判定領域DR31内で検出された各極値点間距離がL1, L2に対応するか否かを判定するとよい。判定領域DR31内に干渉縞ST1, ST2, ST3が存在する場合、各極値点間距離がL1, L2に対応すると判定されることにより、検出対象の干渉縞ST1, ST2, ST3が検出される。

[0127] なお、タイミング決定部92は、判定領域DR31内において検出される極値点の数に基づいて、検出対象の干渉縞STを検出してもよい。図10に示す例では、検出対象が3つの干渉縞ST1, ST2, ST3である。このため、タイミング決定部92は、判定領域DR31内で3つの極値点が検出された場合に、検出対象の干渉縞ST1, ST2, ST3が検出されたと判定するとよい。

[0128] 極値点間距離L1, L2の比較に基づいて、第2処理開始タイミングが決定されてもよい。例えば、極値点間距離L1, L2の差が、既定の値となったときに、検出対象の干渉縞ST1, ST2, ST3が検出されたと判定されてもよい。換言すれば、例えば、タイミング決定部92は、第1距離としての極値点間距離L1が既定の距離となり、第2距離としての極値点間距離L2が既定の距離となったときに、検出対象の干渉縞ST1, ST2, ST3が検出されたと判定してもよい。このとき、タイミング決定部92は、第1距離と第2距離とに基づいて、第2処理開始タイミングを決定することが可能となる。なお、例えば、タイミング決定部92は、第1距離としての極値点間距離L1が既定の距離となったときに、検出対象の干渉縞ST1, ST2が検出されたと判定してもよい。この場合には、タイミング決定部92

は、第1距離としての極値点間距離 L_1 に基づいて、第2処理開始タイミングを決定することが可能となる。また、例えば、タイミング決定部92は、第2距離としての極値点間距離 L_2 が既定の距離となったときに、検出対象の干渉縞 ST_2 、 ST_3 が検出されたと判定してもよい。このとき、タイミング決定部92は、第2距離としての極値点間距離 L_2 に基づいて、第2処理開始タイミングを決定することが可能となる。このようにして、タイミング決定部92は、例えば、判定領域 DR_{31} 内において、基板 W の径方向における光強度が極大値または極小値となる極値点に応じて、基板 W に対する第2処理を行うタイミングとしての第2処理開始タイミングを決定することができる。別の観点から言えば、タイミング決定部92は、例えば、判定領域 DR_{31} 内において、基板 W の径方向における光強度が極大値または極小値となる極値点の径方向外方に向けた移動に応じて、基板 W に対する第2処理を行うタイミングとしての第2処理開始タイミングを決定することができる。

[0129] 図11は、第2処理開始タイミングを決定する処理の流れを示す図である。図11に示す流れは、IPA処理（図6：ステップ S_{13} ）を第1処理、撥水化処理（図6：ステップ S_{14} ）を第2処理として、第2処理開始タイミング（撥水化剤の吐出を開始するタイミング）を決定する処理の流れを示している。

[0130] IPA処理（図6：ステップ S_{13} ）において、基板 W の上面にノズル30からIPAが供給される（ステップ S_{21} ）。この間に、カメラ70が連続撮影を行う（ステップ S_{22} ）。連続撮像とは、カメラが撮像領域を一定間隔で連続して撮像することをいい、例えば33ミリ秒間隔で連続撮像を行うとよい。この連続撮影によって、基板 W の上面の状態を画像化した撮影画像82が取得される。

[0131] 連続撮像が開始されると、判定領域設定部91が取得された撮影画像82に対して判定領域 DR を設定する（ステップ S_{23} ）。ステップ S_{23} において設定される判定領域 DR は、検出対象である干渉縞 ST の検出パターン

に応じて異なる。例えば、図8において説明した第1の検出パターンの場合、1つの判定領域DR11が撮影画像82に対して設定される。また、例えば、図9において説明した第2の検出パターンの場合、撮影画像82に対して判定領域DRを設定する工程には、第1判定領域としての判定領域DR21に対する第2判定領域としての判定領域DR22の基板Wの径方向における相対的な位置を変更する工程が含まれ得る。

[0132] なお、IPAが吐出されている間に、連続撮像が開始されることは必須ではない。例えば、基板Wがチャンバ10に搬入された時点から搬出されるまでの間、連続撮像が行われてもよい。

[0133] 判定領域DRが設定されると、ノズル30から基板Wに対するIPAの供給が停止される（ステップS24）。この時点で、IPA処理（図6：ステップS13）が完了する。上述したように、IPAの供給が停止されると、基板W上のIPAは遠心力によって径方向外方へ振り切られる。これによって、液膜W1が次第に薄くなっていき、干渉縞STが出現し始める。

[0134] 極値点検出部921は、判定領域DRにおいて、径方向における輝度の極小値をとる極値点を検出する（ステップS25）。これにより、判定領域DRに重なる干渉縞STが極小値をとる極値点として検出される。

[0135] 極値点検出部921による極小値の検出結果に基づき、タイミング決定部92が、検出対象の干渉縞STが検出された否かを判定する（ステップS26）。この判定の具体的な内容は、干渉縞STの検出パターンによって異なる。検出対象の干渉縞STが検出されていないと判定された場合（ステップS26においてNO）、ステップS25に戻って、極小値の検出が継続して行われる。

[0136] 例えば、図8に示す第1の検出パターンの場合、タイミング決定部92は、判定領域DR11において検出される干渉縞ST間の検出時間差が予め設定された最適検出時間差に対応するときに、検出対象の干渉縞STが検出されたと判定する。また、図9に示す第2の検出パターンの場合、タイミング決定部92は、判定領域DR21、DR22、DR23において同時に干渉

縞STが検出されたときに、検出対象である干渉縞ST1, ST2, ST3が検出されたと判定する。また、図10に示す第3の検出パターンの場合、タイミング決定部92は、判定領域DR31において、極小値が検出された地点（位置）間の極値点間距離が予め設定された距離L1, L2に対応するときに、検出対象である干渉縞ST1, ST2, ST3が検出されたと判定する。

[0137] 図11に戻って、タイミング決定部92が検査対象の干渉縞STが検出されたと判定した場合（ステップS26においてYES）、タイミング決定部92は第2処理開始タイミングを決定する（ステップS27）。タイミング決定部92は、検出対象である干渉縞STが検出された検出完了時間（検出対象の干渉縞STに対応する極小値が検出された時間）に応じて、第2処理開始タイミングを決定する。例えば、タイミング決定部92は、検出完了時間から予め定められた遅延時間を加算して求められる時間を第2処理開始タイミングとする。

[0138] ステップS27において第2処理開始タイミングが決定されると、その第2処理開始タイミングでノズル30から基板Wの上面への撥水化剤の吐出が開始される（ステップS28）。これにより、撥水化处理（図6：ステップS14）が開始される。制御部9は、ステップS28において、タイミング決定部92によって決定されたタイミングにしたがって、次処理としてノズル30から撥水化剤を吐出させる。すなわち、制御部9は、第2処理開始タイミングに応じて次処理である撥水化处理を実行する。このため、制御部9、ノズル30およびノズル30に撥水化剤を供給する機構は、第2処理実行部の一例となり得る。第2処理実行部は、処理対象である基板Wに対して第2処理を行う部分であり、タイミング決定部92によって決定されたタイミングに応じて、基板Wに第2処理を行うことができる。

[0139] ステップS27において、第2処理開始タイミングを決定するために検出完了時間から加算される遅延時間の長さは、事前の実験的な基板処理に決定されてもよい。具体的には、検出対象の干渉縞STが検出された後、異なる

遅延時間で撥水化処理を開始し、その結果得られる基板Wの疎水化状況を評価する。この評価結果に基づいて、最適な遅延時間が決定されてもよい。

[0140] なお、ステップS 2 7において、第2処理開始タイミングを、検出完了時間から既定の遅延時間を加算した時間とすることは必須ではない。例えば、第2処理開始タイミングを、検出完了時間としてもよい。この場合、ステップS 2 6において、検出対象の干渉縞S Tが検出されたと判定されると、直ちに、撥水化剤の吐出が開始される。

