

(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
2018年4月26日(26.04.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/074091 A1

(51) 国際特許分類:

B24B 49/04 (2006.01) B24B 49/03 (2006.01)
B24B 37/005 (2012.01) B24B 55/06 (2006.01)
B24B 37/12 (2012.01) H01L 21/304 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/032306

(22) 国際出願日: 2017年9月7日(07.09.2017)

(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:

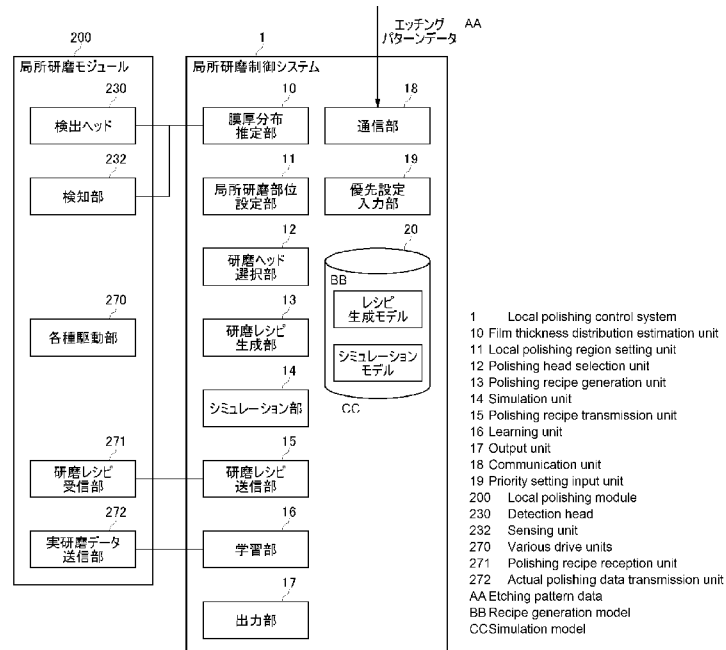
特願 2016-204675 2016年10月18日(18.10.2016) JP
特願 2016-204676 2016年10月18日(18.10.2016) JP
特願 2016-204678 2016年10月18日(18.10.2016) JP

(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: 武田 晃一 (TAKEDA, Koichi); 〒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). 鳥越 恒男 (TORIKOSHI, Tsuneo); 〒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). 大石 邦夫 (OISHI, Kunio); 〒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). 渡辺 和英 (WATANABE, Katsuhide); 〒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). 安田 穂積 (YASUDA, Hozumi); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING CONTROL SYSTEM, SUBSTRATE PROCESSING CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 基板処理制御システム、基板処理制御方法、およびプログラム



(57) Abstract: A local polishing system is provided with: a particle estimation unit (30) which estimates a film thickness distribution of a wafer; a local polishing region setting unit (11) which sets a local polishing region of the wafer on the basis of the film thickness distribution; a polishing head selection unit (12) which selects a polishing head on the basis of the size of the local polishing region; a model storage unit (20) which stores a recipe generation model that, with an attribute of the local polishing region as an input node, and a recipe for polishing processing as an output node, defines a



荏原製作所内 Tokyo (JP). 石井 遊(ISHII, Yu);
〒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: 鈴木 守, 外 (SUZUKI, Mamoru et al.);
〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西 1 - 5 -
8 D I S 恵比寿ビル 6 階 K S I パートナ
ーズ法律特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
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))

relationship between the input node and the output node; a polishing recipe generation unit (13) which applies the attribute of the local polishing region set by the local polishing region setting unit (11) to the input node of the recipe generation model to find a polishing recipe for polishing the local polishing region; and a polishing recipe transmission unit (15) which transmits data of the polishing recipe to a local polishing module (200) for performing local polishing.

(57) 要約: 局所研磨システムは、ウェハの膜厚分布を推定するパーティクル推定部 (30) と、膜厚分布に基づいて、ウェハの局所研磨部位を設定する局所研磨部位設定部 (11) と、局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択する研磨ヘッド選択部 (12) と、局所研磨部位の属性を入力ノード、研磨処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを記憶したモデル記憶部 (20) と、局所研磨部位設定部 (11) にて設定された局所研磨部位の属性をレシピ生成モデルの入力ノードに適用して、局所研磨部位を研磨する研磨レシピを求める研磨レシピ生成部 (13) と、局所的に研磨を行う局所研磨モジュール (200) に、研磨レシピのデータを送信する研磨レシピ送信部 (15) とを備える。

明 細 書

発明の名称：

基板処理制御システム、基板処理制御方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、基板に対して行う基板処理を制御する技術に関する。

背景技術

[0002] 近年、処理対象物（例えば、半導体ウェハなどの基板、または、基板の表面に形成された各種の膜）に対して各種処理を行うために処理装置が用いられている。処理装置の一例としては、処理対象物の研磨処理等を行うためのCMP（Chemical Mechanical Polishing）装置が挙げられる。

[0003] CMP装置は、処理対象物の研磨処理を行うための研磨ユニット、処理対象物の洗浄処理及び乾燥処理を行うための洗浄ユニット、及び、研磨ユニットへ処理対象物を受け渡すと共に洗浄ユニットによって洗浄処理及び乾燥処理された処理対象物を受け取るロード／アンロードユニットなどを備える。

[0004] 米国特許出願公開2013／0122613号公報は、基板表面の平坦化の精度を高めるCMP技術を開示している。上記特許文献に記載された発明は、CMPステーションの下流に、非平坦部の検出器を備え、検出器で検出した非平坦部の高さが所定の閾値以上である場合に、局所平坦化ステーションで平坦化を行う。この際、局所平坦化ステーションは、検出された非平坦部の高さに応じて平坦化を行う時間を設定し、当該時間だけ局所平坦化ステーションで平坦化を行う。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した特許文献に記載されたCMP技術は、検出部にて検出された非平坦部の高さに応じた時間だけ平坦化の処理を行うために、平坦化の対象となる非平坦部の高さを正確に把握する必要がある。したがって、基板上に相当

数の測定点を設定して検出処理を行う必要があり、時間がかかってしまう。

[0006] また、上述した特許文献に記載されたCMP技術は、検出部にて検出された非平坦部について、その高さに応じた時間だけ局所的に平坦化の処理を行うので、非平坦部が多く、かつその高さが高い場合には、局所的な平坦化に非常に時間がかかる。一方、ウェハ表面より大きい平坦化部材（研磨パッド等）を用いた全面的な平坦化（全体研磨）では、複数の非平坦部を同時に研磨できるが、同時に平坦部も研磨することになってしまい、非平坦部と平坦部との段差を解消できる程度には限界がある。

[0007] そこで、本発明は上記背景に鑑み、基板に対する局所的な処理を短時間で行える基板処理制御システム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] 本発明の基板処理制御システムは、基板を局所的に研磨する研磨装置を制御するシステムであって、前記基板の膜厚を測定し、その測定結果に基づいて前記基板の膜厚分布を推定する膜厚分布推定部と、前記膜厚分布に基づいて、前記基板の局所研磨部位を設定する局所研磨部位設定部と、前記局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択する研磨ヘッド選択部と、前記局所研磨部位の属性を入力ノード、研磨処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを記憶したモデル記憶部と、前記局所研磨部位設定部にて設定された局所研磨部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記局所研磨部位を研磨する研磨レシピを求める研磨レシピ生成部と、局所的に研磨を行う研磨装置に、前記研磨レシピのデータを送信する研磨レシピ送信部とを備える。ここで、前記レシピ生成モデルの入力ノードは、前記局所研磨部位の外形とその平均膜厚であってもよい。

[0009] 本発明によれば、膜厚測定結果に基づいて基板の膜厚分布を推定し、推定された膜厚分布に対応する研磨レシピを求めるので、時間をかけた測定によって基板の膜厚分布を正確に求めなくても、研磨レシピを生成して局所研磨を行うことができる。

- [0010] 本発明の基板処理制御システムにおいて、前記局所研磨部位設定部は、基板処理の精度を優先するか、基板処理のスループットを優先するかによって局所研磨部位の設定基準を変更してもよい。
- [0011] 精度を優先する研磨の場合には基板上の細かな凹凸にあわせて研磨し、スループットを優先する研磨の場合には、ある程度広い範囲をまとめて研磨することが好ましい。本発明によれば、精度を優先するか、スループットを優先するかに応じて、局所研磨部位を設定することができる。
- [0012] 本発明の基板処理制御システムにおいて、前記膜厚分布推定部は、研磨対象の基板のエッチングパターンにも基づいて前記膜厚分布を推定してもよい。
- [0013] 基板の表面の凹凸は、下層の配線パターンの影響を受けるので、エッチングパターンに基づくことで、膜厚分布の推定の精度を高めることができる。
- [0014] 本発明の基板処理制御システムは、全体研磨を行った基板に対して行う局所研磨を制御する基板処理制御システムであって、前記レシピ生成モデルは、入力ノードとして、前記全体研磨の条件を有してもよい。
- [0015] 全体研磨の条件と全体研磨後の基板の状態は関係があるので、全体研磨の条件を入力ノードとすることにより、適切に局所研磨を行う研磨レシピを求めることができる。
- [0016] 本発明の基板処理制御システムは、前記研磨レシピにしたがって局所研磨を行ったときの基板の膜厚分布およびスループットをシミュレーションし、そのシミュレーション結果に基づいて前記研磨レシピを採用するか否かを判定するシミュレーション部を備えてもよい。
- [0017] この構成により、求められた研磨レシピの検証を行うので、研磨レシピに従って行う局所研磨の歩留まりを高めることができる。
- [0018] 本発明の基板処理制御システムにおいて、前記モデル記憶部は、種類の異なる複数のレシピ生成モデルを記憶しており、前記研磨レシピ生成部は、異なるレシピ生成モデルを用いて複数の研磨レシピを求め、前記シミュレーション部は、異なるレシピ生成モデルを用いて求めた複数の研磨レシピのシミ

ュレーション結果に基づいて、一の研磨レシピを決定してもよい。

[0019] この構成により、異なるレシピ生成モデルで求めた複数の研磨レシピのうち、最良の研磨レシピを用いて局所研磨を行うことができる。

[0020] 本発明の基板処理制御システムは、前記シミュレーション部にて複数の局所研磨部位についてシミュレーションした結果に基づいて、前記レシピ生成モデルの学習を行う学習部を備えてもよい。これにより、研磨レシピを求めるレシピ生成モデルの精度を高めることができる。

[0021] 本発明の基板処理制御システムにおいて、前記研磨レシピにしたがって実際に局所研磨を行った結果に基づいて前記レシピ生成モデルの学習を行う学習部を備えてもよい。このように実研磨の結果でレシピ生成モデルの学習を行うことにより、レシピ生成モデルの精度を高めることができる。

[0022] 本発明の基板処理制御システムは、過去に生成した研磨レシピとその研磨レシピを用いて研磨を行った基板の膜厚分布のデータとを記憶した実績データ記憶部を有し、前記膜厚分布推定部にて推定された基板の膜厚分布に近似する所定数の研磨レシピを前記実績データ記憶部から読み出し、前記シミュレーション部は、複数の研磨レシピのシミュレーション結果に基づいて、一の研磨レシピを決定してもよい。

[0023] この構成により、近似する膜厚分布の基板に対して用いた実績のある所定数の研磨レシピの中から、適切な研磨レシピを選択できるので、研磨レシピ生成の処理を省くことができる。

[0024] 本発明の基板処理制御システムは、前記シミュレーション部によるシミュレーション結果を出力する出力部を備えてもよい。この構成により、求めた研磨レシピのシミュレーション結果を確認することができる。

[0025] 本発明の基板処理制御システムにおいて、前記シミュレーション部は、シミュレーションモデルを備えてもよい。また、前記シミュレーションモデルは、前記研磨レシピにしたがって実際に局所研磨を行った結果に基づいて学習してもよい。これにより、研磨レシピに従って研磨した結果を精度良く予測することができる。

[0026] 本発明の基板処理制御システムは、ネットワークによって接続された複数の研磨装置から送信される局所研磨に関するデータを受信するデータ受信部を備えてもよい。この構成により、複数の研磨装置から多数の実研磨データを集めることにより、レシピ生成モデルの学習を行うことができる。

[0027] 本発明の別の態様に係る基板処理制御システムは、基板上にある異物を除去するスクラブ処理を制御するシステムであって、前記基板上のパーティクルを検出し、その検出結果に基づいてパーティクル分布を推定するパーティクル分布推定部と、前記パーティクル分布に基づいて、前記基板のスクラブ部位を設定するスクラブ部位設定部と、前記スクラブ部位の大きさに基づいてスクラブ部材を選択するスクラブ部材選択部と、前記スクラブ部位の属性を入力ノード、スクラブ処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを記憶したモデル記憶部と、前記スクラブ部位設定部にて設定された前記スクラブ部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記スクラブ部位をスクラブ処理するスクラブレシピを求めるスクラブレシピ生成部と、スクラブを行う基板処理装置に、前記スクラブレシピのデータを送信するスクラブレシピ送信部とを備える。ここで、前記レシピ生成モデルの入力ノードは、前記スクラブ部位の外形とパーティクルの密度であってもよい。

[0028] 本発明によれば、パーティクル検出結果に基づいて基板のパーティクル分布を推定し、推定されたパーティクル分布に対応するスクラブレシピを求めるので、時間をかけた測定によって基板のパーティクル分布を正確に求めなくても、スクラブレシピを生成してスクラブを行うことができる。

[0029] 本発明の基板処理制御システムにおいて、前記スクラブ部位設定部は、基板処理の精度を優先するか、基板処理のスループットを優先するかによってスクラブ部位の設定基準を変更してもよい。

[0030] 精度を優先する研磨の場合には基板上の細かなパーティクルの集合にあわせてスクラブし、スループットを優先するスクラブの場合には、ある程度広い範囲をまとめてスクラブすることが好ましい。本発明によれば、精度を優

先するか、スループットを優先するかに応じて、スクラブ部位を設定することができる。

[0031] 本発明の基板処理制御システムは、前記スクラブレシピにしたがってスクラブを行ったときの基板のパーティクル分布とスループットをシミュレーションし、そのシミュレーション結果に基づいて前記研磨レシピを採用するかどうかを判定するシミュレーション部を備えてもよい。

[0032] この構成により、求められたスクラブレシピの検証を行うので、スクラブレシピに従って行うスクラブの歩留まりを高めることができる。

[0033] 本発明の基板処理制御システムにおいて、前記モデル記憶部は、種類の異なる複数のレシピ生成モデルを記憶しており、前記スクラブレシピ生成部は、異なるレシピ生成モデルを用いて複数のスクラブレシピを求め、前記シミュレーション部は、異なるレシピ生成モデルを用いて求めた複数のスクラブレシピのシミュレーション結果に基づいて、一のスクラブレシピを決定してもよい。

[0034] この構成により、異なるレシピ生成モデルで求めた複数のスクラブレシピのうち、最良のスクラブレシピを用いてスクラブを行うことができる。

[0035] 本発明の基板処理制御システムは、前記シミュレーション部にて複数のスクラブ部位についてシミュレーションした結果に基づいて、前記レシピ生成モデルの学習を行う学習部を備えてもよい。これにより、スクラブレシピを求めるレシピ生成モデルの精度を高めることができる。

[0036] 本発明の基板処理制御システムにおいて、前記スクラブレシピにしたがって実際にスクラブを行った結果に基づいて前記レシピ生成モデルの学習を行う学習部を備えてもよい。このように実スクラブの結果でレシピ生成モデルの学習を行うことにより、レシピ生成モデルの精度を高めることができる。

[0037] 本発明の基板処理制御システムは、過去に生成したスクラブレシピとそのスクラブレシピを用いてスクラブを行った基板のパーティクル分布のデータとを記憶した実績データ記憶部を有し、前記パーティクル分布推定部にて推定されたパーティクル分布に近似する所定数のスクラブレシピを読み出し、

前記シミュレーション部は、複数のスクラブレシピのシミュレーション結果に基づいて、一のスクラブレシピを決定してもよい。

[0038] この構成により、近似するパーティクル分布の基板に対して用いた実績のある所定数のスクラブレシピの中から、最良なスクラブレシピを選択できるので、スクラブレシピ生成の処理を省くことができる。

[0039] 本発明の基板処理制御システムは、前記シミュレーション部によるシミュレーション結果を出力する出力部を備えてもよい。この構成により、求めたスクラブレシピのシミュレーション結果を確認することができる。

[0040] 本発明の基板処理制御システムにおいて、前記シミュレーション部は、シミュレーションモデルを備えてもよい。また、前記シミュレーションモデルは、前記スクラブレシピにしたがって実際にスクラブを行った結果に基づいて学習してもよい。これにより、スクラブレシピに従ってスクラブした結果を精度良く予測することができる。

[0041] 本発明の基板処理制御システムは、ネットワークによって接続された複数の基板処理装置から送信されるスクラブに関するデータを受信するデータ受信部を備えてもよい。この構成により、複数の基板処理装置から多数の実スクラブデータを集めることにより、レシピ生成モデルの学習を行うことができる。

[0042] 本発明の基板処理制御方法は、基板を局所的に研磨する研磨装置を制御装置によって制御する方法であって、前記制御装置が、前記基板の膜厚を測定し、その測定結果に基づいて前記基板の膜厚分布を推定するステップと、前記制御装置が、推定された膜厚分布に基づいて、前記基板の局所研磨部位を設定するステップと、前記制御装置が、前記局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択するステップと、前記制御装置が、記憶部から、前記局所研磨部位の属性を入力ノード、研磨処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを読み出すステップと、前記制御装置が、局所研磨部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記局所研磨部位を研磨する研磨レシピを求めるステ

ップと、前記制御装置が、局所的に研磨を行う研磨装置に、前記研磨レシピのデータを送信するステップとを備える。

[0043] 本発明の別の態様に係る基板処理制御方法は、基板上にある異物を除去するスクラブ処理を制御装置によって制御する方法であって、前記制御装置が、前記基板上のパーティクルを検出し、その検出結果に基づいてパーティクル分布を推定するステップと、前記制御装置が、前記パーティクル分布に基づいて、前記基板のスクラブ部位を設定するステップと、前記制御装置が、前記スクラブ部位の大きさに基づいてスクラブ部材を選択するステップと、前記制御装置が、記憶部から、前記スクラブ部位の属性を入力ノード、スクラブ処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを読み出すステップと、前記制御装置が、前記スクラブ部位設定部にて設定された前記スクラブ部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記スクラブ部位をスクラブ処理するスクラブレシピを求めるステップと、前記制御装置が、スクラブを行う基板処理装置に、前記スクラブレシピのデータを送信するステップとを備える。

[0044] 本発明のプログラムは、基板を局所的に研磨する研磨装置を制御するためのプログラムであって、コンピュータに、前記基板の膜厚を測定し、その測定結果に基づいて前記基板の膜厚分布を推定するステップと、推定された膜厚分布に基づいて、前記基板の局所研磨部位を設定するステップと、前記局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択するステップと、記憶部から、前記局所研磨部位の属性を入力ノード、研磨処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを読み出すステップと、局所研磨部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記局所研磨部位を研磨する研磨レシピを求めるステップと、局所的に研磨を行う研磨装置に、前記研磨レシピのデータを送信するステップとを実行させる。

[0045] 本発明の別の態様に係るプログラムは、基板上にある異物を除去するスクラブ処理を制御するプログラムであって、コンピュータに、前記基板上のパ

ーティクルを検出し、その検出結果に基づいてパーティクル分布を推定するステップと、前記パーティクル分布に基づいて、前記基板のスクラブ部位を設定するステップと、前記スクラブ部位の大きさに基づいてスクラブ部材を選択するステップと、記憶部から、前記スクラブ部位の属性を入力ノード、スクラブ処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを読み出すステップと、前記スクラブ部位設定部にて設定された前記スクラブ部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記スクラブ部位をスクラブ処理するスクラブレシピを求めるステップと、スクラブを行う基板処理装置に、前記スクラブレシピのデータを送信するステップとを実行させる。

[0046] 本発明の局所研磨装置は、処理対象ウェハの被研磨面と研磨部材の前記被研磨面よりも小さい研磨面とを相対的に摺動させて、前記処理対象ウェハの局所研磨を行う局所研磨部と、前記局所研磨中に前記研磨部材を摺動させるのに要しているトルクを検知するトルク検知部と、前記局所研磨中に、前記トルクのデータを用いて前記局所研磨の研磨条件を修正する研磨条件修正部とを備え、前記局所研磨部は、前記局所研磨中に研磨条件を修正して前記局所研磨を行う。

[0047] 研磨部材を摺動させるのに要するトルクは、研磨対象の表面状態と研磨ヘッドの位置関係によって変化する。トルクを一定の範囲に維持しようとしても、予想以上に凸部が大きく残っていればトルクは大きくなるし、予想よりも凸部が低い場合にはトルクが小さくなる。本発明の構成によれば、局所研磨中にトルクのデータを検知し、トルクのデータに基づいて動的に研磨条件を修正するので、研磨開始時にウェハの表面状態を完全に把握していなくても適切に局所研磨を行うことができ、研磨開始前におけるウェハの表面状態の測定時間を短縮できる。

[0048] 本発明の局所研磨装置において、前記研磨条件修正部は、単位時間における前記トルクの変化量が所定の閾値以上であったときに、研磨条件を修正してもよい。

- [0049] この構成により、トルクが急激に変化したときに研磨条件を修正して、トルクに合った研磨を行える。
- [0050] 本発明の局所研磨装置において、前記研磨条件修正部は、前記トルクが所定の閾値を超えたときに、研磨条件を修正してもよい。
- [0051] この構成により、所定の閾値を超えない範囲のトルクで局所研磨を行える。なお、「トルクが所定の閾値を超えたとき」とは、トルクが所定の閾値を上回る場合と、下回る場合のいずれの場合も含む。例えば、所定の研磨条件で研磨する際に、トルクが第1の閾値と第2の閾値の間にあるかどうかを判定し、第1の閾値を下回る場合、または、第2の閾値を上回る場合に研磨条件を修正してもよい。
- [0052] 本発明の局所研磨装置は、トルクを入力ノード、研磨条件を出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ修正モデルを記憶した記憶部を備え、前記研磨条件修正部は、前記トルク検知部にて検知したトルクを前記レシピ修正モデルの入力ノードに適用して、研磨条件を求めてもよい。
- [0053] このようにレシピ修正モデルを用いることにより、検知したトルクに応じて研磨条件を適切に修正することができる。
- [0054] 本発明の局所研磨装置において、前記レシピ修正モデルは、入力ノードとして、研磨部材の使用期間を有してもよい。
- [0055] 研磨部材の使用時間は、研磨部材の磨耗具合や劣化度合いなどを反映するから、研磨部材の使用時間を入力ノードとすることにより、適切な研磨条件を求めることができる。
- [0056] 本発明の局所研磨装置は、前記研磨条件と研磨中のトルクとに基づいて、前記研磨処理後のウェハの表面の凹凸を計算するプロファイル計算部を備えてもよい。
- [0057] この構成により、研磨処理後のウェハの表面の凹凸を計算によって求めることができるので、研磨処理後のウェハの表面状態が所定の仕様を満たすか否かを判定するためにウェハの実測を行わなくてもよくなる。

- [0058] 本発明の局所研磨装置において、最初の研磨条件は、前記処理対象ウェハの上流の製造工程の条件、または、処理対象ウェハの表面の凹凸を計測した結果に基づいて、前記処理対象ウェハの表面状態を予測して設定されてもよい。
- [0059] このように予測によって最初の研磨条件が設定されることにより、ウェハ表面の凹凸を精細に計測しなくてもよいので、短時間で局所研磨を行うことができる。また、上述したとおり、局所研磨中にトルクを検知して動的に研磨条件を変えるので、最初に設定する研磨条件が予測に基づくおおまかなものであっても適切に研磨を行える。
- [0060] 本発明の局所研磨方法は、局所研磨装置によって、処理対象ウェハの被研磨面と研磨部材の前記被研磨面よりも小さい研磨面とを相対的に摺動させて前記処理対象ウェハの局所研磨を行う方法であって、前記局所研磨装置は、前記局所研磨中に前記研磨部材を摺動させるのに要しているトルクを検知するステップと、前記局所研磨装置は、前記局所研磨中に、前記トルクのデータを用いて前記局所研磨の研磨条件を修正するステップとを備え、前記局所研磨中に研磨条件を修正して前記局所研磨を行う。
- [0061] 本発明のプログラムは、処理対象ウェハの被研磨面と研磨部材の前記被研磨面よりも小さい研磨面とを相対的に摺動させて前記処理対象ウェハの局所研磨を行う局所研磨装置を制御するためのプログラムであって、前記局所研磨装置に、前記局所研磨中に前記研磨部材を摺動させるのに要しているトルクを検知するステップと、前記局所研磨中に、前記トルクのデータを用いて前記局所研磨の研磨条件を修正するステップと、前記局所研磨中に研磨条件を修正して前記局所研磨を行うステップとを実行させる。
- [0062] 本発明の研磨装置は、処理対象のウェハに対して全体研磨を行う全体研磨部と、前記ウェハに対して局所研磨を行う局所研磨部と、前記ウェハの膜厚を測定する膜厚測定部と、前記膜厚測定部にて測定した膜厚に基づいて研磨前の前記ウェハの膜厚分布を推定する膜厚分布推定部と、前記膜厚分布と前記全体研磨による段差解消性とに基づいて、前記局所研磨を行うべき前記ウ

エハの局所研磨部位を設定する局所研磨部位設定部とを備える。

[0063] この構成により、ウェハ表面の凸部の段差を全体研磨で解消できる度合いである段差解消性を考慮して局所研磨部位を求めることにより、全体研磨による研磨では足りない部分を補う局所研磨を行うことができる。これにより、全体研磨と局所研磨とが相俟って、ウェハの平坦化のスループットを向上できる。

[0064] 本発明の研磨装置は、前記局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択する研磨ヘッド選択部と、前記局所研磨部位の属性を入力ノード、前記研磨条件を出力ノードとし、前記入力ノードと前記出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを記憶したモデル記憶部と、前記局所研磨部位の属性を前記レシピ生成モデルの前記入力ノードに適用して、前記局所研磨部位に対する局所研磨の前記研磨レシピを生成する研磨レシピ生成部とを備えてもよい。この構成により、局所研磨部位の属性に応じて適切な研磨レシピを決定することができる。

[0065] 本発明の研磨装置は、前記膜厚測定部にて局所研磨後のウェハの膜厚を測定し、測定によって得られた膜厚データを学習データとしてレシピ生成モデルの学習を行うレシピ生成モデル学習部を備えてもよい。この構成により、局所研磨後の膜厚分布に基づいて、レシピ生成モデルの学習することができる。

[0066] 本発明の研磨装置において、前記局所研磨部は、前に処理したウェハで用いた研磨レシピで後続のウェハの局所研磨を行ってもよい。この構成により、ウェハ毎に研磨レシピを決定しなくてもよいので、処理の高速化を図ることができる。

[0067] 本発明の研磨装置において、前記局所研磨部は、前記全体研磨部の下流に配置されていてもよいし、上流に配置されていてもよい。全体研磨による段差解消性を考慮した局所研磨部位の設定は、全体研磨を先に行う場合にも、部分研磨を先に行う場合にも適用できる。

[0068] 本発明の研磨方法は、処理対象のウェハに対して全体研磨と局所研磨とを

行う研磨方法であって、研磨装置が、前記ウェハの膜厚を測定するステップと、前記研磨装置が、研磨前の前記ウェハの膜厚に基づいて前記ウェハの膜厚分布を推定するステップと、前記研磨装置が、前記膜厚分布と前記全体研磨による段差解消性とに基づいて、前記局所研磨を行うべき前記ウェハの局所研磨部位を設定するステップと、前記研磨装置が、前記ウェハに対して全体研磨を行うステップと、前記研磨装置が、前記ウェハに対して局所研磨を行うステップとを備える。

[0069] 本発明のプログラムは、処理対象のウェハに対して全体研磨と局所研磨とを行うために研磨装置を制御するためのプログラムであって、前記研磨装置に、前記ウェハの膜厚を測定するステップと、研磨前の前記ウェハの膜厚に基づいて前記ウェハの膜厚分布を推定するステップと、前記膜厚分布と前記全体研磨による段差解消性とに基づいて、前記局所研磨を行うべき前記ウェハの局所研磨部位を設定するステップと、前記ウェハに対して全体研磨を行うステップと、前記ウェハに対して局所研磨を行うステップとを実行させる。

図面の簡単な説明

[0070] [図1]実施の形態に係る研磨装置の全体構成を示すブロック図である。

[図2]局所研磨モジュールの一例の概略構成を示す図である。

[図3]局所研磨モジュールを制御する局所研磨制御システムの構成を示す図である。

[図4]膜厚分布推定部によって推定した膜厚分布を示すコンター図である。

[図5A]精度優先で局所研磨を行うときの局所研磨部位の例を示している。

[図5B]精度優先で局所研磨を行うときの手順の例を示している。

[図6A]スループット優先で局所研磨を行うときの局所研磨部位の例を示している。

[図6B]スループット優先で局所研磨を行うときの手順の例を示している。

[図7]記憶部に記憶されたレシピ生成モデルの例を示す図である。

[図8]局所研磨制御システムによって局所研磨を制御する動作を示す図である。

。

[図9]第2の実施の形態の局所研磨制御システムの構成を示す図である。

[図10]第2の実施の形態において用いるレシピ生成モデルの例を示す図である。

[図11]第3の実施の形態の局所研磨制御システムの構成を示す図である。

[図12]第3の実施の形態の局所研磨制御システムによって研磨レシピを生成する動作を示すフローチャートである。

[図13]記憶部に記憶された研磨レシピの実績データの例を示す図である。

[図14]第4の実施の形態の局所研磨制御システムの構成を示す図である。

[図15A]研磨結果データを用いて、レシピ生成モデルの学習を行う例について説明するための図であり、処理対象のウェハの属性Aから研磨レシピXを生成する様子、および、研磨レシピXにしたがって研磨したときのシミュレーション結果を求める様子を示す図である。

