

(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7月30日(30.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/152889 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/3065 (2006.01) H05H 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2019/029762

(22) 国際出願日:

2019年7月30日(30.07.2019)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(71) 出願人: 株式会社日立ハイテク
(HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) [JP/
JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目
17番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 梅田 祥太(UMEDA Shota); 〒1008280
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社
日立製作所内 Tokyo (JP). 玉置 研二(TAMAKI
Kenji); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目

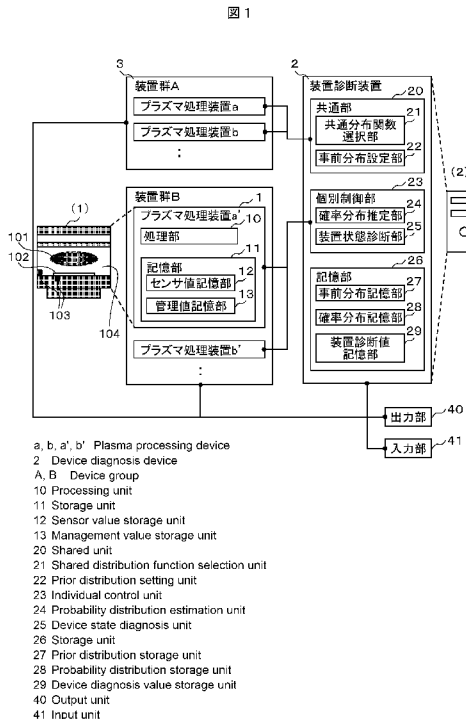
6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 角
屋 誠浩(SUMIYA Masahiro); 〒1058717 東京都
港区西新橋一丁目24番14号 Tokyo (JP). 石
黒 正貴(ISHIGURO Masaki); 〒1058717 東京都
港区西新橋一丁目24番14号 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 青稜特許業務法人(SEIRYO I.P.C.);
〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目
24番2号 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, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: DEVICE DIAGNOSIS DEVICE, PLASMA PROCESSING DEVICE, AND DEVICE DIAGNOSIS METHOD

(54) 発明の名称: 装置診断装置、プラズマ処理装置及び装置診断方法



(57) Abstract: A device diagnosis device for diagnosing the state of a plasma processing device, wherein: a first sensor value obtained by a first sensor in a first plasma processing device is used to obtain prior distribution information, which includes a probability distribution function, in advance for each of said first sensors; on the basis of the prior distribution information obtained in advance and of a second sensor value obtained by a second sensor in a second plasma processing device different to the first plasma processing device, a probability distribution is estimated for each of said second sensors corresponding to each of said first sensors; and the estimated probability distribution is used to diagnose the state of the second plasma processing device.

(57) 要約: プラズマ処理装置の状態を診断する装置診断装置において、第一のプラズマ処理装置における第一のセンサにより取得された第一のセンサ値を用いて確率分布関数を含む事前分布情報を前記第一のセンサの各々に対して予め求め、前記予め求められた事前分布情報と、前記第一のプラズマ処理装置と異なる第二のプラズマ処理装置における第二のセンサにより取得された第二のセンサ値とを基に前記第一のセンサの各々に対応する前記第二のセンサの各々における確率分布を推定し、前記推定された確率分布を用いて前記第二のプラズマ処理装置の状態を診断する。

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：

- 国際調査報告（条約第21条(3)）
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正を受理した際には再公開される。（規則 48.2(h)）
- 出願人の請求に基づく第21条(2)(a)による期間経過前の公開。

明 細 書

発明の名称：装置診断装置、プラズマ処理装置及び装置診断方法
技術分野

[0001] 本発明は、装置診断装置、プラズマ処理装置及び装置診断方法に関する。

背景技術

[0002] プラズマ処理装置では、半導体のウェハ上に微細形状を形成する。このため、物質をプラズマ化し、その物質の作用によりウェハ上の物質を除去するプラズマ処理を行う。

[0003] プラズマ処理装置の製造時に複数の装置間で使用する共通部品に個体差（装置間差）があると、装置個体間のプラズマ状態の違いが生じる。このため、装置製造工場からの装置出荷前の最終検査時に原因部品を特定して交換あるいは調整するのに長時間を要するという問題があった。また、装置出荷後に半導体製造工場で想定寿命以上に使用した消耗部品の劣化が生じると同様に装置間差が生じ得る。

[0004] 装置間差が生じると、所望の加工品質を得られなくなり、部品交換による予期せぬダウンタイムが生じる等の問題が起こる。そこで、調整の迅速化や予期せぬダウンタイム低減のために、装置間差を推定した上で、装置製造工程へのフィードバックや部品劣化診断を行う装置診断技術が求められる。

[0005] このような装置診断技術として、例えば、特許文献1がある。特許文献1には、「異常検知装置は、観測値をまとめた要約値に対して統計モデリングを適用することにより、要約値からノイズを除去した状態を推測し、当該推測に基づき一期先の要約値を予測した予測値を生成する。異常検知装置は、予測値に基づき、監視対象装置の異常有無を検知する。」と記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：WO2018/061842号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1では、装置診断には一般に診断対象装置の状態センサの測定値（センサ値）の確率分布を用いるため、確率分布推定技術を要する。上述のように、プラズマ処理装置には装置間差が生じ得るため、特許文献1の方法では、高精度に異常検知するためには、装置毎にデータを大量に取得する必要がある。

[0008] しかし、例えば、既存の工程に新規に装置を立上げる際や、新規工程に適用する際において、センサ値の大量取得は困難であるため、少量のセンサ値で確率分布を推定する方法が必要である。

[0009] 本発明の目的は、装置診断装置において、少量のセンサ値で確率分布を推定することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一態様の装置診断装置は、プラズマ処理装置の状態を診断する装置診断装置において、第一のプラズマ処理装置における第一のセンサにより取得された第一のセンサ値を用いて確率分布関数を含む事前分布情報を前記第一のセンサの各々に対して予め求め、前記予め求められた事前分布情報と、前記第一のプラズマ処理装置と異なる第二のプラズマ処理装置における第二のセンサにより取得された第二のセンサ値とを基に前記第一のセンサの各々に対応する前記第二のセンサの各々における確率分布を推定し、前記推定された確率分布を用いて前記第二のプラズマ処理装置の状態を診断することを特徴とする。