[0141] 図1 1では、第1処理がI P A処理であり、第2処理が撥水化処理である場合における、第2処理開始タイミングの決定処理であるが、第1処理と第2処理との組み合わせはこれに限定されるものではない。例えば、第1処理が撥水化処理後のI P A処理（図6：ステップS 1 5）であり、第2処理がスピンドライ処理（図6：ステップS 1 6）である場合にも第2処理開始タイミングの決定処理を適用することが可能である。この場合、タイミング決定部9 2が決定した第2処理開始タイミングにしたがって、制御部9がスピンチャック2 0のスピンモータ2 2を制御することによって、基板Wの回転速度を3 0 0 r p mから1 5 0 0 r p mまで上昇させる。すなわち、制御部9は、第2処理開始タイミングに応じて第2処理であるスピンドライ処理を実行する。このため、制御部9およびスピンモータ2 2は、第2処理実行部となり得る。このような場合には、例えば、第2処理としてのスピンドライ処理は、基板Wの回転速度を、第1処理としてのI P A処理のときよりも大きくして、基板Wの上面に残留する第1処理液としてのI P Aを除去する処理となる。

[0142] <効果>

基板処理装置1 0 0によると、液処理である第1処理が行われた基板Wに対して、第2処理を適切なタイミングで実行できる。

[0143] 第2処理が液処理である場合（例えば、第1処理がI P A処理（図6：ステップS 1 3）であり、第2処理が撥水化処理（図6：ステップS 1 4）である場合）、第1処理液の膜（液膜W 1の膜）をできる限り薄くしてから第

2 処理液を供給できる。この場合、基板W上の第 1 処理液の量を少なくできるため、第 1 処理液から第 2 処理液への置換を促進できる。これにより、第 2 処理の処理時間を短縮できる。また、第 2 処理液の使用量を低減できるため、基板処理のコストを軽減できる。

[0144] 第 2 処理が乾燥処理である場合（例えば、第 1 処理が I P A 処理（図 6 : ステップ S 1 5）であり、第 2 処理がスピンドライ処理（図 6 : ステップ S 1 6）である場合）、基板処理装置 1 0 0 によると、第 1 処理液の膜厚が適切な状態で、乾燥処理に移行できる。このため、液膜の過剰な盛り上がりを抑制できる。これにより、基板表面を均一に処理できる。

[0145] <干渉縞 S T を検出するための条件設定について>

図 1 2 は、干渉縞 S T を検出する条件を設定するための設定画面 S W 1 を示す図である。基板処理装置 1 0 0 では、表示部 9 7 に表示される処理プログラム作成画面（不図示）において、オペレータが各洗浄処理ユニット 1 において実行させる処理内容を決定する処理が行われる。設定画面 S W 1 は、この処理プログラム作成画面から移行して表示される画面である。

[0146] 設定画面 S W 1 は、表示部 9 7 の画面全体またはその一部に表示されたウィンドウとして表示される。オペレータが設定画面 S W 1 上で所定の操作を行うと、判定領域設定部 9 1 はその操作入力に応じて、判定領域 D R の条件を設定する。判定領域設定部 9 1 は、図 1 1 に示すステップ S 2 3 において、その設定した条件に合致する判定領域 D R を、検出対象の干渉縞 S T を検出するための撮影画像 8 2 上に設定する。

[0147] 設定画面 S W 1 には、各種情報を表示する表示領域 D A 1 , D A 2 , D A 3 , D A 4 , D A 5 , D A 6 が定義されている。表示領域 D A 1 には、第 1 処理および第 2 処理の内容が表示される。表示領域 D A 1 には、指定された処理の内容であって、例えば、処理液の種類、処理液の吐出量、処理液の吐出時間、および処理液吐出時の基板Wの回転数などの処理条件の各パラメータが表示される。なお、表示領域 D A 1 において、オペレータの入力操作に基づき、各パラメータの変更が受け付けられてもよい。表示領域 D A 1 にて

、オペレータが、第1処理または第2処理の処理内容を設定すると、この第2処理開始タイミングが決定される。表示領域DA1には、後述する表示領域DA2、DA3において選択される検出パターンおよび位置パターンを示す領域が定義されている。

[0148] 第1処理および第2処理が設定されると、それらの処理条件に基づいて、タイミング決定部92が検出対象である干渉縞STを自動的に決定する。この決定処理のための事前準備として、第1処理について異なる条件ごとに、検出対象の干渉縞STがあらかじめ特定されるとよい。この場合、処理液、吐出量、回転数の各条件を変更して第1処理を行った各場合について、第2処理の好適な開始タイミングが決定され、その開始タイミングに対応した干渉縞STが決定されるとよい。

[0149] 表示領域DA2には、検出パターンを選択するための各ボタンBT11、BT12、BT13、BT14が表示される。各ボタンBT11、BT12、BT13は、干渉縞STの検出パターンを上述した第1から第3の検出パターン（図8から図10参照）のいずれかに設定するための操作部である。オペレータがボタンBT11、BT12、BT13のいずれかを操作することによって、対応する検出パターンが選択される。ここでは、ボタンBT11が操作されることによって、第1の検出パターンが選択されており、その選択結果を示す表示が、表示領域DA1に表示されている。ボタンBT14は、検出パターンを自動的に設定するための操作部である。ボタンBT14が操作されると、第1から第3の検出パターンのうちいずれかが自動的に選択される。

[0150] 表示領域DA3には、判定領域DRの位置パターンを選択するための各ボタンBT21、BT22、BT23、BT24が表示される。オペレータがボタンBT21、BT22、BT23、BT24のいずれかを操作すると、操作されたボタンに応じて判定領域DRの位置パターンが設定される。ボタンBT21、BT22、BT23に割り当てられる内容は、表示領域DA2において選択された検出パターン毎に予め設定されるとよい。例えば、第1

の検出パターンの場合、１つの判定領域ＤＲ１１が配置される位置（例えば径方向の位置）を、ボタンＢＴ２１，ＢＴ２２，ＢＴ２３の間で異ならせるとよい。第２の検出パターンの場合、各判定領域ＤＲ２１，ＤＲ２２，ＤＲ２２３の間の径方向における間隔を、ボタンＢＴ２１，ＢＴ２２，ＢＴ２３の間で異ならせるとよい。

[0151] ボタンＢＴ２４が操作された場合、判定領域設定部９１は、自動的に判定領域ＤＲの位置を設定する。例えば、判定領域設定部９１は、初期値として予め定められた位置に判定領域ＤＲを設定してもよいし、あるいは、所定の判断基準に基づいて判定領域ＤＲの位置を設定してもよい。後者の場合、検出対象の干渉縞ＳＴに応じて、その干渉縞ＳＴの検出に適する位置に判定領域を設定するとよい。

[0152] 表示領域ＤＡ４には、処理対象の基板Ｗの種類を選択するための各ボタンＢＴ３１，ＢＴ３２，ＢＴ３３が表示される。基板Ｗの種類は、例えば、基板Ｗの大きさ、基板Ｗの上面における回路パターンなどの構造物の有無、基板Ｗの上面の水に対する親和性（疎水性／親水性）など、干渉縞ＳＴの出現に影響する各状態に対応していることが好ましい。

[0153] 表示領域ＤＡ５には、撮影画像８２が表示される。この撮影画像８２は、過去のカメラ７０の撮像によって得られた撮影画像であってもよいし、あるいは、リアルタイムのカメラ７０の撮像によって得られる撮影画像であってもよい。撮影画像８２上には、好ましくは、表示領域ＤＡ２，ＤＡ３において選択された検出パターンおよび位置パターンに応じて、判定領域ＤＲを示す矩形状の枠が表示される。例えば、第１の検出パターンが選択された場合には１つの判定領域ＤＲ１１が表示されるとよい。

[0154] 撮影画像８２上において、判定領域ＤＲの位置を変更する操作が受け付けられてもよい。例えば、ドラッグ操作が受け付けられることによって、判定領域ＤＲが移動後の位置に変更されてもよい。判定領域ＤＲの移動操作は、径方向に対応する一方向（ここでは、撮影画像８２の水平方向）にのみ変更されるようにしてもよい。この場合、干渉縞ＳＴの移動方向（径方向外方）