[図15B]研磨結果データを用いて、レシピ生成モデルの学習を行う例について説明するための図であり、実研磨によって得られた研磨結果データによって、シミュレーションモデルの学習を行う例を示す図である。

[図15C]研磨結果データを用いて、レシピ生成モデルの学習を行う例について説明するための図であり、学習されたシミュレーションモデル（ g' ）を用いて、合格基準値C、Dを得ることができる研磨レシピ X' を求める様子を示す図である。

[図15D]研磨結果データを用いて、レシピ生成モデルの学習を行う例について説明するための図であり、スループットと面均一性の理想値を用いて、レシピ生成モデル（ f ）の学習を行ってレシピ生成モデル（ f'' ）を得ることを示す図である。

[図16]スクラブ装置の構成を示す側面図である。

[図17]スクラブ制御システムの構成を示す図である。

[図18]モデル記憶部に記憶されたレシピ生成モデルの例を示す図である。

[図19]スクラブ制御システムによってスクラブを制御する動作を示す図であ

る。

[図20]第6の実施の形態の制御装置の構成を示す図である。

[図21]記憶部に記憶されたレシピ修正モデルの例を示す図である。

[図22]第6の実施の形態の局所研磨装置の動作を示すフローチャートである。

[図23]第6の実施の形態の変形例にかかる局所研磨装置の動作を示すフローチャートである。

[図24]変形例に係るレシピ修正モデルの例を示す図である。

[図25]第7の実施の形態の制御装置の機能を示す機能ブロック図である。

[図26A]膜厚分布推定部によって推定した研磨前のウェハの膜厚分布を示すコンター図である。

[図26B]ウェハを全体研磨したと仮定したときに想定される膜厚分布を示す図である。

[図27]局所研磨部位が設定された場合に、各ステップにおいて用いる研磨ヘッドおよびその動きを示す図である。

[図28]モデル記憶部に記憶されたレシピ生成モデルの例を示す図である。

[図29]研磨装置によって局所研磨を制御する動作を示す図である。

発明を実施するための形態

[0071] 以下に、本発明の実施の形態の研磨装置および研磨方法について図面を参照しながら説明する。以下で説明する研磨装置の一例として、CMP装置がある。図面において、同一または類似の要素には同一または類似の参照符号を付し、重複する説明は省略することがある。第1乃至第4の実施の形態では、基板処理制御システムが制御する基板処理装置として研磨装置を取り上げ、第5の実施の形態では、スクラブ装置を取り上げて説明する。第6の実施の形態では局所研磨装置について説明し、第7の実施の形態では研磨装置について説明する。

[0072] (第1の実施の形態)

まず、局所研磨を行う研磨装置の構成について説明し、その後、研磨装

置の制御システムについて説明する。

[研磨装置の全体構成]

図1は、実施の形態に係る研磨装置100の全体構成を示すブロック図である。図1に示すように、研磨装置100は、局所研磨モジュール200、全体研磨モジュール300、洗浄モジュール400、乾燥モジュール500、制御装置600、および搬送機構700を有する。

[0073] 局所研磨モジュール200は、研磨対象物である半導体ウェハWf（以下、「ウェハWf」という）よりも小さな寸法の研磨パッドを用いてウェハWfを研磨するためのモジュールである。局所研磨モジュール200の詳細な構成については後述する。全体研磨モジュール300は、研磨対象物であるウェハWfよりも大きな寸法の研磨パッドを用いてウェハWfを研磨するためのモジュールである。全体研磨モジュール300は、任意の公知の全体研磨モジュールを使用することができるので、本明細書では詳細な説明を行わない。

[0074] 洗浄モジュール400は、研磨後のウェハWfを洗浄するためのモジュールである。洗浄モジュール400は、任意のタイミングでウェハWfを洗浄することができる。例えば、後述する局所研磨および全体研磨のそれぞれの研磨が終了した後に洗浄を行うことができ、また、局所研磨および全体研磨の両方が終了した後に洗浄を行うこともできる。洗浄モジュール400は、任意の公知の洗浄モジュールを使用することができる。

[0075] 乾燥モジュール500は、洗浄したウェハWfを乾燥させるためのモジュールである。乾燥モジュール500は、任意の公知の乾燥モジュールを使用することができる。搬送機構700は、研磨装置100内でウェハWfを搬送するための機構であり、局所研磨モジュール200、全体研磨モジュール300、洗浄モジュール400、および乾燥モジュール500の間でウェハWfの受け渡しを行う。

[0076] 制御装置600は、研磨装置100の各々のモジュールの動作を制御する。制御装置600は、一般的な汎用コンピュータおよび専用コンピュータ等

から構成することができ、記憶装置、入出力装置、メモリ、CPUなどのハードウェアを備える。なお、制御装置600は、記憶装置に記憶されたプログラムにしたがってモジュールの動作を制御する。制御装置600を実現するプログラムも本発明の範囲に含まれる。また、搬送機構700は、研磨装置100の内外へウェハWfを出し入れも行う。搬送機構700として任意の公知の搬送機構700を使用することができる。

[0077] [局所研磨モジュール]

図2は、局所研磨モジュール200の一例の概略構成を示す図である。図2に示される局所研磨モジュール200においては、処理対象物であるウェハWfよりも小径の研磨パッド220が使用される。

[0078] 図2に示すように、局所研磨モジュール200は、ウェハWfが設置されるテーブル210と、ウェハWfの処理面に処理を行うための研磨パッド220が取り付けられたヘッド221と、ヘッド221を保持するアーム222と、処理液を供給するための処理液供給系統240と、研磨パッド220のコンディショニング（目立て）を行うためのコンディショニング部260とを備える。局所研磨モジュール200の全体の動作は、制御装置600により制御される。

[0079] 研磨パッド220は、例えば発泡ポリウレタン系のハードパッド、スウェード系のソフトパッド、又は、スポンジなどで形成される。図2に示すように、研磨パッド220の径は、ウェハWfよりも小さな寸法である。ここで、研磨パッド220の直径中は処理対象である膜厚・形状のバラつき領域と同等もしくはそれより小さいことが望ましい。好ましくは50mm以下、より好ましくはΦ10～30mmであることが望ましい。ウェハWfの局所研磨すべき領域もしくは除去量が十分に小さく、ウェハWfの研磨速度が小さくとも生産性の低下が許容範囲となる場合は、Φ10mm以下とすることも可能である。

[0080] テーブル210は、ウェハWfを吸着する機構を有し、ウェハWfを保持する。図2に示される実施の形態においては、テーブル210は、駆動機構

２１１によって回転軸Ａ周りに回転できるようになっている。テーブル２１０は、駆動機構２１１によって、ウェハＷｆに角度回転運動、又は、スクロール運動をさせるようになっていてもよく、テーブル２１０の任意の位置に回転後停止させてもよい。本運動と後述のアーム２２２の揺動運動とを組み合わせることにより、研磨パッド２２０はウェハＷｆ上の任意の位置に移動可能となる。研磨パッド２２０は、ヘッド２２１のウェハＷｆに対向する面に取り付けられる。ヘッド２２１は、図示していない駆動機構によって回転軸Ｂ周りに回転できるようになっている。

[0081] また、ヘッド２２１は、図示していない駆動機構、たとえばエアシリンダやボールネジのようなアクチュエータによって研磨パッド２２０をウェハＷｆの処理面に押圧できるようになっている。

[0082] アーム２２２は、ヘッド２２１を矢印Ｃに示すようにウェハＷｆの半径もしくは直径の範囲内で移動可能である。また、アーム２２２は、研磨パッド２２０がコンディショニング部２６０に対向する位置までヘッド２２１を揺動できるようになっている。

[0083] なお、本実施の形態では、ウェハＷｆに対して、ヘッド２２１及び研磨パッド２２０はそれぞれ１つの例を示しているが、ヘッドおよび研磨パッドの数は複数であってもよい。ヘッド２２１は、そのヘッド内に複数の研磨パッドを有してもよく、その場合、研磨パッドは大きさが異なるものとしてもよい。また、局所研磨モジュール２００は、異なる大きさの研磨パッドを有する複数のヘッドを有してもよい。これらのヘッドないし研磨パッドをウェハＷｆの研磨すべき面積によって使い分けることで、より効率的なウェハＷｆ表面の処理が可能となる。また、図示しないが、局所研磨モジュール２００が研磨パッドを複数有する場合、アームが最適なヘッドを自動で選択できるようにしてもよい。

[0084] 局所研磨モジュール２００は、検出ヘッド２３０を備える。検出ヘッド２３０には、ウェハＷｆの被研磨面の状態を検出するための検出器が取り付けられる。検出器は、一例としてＷｅｔ－ＩＴＭ（In-line Thickness Monitor

）とすることができる。We t - I T Mは、検出ヘッド230がウェハ上に非接触状態にて存在し、ウェハ全面を移動することで、ウェハW f上に形成された膜の膜厚分布（又は膜厚に関連する情報の分布）を検出（測定）することができる。

[0085] 検出ヘッド230はアーム231に保持されており、アーム231を回転させることにより、検出ヘッド230がウェハW fの中心を通過するような軌跡を移動しながら、ウェハW f上の膜厚分布を検出する。

[0086] なお、検出器としてWe t - I T M以外にも任意の方式の検出器を用いることができる。例えば、利用可能な検出方式としては、公知の渦電流式や光学式のような非接触式の検出方式を採用することができ、また、接触式の検出方式を採用してもよい。

[0087] また、ウェハW fに形成されたノッチ、オリエンテーションフラット、及び、レーザーマーカの少なくとも1つを基準位置として検知するための、ウェハW fとは非接触に配置される検知部232を局所研磨モジュール200の中または外に設け、また、テーブル210を所定位置より角度回転可能なように、回転角度検知機構を駆動機構211に搭載してもよい。

[0088] 検知部232は、テーブル210と一緒に回転しないように配置される。検知部232により、ウェハW fのノッチ、オリエンテーションフラット、及び、レーザーマーカの少なくとも1つの位置を検知することで、検出ヘッド230で検出する膜厚等のデータを半径方向の位置のみでなく、周方向の位置とも関連付けることができる。すなわち、このような駆動機構211及びウェハW fの位置に関する指標に基づきウェハW fをテーブル210の所定位置に配置させることで、上記基準位置に対するウェハW f上の膜厚又は膜厚に関連する信号の分布を得ることが可能となる。

[0089] また、本実施の形態では、検出ヘッド230は、アーム222とは独立に搭載されているが、検出ヘッド230をアーム222に取り付け、アーム222の動作を利用して膜厚又は膜厚や凹凸高さ情報に関連する信号を取得するように構成してもよい。また、本検出ヘッド230で取得した膜厚または

膜厚や凹凸高さに関連する信号を元に各被研磨領域の研磨終点を判定してもよい。

- [0090] コンディショニング部 260 は、研磨パッド 220 の表面をコンディショニングするための部材である。コンディショニング部 260 は、ドレステーブル 261 と、ドレステーブル 261 に設置されたドレッサ 262 とを備える。ドレステーブル 261 は、図示しない駆動機構によって回転軸 D 周りに回転できるようになっている。
- [0091] 処理液供給系統 240 は、ウェハ W f の被研磨面に純水 (D I W) を供給するための純水ノズル 241 を備える。純水ノズル 241 は、純水配管 242 を介して純水供給源 243 に接続される。純水配管 242 には、純水配管 242 を開閉することができる開閉弁 244 が設けられる。制御装置 600 は、開閉弁 244 の開閉を制御することにより、任意のタイミングでウェハ W f の被研磨面に純水を供給することができる。
- [0092] 処理液供給系統 240 は、ウェハ W f の被研磨面に薬液 (C h e m i) を供給するための薬液ノズル 245 を備える。薬液ノズル 245 は、薬液配管 246 を介して薬液供給源 247 に接続される。薬液配管 246 には、薬液配管 246 を開閉することができる開閉弁 248 が設けられる。制御装置 600 は、開閉弁 248 の開閉を制御することにより、任意のタイミングでウェハ W f の被研磨面に薬液を供給することができる。
- [0093] 局所研磨モジュール 200 は、アーム 222、ヘッド 221、及び、研磨パッド 220 を介して、ウェハ W f の被研磨面に、純水、薬液、又はスラリー (S l u r r y) 等の研磨液を選択的に供給できるようになっている。すなわち、純水配管 242 における純水供給源 243 と開閉弁 244 との間からは分岐純水配管 242 a が分岐している。また、薬液配管 246 における薬液供給源 247 と開閉弁 248 との間からは分岐薬液配管 246 a が分岐している。分岐純水配管 242 a、分岐薬液配管 246 a、及び、研磨液供給源 249 に接続された研磨液配管 250 は、液供給配管 254 に合流する。
- [0094] 分岐純水配管 242 a には、分岐純水配管 242 a を開閉することができ

る開閉弁 251 が設けられる。分岐薬液配管 246a には、分岐薬液配管 246a を開閉することができる開閉弁 252 が設けられる。研磨液配管 250 には、研磨液配管 250 を開閉することができる開閉弁 253 が設けられる。なお、研磨液は、純水および薬液と同様に、ヘッド 221 の外部からウェハ Wf 上に供給できるように構成してもよい。

[0095] 液供給配管 254 の第 1 端部は、分岐純水配管 242a、分岐薬液配管 246a、及び、研磨液配管 250 の 3 系統の配管に接続される。液供給配管 254 は、アーム 222 の内部、ヘッド 221 の中央、及び、研磨パッド 220 の中央を通して延伸する。液供給配管 254 の第 2 端部は、ウェハ Wf の被研磨面に向けて開口する。制御装置 600 は、開閉弁 251、開閉弁 252、及び、開閉弁 253 の開閉を制御することにより、任意のタイミングで、ウェハ Wf の被研磨面に純水、薬液、スラリー等の研磨液のいずれか 1 つ又はこれらの任意の組み合わせの混合液を供給することができる。

[0096] 以上、局所研磨モジュール 200 を備えた研磨装置 100 の構成について説明した。続いて、局所研磨モジュール 200 を制御する本実施の形態の研磨制御システムについて説明する。

[0097] [局所研磨制御システム]

図 3 は、局所研磨モジュール 200 を制御する局所研磨制御システム 1 の構成を示す図である。局所研磨制御システム 1 は、図 1 で説明した制御装置 600 の一部として構成することができる。局所研磨制御システム 1 は、局所研磨の研磨レシピを生成する構成として、膜厚分布推定部 10 と、局所研磨部位設定部 11 と、研磨ヘッド選択部 12 と、研磨レシピ生成部 13 とを有している。

[0098] 膜厚分布推定部 10 は、局所研磨の対象のウェハの膜厚分布を推定する機能を有している。膜厚分布推定部 10 は、前述した検出ヘッド 230 および検知部 232 から、ウェハの膜厚の測定結果のデータを受信し、受信した測定結果に基づいてウェハの膜厚分布を推定する。

[0099] また、局所研磨制御システム 1 は、通信部 18 によって、上流のエッチン

グ工程において用いたエッチングパターンのデータを受信する。膜厚分布推定部10は、エッチングパターンのデータも用いて膜厚分布を推定する。ウェハWfの表面の凹凸は、下層の配線パターンの影響を受けるので、エッチングパターンのデータを用いることで、測定されていない部分の膜厚を精度良く補完することができる。このように膜厚分布推定部10がウェハの膜厚分布を推定するので、検出ヘッド230および検知部232は精細な測定を行う必要はなく、膜厚測定に要する時間を短縮できる。なお、本実施の形態では、上流のエッチング工程において用いたエッチングパターンのデータをも用いて膜厚分布を推定する例を説明しているが、エッチングパターンのデータを用いることは必須ではなく、膜厚分布推定部10は、ウェハの膜厚の測定結果のデータのみから膜厚分布を推定する構成としてもよい。

[0100] 図4は、膜厚分布推定部10によって推定した膜厚分布を示すコンター図である。図4では、膜厚の分布を等高線によって表しており、高さが10, 15, 20の等高線によって膜厚分布を示している。図4に示す例では、高さ10の等高線で囲まれた領域r1と、高さ15の等高線で囲まれた領域r2と、高さ20の等高線で囲まれた2つの領域r3, r4とを有している。なお、図4では、コンター図を3種類の等高線によって表したが、何段階に分割するかは適宜設定することができる。分割数が決まれば、膜厚分布推定部10は、(最大高さ-最小高さ)/分割数によって、どの高さの等高線を描くかを決定することができる。

[0101] なお、膜厚分布推定部10にて推定された膜厚分布は、あくまでも推定値である。後述する研磨レシピを求めるモデルは、膜厚分布が推定値であることを前提として研磨レシピを生成するためのレシピ生成モデルである。また、推定された膜厚分布から求めた研磨レシピを用いて実際に局所研磨を行った結果に基づいて、レシピ生成モデルを学習することにより、膜厚分布の推定値から精度の高い研磨レシピを求めることができるようになる。

[0102] 局所研磨部位設定部11は、膜厚分布推定部10にて推定された膜厚分布に基づいて局所研磨部位を設定する機能を有する。局所研磨部位設定部11

は、局所研磨をスループット優先で研磨するか精度優先で研磨するかによって局所研磨部位の設定の仕方が異なる。なお、局所研磨をスループット優先で行うか、精度優先で行うかは、ユーザが優先設定入力部 19 から入力することによってあらかじめ設定しておく。

[0103] 図 5 A は、精度優先で局所研磨を行うときの局所研磨部位の例を示している。精度優先で局所研磨を行う際には、図 5 A に示すように、等高線によって形成された各領域 $r_1 \sim r_4$ を局所研磨部位とし、図 5 B に示すように、全ての部位の局所研磨を行うのに 4 ステップを要する。図 6 A は、スループット優先で局所研磨を行うときの局所研磨部位の例を示している。スループット優先で局所研磨を行う際には、図 6 A に示すように、高さ 20 の等高線で形成された近接する領域 r_3 と領域 r_4 をグループ化し、一つの局所研磨部位とする。この場合、図 6 B に示すように全ての局所研磨部の研磨を行うのに 3 ステップで足りる。

[0104] 研磨ヘッド選択部 12 は、局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択する。図 5 B は、図 5 A に示すように局所研磨部位が設定された場合に、各ステップにおいて用いる研磨ヘッドおよびその動きを示す図である。ステップ 1 ～ステップ 3 においては、各ステップでの局所研磨部位 r_3 , r_4 , r_2 をちょうど覆う大きさの研磨ヘッドを選択する。

[0105] ステップ 4 においては、局所研磨部位 r_1 を覆う研磨ヘッドはないので、局所研磨を効率的に行える大きさの研磨ヘッドを選択する。具体的には、局所研磨部位 r_1 をカバーする矩形のスキャンエリア（縦長 $H \times$ 横長 W ）を設定し、このスキャンエリアを研磨ヘッドでスキャン（走査）することで、領域 r_1 の局所研磨を行う。

[0106] 図 6 B は、図 6 A に示すように局所研磨部位が設定された場合に、各ステップにおいて用いる研磨ヘッドおよびその動きを示す図である。この例では、領域 r_3 , r_4 がグループ化されて一つの局所研磨部位とされているので、ステップ 1 では、領域 r_3 及び領域 r_4 の両方を同時に覆う大きさの研磨ヘッドを選択する。ステップ 2, 3 は、図 5 B で示したステップ 3, 4 と同

じである。

[0107] このように、精度優先の場合には、小さい研磨ヘッドを用いてウェハWf表面の凹凸に合わせてきめ細かく局所研磨を行うことができる。この場合、局所研磨を行う際に、膜厚に合わせて研磨ヘッドを取り替える必要があるので、精度は高まるもののスループットは落ちることになる。逆に、スループット優先の場合には、近接している同じ高さの局所研磨部位をひとまとめに研磨することで、研磨時間の短縮を図ることができる。

[0108] 研磨レシピ生成部13は、局所研磨部位を研磨する研磨レシピを求める機能を有する。まず、研磨レシピ生成部13は、研磨ヘッドで局所研磨部位をカバーする範囲を求める。図5Bを参照して説明すると、ステップ1～ステップ3においては、研磨ヘッドが局所研磨部位をすっぽりと覆っているので、このような場合には、研磨時の研磨ヘッドの位置を求めればよい。ステップ4においては、局所研磨部位の方が研磨ヘッドより大きいので、局所研磨部位をカバーする矩形のスキャンエリアの縦長Hと横長Wを求める。そして、このスキャンエリアを短時間でくまなくスキャンする研磨ヘッドの軌跡を求める。

[0109] 次に、研磨レシピ生成部13は、局所研磨を行う際のその他の条件を求める。具体的には、研磨制御システムは、研磨レシピ生成部13は、レシピ生成モデルを用いて、局所研磨部位の属性に応じた研磨レシピを求める。本実施の形態では、レシピ生成モデルとして、ニューラルネットワークモデルを用いる。

[0110] 図7は、モデル記憶部20に記憶されたレシピ生成モデルの例を示す図である。レシピ生成モデルは、入力ノードとして局所研磨部位の属性等を有し、出力ノードとして研磨を行う条件、すなわち研磨レシピを有している。入力ノードとしては、局所研磨部位の平均膜厚、スキャンエリアの縦長及び横長と、ヘッド種類のノードを有している。出力ノードとしては、スキャン速度と、スキャン回数と、研磨パッドの押圧力、研磨時間のノードを有している。なお、図5Bのステップ1～ステップ3のように研磨ヘッドをスキャン

する必要がない場合には、スキャンエリアの縦長、横長の属性の入力ノードおよびスキャン速度やスキャン回数等の出力ノードはないものとして扱う。

[0111] 図7に示すレシピ生成モデルは、一例であって、研磨レシピを求めるためのモデルの入力ノード、及び出力ノードは、図7にて例示したものに限定されない。例えば、出力ノードとして、研磨ヘッドの回転数やスラリの供給速度のノードなどを有してもよい。また、入力ノードと出力ノードとの間の中間ノードは、一層ではなく複数の層を有してもよい。

[0112] 研磨レシピ生成部13は、局所研磨部位設定部11にて設定された局所研磨部位の平均膜厚、スキャンエリアの縦長及び横長の属性を入力ノードに適用すると共に、研磨ヘッド選択部12にて選択された研磨ヘッドを適用し、出力ノードの値を求める。これにより、研磨レシピ生成部13は、研磨レシピ、すなわち、局所研磨を行うときの各種の条件を求めることができる。

[0113] なお、本実施の形態では、研磨レシピを求めるためのレシピ生成モデルとしてニューラルネットワークモデルを例として説明したが、研磨レシピを求めるためのモデルは、ニューラルネットワークモデルに限らず、決定木モデルやベイジアンネットワークモデルを用いることもできる。

[0114] 図3に戻って説明を続ける。局所研磨制御システム1は、研磨レシピ生成部13にて生成された研磨レシピを検証するシミュレーション部14を備えている。シミュレーション部14は、研磨レシピにしたがってウェハの局所研磨を行ったとした場合の膜厚分布をシミュレーションする。

[0115] シミュレーション部14は、モデル記憶部20に記憶されたシミュレーションモデルを読み出し、シミュレーションモデルに局所研磨の条件を適用することにより、局所研磨後の膜厚分布およびスループットを算出する。その結果、局所研磨後のウェハの膜厚分布およびスループットが所定の仕様を満たす場合には、シミュレーション部14は、生成された研磨レシピでOKと判定する。シミュレーションした結果、膜厚分布またはスループットが所定の仕様を満たさない場合には、シミュレーション部14は、研磨レシピはNGと判定する。

- [0116] 研磨レシピ送信部 15 は、シミュレーション部 14 での検証で OK と判定された研磨レシピのデータを局所研磨モジュール 200 に送信する機能を有する。局所研磨モジュール 200 は、局所研磨制御システム 1 から送信された研磨レシピを研磨レシピ受信部 271 にて受信すると、受信した研磨レシピにしたがって、各種駆動部 270 を駆動して、局所研磨を行う。
- [0117] 各種駆動部 270 とは、図 2 を用いて説明した局所研磨装置 100 を駆動させる駆動部であり、例えば、テーブル 210 の駆動機構 211、アーム 222 の駆動機構、研磨パッド 220 を回転させる回転駆動機構、研磨パッド 220 をウェハに押圧するアクチュエータ、処理液供給系統 240 の開閉弁 244, 248, 251 ~ 253 等である。
- [0118] 局所研磨モジュール 200 は、研磨レシピにしたがって、ウェハの局所研磨を行った後、膜厚の測定を行い、測定された膜厚のデータを実研磨データ送信部 272 から局所研磨制御システム 1 に送信する。局所研磨制御システム 1 は、局所研磨モジュール 200 から送信された膜厚データを受信すると、受信した膜厚データを教師信号として、ニューラルネットワークモデルの学習を行う。これにより、実研磨データに基づいて、レシピ生成モデルの精度を高めていくことができる。
- [0119] また、局所研磨制御システム 1 は、出力部 17 を有している。出力部 17 は、例えば、ディスプレイ等の表示手段によって構成される。局所研磨制御システム 1 は、例えば、シミュレーション部 14 によるシミュレーション結果を出力部 17 から出力する。これにより、シミュレーション結果が NG の場合に、ウェハのどの部分の研磨が足りないのか、あるいは、所定の仕様の範囲まで、あとどの程度の研磨が必要なのか等を把握できる。これにより、研磨レシピを修正したり、研磨レシピを求めるニューラルネットワークモデルを調整することができる。
- [0120] 図 8 は、局所研磨制御システム 1 によって局所研磨を制御する動作を示す図である。局所研磨制御システム 1 は、局所研磨を行う際に、精度を優先するかスループットを優先するかの優先設定の入力を受け付ける (S10)。

- [0121] 局所研磨制御システム 1 は、局所研磨を行うウェハのエッチングパターンのデータを通信部を介して受信する（S 1 1）。局所研磨制御システム 1 は、局所研磨対象のウェハの膜厚を測定し（S 1 2）、膜厚の測定結果とエッチングパターンに基づいて膜厚分布を推定し、コンター図を生成する（S 1 3）。続いて、局所研磨制御システム 1 は、推定された膜厚分布に基づいて局所研磨部位を設定する（S 1 4）。局所研磨部位設定部 1 1 は、あらかじめ入力された優先設定が、精度かスループットかに基づいて、局所研磨部位を設定する。
- [0122] 続いて、局所研磨制御システム 1 は、局所研磨部位の大きさに基づいて、それぞれの局所研磨部位を研磨する研磨ヘッドを選択する（S 1 5）。次に、局所研磨制御システム 1 は、モデル記憶部 2 0 からレシピ生成のためのレシピ生成モデルを読み出し、レシピ生成モデルに対して局所研磨部位の属性および研磨ヘッドの種類を適用することによって局所研磨部位を研磨する研磨レシピを生成する（S 1 6）。
- [0123] 次に、局所研磨制御システム 1 は、生成した研磨レシピを用いて局所研磨部位を研磨したとした場合の膜厚をシミュレーションする（S 1 7）。このシミュレーションの結果、スループット、研磨後の膜厚が面均一度の基準を満たすか否かを判定する（S 1 8）。この結果、基準を満たすと判定されたときは（S 1 8 で Y E S）、研磨レシピを局所研磨モジュール 2 0 0 に送信し、ウェハの実研磨を行う（S 2 0）。
- [0124] シミュレーションの結果、スループット、面均一度の基準を満たさない場合には（S 1 8 で N O）、研磨レシピを手動生成し（S 1 9）、生成した研磨レシピによって実研磨を行う（S 2 0）。
- [0125] なお、スループット及び面均一度の基準を満たすか否かの判定（S 1 8）において、スループットの基準は、局所研磨部位ごとに判定してもよいし、すべての局所研磨部位を研磨する研磨時間の合計に基づいて、判定を行ってもよい。
- [0126] 以上、第 1 の実施の形態の局所研磨制御システム 1 の構成および動作につ

いて説明した。第１の実施の形態の局所研磨制御システム１は、膜厚分布推定部１０にて推定した膜厚に基づいて研磨レシピを生成するので、ウェハの膜厚を精密に測定しなくても、研磨レシピを生成することができ、短時間でウェハの局所研磨を行うことができる。

[0127] 第１の実施の形態の局所研磨制御システム１は、優先度の設定に基づいて局所研磨部位を設定することにより、精度またはスループットを優先した局所研磨を行うことができる。

[0128] (第２の実施の形態)

図９は、第２の実施の形態の局所研磨制御システム２の構成を示す図である。図１を参照して説明したように、研磨装置１００は、局所研磨モジュール２００のほかに全体研磨モジュール３００を有しているが、第２の実施の形態の局所研磨制御システム２は、全体研磨モジュール３００にて研磨を行うときの研磨条件（これを「全体研磨条件」という）も用いて、局所研磨レシピを求める。

[0129] 第２の実施の形態の局所研磨制御システム２は、通信部１８にて、全体研磨条件のデータを受信する。全体研磨としては種々の条件があるが、本実施の形態では、全体研磨の研磨時間と研磨時の押圧力のデータを受信する。

[0130] 図１０は、第２の実施の形態において用いるレシピ生成モデルの例を示す図である。レシピ生成モデルは、第１の実施の形態と同様のレシピ生成モデルである。レシピ生成モデルは、入力ノードとして、第１の実施の形態で説明したレシピ生成モデルの入力ノードに加え、全体研磨時間及び全体研磨押圧力のノードを有している。第２の実施の形態の局所研磨制御システム２は、局所研磨部位の属性および局所研磨に用いる研磨ヘッドのデータを入力ノードに適用すると共に、通信部１８にて受信した全体研磨の研磨時間及び押圧力のデータを入力ノードに適用して、局所研磨の研磨レシピを生成する。

[0131] 第２の実施の形態の局所研磨制御システム２のその他の構成は、第１の実施の形態の局所研磨制御システム１の構成と同じである。第２の実施の形態の局所研磨制御システム２の動作は、エッチングパターンデータを入力する

ステップS 1 1（図8）において、エッチングパターンと共に全体研磨条件のデータを入力する点を除いては、第1の実施の形態の局所研磨制御システム1の動作と同じである。

