

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年10月5日(05.10.2017)



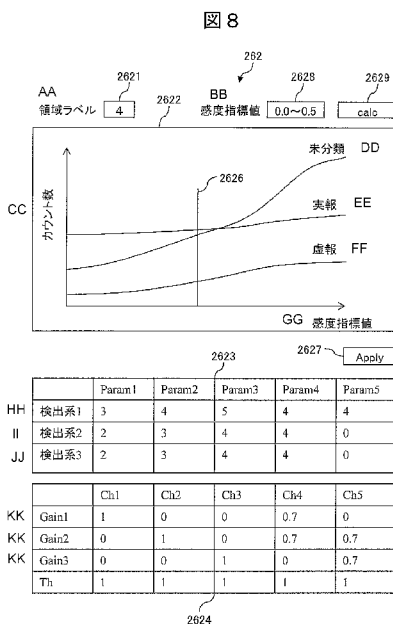
(10) 国際公開番号  
WO 2017/168630 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01N 21/88 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)  
G01N 21/956 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/060375
- (22) 国際出願日: 2016年3月30日(30.03.2016)
- (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ノロジーズ(HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目2番14号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 本田 敏文(HONDA Toshifumi); 〒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). 浦野 貴裕(URANO Takahiro); 〒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). 小林 司(KOBAYASHI Mamoru); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目2番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 平木 祐輔, 外(HIRAKI Yusuke et al.); 〒1056232 東京都港区愛宕2丁目5番1号 愛宕グリーンヒルズMORIタワー32階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

[続葉有]

(54) Title: FLAW INSPECTION DEVICE AND FLAW INSPECTION METHOD

(54) 発明の名称: 欠陥検査装置、欠陥検査方法



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide flaw inspection technology that makes it possible to set parameters used for flaw detection with a low burden on a user. A flaw inspection device according to the present invention receives a plurality of reference values input by a user and calculates flaw extraction conditions so that an evaluation value calculated using the reference value, a true count, and a false count is optimal.

(57) 要約: 本発明は、欠陥を検出するために用いるパラメータを、ユーザにとって少ない負担でセットすることができる欠陥検査技術を提供することを目的とする。本発明に係る欠陥検査装置は、ユーザが入力する複数の基準値を受け取るとともに、その基準値/実報数/虚報数を用いて算出する評価値が最適になるように、欠陥抽出条件を算出する。

- AA Area label
- BB Sensitivity index value
- CC Count
- DD Uncategorized
- EE True
- FF False
- GG Sensitivity index value
- HH Detection system 1
- II Detection system 2
- JJ Detection system 3
- KK Gain
- 2627 Apply

WO 2017/168630 A1



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.

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).

(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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**：欠陥検査装置、欠陥検査方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、検査対象が有する欠陥を検査する技術に関するものである。

### 背景技術

[0002] 下記特許文献1は、『検査片の特性を検知し、分析してレベル情報を有する欠陥を識別する。』ことを課題とする技術として、『検査システムは、システム・パラメータの1組の初期閾値を用いてレベル情報を分析し、異常の初期部分を欠陥として捕らえる。捕らえた欠陥の概要を表示し、閾値パラメータに対する潜在的に捕らえられる欠陥の動作曲線も表示する。パラメータを選択的に変化させて修正閾値を形成し、この修正閾値を用いて、異常のレベル情報を分析する。レベル情報の直前の分析に基づいて、異常の更新部分を欠陥として捕らえ、捕らえた異常の概要を、再計算した動作曲線と共に表示する。閾値を選択的に変化させ、欠陥を捕らえ直すステップは、所望に応じて繰り返し、検査システムの処方用いるために、修正した1組の閾値パラメータを記憶する。』というものを記載している（要約参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-286501号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上記特許文献1記載の技術においては、複数の閾値パラメータを個別に変化させて欠陥を識別するとともに動作曲線を表示することにより、閾値パラメータを個別に最適化している。しかし一般に欠陥検査装置においてセットすべき閾値パラメータは多数に及び、各閾値パラメータを個別にセットするのはユーザにとって負担が大きいと考えられる。

[0005] 本発明は、上記のような課題に鑑みてなされたものであり、欠陥を検出す

るために用いるパラメータを、ユーザにとって少ない負担でセットすることができる欠陥検査技術を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る欠陥検査装置は、ユーザが入力する複数の基準値を受け取るとともに、その基準値／実報数／虚報数を用いて算出する評価値が最適になるように、欠陥抽出条件を算出する。

### 発明の効果

[0007] 本発明に係る欠陥検査装置によれば、ユーザは基準値を入力するのみで効果的な欠陥抽出条件を得ることができる。これにより、ユーザにとって欠陥抽出パラメータをセットする負担を抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施形態1に係る欠陥検査装置100の構成図である。  
[図2]試料110の例を示す上面図である。  
[図3]画像処理部210が備える内部演算ブロックの構成図である。  
[図4]欠陥判定部220の内部構成を示すブロック図である。  
[図5]空間分類器222の内部構成を示すブロック図である。  
[図6]表示部260が表示する欠陥候補画面261の1例である。  
[図7]ユーザが欠陥抽出パラメータを調整するために用いる従来の設定画面262の例である。  
[図8]実施形態1においてユーザが欠陥検出パラメータを調整するために用いる設定画面262の例である。  
[図9]演算装置200が欠陥抽出パラメータを調整する手順を示すPAD図である。  
[図10]実施形態2においてユーザが欠陥検出パラメータを調整するために用いる設定画面263の例である。  
[図11]実施形態2において演算装置200が欠陥抽出パラメータを調整する手順を示すPAD図である。  
[図12A]実施形態3における空間分類器222の内部構成を示すブロック図で

ある。

[図12B]内部演算ブロック222\_\_9~222\_\_13の詳細を説明するブロック図である。

[図13]実施形態3における空間分類器222が欠陥とノイズを分離する様子を示す概念図である。

[図14]実施形態4においてユーザが欠陥検出パラメータを調整するために用いる設定画面264の例である。

### 発明を実施するための形態

#### [0009] <実施の形態1>

図1は、本発明の実施形態1に係る欠陥検査装置100の構成図である。欠陥検査装置100は、試料110の外観画像を撮像し、その外観画像を用いて試料110が有する欠陥を検査する装置である。以下では記載の便宜上、欠陥検査装置100と演算装置200を個別に記載しているが、これらは一体的に構成することもできるし、適当な通信線を介して相互接続することもできる。

[0010] 試料110は、例えば半導体ウエハなどの被検査物である。ステージ121は、試料110を搭載してXYZ方向に移動させ、回転させることができる。メカニカルコントローラ122は、ステージ121を駆動するコントローラである。照明光学系131または132のいずれかは、試料110に対して斜方から照明光を照射する。上方検出系141と斜方検出系142は、試料110からの散乱光を結像する。イメージセンサ161と162は、各検出系が結像した光学像を受光して画像信号に変換する。イメージセンサ161の前段には検光子152が配置されている。ステージ121を水平方向に移動させながら散乱光を検出することにより、試料110の2次元画像を得ることができる。

[0011] 照明光学系131と132の光源としては、レーザを用いてもよいしランプを用いてもよい。各光源の波長は、単波長であってもよいし、広帯域波長光（白色光）であってもよい。短波長光を用いる場合、検出する画像の分解

能を上げる（微細な欠陥を検出する）ために紫外領域光（Ultra Violet Light）を用いることもできる。光源としてレーザを用いる場合、単波長レーザであれば、照明光学系131と132は干渉性を低減する手段を備えることもできる。

[0012] 照明光学系133は、上方検出系141の対物レンズを介して試料110を照射する。空間フィルタ151の位置における折り返しミラー（図示せず）を用いて光路を変更し、照明光学系133からの照明光を試料110の上方から照射することができる。さらに図示していない波長板を各照明光学系131～133と試料110との間にそれぞれ配置することにより、試料110に対して入射する照明光の偏光状態を変えることができる。

[0013] 制御部170は、メカニカルコントローラ122、各照明光学系、各イメージセンサなど欠陥検査装置100の全体動作を制御する。演算装置200は、制御部170を介して欠陥検査装置100と接続することができる。演算装置200は、制御部170を介して欠陥検査装置100を制御することができる。

[0014] 演算装置200は、画像処理部210、欠陥判定部220、画像記憶部230、抽出条件算出部240、抽出条件記憶部250、表示部260を備える。DR-SEM270は演算装置200の機能として構成してもよいし、演算装置200とは別の機能部として構成してもよい。

[0015] 画像処理部210は、制御部170を介して試料110の外観画像を取得し、後述の図3で説明する処理を実施する。欠陥判定部220は、抽出条件記憶部250が格納している抽出条件データが記述している抽出条件にしたがって、外観画像の特徴量に基づき試料110の欠陥を抽出する。画像記憶部230は、試料110の特徴量を表す特徴量画像、欠陥判定部220による判定結果などを記憶する。抽出条件算出部240は、後述する手順にしたがって新たな欠陥抽出条件を算出し、欠陥判定部220はその条件を用いて欠陥を抽出する。表示部260は、欠陥判定部220による判定結果など、演算装置200による処理結果を画面表示する。DR-SEM (Defec

t Review SEM (Scanning Electron Microscope) は、SEM画像を用いて試料110の欠陥を検査する装置であり、欠陥検査装置100とは別の欠陥検査手段として構成されている。

[0016] 図2は、試料110の例を示す上面図である。試料110が例えば半導体ウエハである場合、試料110上に同じ半導体チップ(ダイ)111~115が形成されている。半導体チップ115上には、メモリエリア1151と周辺回路エリア1152が形成されている。欠陥検査装置100は、ステージ121を照明線(走査線)1153に対して直交する方向に移動させながら外観画像を取得する。演算装置200は、半導体チップ111~115を相互に比較することにより、欠陥を抽出する。詳細は後述する。

[0017] 図3は、画像処理部210が備える内部演算ブロックの構成図である。画像処理部210は、後述の図4で説明するように、欠陥検査装置100が備える検出系ごとに内部演算ブロックを備え、各検出系によって検出した外観画像を個別に処理する。ここでは1つ目の検出系(例えば上方検出系151)によって検出した外観画像を処理する内部演算ブロック210aを例示した。その他内部演算ブロックも同様の構成を備えるので、これらを区別する必要がある場合はアルファベットの添字を用いる。後述する図面においても同様である。

[0018] 内部演算ブロック210aは、試料110の外観画像の画素値301aを受け取り、これを画像メモリ211内に蓄積することにより、検査対象画像(例えば半導体チップ111)302を生成する。同様に比較対象として、隣接画像(例えば半導体チップ112~115)303を生成する。

[0019] 位置ずれ算出部212は、例えば検査対象画像302と隣接画像303との間の正規化相関を算出するなどによって両画像間の位置ずれ量を算出する。位置合わせ部213は、その位置ずれ量にしたがって検査対象画像302または隣接画像303を移動させることにより両画像の位置を揃える。参照画像合成器214は、例えば複数の隣接画像303の画素値(輝度値)のメ

ディアン値によって構成された参照画像306を生成する。参照画像306は、欠陥検査の基準となる画像である。差分算出部215は、検査対象画像302と参照画像306との間の差分を算出することにより、差分画像304を作成する。

[0020] クラスタリング部216は、参照画像306の画素値と画素値の勾配 ( $dI(x, y) / dx$ 、 $dI(x, y) / dy$ ) に基づき、参照画像306内の部分領域を1以上のグループへクラスタリングする。これにより参照画像306内の部分領域は、例えば (a) 画素値が大きい (明るい) グループ、(b) 画素値が中程度のグループ、(c) 画素値が小さい (暗い) グループ、などといったように分類される。差分算出部215は、検査対象画像302と参照画像306との間の差分を算出する過程において、差分値とその頻度を集計したヒストグラムを、上記グループごとに作成する。例えばグループ(a)に属する画素値が、参照画像306の画素値からどの程度離れているかを集計し、その差分値と頻度との間の対応関係をヒストグラムとして記録する。