[0011] 本発明の一態様の装置診断装置は、プラズマ処理装置の状態を診断する装置診断装置において、第一のプラズマ処理装置における第一のセンサにより取得された第一のセンサ値を用いて確率分布関数を含む事前分布情報を前記第一のセンサの各々に対して予め求め、前記予め求められた事前分布情報と、第二のプラズマ処理装置における第二のセンサにより取得された第二のセンサ値とを基に前記第一のセンサの各々に対応する前記第二のセンサの各々

における確率分布を推定し、前記推定された確率分布に対する尤度である第一の尤度と、正規分布に対する尤度である第二の尤度とを比較し、前記第一の尤度が前記第二の尤度より大きい場合、前記推定された確率分布を用いて前記第二のプラズマ処理装置の状態を診断し、前記第二の尤度が前記第一の尤度より大きい場合、前記正規分布を用いて前記第二のプラズマ処理装置の状態を診断することを特徴とする。

[0012] 本発明の一態様のプラズマ処理装置は、試料がプラズマ処理される処理室と自装置の状態を診断する装置診断装置とを備えるプラズマ処理装置において、前記装置診断装置は、自装置と異なるプラズマ処理装置における第一のセンサにより取得された第一のセンサ値を用いて確率分布関数を含む事前分布情報を前記第一のセンサの各々に対して予め求め、前記予め求められた事前分布情報と、自装置における第二のセンサにより取得された第二のセンサ値とを基に前記第一のセンサの各々に対応する前記第二のセンサの各々における確率分布を推定し、前記推定された確率分布を用いて前記自装置の状態を診断することを特徴とする。

[0013] 本発明の一態様の装置診断方法は、プラズマ処理装置の状態を診断する装置診断方法において、第一のプラズマ処理装置における第一のセンサにより取得された第一のセンサ値を用いて確率分布関数を含む事前分布情報を前記第一のセンサの各々に対して予め求める工程と、前記予め求められた事前分布情報と、第二のプラズマ処理装置における第二のセンサにより取得された第二のセンサ値とを基に前記第一のセンサの各々に対応する前記第二のセンサの各々における確率分布を推定する工程と、前記推定された確率分布を用いて前記第二のプラズマ処理装置の状態を診断する工程とを有することを特徴とする。

発明の効果

[0014] 本発明に一態様によれば、装置診断装置において、少量のセンサ値で確率分布を推定することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]実施例のプラズマ処理装置の装置診断装置の構成図である。

[図2]プラズマ処理装置のセンサ値記憶部に格納するデータの例を示す図である。

[図3]装置群Aのセンサ値を用いた装置診断装置の共通部の処理を示すフローチャートである。

[図4]装置診断装置の事前分布記憶部に格納するデータの例を示す図である。

[図5]装置診断装置の個別制御部の処理を示すフローチャートである。

[図6A]確率分布決定前における装置診断装置の確率分布記憶部に格納するデータの例を示す図である。

[図6B]確率分布決定後における装置診断装置の確率分布記憶部に格納するデータの例を示す図である。

[図7]装置診断装置の装置診断値記憶部に格納するデータの例を示す図である。

[図8]装置診断結果の表示画面の例を示す図である。

[図9]確率分布推定結果の表示画面の例を示す図である。

[図10]実施例のプラズマ処理装置の構成図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、実施例について、図面を参照しながら説明する。なお、実施例を説明するための全図において、同一部には原則として同一符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0017] (1) プラズマ処理装置

図1を参照して、プラズマ処理装置1の構成について説明する。

[0018] 図1に示すように、プラズマ処理装置1は、処理部10と記憶部11を有する。処理部10は設定した加工条件に従い、処理室104の内部にプラズマ101を発生させてウェハ（試料102）を加工する。

[0019] 記憶部11は、センサ値記憶部12と管理値記憶部13を有する。センサ値記憶部12は、ウェハ加工中に装置のセンサ103の測定値を時系列データとして設定した加工ステップ毎に記憶する。例えば、センサ103は、状

態センサ群を構成し温度や圧力を測定する。

[0020] さらに、センサ値記憶部 12 は、装置診断において使用するために、時系列データから主要な統計値（例えば、平均値や標準偏差）を算出して記憶する。本実施例においては、本統計値をセンサ値として以後使用する。

[0021] 図 2 を参照して、センサ値記憶部 12 に格納するデータの例について説明する。

[0022] 図 2 では、統計値として平均値を用いている。センサ値の各列はセンサの種類に対応し、各行はウェハ 1 枚 1 枚に対応している。センサ値と共に、装置 ID や加工ステップ ID、加工条件 ID、ウェハ ID 等の情報も格納されている。装置 ID は、加工を行ったプラズマ処理装置 1 を特定する情報である。加工ステップ ID、加工条件 ID はそれぞれ加工ステップ、加工条件を特定する情報であり、監視対象の指定に用いる。ウェハ ID には、加工したウェハを特定する情報を格納する。管理値記憶部 13 は、加工日時や加工条件等の管理値を記憶する。

[0023] （2）装置診断装置

図 1 を参照して、装置診断装置 2 の構成について説明する。

[0024] 図 1 に示すように、装置診断装置 2 は、共通部 20 と個別制御部 23 と記憶部 26 を有する計算機である。装置診断装置 2 とプラズマ処理装置 1 の装置群 3 はネットワークを介して接続されており、相互にデータ通信が可能である。

[0025] 本実施例においては、装置群 3 は、センサ値が多量に蓄積された既存の装置群 A と、装置立上げ等の理由からセンサ値が多量に蓄積されておらず装置診断対象である装置群 B とに分けて記載している。

[0026] 基準となるプラズマ処理装置 1 があれば必ずしも装置群 A は複数のプラズマ処理装置 1 を有する必要はない。また、診断対象である装置群 B も必ずしも複数のプラズマ処理装置 1 を有する必要はない。さらに、装置群 A と装置群 B で重複するプラズマ処理装置がある構成としてもよい。

[0027] 共通部 20 は、共通分布関数選択部 21 と事前分布設定部 22 を有し、装

置群Bの装置診断を実施する前に予め、装置群Aに蓄積されたセンサ値からセンサ毎に事前分布情報を抽出して記憶部26が有する事前分布記憶部27に記憶する処理を行う。共通部20の処理内容の例については、後述の(3)共通部の処理において説明する。