[0132] 第2の実施の形態の局所研磨制御システム2は、全体研磨における段差解消性も考慮して、全体研磨と局所研磨とを総合した適切な局所研磨レシピを生成することができる。なお、第2の実施の形態の局所研磨制御システム2は、全体研磨と局所研磨のいずれを先に行う場合であっても適用することができる。

[0133]（第3の実施の形態）

図11は、第3の実施の形態の局所研磨制御システム3の構成を示す図である。第3の実施の形態の局所研磨制御システム3は、研磨レシピ生成部13が1つのレシピ生成モデルのみに基づいて研磨レシピを生成するのではなく、異なる種類のモデルで生成した研磨レシピ、および過去に用いた研磨レシピの中から最良の研磨レシピを選択する構成を有する。

[0134] 図12は、第3の実施の形態の局所研磨制御システム3によって研磨レシピを生成する動作を示すフローチャートである。図12のフローチャートは、図8に示すフローチャートのステップS 1 6，S 1 7の処理に相当する。図12も参照しつつ、研磨レシピの生成について説明する。

[0135] 局所研磨制御システム3のモデル記憶部20には、レシピ生成モデルとして、ニューラルネットワークモデルと決定木モデルを有している。研磨レシピ生成部13は、局所研磨部位の属性等をニューラルネットワークのレシピ生成モデルの入力ノードに適用して研磨レシピ（これを「研磨レシピA」という）を求める（S 3 0）と共に、局所研磨部位の属性等を決定木モデルに適用して研磨レシピ（これを「研磨レシピB」という）を求める（S 3 1）。

[0136] 第3の実施の形態の局所研磨制御システム3は、過去に用いた研磨レシピの実績データを記憶した実績データ記憶部21を有している。図13は、実績データ記憶部21に記憶された研磨レシピの実績データの例を示す図であ

る。実績データは、過去に研磨した局所研磨部位の属性と、その局所研磨部位に用いた研磨レシピと、研磨後の成績のデータを有している。局所研磨部位の属性としては、局所研磨部位の膜厚、スキャンエリアの縦長及び横長のデータがある。図13で詳細を示していないが、研磨レシピに含まれる条件には、例えば、研磨の押圧力、研磨ヘッドの回転数、スキャニング速度、研磨時間等がある。成績は、研磨後の膜厚分布の面均一性の程度や研磨に要した時間等を所定の計算式でスコアに変換したデータである。ここで説明した実績データは一例にすぎず、上記した以外のデータを実績データとして有してもよい。

[0137] また、研磨レシピ生成部13は、実績データの中から成績の良い研磨レシピを選ぶ(S32)。具体的には、実績データを局所研磨部位の属性を用いてクラスタリングし、処理対象の局所研磨部位の属性に近いクラスタに含まれる実績データの中から、成績の良いトップ5の研磨レシピ(これを「研磨レシピC1～C5」という)を選ぶ。

[0138] 研磨レシピ生成部13は、上記のようにして生成あるいは選んだ研磨レシピA、B、C1～C5について、処理対象の局所研磨部位を研磨したとした場合の膜厚分布をシミュレーションする(S33)。そして、最も成績の良かった研磨レシピを選択する(S34)。

[0139] このように異なるモデルで生成した研磨レシピおよび過去の研磨レシピの中から最も成績の良い研磨レシピを選択することで、ある手法では仕様範囲を満たすことができない研磨レシピしかできない場合でも、異なる手法を用いた研磨レシピも候補に入るので、仕様範囲を満たす研磨レシピを生成できる可能性が高まる。

[0140] なお、本実施の形態では、異なる種類のレシピ生成モデルを用いて生成した研磨レシピと、過去に用いた研磨レシピの中から最良のレシピを選択する例について説明したが、異なる種類のレシピ生成モデルを用いて生成した研磨レシピまたは過去の研磨レシピのいずれかから研磨レシピを選択してもよい。

[0141] (第4の実施の形態)

図14は、第4の実施の形態の局所研磨制御システム4の構成を示す図である。第4の実施の形態の局所研磨制御システム4の基本的な構成は、上記した第1の実施の形態の局所研磨制御システム1と同じである。ただし、第4の実施の形態の局所研磨制御システム4は、インターネット等のネットワーク800を通じて、多数の研磨装置100と接続され、いわゆるIoT (Internet of Things) の構成をとっている。

[0142] 第4の実施の形態の局所研磨制御システム4は、ネットワーク800を介して接続された研磨装置100から処理対象のウェハWfの膜厚データ等を受信し、そのウェハWfにあった局所研磨レシピを生成して配信する。また、局所研磨制御システム4は、多数の研磨装置100による局所研磨の結果のデータに基づいて、研磨レシピを求めるためのレシピ生成モデルの学習を行う。

[0143] 研磨レシピの提供とレシピ生成モデルの学習の流れについて説明する。ネットワーク800に接続された研磨装置100は、処理対象のウェハの膜厚データとエッチングパターンのデータを、局所研磨制御システム4に送信する(ステップ(i))。局所研磨制御システム4は、膜厚データとエッチングデータを受信すると、第1の実施の形態の局所研磨制御システム1と同様に、研磨レシピを生成し(ステップ(ii))、生成した研磨レシピを研磨装置100に送信する(ステップ(iii))。研磨装置100は、局所研磨制御システム4から受信した研磨レシピを用いて、ウェハの研磨を行い(ステップ(iv))、研磨後のウェハの膜厚のデータ及び研磨に要した時間のデータを研磨結果データとして局所研磨制御システム4に送信する(ステップ(v))。局所研磨制御システム4は、研磨レシピに対する研磨結果データを受信すると、このデータを用いて、レシピ生成モデルの学習を行う(ステップ(vi))。

[0144] 図15A～図15Cは、研磨結果データを用いて、レシピ生成モデルの学習を行う手法の一例を示す図である。図15A～図15Cにおいては、研磨

レシピを求めるためのレシピ生成モデル、研磨レシピを用いて研磨結果をシミュレーションするシミュレーションモデルを簡略化して記載している。

[0145] 図15Aは、学習前のレシピ生成モデル(f)を用いて、処理対象のウェハの属性A(実際には、図7に示すように複数のノードがある)から研磨レシピXを生成する様子、および、研磨レシピXにしたがって研磨したときのシミュレーション結果をシミュレーションモデル(g)を用いて求める様子を示す。図15Aでは、シミュレーション結果として、スループットの予測値C、面均一性の予測値Dを得る。ここで、この予測値C、Dは、スループット及び面均一性の合格基準を満たす値であり、研磨レシピXを実研磨に用いて良いとの結果(図8のステップS18でYES)が得られたものとする。

[0146] 図15Bは、実研磨によって得られた研磨結果データによって、シミュレーションモデルの学習を行う例を示す。実研磨の結果、スループットが予測値Cとは異なる研磨結果C'、面均一性が予測値Dとは異なる研磨結果D'が得られたときに、研磨レシピXによってこれらの結果C'、D'が得られるようにシミュレーションモデル(g)を学習してシミュレーションモデル(g')を得る。これにより、研磨レシピから研磨結果を予測するシミュレーションモデルの精度が高くなったと考えられる。

[0147] 次に、図15Cに示すように、学習されたシミュレーションモデル(g')を用いて、合格基準値C、Dを得ることができ研磨レシピX'を求め、続いて、研磨レシピX'によって研磨レシピX'が得られるようにレシピ生成モデル(f)を学習して、レシピ生成モデル(f')を得る。これにより、研磨レシピを生成するためのレシピ生成モデルの学習が行われる。

[0148] なお、図15A～図15Cを用いて説明した学習は、レシピ生成モデルの学習の一例であり、他の方法によって学習を行ってもよい。例えば、図15Cで示した過程において、図15Dに示すように合格基準値C、Dに代えて、スループットと面均一性の理想値を用いて、レシピ生成モデル(f)の学習を行ってレシピ生成モデル(f'')を得てもよい。

[0149] ネットワークによって接続された多数の研磨装置１００で行った研磨結果のデータを用いて、レシピ生成モデルの学習を行うことにより、研磨対象部位の属性等に応じて、研磨対象部位を局所研磨する研磨レシピを精度良く求めることができるようになる。

[0150] （第５の実施の形態）

上記した実施の形態では、基板処理の例として、ウェハの局所研磨を行うシステムについて説明したが、本実施の形態では、基板制御として、ウェハW f上の異物をスクラブして除去するスクラブ装置を制御するスクラブ制御システムについて説明する。最初に、スクラブ装置の構成について説明する。

[0151] [スクラブ装置の構成]

図１６は、スクラブ装置９００の構成を示す側面図である。図１６に示すように、スクラブ装置９００は、ウェハW fを水平に保持し、その軸心を中心として回転させる中空状の基板回転機構９１０と、この基板回転機構９１０に保持されたウェハW fの上面をスクラブ（擦り洗い）してウェハWの上面から異物や傷を除去するスクラバー（処理ヘッド）９２０と、ウェハWの下面を流体圧により非接触で支持する静圧支持機構９３０とを備えている。基板回転機構９１０、スクラバー９２０、および静圧支持機構９３０は、隔壁９４０によって囲まれている。隔壁９４０の内部空間は、処理室９４１を構成している。ここではスクラブ処理を中心に説明しているが、この処理室９４１内において、洗浄、乾燥を行うこともでき、図１６に示すスクラブ装置９００は、洗浄装置、乾燥装置を兼ねることができる。

[0152] 静圧支持機構９３０は、基板回転機構９１０の内側空間内に配置されている。静圧支持機構９３０は、ステージ昇降機構９３２により支持された支持ステージ９３１を備える。また、静圧支持機構９３０は、ステージ回転機構９３３を備えている。

[0153] スクラバー９２０は、基板回転機構９１０に保持されているウェハW fの上方に配置されている。スクラバー９２０は、ウェハW fの表面処理をする

ためのスポンジ、不織布、発泡ポリウレタンなどの軟質材料または研磨テープなどからなるスクラブ部材 921 を備えている。スクラブ部材 921 を用いた表面処理は、ウェハ W f の表面を僅かに削り取ることにより、ウェハ W f の表面から異物を除去し、および／またはウェハ W f の表面を構成する材料の少なくとも一部を除去する処理である。スクラブ部材 921 を用いたウェハ W f の表面処理を、スクラブ（擦り洗い）処理という。

[0154] スクラバー 920 はスクラバーシャフト 922 を介して揺動アーム 923 の一端に連結されており、揺動アーム 923 の他端は揺動軸 924 に固定されている。揺動軸 924 は軸回転機構 925 に連結されている。この軸回転機構 925 により揺動軸 924 が駆動されると、スクラバー 920 が処理位置とウェハ W f の半径方向外側にある退避位置との間を移動するようになっている。

[0155] 揺動軸 924 には、スクラバー 920 を上下方向に移動させるスクラバー昇降機構 926 がさらに連結されている。このスクラバー昇降機構 926 は、揺動軸 924 およびスクラバーシャフト 922 を介してスクラバー 920 を昇降させる。スクラバー 920 は、スクラバー昇降機構 926 によりウェハ W f の上面に接触するまで下降される。スクラバー昇降機構 926 としては、エアシリンダ、またはサーボモータとボールねじとの組み合わせなどが使用される。

[0156] 隔壁 940 の上部には、クリーンエア取入口 943 が形成されており、隔壁 940 の下部には排気ダクト 942 が形成されている。排気機構 950 は隔壁 940 の上面に設置されている。この排気機構 950 は、ファン 951 と、このファン 951 から送られた空気中のパーティクルや粉塵を除去するフィルター 952 とを備えている。排気機構 950 は、清浄な空気をクリーンエア取入口 943 を通じて処理室 941 に送り込み、処理室 941 内の気体を排気ダクト 942 から排出させる。

[0157] 基板回転機構 910 は、全体として円筒形状を有しており、その中央部には空間が形成されている。基板回転機構 910 は、ウェハ W f の周縁部を把

持する複数のチャック 911 と、これらチャック 911 を介してウェハ W f を回転させる中空モータ 912 とを備えている。チャック 911 の下方には、チャック 911 を上昇させるリフト機構 915 が設けられている。中空モータ 912 は、静止部材 913 と回転基台 914 との間において、アンギュラコンタクト玉軸受によって回転自在に支持されている。

[0158] [スクラブ制御システム]

図 17 は、スクラブ制御システムの構成を示す図である。スクラブ制御システム 5 は、スクラブのスクラブレシピを生成する構成として、パーティクル分布推定部 30 と、スクラブ部位設定部 31 と、スクラブ部材選択部 32 と、スクラブレシピ生成部 33 とを有している。

[0159] パーティクル分布推定部 30 は、スクラブの対象のウェハのパーティクル分布を推定する機能を有している。パーティクル分布推定部 30 は、ウェハ上のパーティクルを検知する検出部 960 から、ウェハのパーティクルの検出結果のデータを受信し、受信した検出結果に基づいてウェハ上のパーティクル分布を推定する。このようにパーティクル分布推定部 30 がウェハ上のパーティクルの分布を推定するので、検出部 960 は精細な検出を行う必要はなく、パーティクル検出に要する時間を短縮できる。

[0160] スクラブ部位設定部 31 は、パーティクル分布推定部 30 にて推定されたパーティクル分布に基づいてスクラブ部位を設定する機能を有する。スクラブ部位設定部 31 は、スループット優先でスクラブするか精度優先でスクラブするかによってスクラブ部位の設定の仕方が異なる。なお、スクラブをスループット優先で行うか、精度優先で行うかは、ユーザが優先設定入力部 39 から入力することによってあらかじめ設定しておく。

[0161] スクラブ部材選択部 32 は、スクラブ部位の大きさに基づいてスクラブ部材を選択する。精度優先の場合には、小さいスクラブ部材を用いてウェハ W f 表面にあるパーティクルの分布に合わせてきめ細かくスクラブを行うことができ、パーティクルのない部分が必要以上に擦られることを防止する。逆に、スループット優先の場合には、近接しているスクラブ部位をひとまとめ

にスクラブすることで、スクラブ時間の短縮を図ることができる。

[0162] スクラブレシピ生成部 33 は、スクラブ部位をスクラブするスクラブレシピを求める機能を有する。まず、スクラブレシピ生成部 33 は、スクラブ部材でスクラブ部位をカバーする範囲を求める。次に、スクラブレシピ生成部 33 は、スクラブを行う際のその他の条件を求める。具体的には、スクラブレシピ生成部 33 は、レシピ生成モデルを用いて、スクラブ部位の属性に応じたスクラブレシピを求める。本実施の形態では、レシピ生成モデルとして、ニューラルネットワークモデルを用いる。

[0163] 図 18 は、モデル記憶部 40 に記憶されたレシピ生成モデルの例を示す図である。レシピ生成モデルは、入力ノードとしてスクラブ部位の属性等を有し、出力ノードとしてスクラブを行う条件、すなわちスクラブレシピを有している。入力ノードとしては、スクラブ部位にあるパーティクルの密度、スクラブエリアの縦長及び横長と、スクラブ部材のノードを有している。出力ノードとしては、スクラブ部材のスキャン速度およびスキャン回数と、スクラブ部材の押圧力、スクラブ時間のノードを有している。

[0164] 図 18 に示すレシピ生成モデルは、一例であって、スクラブレシピを求めるためのモデルの入力ノード、及び出力ノードは、図 18 にて例示したもの限定されない。また、入力ノードと出力ノードとの間の中間ノードは、一層ではなく複数の層を有してもよい。

[0165] スクラブレシピ生成部 33 は、スクラブ部位設定部 31 にて設定されたスクラブ部位にあるパーティクルの密度、スクラブ部位の縦長及び横長の属性を入力ノードに適用すると共に、スクラブ部材選択部 32 にて選択されたスクラブ部材を適用し、出力ノードの値を求める。これにより、スクラブレシピ生成部 33 は、スクラブレシピ、すなわち、スクラブを行うときの各種の条件を求めることができる。

[0166] なお、本実施の形態では、スクラブレシピを求めるためのレシピ生成モデルとしてニューラルネットワークモデルを例として説明したが、スクラブレシピを求めるためのモデルは、ニューラルネットワークモデルに限らず、決

定木モデルやベイジアンネットワークモデルを用いることもできる。

- [0167] スクラブ制御システム5は、スクラブレシピ生成部33にて生成されたスクラブレシピを検証するシミュレーション部34を備えている。シミュレーション部34は、スクラブレシピにしたがってウェハのスクラブを行ったとした場合のパーティクル分布をシミュレーションする。
- [0168] シミュレーション部34は、モデル記憶部40に記憶されたシミュレーションモデルを読み出し、シミュレーションモデルにスクラブの条件を適用することにより、スクラブ後のパーティクル分布およびスループットを算出する。その結果、スクラブ後のウェハのパーティクル分布およびスループットが所定の仕様を満たす場合には、シミュレーション部34は、生成されたスクラブレシピでOKと判定する。シミュレーションした結果、パーティクル分布またはスループットが所定の仕様を満たさない場合には、シミュレーション部34は、スクラブレシピはNGと判定する。
- [0169] スクラブレシピ送信部35は、シミュレーション部34での検証でOKと判定されたスクラブレシピのデータをスクラブ装置900に送信する機能を有する。スクラブ装置900は、スクラブ制御システム5から送信されたスクラブレシピをスクラブレシピ受信部962にて受信すると、受信したスクラブレシピにしたがって、各種駆動部961を駆動して、スクラブを行う。
- [0170] 各種駆動部961とは、図16を用いて説明したスクラブ装置900を駆動させる駆動部であり、例えば、基板回転機構910、スクラバー昇降機構926、ステージ回転機構933、静圧支持機構930等である。
- [0171] スクラブ装置900は、スクラブレシピにしたがって、ウェハのスクラブを行った後、パーティクル分布の測定を行い、測定されたパーティクル分布のデータをスクラブデータ送信部963からスクラブ制御システム5に送信する。スクラブ制御システム5は、スクラブ装置900から送信されたパーティクル分布データを受信すると、受信したパーティクル分布データを教師信号として、レシピ生成のためのレシピ生成モデルの学習を行う。これにより、実スクラブデータに基づいて、スクラブレシピ生成モデルの精度を高め

ていくことができる。

[0172] また、スクラブ制御システム5は、出力部37を有している。出力部37は、例えば、ディスプレイ等の表示手段によって構成される。スクラブ制御システム5は、例えば、シミュレーション部34によるシミュレーション結果を出力部37から出力する。これにより、シミュレーション結果がNGの場合に、ウェハのどの部分のスクラブが足りないのか、あるいは、所定の仕様の範囲まで、あとどの程度のスクラブが必要なのか等を把握できる。これにより、スクラブレシピを修正したり、スクラブレシピを求めるレシピ生成モデルを調整することができる。

[0173] 図19は、スクラブ制御システム5によってスクラブを制御する動作を示す図である。スクラブ制御システム5は、スクラブを行う際に、精度を優先するかスループットを優先するかの優先設定の入力を受け付ける（S40）。

[0174] スクラブ制御システム5は、スクラブ対象のウェハのパーティクルを検知し（S41）、検知結果に基づいてパーティクル分布を推定する（S42）。続いて、スクラブ制御システム5は、推定されたパーティクル分布に基づいてスクラブ部位を設定する（S42）。スクラブ部位設定部31は、あらかじめ入力された優先設定が、精度かスループットかに基づいて、スクラブ部位を設定する。

[0175] 続いて、スクラブ制御システム5は、スクラブ部位の大きさに基づいて、それぞれのスクラブ部位をスクラブするスクラブ部材を選択する（S44）。次に、スクラブ制御システム5は、モデル記憶部40からレシピ生成のためのレシピ生成モデルを読み出し、レシピ生成モデルに対してスクラブ部位の属性およびスクラブ部材の種類を適用することによってスクラブ部位をスクラブするスクラブレシピを生成する（S45）。

[0176] 次に、スクラブ制御システム5は、生成したスクラブレシピを用いてスクラブ部位をスクラブした後のパーティクル分布をシミュレーションする（S46）。このシミュレーションの結果、スループット、スクラブ後のパーテ

ィクル分布が面均一度の基準を満たすか否かを判定する（Ｓ４７）。この結果、基準を満たすと判定されたときは（Ｓ４７でＹＥＳ）、スクラブレシピをスクラブ装置９００に送信し、ウェハの実スクラブを行う（Ｓ４９）。

[0177] シミュレーションの結果、スループット、面均一度の基準を満たさない場合には（Ｓ４７でＮＯ）、スクラブレシピを手動生成し（Ｓ４８）、生成したスクラブレシピによって実スクラブを行う（Ｓ４９）。

[0178] なお、スループット及び面均一度の基準を満たすか否かの判定（Ｓ４７）において、スループットの基準は、スクラブ部位ごとに判定してもよいし、すべてのスクラブ部位をスクラブするスクラブ時間の合計に基づいて、判定を行ってもよい。

[0179] 以上、第５の実施の形態のスクラブ制御システム５の構成および動作について説明した。第５の実施の形態のスクラブ制御システム５は、パーティクル分布推定部３０にて推定したパーティクル分布に基づいてスクラブレシピを生成するので、ウェハのパーティクルの一つ一つを精密に検出しなくても、スクラブレシピを生成することができ、短時間でウェハのスクラブを行うことができる。

[0180] 第５の実施の形態のスクラブ制御システム５は、優先度の設定に基づいてスクラブ部位を設定することにより、精度またはスループットを優先したスクラブを行うことができる。

[0181] スクラブ制御システム５は、モデル記憶部４０に、レシピ生成モデルとしてニューラルネットワークモデルのみを記憶するのではなく、決定木モデルやベイジアンネットワークモデルなどの複数種類のモデルを記憶して、複数種類のモデルを用いて生成した複数のスクラブレシピの中から、実際のスクラブに用いる一つのスクラブレシピを選択することとしてもよい。すなわち、生成した複数種類のスクラブレシピを用いてスクラブを行ったとしたときのスクラブ結果をシミュレーション部にてシミュレーションし、成績の一番良いスクラブレシピを選択する。

[0182] また、スクラブ制御システム５は、第３の実施の形態において説明した局

所研磨制御システムと同様に、過去に用いたスクラブレシピの実績データを記憶した実績データ記憶部を有してもよい。スクラブ制御システム5は、処理対象のウェハのパーティクル分布に近いパーティクル分布を持ったウェハに対して適用したスクラブレシピの中から、実際のスクラブに用いる一つのスクラブレシピを選択することとしてもよい。具体的には、実績データをスクラブ部位の属性を用いてクラスタリングし、処理対象のスクラブ部位の属性に近いクラスタに含まれる実績データの中から、成績の良いトップ5のスクラブレシピを選ぶ。そして、選ばれた複数種類のスクラブレシピを用いてスクラブを行ったとしたときのスクラブ結果をシミュレーション部にてシミュレーションし、成績の一番良いスクラブレシピを選択する。

[0183] また、スクラブ制御システムは、第4の実施の形態において説明した局所研磨制御システムと同様に、インターネット等のネットワークを通じて、多数のスクラブ装置と接続し、いわゆるIoTの構成をとってもよい。スクラブ制御システムは、複数のスクラブ装置から送信されるスクラブに関するデータを受信する受信部を備え、ネットワークを介して接続されたスクラブ装置から処理対象のウェハのパーティクル分布データ等を受信し、そのウェハにあったスクラブレシピを生成して配信する。また、スクラブ制御システムは、多数のスクラブ装置で行ったスクラブ結果のデータに基づいて、スクラブレシピを求めるためのレシピ生成モデルの学習を行う。

[0184] 以上、本発明の基板処理制御システムについて、実施の形態を挙げて詳細に説明したが、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではない。上記した実施の形態では、研磨レシピを生成するためのモデルとしてニューラルネットワークモデルを中心に説明したが、モデルはニューラルネットワークモデルに限定されるものではなく、決定木モデルや、ベイジアンネットワークモデル等のモデルを用いることができる。

[0185] (第6の実施の形態)

次に、第6の実施の形態の局所研磨装置および局所研磨方法について説明する。研磨装置の全体構成は、上記した実施の形態と同じである。図1及び

図 2 を参照されたい。

[0186] [制御装置の構成]

図 20 は、制御装置 600 の構成を示す図である。図 20 においては、局所研磨モジュール 200 を制御する機能ブロックについて記載しているが、制御装置 600 は、図 1 で説明した全体研磨モジュール 300、洗浄モジュール 400、乾燥モジュール 500、搬送機構 700 を制御する機能も有している。本明細書では、局所研磨モジュール 200 を制御する機能以外の機能については、説明を省略する。本発明の局所研磨装置は、局所研磨モジュール 200 と制御装置 600 によって構成される。

[0187] 制御装置 600 は、局所研磨モジュール 200 からトルクデータを受信するトルクデータ受信部 601 を有している。局所研磨モジュール 200 は、ヘッド 221 を回転駆動するのに要するトルクのデータを検知する機能を有し、検知したトルクデータを制御装置 600 に送信するトルクデータ送信部 223 を有している。トルクデータ送信部 223 は、局所研磨モジュール 200 にて局所研磨を行っている間にわたって、トルクデータを送信し、トルクデータ受信部 601 はこれを受信する。

[0188] 制御装置 600 は、研磨レシピ選択部 602 を有している。記憶部 605 には、様々な条件ごとに異なる複数の局所研磨レシピが記憶されている。様々な条件とは、例えば、研磨対象のウェハの膜厚測定の結果得られた凸部の高さ及び広がり状態や、ウェハのエッチングパターンや、ウェハに対して行われた全体研磨の条件などである。研磨レシピ選択部 602 は、記憶部 605 に記憶された複数の局所研磨レシピの中から、ウェハの条件に合った局所研磨に用いる研磨レシピを選択する機能を有する。ここで選択された研磨レシピが局所研磨の開始時に用いられる研磨レシピである。

[0189] 研磨レシピ選択部 602 は、選択した研磨レシピのデータを局所研磨モジュール 200 に送信する。局所研磨モジュール 200 は、研磨レシピのデータを受信すると、受信した研磨レシピにしたがって、各種駆動部 270 を駆動してウェハの局所研磨を行う。ここで、各種駆動部 270 とは、図 2 を用

いて説明した局所研磨モジュール200を駆動させる駆動部であり、例えば、テーブル210の駆動機構211、アーム222の駆動機構、研磨パッド220を回転させる回転駆動機構、研磨パッド220をウェハに押圧するアクチュエータ、処理液供給系統240の開閉弁244, 248, 251~253等である。

[0190] 制御装置600は、局所研磨条件修正部603を有している。局所研磨条件修正部603は、研磨レシピが規定する複数の研磨条件のうちで、研磨中に変更することができる研磨条件を修正する機能を有する。研磨レシピは、例えば、研磨に用いるヘッドのサイズ、研磨パッドの材質、スラリーの種類、研磨ヘッドの回転数、研磨ヘッドのスキャン速度、研磨ヘッドの押圧力、スラリーの供給量等の様々な研磨条件を規定している。このうち、研磨に用いるヘッドのサイズ、研磨パッドの材質、スラリーの種類の条件は、局所研磨を開始する際に決定され、研磨が終了するまで同じ条件が用いられる。これに対し、研磨ヘッドの回転数、研磨ヘッドのスキャン速度、研磨ヘッドの押圧力、スラリーの供給量の条件は、研磨中にも変更をすることが可能な条件である。

[0191] 局所研磨条件修正部603は、局所研磨中のトルクのデータに基づいて研磨レシピを適切に修正するためのレシピ修正モデルを有している。本実施の形態では、レシピ修正モデルとして、ニューラルネットワークモデルを用いているが、レシピ修正モデルはニューラルネットワークモデルに限定されるものではなく、決定木モデルやベイジアンネットワークモデル等を用いることも可能である。

[0192] 図21は、記憶部605に記憶されたレシピ修正モデルの例を示す図である。レシピ修正モデルは、入力ノードとして研磨初期条件とトルクデータを有する。研磨初期条件のノードとしては、研磨ヘッドのサイズ、研磨パッド材質、スラリー種類のノードを有する。これらは、研磨レシピ選択部602にて選択された研磨レシピによって規定された条件であり、局所研磨中に内容が変わらないノードである。これらのノードには、研磨レシピ選択部60

2にて、最初に選択された研磨レシピの値が適用される。また、レシピ修正モデルは、出力ノードとして、研磨ヘッド回転数と、スキャン速度と、研磨ヘッドの押圧力と、スラリー供給量のノードを有している。

[0193] 図21に示すレシピ修正モデルは、一例であって、研磨レシピを求めるためのモデルの入力ノード、及び出力ノードは、図21にて例示したものに限定されない。例えば、出力ノードとして、スキャン回数や研磨時間のノードなどを有してもよい。また、入力ノードと出力ノードとの間の中間ノードは、一層ではなく複数の層を有してもよい。

[0194] 局所研磨条件修正部603は、記憶部605からレシピ修正モデルを読み出し、レシピ修正モデルの入力ノードに、トルクデータ受信部601にて受信したトルクデータを適用して、研磨レシピを修正する局所研磨条件を求める機能を有している。局所研磨条件修正部603は、トルクデータ受信部601にて受信したトルクデータに基づいて、トルクの変化が所定の閾値を超えたときに、局所研磨条件を修正する。一例を挙げると、トルクデータ受信部601にて、0.5秒間隔でトルクデータを受信し、前回受信したトルクデータと今回受信したトルクデータの差分 ΔT が所定の閾値を超えたときに、今回受信したトルクデータをレシピ修正モデルに適用して、新たな研磨条件を求める。

[0195] 局所研磨条件修正部603は、求めた研磨条件のデータを局所研磨モジュール200の各種駆動部270に送信する。局所研磨モジュール200は、最初に受信した研磨レシピを、受信した研磨条件のデータによって修正し、新しい研磨レシピにしたがって、各種駆動部270を駆動して局所研磨を行う。