[0021] 背景ノイズ推定部217は、差分算出部215が算出する差分画像304の画素値がどの程度ばらついているかを表す値を算出する。この値を背景ノイズと呼ぶことにする。参照画像306と検査対象画像302が同一であれば、差分は生じないのでばらつきは0である。両画像間の差分値が様々である場合 (様々な値を有する差分値が存在している場合)、検査対象画像302と参照画像306との間の差分は大きいと考えられる。背景ノイズ推定部217は、差分算出部215が算出した上記ヒストグラムの標準偏差を求め、これを第1背景ノイズとする。第1背景ノイズは、上記グループごとのばらつきを表す意義がある。

[0022] 背景ノイズ推定部217はさらに、複数の隣接画像303の同一箇所における画素値のばらつき (例えば標準偏差) に基づき、第2背景ノイズを算出する。第2背景ノイズは、画素ごとのばらつきを表す意義がある。

[0023] 内部演算ブロック210aは、検査対象画像302a、参照画像306a

を出力する。差分算出部 215 は、算出した差分を各画素位置に対応させて配置することにより差分画像 304 を生成して出力する。背景ノイズ推定部 217 は、算出した第1背景ノイズと第2背景ノイズの2つの成分を各画素位置に対応させて配置した背景ノイズ画像 305 を生成して出力する。

[0024] 図4は、欠陥判定部 220 の内部構成を示すブロック図である。画像処理部 210 は検出系ごとに内部演算ブロック（図4においては3つの検出系が存在すると仮定して 210a ~ 210c を示している）を備え、各内部演算ブロックはそれぞれ図3で説明した処理を実施し、対応する正規化部 221a ~ 221c に対してそれぞれの出力を引き渡す。

[0025] 正規化部 221 は、背景ノイズ画像の各画素を構成する成分、第1背景ノイズと第2背景ノイズを合成して画素位置における合成背景ノイズを算出する。算出式を表すパラメータは抽出条件記憶部 250 内に格納しておき、このデータを用いるようにする。あるいは例えば平均値などの規定演算式を用いてもよい。差分画像 304 の各画素をこの算出した合成背景ノイズ画像によって除算することにより、差分画像 304 の各画素値を正規化した正規化差分画像を算出する。

[0026] 空間分類器 222 は、正規化した差分画像 304 の画素を、各検出系を空間軸とする画素値空間へ配置し、各画素と原点との間の距離に基づき欠陥候補を抽出する。原点との間の距離が閾値を超えている画素は欠陥候補とみなす。閾値は例えば抽出条件記憶部 250 内にあらかじめ格納しておくことができる。この閾値は欠陥検査装置 100 のパラメータとして調整することもできる。空間分類器 222 の構成例は後述の図5で改めて説明する。

[0027] 特徴抽出部 223 は、空間分類器 222 が抽出した欠陥候補について、検査対象画像 302a ~ 302c と参照画像 306a ~ 306c を解析することにより、欠陥特徴量を算出する。欠陥特徴量としては例えば、(a) 欠陥候補領域の形状特徴（楕円近似による長径／短径の比率）、(b) 欠陥候補領域内における正規化差分の総和、(c) 検査対象画像 302 と参照画像 306 それぞれにラプラシアンフィルタをかけた結果の差分、を用いることが

できる。欠陥候補領域とは、欠陥であると判定された画素の集合によって形成される部分領域である。これら以外の特徴量を用いることもできる。

[0028] 判定部 224 は、正規化部 221 が算出した検出系ごとの正規化差分と、特徴抽出部 223 が算出した各特徴量とをそれぞれ空間軸として有する多次元空間において、抽出条件記憶部 250 が格納している抽出条件データの記述にしたがって欠陥と虚報を分離する。判定部 224 は、欠陥であると判定した欠陥候補の画像とその欠陥候補の特徴量を画像記憶部 230 に格納する。

[0029] 図 5 は、空間分類器 222 の内部構成を示すブロック図である。空間分類器 222 は、正規化部 221 が出力する正規化した背景ノイズ画像 305 の各画素値を、検出系ごとに受け取る（正規化差分画素値 307 a ~ 307 c）。

[0030] 線形和算出器 222\_\_1 ~ 222\_\_3 は、それぞれ正規化差分画素値 307 a ~ 307 c を受け取り、所定のゲイン（係数）を乗じる。算出結果が所定閾値を超えている場合は、その旨を示す出力を論理和ユニット 222\_\_8 に対して出力する。閾値および係数は抽出条件記憶部 250 内にあらかじめ格納しておくことができ、さらに欠陥抽出パラメータとして調整することができる。その他の線形和算出器についても同様である。

[0031] 線形和算出器 222\_\_4 ~ 222\_\_6 は、それぞれ正規化差分画素値 307 a と 307 b、307 a と 307 c、307 b と 307 c のペアを受け取り、各正規化差分画素値に対して所定の係数を乗じた上で加算することにより、線形和を求める。算出結果が所定閾値を超えている場合は、その旨を示す出力を論理和ユニット 222\_\_8 に対して出力する。

[0032] 線形和算出器 222\_\_7 は、正規化差分画素値 307 a ~ 307 c を受け取り、各正規化差分画素値に対して所定の係数を乗じた上で加算することにより、線形和を求める。算出結果が所定閾値を超えている場合は、その旨を示す出力を論理和ユニット 222\_\_8 に対して出力する。

[0033] 論理和ユニット 222\_\_8 は、線形和算出器 222\_\_1 ~ 222\_\_7 はず

れかから閾値を超えている旨の出力を受け取った場合は、当該画素が欠陥である旨の出力を判定結果 2 2 2 \_ o u t として出力する。全ての論理和ユニットにおいて閾値以下である場合は当該画素が欠陥ではない旨を出力する。この処理を全ての画素について実施することにより、各画素が欠陥であるか否かを表すビットマップデータが得られる。

[0034] 図6は、表示部260が表示する欠陥候補画面261の1例である。欠陥マップ2611は、判定部224が欠陥であると判定した欠陥候補の位置を、試料110の上面図上に表示する。欠陥候補画像2612は、ユーザが欠陥マップ2611上で指定（例えば矢印ポインタによってクリック）した欠陥候補について、検出対象画像302／参照画像306／差分画像304をそれぞれ表示する。複数の検出系を用いて試料110の外観画像を取得した場合は、各検出系についてこれら画像をそれぞれ表示する。欠陥候補リスト2613は、欠陥マップ2611が表示している各欠陥候補の詳細を表示する。

[0035] 欠陥候補リスト2613は、欠陥候補の識別子（ID）、欠陥分類（Class）、領域ラベル、欠陥特徴量を表示する。IDは、各欠陥候補を区別するため便宜上付与したものである。欠陥分類は、初期状態においては空欄となっている。ユーザが欠陥候補画像2612を確認することにより、当該欠陥候補が実報／虚報のいずれであるかを判断し、その結果を表す分類番号を本欄に対して入力する（例えば虚報である場合は分類＝1などを入力する）。欠陥マップ2611下の件数欄は、ユーザによって分類済の欠陥候補の個数と未分類の欠陥候補の個数をそれぞれ表示する。領域ラベルは、試料110の部分領域を表す識別子であり、例えば図2で説明したメモリエリア1151などがこれに相当する。欠陥特徴量は、各検出系によって抽出した当該欠陥候補の特徴量である。ユーザは、例えば実報数と虚報数がともにある程度の件数に達するまで、欠陥マップ2611上でランダムに欠陥候補を選択して分類を入力することを繰り返す。

[0036] ユーザは、特定のIDや分類を指定して画面表示したい場合は、検索条件

欄 2614 に対してその数値を入力する。演算装置 200 は、各欠陥候補のなかでその数値に合致するものを抽出して欠陥候補リスト 2613 内に表示する。ユーザが各欠陥候補の分類を入力することに代えて、またはこれと併用して、DR-SEM 270 による判定結果を分類として反映することもできる。

[0037] 図 7 は、ユーザが欠陥抽出パラメータを調整するために用いる従来の設定画面 262 の例である。設定画面 262 は、表示部 260 上で表示される。演算装置 200 は、ユーザが欠陥候補画面 261 において入力した実報数／虚報数を領域ラベルごとに集計して画像記憶部 230 内に格納する。ユーザが領域ラベル欄 2621 に対して領域ラベルを入力すると、グラフ 2622 は当該領域ラベルについて集計した実報数／虚報数／未分類数を表示する。

[0038] パラメータテーブル 2623 は、正規化部 221 および判定部 224 が当該領域ラベルについて欠陥を抽出する際に用いた閾値のリストである。例えばある欠陥候補の特徴量  $Param1$  が閾値 3 を超えた場合、判定部 224 は当該欠陥候補を抽出する。パラメータテーブル 2624 は、空間分類器 222 が用いる係数および閾値のリストである。例えば  $Ch1$  は線形和算出器 222\_\_1 が用いる係数および閾値である。これらパラメータは、欠陥抽出パラメータとして抽出条件記憶部 250 が格納している。

[0039] ユーザは、パラメータテーブル 2623 内またはパラメータテーブル 2624 内のいずれかのパラメータをポインタ 2625 によって選択する。演算装置 200 は、選択したパラメータをある範囲内で（その範囲についてもユーザが指定してもよい）変化させたと仮定した場合、実報数／虚報数／未分類数がどのように変化するかを、図 3～図 5 で説明した手順にしたがって再算出する。グラフ 2622 は、パラメータ変化と各検出数変化の関係を表示する。ユーザは、スライダ 2626 を移動させて所望の検出数が得られるパラメータ値を指定し、適用ボタン 2627 を押下する。ユーザは典型的には、実報数が多く虚報数が少ないパラメータ値を指定するが、未分類数も加味する場合もある。適用ボタン 2627 を押下した時点におけるスライダ 26

26に対応するパラメータ値がポイント2625に対応するパラメータに対して反映され、抽出条件記憶部250はそのパラメータ値を格納する。

[0040] 以上のような手順にしたがって欠陥抽出パラメータを調整する場合、単一のパラメータを調整するのみでは最適な欠陥抽出条件を得ることが困難であるので、複数のパラメータを並列的に変化させながら試行錯誤することになる。したがって、パラメータ調整のために多大な時間がかかる傾向があり、ユーザにとって負担になっている。

[0041] 図8は、本実施形態1においてユーザが欠陥検出パラメータを調整するために用いる設定画面262の例である。ユーザは、図7で説明した欠陥抽出パラメータを個別に抽出することに代えて、後述する感度指標値の範囲を指標値欄2628に対して入力する。ユーザが計算ボタン2629を押下すると、演算装置200（抽出条件算出部240）は後述する評価値を最大化しつつ図3～図5で説明した手順にしたがって実報数／虚報数／未分類数を再算出する。演算装置200は、各感度指標値に対応して算出した欠陥抽出パラメータを抽出条件記憶部250内に一時的に保存する。グラフ2622は、各感度指標値とその感度指標値に対応する実報数／虚報数／未分類数を表示する。

[0042] ユーザがスライダ2626を移動させると、演算装置200はスライダ2626がポイントする感度指標値に対応する欠陥抽出パラメータを読み出し、パラメータテーブル2623と2624に表示する。ユーザは、スライダ2626を移動させて所望の検出数が得られる感度指標値を指定し、適用ボタン2627を押下する。

[0043] 演算装置200は、例えば下記式1にしたがって、評価値 $P_{opt}(S)$ を最大化することができる欠陥抽出パラメータを探索する。例えば評価値 $P_{opt}(S)$ の最大値が収束するまで $P$ の要素を変化させることを繰り返すことにより、探索を実施できる。 $P$ は、欠陥抽出パラメータのベクトル（各係数、閾値などを要素とするベクトル）である。 $Count D$ は、欠陥抽出パラメータの初期値を用いて得られた実報数である。 $Count F$ は、欠陥

