(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
2009 年4 月30 日 (30.04.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/054102 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01) *H01L 21/66* (2006.01)
G01N 23/225 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/002871

(22) 国際出願日: 2008 年10 月10 日 (10.10.2008)

(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 2007-273894
2007 年10 月22 日 (22.10.2007) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渋谷久恵 (SHIBUYA, Hisae) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地株式会社日立製作所生産技術研究所内 Kanagawa (JP). 前田俊二 (MAEDA, Shunji) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地株式会社日立製作所生産技術研究所内 Kanagawa (JP). 浜松玲 (HAMAMATSU, Akira) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地株式会社日立製作所生産技術研究所内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目７番１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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD,

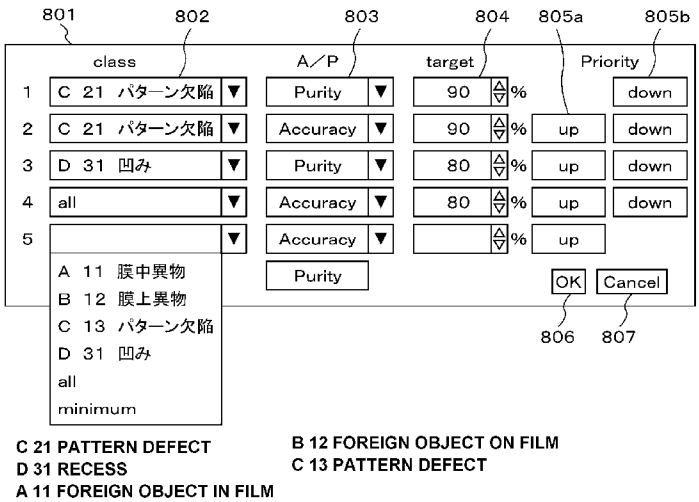
/続葉有/

(54) **Title:** DEFECT CLASSIFICATION METHOD AND DEFECT CLASSIFICATION APPARATUS

(54) **発明の名称:** 欠陥分類方法及びその装置

[図8]

図８



(57) **Abstract:** In a defect classification of an appearance inspection, there are needs to make the purity or accuracy of a critical defect or both adjusted to be equal to or more than a target value. However, since a condition of an instruction type defect classification is set so as to allow high correct answer rate on average, the defect classification has such a problem that it cannot comply with the needs. A defect classification method includes a characteristic amount extracting unit, a defect classification unit and a classification condition setting unit. The classification condition setting unit is provided with a function to instruct a defect characteristic amount that is made to correspond to a correct answer class and a function to designate a priority order of classification, and carries out condition setting in such a way that a high priority classification results in a high correct answer rate.

/続葉有/

WO 2009/054102 A1

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: 外観検査の欠陥分類において、重要欠陥のピュリティまたはアキュラシーまたはその両方が目標値以上になるように調整するなどのニーズがあるが、教示型の欠陥分類は平均的に分類正解率が高くなるよう条件設定されるため、そのようなニーズに応えられないという問題があった。 特徴量抽出部、欠陥分類部、分類条件設定部を含み、分類条件設定部は、欠陥の特徴量と正解のクラスを対応づけて教示する機能と分類の優先順位を指定する機能を有し、優先順位の高い分類の正解率が高くなるよう条件設定を行う。

明　細　書

欠陥分類方法及びその装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体ウェハ、ハードディスク基板などの薄膜デバイス、ＰＤＰ、ＴＦＴなどの薄型ディスプレイ、ホトマスク、フィルムなどを対象とした、ランプ光もしくはレーザ光、或いは電子線などを用いて得られた対象物の画像に基づいて微細なパターン欠陥や異物等を検出し、欠陥分類を行う欠陥分類方法および装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体ウェハ、液晶ディスプレイ、ハードディスク磁気ヘッドなどの薄膜デバイスは多数の加工工程を経て製造される。このような薄膜デバイスの製造においては、歩留まり向上及び安定化を目的として、いくつかの一連の工程毎に外観検査が実施される。外観検査では対象のデバイス表面を、ランプ光、レーザ光または電子線などを用いて照射し、反射光、散乱光または二次電子などを検出して得られた画像を元に、パターン欠陥あるいは異物などの欠陥を検出する。パターン付半導体ウェハの場合、本来同一になるように形成されたパターンの２つの対応領域の画像を検出し、位置合せを行った上で差を算出し、別途定めたしきい値と比較して差が大きくなる部分を欠陥あるいは異物として検出する。同時に、欠陥部の画像から輝度、サイズなどの欠陥の特徴量を算出し、それらに基づいて欠陥を分類する。

[0003] 例えば、特許文献１には、落射照明と斜方照明による散乱光強度の違いに応じて凸欠陥である異物と凹欠陥であるスクラッチを分類する検査装置が開示されている。このような欠陥分類機能を有する検査装置の欠陥分類条件を決める際にはレビューによって分類すべきクラスを教示し、特徴量とクラスの関係を導く必要がある。上記の例では分類すべきクラスとは異物あるいはスクラッチのいずれかであり、落射照明時の散乱光強度、斜方照明時の散乱光強度を特徴量とし、２次元の散布図をもとに弁別線を手動で設定している