[0196] 制御装置600は、局所研磨を行った研磨条件と研磨中のトルクとに基づいて、局所研磨を行ったウェハの表面の凹凸を計算するプロファイル計算部604を有している。局所研磨中に研磨条件とトルクは変化するが、同じ研磨条件を用いた時間帯について見れば、そのときの研磨条件とトルクから研磨量を計算できる。プロファイル計算部604は、研磨条件ごとに研磨量を

求めて積算することにより、局所研磨による研磨量を計算する。

[0197] 図22は、本実施の形態の局所研磨装置の動作を示すフローチャートである。局所研磨装置は、まず、研磨対象のウェハの膜厚の測定を行い（S50）、記憶部605に記憶された局所研磨レシピの中から、膜厚測定データや、ウェハのエッチングパターン、ウェハに対して行われた全体研磨の条件などに合った研磨レシピを選択し、初期の研磨条件を決定する（S51）。

[0198] 局所研磨モジュール200は、決定された研磨レシピのデータを制御装置600から受信し、受信した研磨レシピにしたがってウェハの局所研磨を行う（S52）。局所研磨モジュール200は、局所研磨中に、ヘッド221を回転駆動するのに要するトルクのデータを検知し（S53）、トルクデータを制御装置600に送信する。

[0199] 制御装置600は、受信したトルクデータに基づいて、トルクの変化が所定の閾値を超えているか否かを判定し（S54）、トルク変化が所定の閾値を超えていないと判定された場合（S54でNO）、そのままの研磨条件で局所研磨を継続する（S52）。トルク変化が所定の閾値を超えていると判定された場合（S54でYES）、研磨条件修正部603は、検知されたトルクのデータを用いて研磨条件を修正し（S55）、修正した研磨条件で局所研磨を行う（S52）。具体的には、制御装置600は、修正した研磨条件を局所研磨モジュール200に送信し、局所研磨モジュール200は受信した研磨条件で研磨レシピを修正し、修正された研磨レシピにしたがってウェハの研磨を行う。

[0200] 本実施の形態の局所研磨装置は、局所研磨中のトルクが所定の閾値より大きく変化した場合に、そのトルクに基づいて研磨レシピの一部の研磨条件を修正し、新しい研磨レシピで局所研磨を行うので、ウェハの表面状態が最初に予想したものと異なる場合にも、研磨不足や研磨しすぎてしまうという不都合を防止できる。

[0201] 本実施の形態の局所研磨装置は、プロファイル計算部604により、局所研磨中に検知したトルクデータと研磨条件とに基づいて、研磨処理後のウェ

ハの表面の凹凸を求めるので、研磨処理後にウェハの膜厚を実測しなくても、ウェハが所定の仕様を満たすか否かを判定することができる。

[0202] 以上、本発明の局所研磨装置および局所研磨方法について、実施の形態を挙げて詳細に説明したが、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではない。上記した実施の形態においては、局所研磨条件修正部603は、トルクの変化が所定の閾値を超えたときに（図22、S54でYES）、トルクデータに基づく研磨条件の修正を行ったが（図22、S55）、トルクの変化ではなく、トルクデータが所定の閾値を見て研磨条件の修正を行うか否かを判定してもよい。

[0203] 図23は、トルクデータの絶対値によって研磨条件の修正を行う動作を示すフローチャートである。基本的な動作は、図22で示した例と同じであるが、局所研磨中のトルクが第1の閾値と第2の閾値の間にあるかどうかを判断している（ステップS54a）。局所研磨中のトルクが第1閾値と第2閾値との間にある場合には（S54aでYES）、そのままの研磨条件で研磨を継続する（S52）。トルクが第1閾値と第2閾値の範囲を超える場合、すなわち、トルクが第1の閾値を下回る場合、または、トルクが第2の閾値を上回る場合には（S54aでNO）、研磨条件修正部603は、検知されたトルクのデータを用いて研磨条件を修正し（S55）、修正した研磨条件で局所研磨を行う（S52）。

[0204] このようにトルクの絶対値が所定の閾値の範囲内にあるか否かを判定し、所定の閾値を超えたときに研磨条件を変更する構成とすることにより、局所研磨装置は、当初予定されたトルクの範囲内で局所研磨を行えているか否かを管理できる。トルクデータが予定外の値となった場合には、研磨状態が予定通り行われていないと判断して、研磨条件を変更することで、研磨不足や研磨し過ぎてしまうといった不都合を防止できる。なお、この変形例では、トルクの絶対値によって判断する例を説明したが、トルク変化とトルクの絶対値の両方をみて研磨条件を変更するかどうかを判断してもよい。

[0205] 上記した実施の形態において説明したレシピ修正モデルにおいて、入力ノ

ードに研磨パッド使用期間のノードを有してもよい。図24は、変形例に係るレシピ修正モデルの例を示す図である。研磨パッド使用期間は、局所研磨中に変化する値ではないので、研磨初期条件に含まれる。研磨パッドの使用期間が異なれば、その他の条件が同じであっても研磨量に違いが出てくる。研磨パッドの使用期間は研磨部材の磨耗具合や劣化度合いを反映するので、研磨パッド使用期間の入力ノードを有することで、精度の高い研磨条件を求めることができる。

[0206] 上記した実施の形態においては、複数の局所研磨レシピの中から条件にあった局所研磨レシピを選択することによって、局所研磨開始時の局所研磨レシピを求める例について説明したが、初期の局所研磨レシピは別の方法で求めてもよい。例えば、処理対象のウェハの膜厚測定の結果、及び、処理対象ウェハの上流での製造工程の条件等に基づいて処理対象のウェハの表面状態を予測し、予測された表面状態から、局所研磨レシピを生成してもよい。このように予測に基づいて研磨レシピを生成しても、本発明の局所研磨装置は、局所研磨中にトルクを検知して動的に研磨条件を変えるので適切に研磨を行える。

[0207] (第7の実施の形態)

次に、第7の実施の形態の研磨装置および研磨方法について説明する。研磨装置の全体構成は、上記した実施の形態と同じである。図1及び図2を参照されたい。

[0208] [制御装置]

図25は、制御装置600の機能を示す機能ブロック図である。本明細書では、局所研磨モジュール200を制御する機能以外の制御装置600の機能については、説明を省略する。制御装置600は、膜厚分布推定部611と、通信部612と、局所研磨モジュール200を制御する局所研磨制御部1とを有している。通信部612は、上流でエッチング工程等を行う装置と通信する機能を有しており、上流において行ったエッチングパターン等のデータを受信する。

[0209] 膜厚分布推定部 611 は、処理対象のウェハの膜厚を測定する膜厚測定部 810 に接続されている。膜厚測定部 810 は、部分研磨モジュール 200 に備えられていてもよいし、全体研磨モジュール 300 に備えられていてもよいし、その他のモジュールに備えられていてもよい。膜厚測定部 810 の具体例は、例えば、上述した検出ヘッド 230 や検知部 232 である。

[0210] 膜厚分布推定部 611 は、研磨対象のウェハの膜厚分布を推定する機能を有している。膜厚分布推定部 611 は、膜厚測定部 810 から受信したウェハの膜厚の測定結果のデータと、通信部 612 によって受信したエッチングパターンのデータに基づいて、ウェハの膜厚分布を推定する。ウェハの表面の凹凸は、下層の配線パターンの影響を受けるので、エッチングパターンのデータを用いることで、膜厚測定部 810 にて測定されていない部分の膜厚を精度良く補完することができる。このように膜厚分布推定部 611 がウェハの膜厚分布を推定するので、膜厚測定部 810 は精細な測定を行う必要はなく、膜厚測定に要する時間を短縮できる。なお、本実施の形態では、上流のエッチング工程において用いたエッチングパターンのデータをも用いて膜厚分布を推定する例を説明しているが、エッチングパターンのデータを用いることは必須ではなく、膜厚分布推定部 611 は、ウェハの膜厚の測定結果のデータのみから膜厚分布を推定する構成としてもよい。

[0211] 局所研磨制御部 1 は、局所研磨の研磨レシピを生成するための構成として、局所研磨部位設定部 11 と、研磨ヘッド選択部 12 と、研磨レシピ生成部 13 と、記憶部 20 に記憶されたレシピ生成モデルとを有している。

[0212] 図 26A は、膜厚分布推定部 611 によって推定した研磨前のウェハの膜厚分布を示すコンター図である。図 26A では、膜厚の分布を等高線によって表しており、高さが 10, 15, 20 の等高線によって膜厚分布を示している。図 26A に示す例では、高さ 10 の等高線で囲まれた領域 r_1 と、高さ 15 の等高線で囲まれた領域 r_2 と、高さ 20 の等高線で囲まれた 2 つの領域 r_3 , r_4 とを有している。

[0213] なお、図 26A では、コンター図を 3 種類の等高線によって表したが、何

段階に分割するかは適宜設定することができる。分割数が決まれば、膜厚分布推定部 611 は、(最大高さ－最小高さ)／分割数によって、どの高さの等高線を描くかを決定することができる。

[0214] 局所研磨部位設定部 11 は、膜厚分布推定部 611 にて推定された膜厚分布と全体研磨による段差解消性とに基づいて局所研磨部位を設定する機能を有する。図 26B は、全体研磨による段差解消性について説明するための図であり、図 26A の膜厚分布のウェハを全体研磨したと仮定したときに想定される膜厚分布を示す図である。全体研磨の研磨条件に基づいて研磨量をシミュレーションすることによって求めることができる。

[0215] 図 26B に示す例では、段差解消性を考慮した膜厚分布は、高さ 5 の等高線で囲まれた領域 r_5 と、高さ 10 の等高線で囲まれた領域 r_6 、 r_7 とを有している。この例では、図 26A に示す領域 r_3 、 r_4 は全体研磨によって高さ 10 の等高線と同じ高さまで研磨され、等高線 10 (高さ 10～14) で表される一つの領域になる例を示している。

[0216] 局所研磨部位設定部 11 は、図 26B に示す全体研磨を行ったと仮定したときの膜厚分布に基づいて、局所研磨部位を設定する。この例では、領域 $r_5 \sim r_7$ のそれぞれが局所研磨部位として設定される。

[0217] 図 27 は、領域 $r_5 \sim r_7$ の局所研磨部位が設定された場合に、各ステップにおいて用いる研磨ヘッドおよびその動きを示す図である。この例では、領域 $r_5 \sim r_7$ の局所研磨部位を局所研磨するのに 3 ステップを要する。

[0218] 研磨ヘッド選択部 12 は、局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択する。ステップ 1 およびステップ 2 においては、各ステップでの局所研磨部位 r_7 、 r_6 をちょうど覆う大きさの研磨ヘッドを選択する。ステップ 3 においては、局所研磨部位 r_5 を覆う研磨ヘッドはないので、局所研磨を効率的に行える大きさの研磨ヘッドを選択する。具体的には、局所研磨部位 r_5 をカバーする矩形のスキャンエリア (縦長 $H \times$ 横長 W) を設定し、このスキャンエリアを研磨ヘッドでスキャン (走査) することで、領域 r_5 の局所研磨を行う。

[0219] 研磨レシピ生成部 13 は、局所研磨部位を研磨する研磨レシピを求める機能を有する。まず、研磨レシピ生成部 13 は、研磨ヘッドで局所研磨部位をカバーする範囲を求める。図 27 を参照して説明すると、ステップ 1 及びステップ 2 においては、研磨ヘッドが局所研磨部位をすっぽりと覆っているので、このような場合には、研磨時の研磨ヘッドの位置を求めればよい。ステップ 3 においては、局所研磨部位の方が研磨ヘッドより大きいので、局所研磨部位をカバーする矩形のスキャンエリアの縦長 H と横長 W を求める。そして、このスキャンエリアを短時間でくまなくスキャンする研磨ヘッドの軌跡を求める。

[0220] 次に、研磨レシピ生成部 13 は、局所研磨を行う際のその他の条件を求める。具体的には、研磨レシピ生成部 13 は、記憶部 20 から読み出したレシピ生成モデルを用いて、局所研磨部位の属性に応じた研磨レシピを求める。本実施の形態では、レシピ生成モデルとして、ニューラルネットワークモデルを用いる。

[0221] 図 28 は、モデル記憶部 20 に記憶されたレシピ生成モデルの例を示す図である。レシピ生成モデルは、入力ノードとして局所研磨部位の属性等を有し、出力ノードとして研磨を行う条件、すなわち研磨レシピを有している。入力ノードとしては、局所研磨部位の平均膜厚、スキャンエリアの縦長及び横長と、ヘッド種類のノードを有している。出力ノードとしては、スキャン速度と、スキャン回数と、研磨パッドの押圧力、研磨時間のノードを有している。なお、図 27 のステップ 1 及びステップ 2 のように研磨ヘッドをスキャンする必要がない場合には、スキャンエリアの縦長、横長の属性の入力ノードおよびスキャン速度やスキャン回数等の出力ノードはないものとして扱う。

[0222] 図 28 に示すレシピ生成モデルは、一例であって、研磨レシピを求めるためのモデルの入力ノード、及び出力ノードは、図 28 にて例示したものに限定されない。例えば、出力ノードとして、研磨ヘッドの回転数やスラリの供給速度のノードなどを有してもよい。また、入力ノードと出力ノードとの間

の中間ノードは、一層ではなく複数の層を有してもよい。

[0223] 研磨レシピ生成部 13 は、局所研磨部位設定部 11 にて設定された局所研磨部位の平均膜厚、スキャンエリアの縦長及び横長の属性を入力ノードに適用すると共に、研磨ヘッド選択部 12 にて選択された研磨ヘッドを適用し、出力ノードの値を求める。これにより、研磨レシピ生成部 13 は、研磨レシピ、すなわち、局所研磨を行うときの各種の条件を求めることができる。

[0224] なお、本実施の形態では、研磨レシピを求めるためのレシピ生成モデルとしてニューラルネットワークモデルを例として説明したが、研磨レシピを求めるためのモデルは、ニューラルネットワークモデルに限らず、決定木モデルやベイジアンネットワークモデルを用いることもできる。

[0225] 図 25 に戻って説明を続ける。局所研磨制御部 1 は、研磨レシピ生成部 13 にて生成された研磨レシピを検証するシミュレーション部 14 を備えている。シミュレーション部 14 は、研磨レシピにしたがってウェハの局所研磨を行ったとした場合の膜厚分布をシミュレーションする。

[0226] シミュレーション部 14 は、記憶部 20 に記憶されたシミュレーションモデルを読み出し、シミュレーションモデルに局所研磨の条件を適用することにより、局所研磨後の膜厚分布およびスループットを算出する。その結果、局所研磨後のウェハの膜厚分布およびスループットが所定の仕様を満たす場合には、シミュレーション部 14 は、生成された研磨レシピで OK と判定する。シミュレーションした結果、膜厚分布またはスループットが所定の仕様を満たさない場合には、シミュレーション部 14 は、研磨レシピは NG と判定する。

[0227] 研磨レシピ送信部 15 は、シミュレーション部 14 での検証で OK と判定された研磨レシピのデータを局所研磨モジュール 200 に送信する機能を有する。局所研磨モジュール 200 は、局所研磨制御部 1 から送信された研磨レシピを研磨レシピ受信部 271 にて受信すると、受信した研磨レシピにしたがって、各種駆動部 270 を駆動して、局所研磨を行う。

[0228] 各種駆動部 270 とは、図 2 を用いて説明した局所研磨装置 100 を駆動

させる駆動部であり、例えば、テーブル 210 の駆動機構 211、アーム 222 の駆動機構、研磨パッド 220 を回転させる回転駆動機構、研磨パッド 220 をウェハに押圧するアクチュエータ、処理液供給系統 240 の開閉弁 244, 248, 251 ~ 253 等である。

[0229] 局所研磨モジュール 200 は、研磨レシピにしたがって、ウェハの局所研磨を行った後、膜厚の測定を行い、測定された膜厚のデータを実研磨データ送信部 272 から局所研磨制御部 1 に送信する。局所研磨制御部 1 は、局所研磨モジュール 200 から送信された膜厚データを受信すると、受信した膜厚データを教師信号として、学習部 16 にてレシピ生成モデルの学習を行う。これにより、実研磨データに基づいて、レシピ生成モデルの精度を高めていくことができる。

[0230] また、局所研磨制御部 1 は、出力部 17 を有している。出力部 17 は、例えば、ディスプレイ等の表示手段によって構成される。局所研磨制御部 1 は、例えば、シミュレーション部 14 によるシミュレーション結果を出力部 17 から出力する。これにより、シミュレーション結果が NG の場合に、ウェハのどの部分の研磨が足りないのか、あるいは、所定の仕様の範囲まで、あとどの程度の研磨が必要なのか等を把握できる。これにより、研磨レシピを修正したり、研磨レシピを求めるニューラルネットワークモデルを調整することができる。

[0231] 図 29 は、研磨装置 100 (図 1 参照) によって局所研磨を制御する動作を示す図である。制御装置 600 は、局所研磨を行うウェハのエッチングパターンのデータを通信部 612 を介して受信する (S60)。膜厚測定部 810 は研磨対象のウェハの膜厚を測定し (S61)、膜厚分布推定部 611 は膜厚の測定結果とエッチングパターンに基づいて膜厚分布を推定し、コンター図を生成する (S62)。続いて、局所研磨部位設定部 11 は、ウェハ処理前の膜厚分布に基づいて、全体研磨を行ったとした場合の段差解消後の膜厚分布を推定する (S63)。局所研磨部位設定部 11 は、推定された膜厚分布に基づいて局所研磨部位を設定する (S64)。

- [0232] 続いて、局所研磨制御部 1 は、局所研磨部位の大きさに基づいて、それぞれの局所研磨部位を研磨する研磨ヘッドを選択する（S 6 5）。次に、局所研磨制御部 1 は、記憶部 2 0 からレシピ生成のためのレシピ生成モデルを読み出し、レシピ生成モデルに対して局所研磨部位の属性および研磨ヘッドの種類を適用することによって局所研磨部位を研磨する研磨レシピを生成する（S 6 6）。
- [0233] 次に、局所研磨制御部 1 は、生成した研磨レシピを用いて局所研磨部位を研磨し、さらに全体研磨を行ったとした場合の膜厚分布をシミュレーションする（S 6 7）。このシミュレーションの結果、スループット、研磨後の膜厚が面均一度の基準を満たすか否かを判定する（S 6 8）。この結果、基準を満たすと判定されたときは（S 6 8 で Y E S）、研磨レシピを記憶部 2 0 に記憶すると共に、研磨レシピを局所研磨モジュール 2 0 0 に送信し、ウェハの実研磨を行う（S 7 0）。
- [0234] シミュレーションの結果、スループット、面均一度の基準を満たさない場合には（S 6 8 で N O）、研磨レシピを手動生成し（S 6 9）、生成した研磨レシピによって実研磨を行う（S 7 0）。なお、同じ種類のウェハを処理する場合には、毎回研磨レシピを生成する必要はなく、前に生成した研磨レシピを用いて局所研磨を行う。これにより、研磨レシピを生成する時間を省略できるので、スループットを高めることができる。
- [0235] 本実施の形態の研磨装置は、局所研磨部位設定部 1 1 が局所研磨部位を設定する際に、全体研磨を行ったとした場合の段差解消性を考慮して局所研磨部位を設定するので、全体研磨と局所研磨とが相俟ってスループットを向上できる。
- [0236] 以上、本発明の研磨装置および研磨方法について実施の形態を挙げて詳細に説明したが、本発明の研磨装置は上記した実施の形態に限定されるものではない。上記した実施の形態では、膜厚分布推定部 6 1 1 が、膜厚測定部 8 1 0 による測定結果に基づいて膜厚分布を推定する例を挙げたが、膜厚分布推定部 6 1 1 は、膜厚測定結果を用いずに、処理対象ウェハに対して行われ

た前工程の情報に基づいて膜厚分布を推定してもよい。前工程の情報としては、例えば、上記した実施の形態でも挙げたエッチングパターンのほかに、膜付機の特性、配線パターンのレイアウト、CVDの条件（ガス流量、温度）、めっき装置の運転条件等がある。

請求の範囲

- [請求項1] 基板を局所的に研磨する研磨装置を制御するシステムであって、
 前記基板の膜厚を測定し、その測定結果に基づいて前記基板の膜厚分布を推定する膜厚分布推定部と、
 前記膜厚分布に基づいて、前記基板の局所研磨部位を設定する局所研磨部位設定部と、
 前記局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択する研磨ヘッド選択部と、
 前記局所研磨部位の属性を入力ノード、研磨処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを記憶したモデル記憶部と、
 前記局所研磨部位設定部にて設定された局所研磨部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記局所研磨部位を研磨する研磨レシピを求める研磨レシピ生成部と、
 局所的に研磨を行う研磨装置に、前記研磨レシピのデータを送信する研磨レシピ送信部と、
 を備える基板処理制御システム。
- [請求項2] 前記レシピ生成モデルの入力ノードは、前記局所研磨部位の外形とその平均膜厚である請求項1に記載の基板処理制御システム。
- [請求項3] 前記局所研磨部位設定部は、基板処理の精度を優先するか、基板処理のスループットを優先するかによって局所研磨部位の設定基準を変更する請求項1または2に記載の基板処理制御システム。
- [請求項4] 前記膜厚分布推定部は、研磨対象の基板のエッチングパターンにも基づいて前記膜厚分布を推定する請求項1乃至3のいずれかに記載の基板処理制御システム。
- [請求項5] 全体研磨を行った基板に対して行う局所研磨を制御する基板処理制御システムであって、
 前記レシピ生成モデルは、入力ノードとして、前記全体研磨の条件

を有する請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の基板処理制御システム。

[請求項6] 前記研磨レシピにしたがって局所研磨を行ったときの基板の膜厚分布およびスループットをシミュレーションし、そのシミュレーション結果に基づいて前記研磨レシピを採用するか否かを判定するシミュレーション部を備える請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の基板処理制御システム。

[請求項7] 前記モデル記憶部は、種類の異なる複数のレシピ生成モデルを記憶しており、

前記研磨レシピ生成部は、異なるレシピ生成モデルを用いて複数の研磨レシピを求め、

前記シミュレーション部は、異なるレシピ生成モデルを用いて求めた複数の研磨レシピのシミュレーション結果に基づいて、一の研磨レシピを決定する請求項 6 に記載の基板処理制御システム。

[請求項8] 前記シミュレーション部にて複数の局所研磨部位についてシミュレーションした結果に基づいて、前記レシピ生成モデルの学習を行う学習部を備える請求項 7 に記載の基板処理制御システム。

[請求項9] 前記研磨レシピにしたがって実際に局所研磨を行った結果に基づいて前記レシピ生成モデルの学習を行う学習部を備える請求項 7 に記載の基板処理制御システム。

[請求項10] 過去に生成した研磨レシピとその研磨レシピを用いて研磨を行った基板の膜厚分布のデータとを記憶した実績データ記憶部を有し、

前記膜厚分布推定部にて推定された基板の膜厚分布に近似する所定数の研磨レシピを前記実績データ記憶部から読み出し、

前記シミュレーション部は、複数の研磨レシピのシミュレーション結果に基づいて、一の研磨レシピを決定する請求項 6 に記載の基板処理制御システム。

[請求項11] 前記シミュレーション部によるシミュレーション結果を出力する出力部を備える請求項 6 乃至 10 のいずれかに記載の基板処理制御システム。

テム。

[請求項12] 前記シミュレーション部は、シミュレーションモデルを備える請求項6乃至11のいずれかに記載の基板処理制御システム。

[請求項13] 前記シミュレーションモデルは、前記研磨レシピにしたがって実際に局所研磨を行った結果に基づいて学習する請求項12に記載の基板処理制御システム。

[請求項14] ネットワークによって接続された複数の研磨装置から送信される局所研磨に関するデータを受信するデータ受信部を備える請求項1乃至13のいずれかに記載の基板処理制御システム。

[請求項15] 基板上にある異物を除去するスクラブ処理を制御するシステムであって、

前記基板上のパーティクルを検出し、その検出結果に基づいてパーティクル分布を推定するパーティクル分布推定部と、

前記パーティクル分布に基づいて、前記基板のスクラブ部位を設定するスクラブ部位設定部と、

前記スクラブ部位の大きさに基づいてスクラブ部材を選択するスクラブ部材選択部と、

前記スクラブ部位の属性を入力ノード、スクラブ処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを記憶したモデル記憶部と、

前記スクラブ部位設定部にて設定された前記スクラブ部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記スクラブ部位をスクラブ処理するスクラブレシピを求めるスクラブレシピ生成部と、

スクラブを行う基板処理装置に、前記スクラブレシピのデータを送信するスクラブレシピ送信部と、

を備える基板処理制御システム。

[請求項16] 前記レシピ生成モデルの入力ノードは、前記スクラブ部位の外形とパーティクルの密度である請求項15に記載の基板処理制御システム

。

[請求項17] 前記スクラブ部位設定部は、基板処理の精度を優先するか、基板処理のスループットを優先するかによってスクラブ部位の設定基準を変更する請求項15または16に記載の基板処理制御システム。

[請求項18] 前記スクラブレシピにしたがってスクラブを行ったときの基板のパーティクル分布とスループットをシミュレーションし、そのシミュレーション結果に基づいて前記研磨レシピを採用するか否かを判定するシミュレーション部を備える請求項15乃至17のいずれかに記載の基板処理制御システム。

[請求項19] 前記モデル記憶部は、種類の異なる複数のレシピ生成モデルを記憶しており、

前記スクラブレシピ生成部は、異なるレシピ生成モデルを用いて複数のスクラブレシピを求め、

前記シミュレーション部は、異なるレシピ生成モデルを用いて求めた複数のスクラブレシピのシミュレーション結果に基づいて、一のスクラブレシピを決定する請求項18に記載の基板処理制御システム。

[請求項20] 前記シミュレーション部にて複数のスクラブ部位についてシミュレーションした結果に基づいて、前記レシピ生成モデルの学習を行う学習部を備える請求項19に記載の基板処理制御システム。

[請求項21] 前記スクラブレシピにしたがって実際にスクラブを行った結果に基づいて前記レシピ生成モデルの学習を行う学習部を備える請求項19に記載の基板処理制御システム。

[請求項22] 過去に生成したスクラブレシピとそのスクラブレシピを用いてスクラブを行った基板のパーティクル分布のデータとを記憶した実績データ記憶部を有し、

前記パーティクル分布推定部にて推定されたパーティクル分布に近似する所定数のスクラブレシピを前記実績データ記憶部から読み出し、

前記シミュレーション部は、複数のスクラブレシピのシミュレーション結果に基づいて、一のスクラブレシピを決定する請求項 18 に記載の基板処理制御システム。

[請求項23] 前記シミュレーション部によるシミュレーション結果を出力する出力部を備える請求項 18 乃至 22 のいずれかに記載の基板処理制御システム。

[請求項24] 前記シミュレーション部は、シミュレーションモデルを備える請求項 18 乃至 23 のいずれかに記載の基板処理制御システム。

[請求項25] 前記シミュレーションモデルは、前記スクラブレシピにしたがって実際にスクラブを行った結果に基づいて学習する請求項 24 に記載の基板処理制御システム。

[請求項26] ネットワークによって接続された複数の基板処理装置から送信されるスクラブに関するデータを受信するデータ受信部を備える請求項 15 乃至 25 のいずれかに記載の基板処理制御システム。

[請求項27] 基板を局所的に研磨する研磨装置を制御装置によって制御する方法であって、

前記制御装置が、前記基板の膜厚を測定し、その測定結果に基づいて前記基板の膜厚分布を推定するステップと、

前記制御装置が、推定された膜厚分布に基づいて、前記基板の局所研磨部位を設定するステップと、

前記制御装置が、前記局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択するステップと、

前記制御装置が、記憶部から、前記局所研磨部位の属性を入力ノード、研磨処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したモデルを読み出すステップと、

前記制御装置が、局所研磨部位の属性を前記モデルの入力ノードに適用して、前記局所研磨部位を研磨する研磨レシピを求めるステップと、

前記制御装置が、局所的に研磨を行う研磨装置に、前記研磨レシピのデータを送信するステップと、

を備える基板処理制御方法。

[請求項28]

基板上にある異物を除去するスクラブ処理を制御装置によって制御する方法であって、

前記制御装置が、前記基板上的パーティクルを検出し、その検出結果に基づいてパーティクル分布を推定するステップと、

前記制御装置が、前記パーティクル分布に基づいて、前記基板のスクラブ部位を設定するステップと、

前記制御装置が、前記スクラブ部位の大きさに基づいてスクラブ部材を選択するステップと、

前記制御装置が、記憶部から、前記スクラブ部位の属性を入力ノード、スクラブ処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを読み出すステップと、

前記制御装置が、前記スクラブ部位設定部にて設定された前記スクラブ部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記スクラブ部位をスクラブ処理するスクラブレシピを求めるステップと、

前記制御装置が、スクラブを行う基板処理装置に、前記スクラブレシピのデータを送信するステップと、

を備える基板処理制御方法。

[請求項29]

基板を局所的に研磨する研磨装置を制御するためのプログラムであって、コンピュータに、

前記基板の膜厚を測定し、その測定結果に基づいて前記基板の膜厚分布を推定するステップと、

推定された膜厚分布に基づいて、前記基板の局所研磨部位を設定するステップと、

前記局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択するステッ

プと、

記憶部から、前記局所研磨部位の属性を入力ノード、研磨処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したモデルを読み出すステップと、

局所研磨部位の属性を前記モデルの入力ノードに適用して、前記局所研磨部位を研磨する研磨レシピを求めるステップと、

局所的に研磨を行う研磨装置に、前記研磨レシピのデータを送信するステップと、

を実行させるプログラム。

[請求項30]

基板上にある異物を除去するスクラブ処理を制御するプログラムであって、コンピュータに、

前記基板上的のパーティクルを検出し、その検出結果に基づいてパーティクル分布を推定するステップと、

前記パーティクル分布に基づいて、前記基板のスクラブ部位を設定するステップと、

前記スクラブ部位の大きさに基づいてスクラブ部材を選択するステップと、

記憶部から、前記スクラブ部位の属性を入力ノード、スクラブ処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを読み出すステップと、

前記スクラブ部位設定部にて設定された前記スクラブ部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記スクラブ部位をスクラブ処理するスクラブレシピを求めるステップと、