に合わせて判定領域DRの位置を変更できるため、判定領域DRを容易に設定できる。

[0155] 過去の撮像によって得られた撮影画像82を表示する場合、表示領域DA1で指定された第1処理から第2処理へ移行する際の撮影画像82であって、検出対象の干渉縞STが出現している撮影画像82（例えば、図7に示す撮影画像82b, 82c）を採用できる。この場合、オペレータは、干渉縞STを目視しつつ判定領域DRの枠を移動させることができるため、判定領域DRを適切な位置に設定できる。また、表示領域DA5において、連続撮像によって得られた一連の撮影画像82を連続再生することによって、動画表示を行ってもよい。この場合、再生または停止などの表示を制御する各種ボタンを用意して、オペレータによる表示制御が受け付けられてもよい。これにより、オペレータは、干渉縞STが出現する様子を確認しつつ、判定領域DRの条件を適切に設定できる。

[0156] 表示領域DA6は、目標膜厚の入力を受け付ける領域である。目標膜厚は、第2処理を開始するときの目安となる第1処理液の液膜W1の厚さである。目標膜厚が入力されると、タイミング決定部92は、その目標膜厚に対応するときに出現する干渉縞STを特定する。この特定処理のため、事前準備として、第1処理におけるノズル30からの処理液の吐出停止後において、液膜W1の厚さが測定される。各干渉縞STが出現するときの各出現時間と、液膜W1の厚さとの関係が特定されるとよい。この場合、処理液、吐出量、回転数の各条件を変更して第1処理を行った各場合について、各干渉縞STの出現タイミングに対応する液膜W1の厚さが決定されるとよい。なお、厚さが測定される基板Wの位置は、基板Wの中心、外縁、または、これらの中間の位置のいずれであってもよい。

[0157] 表示領域DA6において目標膜厚が入力された場合、表示領域DA2, DA3において、その目標膜厚に対応する干渉縞STに応じて、その干渉縞STに応じた検出パターン、および、位置パターンの候補が絞り込まれて表示されてもよい。この場合、事前に検出対象の干渉縞STごとに検出パターン

および位置パターンを決めておくといよい。

[0158] また、第1処理における回転数または吐出時間の条件によっては、入力された目標膜厚に到達しないことによって、検出対象の干渉縞STが特定できない場合がある。このような場合には、設定画面SW1上などにおいて「検知不能、ステップ時間を長くしてください」などの表示を行ってもよい。これにより、オペレータに対して処理条件の変更を促すことができる。

[0159] <2. 第2実施形態>

次に、第2実施形態について説明する。以降の説明において、すでに説明した要素と同一または類似の機能を有する要素については、同じ符号またはアルファベット文字を追加した符号を付して、詳細な説明を省略する場合がある。

[0160] 図13は、第2実施形態の基板処理装置100Aを示す図である。基板処理装置100Aの制御部9Aは、タイミング決定部92Aを備えている。タイミング決定部92Aは、特徴ベクトル抽出部922および分類器K2を備えている。

[0161] 特徴ベクトル抽出部922は、ステップS22の連続撮像によって取得された一連の撮影画像82の各々から、複数種類の特徴量の配列である特徴ベクトルを抽出する。特徴量の項目は、例えば、グレースケールでの画素値または輝度の総和、画素値または輝度の標準偏差などである。

[0162] 分類器K2は、特徴ベクトル抽出部922によって抽出された特徴ベクトルに基づき、撮影画像82を、第2処理開始タイミングの決定の目安となる画像であることを示す第1クラスと、第2処理開始タイミングの決定の目安とはならない画像であることを示す第2クラスとの間で分類する。

[0163] タイミング決定部92Aは、一連の撮影画像82を分類器K2によって分類する。第1クラスに分類される撮影画像82が出現した場合に、タイミング決定部92Aは、その撮影画像82が取得された時間に応じて、第2処理開始タイミングを決定する。すなわち、分類器K2は、複数種類の特徴ベクトルに基づいて、撮影画像が第2処理開始タイミングの決定の目安となる画

像か否かを判定する画像判定部の一例である。

[0164] 図13に示すように、制御部9Aには、通信部99が接続されている。通信部99は、制御部9Aがサーバ8とデータ通信を行うために設けられる。基板処理装置100A、通信部99およびサーバ8は、基板処理システムを構成している。分類器K2は、サーバ8が機械学習によって生成したものであって、サーバ8から制御部9Aに通信部99を介して提供される。

[0165] サーバ8は、機械学習部80を備えている。機械学習部80は、機械学習によって分類器K2を生成する。機械学習としては、ニューラルネットワーク、決定木、サポートベクタマシン（SVM）、判別分析などの公知の手法を採用できる。

[0166] 機械学習部80の機械学習に用いられる教師データとしては、例えば、カメラ70によって得られる撮影画像82（またはその特徴ベクトル）の各々にクラスを教示したものを利用できる。カメラ70によって取得された撮影画像82は、基板処理装置100Aから通信部99を介してサーバ8に提供できる。

[0167] 例えば、図7に示す撮影画像82a、82c、82dを教師データとする場合、第2処理開始タイミングの目安となる撮影画像82が、撮影画像82c（すなわち、基板W上に出現する干渉縞STの数が3つの状態）であるときは、当該撮影画像82cについては第2処理開始タイミングの目安であることを示す第1クラスを教示する。そして、撮影画像82a、82b、82dについては第2処理開始タイミングの目安ではないことを示す第2クラスを教示するとよい。このような各教師データを多数用意して、機械学習部80に学習させることによって、機械学習部80が特徴ベクトルに基づいて撮影画像82を第1クラスおよび第2クラスの間で分類する分類器K2を生成する。

[0168] 分類器K2は、基板Wの種類（例えば、基板Wの大きさ、基板Wの上面における回路パターンなどの構造物の有無、基板Wの上面の水に対する親和性（疎水性／親水性））ごと、あるいは、第1処理の異なる条件（処理液の種

類、吐出量、吐出時間) ごとに、複数種類の分類器K 2 が生成されるとよい。この場合、基板Wの種類ごと、あるいは、第1 処理の異なる条件ごとに教師データを準備して、機械学習が行われるとよい。

[0169] サーバ8 に対して複数台の基板処理装置1 0 0 Aが通信可能に接続されることによって、サーバ8 から各基板処理装置1 0 0 Aに分類器K 2 が提供されてもよい。

[0170] 分類器K 2 がサーバ8 から提供されることは必須ではない。例えば、分類器K 2 が、光学メディア、フラッシュメモリなどの記憶媒体を介して、制御部9 Aに提供されてもよい。また、基板処理装置1 0 0 Aが機械学習部8 0 を備えることによって、基板処理装置1 0 0 Aにおいて分類器K 2 が生成されてもよい。

[0171] 基板処理装置1 0 0 Aにおいて、第2 処理開始タイミングの決定処理は、図1 1 に示すステップS 2 4 (I P Aの供給停止) の後、タイミング決定部9 2 Aが、カメラ7 0 によって取得される一連の撮影画像8 2 を分類器K 2 がクラス分類することによって、第2 処理開始タイミングの目安となる撮影画像8 2 を検出する。そして、タイミング決定部9 2 Aは、その撮影画像8 2 が検出された検出時間、あるいは、その検出時間から既定の遅延時間を加算した時間を、第2 処理開始タイミングとする。

[0172] 本実施形態では、分類器K 2 は撮影画像8 2 の全体に基づいてクラス分類を行う。このため、撮影画像8 2 の全体が判定領域とされる。また、上述したように、分類器K 2 は、干渉縞S Tの出現状態に応じてクラスが教示された撮影画像8 2 を教師データとして、機械学習により生成される。このため、タイミング決定部9 2 Aは、判定領域内における径方向外方に移動する干渉縞S T (撮影画像8 2 上では光強度に関する極値点) に応じて、第2 処理の開始タイミングを決定することとなる。

[0173] 本実施形態においても、第1 処理液の液膜W 1 の厚さに応じて出現する干渉縞S Tに基づいて、第2 処理開始タイミングを決定できる。したがって、第2 処理が液処理である場合には、液膜W 1 をできるだけ薄くしてから第2

処理を開始することで第1処理液から第2処理液への置換を促進できるため、第2処理液の供給量および供給時間を短くできる。また、第2処理が乾燥処理である場合にも、第1処理液の液膜W1が最適な厚さのときに、乾燥処理を開始できる。