。

[0004] その他、分類手法には教示型とルールベース型がある。教示型は、正解クラスと対応付けられた特徴量データの教示によって、自動的に分類器を構成するものである。特徴量空間上での距離がもっとも近い教示済み欠陥のクラスへ分類する方法や、教示データに基づいて各欠陥クラスの特徴量分布を推定しておき、分類しようとする欠陥の特徴量の生起確率が最も高いクラスへ分類する方法などが教示型の分類である。ルールベース型とは、if-then-elseで記述されるルールに従って分類する方法である。ルールは特徴量に対するしきい値で表現されることが多い。特許文献１記載の分類方法もこのルールベース型の一種である。

[0005] 特許文献1：特開２００２－２５７５３３号公報

非特許文献1：Pi-Fuei Hsieh,Deng-Shiang Wang, Chia-Wei Hsu：″A Linear Feature Extraction forMulticlass Classification Problems Based on Class Mean and CovarianceDiscriminant Information″, IEEE Transactions on Pattern Analysis and MachineIntelligens, Vol.28, No.2, pp.223-235 (2006/2)

非特許文献2：Bor-Chen Kuo, David ALandgrebe：″Nonparametric Weighted Feature Extraction forClassification″, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,Vol.42, No.5, pp.1096-1105 (2004/5)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 教示型の欠陥分類はデータを入力すると自動的に分類条件が設定されるが、ブラックボックスであるため、ユーザの意図を反映させることができず、条件の解釈もできない。ユーザの意図とは、例えば重要欠陥のピュリティまたはアキュラシーまたはその両方が目標値以上になるように調整することである。

[0007] 一方、ルールベース型の欠陥分類は、理論と経験に基づいて条件設定が可能であり、使用者にとって理解しやすいという利点があるが、特徴量の種類

や、欠陥クラスの種類が多くなってくると、手動での条件設定は困難になる。

[0008] 本発明の目的は、上記ユーザの意図を反映可能な分類条件設定機能を有する欠陥分類方法及び装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するため、本発明の欠陥分類方法および装置は、特徴量抽出部、欠陥分類部、分類条件設定部を含む。欠陥分類部は、特徴変換を施した後、少なくとも一つの教示型分類器を用いて欠陥分類を行う構成とする。分類条件設定部は、欠陥の特徴量と正解のクラスを対応づけて教示する機能と分類の優先順位を指定する機能を有する。また、教示された特徴量データをもとに、優先順位の高い分類を容易にするための特徴変換パラメータを設定した後、教示型分類器の学習により分類条件を設定する構成とする。

[0010] あるいは、本発明の欠陥分類方法および装置は、特徴量抽出部、欠陥分類部、分類条件設定部を含み、欠陥分類部は、複数の分類器を直列に接続した構成とする。分類条件設定部は、欠陥の特徴量と正解のクラスを対応づけて教示する機能と分類の優先順位を指定する機能を有する。また、教示された特徴量データをもとに、上流の分類器から順に、優先順位の高い欠陥クラスを割り当て、割り当てたクラスを高い正解率で他のクラスから分類するよう学習することにより、分類条件を設定する構成とする。

[0011] あるいは、本発明の欠陥分類方法および装置は、特徴量抽出部、欠陥分類部、分類条件設定部を含み、欠陥分類部は、複数の分類器を有し、それぞれの分類結果を統合する機能を有する。分類条件設定部は、欠陥の特徴量と正解のクラスを対応づけて教示する機能と分類の優先順位を指定する機能を有する。また、教示された特徴量データをもとに、クラス毎にそのクラスの正解率が高くなるようカスタマイズされた分類器の学習を行い、分類の優先順位に基づいて各分類器の重みづけ係数を設定する構成とする。

[0012] あるいは、本発明の欠陥分類方法および装置は、特徴量抽出部、欠陥分類部、分類条件設定部を含み、欠陥分類部は、複数の分類器をツリー状に接続

した構成とする。分類条件設定部は、欠陥の特徴量と正解のクラスを対応づけて教示する機能と階層的な分類と階層別正解率目標を指定する機能を有する。また、教示された特徴量データをもとに、上流の分類器から順に、階層的な分類を行うようにし、階層別の目標を満たすように学習することにより、分類条件を設定する構成とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、欠陥の特徴量と正解のクラスを対応づけて教示するとともに、分類の優先順位を指定することにより、特徴変換と一つ以上の教示型分類器の組合せ、あるいは複数の教示型分類器の組合せからなる欠陥分類の条件を、重要欠陥のピュリティまたはアキュラシーまたはその両方が目標値以上になるように設定することが可能となる。あるいは、誤分類をさせたくない欠陥種間の誤分類率を目標値以下に設定することが可能となる。

発明を実施するための最良の形態

[0014] 以下に、図面を用いて実施例を詳細に説明する。

実施例 1

[0015] 以下、本発明の第一の実施例を図１から１６を用いて詳細に説明する。実施例として、半導体ウェハを対象とした光学式外観検査装置を例にとる。図１は装置の構成の一例を示したものである。１１は半導体ウェハなどの被検査物、１２は被検査物１１を搭載し、移動させるステージ、１３は検出部で、被検査物１１を照射するための光源１０１、光源１０１から出射した光を集光する照明光学系１０２、照明光学系１０２で集光された照明光で被検査物１１を照明し、反射して得られる光学像を結像させる対物レンズ１０３、結像された光学像を明るさに応じて画像信号に変換するイメージセンサ１０４により構成される。１４は画像処理部で、検出部１３で検出された画像により試料であるウェハ上の欠陥候補を検出する。ここで、光源１０１は、例えばランプ光源やレーザ光源であり、イメージセンサ１０４は、例えばCCDリニアセンサやTDIセンサ、あるいはフォトマルなどである。