[0028] 個別制御部23は、確率分布推定部24と装置状態診断部25を有する。確率分布推定部24が、装置状態診断時に取得した装置群Bの個々のプラズマ処理装置のセンサ値と抽出済みの事前分布情報とから各センサ103の従う確率分布を事後分布として推定し、確率分布記憶部28に記憶する。

[0029] そして、推定したセンサ値の確率分布を基に、装置状態診断部25が装置間差等の装置状態値を算出し、装置診断値記憶部29に記憶する。個別処理部23の処理内容の例については、後述の(4)個別処理部の処理において説明する。

[0030] 装置群3と装置診断装置2には出力部40と入力部41が接続されている。出力部40は、例えばディスプレイやプリンタ等であり、記憶部26の情報を基にユーザに対してグラフィカルに情報を出力する装置である。表示例については、後述の(5)出力部による表示例において説明する。入力部41は、例えば、マウスやキーボード等の、ユーザの操作による情報入力を受け付ける入力装置である。

[0031] (3) 共通部の処理

図3を参照して、装置診断装置2の共通部20で行われる装置群Aのセンサ値を用いて事前分布を設定する処理の例について説明する。

[0032] 共通部20の処理を実行する前には、予め装置群Aの各プラズマ処理装置1において、監視対象の加工ステップにおけるプラズマ処理中の履歴であるセンサ値をセンサ値記憶部12に格納しておく。

[0033] 監視対象の加工ステップとして、複数の工程で共通に行う処理部10の状態を整えるためのプラズマ処理(例えば、エージング処理やクリーニング処理)を指定する。装置群Aのセンサ値記憶部12から、指定した加工ステップIDのセンサ値を取得する。(S101)

このように複数の工程で共通に行うプラズマ処理のセンサ値を用いることで、例えば装置群Bが新規工程への適用の際であっても、装置群Aが蓄積したセンサ値を事前分布の設定に利用することができる。

[0034] 次に、事前分布設定部22は、各センサ103、各確率分布関数候補に対してS103～S104の処理を実行する。ここで、確率分布関数候補とは、プラズマ処理装置1の各センサ103が従い得る確率分布関数を予め候補として設定したものである。例えば、正規分布、歪正規分布、混合正規分布、コーシー分布等を確率分布関数候補として設定しておく（S102）。

[0035] 事前分布設定部22は、当該センサ103のセンサ値に対して当該確率分布関数候補の確率分布パラメータを推定する。確率分布パラメータは、例えば正規分布であれば平均値と標準偏差に相当する値であり、確率分布関数毎に異なる種類を有する。確率分布パラメータの推定には、例えば、マルコフ連鎖モンテカルロ法（Markov Chain Monte Carlo method、MCMC法）を利用する。MCMC法は、確率分布パラメータを確率変数とみなした上で、確率分布パラメータの事後分布に比例する確率分布パラメータの事前分布と尤度の積から乱数サンプルを大量に発生させて確率分布パラメータの事後分布を推定する手法である（S103）。

[0036] 推定した確率分布パラメータは確率分布として得られるが、例えば事後確率が最大となる値から一意に値を定める。このときの確率分布を用いて、事前分布設定部22は得られている装置群Aのセンサ値に対する当て嵌まりの度合いである対数尤度を算出する（S104）。

[0037] 最後に、共通分布関数選択部21は、各センサ103に対して、装置群Aで共通する確率分布関数として、対数尤度が最大となった確率分布関数を確率分布関数候補の中から選択する。また、選択した確率分布関数に関する確率分布パラメータの推定値を、装置群Bのセンサ値の確率分布を推定する際の事前分布として事前分布記憶部27に格納する。また、正規分布に関する確率分布パラメータの推定値も対数尤度が最大となった確率分布関数と併せて事前分布記憶部27に格納する（S105）。

[0038] 図4を参照して、事前分布記憶部27に格納するデータの例について説明する。

[0039] 図4に示すように、センサ毎に事前分布の情報を格納する形態となっている。確率分布関数の行は、図3のS105で選択した確率分布関数の名称を格納する。確率分布パラメータの行は、図3のS103で推定した確率分布パラメータの事後分布を用いて設定した各確率分布パラメータの事前分布を格納する。例として、事後分布の平均と標準偏差を有する正規分布を各確率分布パラメータの事前分布として設定している。対数尤度の行は、図3のS104で算出した対数尤度を格納している。

[0040] このように、装置群Aのセンサ値を用いて装置群で共通性が最大の確率分布関数を事前分布情報とすることで、装置群Bに対しても共通に使える事前分布を抽出でき、非正規分布であっても少量のセンサ値での確率分布推定を可能とする。

[0041] (4) 個別制御部の処理

図5を参照して、装置診断装置2の個別制御部23で行われる確率分布の推定と装置診断の処理の例について説明する。

[0042] 装置群Bの診断対象とするプラズマ処理装置1のセンサ値記憶部12から、図3のS101で指定した加工ステップIDのセンサ値を取得する(S200)。

[0043] 確率分布推定部24は、取得したセンサ値の各センサに対して、S203～S205の処理を実行する(S202)。

[0044] まず、事前分布記憶部27から当該センサに対応する事前分布情報を取得する(S203)。

[0045] 次に、取得した事前分布情報を事前分布として設定した上で、取得したセンサ値を用いてMCMC法により、確率分布パラメータの事後分布を推定する。推定した確率分布パラメータを用いて、図3のS104と同様にしてセンサ値に対する対数尤度を算出する。本処理は、図3のS105で選択した確率分布関数の場合と、正規分布の場合両方に対して実施する(S204)

。

[0046] 次に、図3のS105で選択した確率分布関数で推定した確率分布と正規分布で推定した確率分布とで対数尤度を比較し、対数尤度が大きい確率分布を当該センサに対する推定結果とし、確率分布記憶部28に格納する（S205）。

[0047] このように、装置群Bのセンサ値も併せて確率分布関数を決定することで推定結果のロバスト性を高めることができる。

[0048] 図6A及び図6Bを参照して、各センサの確率分布決定前後における確率分布記憶部28に格納するデータの例について説明する。

[0049] 図6A及び図6Bに示すように、センサ名の各列に示すセンサ毎に確率分布情報を格納する。格納する確率分布情報は、図4と同様に、確率分布関数と確率分布パラメータ及び対数尤度である。