抽出パラメータの初期値を用いて得られた虚報数である。Cd (P) は、欠陥抽出パラメータベクトルPを用いて抽出した実報数である。Cf (P) は、欠陥抽出パラメータベクトルPを用いて抽出した虚報数である。Sは、指標値欄2628に対して入力する感度指標値である。Oは、小さな値（ネガティブオフセット）である。

[0044] [数1]

$$P_{opt}(S) = \arg \max_P \min \left( Cd(P), S(Count_D + Count_F) \left( \frac{Cd(P)}{Cd(P) + Cf(P)} - o \right) \right) \quad (1)$$

[0045] 式1にしたがって評価値Popt (s) を最大化することにより、全体としてはCd (P) を最大化する方向へ向かって演算プロセスが進行する。ただし、実報率（実報数 / (実報数 + 虚報数)）が小さいと演算子minの右側の項が選択され、結果として演算プロセスは未だ最大値が得られていないと判断する可能性が増す。これら演算子の作用により、実報率をある程度大きい値に維持しつつCd (P) を最大化する演算プロセスを実施することができる。ネガティブオフセットOは、演算子min内の左右項が偶然等しくなったとき右側の項を強制的に選択するためのものである。

[0046] ユーザとしては、式1において演算子minの右側の項をどの程度重視するかを、感度指標値Sとして指定するのみで、Cd (P) と実報率をともに考慮した最適な欠陥抽出パラメータベクトルPを得ることができる。

[0047] 演算装置200は、欠陥候補の分類 (Class) ごとに重みをセットすることもできる。例えば実報分類の重みとして正值を用い、虚報分類の重みとして負値を用いることにより、実報数が多いほど評価値が高くなり虚報数が多いほど評価値が低くなるようにすることができる。この場合は式1に代えて下記式2を用いる。Wdiは、実報分類iの重みである。Wfiは、虚報分類iの重みである。Cdi (P) は、欠陥抽出パラメータベクトルPを用いて抽出した実報分類iに属する実報数である。Cfi (P) は、欠陥抽出パラメータベクトルPを用いて抽出した虚報分類iに属する虚報数である。

[0048] [数2]

$$P_{opt}(s) = \arg \max_P \min \left( \sum_i Wd_i Cd_i(P), S(Count_D + Count_F) \left( \frac{\sum_i Wd_i Cd_i(P)}{\sum_i Wd_i Cd_i(P) + \sum_i Wf_i Cf_i(P)} - o \right) \right) \quad (2)$$

[0049] 図9は、演算装置200が欠陥抽出パラメータを調整する手順を示すPAD図である。以下図9の各ステップについて説明する。

[0050] (図9：ステップS900～S902)

欠陥検査装置100は、試料110の外観画像を撮像する(S901)。演算装置200は、図3～図5で説明した手順にしたがって、欠陥候補を抽出する(S902)。これを試料110全面の画像が撮像されて欠陥候補が抽出されるまでおこなう(S900)。これらステップにおいては、重要欠陥が検出されるように、虚報数が比較的多い高感度検査を実施することが望ましい。

[0051] (図9：ステップS903)

ユーザは、欠陥候補画面261上で欠陥候補を選択し、各欠陥候補に対して分類を入力する。原則としては各欠陥候補を実報と虚報に分類するが、より詳細な欠陥分類を付与してもよい。ユーザが入力することに代えてまたは併用して、DR-SEM270による判定結果を用いてもよい。演算装置200は、ユーザ入力(例えばキーボードやマウス)またはDR-SEM270との間で判定結果を送受信(例えば通信ネットワーク)するためのインターフェース280を適宜備えることができる。

[0052] (図9：ステップS904～S905)

ユーザは、設定画面262上で複数の感度指標値(または感度指標値の範囲)を入力する(S904)。演算装置200は、ステップS906～S907を、入力された感度指標値ごとに(範囲を指定した場合は等間隔で)実施する(S905)。

[0053] (図9：ステップS906～S907)

演算装置200は、感度指標値Sを入力パラメータとして、式1（分類を重み付けする場合は式2）にしたがって欠陥検出パラメータを最適化し、これを抽出条件記憶部250内に格納する（S906）。演算装置200は、ステップS906において最適化した欠陥抽出パラメータと各欠陥候補の特徴量とを用いて、実報数／虚報数／未分類数を算出する（S907）。

[0054]（図9：ステップS908～S910）

設定画面262は、グラフ2622内に実報数／虚報数／未分類数を表示する（S908）。ユーザはスライダ2626を用いて感度指標値を選択し、演算装置200はその感度指標値を用いて算出した欠陥抽出パラメータをパラメータテーブル2623と2624に表示する（S909）。ユーザが適用ボタン2627を押下すると、抽出条件記憶部250はその欠陥抽出パラメータを格納し、演算装置200は以後その欠陥抽出パラメータを用いて試料110の欠陥を検査する（S910）。

[0055] <実施の形態2>

実施形態1では、感度指標値の範囲を指定することにより各感度指標値に対応する欠陥抽出パラメータを最適化し、ユーザがそのなかから所望する要件を満たすものを選択する構成例を説明した。本発明の実施形態2では、感度指標値以外のパラメータを用いて同様の処理を実施する構成例を説明する。その他構成は実施形態1と同様であるため、以下では主に感度指標値に代えて用いるパラメータについて説明する。

[0056] 図10は、本実施形態2においてユーザが欠陥検出パラメータを調整するために用いる設定画面263の例である。ユーザは、設定画面262に代えてまたは併用して、設定画面263を用いることができる。領域ラベル2631、パラメータテーブル2633、パラメータテーブル2634は図8で説明したものと同様である。

[0057] ユーザは、欠陥捕捉率／虚報率／虚報残存率のいずれを基準として欠陥抽出パラメータを最適化するかを選択する。欠陥捕捉率は、（現在の欠陥抽出パラメータを用いて抽出した実報数）／（欠陥抽出パラメータの初期値を用

いて抽出した実報数)によって求められる。虚報率は、(虚報数) / (実報数+虚報数)によって求められる。虚報残存率は、(現在の欠陥抽出パラメータを用いて抽出した虚報数) / (欠陥抽出パラメータの初期値を用いて抽出した虚報数)によって求められる。なお、ここでの現在の欠陥抽出パラメータとは、S902で用いられた欠陥抽出パラメータを指している。ユーザはこれらのいずれを用いるかを選択し、さらに指標値欄2628に対して所望する範囲を入力する。図10の例においては、欠陥捕捉率が60~90の範囲である欠陥抽出パラメータの組み合わせを全て求めるよう指示していることになる。ユーザが計算ボタン2639を押下すると、演算装置200は指定にしたがって欠陥抽出パラメータの組み合わせを全て求める。指定条件を満たす欠陥抽出パラメータは、例えば網羅的に探索することによって得ることもできるし、公知の探索手法によって得ることもできる。

[0058] 欠陥捕捉率は、例えば80%以上などのように指定することもできる。虚報率は、例えば40%以下などのように指定することもできる。虚報残存率は、例えば10%以下などのように指定することもできる。

[0059] パラメータテーブル2632は、ユーザの指定にしたがって求めた欠陥抽出パラメータおよびその欠陥抽出パラメータを用いた場合における欠陥捕捉率/虚報率/虚報残存率を表示する。ユーザがいずれかの行を選択すると、パラメータテーブル2633と2634はその行に対応する欠陥抽出パラメータの詳細を表示する。

[0060] 図11は、本実施形態2において演算装置200が欠陥抽出パラメータを調整する手順を示すPAD図である。ステップS900~S903、S906~S908、S910は図9と同様である。

[0061] (図11:ステップS1101)

ユーザは、設定画面263上でいずれのパラメータを基準として欠陥抽出パラメータを最適化するかを選択するとともに、その値範囲(または複数の値)を入力する(S1101)。演算装置200は、ステップS906~S907を、入力された基準パラメータごとに(範囲を指定した場合は等間隔

で)実施する(S1102)。

[0062] (図11:ステップS1103)

演算装置200は、ユーザがパラメータテーブル2632上で選択した欠陥抽出パラメータの詳細を、パラメータテーブル2633と2634に表示する。

[0063] <実施の形態3>

図12Aは、本発明の実施形態3における空間分類器222の内部構成を示すブロック図である。本実施形態3において空間分類器222は、実施形態1で説明した構成に加えて新たに内部演算ブロック222\_\_9~222\_\_13を備える。以下これらを追加したことともなう差異点について説明する。

[0064] 図12Bは、内部演算ブロック222\_\_9~222\_\_13の詳細を説明するブロック図である。内部演算ブロック222\_\_9は、正規化差分画素値307a~307cを受け取り、これらがそれぞれ閾値を超えているか222\_\_9内に設けた二値化判定ユニット222-9a、222-9b、222-9cにおいて個別に判定する。各閾値は検出系ごとに異なる値とすることができる。この閾値は欠陥抽出パラメータとして抽出条件記憶部250が格納している。二値化判定結果は論理和ユニット222-9dに送られ、正規化差分画素値307a~307cいずれかが閾値以上である場合は、当該画素が欠陥である旨の出力を内部演算ブロック222\_\_13に対して引き渡す。

[0065] 内部演算ブロック222\_\_10と222\_\_11は、内部演算ブロック222\_\_12と同様の処理を実施する。まず、内部演算ブロック222\_\_12について説明する。222-12a、222-12b、222-12cは222\_\_12内に設けた二値化判定ユニットであり、222-9a、222-9b、222-9cと同様の機能を有する。222-12a、222-12b、222-12cの出力は論理積ユニット222-12dに送られ、正規化差分画素値307a~307cすべてが閾値以上である場合は欠陥候補である旨判定を行い、これを内部演算ブロック222\_\_13に対して引き渡す。

222-12a、222-12b、222-12cで用いる閾値は抽出条件記憶部250内にあらかじめ格納しておき、さらに欠陥抽出パラメータとして調整することができる。

[0066] 内部演算ブロック222\_\_10と222\_\_11は、内部演算ブロック222\_\_12と同様の機能を有するが、内部に設けた二値化判定ユニットに与える閾値は222-12a、222-12b、222-12cで用いるものと異なる値を設定する。閾値は抽出条件記憶部250内にあらかじめ格納しておき、さらに欠陥抽出パラメータとして調整することができる。

[0067] 一般的には222\_\_9内に設けた二値化判定ユニット222-9a、222-9b、222-9cで適用されるしきい値は、222\_\_10、222\_\_11、222\_\_12で用いるしきい値に対して大きな値を設定する。

[0068] 内部演算ブロック222\_\_13は、内部演算ブロック222\_\_10~222\_\_12いずれかが欠陥であると判定した画素は欠陥候補であるとみなす。222\_\_10~222\_\_12は222\_\_13に設けられた論理和ユニット222\_\_13aに導かれ、論理和をとる。さらにこの出力は論理積ユニット222\_\_13bに導かれる。

[0069] 内部演算ブロック222\_\_13は、論理和ユニット222\_\_8からの出力を受け取る。222\_\_13bは、論理和ユニット222\_\_8が欠陥候補であると判定した画素でかつ222\_\_13aが欠陥とみなしたものを、欠陥候補として出力する。これにより、内部演算ブロック222\_\_1~222\_\_8と内部演算ブロック222\_\_9~222\_\_12双方によって顕在化した欠陥のみを抽出できるので、虚報を抑制することができる。この結果は222\_\_13cに出力される。

[0070] さらに多面的に検証するためそれぞれ異なる閾値を用いている。内部演算ブロック222\_\_12は、いずれかの検出系において閾値を大幅に超えている場合はその画素は欠陥であるという想定に基づく。222\_\_12の出力は222\_\_13に設けられた論理和ユニット、222\_\_13cに導かれ、222\_\_13bの出力との論理和を算出して最終的な欠陥判定出力222\_\_ou

t を出力する。これらを併用することにより、欠陥候補をより正確に抽出することができる。

[0071] 図13は、本実施形態3における空間分類器222が欠陥とノイズを分離する様子を示す概念図である。説明の便宜上、2つの特徴量をそれぞれ空間軸とする2次元特徴量空間における例を示した。○印は実報、×印は虚報、△印は未検出の虚報である。