[0016] 画像処理部１４は、検出部１３のイメージセンサ１０４からの入力信号を

デジタル信号に変換するＡＤ変換部１０５、ＡＤ変換されたデジタル信号に対してシェーディング補正、暗レベル補正等の画像補正を行う前処理部１０６、隣接するダイの対応する位置から検出された参照画像と検出画像の比較を行い、差の値が別途設定されたしきい値より大きい部分を欠陥として出力する欠陥判定部１０７、検出欠陥の位置を中心とし、予め定められたサイズで検出画像と参照画像を切出す画像切出部１０８、切出した画像から特徴量を算出する特徴抽出部１０９、算出した特徴量に基づいて欠陥を分類する欠陥分類部１１０から構成される。

[0017] １５は全体制御部で、検出された欠陥の座標、特徴量、画像などを記憶する記憶装置１１２、ユーザからの検査パラメータの変更を受け付けたり、検出された欠陥情報を表示したりするユーザインターフェース部１１３、各種制御を行うＣＰＵで構成される。１１４は全体制御部からの制御指令に基づいてステージ１２を駆動するメカニカルコントローラである。なお、図示していないが、画像処理部１４、検出部１３等も全体制御部１５からの指令により駆動される。１１１は分類条件設定部であり、欠陥の特徴量に基づき欠陥クラスを決定する分類条件を設定する。

１６はレビュー装置であり、検査装置には含まれないが、データの授受が可能なようになっている。

[0018] 次に、図１に示す検査装置による欠陥検出方法について説明する。

被検査物である半導体ウェハ１１は、図２に示すように同一であるはずのパターンのダイ２１が多数、規則的に並んでいる。隣接する２つのダイの同じ位置、例えば図２の領域２２とそれに隣接するチップの領域２３との間で画像を比較し、両者の間に差異がある部分を欠陥として検出する。

[0019] その作用を説明すると、全体制御部１５では、被検査物である半導体ウェハ１１をステージ１２により、例えば図２に示すスキャンＡの方向と反対の方向へ連続的に移動させる。このステージ１２の連続的な移動に同期して、検出部１３のイメージセンサ１０４でスキャンＡの方向に順次被検査物１１の光学像が検出されて、チップの像が検出部１３より取り込まれる。検出部

１３のイメージセンサ１０４は入力された信号を画像処理部１４に出力する。画像処理部１４では、まず入力されたアナログ信号をＡＤ変換部１０５でデジタル信号に変換し、前処理部１０６にてシェーディング補正、暗レベル補正などを行う。

[0020] 欠陥判定部１０７では例えば、隣接する２つのダイの対応する領域の画像比較により、欠陥判定を行う。画像切出部１０８では、検出された欠陥の位置を中心として予め定められたサイズで検出画像を切出す。比較検査を行う場合の参照画像およびしきい値画像を切出すこともある。特徴抽出部１０９では、複数の欠陥候補各々について、切出した画像に基づいて欠陥のサイズを表す特徴量、欠陥の明るさを表す特徴量、欠陥の形状を表す特徴量、背景の情報を表す特徴量などの欠陥分類に用いる特徴量を算出する。

[0021] 欠陥分類部１１０では、予め分類条件設定部１１１で設定された条件を用いて分類を行い各欠陥のクラス情報を出力する。画像切出部１０８から出力される画像情報、特徴抽出部１０９から出力される欠陥の特徴量および欠陥分類部１１０から出力される欠陥クラス情報は、記憶装置１１２に保存される。また、ユーザインターフェース部１１３を介して、ユーザに提示される。

[0022] 欠陥分類部１１０および分類条件設定部１１１の関係を、図３を用いて詳細に説明する。図３は、画像処理部１４と分類条件設定部１１１の間のデータの流れを示したものである。上記作用により、欠陥判定部１０７は欠陥の位置情報を出力する。画像切出部１０８は、欠陥の位置情報をもとに欠陥部の画像を切り出して出力する。特徴抽出部１０９は、欠陥部画像から特徴量を抽出して出力する。欠陥分類部１１０は特徴量に基づいて欠陥を分類し欠陥クラス情報を出力する。分類条件設定時には、レビュー装置１６は欠陥の座標を元に、レビュー、分類を行い欠陥のクラスおよびレビュー画像を出力する。分類条件設定部１１１は特徴抽出部１０９から出力される欠陥の特徴量とレビュー装置１６から出力される欠陥クラスを対応付けたものを教示データとし、別途入力される分類の優先順位に基づき分類条件を設定し、分類

条件を出力する。

[0023] 次に、欠陥分類部１１０における動作について、図４ないし図７を用いて説明する。

図４は、欠陥分類部１１０の第一の構成例である。特徴変換部４０１と分類器４０２からなる。特徴変換部４０１は、特徴量を入力し、予め設定された特徴変換パラメータを用いて特徴変換する。ここで、特徴変換パラメータは、分類条件設定部１１１において、指定された分類の優先順位に基づいて、優先順位の高い分類を容易にするように設定されるものとする。線形変換の場合Ｍ×Ｎの行列で表される。ただしMは変換後の特徴次元数、Ｎはもとの特徴次元数である。