スクラブを行う基板処理装置に、前記スクラブレシピのデータを送信するステップと、

を実行させるプログラム。

[請求項31]

処理対象ウェハの被研磨面と研磨部材の前記被研磨面よりも小さい研磨面とを相対的に摺動させて、前記処理対象ウェハの局所研磨を行

う局所研磨部と、

前記局所研磨中に前記研磨部材を摺動させるのに要しているトルクを検知するトルク検知部と、

前記局所研磨中に、前記トルクのデータを用いて前記局所研磨の研磨条件を修正する研磨条件修正部と、

を備え、

前記局所研磨部は、前記局所研磨中に研磨条件を変更して前記局所研磨を行う局所研磨装置。

[請求項32] 前記研磨条件修正部は、単位時間における前記トルクの変化量が所定の閾値以上であったときに、新しい研磨条件を修正する請求項31に記載の局所研磨装置。

[請求項33] 前記研磨条件修正部は、前記トルクが所定の閾値を超えたときに、新しい研磨条件を修正する請求項31に記載の局所研磨装置。

[請求項34] トルクを入力ノード、研磨条件を出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ修正モデルを記憶した記憶部を備え、

前記研磨条件修正部は、前記トルク検知部にて検知したトルクを前記レシピ修正モデルの入力ノードに適用して、研磨条件を求める請求項31乃至33のいずれかに記載の局所研磨装置。

[請求項35] 前記レシピ修正モデルは、入力ノードとして、研磨部材の使用期間を有する請求項34に記載の局所研磨装置。

[請求項36] 前記研磨条件と研磨中のトルクとに基づいて、前記研磨処理後のウェハの表面の凹凸を計算するプロファイル計算部を備える請求項31乃至35のいずれかに記載の局所研磨装置。

[請求項37] 最初の研磨条件は、前記処理対象ウェハの上流の製造工程の条件、または、処理対象ウェハの表面の凹凸を計測した結果に基づいて、前記処理対象ウェハの表面状態を予測して設定される請求項31乃至36のいずれかに記載の局所研磨装置。

[請求項38] 局所研磨装置によって、処理対象ウェハの被研磨面と研磨部材の前記被研磨面よりも小さい研磨面とを相対的に摺動させて前記処理対象ウェハの局所研磨を行う方法であって、

前記局所研磨装置は、前記局所研磨中に前記研磨部材を摺動させるのに要しているトルクを検知するステップと、

前記局所研磨装置は、前記局所研磨中に、前記トルクのデータを用いて前記局所研磨の研磨条件を修正するステップと、

を備え、

前記局所研磨中に研磨条件を変更して前記局所研磨を行う局所研磨方法。

[請求項39] 処理対象ウェハの被研磨面と研磨部材の前記被研磨面よりも小さい研磨面とを相対的に摺動させて前記処理対象ウェハの局所研磨を行う局所研磨装置を制御するためのプログラムであって、前記局所研磨装置に、

前記局所研磨中に前記研磨部材を摺動させるのに要しているトルクを検知するステップと、

前記局所研磨中に、前記トルクのデータを用いて前記局所研磨の研磨条件を修正するステップと、

前記局所研磨中に研磨条件を変更して前記局所研磨を行うステップと、

を実行させるプログラム。

[請求項40] 処理対象のウェハに対して全体研磨を行う全体研磨部と、
前記ウェハに対して局所研磨を行う局所研磨部と、
前記ウェハの膜厚を測定する膜厚測定部と、
前記膜厚測定部にて測定した膜厚に基づいて研磨前の前記ウェハの膜厚分布を推定する膜厚分布推定部と、

前記膜厚分布と前記全体研磨による段差解消性とに基づいて、前記局所研磨を行うべき前記ウェハの局所研磨部位を設定する局所研磨部

位設定部と、

を備える研磨装置。

[請求項41] 前記局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択する研磨ヘッド選択部と、

前記局所研磨部位の属性を入力ノード、前記研磨条件を出力ノードとし、前記入力ノードと前記出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを記憶したモデル記憶部と、

前記局所研磨部位の属性を前記レシピ生成モデルの前記入力ノードに適用して、前記局所研磨部位に対する局所研磨の前記研磨レシピを生成する研磨レシピ生成部と、

を備える請求項40に記載の研磨装置。

[請求項42] 前記膜厚測定部にて局所研磨後のウェハの膜厚を測定し、測定によって得られた膜厚データを学習データとしてレシピ生成モデルの学習を行うレシピ生成モデル学習部を備える請求項41に記載の研磨装置。

[請求項43] 前記局所研磨部は、前に処理したウェハで用いた研磨レシピで後続のウェハの局所研磨を行う請求項40乃至42のいずれかに記載の研磨装置。

[請求項44] 前記局所研磨部は、前記全体研磨部の下流に配置されている請求項40乃至43のいずれかに記載の研磨装置。

[請求項45] 前記局所研磨部は、前記全体研磨部の上流に配置されている請求項40乃至43のいずれかに記載の研磨装置。

[請求項46] 処理対象のウェハに対して全体研磨と局所研磨とを行う研磨方法であって、

研磨装置が、前記ウェハの膜厚を測定するステップと、

前記研磨装置が、研磨前の前記ウェハの膜厚に基づいて前記ウェハの膜厚分布を推定するステップと、

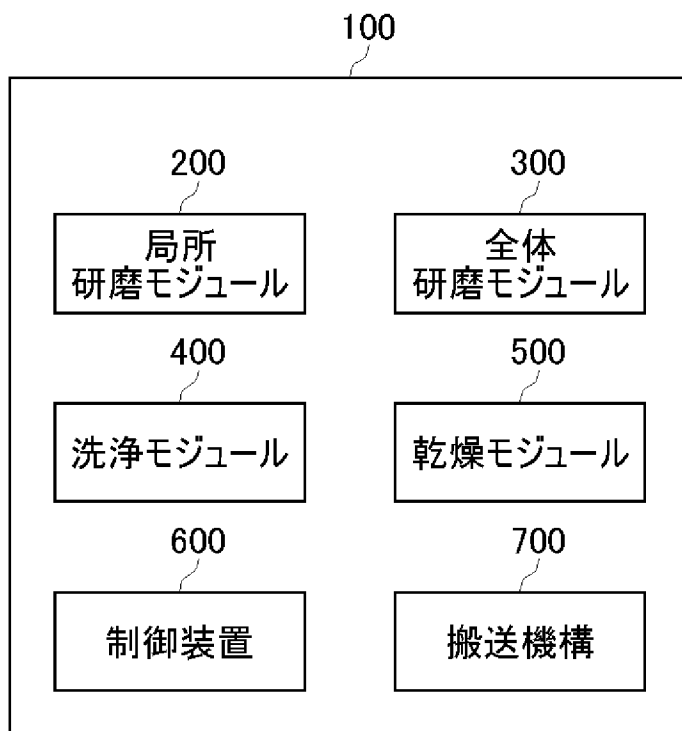
前記研磨装置が、前記膜厚分布と前記全体研磨による段差解消性と

に基づいて、前記局所研磨を行うべき前記ウェハの局所研磨部位を設定するステップと、

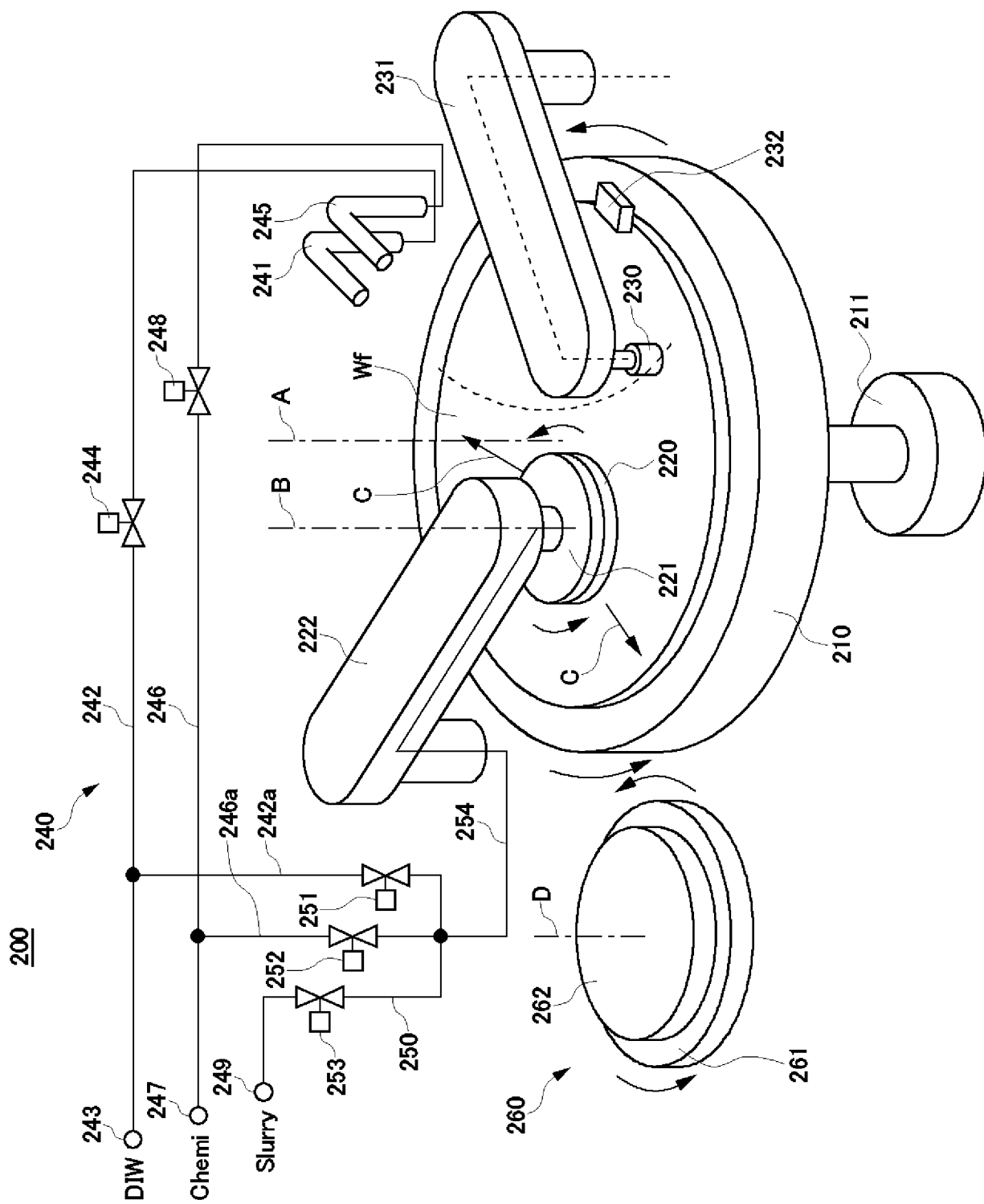
前記研磨装置が、前記ウェハに対して全体研磨を行うステップと、
前記研磨装置が、前記ウェハに対して局所研磨を行うステップと、
を備える研磨方法。

- [請求項47] 処理対象のウェハに対して全体研磨と局所研磨とを行うために研磨装置を制御するためのプログラムであって、前記研磨装置に、
前記ウェハの膜厚を測定するステップと、
研磨前の前記ウェハの膜厚に基づいて前記ウェハの膜厚分布を推定するステップと、
前記膜厚分布と前記全体研磨による段差解消性とに基づいて、前記局所研磨を行うべき前記ウェハの局所研磨部位を設定するステップと、
、
前記ウェハに対して全体研磨を行うステップと、
前記ウェハに対して局所研磨を行うステップと、
を実行させるプログラム。

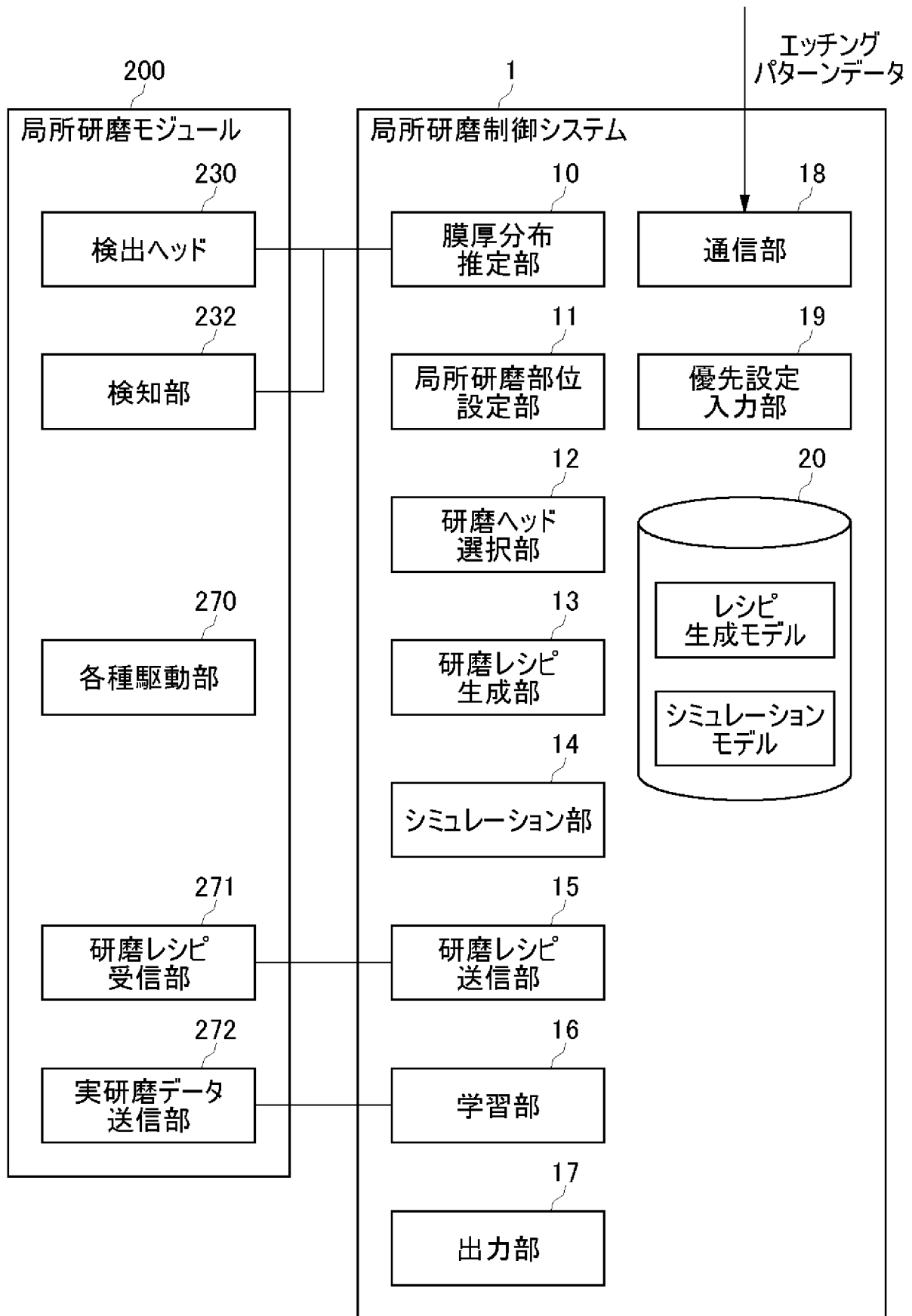
[図1]



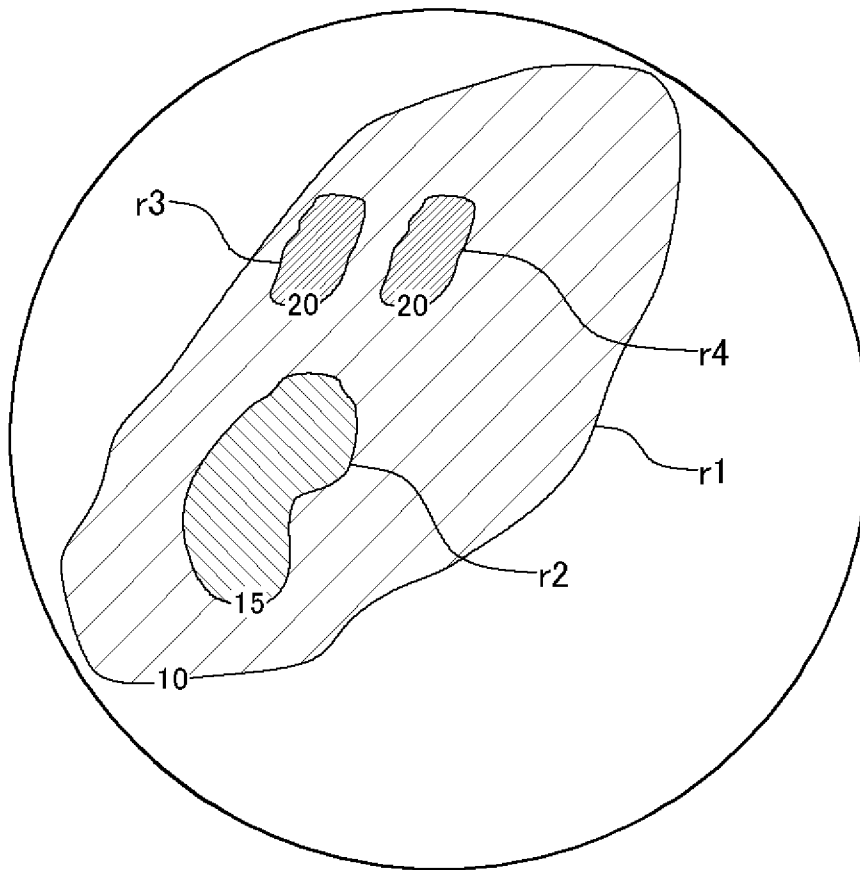
[図2]



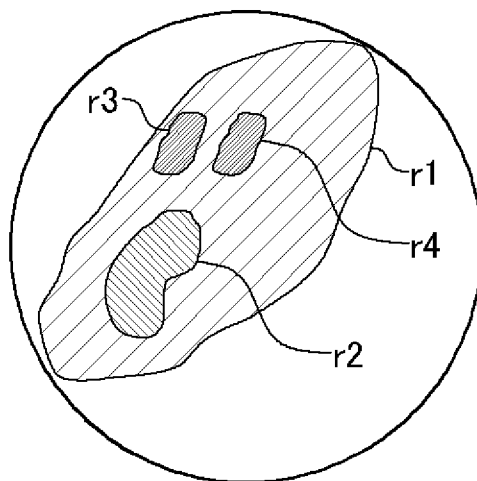
[図3]



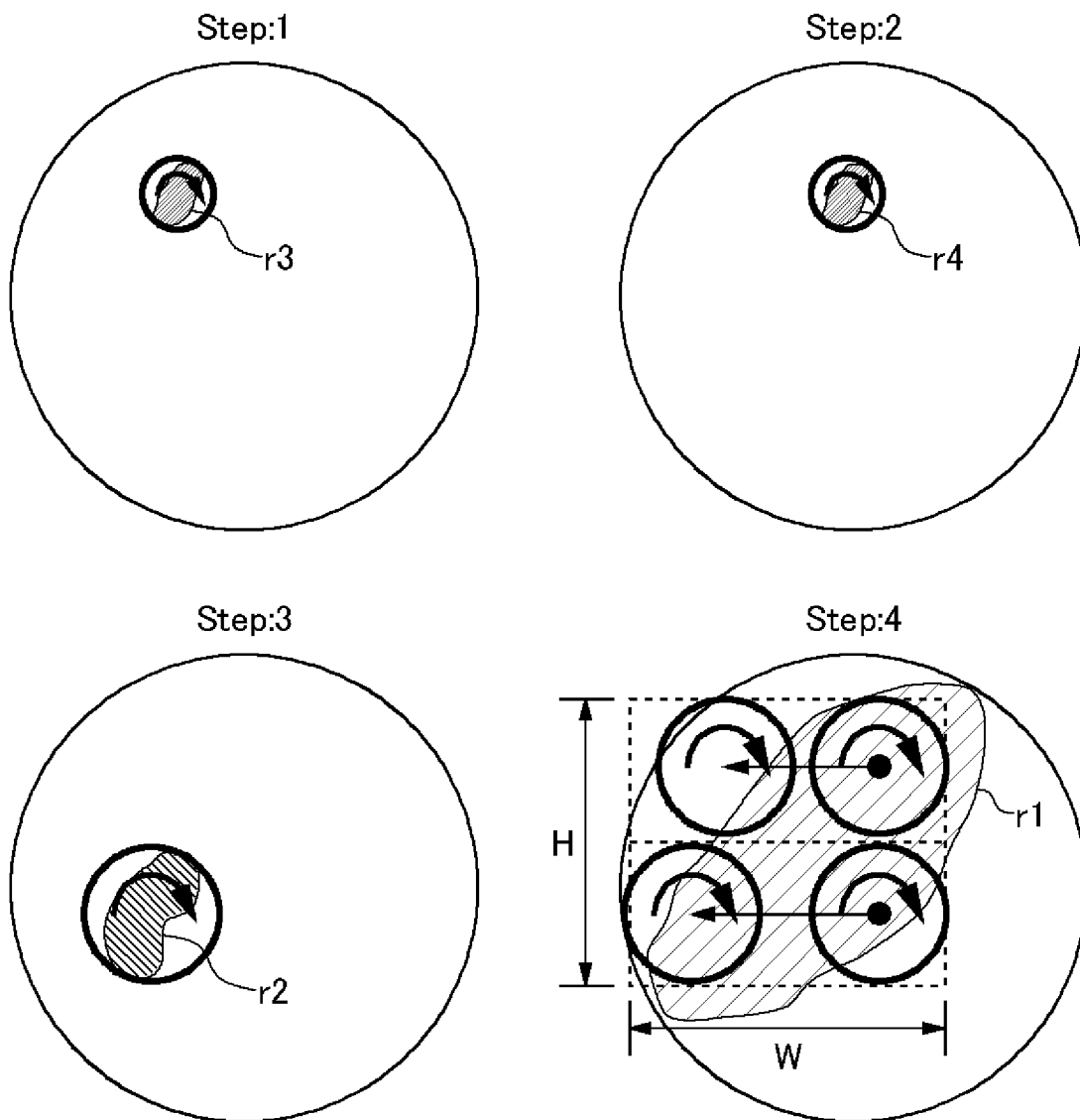
[図4]



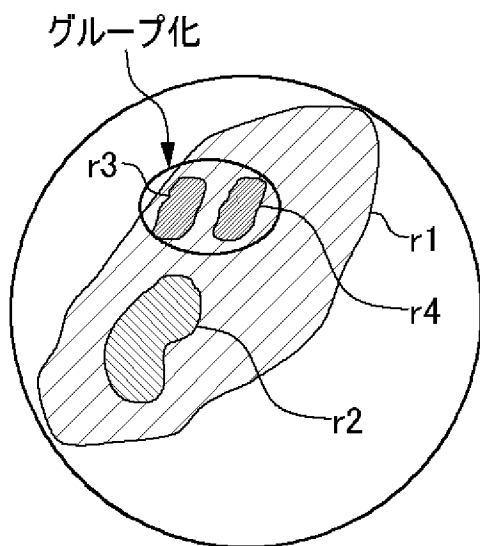
[図5A]



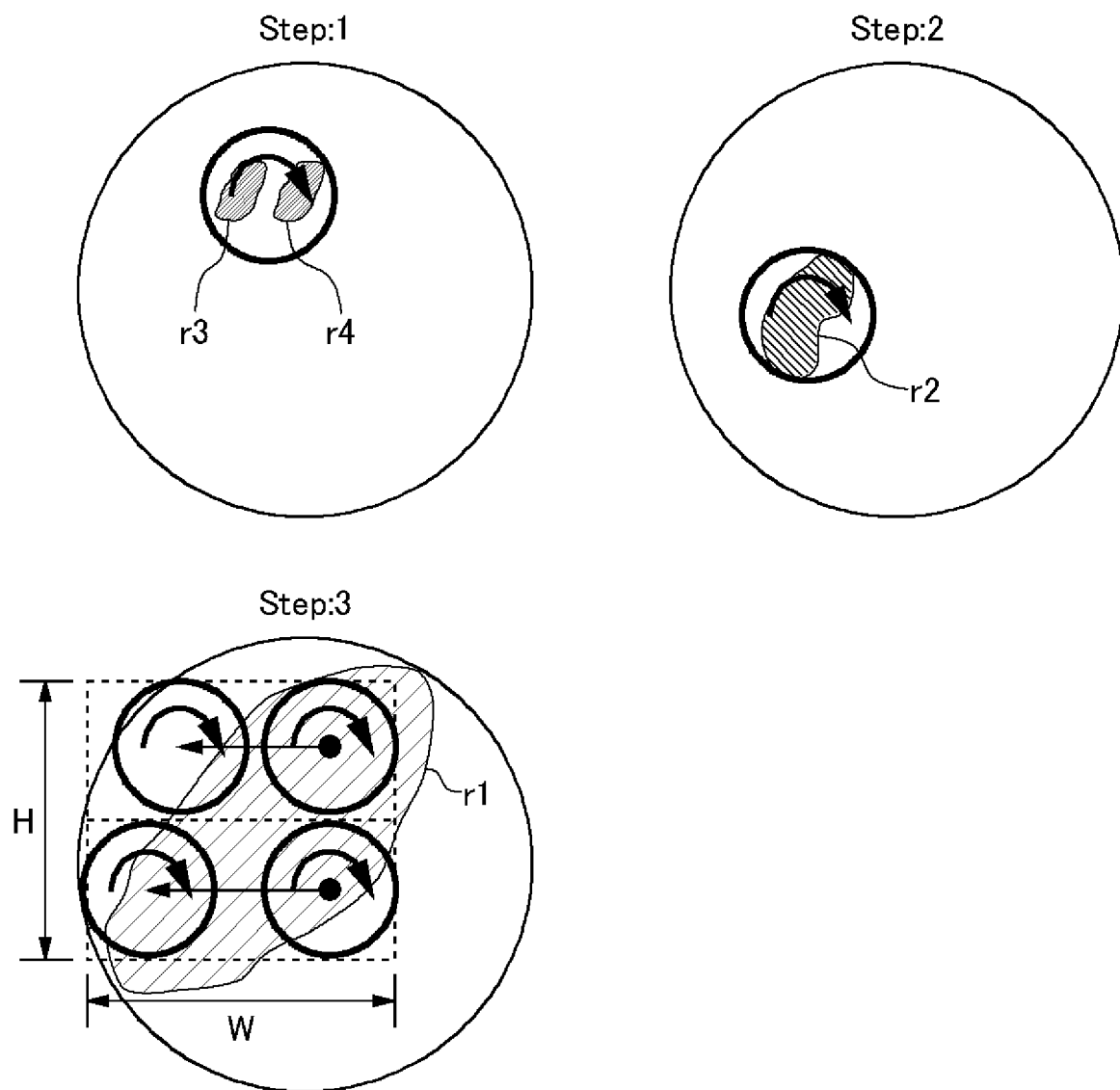
[図5B]



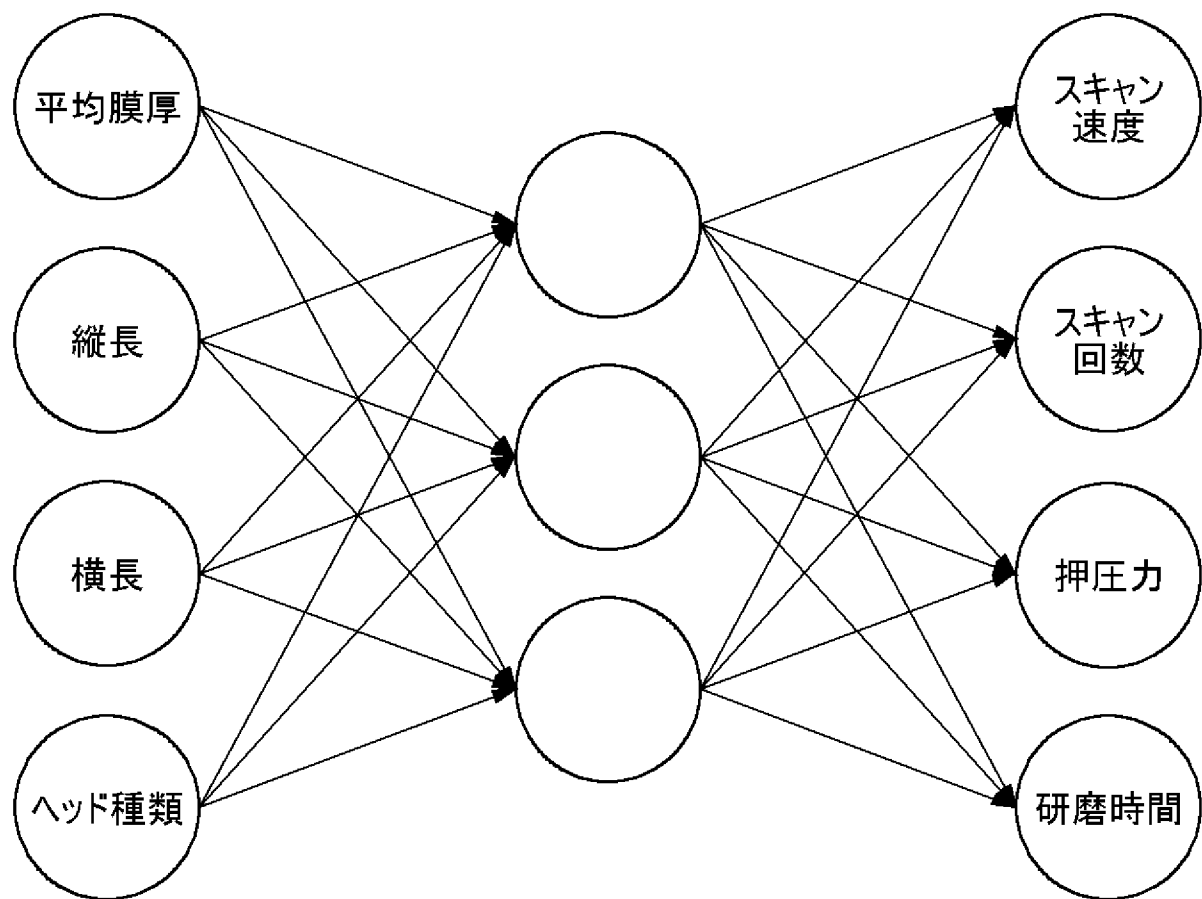
[図6A]