[0072] 判別面1301は、内部演算ブロック222\_\_1～222\_\_8が欠陥抽出パラメータの初期値を用いて欠陥を抽出する基準となる境界面である。境界面よりも上に配置された欠陥候補は空間分類器222によって欠陥として判定される。したがって、○印と×印が欠陥として判定される。

[0073] 判別面1302は、欠陥抽出パラメータを調整した後における境界面である。この場合は×印の一部と○印が欠陥として判定される。欠陥抽出パラメータをさらに調整することにより判別面が1303になった場合、判別面1301において検出した欠陥を全て検出するとともに虚報を全て排除することができる。しかし他方で判別面1301において未検出であった欠陥候補も欠陥として検出することになるので、誤検出のおそれがある。

[0074] これを避けるためには、例えば判別面1301の切片1304と1305に仮想的な虚報を作成し、これら仮想虚報が属する分類に対して大きな重みを与え、当該分類に属する欠陥候補が実報として検出され難くするとよい。これにより、判別面1303のような境界面がセットされることを回避できる。

[0075] その他手段としては、内部演算ブロック222\_\_9～222\_\_12によって新たな判別面1306や1307をセットすることが考えられる。これにより、判別面1303、1306、1307の右上領域における欠陥候補のみが欠陥として検出されるので、実報のみを正確に抽出することができる。

[0076] <実施の形態4>

図14は、本発明の実施形態4においてユーザが欠陥検出パラメータを調整するために用いる設定画面264の例である。画面の上半分は設定画面2

62と同様である。ただしユーザは領域ラベル欄2621に対して全領域を一括して選択する旨を入力する。演算装置200は、全領域ラベルについて一括して実施形態1と同様の手順により実報数／虚報数などを算出し、集計欄2641はその結果を表示する。具体的には、全領域ラベルについて検出した実報数／虚報数／未分類数、実報率／虚報率／欠陥捕捉率／欠陥残存率などの集計結果を表示する。これらのうちいずれかを選択的に表示してもよい。

[0077] 本実施形態4においては、式1や式2において全領域について包括的に最適化を実施する。これにより、欠陥が発生しやすい領域における検出感度が高くなるとともに、虚報の多い領域における検出感度が下がるといった自動調整がおこなわれる。全領域について一括して感度指標値を調整することができるので、欠陥抽出パラメータを調整する負担をさらに抑制することができる。

[0078] <実施の形態5>

本発明の実施形態5では、演算装置200が欠陥を検出するために用いる具体的な演算式について説明する。欠陥検査装置100および演算装置200の構成は実施形態1～4と同様である。

[0079] 演算装置200が欠陥候補を抽出する条件は、下記式3によって表される。G<sub>i</sub>は空間分類器222が内部的に用いる係数であり、各内部演算ブロック(図5においては7個)がそれぞれ用いる係数の配列である。Xは特徴量の配列であり、特徴量空間の次元数と同じ個数の要素を有する。Th<sub>i</sub>は検出閾値である。

[0080] [数3]

$$G_1 X > Th_1 \vee G_2 X > Th_2 \vee \dots \vee G_n X > Th_n \quad (3)$$

$$G_i = [g_{i1} \quad g_{i2} \quad \dots \quad g_{im}]^T$$

$$X = [x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_m]^T$$

[0081] 上記式3は、下記式4のように置き換えることができる。jは、欠陥候補

の  $index$  である。  $t(j)$  は、実報であれば 1、虚報であれば -1 とする。  $class(j)$  は、欠陥候補  $j$  が属する分類である。  $C()$  はコストであり、欠陥が検出されない場合に実報クラスに対して与え、または虚報が検出される場合に虚報クラスに対して与える。  $\xi_i$  はスラックス変数である。

[0082] [数4]

$$t(j)K(G_i^T X(j) - Th_i) \geq 1 - C(class(j))\xi_i \quad (4)$$

[0083] 式4において、  $KG_i = w_i$ 、  $KTh_i = b_i$  と置き換えると、演算装置 200 は下記式5で表される最適化問題を解くことにより欠陥を検出することができる。  $J(j)$  は、  $i$  が現在値以外であるとき既に欠陥が検出されている場合は 1 以下の値をセットし、そうでなければ 1 をセットする。

[0084] [数5]

$$w = \arg \min_{w_i} \frac{1}{2} \|w_i\|^2 + C(class(i))J(j) \sum \xi_i \quad (5)$$

*subject to*

$$t(j)(w_i X(j) - b_i) \geq 1 - C(class(j))J(j)\xi_i$$

[0085] <本発明の変形例について>

本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0086] 上記各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部や全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記

の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリ、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に格納することができる。

### 符号の説明

[0087] 100 : 欠陥検査装置、110 : 試料、200 : 演算装置、210 : 画像処理部、220 : 欠陥判定部、230 : 画像記憶部、240 : 抽出条件算出部、250 : 抽出条件記憶部、260 : 表示部、270 : DR-SEM。

## 請求の範囲

### [請求項1]

検査対象が有する欠陥を検査する欠陥検査装置であって、  
前記検査対象の外観画像を生成する画像生成部、  
前記外観画像の特徴量を算出する特徴量算出部、  
前記検査対象の欠陥を抽出する条件の初期値を記述した抽出条件データを格納する記憶部、  
前記特徴量と前記条件とを比較することにより前記検査対象が有する欠陥を抽出する欠陥判定部、  
前記欠陥判定部が抽出した欠陥を表す情報を入力する出力部、  
前記欠陥判定部が抽出した欠陥が実報と虚報のいずれであるかを指定する指定入力を受け取るインターフェース、  
を備え、  
前記欠陥判定部は、前記インターフェースを介して複数の基準値を受け取るとともに、実報数と虚報数と前記基準値を用いて算出される評価値が最適になる前記条件を、前記基準値ごとに算出し、  
前記欠陥判定部は、前記基準値ごとに算出した前記条件を用いて前記検査対象が有する欠陥を抽出し、  
前記出力部は、前記欠陥判定部が前記基準値ごとに算出した前記条件を前記基準値ごとにそれぞれ出力するとともに、前記欠陥判定部が前記基準値ごとに算出した前記条件を用いて抽出した欠陥を表す情報を入力する  
ことを特徴とする欠陥検査装置。

### [請求項2]

前記欠陥判定部は、前記実報数と前記虚報数の合計に対する前記実報数の比率を表す実報率を算出し、前記実報率を用いて前記評価値を算出することにより、前記条件として前記実報率を用いて欠陥を抽出する  
ことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

### [請求項3]

前記欠陥判定部は、前記基準値として、前記評価値における前記実

報率の重みを指定する数値を受け取り、その重みを用いて前記評価値を算出する

ことを特徴とする請求項2記載の欠陥検査装置。

[請求項4]

前記欠陥判定部は、前記検査対象が有する欠陥を前記特徴量にしたがって分類するとともに、前記欠陥の分類ごとに重み係数をセットし、

前記欠陥判定部は、前記分類のうち前記実報に属するものについては、前記重み係数が大きいほど前記評価値が高くなるように前記重み係数を設定するとともに、前記分類のうち前記虚報に属するものについては、前記重み係数が大きいほど前記評価値が低くなるように前記重み係数を設定する

ことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項5]

前記欠陥判定部は、前記基準値として、前記条件の初期値を用いて検出した前記実報数に対する前記実報数の比率を表す欠陥捕捉率の数値を受け取り、

前記欠陥判定部は、前記欠陥捕捉率を用いて前記評価値を算出することにより、前記条件として前記欠陥捕捉率を用いて欠陥を抽出する

ことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項6]

前記欠陥判定部は、前記基準値として、前記実報数と前記虚報数の合計に対する前記虚報数の比率を表す虚報率の数値を受け取り、

前記欠陥判定部は、前記虚報率を用いて前記評価値を算出することにより、前記条件として前記虚報率を用いて欠陥を抽出する

ことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項7]

前記欠陥判定部は、前記基準値として、前記条件の初期値を用いて検出した前記虚報数に対する前記虚報数の比率を表す欠陥残存率の数値を受け取り、

前記欠陥判定部は、前記欠陥残存率を用いて前記評価値を算出することにより、前記条件として前記欠陥残存率を用いて欠陥を抽出する

ことを特徴とする請求項 1 記載の欠陥検査装置。

[請求項8]

前記欠陥検査装置は、前記検査対象を撮像することにより前記外観画像の画素値を取得して前記画像生成部に対して引き渡す検出系を複数備え、

前記欠陥検査装置はさらに、前記検出系が取得した前記外観画像の画素値と参照画像の画素値との間の差分を前記検出系ごとに算出する差分算出器を備え、

前記欠陥判定部は、1 以上の前記検出系について前記差分算出器がそれぞれ算出した前記差分の線形和を求め、前記線形和が第 1 判定閾値を超えている場合は、前記差分に対応する画素が欠陥であると判定する

ことを特徴とする請求項 1 記載の欠陥検査装置。

[請求項9]

前記欠陥検査装置は、前記検査対象を撮像することにより前記外観画像の画素値を取得して前記画像生成部に対して引き渡す検出系を複数備え、

前記欠陥検査装置はさらに、前記検出系が取得した前記外観画像の画素値と参照画像の画素値との間の差分を前記検出系ごとに算出する差分算出器を備え、

前記欠陥判定部は、前記検出系ごとに同一または異なる第 2 判定閾値をあらかじめセットし、前記差分が全ての前記検出系について前記第 2 判定閾値を超えている場合は、前記差分に対応する画素が欠陥であると判定する

ことを特徴とする請求項 1 記載の欠陥検査装置。

[請求項10]

前記欠陥判定部は、前記検出系ごとに同一または異なる第 2 判定閾値をあらかじめセットし、

前記欠陥判定部は、前記線形和が前記第 1 判定閾値を超えており、かつ前記差分が全ての前記検出系について前記第 2 判定閾値を超えている場合は、前記差分に対応する画素が欠陥であると判定する

ことを特徴とする請求項 8 記載の欠陥検査装置。

[請求項11]

前記画像生成部は、前記検査対象の部分領域について前記外観画像を生成するとともに前記部分領域の識別子を前記外観画像に対して付与し、

前記欠陥判定部は、前記検査対象が有する欠陥を前記部分領域ごとに抽出する

ことを特徴とする請求項 1 記載の欠陥検査装置。

[請求項12]

前記画像生成部は、前記検査対象の部分領域について前記外観画像を生成するとともに前記部分領域の識別子を前記外観画像に対して付与し、

前記欠陥判定部は、前記検査対象が有する欠陥を全ての前記部分領域について一括して抽出するとともに、全ての前記部分領域についての前記実報数と前記虚報数を用いて前記評価値を算出することにより、全ての前記部分領域の総和に対して前記評価値を最適化する

ことを特徴とする請求項 1 記載の欠陥検査装置。

[請求項13]

前記欠陥検査装置は、

複数の前記検査対象の外観画像を合成することにより参照画像を生成する参照画像生成部、

前記外観画像の画素値と前記参照画像の画素値との間の差分を算出する差分算出部、

前記検査対象が有する欠陥を前記特徴量にしたがって分類するクラスタリング部、

前記差分算出部が算出した差分と前記クラスタリング部による分類結果とを用いて前記外観画像の画素値のばらつきを算出するノイズ推定部、

前記ノイズ推定部が算出したばらつきを前記差分算出部が算出した差分によって正規化するとともに前記正規化によって得られた画素値と第 1 閾値とを比較することにより欠陥候補を抽出する正規化器、