[0024] 分類器４０２は、変換後の特徴量を入力し、予め設定された分類条件に基づいて欠陥分類を行い、欠陥クラス情報を出力する。分類器４０２としては、教示型の分類器であればなんでもよい。例えば、最近傍法、最小距離法、部分空間法、決定木法、ファジーボーティング法、フレキシブルナイブベイズ法、ニューラルネットワーク、サポートベクターマシン（ＳＶＭ）などによるものが考えられる。複数の分類器を実装しておき、選択使用可能なようにしておくとよい。分類器の種類によって学習に必要なパラメータが異なるので、それに応じた入力が可能なようにしておく。分類条件として設定するものも分類器の種類によって異なるため、対応するフォーマットを準備しておく。

[0025] 図５は、欠陥分類部１１０の第二の構成例である。複数の分類器４０２ａ～４０２ｄを直列につなげた構成としている。一つ一つの分類器はあるクラスとその他のクラスを分類する２クラス分類器である。例えば分類器４０２ａはクラスＡとその他を分類する。その他と判定されたものは分類器４０２ｂに送られる。同様にクラスＢ、クラスＣと順に判定していく。最後の分類器４０２ｄは残った２つのクラスDおよびEをそれぞれのクラスに分類するものである。分類器の種類は教示型であればどんなものでもよいが、２クラスの分類に適したものには、サポートベクターマシン（ＳＶＭ）や線形判別法

がある。

[0026] 図６は、欠陥分類部１１０の第三の構成例である。複数の分類器４０２e～４０２ｇを並列につなげたものと統合判定部４０３からなる。各分類器は各欠陥クラスに対応しており、そのクラスの正解率が高くなるよう分類条件E～Gを設定されるものとする。分類器４０２e～４０２ｇは、分類条件E～Gに従って分類を行い、暫定欠陥クラスE～Gを出力する。統合判定部４０３は、暫定欠陥クラスE～Gと予め設定された統合判定条件に基づいて欠陥クラスの判定を行う。

[0027] 図７は、欠陥分類部１１０の第四の構成例である。複数の分類器をツリー状につなげた構成としている。分類器４０２ｈは入力した特徴量と分類条件Hに基づいて大分類を行い、大分類コードを出力する。大分類コードの判定によって分類器４０２ｉ～４０２ｋのいずれかに送られる。分類器４０２ｉ～４０２ｋは、対応する分類条件Ｉ～Ｊに基づいて、分類を行い欠陥クラス情報を出力する。ここで、図７は、先頭の分類器の下に３個の分類器をつないだ構成を示しているが、つなぐ分類器の数は２個以上であれば何個でもよい。また、さらにその下に２個以上の分類器をつないでもよく、図示する構成に限定されないものとする。

[0028] 次に、分類条件設定部１１１における動作について説明する。分類条件設定部１１１は、教示データの入力、分類の優先順位指定、分類条件の自動設定、設定条件による分類評価結果の表示を行う。これらは、一つ前の処理が実行されていなければ、実行できないものとする。分類の優先順位指定とは、例えば、特定の欠陥についてアキュラシーあるいはピュリティが高くなることを全体の正解率より優先したい、というような要望を指定する機能である。

[0029] 欠陥分類部１１０が図４に示すように特徴変換部と分類器からなる場合について、図８ないし図１４を用いて説明する。

図８は、分類条件設定部１１１において分類の優先順位を指定するためのＧＵＩの第一の例である。優先順位指定ウィンドウ８０１では、優先順位に対

応づけて欠陥クラス、アキュラシーまたはピュリティの選択、目標性能を指定する。欠陥クラスは欠陥クラス選択リスト８０２から選択して指定する。リストには、教示データに含まれる全種類のクラスコードおよびクラス名と“all”、“minimum”が含まれている。“all”は全欠陥の正解率、“minimum”は各クラスのアキュラシーまたはピュリティの最悪値とする。アキュラシー・ピュリティ選択リスト８０３によりどちらかを選択し、目標設定ウィンドウ８０４への数値入力により、目標性能を設定する。設定は基本的に優先順位の上位から順に行うため、設定済みの項目のすぐ下の欄にのみ新しい項目が入力できるようになっている。設定後に優先順位変更ボタン８０５ａ、８０５ｂを用いて優先順位を変更することができる。“up”を押すとすぐ上の項目と入れ替わり、“down”を押すとすぐ下の項目と入れ替わる。新しい項目を挿入したい場合は、一番下の欄に入力したのち“up”ボタンにより挿入したい箇所に移動させる。ＯＫボタン８０６押下により、入力された設定が記憶され、優先順位の指定を終了する。キャンセルボタン８０７の押下により、入力された設定は破棄され、終了する。

[0030] 図９は、上記で指定された分類の優先順位に基づいて、図４に示す、特徴変換と分類器からなる欠陥分類の条件設定のフローを表す図である。特徴変換は線形変換とし、分類に適した特徴軸を設定するための変換行列を求めることを目的とする。分類に適した特徴軸とは、同じクラスは近くにあり、異なるクラスは遠くにあるような軸のことである。このため、線形判別法では、クラス内分散・クラス間分散比最大基準で変換行列を求めている。