[0050] 確率分布パラメータは図4と同様に推定した事後分布を格納するものとしても良いし、図6Aと図6Bのように例えば事後確率が最大となる値のように一意に定まる値を格納しても良い。図6Aの各センサにおける正規分布を含む二つの確率分布関数のうち、対数尤度の大きい確率分布を決定した後が図6Bに相当する。

[0051] 最後に、確率分布記憶部28に格納したデータを用いて装置診断値を算出する（S206）。例えば、装置間差を装置診断値として算出する場合は、まず、基準となるプラズマ処理装置1と診断対象のプラズマ処理装置1の確率分布情報を確率分布記憶部28から取得する。取得した確率分布間の距離を装置間差診断値として装置状態診断値記憶部29に格納する。確率分布間の距離指標としては、Kullback-LeiblerダイバージェンスやJensen-Shannonダイバージェンス等を用いる。

[0052] 図7を参照して、装置間差を装置診断値として算出する場合における、装置診断値記憶部29に格納するデータの例について説明する。

[0053] 図7に示すように、装置ID行には、比較する2台のプラズマ処理装置1を特定するIDを格納する。装置間差診断値行に、センサ毎に算出した装置

間差診断値を格納する。

[0054] (5) 出力部による表示例

出力部40は、記憶部11や記憶部26に格納された情報を用いて、装置状態の診断結果や確率分布の推定結果を表示する。

[0055] 図8を参照して、装置間差診断結果の表示画面D100の例について説明する。

[0056] 図8に示すように、D102に注目する装置IDを入力する。これにより、装置状態値記憶部29に格納された該当する装置IDの装置間差診断値を取得し、D104のように、センサ毎にグラフで表示する。この結果、基準となるプラズマ処理装置1との装置間差が大きいセンサを判断することができ、調整等に利用することができる。

[0057] センサ103は通常、測定対象部品や測定対象項目等によって複数の群に分類することができる。センサ群として予め登録しておき、D103のように、センサ群に属する各センサの装置間差診断値を積算し、センサ群毎に装置間差診断値を表示する。こうすることで、調整対象の部品が明確となる。

[0058] 全センサの装置間差診断値を積算することで、D101のように、プラズマ処理装置1毎の比較も表示する。

[0059] 図9を参照して、センサ値の分布と確率分布記憶部28に格納された確率分布の推定結果を確認する画面D105の例について説明する。

[0060] 図9に示すように、装置IDやセンサ名を入力し、確認する対象を決定した後、グラフを表示する。複数の装置IDを入力することで、比較表示することができる。ヒストグラムがセンサ値記憶部12に格納されたセンサ値の測定値のヒストグラムであり、実線が確率分布記憶部28に格納された確率分布推定結果である。

[0061] 例えば、図9では装置IDがC1、C4の装置のセンサ名X2のセンサ値のヒストグラムと確率分布の推定結果を表示している。これにより、使用者は推定された確率分布が妥当なものであるかどうかを確認することができる。また、例えば、比較する二つの確率分布が平行移動している場合であれば

センサ１０３の初期化を検討する等、装置診断結果に対する対策を考案することに活用することができる。

[0062] このように、図８及び図９に示すように、出力部４０は、プラズマ処理装置１の状態の診断値として確率分布のプラズマ処理装置間差を出力するとともに確率分布の経時的な推移幅も出力する。

[0063] 上記実施例によれば、プラズマ処理装置において、例えば装置立上げ時や新規工程への適用時や出荷前の調整時に、診断対象装置のセンサ値が多量に取得できていない場合においても、既存の装置群で共通する事前分布情報を抽出した上で、診断対象の装置で新規に取得したセンサ値と併せて非正規分布を含めた確率分布を推定することで装置診断を可能とする。

[0064] 以上、実施例について説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

[0065] 例えば、図１では、装置診断装置２とプラズマ処理装置１がネットワークを介して接続された構成を示したが、本発明は上記構成に限定されず、図１０に示すように、プラズマ処理装置１が装置診断装置２を備える構成であっても良い。この場合、プラズマ処理装置１は、試料１０２がプラズマ処理される処理室１０４と自装置の状態を診断する装置診断装置２とを備える。

[0066] 図１０に示すように、プラズマ処理装置１は、図１に示す処理部１０と記憶部１１を有する。処理部１０は設定した加工条件に従い、処理室１０４の内部にプラズマ１０１を発生させてウェハ（試料１０２）を加工する。

[0067] また、装置診断装置２は、図１に示す構成と同様に、共通部２０と個別制御部２３と記憶部２６を有する。

符号の説明

- [0068] １ プラズマ処理装置
２ 装置診断装置
３ 装置群
１０ 処理部
１１ 記憶部

- 1 2 センサ値記憶部
- 1 3 管理値記憶部
- 2 0 共通部
- 2 1 共通分布関数選択部
- 2 2 事前分布設定部
- 2 3 個別制御部
- 2 4 確率分布推定部
- 2 5 装置状態診断部
- 2 6 記憶部
- 2 7 事前分布記憶部
- 2 8 確率分布記憶部
- 2 9 装置診断値記憶部
- 4 0 出力部
- 4 1 入力部

請求の範囲

- [請求項1] プラズマ処理装置の状態を診断する装置診断装置において、
第一のプラズマ処理装置における第一のセンサにより取得された第一のセンサ値を用いて確率分布関数を含む事前分布情報を前記第一のセンサの各々に対して予め求め、前記予め求められた事前分布情報と、前記第一のプラズマ処理装置と異なる第二のプラズマ処理装置における第二のセンサにより取得された第二のセンサ値とを基に前記第一のセンサの各々に対応する前記第二のセンサの各々における確率分布を推定し、前記推定された確率分布を用いて前記第二のプラズマ処理装置の状態を診断することを特徴とする装置診断装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の装置診断装置において、
前記第一のプラズマ処理装置は、複数であり、
前記第一のセンサの各々における予め求められた確率分布関数は、前記第一のプラズマ処理装置の各々に対して求められた確率分布関数の中で最も多くの前記第一のプラズマ処理装置に求められた確率分布関数であることを特徴とする装置診断装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の装置診断装置において、
前記第一のセンサの各々における予め求められた確率分布関数は、確率分布関数の候補の中から尤度を基に選択されることを特徴とする装置診断装置。
- [請求項4] プラズマ処理装置の状態を診断する装置診断装置において、
第一のプラズマ処理装置における第一のセンサにより取得された第一のセンサ値を用いて確率分布関数を含む事前分布情報を前記第一のセンサの各々に対して予め求め、前記予め求められた事前分布情報と、第二のプラズマ処理装置における第二のセンサにより取得された第二のセンサ値とを基に前記第一のセンサの各々に対応する前記第二のセンサの各々における確率分布を推定し、前記推定された確率分布に対する尤度である第一の尤度と、正規分布に対する尤度である第二の尤