前記欠陥候補の特徴量を算出する正規化特徴量算出器、

前記正規化特徴量算出器が算出した特徴量と第2閾値とを比較することにより前記正規化器が抽出した欠陥候補からさらに最終的な欠陥候補を抽出する判定器、

を備えることを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項14]

前記欠陥判定部は、前記基準値ごとに算出した前記条件のうちいずれを用いるかを指定する指示を受け取り、その条件を用いて前記検査対象が有する欠陥を抽出する

ことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項15]

検査対象が有する欠陥を検査する欠陥検査方法であって、

前記検査対象の外観画像を生成する画像生成ステップ、

前記外観画像の特徴量を算出する特徴量算出ステップ、

前記検査対象の欠陥を抽出する条件の初期値を記述した検出条件データを記憶部から読み取るステップ、

前記特徴量と前記条件とを比較することにより前記検査対象が有する欠陥を抽出する欠陥判定ステップ、

前記欠陥判定ステップにおいて抽出した欠陥を表す情報を出力する出力ステップ、

前記欠陥判定ステップにおいて抽出した欠陥が実報と虚報のいずれであるかを指定する指定入力を受け取るステップ、

を有し、

前記欠陥判定ステップにおいてはさらに、複数の基準値を受け取るとともに、実報数と虚報数と前記基準値を用いて算出される評価値が最適になる前記条件を、前記基準値ごとに算出し、

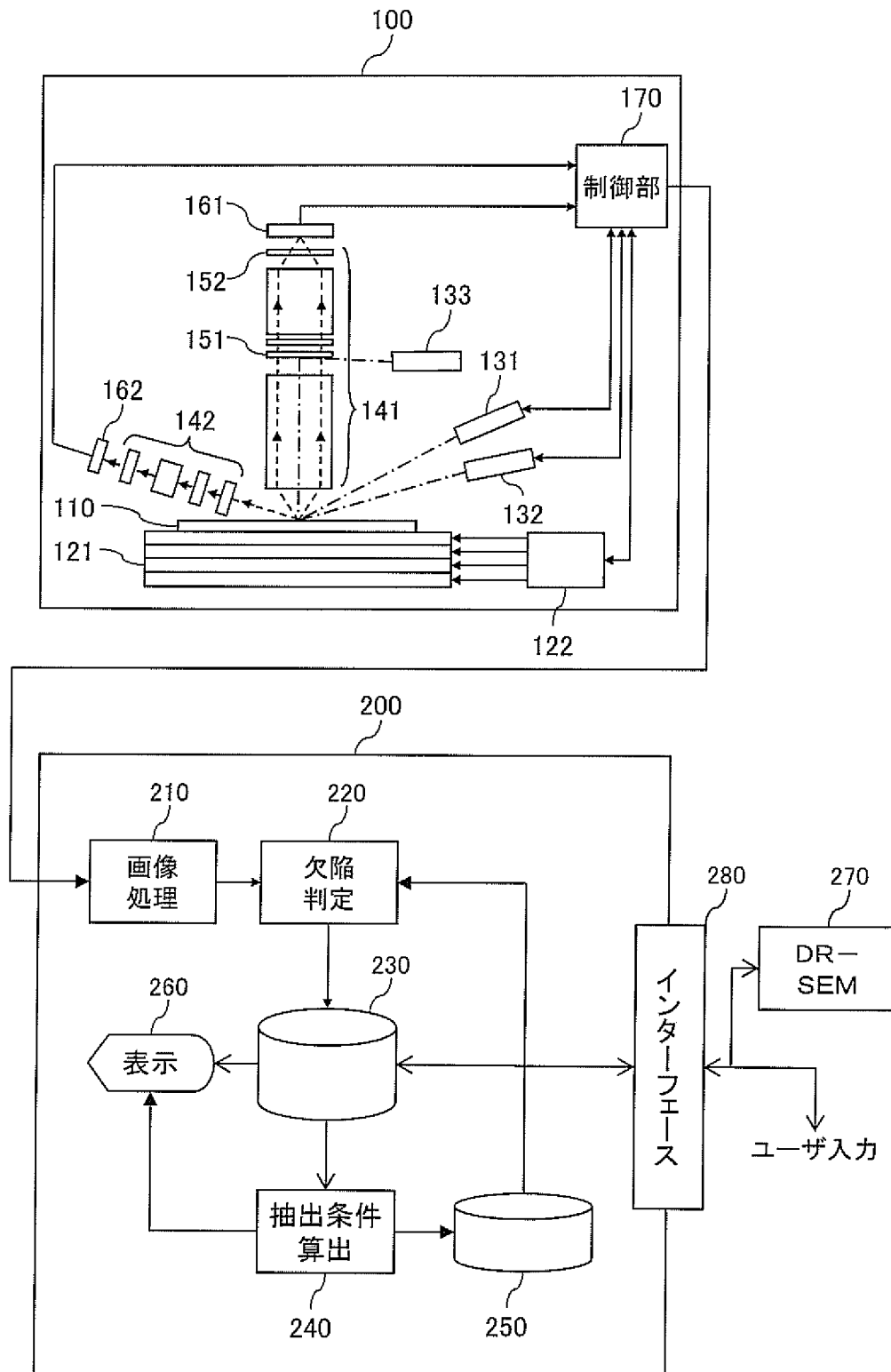
前記欠陥判定ステップにおいてはさらに、前記基準値ごとに算出した前記条件を用いて前記検査対象が有する欠陥を抽出し、

前記出力ステップにおいてはさらに、前記欠陥判定ステップにおいて前記基準値ごとに算出した前記条件を出力するとともに、前記欠陥

判定ステップにおいて前記基準値ごとに算出した前記条件を用いて抽出した欠陥を表す情報を出力することを特徴とする欠陥検査方法。

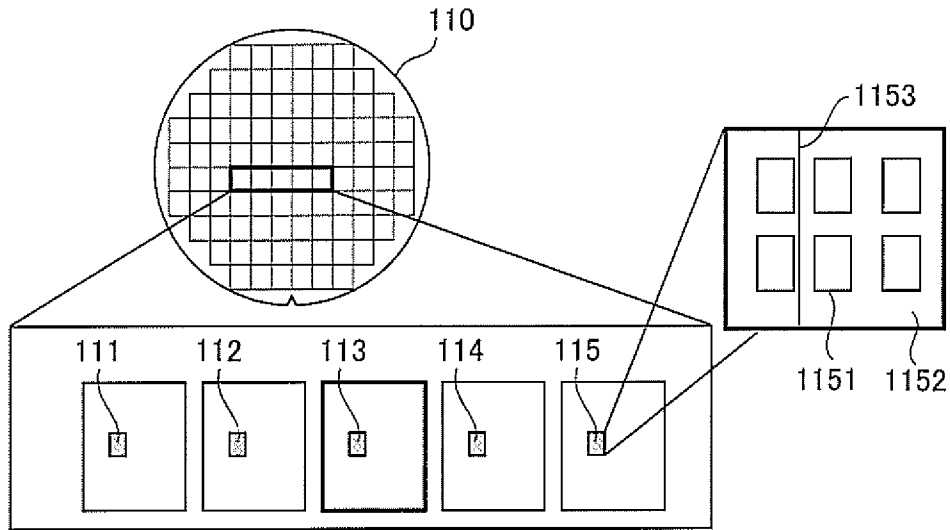
[図1]

図 1



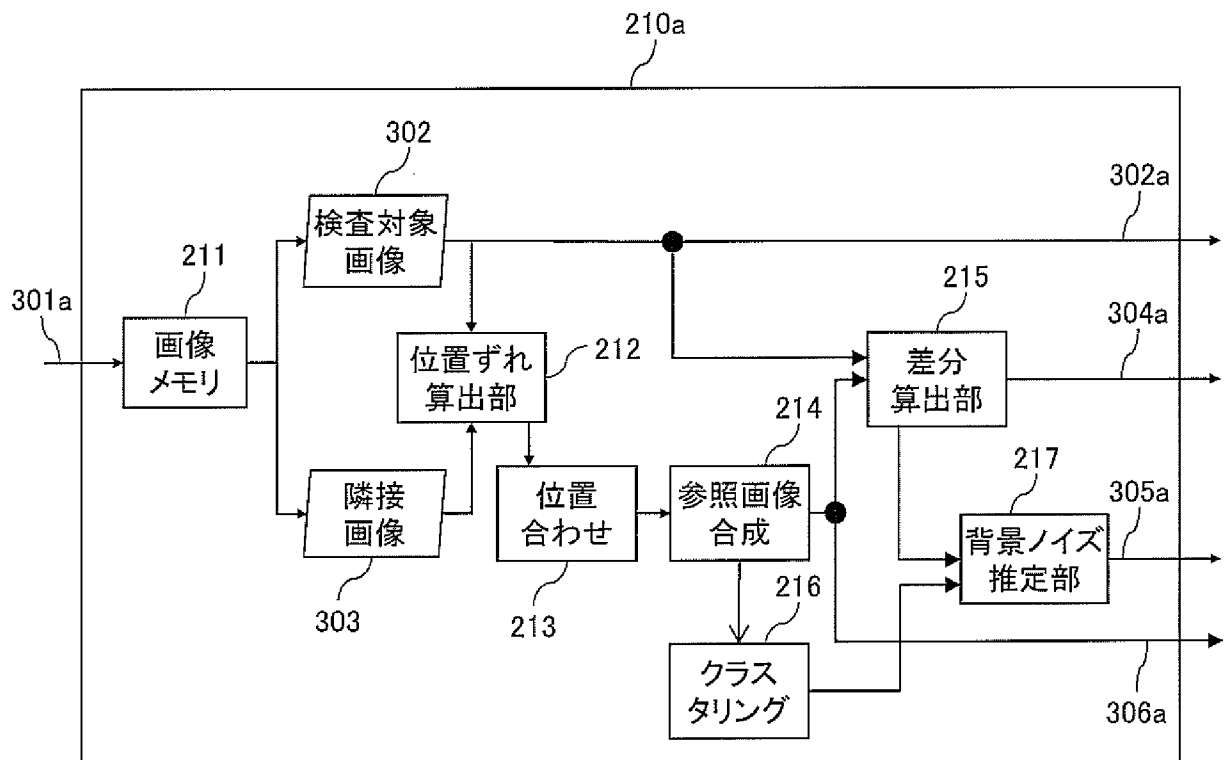
[図2]