[0031] 本発明では、クラス毎に求めているクラス内分散とクラス間分散に優先順位を考慮して重みづけを施すことにより、優先順位つきの目標を達成することを考える。最初に、N＝１とおき、重みを初期化する。均一な重みとすればよい（９０１）。次に、重みつきのクラス内共分散およびクラス間共分散を求める（９０２）。クラス毎のクラス内分散とクラス間分散を線形判別法と同様に求めた上で、重みをかけて和を計算する。クラス毎の計算は、非特許文献１記載のパラメトリックな手法、非特許文献２記載のノンパラメトリッ

クな手法と同様の計算方法でもよい。

[0032] 次に、クラス内分散・クラス間分散比最大基準で変換行列を求める（９０３）。次に教示した特徴量データを変換行列を用いて変換する（９０４）。次に、分類器選択および学習に必要なパラメータ設定を行った上で学習を実行させ評価を行う（９０５）。評価方法は１個をテストサンプルとし、残りを教示サンプルとする評価を欠陥数分繰り返す、リーブワンアウト法（一つ抜き法ともいう）が望ましい。教示した正解欠陥クラスに対して学習した分類条件でどの欠陥クラスに分類されるかを集計した、コンフュージョンマトリクスを出力する。分類器選択およびパラメータ設定を網羅的あるいはランダムに行い、最も良い結果となるものを選んでもよい。このとき、分類器選択は全ての分類器から行ってもよいし、予め範囲を指定しておいてもよい。

[0033] 次に、優先順位N-1番目までの目標をコンフュージョンマトリクスの対応する部分と比較してチェックする（９０６）。目標達成していない場合は終了であり、前回の結果を最終結果とする（９１２）。前回は優先順位N-1番目までの目標を達成しているはずである。優先順位N-1番目まで目標達成している場合は優先順位N番目の目標をチェックする（９０７）。目標達成している場合は、Nを1個加算する（９０８）。Nが目標数を超えた場合
は（９０９）、終了する（９１０）。そうでない場合はステップ９０７に戻る。ステップ
９０７で目標達成していない場合は対応するクラスの分類しやすさを向上させるため、重みづけの変更を行い（９１１）、ステップ９０２に戻る。重みの変更は、対応するクラスの重みを増し、その他のクラスの重みを減じるよう、例えば数１に従って行う。

[0034] [数1]

$$w_i = \begin{cases} w_i & (i < N) \\ w_i + \alpha & (i = N) \\ w_i - \alpha / (C - N) & (i > N) \end{cases} \quad \cdots (数1)$$

ここでCはクラス数、wiはクラスiに関連付けられた重みである。ｉは優先順位に合わせてソートされているものとする。αは変更量を制御するパラメータである。ここで、重みの変更方法は上記に限定されるものではなく、各クラスについて目標との乖離度、余裕度を加味して加減量の制御を行ってもよい。また、ここまでの重みの変化量とクラス別のピュリティ、アキュラシーの変化量の関係を記録しておき、変化量の比をもとに加減量の制御を行ってもよい。

[0035] 最終結果は、図８に示すＧＵＩで優先順位をつけて指定された目標に対する達成度とともに表示される。図１０は、目標達成度の評価を表示するＧＵＩの例である。評価結果表示ウィンドウ１００１には達成度評価結果表示ウィンドウ１００２とコンフュージョンマトリクス１００３が表示される。両者は同じ結果を異なる視点で表示したものである。

[0036] 達成度評価結果ウィンドウ１００２には、優先順位順に欠陥クラス、アキュラシーまたはピュリティの選択、目標性能、性能評価結果、目標との差、判定を表示する。コンフュージョンマトリクス１００３は教示した正解欠陥クラスに対して学習した分類条件でどの欠陥クラスに分類されるかを集計したものである。最右列にはアキュラシー、すなわち学習された分類条件による欠陥クラス別の正解率が表示される。最下段にはピュリティ、すなわち学習された分類条件によってある欠陥クラスに分類される欠陥のうちの、正しく分類された欠陥数の割合が表示される。右下コーナーには全体の正解率が表示される。

[0037] 目標性能を指定された項目について、アキュラシーの右あるいはピュリティの下に優先順位と判定を表示する。コンフュージョンマトリクスを表示することにより、どの欠陥クラスで誤りやすいかといった情報を得ることができる。評価結果に基づき、ＯＫと判断した場合は登録ボタン１００４押下により、最終的に得られた変換行列を用いて特徴変換を行い、最終的な分類器、パラメータを用い、教示データ全ての学習により分類条件を設定し、特徴

変換行列とともに記憶装置１１２に登録して終了する。ＮＧと判断した場合は終了ボタン１００５押下により表示内容と最終的に得られた変換行列、最終的な分類器、パラメータを仮登録して終了する。前回ボタン１００６押下により、前回の仮登録データを表示する。表示中のデータが仮登録されていない場合は、仮登録を行う。前回ボタン１００６押下により表示させた画面においては、次回ボタン１００７押下により、次回の仮登録データを表示する。これらのボタンにより、分類の優先順位指定を変更した場合にも、変更前後の違いを確認することができる。

[0038] 分類器の分類条件は分類器の種類によって異なる。例えば、最近傍法であれば、教示データの特徴変換後の特徴量と正解クラスをそのまま記憶しておく。最小距離法であれば、クラス毎の平均特徴量を計算しておく。