度とを比較し、

前記第一の尤度が前記第二の尤度より大きい場合、前記推定された確率分布を用いて前記第二のプラズマ処理装置の状態を診断し、

前記第二の尤度が前記第一の尤度より大きい場合、前記正規分布を用いて前記第二のプラズマ処理装置の状態を診断することを特徴とする装置診断装置。

[請求項5] 請求項1に記載の装置診断装置において、
前記確率分布は、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いて推定されることを特徴とする装置診断装置。

[請求項6] 請求項1に記載の装置診断装置において、
前記第二のプラズマ処理装置の状態の診断値として前記確率分布のプラズマ処理装置間差を出力するとともに前記確率分布の経時的な推移幅も出力することを特徴とする装置診断装置。

[請求項7] 試料がプラズマ処理される処理室と自装置の状態を診断する装置診断装置とを備えるプラズマ処理装置において、
前記装置診断装置は、自装置と異なるプラズマ処理装置における第一のセンサにより取得された第一のセンサ値を用いて確率分布関数を含む事前分布情報を前記第一のセンサの各々に対して予め求め、前記予め求められた事前分布情報と、自装置における第二のセンサにより取得された第二のセンサ値とを基に前記第一のセンサの各々に対応する前記第二のセンサの各々における確率分布を推定し、前記推定された確率分布を用いて前記自装置の状態を診断することを特徴とするプラズマ処理装置。

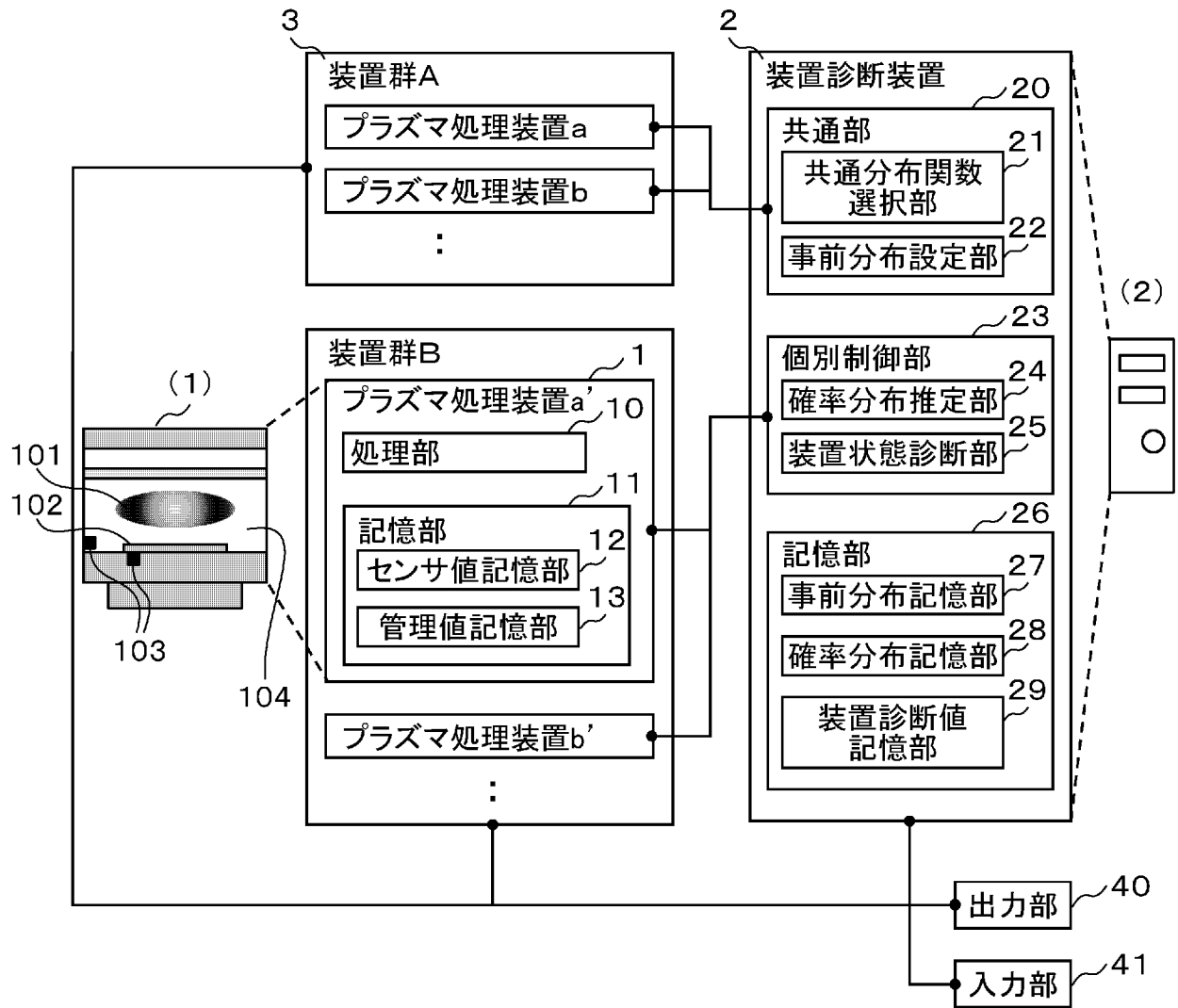
[請求項8] プラズマ処理装置の状態を診断する装置診断方法において、
第一のプラズマ処理装置における第一のセンサにより取得された第一のセンサ値を用いて確率分布関数を含む事前分布情報を前記第一のセンサの各々に対して予め求める工程と、
前記予め求められた事前分布情報と、第二のプラズマ処理装置におけ