図 2



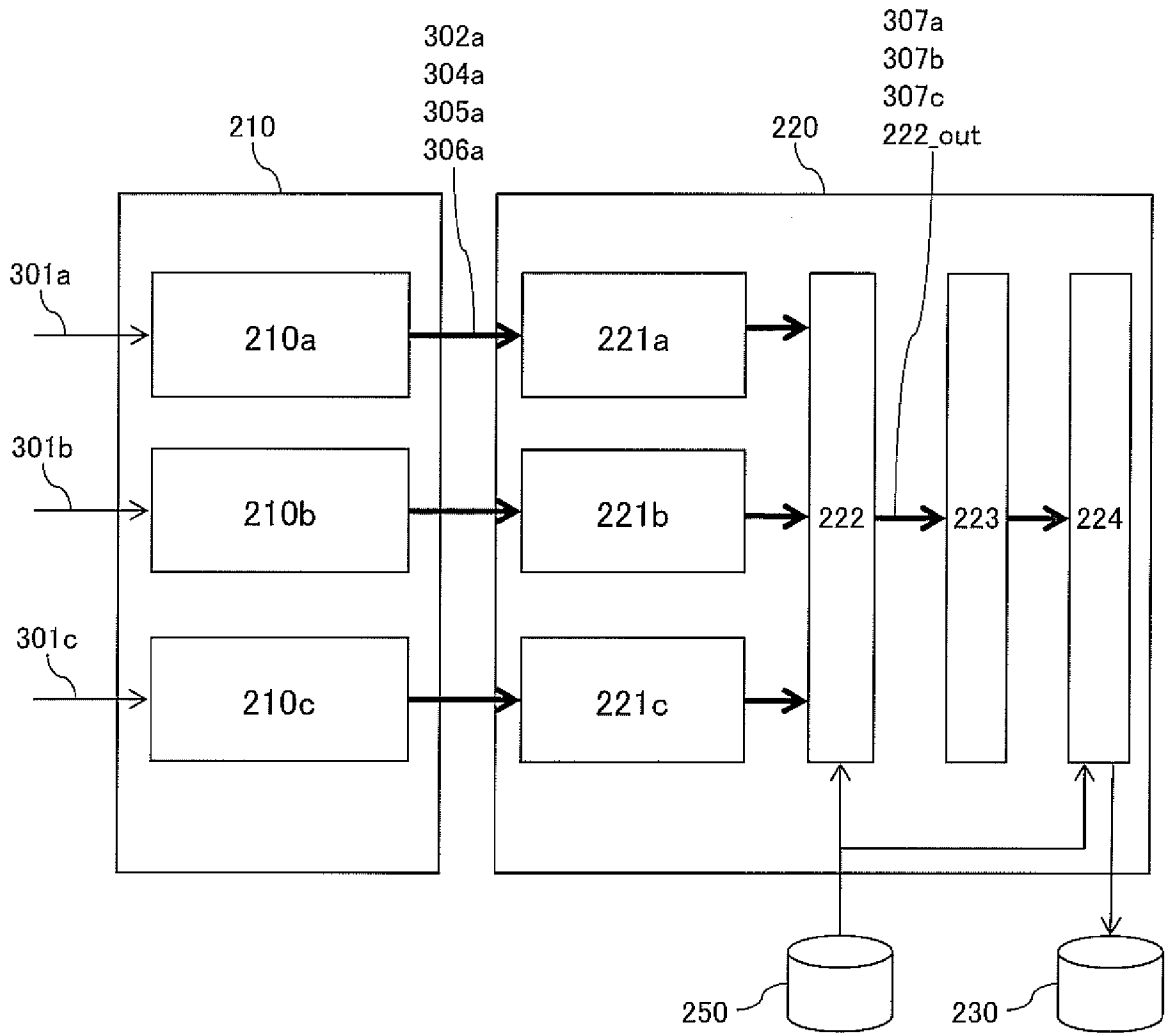
[図3]

図 3



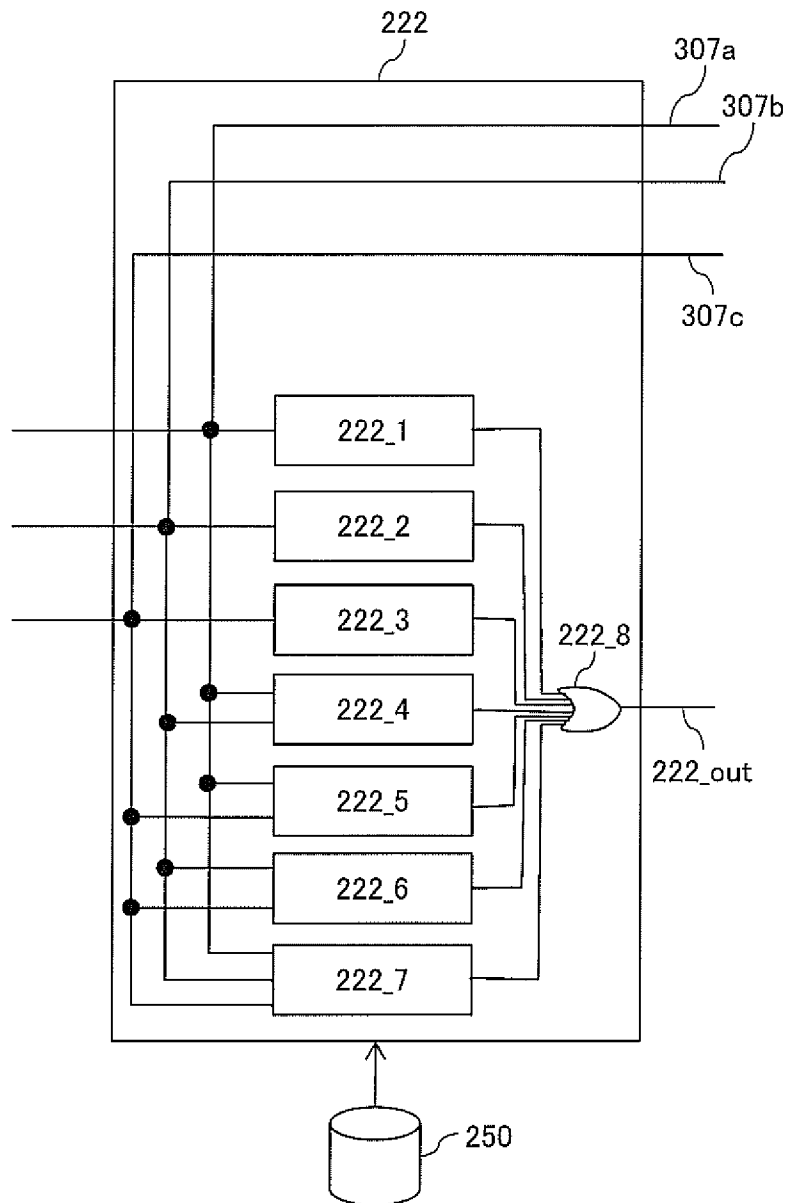
[図4]

図 4



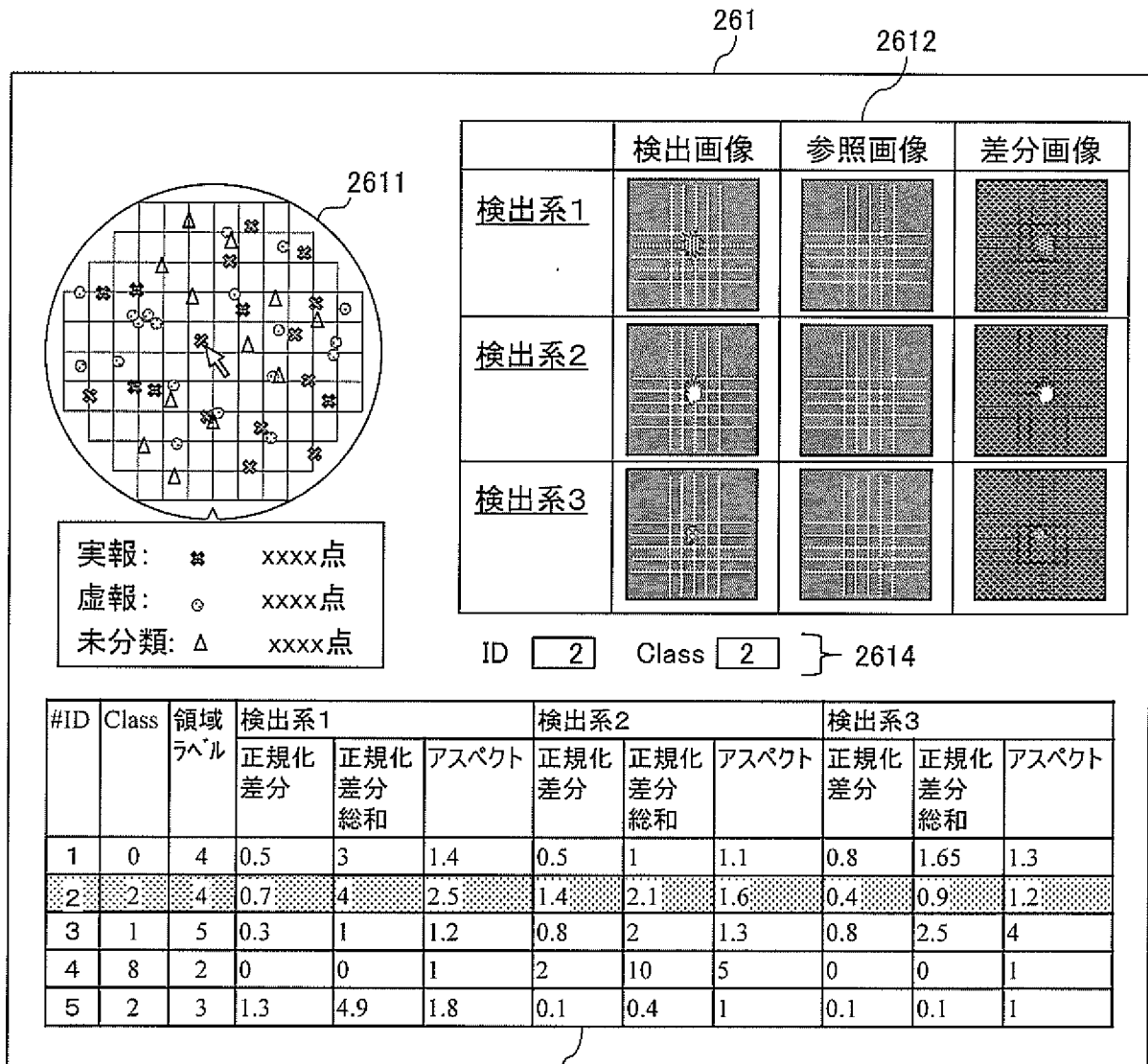
[図5]

図 5



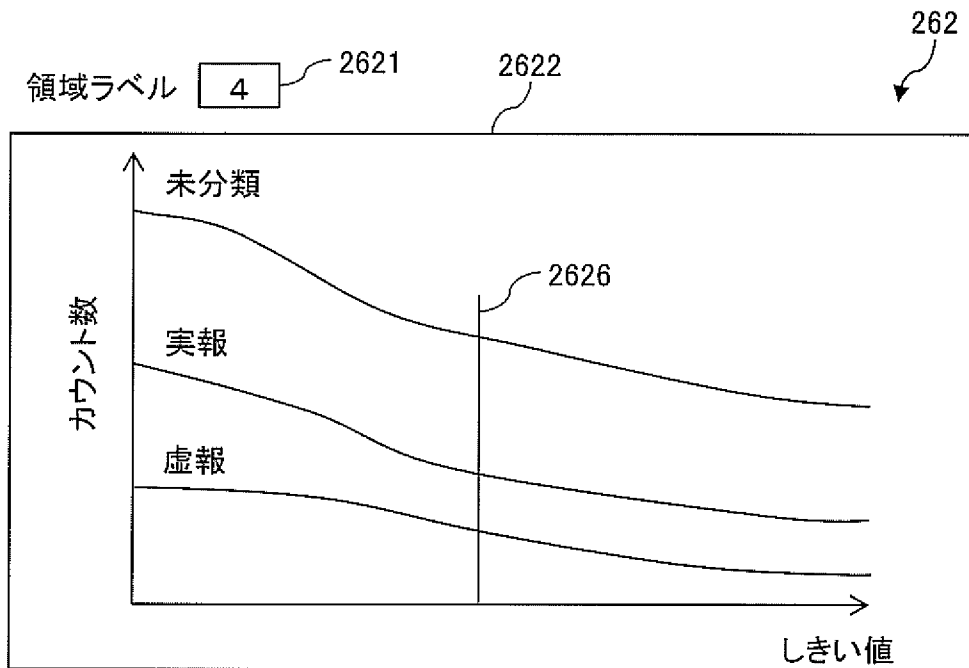
[図6]

図 6



[図7]