[0039] 分類の優先順位指定方法の別の例について図１１ないし図１３を用いて説明する。

図１１は、分類条件設定部１１１において分類の優先順位を指定するためのＧＵＩの第二の例である。欠陥クラスを階層的に定義することにより、お互いに誤分類すると困るグループと、誤分類しても影響の小さいグループを区別しようという考え方である。階層的分類コード指定ウィンドウ１１０１では、定義済みの欠陥クラスが欠陥クラスウィンドウ１１０２にリストアップされている。お互いに誤分類すると最も困るグループに異なる大分類コードを割り当て、大分類コードウィンドウ１１０３で設定する。

[0040] 大分類コードは、１００、２００、３００、…と１００単位の数から選べるようにしておく。図１１の例では、致命欠陥であるＡ～ＥがＦのニューサンスに誤分類されることが最も困るという考えの下に大分類コードを決めている。ひとつの大分類コードに３個以上の欠陥クラスがある場合は、お互いに誤分類すると次に困るグループに異なる中分類コードを割り当て、中分類コードウィンドウ１１０４で設定する。

[0041] 中分類コードは百の位の数字を大分類コードと同じとし、１０単位の数から選べるようにしておく。図１１の例では発生原因が異なる異物とパターン

欠陥と凹欠陥を異なるグループとして中分類コードを決めている。ウィンドウ１１０５～１１０７は目標設定ウィンドウである。ウィンドウ１１０５には大分類間、ウィンドウ１１０６には中分類間、ウィンドウ１１０７には中分類より細かい分類の、分類正解率目標を設定する。目標値は大分類を対象とするときは高く、だんだん低くなるよう設定しなければならない。ＯＫボタン１１０８押下により、入力された設定が記憶され、終了する。キャンセルボタン１１０９の押下により、入力された設定は破棄され、終了する。

[0042] 上記で指定された階層的分類コードと階層別の目標に基づいて、図４に示す、特徴変換と分類器からなる欠陥分類の条件設定を行う方法について説明する。前述の方法と同様、特徴変換は線形変換とし、分類に適した特徴軸を設定するための変換行列を求めることを目的とする。クラス内分散・クラス間分散比最大基準で変換行列を求める過程において、クラス毎に求めているクラス内分散とクラス間分散に階層的分類を考慮して重みづけを施す。

[0043] まず、クラス内分散については重み一定とする。次に、クラス間分散については、クラスの組合せを、大分類をまたぐもの、大分類は同じだが中分類をまたぐもの、同じ中分類のものにわけ、分類正解率目標に応じた重みをかけて計算する。クラス内分散・クラス間分散比最大基準で変換行列を求め、特徴量データを変換する。分類器選択および学習に必要なパラメータ設定を行った上で学習を実行させ一つ抜き評価を行う。階層ごとにコンフュージョンマトリクスを計算し、表示する。

[0044] 図１２は、図１１に示すＧＵＩで階層毎に指定した目標に対する評価結果を表示するＧＵＩの例である。評価結果表示ウィンドウ１２０１は、階層別分類コード表示ウィンドウ１２０２と階層別目標表示ウィンドウ１２０３とコンフュージョンマトリクス１２０４からなる。階層別分類コード表示ウィンドウ１２０２には、定義済みの欠陥クラスコード、欠陥クラス名、指定された大分類コードおよび中分類コードが表示されている。中分類コードが小さい順にソートされているものとする。

[0045] Ａ～Ｅの記号は欠陥クラス毎に割り当てられており、コンフュージョンマ

トリクスとの対応付けがなされている。階層別目標表示ウィンドウ１２０３には、階層毎に設定した、分類正解率の目標が表示されている。コンフュージョンマトリクス１２０４は、教示した正解欠陥クラスに対して学習した分類条件でどの欠陥クラスに分類されるかを集計したものである。図に示すように、Ｌ１～Ｌ３列にはアキュラシー、すなわち学習された分類条件による欠陥クラスまたは中分類コードまたは大分類コード別の正解率が表示される。Ｌ１は教示された欠陥クラス、Ｌ２は中分類コード、Ｌ３は大分類コードに対応している。

[0046] Ｌ１～Ｌ３段にはピュリティ、すなわち学習された分類条件によってある欠陥クラスまたは中分類コードまたは大分類コードに分類される欠陥のうちの、正しく分類された欠陥数の割合が表示される。Ｌ１～Ｌ３列とＬ１～Ｌ３段が交差する欄には全体の正解率が表示される。評価はまずＬ３列、Ｌ３段の数値と大分類の目標を比較する。図の例では目標を達成していることがわかる。

[0047] 次にＬ２列、Ｌ２段の数値と中分類の目標を比較する。図の例では、クラスＤＥのグループつまり中分類コード１３０のアキュラシー、ピュリティとも目標に達していないことがわかる。Ｌ１列、Ｌ１段の数値をその他の目標と比較すると、クラスＥのアキュラシー、ピュリティが低いことがわかる。さらに詳細に調べると、クラスＥの欠陥がクラスＡに誤分類されることが多いことがわかる。

[0048] このことから、クラスＥとクラスＡのクラス間分散の重みを増やして変換行列を算出すれば、目標を達成する方向に改善されると予想できる。重み変更ボタン１２０５押下により、図示はしないが重み変更ウィンドウが表示され、重みを変更することができる。変更後、再度特徴変換行列の計算が行われ、同様の処理を経て、評価結果表示ウィンドウ１２０１が表示される。改善の必要のない場合は、登録ボタン１２０６押下により、最終的に得られた変換行列を用いて特徴変換を行い、最終的な分類器、パラメータを用い、教示データ全ての学習により分類条件を設定し、特徴変換行列とともに記憶装