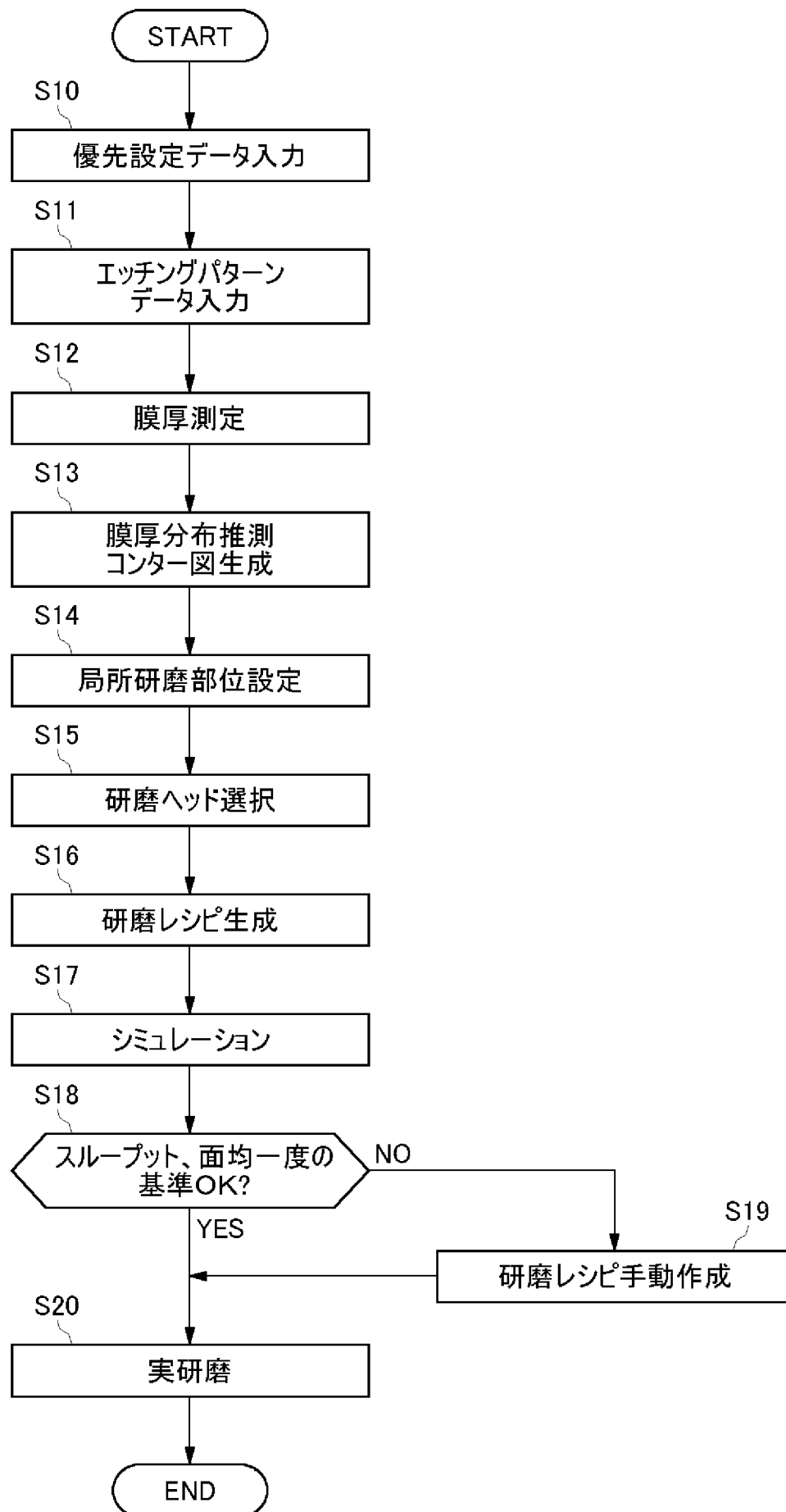
[図6B]



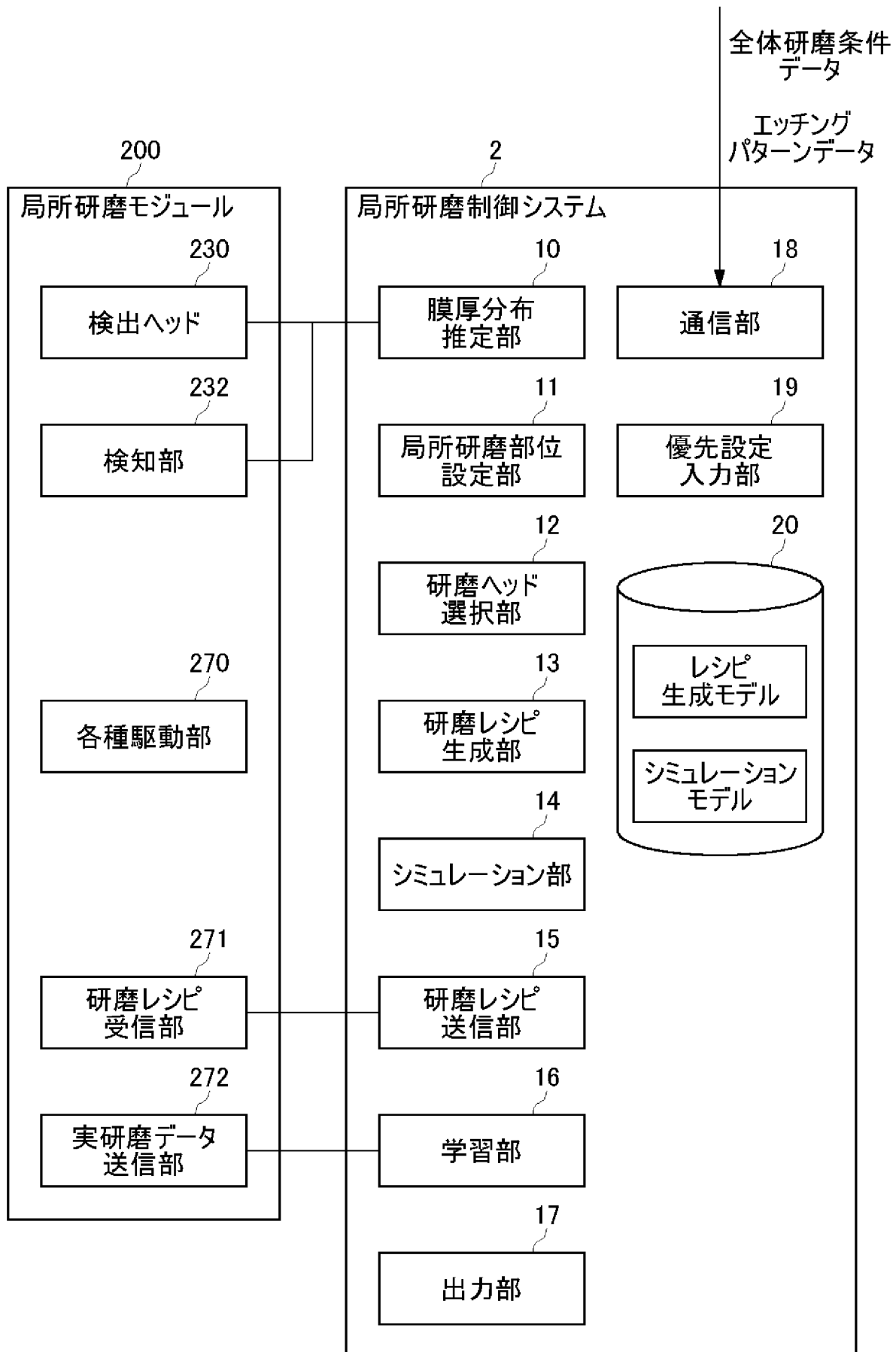
[図7]



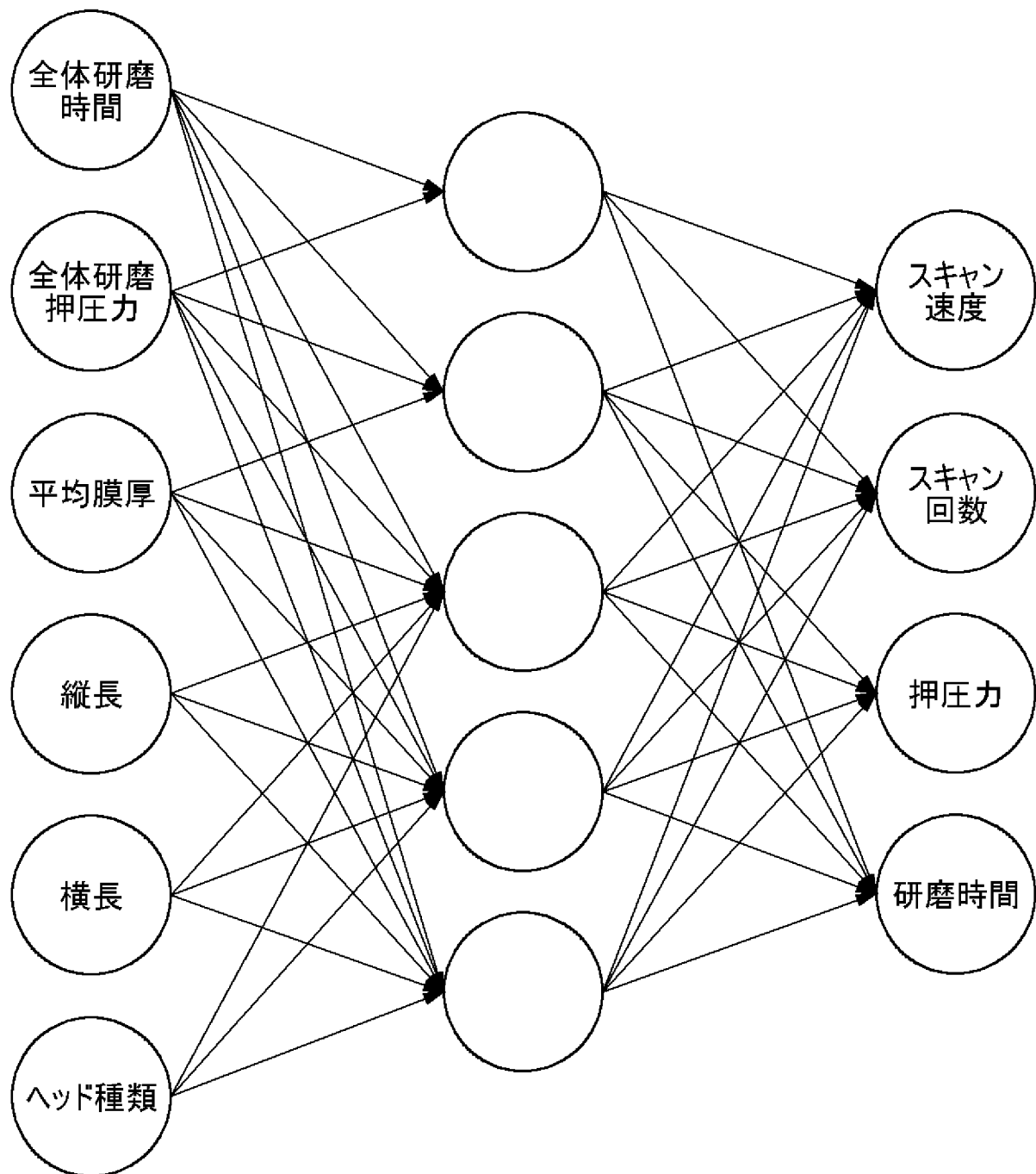
[図8]



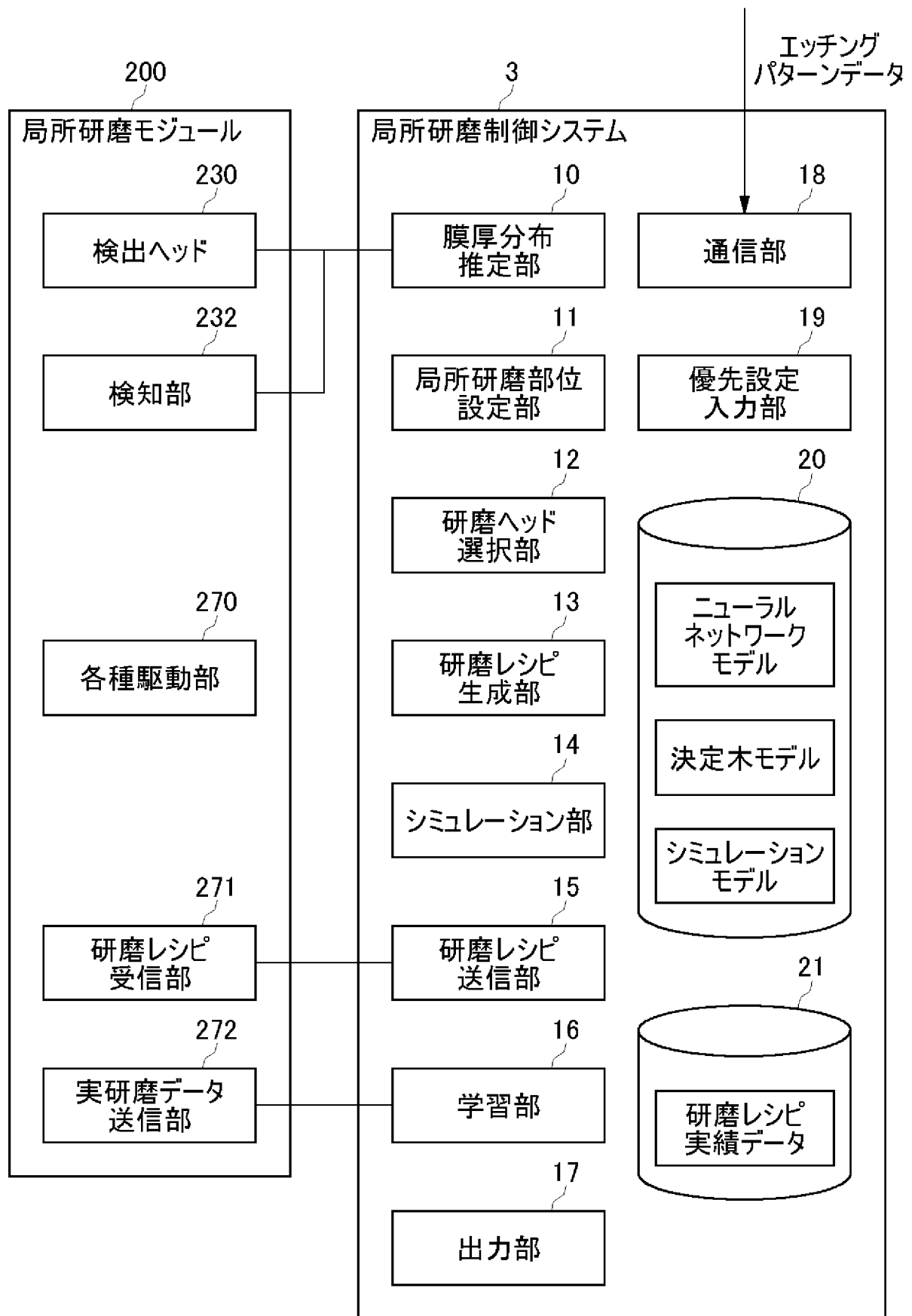
[図9]



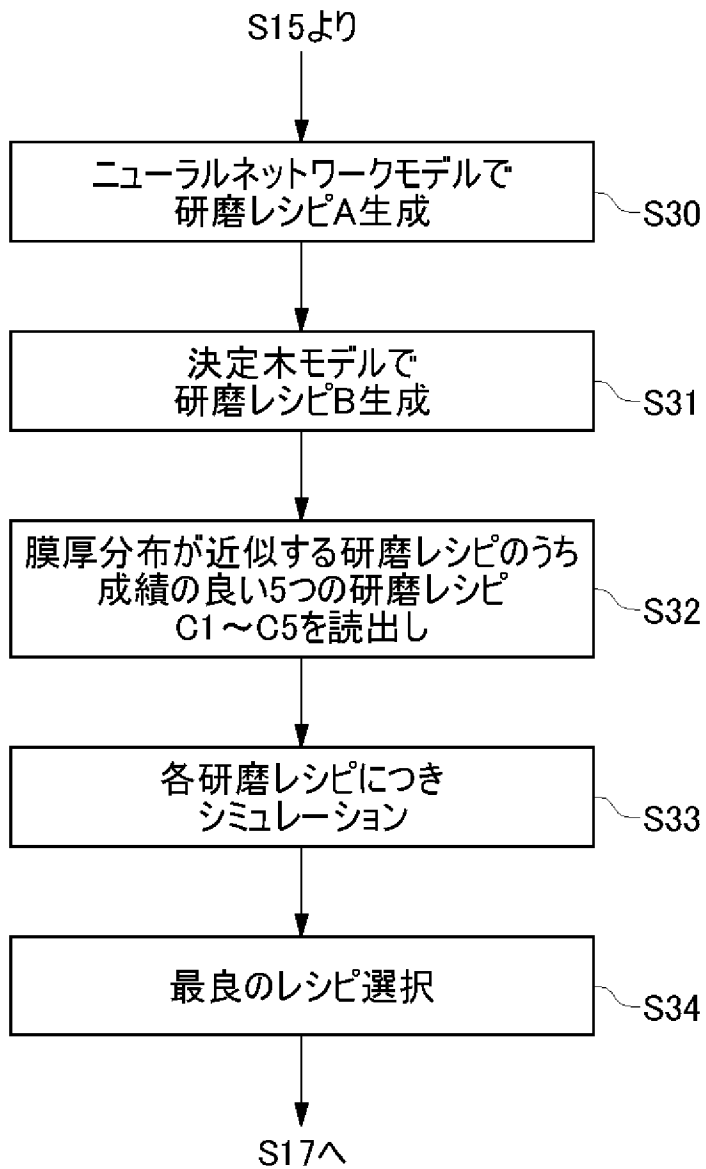
[図10]



[図11]



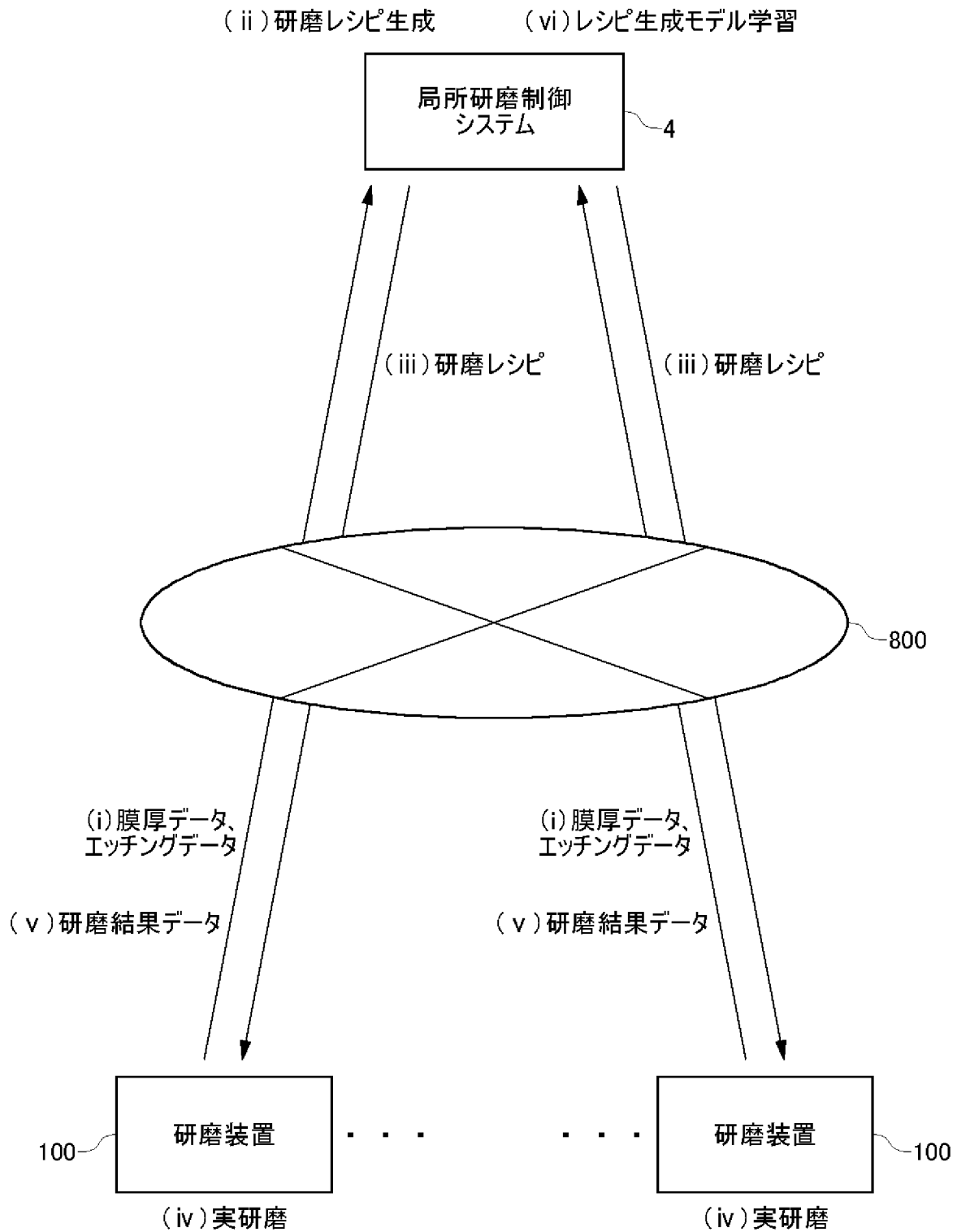
[図12]



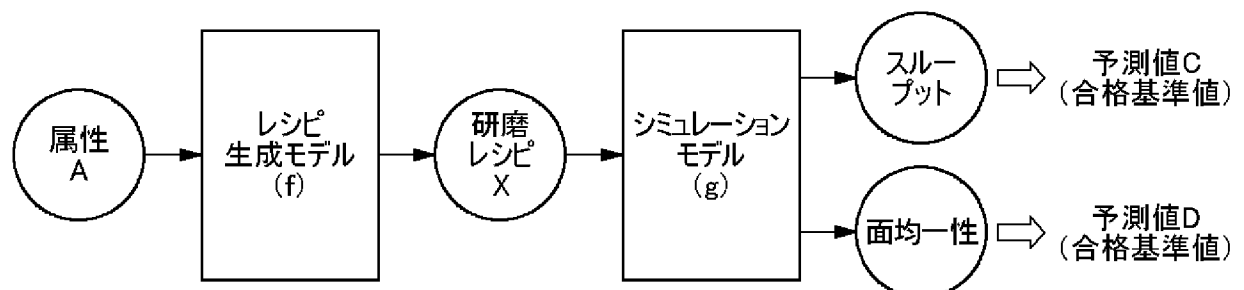
[図13]

No.	局所研磨部位の属性			研磨レシピ	成績 (スコア)
	膜厚	縦長	横長		
1					
2					
3					
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

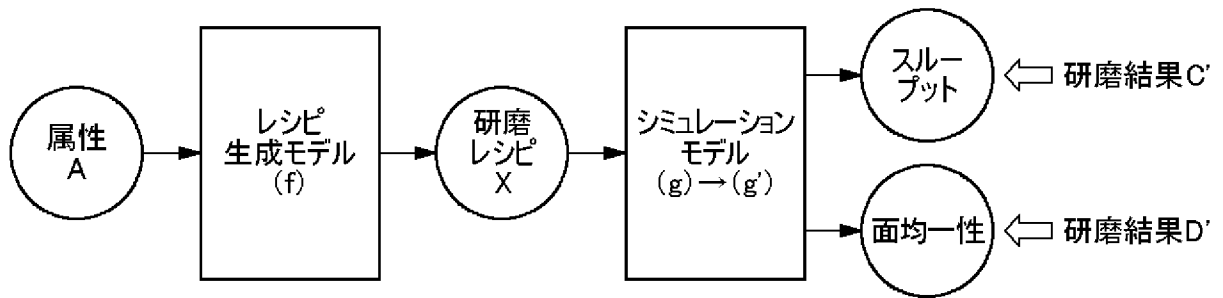
[図14]



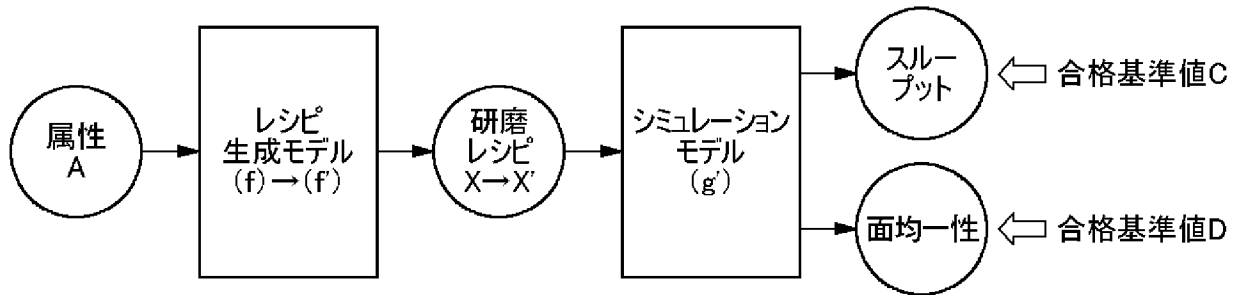
[図15A]



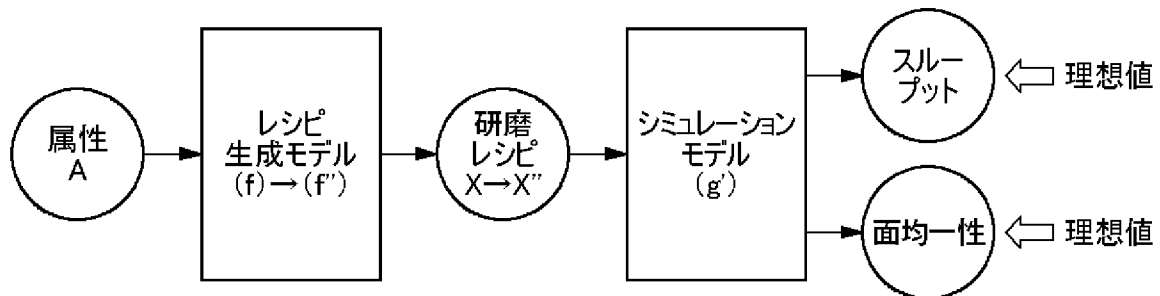
[図15B]



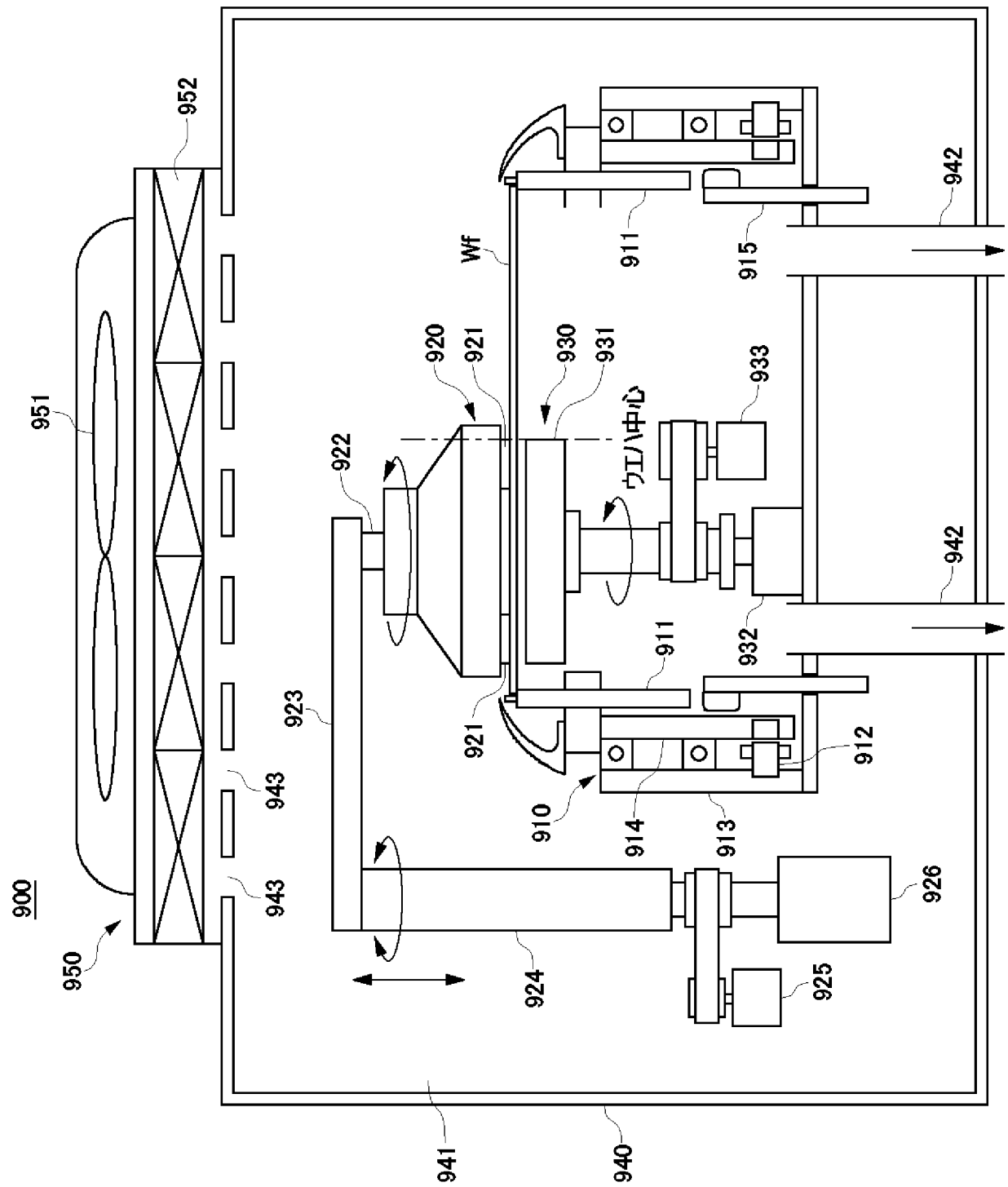
[図15C]