る第二のセンサにより取得された第二のセンサ値とを基に前記第一のセンサの各々に対応する前記第二のセンサの各々における確率分布を推定する工程と、

前記推定された確率分布を用いて前記第二のプラズマ処理装置の状態を診断する工程とを有することを特徴とする装置診断方法。

[図1]

図 1



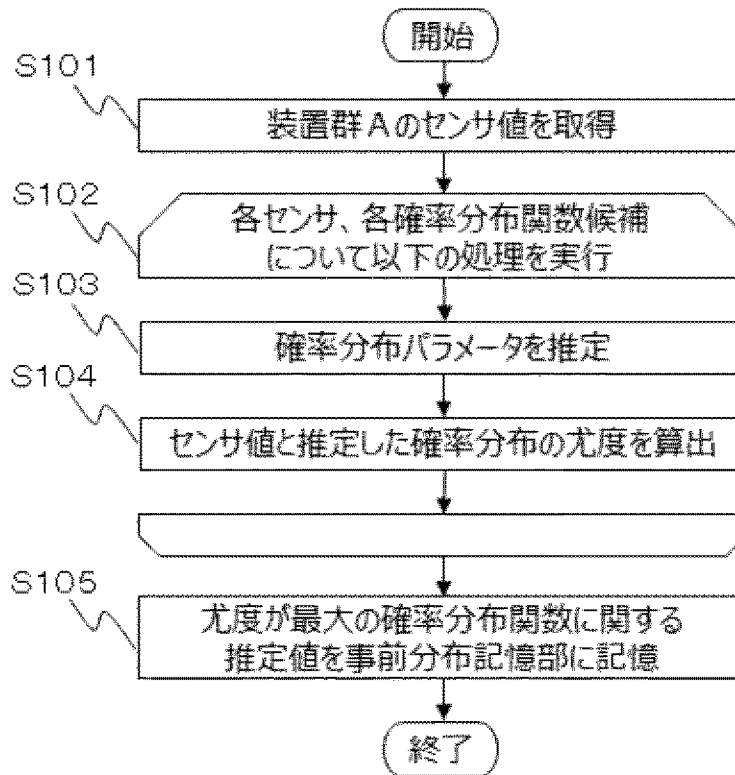
[図2]

図2

装置ID	加工 ステップ ID	加工 条件 ID	ウエハID	センサ値 (平均値)			
				X1	X2	...	Xn
C1	S1	R1	W1	102	1.02	...	35
			W2	130	1.13	...	48
			...	...	...	...	...
			W480	117	0.98	...	40
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図3]

図3



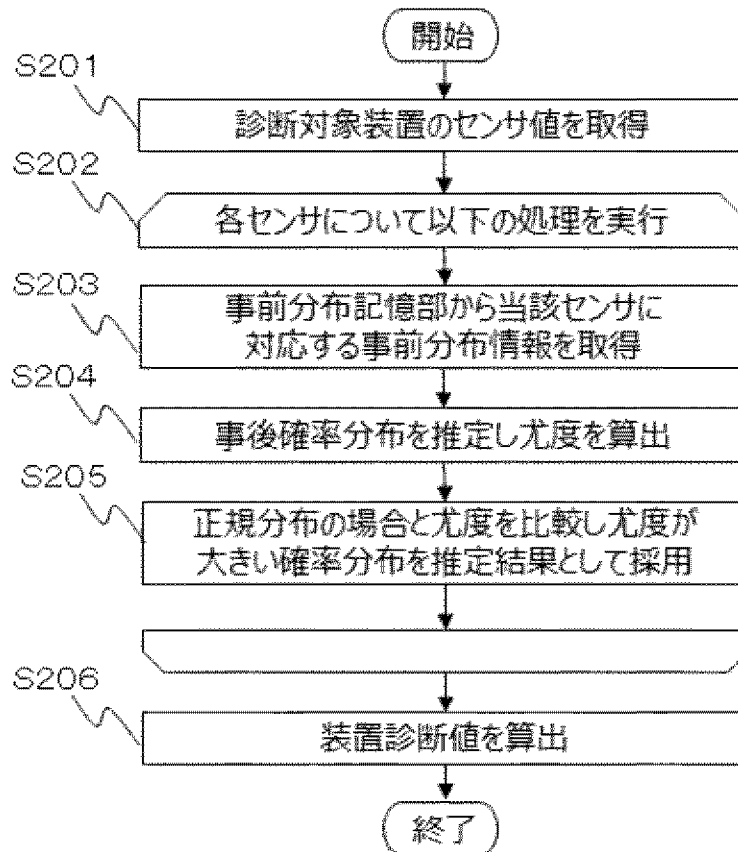
[図4]

図4

確率分布情報	センサ名				
	X1	X2	...		
確率分布関数	歪正規分布I	正規分布	コーシー分布	正規分布	...
確率分布パラメータ	$\sigma \sim \text{Normal}(5.5, 1.8)$ $\alpha \sim \text{Normal}(0.24, 0.5)$ $\mu \sim \text{Normal}(104, 3.0)$	$\sigma \sim \text{Normal}(6.0, 2.1)$ $\mu \sim \text{Normal}(102, 2.7)$	$\sigma \sim \text{Normal}(0.35, 0.20)$ $\mu \sim \text{Normal}(1.02, 0.12)$	...	...
対数尤度	1.2	0.74	0.80	...	...

[図5]

図5



[図6A]

図6A

確率分布情報	センサ名				
	X1		X2		...
確率分布関数	歪正規分布	正規分布	コーシー分布	正規分布	...
確率分布パラメータ	$\sigma = 4.8$ $\alpha = 0.29$ $\mu = 105$	$\sigma = 4.8$ $\mu = 105$	$\sigma = 0.39$ $\mu = 0.98$	...	...
対数尤度	1.5	0.55	1.2	...	...

[図6B]

図6B

確率分布情報	センサ名		
	X1	X2	...
確率分布関数	歪正規分布	コーシー分布	...
確率分布 パラメータ	$\sigma = 4.8$ $\alpha = 0.29$ $\mu = 105$	$\sigma = 0.39$ $\mu = 0.98$	...
対数尤度	1.5	1.2	...