置１１２に登録して終了する。目標を達成していないが改善を断念する場合は終了ボタン１２０７押下により何もしないで終了する。

[0049] 上記の重み変更を自動化することも考えられる。図１３は、階層的分類コードと階層別の目標に基づいて、特徴変換行列を自動算出するためのフローを表す図である。最初に、クラスの組合せを、大分類が異なるもの、大分類は同じだが中分類が異なるもの、その他に分ける（１３０１）。次に、N=1とおき、階層別の目標に応じて重みを初期化する（１３０２）。次に、重みつきのクラス内共分散およびクラス間共分散を求める（１３０３）。クラス毎のクラス内分散とクラス間分散を線形判別法と同様に求めた上で、重みをかけて和を計算する。

[0050] 次に、クラス内分散・クラス間分散比最大基準で変換行列を求める（１３０４）。次に教示した特徴量データを変換行列を用いて変換する（１３０５）。次に、分類器選択および学習に必要なパラメータ設定を行った上で学習を実行させ、リーブワンアウト法で評価を行う（１３０６）。分類器選択およびパラメータ設定を網羅的あるいはランダムに行い、最も良い結果となるものを選んでもよい。

[0051] 図１２に示すコンフュージョンマトリクスを計算しておく。次に、大分類の目標をコンフュージョンマトリクスの対応する部分と比較してチェックする（１３０７）。ＯＫならばN=2として（１３０８）、中分類の目標をコンフュージョンマトリクスの対応する部分と比較してチェックする（１３０９）。ＯＫならばN=3として（１３１０）、その他の目標をコンフュージョンマトリクスの対応する部分と比較してチェックする（１３１１）。ＯＫならば終了である（１３１４）。目標をすべて達成しているはずである。ステップ１３０７において目標達成していない場合、N＞1ならば終了であり、前回の結果を最終結果とする（１３１５）。前回は大分類の目標を達成しているはずである。ステップ１３０９において目標達成していない場合、N＞2ならば終了であり、前回の結果を最終結果とする（１３１５）。前回は中分類および大分類の目標を達成しているはずである。

[0052] 重みの変更により既に達成していた目標を達成できなくなった場合はもとに戻して、これ以上の重み変更を行わないということである。ステップ１３０７、１３０９、１３１１において、目標達成していないが上記に当てはまらない場合は、コンフュージョンマトリクスに基づいて、目標未達の要因となるクラスの組合せを見つける（１３１２）。例えば前述のクラスＡとＥである。目標未達の要因となるクラスの組合せのクラス間を分離させるため、重みづけの変更を行い（１３１３）、ステップ１３０３に戻る。重みづけの変更は、対応するクラスの組合せの重みを増し、その他の組合せの重みを減じるようにする。

[0053] 分類の優先順位指定方法の方法は上記の二例に限定されない。重要な欠陥クラスかそうでないかを指定するだけでもよいし、欠陥クラスに順位をつけるだけでもよい。アキュラシーとピュリティの目標を１個だけ定め、前者の場合は重要な欠陥クラスのうちアキュラシーおよびピュリティが低いものから目標を達成するよう学習するとよい。後者の場合は優先順に目標を達成するよう学習するとよい。

[0054] 以上により、特徴変換部４０１と分類器４０２からなる欠陥分類部１１０を有する欠陥分類装置において、ユーザが指定した分類の優先順位に基づいて、優先順位の高い分類の正解率を高くするよう、分類条件を設定することが可能となる。すなわち、第一の例によれば、重要な欠陥を見逃さないようにする、あるいは重要な欠陥のピュリティを高くするなどのニーズに応えることが可能となる。最低アキュラシーの目標を設定することにより、落ちこぼれをなくすことも可能となる。第二の例によれば、致命欠陥と非致命欠陥のように、誤分類したくない欠陥クラスの組合せについて、そのクラス間の誤分類を低減するなどのニーズに応えることが可能となる。

[0055] 以上の説明において、欠陥分類部の入力となる特徴量データは、特徴抽出部１０９の出力をそのまま使うこととしていたが、特徴量毎に$x=(x-\mu)/\sigma$の式により標準化しておくとよい。ここでxは特徴量の値、μは平均、σは標準偏差である。特徴量が非負の場合、１以下の０でない実数λを用いて特徴量

の値をλ乗してスケールを変換してから標準化を行うと、正解率が向上する場合がある。また、特徴量間の比をとるなど、なんらかの演算を行って新しい特徴量を追加したものを用いてもよい。このような特徴量の変換、追加は、特徴抽出部１０９の内部で行うようにするとよい。

[0056] 以上の説明では、欠陥クラスの情報はレビュー装置１６の出力としていたが、図３に示す構成において、欠陥判定部１０７から欠陥座標、画像切出部１０８から検査画像、レビュー装置１６からレビュー画像を、分類条件設定部１１１に集めて、目視分類によって教示データを作成する構成としてもよい。