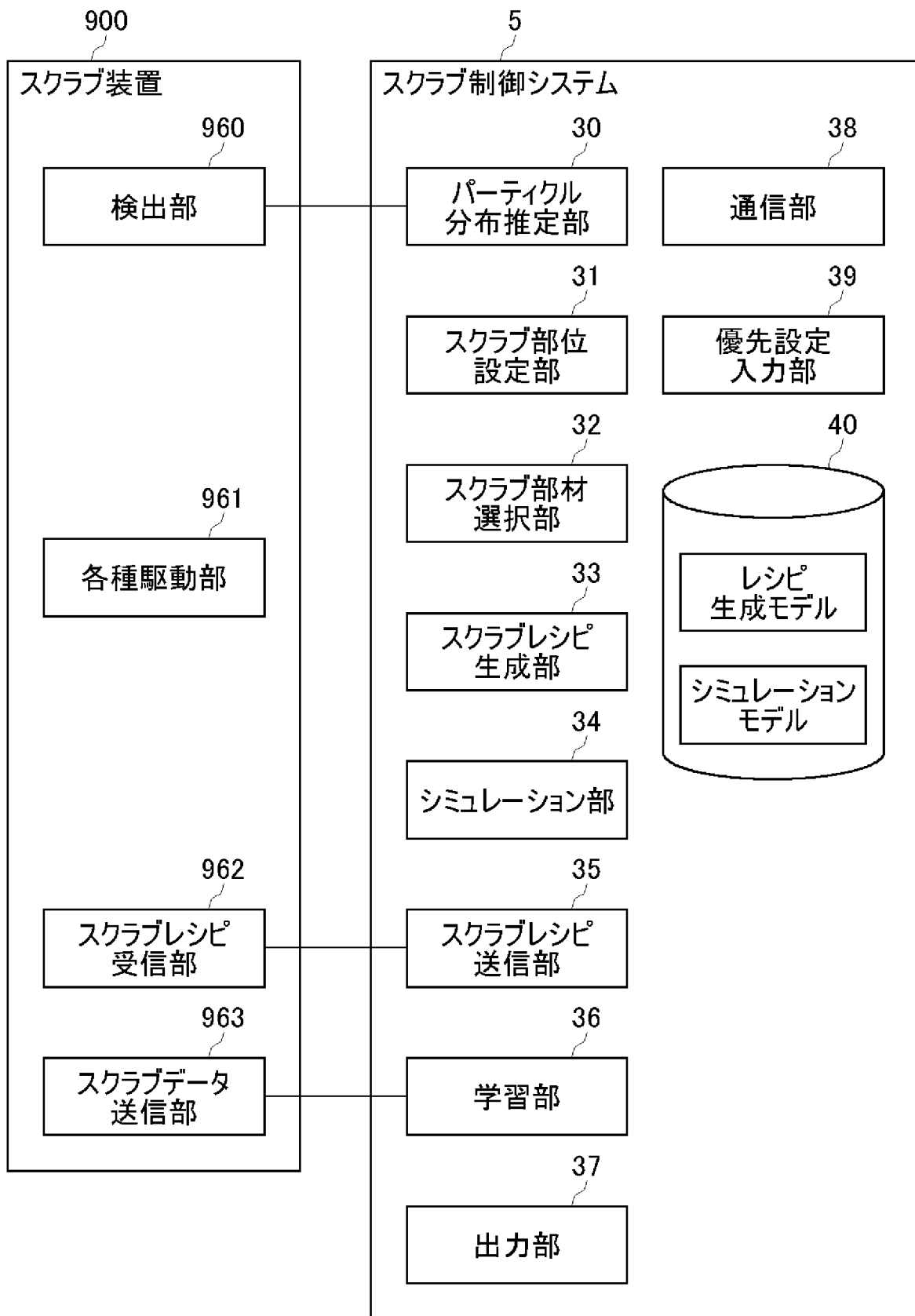
[図15D]



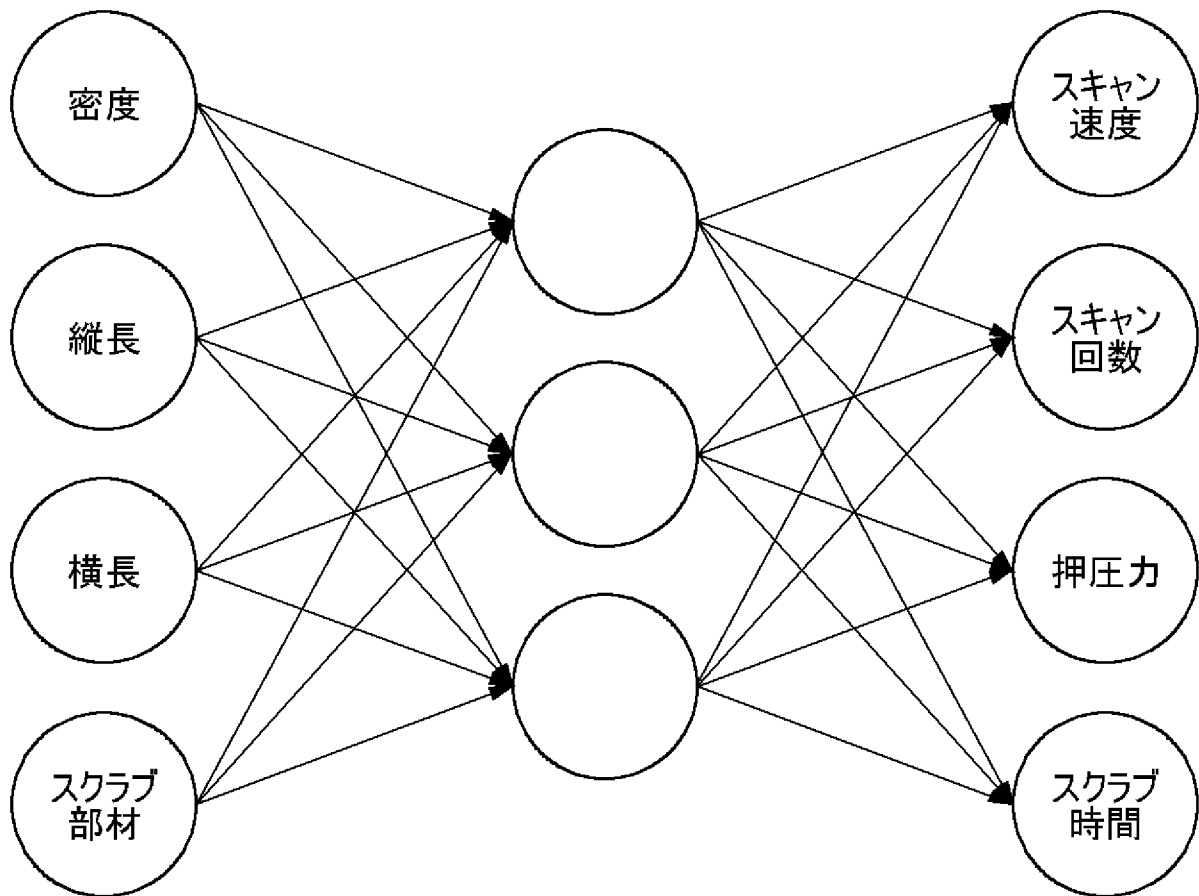
[図16]



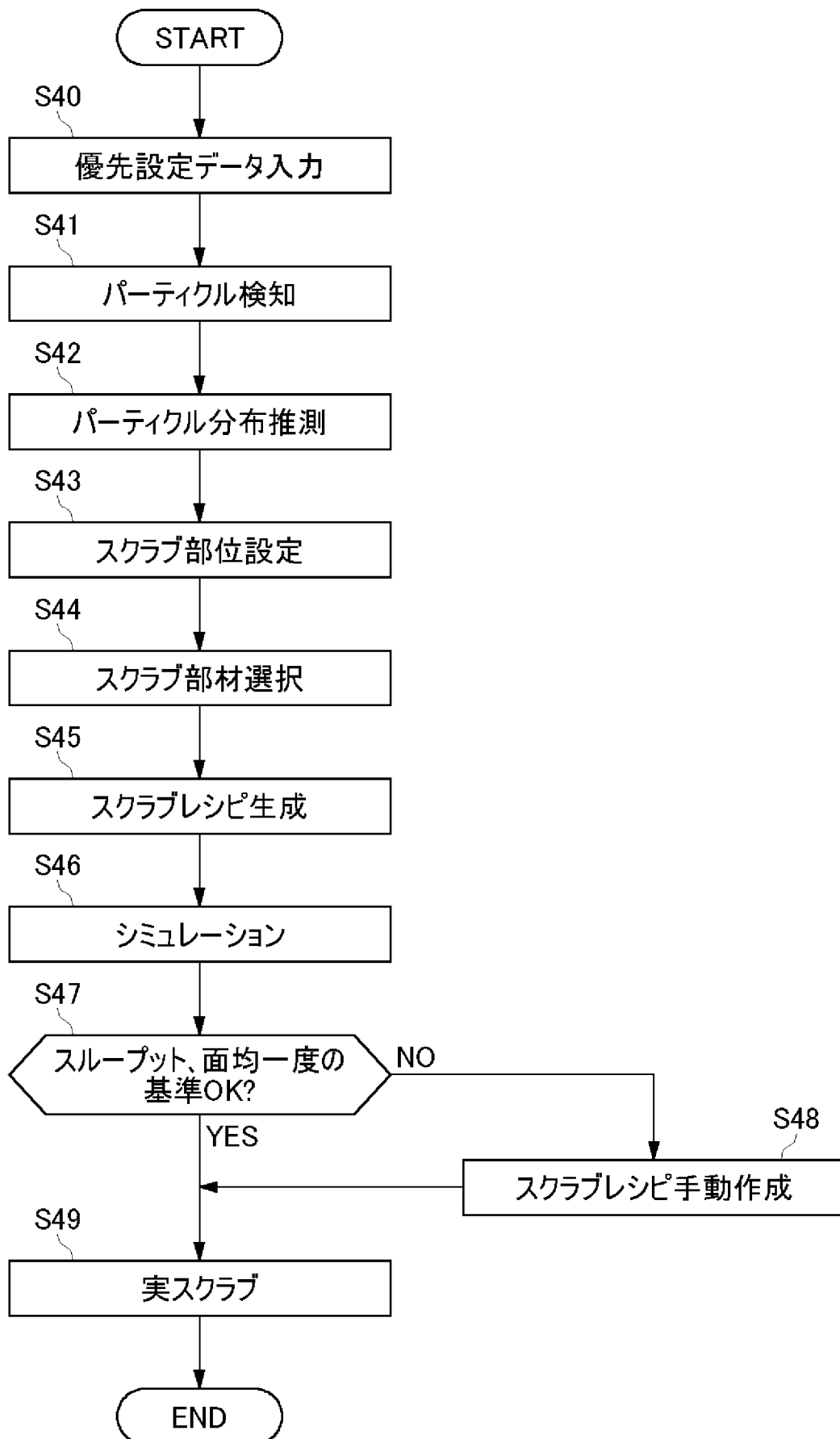
[図17]



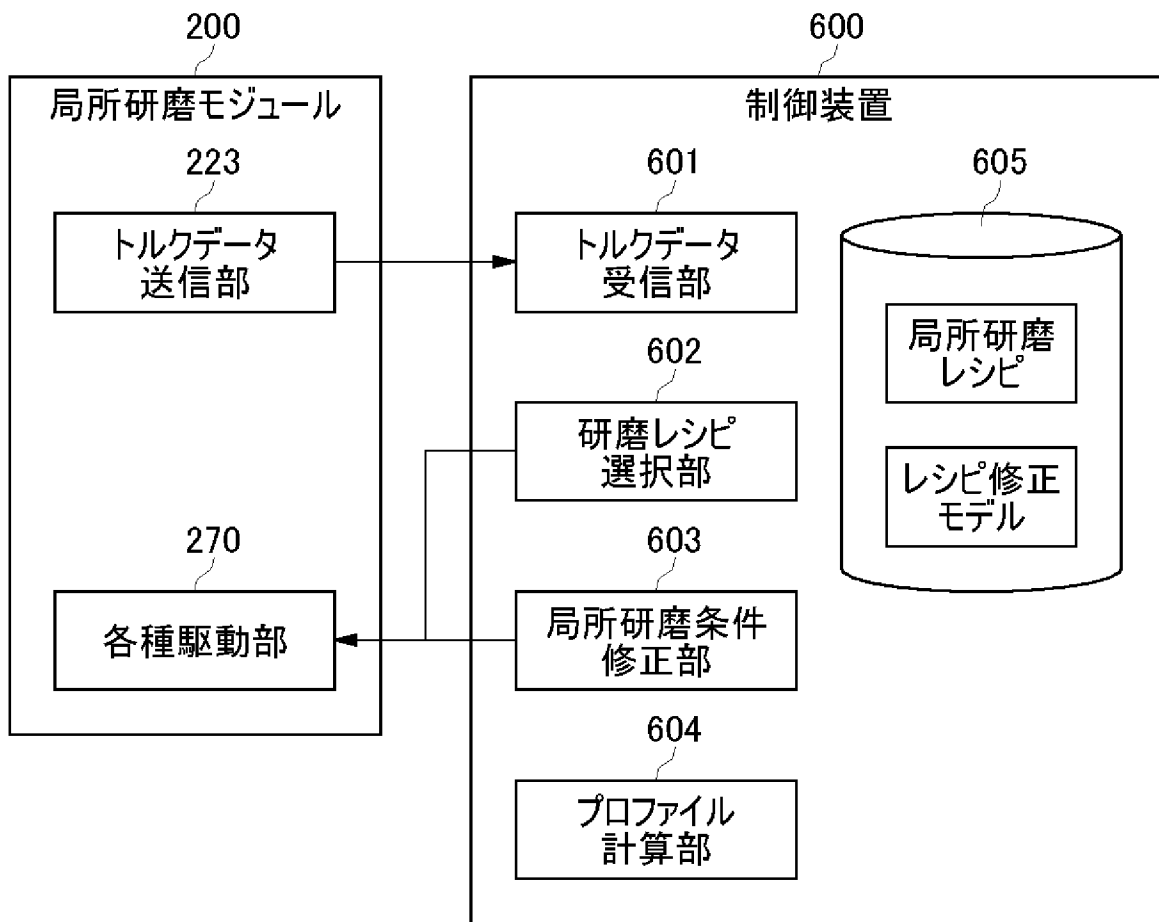
[図18]



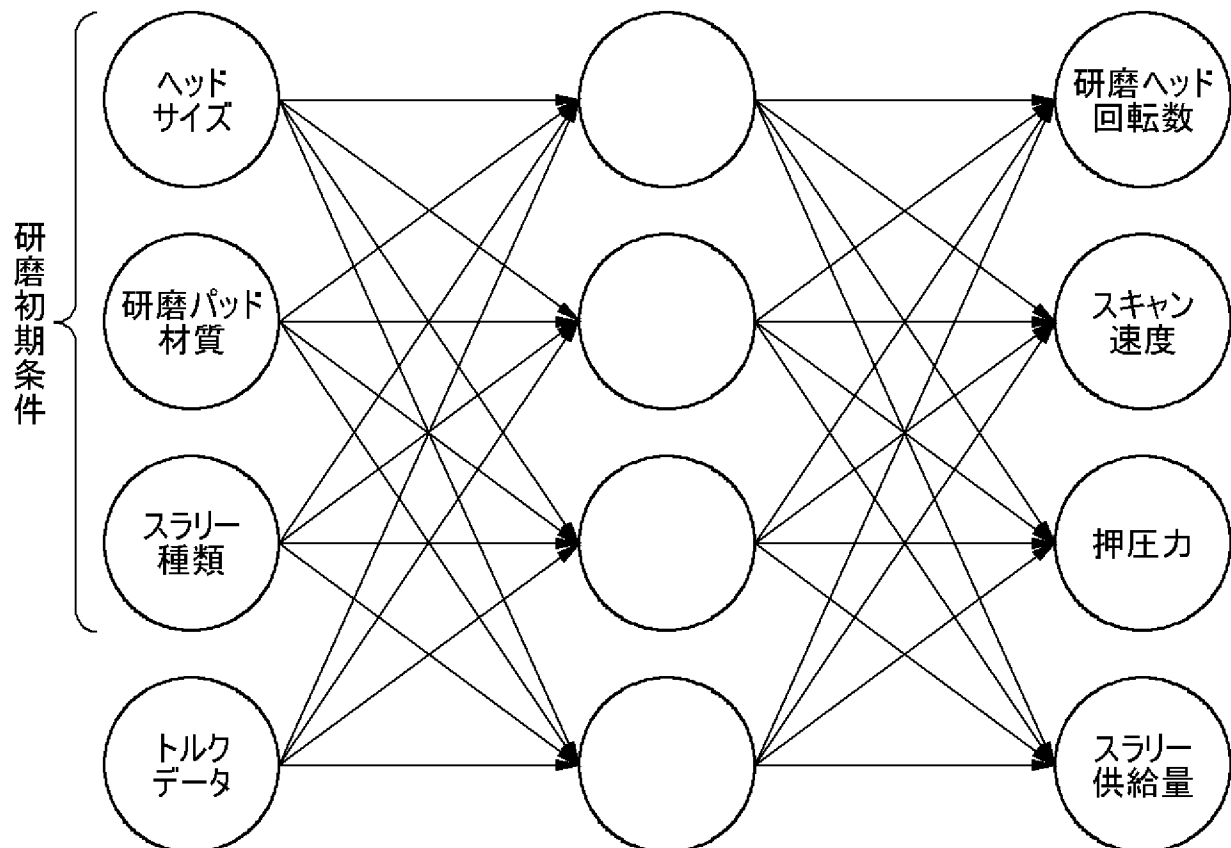
[図19]



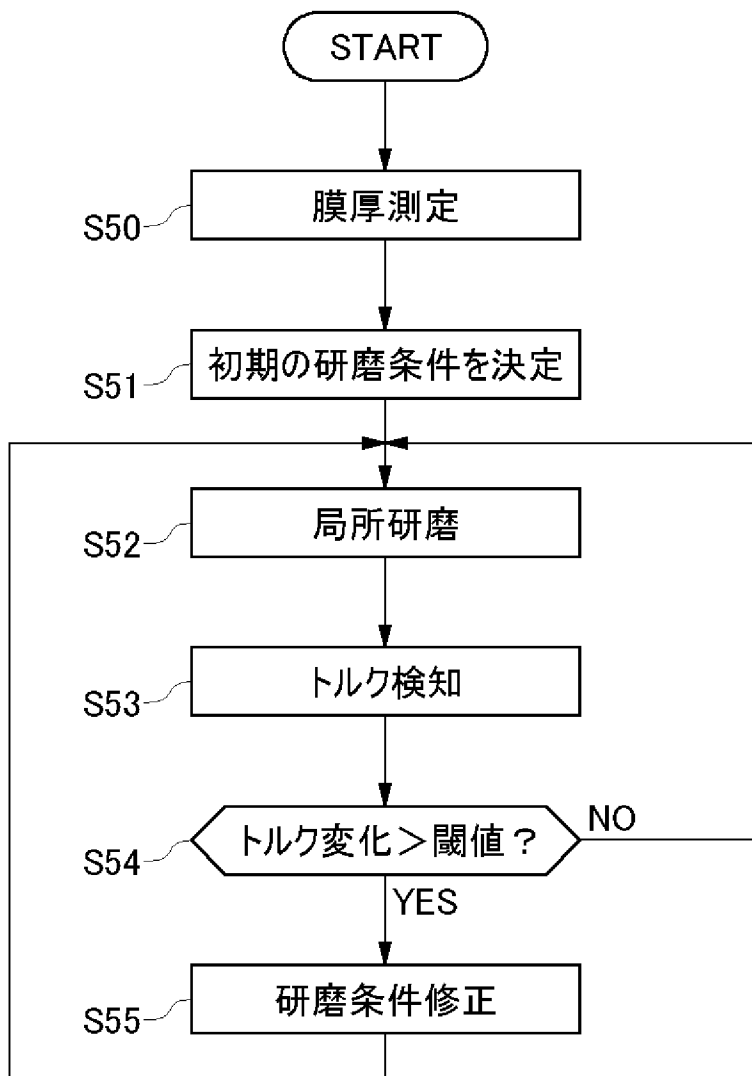
[図20]



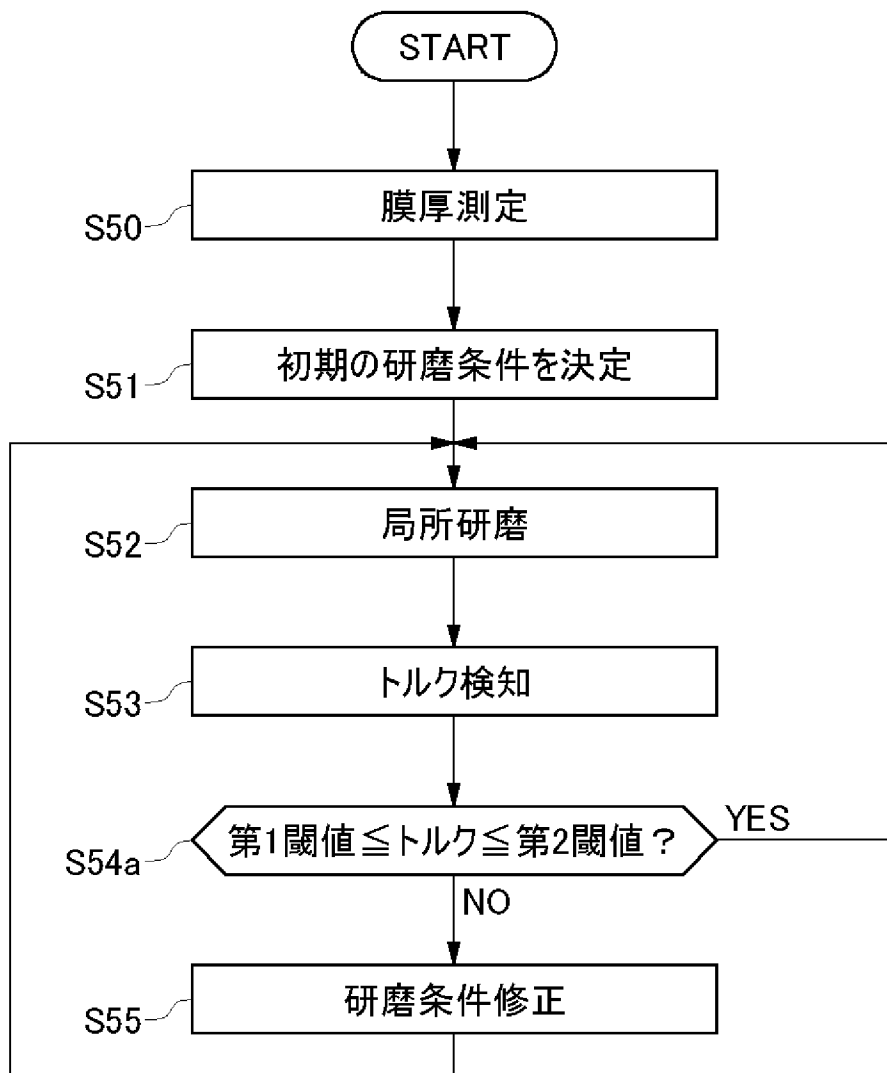
[図21]



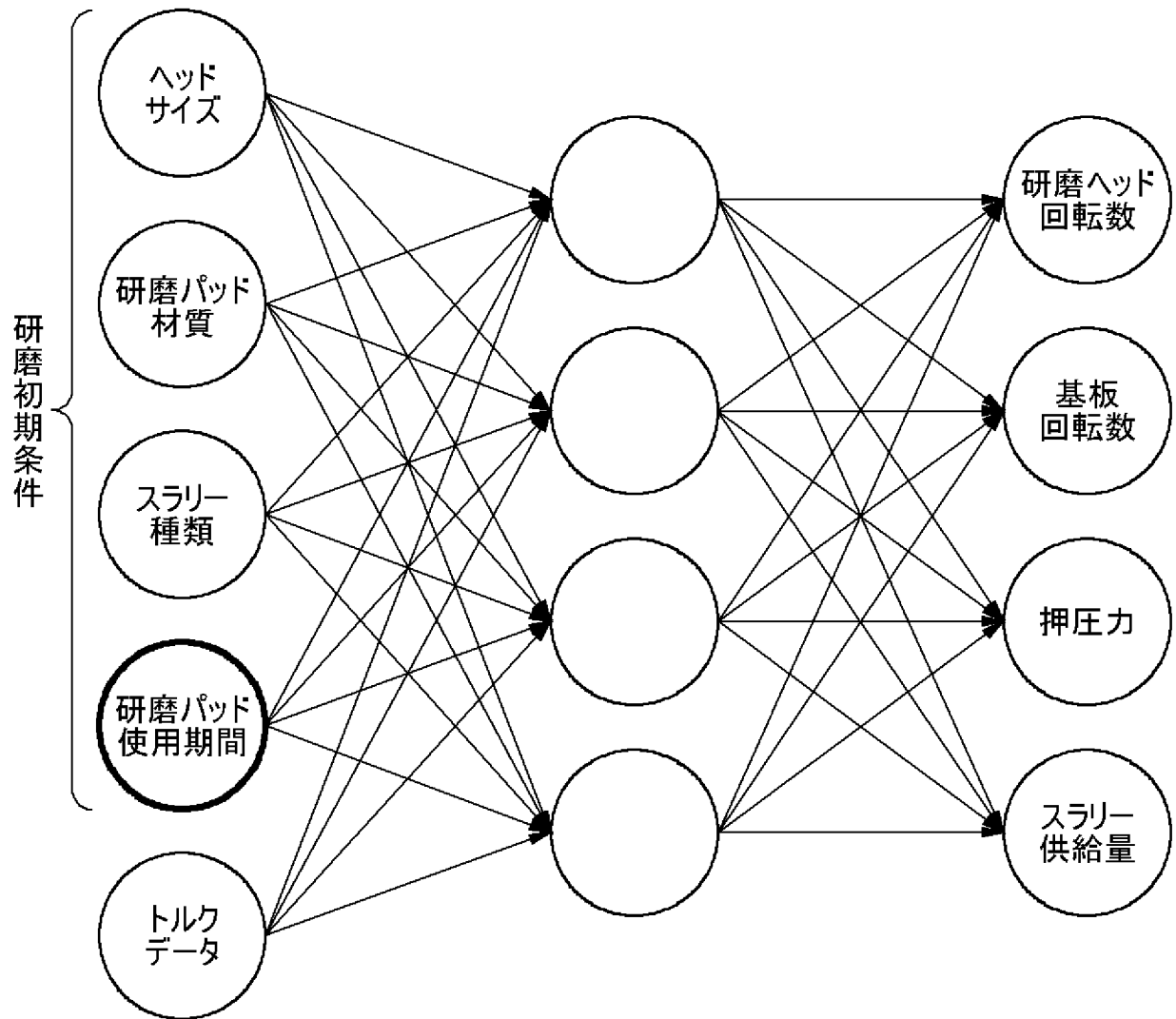
[図22]