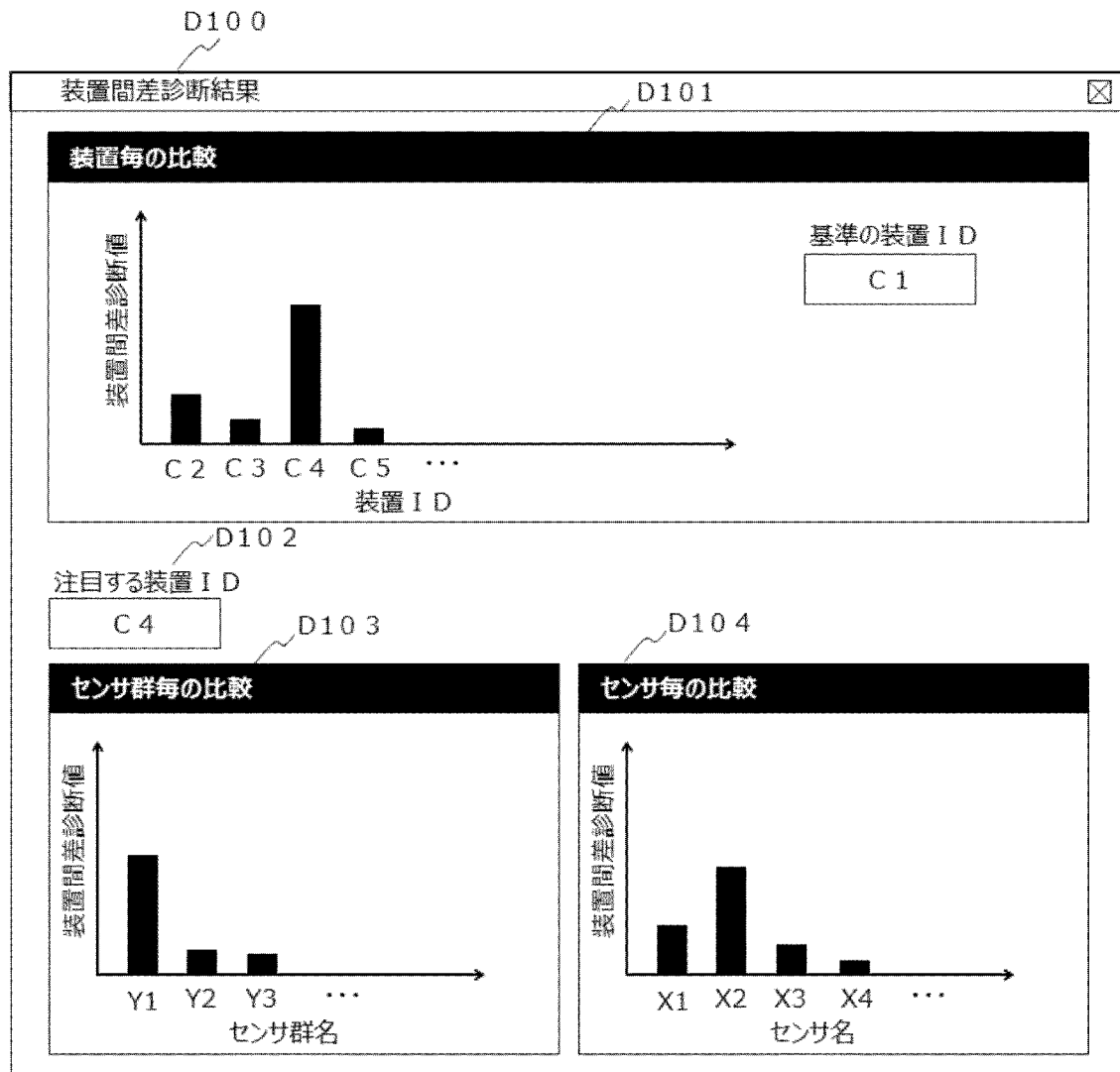
[図7]

図7

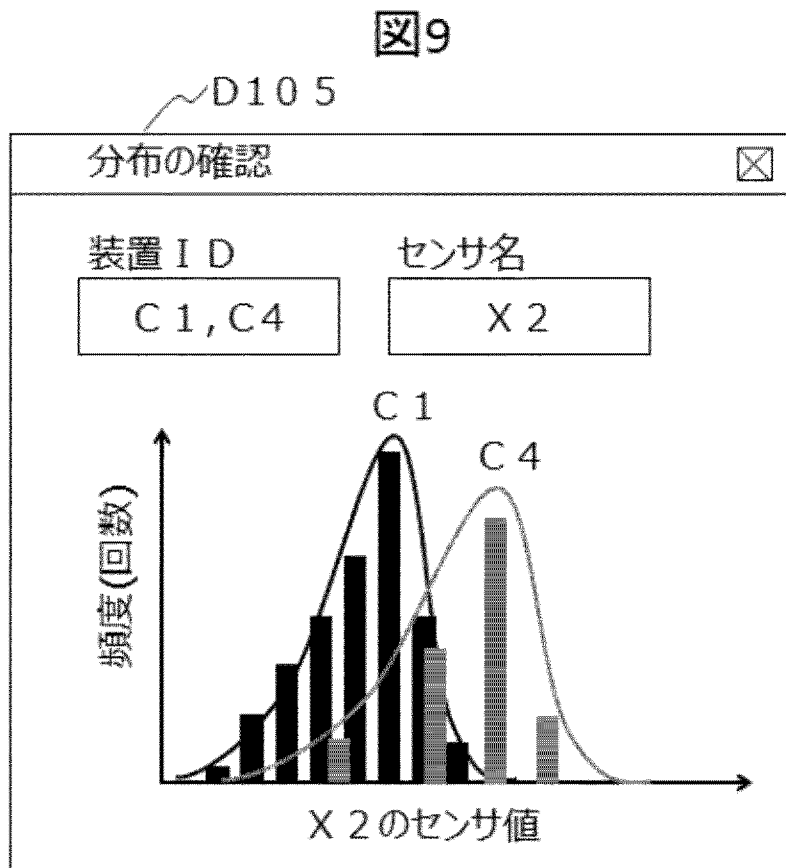
装置ID	C1/C2			C1/C3	...
センサ名	X1	X2	...	...	...
装置間差診断値	5.0	0.2	...	...	...