図 7



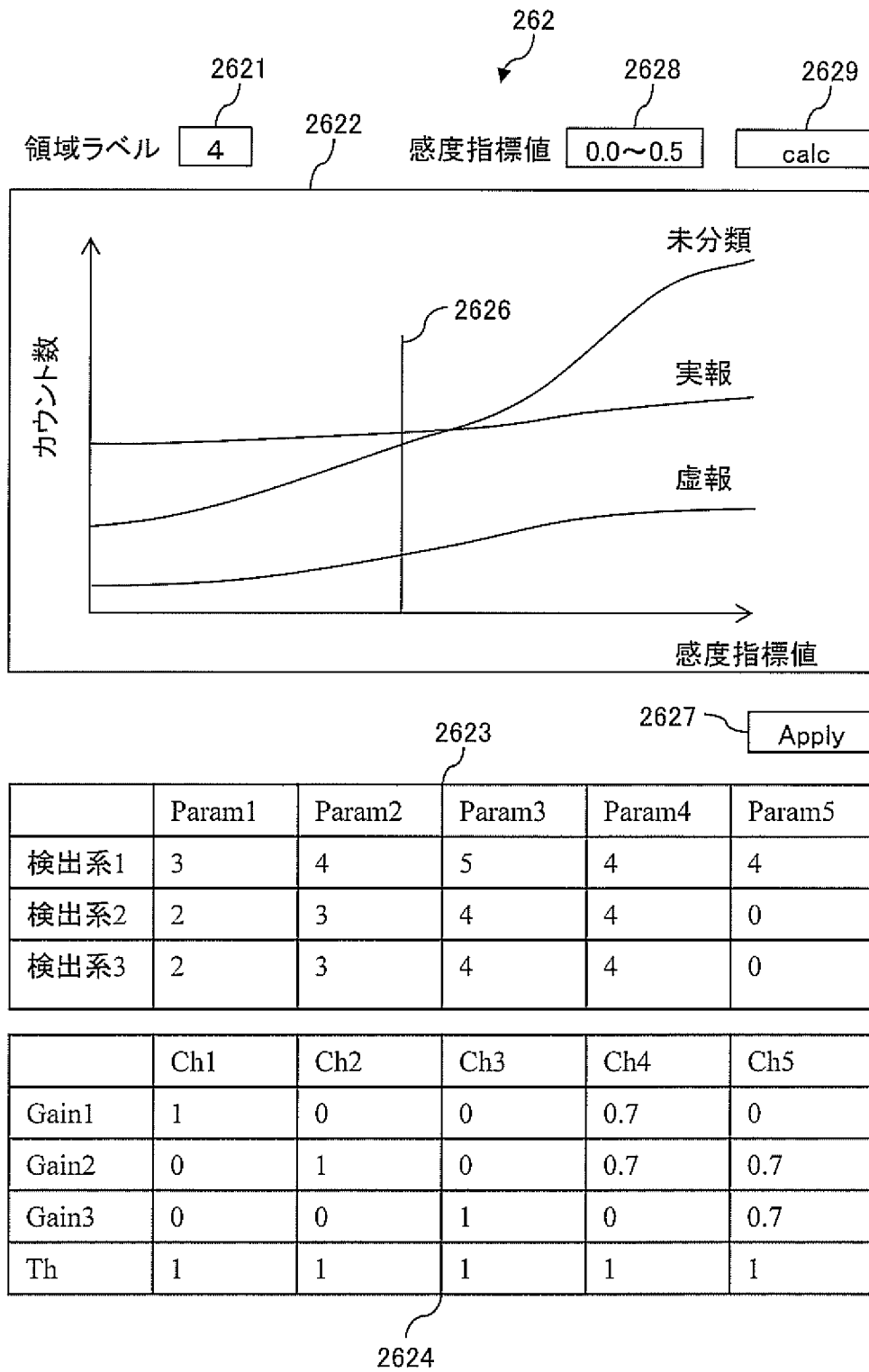
	Param1	Param2	Param3	Param4	Param5
検出系1	3	4	5	4	4
検出系2	2	3	4	4	0
検出系3	2	3	4	4	0

	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch5
Gain1	1	0	0	0.7	0
Gain2	0	1	0	0.7	0.7
Gain3	0	0	1	0	0.7
Th	1	1	1	1	1

2624

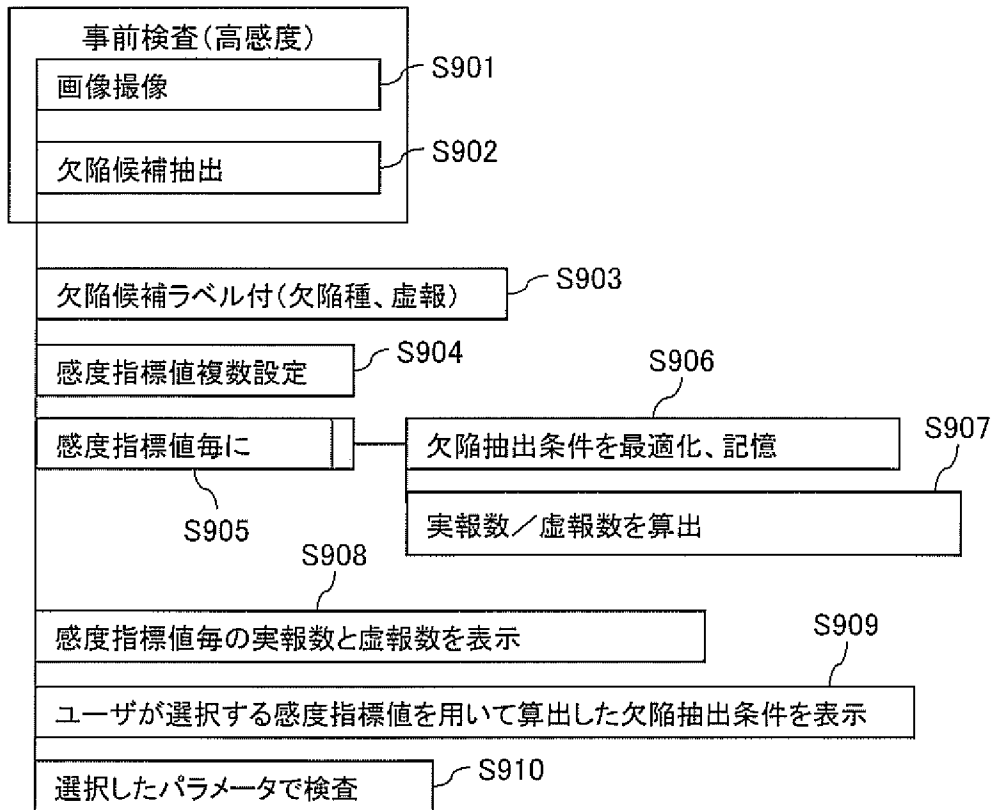
[図8]

図 8



[図9]

図 9



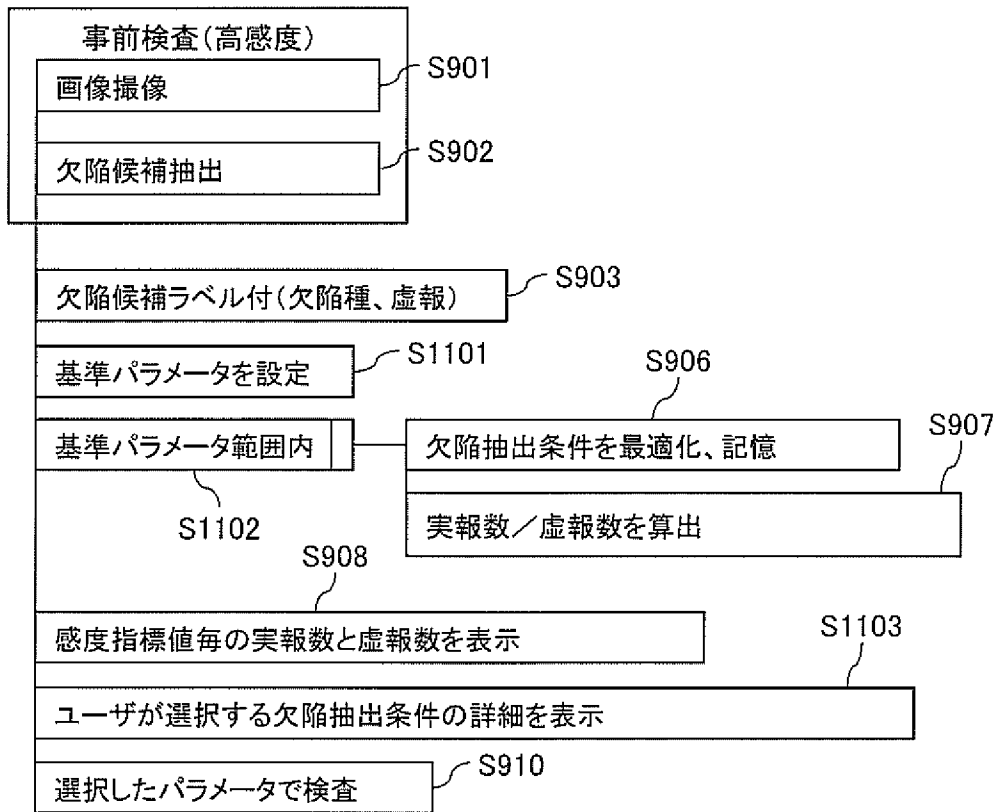
[図10]

図 10



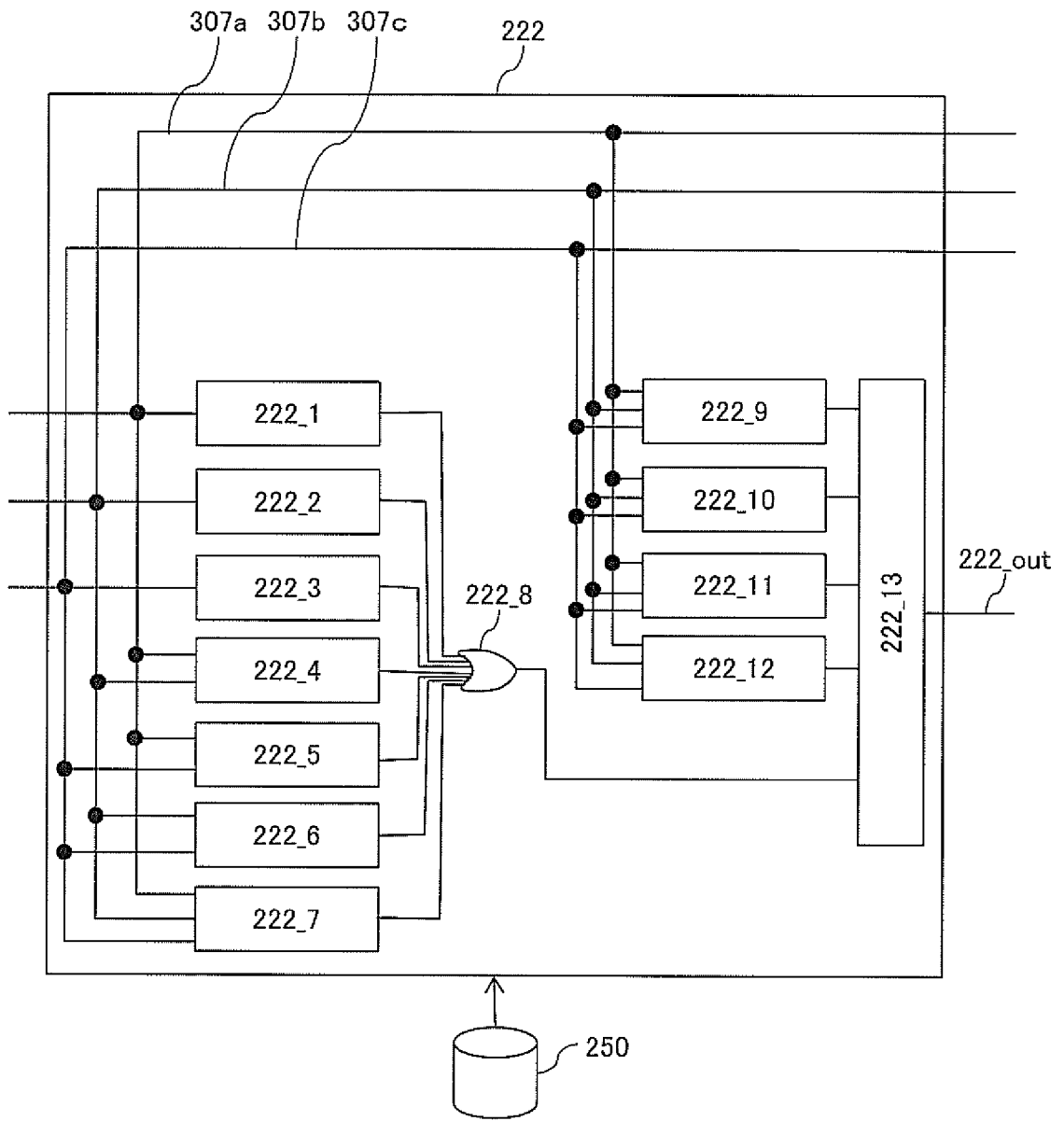
[図11]