[0174] なお、撮影画像82の全体を教師データとすることは必須ではない。例えば、撮影画像82から判定領域DR内の画像部分のみを、教師データとして利用できる。この場合、画像サイズを小さくできるため、各種演算処理量を低減できる。

[0175] この発明は詳細に説明されたが、上記の説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。上記各実施形態および各変形例で説明した各構成は、相互に矛盾しない限り、組み合わせ、または、省略可能である。

符号の説明

[0176] 100, 100A 基板処理装置

1 洗浄処理ユニット

8 サーバ

9, 9A 制御部

10 チャンバ

20 スピンチャック

21 スピンベース

22 スピンモータ

24 回転軸

26 チャックピン

30, 60, 65 ノズル

31 吐出ヘッド

70 カメラ

71 照明部

80 機械学習部

82, 82a, 82b, 82c, 82d 撮影画像

91 判定領域設定部

92, 92A タイミング決定部

96 記憶部

97 表示部

98 入力部

99 通信部

921 極値点検出部

922 特徴ベクトル抽出部

CX 回転軸線

DR, DR11, DR21, DR22, DR23, DR31 判定領域

K2 分類器 (画像判定部)

ST, ST1, ST2, ST3, STL 干渉縞

W 基板

W1 (第1処理液の) 液膜

請求の範囲

- [請求項1] 水平姿勢で回転する基板の上面を処理液で処理する基板処理方法であって、
- (a) 水平姿勢で基板を保持する工程と、
 - (b) 前記工程 (a) によって水平姿勢に保持されている前記基板を鉛直方向の回転軸線まわりに回転させる工程と、
 - (c) 前記工程 (b) によって回転する前記基板の上面に第 1 処理液を供給する工程と、
 - (d) 前記工程 (c) の後、前記第 1 処理液の供給を停止する工程と、
 - (e) 前記工程 (d) の後、前記基板の上面に残留する前記第 1 処理液の膜を薄くする工程と、
 - (f) 前記工程 (e) において、前記基板の上面をカメラで撮影する工程と、
 - (g) 前記工程 (f) によって取得される撮影画像に設定された判定領域内における、前記回転軸線に直交する径方向における光強度が極大または極小となる極値点に応じて、前記基板に対する第 2 処理を行うタイミングを決定する工程と、
 - (h) 前記工程 (g) で決定されたタイミングに応じて、前記基板に対して前記第 2 処理を行う工程と、
- を含む、基板処理方法。
- [請求項2] 請求項 1 の基板処理方法であって、
- 前記工程 (h) において、前記基板の上面全体に前記第 1 処理液の膜が残留している間に、前記第 2 処理が開始される、基板処理方法。
- [請求項3] 請求項 1 または請求項 2 の基板処理方法であって、
- 前記判定領域が、前記撮影画像における前記基板の前記上面に設定される、基板処理方法。
- [請求項4] 請求項 3 の基板処理方法であって、

前記工程（g）は、

（g 1） 前記判定領域内において1つの極値点が検出されてから次の極値点が検出されるまでの時間に応じて、前記タイミングを決定する工程、
を含む、基板処理方法。

[請求項5] 請求項4の基板処理方法であって、
前記工程（g）は、

（g 2） 前記判定領域内において、第1極値点が検出されてから第2極値点が検出されるまでの第1時間と、前記第2極値点が検出されてから第3極値点が検出されるまでの第2時間と、に基づいて、前記タイミングを決定する工程、
を含む、基板処理方法。

[請求項6] 請求項1から請求項3のいずれか1つの請求項の基板処理方法であって、
前記工程（g）は、

（g 3） 前記判定領域において検出される第1極値点と当該第1極値点から径方向外方に離れた第2極値点との間の第1距離に基づいて、前記タイミングを決定する工程、
を含む、基板処理方法。

[請求項7] 請求項1から請求項3のいずれか1つの請求項の基板処理方法であって、

前記判定領域は、第1判定領域と、当該第1判定領域から径方向外方に離れた第2判定領域と、を含み、

前記（g）工程は、

（g 4） 前記第1判定領域において第1極値点が検出され、前記第2判定領域において第2極値点が検出されることに基づいて、前記タイミングを決定する工程、を含む、基板処理方法。

[請求項8] 請求項7の基板処理方法であって、

(i) 前記工程 (g) よりも前に、前記第 1 判定領域に対する前記第 2 判定領域の径方向における相対的な位置を変更する工程、
をさらに含む、基板処理方法。

[請求項9] 請求項 6 の基板処理方法であって、
前記工程 (g) は、

(g 5) 前記第 1 距離と、前記判定領域内において、前記第 2 極値点と前記第 2 極値点から径方向外方に離れた第 3 極値点との間の第 2 距離とに基づいて、前記タイミングを決定する工程、
を含む、基板処理方法。

[請求項10] 請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 つの請求項の基板処理方法であって、
前記工程 (g) は、

(g 6) 前記判定領域において、複数の極値点のうち、最後に検出可能な最終極値点から数えて 3 つの前記極値点を検出することによって、前記タイミングを決定する工程、
を含む、基板処理方法。

[請求項11] 請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 つの請求項の基板処理方法であって、
前記カメラが赤外線カメラである、基板処理方法。

[請求項12] 請求項 11 の基板処理方法であって、
前記工程 (f) は、

(f 1) 前記基板の上面に赤外線を照射する工程、
を含む、基板処理方法。

[請求項13] 請求項 1 から請求項 12 のいずれか 1 つの請求項の基板処理方法であって、

前記第 2 処理は、前記基板の上面に前記第 1 処理液とは異なる第 2 処理液を供給する処理である、基板処理方法。

[請求項14] 請求項 1 から請求項 12 のいずれか 1 項の基板処理方法であって、

前記第2処理は、基板の回転速度を前記工程（e）のときよりも大きくして、前記基板の上面に残留する前記第1処理液を除去する処理である、基板処理方法。

[請求項15] 水平姿勢で回転する基板の上面に対する液処理を行う基板処理装置であって、

基板を水平姿勢で保持する基板保持部と、

前記基板保持部に保持された基板である対象基板を鉛直方向の回転軸線まわりに回転させる回転部と、

前記対象基板の上面に第1処理液を供給する処理液供給部と、

前記対象基板の上面を撮影するカメラと、

前記カメラによって取得される撮影画像に設定された判定領域内において、前記回転軸線に直交する径方向における光強度が極大値または極小値となる極値点の径方向外方に向けた移動に応じて、前記対象基板に対する第2処理を行うタイミングを決定するタイミング決定部と、