[図8]

図8

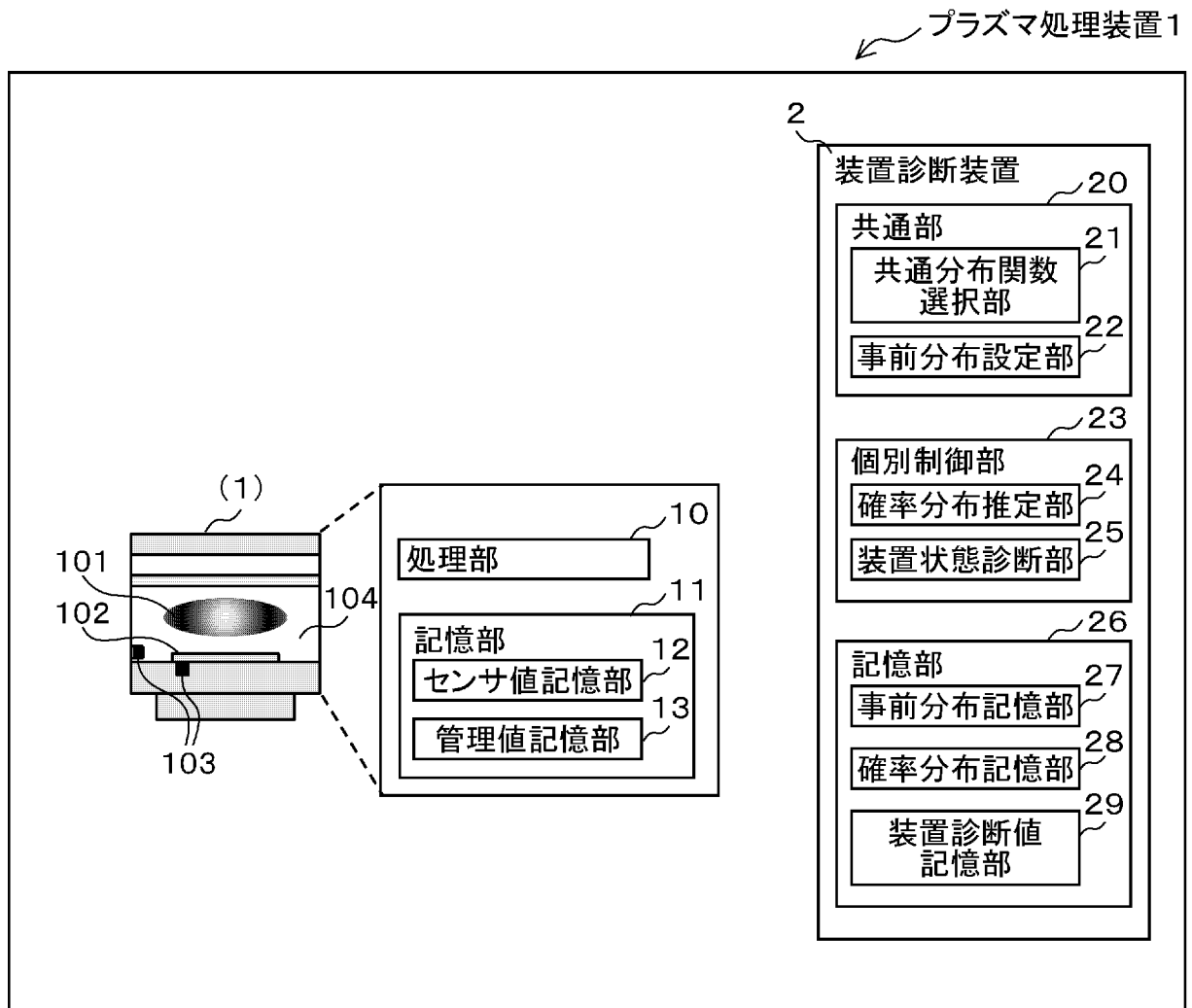


[図9]



[図10]

図 1 0



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/029762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/3065 (2006.01) i, H05H1/00 (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. H01L21/3065, H05H1/00

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.
A	JP 2014-022695 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 03 February 2014, paragraphs [0019]-[0031], fig. 1 (Family: none)	1-8
A	JP 2002-270581 A (HITACHI, LTD.) 20 September 2002, paragraphs [0013]-[0025], fig. 1, 2 (Family: none)	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06.09.2019

Date of mailing of the international search report

17.09.2019

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/JP2019/029762

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-041954 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 28 February 2013, paragraphs [0032]-[0080] & US 2013/0045547 A1, paragraphs [0035]-[0093] & KR 10-2013-0018459 A	1-8
A	JP 2003-347275 A (TOSHIBA CORPORATION) 05 December 2003, paragraphs [0011]-[0024], fig. 1-5 (Family: none)	1-8
A	JP 2010-165949 A (RITSUMEIKAN) 29 July 2010, paragraphs [0017]-[0086] (Family: none)	1-8
A	WO 2018/061842 A1 (TOKYO ELECTRON LTD.) 05 April 2018, paragraphs [0118]-[0134] & TW 201816530 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/3065(2006.01)i, H05H1/00(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. H01L21/3065, H05H1/00

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
A	JP 2014-022695 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ） 2014.02.03, 段落[0019]-[0031], 図1 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2002-270581 A（株式会社日立製作所） 2002.09.20, 段落[0013]-[0025], 図1-2 (ファミリーなし)	1-8

☒ 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

06.09.2019

国際調査報告の発送日

17.09.2019

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）

鈴木 聡一郎

50

1163

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-041954 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2013.02.28, 段落[0032]-[0080] & US 2013/0045547 A1, 段落[0035]-[0093] & KR 10-2013-0018459 A	1-8
A	JP 2003-347275 A (株式会社東芝) 2003.12.05, 段落[0011]-[0024], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2010-165949 A (学校法人立命館) 2010.07.29, 段落[0017]-[0086] (ファミリーなし)	1-8
A	WO 2018/061842 A1 (東京エレクトロン株式会社) 2018.04.05, 段落[0118]-[0134] & TW 201816530 A	1-8