図 1 1



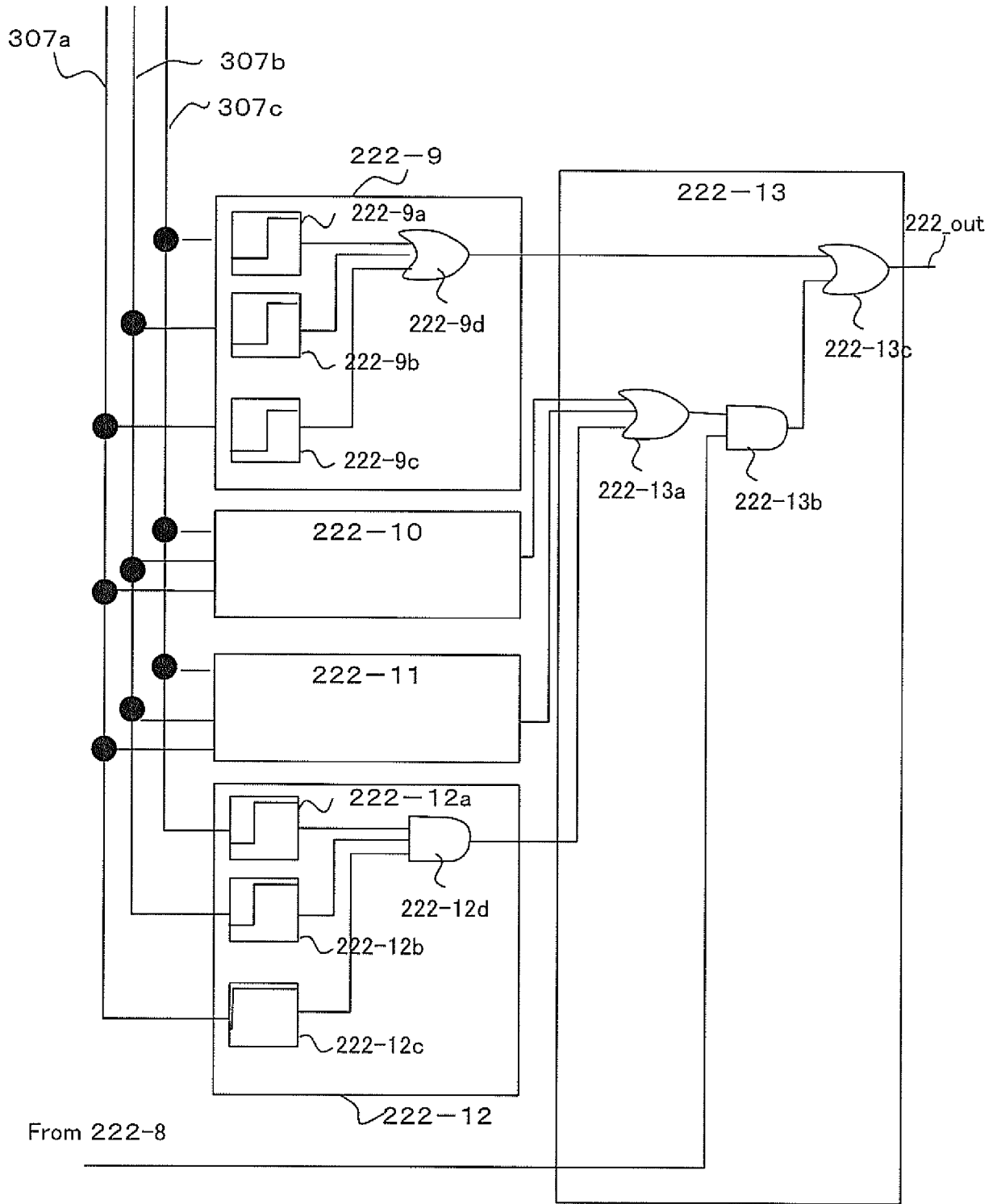
[図12A]

図 1 2 A



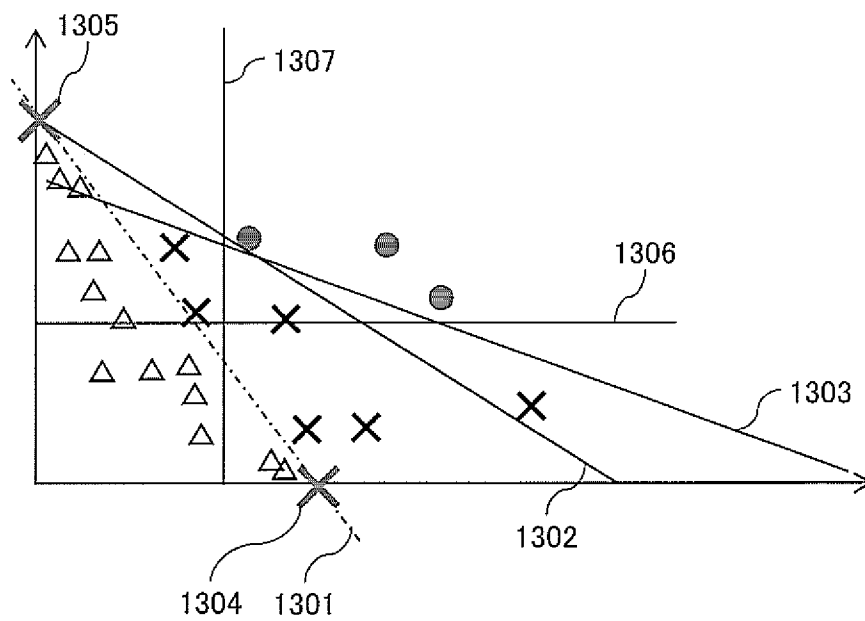
[図12B]

図 1 2 B



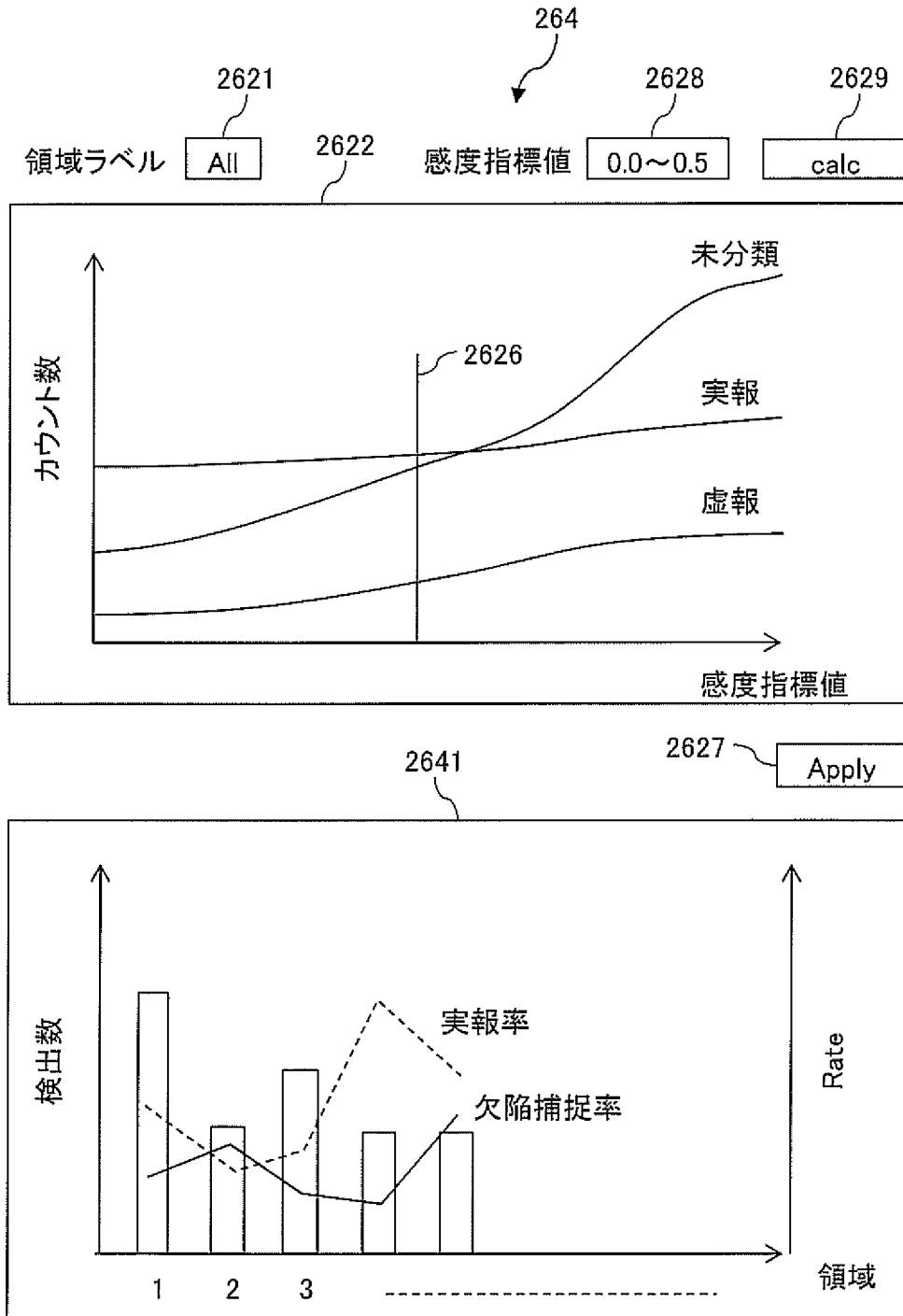
[図13]

図 13



[図14]

図 1 4



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/060375

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G01N21/88(2006.01)i, G01N21/956(2006.01)i, H01L21/66(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)  
G01N21/84-G01N21/958, H01L21/66, G01N23/225, 310

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

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
Japio-GPG/FX

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-224942 A (Applied Materials Israel Ltd.), 31 October 2013 (31.10.2013), & US 2013/0279795 A1	1-15
A	JP 2005-17159 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 20 January 2005 (20.01.2005), & US 2004/0228515 A1	1-15
A	JP 2004-177139 A (Renesas Technology Corp.), 24 June 2004 (24.06.2004), (Family: none)	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 08 June 2016 (08.06.16)	Date of mailing of the international search report 21 June 2016 (21.06.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/060375

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 2004-239728 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 26 August 2004 (26.08.2004), (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. G01N21/88(2006.01)i, G01N21/956(2006.01)i, H01L21/66(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. G01N21/84- G01N21/958, H01L21/66, G01N23/225, 310

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2016年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2016年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2016年

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

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 2013-224942 A（アプライド マテリアルズ イスラエル リミテッド）2013.10.31, & US 2013/0279795 A1	1-15
A	JP 2005-17159 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2005.01.20, & US 2004/0228515 A1	1-15
A	JP 2004-177139 A（株式会社ルネサステクノロジ）2004.06.24, （ファミリーなし）	1-15

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 08.06.2016	国際調査報告の発送日 21.06.2016
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 小野寺 麻美子 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	2W	9505
--	---	----	------

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 2004-239728 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2004.08.26, (ファミリーなし)	1 - 15