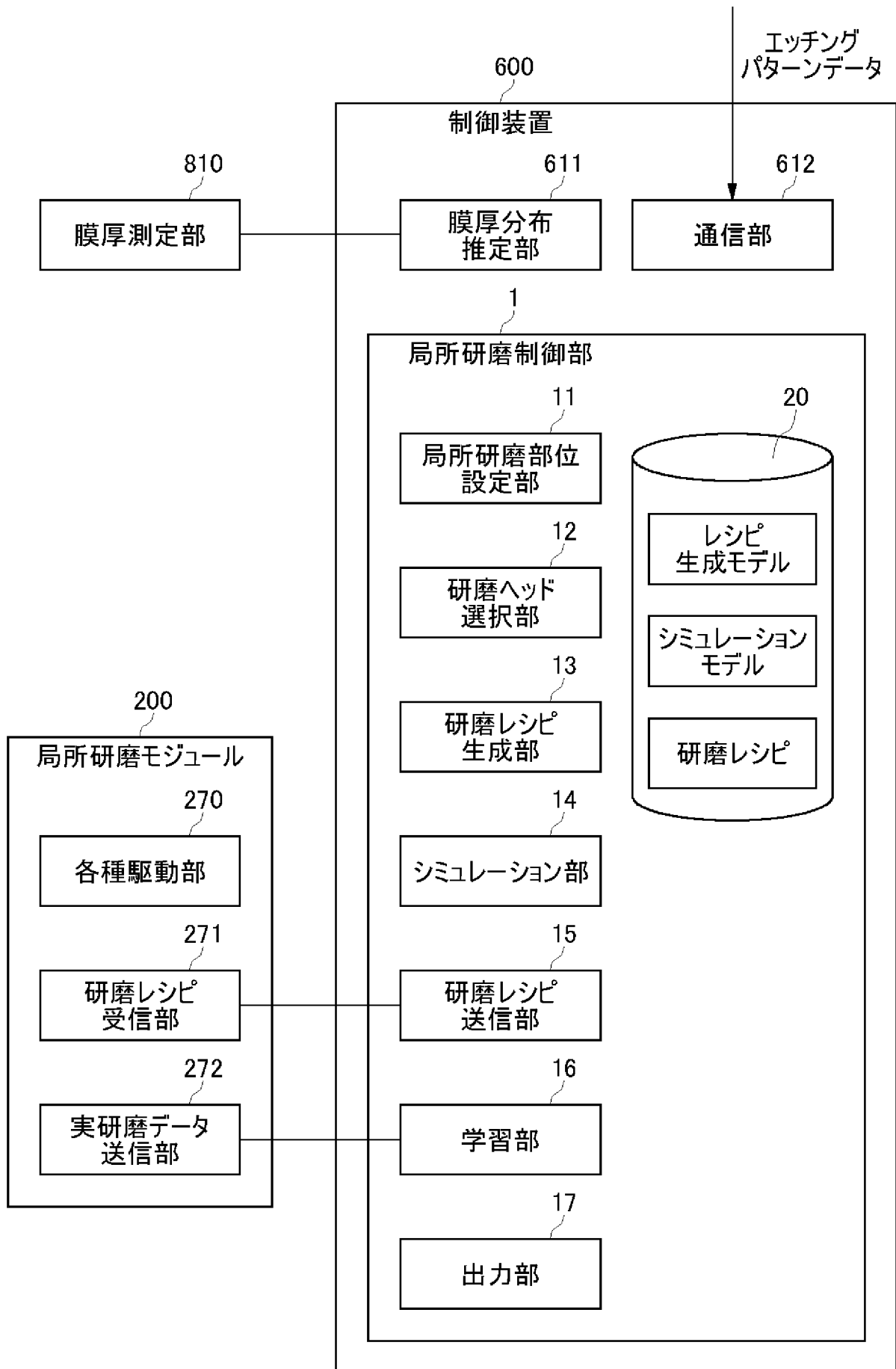
[図23]



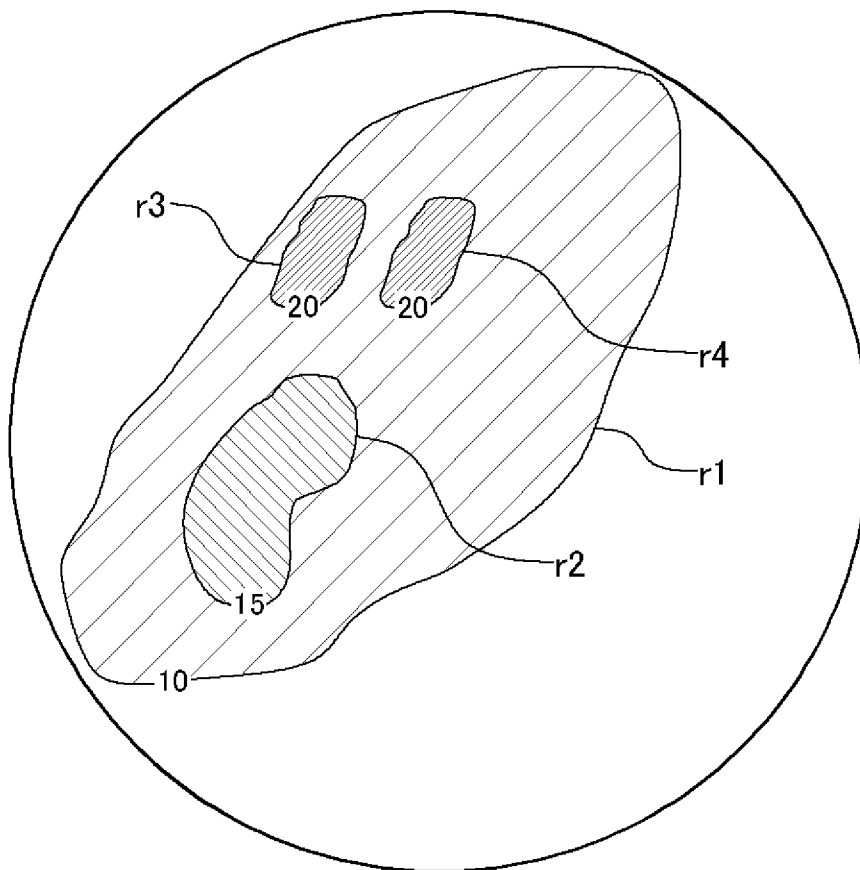
[図24]



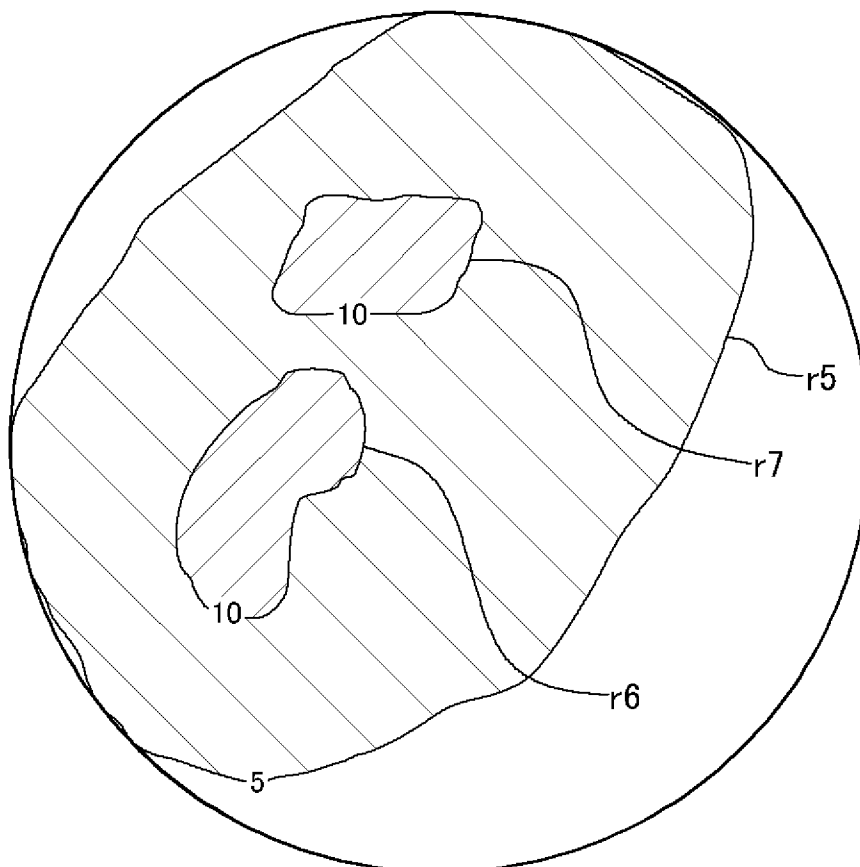
[図25]



[図26A]

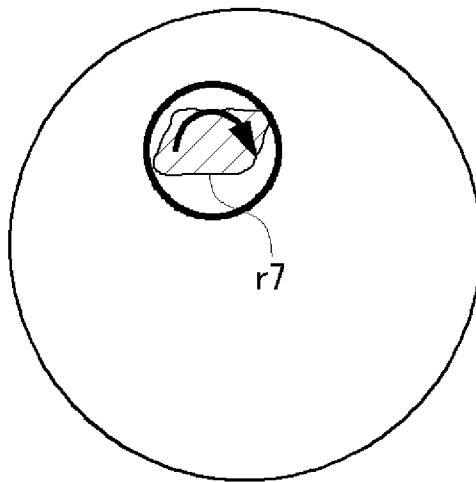


[図26B]

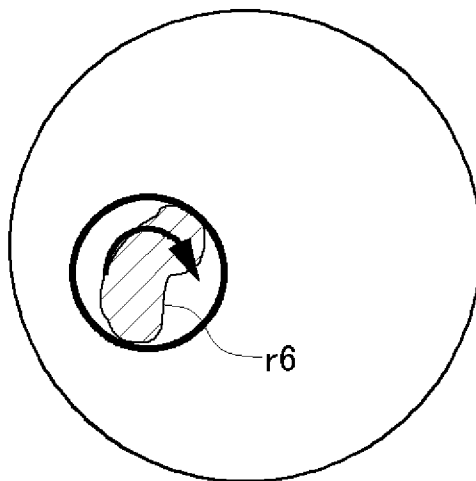


[図27]

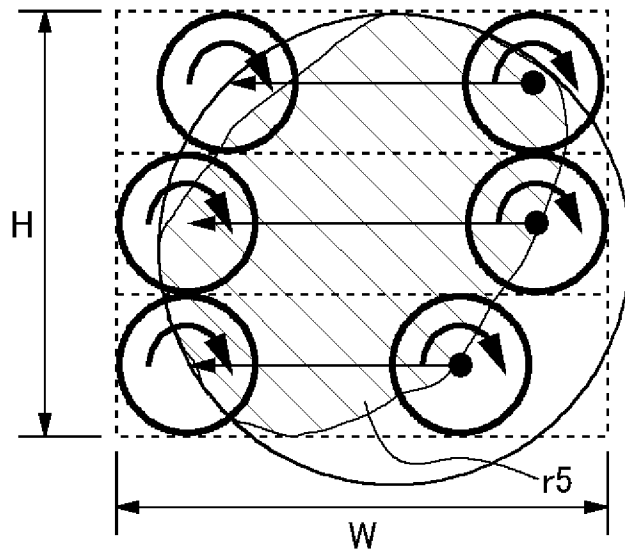
Step:1



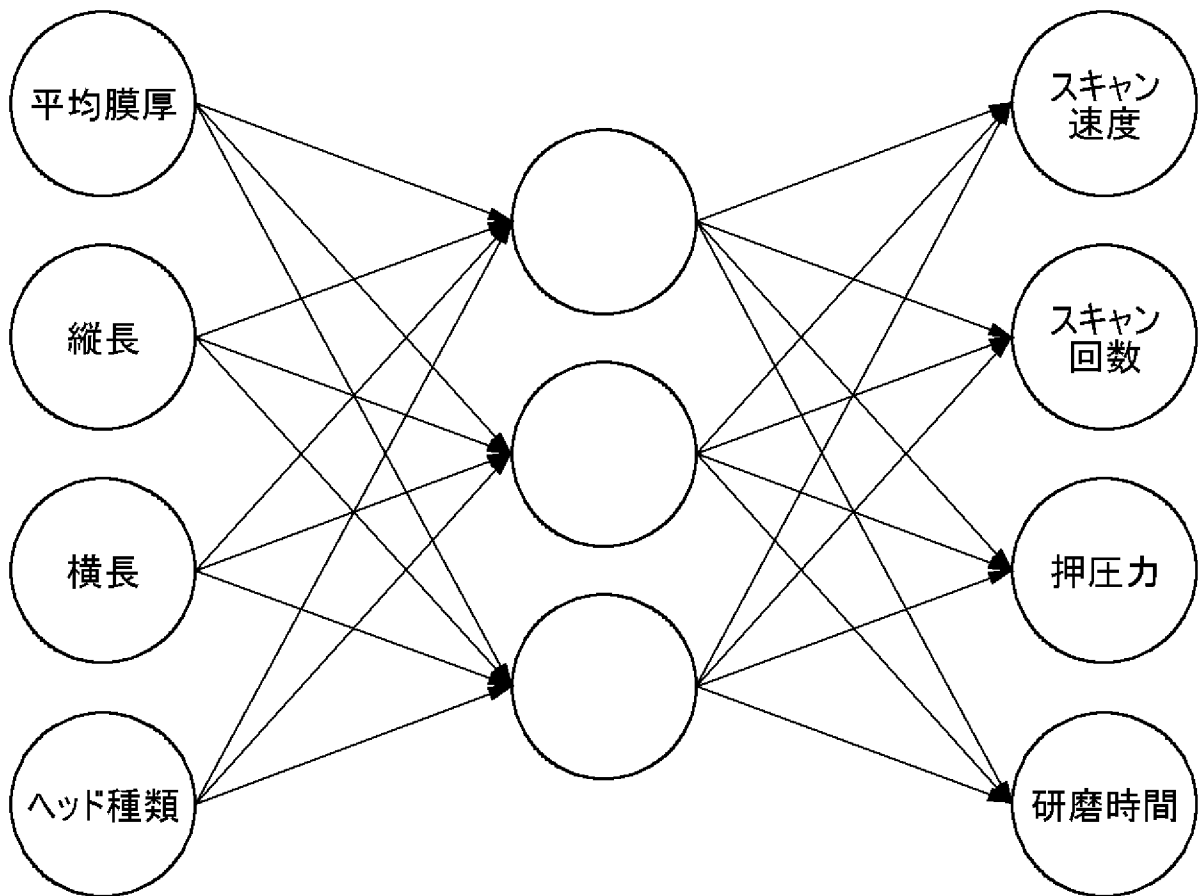
Step:2



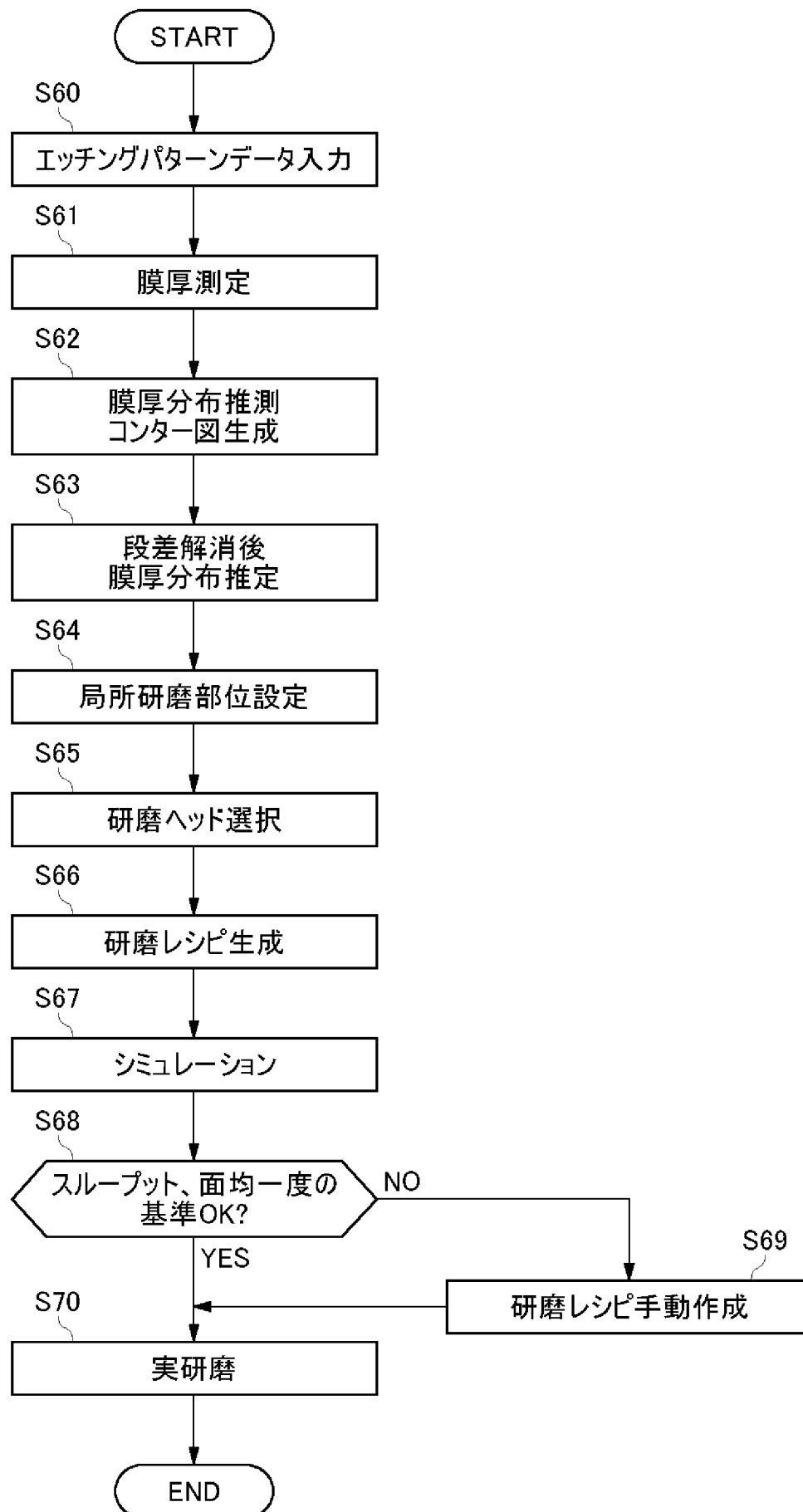
Step:3



[図28]



[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/032306

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B49/04(2006.01)i, B24B37/005(2012.01)i, B24B37/12(2012.01)i, B24B49/03(2006.01)i, B24B55/06(2006.01)i, H01L21/304(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)

B24B49/00-49/18, B24B37/00-37/34, B24B55/06, H01L21/304

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

DWPI(Derwent Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-343753 A (Nikon Corp.), 29 November 2002 (29.11.2002), paragraphs [0084] to [0165]; fig. 1 to 10 (Family: none)	1-30
Y	JP 2005-317864 A (Renesas Technology Corp.), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraphs [0035] to [0091]; fig. 1 to 16 & US 2005/0245169 A1 paragraphs [0066] to [0121]; fig. 1 to 16	1-30, 40-47
Y	JP 11-90816 A (Toshiba Corp.), 06 April 1999 (06.04.1999), paragraphs [0030], [0032], [0036]; fig. 1, 3, 7 (Family: none)	1-30, 40-47

☒ 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
09 November 2017 (09.11.17)

Date of mailing of the international search report
21 November 2017 (21.11.17)

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/JP2017/032306

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-264011 A (Canon Inc.), 06 October 1998 (06.10.1998), paragraph [0039] (Family: none)	1-30, 41-45
Y	JP 3-49846 A (Omron Corp.), 04 March 1991 (04.03.1991), page 1, lower left column, lines 6 to 16; page 2, upper right column, line 8 to page 5, lower right column, line 14; fig. 1 to 7b (Family: none)	1-30, 34-37, 41-45
Y	JP 2016-58724 A (Ebara Corp.), 21 April 2016 (21.04.2016), paragraphs [0031] to [0102]; fig. 1 to 13 & US 2016/0074988 A1 paragraphs [0047] to [0125]; fig. 1 to 13 & CN 105428275 A & KR 10-2016-0030855 A	5-26, 28, 30, 31-47
Y	JP 2011-60977 A (Toshiba Corp.), 24 March 2011 (24.03.2011), paragraph [0002] (Family: none)	6-26, 28, 30
Y	JP 2001-523586 A (Speedfam-IPEC Corp.), 27 November 2001 (27.11.2001), paragraphs [0014] to [0074]; fig. 1 to 9 & WO 1999/025520 A1 page 4, line 1 to page 22, line 1; fig. 1 to 9 & GB 2346103 A & DE 19882821 T1	7-26, 28, 30, 42-45
Y	JP 2013-176828 A (Ebara Corp.), 09 September 2013 (09.09.2013), paragraphs [0016], [0024] to [0025], [0040] to [0041]; fig. 1 & US 2013/0268106 A1 paragraphs [0033], [0041] to [0042], [0051], [0057] to [0058]; fig. 1 & KR 10-2013-0099843 A	14-26, 28, 30
Y	JP 2003-59887 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 28 February 2003 (28.02.2003), paragraphs [0096] to [0111]; fig. 18 (Family: none)	15-26, 28, 30
Y	JP 11-251272 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 17 September 1999 (17.09.1999), paragraphs [0060] to [0062] (Family: none)	31-39

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/032306

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-194134 A (Ebara Corp.), 27 August 2009 (27.08.2009), paragraphs [0052] to [0054]; fig. 4 to 7 & US 2009/0209176 A1 paragraphs [0065] to [0069]; fig. 4 to 7 & KR 10-2009-0088315 A	45

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/032306

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/032306

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Object to be covered by this search:

(Invention 1) claims 1-14, 27 and 29

Since claims 1-14, 27, 29 have a special technical feature of "...: a film thickness distribution estimation unit which measures the film thickness of the substrate, and on the basis of the result of the measurement, estimates a film thickness distribution of the substrate; a local polishing region setting unit which sets a local polishing region of the substrate on the basis of the film thickness distribution; a polishing head selection unit which selects a polishing head on the basis of the size of the local polishing region; a model storage unit which stores a recipe generation model that, with an attribute of the local polishing region as an input node, and a recipe for polishing processing as an output node, defines a relationship between the input node and the output node; a polishing recipe generation unit which applies the attribute of the local polishing region set by the local polishing region setting unit to the input node of the recipe generation model to find a polishing recipe for polishing the local polishing region; ...", the claims are classified as Invention 1.

(Invention 2) claims 15-26, 28 and 30

It is not considered that claims 15-26, 28 and 30 have a technical feature which is same as or corresponding to claims 1-14, 27 and 29 classified into Invention 1.

Claims 15-26, 28 and 30 are not dependent on claim 1.

Further, claims 15-26, 28 and 30 have no relationship such that these claims are substantially same as or equivalent to any claim classified into Invention 1.

Consequently, claims 15-26, 28 and 30 cannot be classified into Invention 1.

Since claims 15-26, 28, 30 have a special technical feature of "...: a particle distribution estimation unit which detects particles on the substrate, and on the basis of the result of the detection, estimates a particle distribution; a scrubbing region setting unit which sets a scrubbing region of the substrate on the basis of the particle distribution; a scrubbing member selection unit which selects a scrubbing member on the basis of the size of the scrubbing region; a model storage unit which stores a recipe generation model that, with an attribute of the scrubbing region as an input node, and a recipe for scrubbing processing as an output node, defines a relationship between the input node and the output node; a scrubbing recipe generation unit which applies the attribute of the scrubbing region set by the scrubbing region setting unit to the input node of the recipe generation model to find a scrubbing recipe for performing scrubbing processing on the scrubbing region; ...", the claims are classified as Invention 2.

(Invention 3) claims 31-39

It is not considered that claims 31-39 have a technical feature same as or corresponding to claims 1-14, 27, 29 classified into Invention 1 or claims 15-26, 28, 30 classified into Invention 2.

Further, claims 31-39 are not dependent on claims 1 and 15.

In addition, claims 31-39 have no relationship such that these claims are substantially same as or equivalent to any claim classified into Invention 1 or 2.

Consequently, claims 31-39 cannot be classified into either Invention 1 or Invention 2.

(Continued to next extra sheet)

Since claims 31-39 have a special technical feature of "being provided with: ...; a torque sensing unit which senses torque required to slide the polishing member during the local polishing; and a polishing condition correction unit which corrects a polishing condition for the local polishing using data of the torque during the local polishing, wherein the local polishing unit changes the polishing condition during the local polishing and performs the local polishing ...", the claims are classified as Invention 3.

(Invention 4) claims 40-47

It is not considered that claims 40-47 have a technical feature same as or corresponding to claims 1-14, 27, 29 classified into Invention 1, claims 15-26, 28, 30 classified into Invention 2 or claims 31-39 classified into Invention 3.

Further, claims 40-47 are not dependent on claims 1, 15 and 31.

Further, claims 40-47 have no relationship such that these claims are substantially same as or equivalent to any claim classified into Invention 1, 2 or 3.

Consequently, claims 40-47 cannot be classified into any one of Inventions 1, 2 and 3.

Since claims 40-47 have a special technical feature of "being provided with: ...; a local polishing region setting unit which, on the basis of the film thickness distribution and level difference eliminability of the overall polishing, sets a local polishing region of the wafer to be subjected to the local polishing", the claims are classified as Invention 4.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B24B49/04(2006.01)i, B24B37/005(2012.01)i, B24B37/12(2012.01)i, B24B49/03(2006.01)i,
B24B55/06(2006.01)i, H01L21/304(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 (I P C))

Int.Cl. B24B49/00-49/18, B24B37/00-37/34, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 7 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)

DWPI (Derwent Innovation)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-343753 A (株式会社ニコン) 2002.11.29, 段落 0084-0165, 図 1-10 (ファミリーなし)	1-30
Y	JP 2005-317864 A (株式会社ルネサステクノロジ) 2005.11.10, 段落 0035-0091, 図 1-16 & US 2005/0245169 A1, 段落 0066-0121, 図 1-16	1-30, 40-47
Y	JP 11-90816 A (株式会社東芝) 1999.04.06, 段落 0030, 0032, 0036, 図 1, 3, 7 (ファミリーなし)	1-30, 40-47

☒ 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

0 9 . 1 1 . 2 0 1 7

国際調査報告の発送日

2 1 . 1 1 . 2 0 1 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

中里 翔平

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

3 C

3 8 3 2

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	JP 10-264011 A (キヤノン株式会社) 1998. 10. 06, 段落 0039 (ファミリーなし)	1-30, 41-45
Y	JP 3-49846 A (オムロン株式会社) 1991. 03. 04, 第 1 ページ左下欄第 6-16 行, 第 2 ページ右上欄第 8 行-第 5 ページ右下欄第 14 行, 第 1-7b 図 (ファミリーなし)	1-30, 34-37, 41-45
Y	JP 2016-58724 A (株式会社荏原製作所) 2016. 04. 21, 段落 0031-0102, 図 1-13 & US 2016/0074988 A1, 段落 0047-0125, 図 1-13 & CN 105428275 A & KR 10-2016-0030855 A	5-26, 28, 30, 31-47
Y	JP 2011-60977 A (株式会社東芝) 2011. 03. 24, 段落 0002 (ファミリーなし)	6-26, 28, 30
Y	JP 2001-523586 A (スピードファム-アイビーイーシー コーポレイション) 2001. 11. 27, 段落 0014-0074, 図 1-9 & WO 1999/025520 A1, 第 4 ページ第 1 行-第 22 ページ第 1 行, 図 1-9 & GB 2346103 A & DE 19882821 T1	7-26, 28, 30, 42-45
Y	JP 2013-176828 A (株式会社荏原製作所) 2013. 09. 09, 段落 0016, 0024-0025, 0040-0041, 図 1 & US 2013/0268106 A1, 段落 0033, 0041-0042, 0051, 0057-0058, 図 1 & KR 10-2013-0099843 A	14-26, 28, 30
Y	JP 2003-59887 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2003. 02. 28, 段落 0096-0111, 図 18 (ファミリーなし)	15-26, 28, 30
Y	JP 11-251272 A (住友金属工業株式会社) 1999. 09. 17, 段落 0060-0062 (ファミリーなし)	31-39
Y	JP 2009-194134 A (株式会社荏原製作所) 2009. 08. 27, 段落 0052-0054, 図 4-7 & US 2009/0209176 A1, 段落 0065-0069, 図 4-7 & KR 10-2009-0088315 A	45

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

<第Ⅲ欄の続き>

<調査の対象について>

(発明1) 請求項1-14、27、29

請求項1-14、27、29は、[…前記基板の膜厚を測定し、その測定結果に基づいて前記基板の膜厚分布を推定する膜厚分布推定部と、前記膜厚分布に基づいて、前記基板の局所研磨部位を設定する局所研磨部位設定部と、前記局所研磨部位の大きさに基づいて研磨ヘッドを選択する研磨ヘッド選択部と、前記局所研磨部位の属性を入力ノード、研磨処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを記憶したモデル記憶部と、前記局所研磨部位設定部にて設定された局所研磨部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記局所研磨部位を研磨する研磨レシピを求める研磨レシピ生成部と、…]という特別な技術的特徴を有しているので、発明1に区分する。

(発明2) 請求項15-26、28、30

請求項15-26、28、30は、発明1に区分された請求項1-14、27、29と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。

請求項15-26、28、30は、請求項1の従属請求項ではない。また、請求項15-26、28、30は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項15-26、28、30は発明1に区分できない。

そして、請求項15-26、28、30は、[…前記基板上のパーティクルを検出し、その検出結果に基づいてパーティクル分布を推定するパーティクル分布推定部と、前記パーティクル分布に基づいて、前記基板のスクラブ部位を設定するスクラブ部位設定部と、前記スクラブ部位の大きさに基づいてスクラブ部材を選択するスクラブ部材選択部と、前記スクラブ部位の属性を入力ノード、スクラブ処理のレシピを出力ノードとして、入力ノードと出力ノードとの関係を規定したレシピ生成モデルを記憶したモデル記憶部と、前記スクラブ部位設定部にて設定された前記スクラブ部位の属性を前記レシピ生成モデルの入力ノードに適用して、前記スクラブ部位をスクラブ処理するスクラブレシピを求めるスクラブレシピ生成部と、…]という特別な技術的特徴を有しているので、発明2に区分する。

(発明3) 請求項31-39

請求項31-39は、発明1に区分された請求項1-14、27、29又は発明2に区分された請求項15-26、28、30と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項31-39は、請求項1及び15の従属請求項ではない。また、請求項31-39は、発明1又は2に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項31-39は発明1又は2のいずれにも区分できない。

そして、請求項31-39は、[…前記局所研磨中に前記研磨部材を摺動させるのに要しているトルクを検知するトルク検知部と、前記局所研磨中に、前記トルクのデータを用いて前記局所研磨の研磨条件を修正する研磨条件修正部と、を備え、前記局所研磨部は、前記局所研磨中に研磨条件を変更して前記局所研磨を行う…]という特別な技術的特徴を有しているので、発明3に区分する。

(特別ページに続く)

<第Ⅲ欄の続き>

(発明4) 請求項40-47

請求項40-47は、発明1に区分された請求項1-14、27、29、発明2に区分された請求項15-26、28、30、又は、発明3に区分された請求項31-39と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項40-47は、請求項1、15及び31の従属請求項ではない。また、請求項40-47は、発明1、2又は3に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項40-47は発明1、2又は3のいずれにも区分できない。

そして、請求項40-47は、[…前記膜厚分布と前記全体研磨による段差解消性とに基づいて、前記局所研磨を行うべき前記ウェハの局所研磨部位を設定する局所研磨部位設定部と、を備える…]という特別な技術的特徴を有しているので、発明4に区分する。