前記タイミング決定部によって決定された前記タイミングに応じて、前記対象基板に第2処理を行う第2処理実行部と、
を備える、基板処理装置。

[請求項16] 請求項15の基板処理装置であって、

前記判定領域が、前記撮影画像における前記対象基板の前記上面に設定される、基板処理装置。

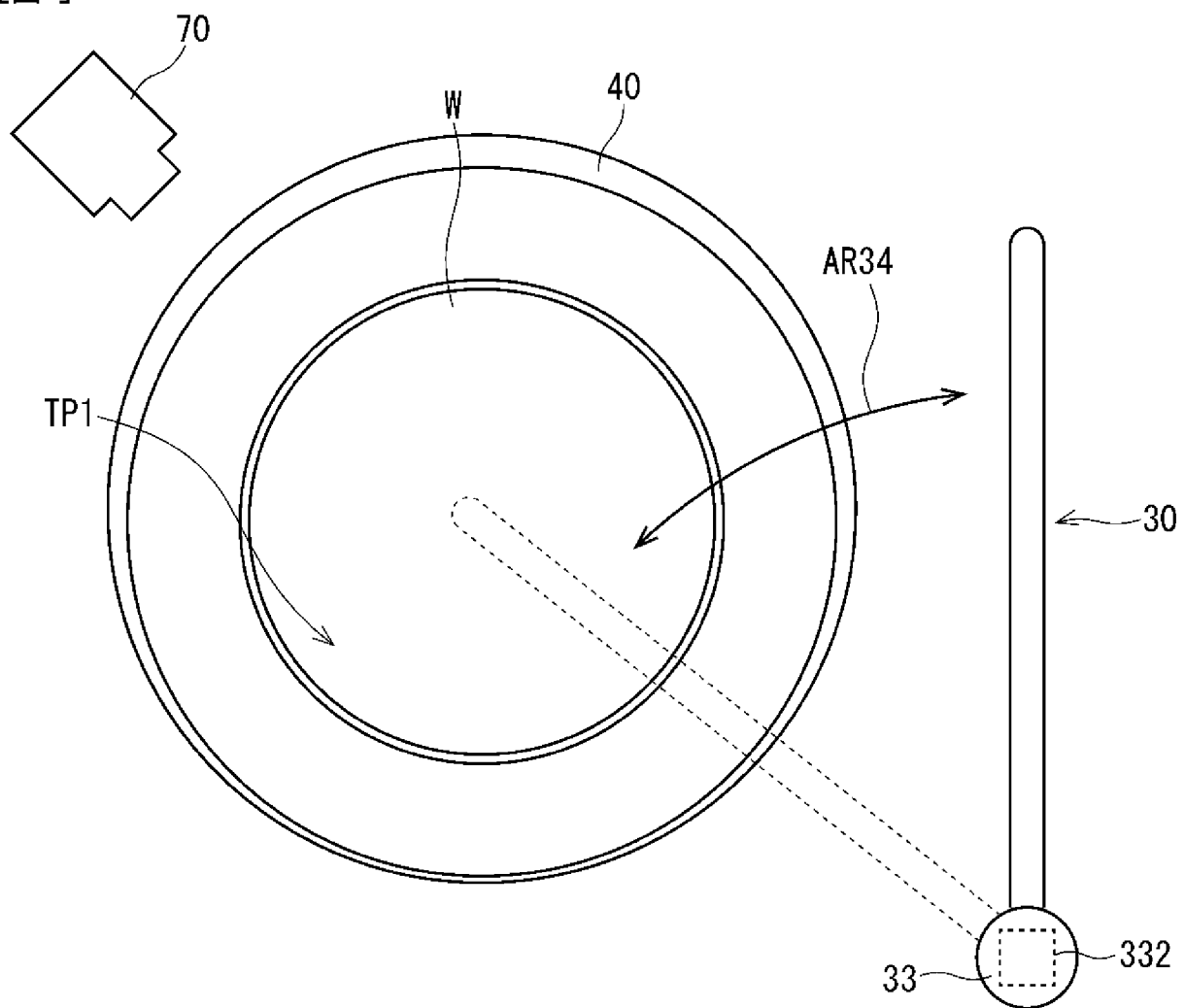
[請求項17] 請求項15または請求項16の基板処理装置であって、

前記タイミング決定部は、

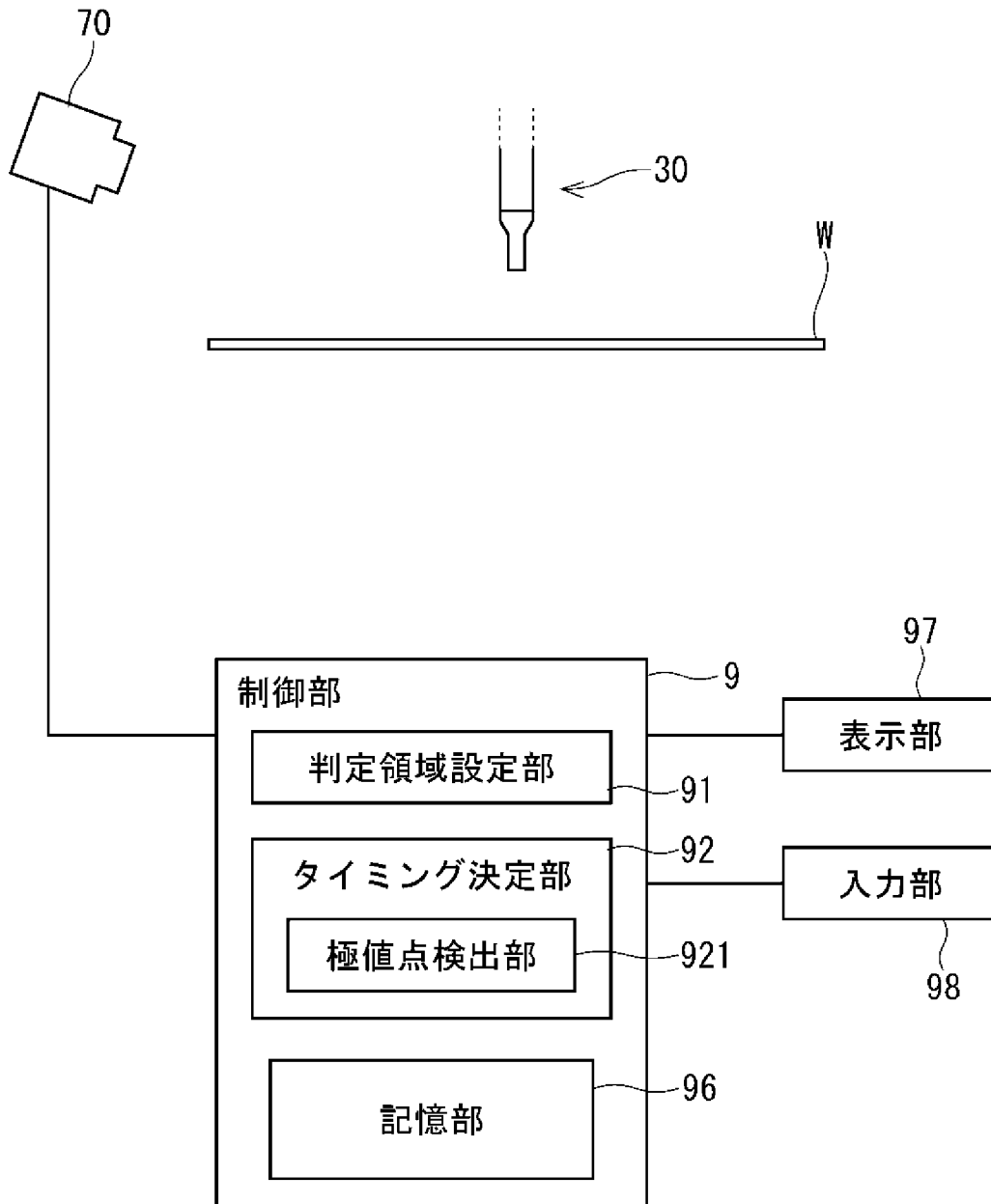
前記撮影画像から複数種類の特徴ベクトルを抽出する特徴ベクトル抽出部と、

前記複数種類の特徴ベクトルに基づいて、前記撮影画像が前記タイミングの決定の目安となる画像か否かを判定する画像判定部と、
を含む、基板処理装置。

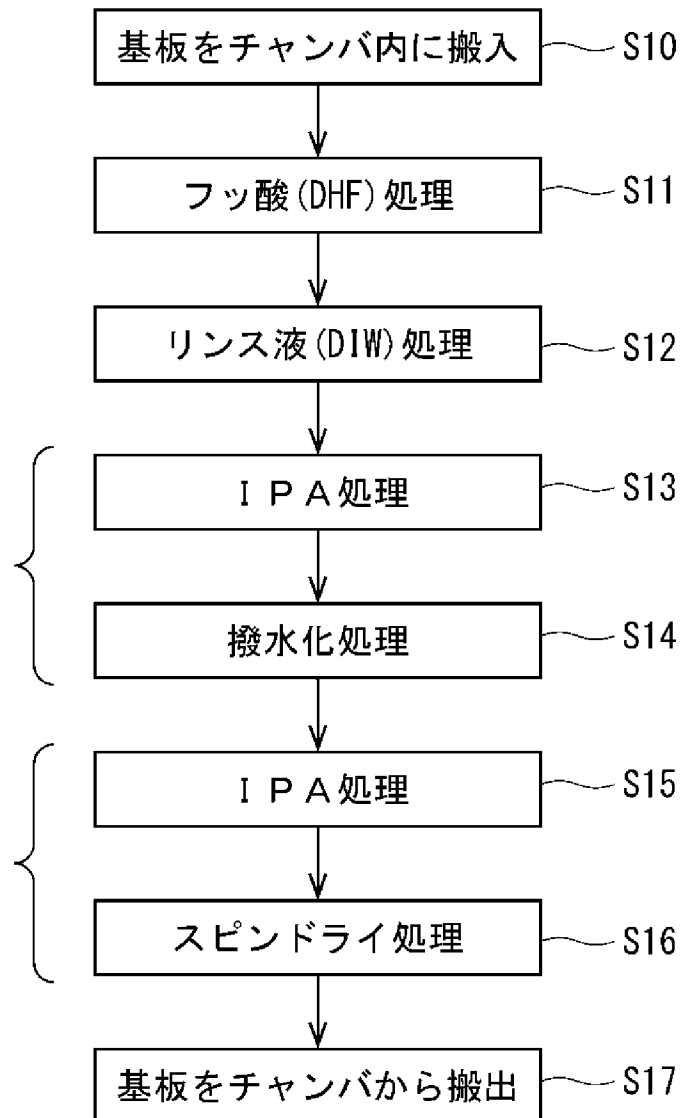
[図4]



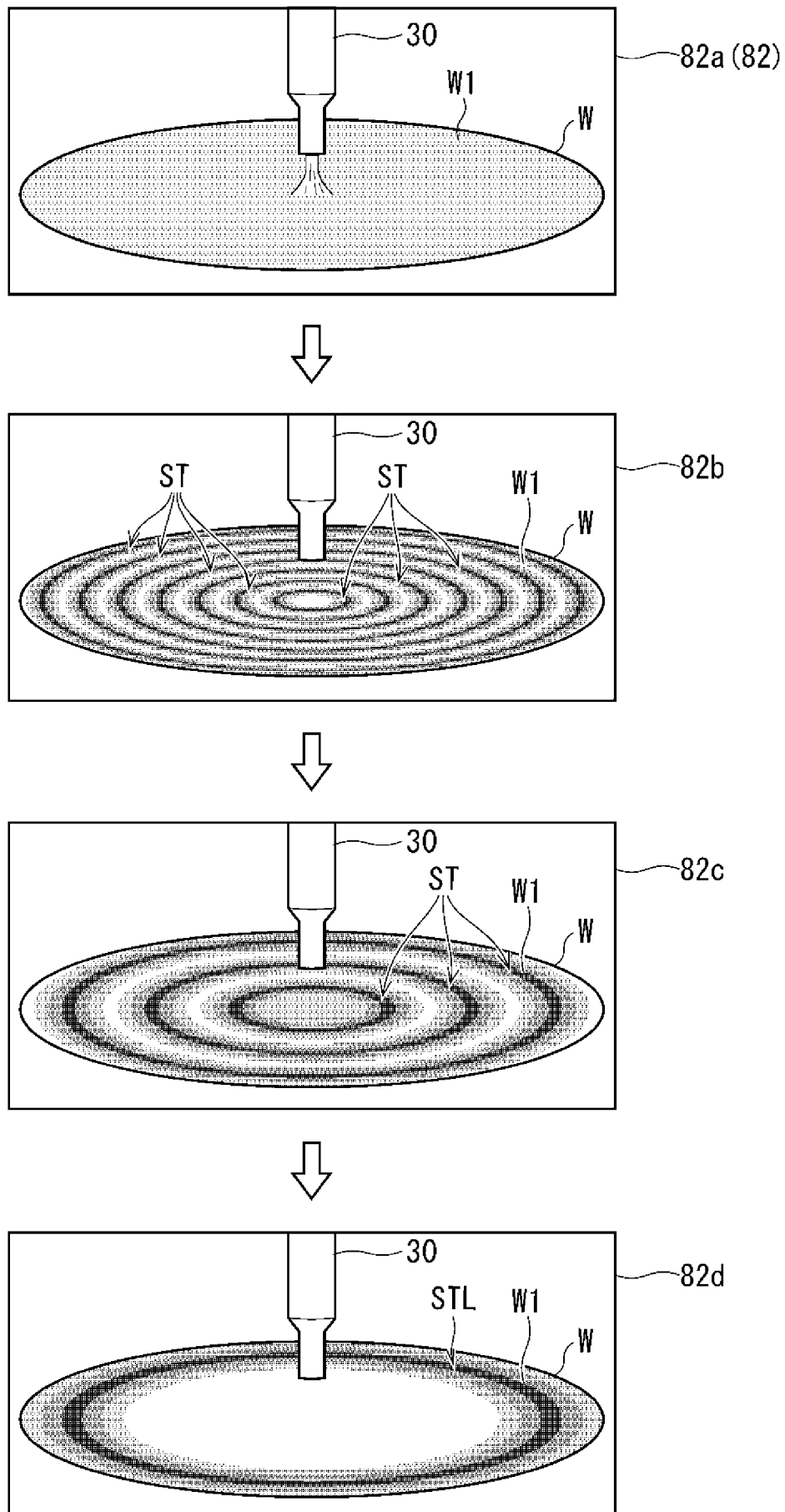
[図5]



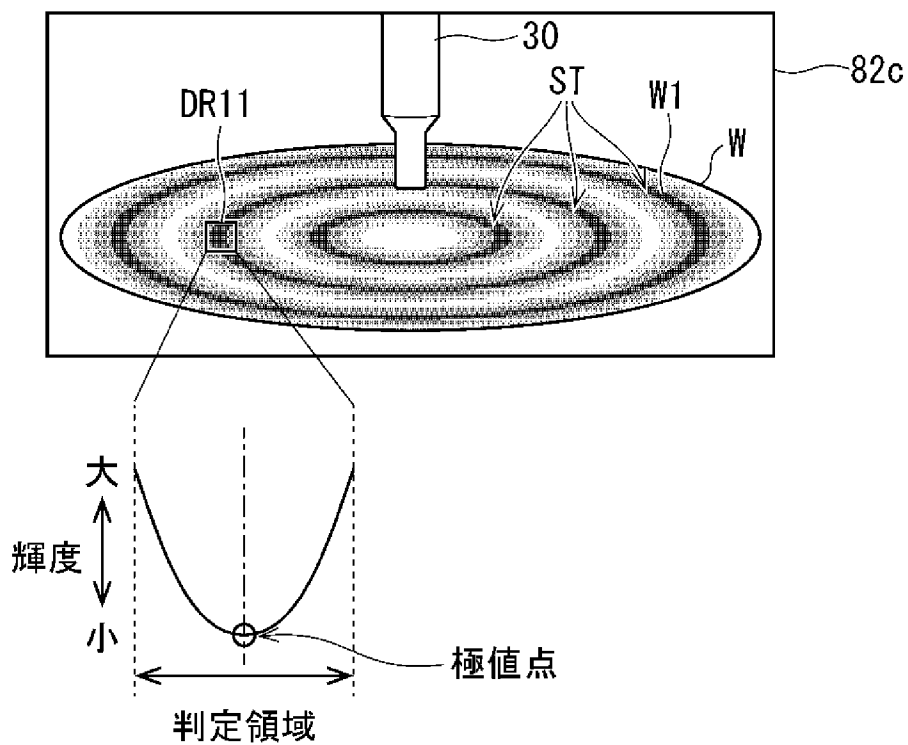
[図6]



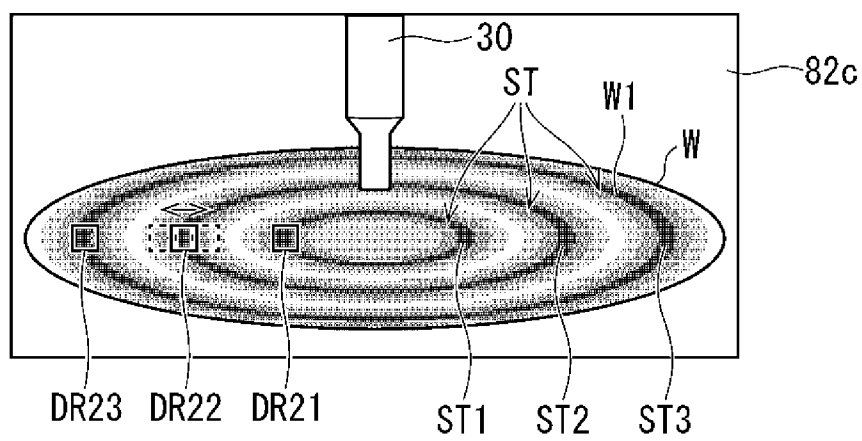
[図7]



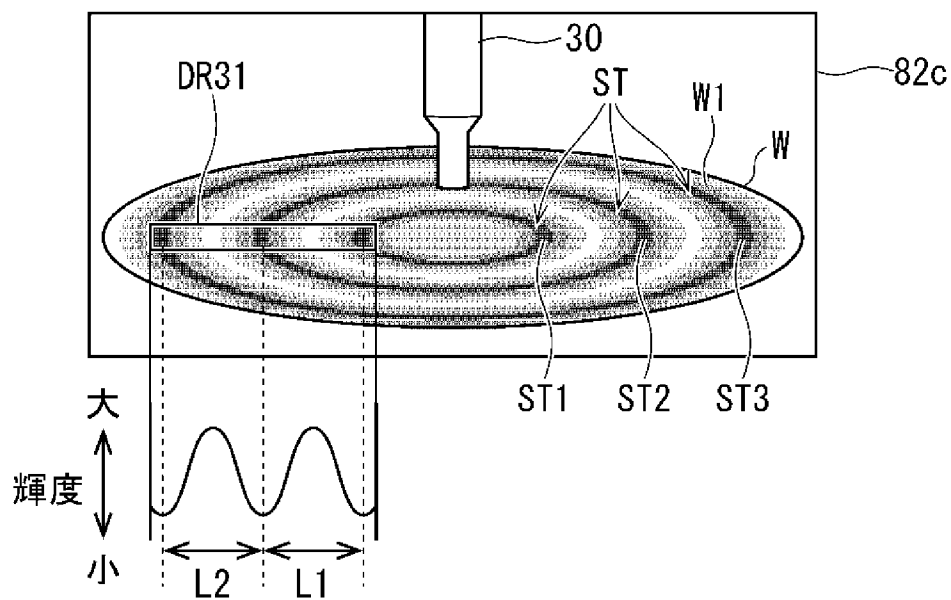
[図8]



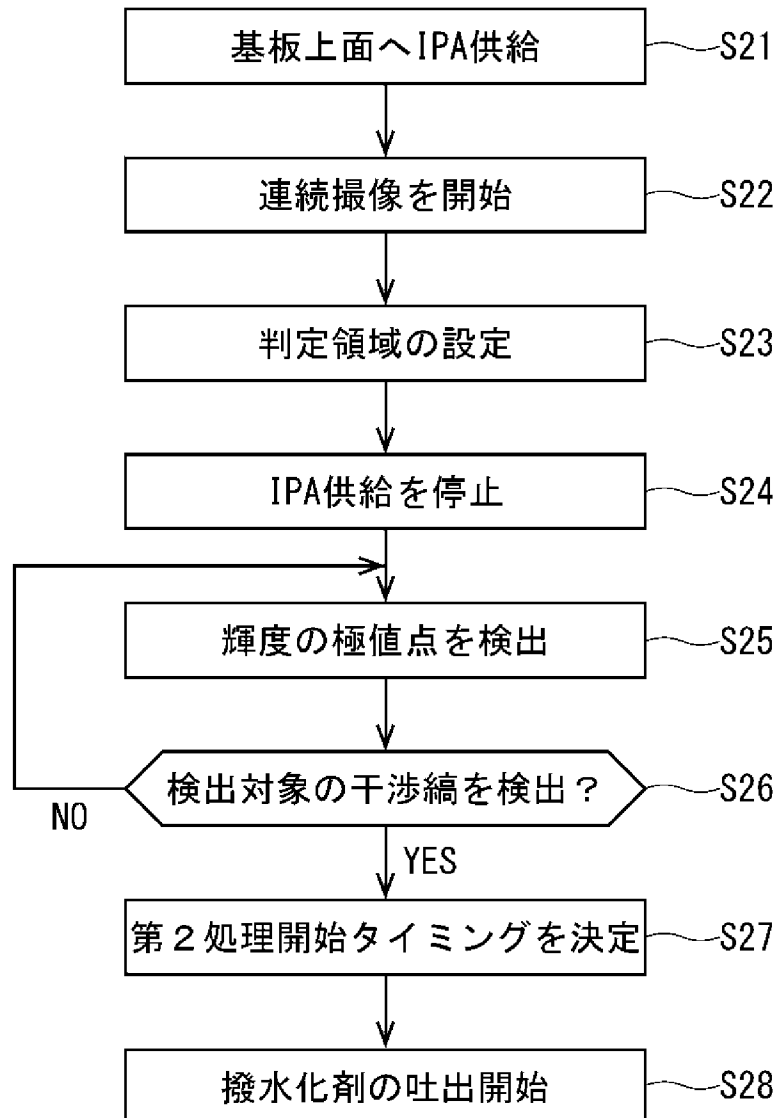
[図9]



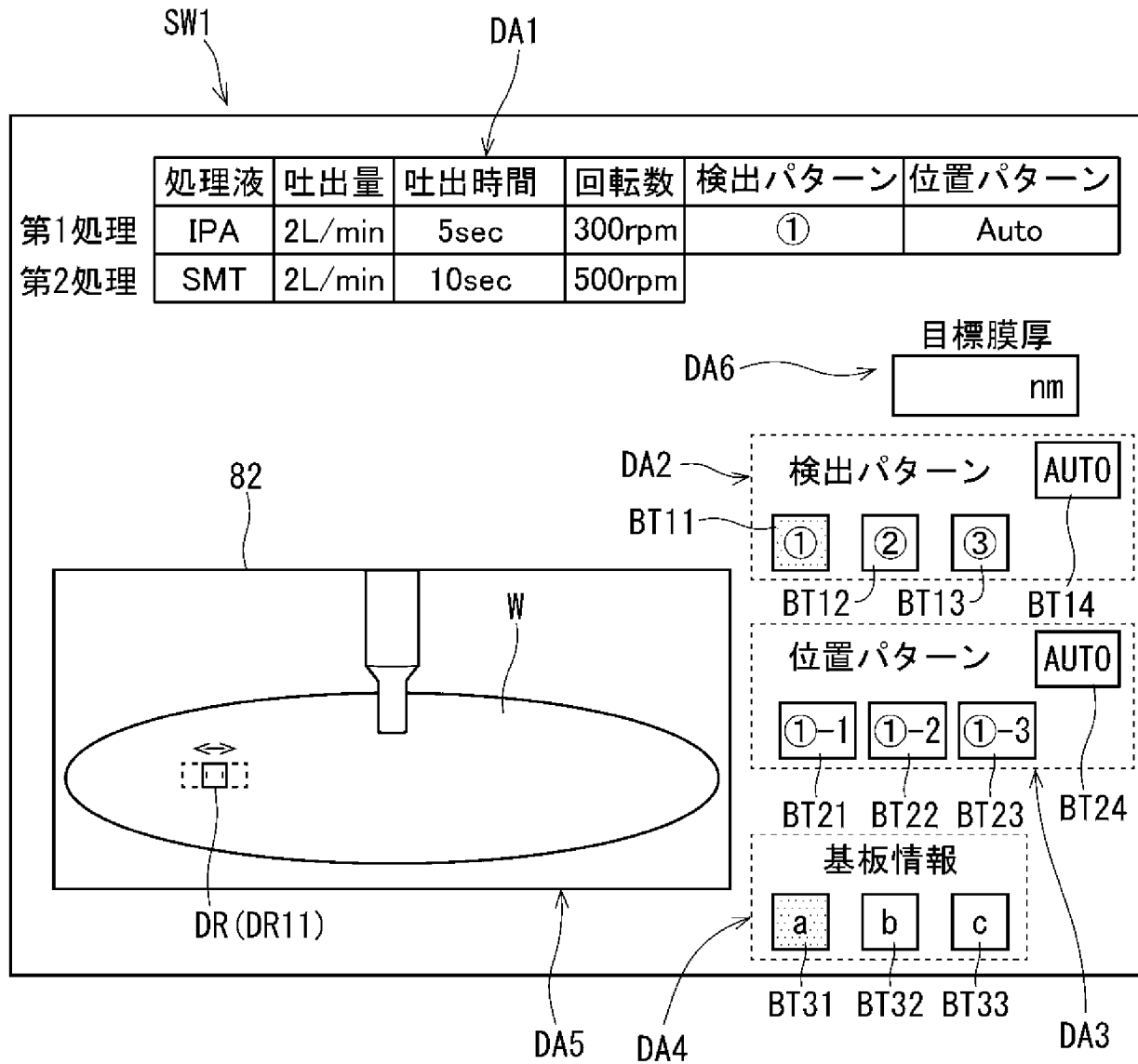
[図10]



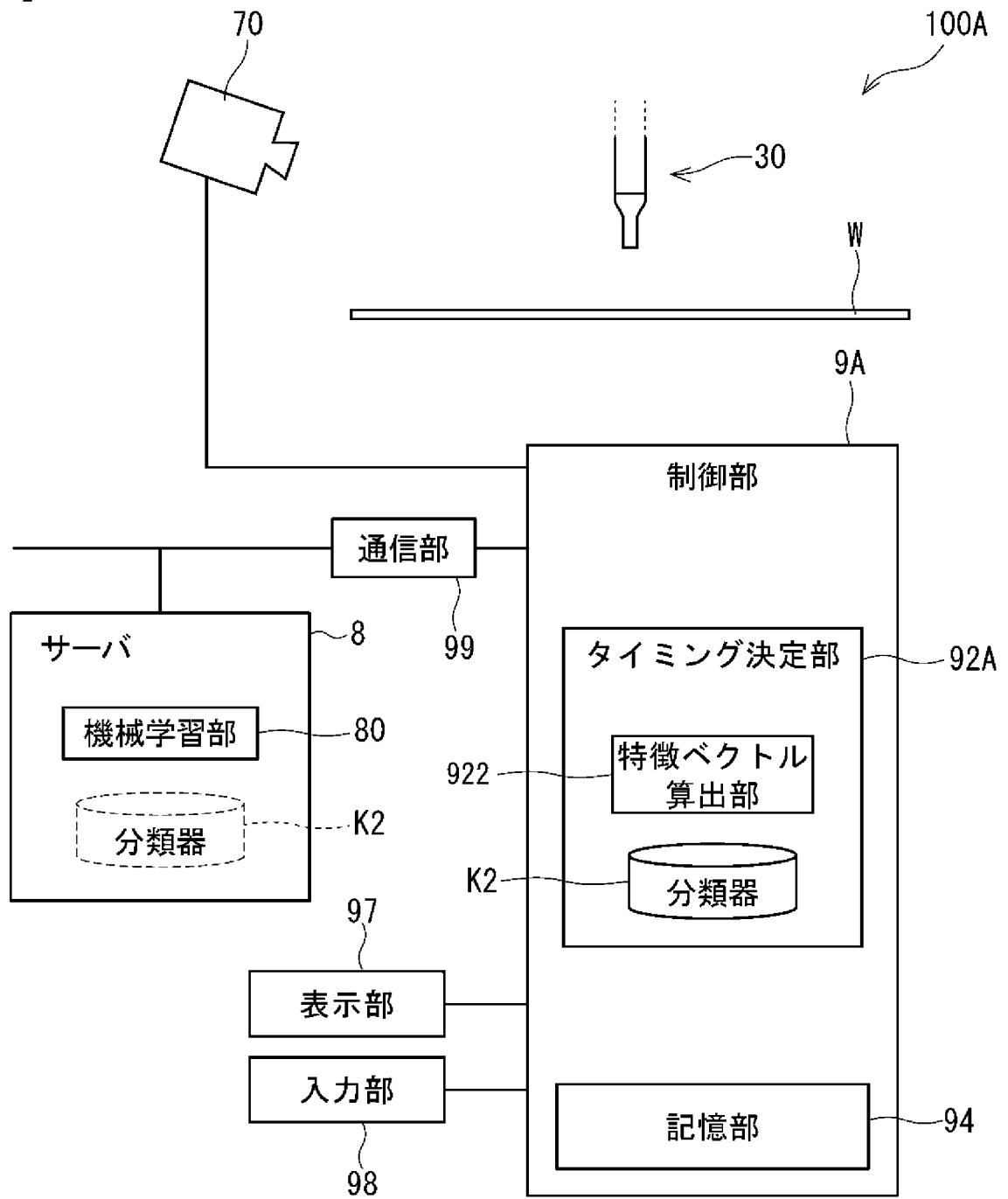
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/029061

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/304 (2006.01) i, H01L21/027 (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)

Int.Cl. H01L21/304-308, G01B11/06, H01L21/02-027

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2008-91752 A (SOKUDO CO., LTD.) 17 April 2008, paragraphs [0028]-[0047], fig. 1-5 & US	1-3, 6-8, 11, 13, 15-16
Y	2008/0090186 A1, paragraphs [0043]-[0065] & CN 101158819 A & KR 10-2008-0031618 A & TW 200825638 A	1-17
X	JP 2017-69354 A (SHIBAURA MECHATRONICS CORPORATION) 06 April 2017, paragraphs [0012]-[0050], fig. 1-6 (Family: none)	1-3, 15-16
Y		1-17



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

"I" 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
17 October 2019 (17.10.2019)

Date of mailing of the international search report
29 October 2019 (29.10.2019)

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/JP2019/029061

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	JP 2-233174 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 14 September 1990, page 1, lower right column, line 8 to page 2, upper left column, line 11, page 2, lower right column, line 3 to page 5, lower right column, line 4, fig. 1-7 (Family: none)	1-5, 11-16 6-10, 17
Y	JP 2014-209605 A (SHIBAURA MECHATRONICS CORPORATION) 06 November 2014, paragraphs [0010]-[0025], [0033]-[0053], fig. 1, 4-10 & US 2016/0071746 A1, paragraphs [0021]-[0036], [0044]-[0064] & WO 2014/157180 A1 & TW 201508815 A & KR 10-2015-0119186 A & CN 105103268 A	1-17
Y	JP 2010-239014 A (SHIBAURA MECHATRONICS CORPORATION) 21 October 2010, paragraph [0056] (Family: none)	6-14, 17
Y	JP 2010-62259 A (SHIBAURA MECHATRONICS CORPORATION) 18 March 2010, paragraph [0017] (Family: none)	6-14, 17
Y	JP 2013-167545 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) 29 August 2013, paragraphs [0017]-[0063], fig. 1-11 (Family: none)	17
A	JP 2004-335542 A (TOSHIBA CORP.) 25 November 2004 (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/304(2006.01)i, H01L21/027(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. H01L21/304-308, G01B11/06, H01L21/02-027

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2008-91752 A（株式会社SOKUDO）2008.04.17, 段落[0028]－[0047]及び図1－5 & US 2008/0090186 A1, 段落[0043]－[0065] & CN 101158819 A & KR 10-2008-0031618 A & TW 200825638 A	1-3, 6-8, 11, 13, 15-16 1-17
X Y	JP 2017-69354 A（芝浦メカトロニクス株式会社）2017.04.06, 段落[0012]－[0050]及び図1－6 （ファミリーなし）	1-3, 15-16 1-17

☑ 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

17.10.2019

国際調査報告の発送日

29.10.2019

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）

安田 雅彦

5 F

9447

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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
Y A	JP 2-233174 A (三菱電機株式会社) 1990. 09. 14, 第1頁右下欄8行ー第2頁左上欄11行, 第2頁右下欄3行 ー第5頁右下欄4行及び第1ー7図 (ファミリーなし)	1-5, 11-16 6-10, 17
Y	JP 2014-209605 A (芝浦メカトロニクス株式会社) 2014. 11. 06, 段落[0010]ー[0025], [0033]ー[0053]及び図1, 4ー10 & US 2016/0071746 A1, 段落[0021]ー[0036], [0044]ー[0064] & WO 2014/157180 A1 & TW 201508815 A & KR 10-2015-0119186 A & CN 105103268 A	1-17
Y	JP 2010-239014 A (芝浦メカトロニクス株式会社) 2010. 10. 21, 段落[0056] (ファミリーなし)	6-14, 17
Y	JP 2010-62259 A (芝浦メカトロニクス株式会社) 2010. 03. 18, 段落[0017] (ファミリーなし)	6-14, 17
Y	JP 2013-167545 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2013. 08. 29, 段落[0017]ー[0063]及び図1ー11 (ファミリーなし)	17
A	JP 2004-335542 A (株式会社東芝) 2004. 11. 25 (ファミリーなし)	1-17