[0057] 図１４は、分類条件設定部１１１において、検査画像およびレビュー画像を表示して目視分類するための欠陥教示ＧＵＩの例である。ウェハマップ表示ウィンドウ１４０１、ダイマップ表示ウィンドウ１４０２にはそれぞれウェハ上またはダイ上の欠陥位置を表すマップを表示される。検査画像表示ウィンドウ１４０３には、欠陥クラス毎に欠陥ＩＤ順に検査画像が表示される。全ての欠陥が重複なくいずれかのクラスまたは未分類の欄に表示される。画像のドラッグアンドドロップによって、対応する欠陥の欠陥クラスを教示することができる。検査情報詳細表示ウィンドウ１４０４には、選択された欠陥の検査装置による欠陥画像１４０５、参照画像１４０６、レビュー装置による欠陥画像１４０７、参照画像１４０８、特徴量一覧１４０９が表示される。欠陥の選択は、ウェハマップ上での欠陥点のクリック、ダイマップ上での欠陥点のクリック、検査画像表示ウィンドウ１４０３上での検査画像のクリックのいずれかによってなされる。この方法によれば、レビューしていない欠陥についても検査画像に基づいて欠陥クラスを教示することが可能である。判別できなければ、未分類の欄に残しておけばよい。したがって、教示サンプル数を増やすことができ、その結果正しい分類条件設定が可能となる。このように目視分類した結果は、クラス情報付特徴量データとして記憶装置１１２に記憶しておくとよい。

[0058] 次に、欠陥分類部１１０が図５に示すように複数の分類器を直列につなげ

た構成である場合の分類条件設定部１１１における動作について、図１５を用いて説明する。

分類の優先順位の指定は、図８に示すＧＵＩを用いて、クラス毎のピュリティおよびアキュラシーの目標を優先順位をつけて設定するものとする。上流の分類器から順に、優先順位の高い欠陥クラスを割り当て、割り当てたクラスを高い正解率で他のクラスから分類するよう学習することにより、分類条件を設定する構成とする。

[0059] 図１５は、分類器を直列につなげた構成の欠陥分類の条件設定フローを表す。まず、欠陥クラスを設定した目標への登場順にリストアップする（１５０１）。欠陥クラス毎のピュリティおよびアキュラシーの目標は記録しておく。N=1とし（１５０２）、N番目の欠陥クラスと他のクラスを分類するN番目の分類器の分類条件を設定する（１５０３）。N=1のとき、図５の分類器４０２ａがこれに相当する。分類器選択およびパラメータ設定を網羅的あるいはランダムに行い、リーブワンアウト法で評価する。ここで上流の分類器で誤分類してしまったものもアキュラシーの計算に含めることとする。アキュラシーが目標を達成したものの中から、ピュリティが最も高くなるものを選ぶとよい。ピュリティが低いと他の欠陥クラスのアキュラシー低下をまねくからである。選択した分類器およびパラメータを用い全教示データによる学習を行い、分類条件を設定する。残りの欠陥クラス数が１個ならば（１５０４）、終了する（１５０９）。N番目の分類器でその他のクラスに判定されたものは残りの１個の欠陥クラスと判定する。

[0060] 次に、教示データから、N番目の分類器でN番目のクラスに判定されたもの、つまり図５に示す分類器４０２から下向きに出て行くデータを除く（１５０５）。Nを１個加算する（１５０６）。ステップ１５０１で作成したリストに欠陥クラスが残っていれば（１５０７）、ステップ１５０３に戻る。残っていなければ、設定した目標に登場しない残りの欠陥クラスを分類するための最後の分類器の分類条件を設定する（１５０８）。分類器選択およびパラメータ設定を網羅的あるいはランダムに行い、リーブワンアウト法で評価す

る。全体正解率または最低アキュラシーが最も高いものを選択する。選択した分類器およびパラメータを用い全教示データによる学習を行い、分類条件を設定する。

[0061] この場合も、重要な欠陥クラスかそうでないかを指定するだけでもよいし、欠陥クラスに順位をつけるだけでもよい。ピュリティおよびアキュラシーの目標を一個だけ決めることにより、上記と同様の処理が可能となる。

[0062] 図１１に示す結果表示ウィンドウ１００１を表示し、登録ボタン１００４押下により、個々の分類器の分類条件を登録して終了、終了ボタン１００５押下により、表示内容と最終的な分類器、パラメータと分類器の配置を仮登録して終了する。前回ボタン１００６押下により、前回の仮登録データを表示する。表示中のデータが仮登録されていない場合は、仮登録を行う。前回ボタン１００６押下により表示させた画面においては、次回ボタン１００７押下により、次回の仮登録データを表示する。

[0063] 次に、欠陥分類部１１０が図６に示すように複数の分類器を並列につなげた構成である場合の分類条件設定部１１１における動作について、図１６を用いて説明する。分類の優先順位の指定は、図８に示すＧＵＩを用いて、クラス毎のピュリティおよびアキュラシーの目標を優先順位をつけて設定するものとする。統合判定部４０３は各分類器の結果の重み付投票により欠陥クラスを決定するものとする。すなわち、次式で算出されるクラスkの得票P(Ck)が最大となるkと決定する。

[0064] [数2]

$$P(C_k)=\sum_j \sum_i w_{jk}^{(i)} P_i(C_j) \qquad \cdots(数2)$$

ただし、Pi(Cj)は、i番目の分類器でクラスjと判定されれば1、その他と判定されれば0とする。クラス毎にそのクラスの正解率が高くなるようカスタマイズされた分類器の学習を行い、分類の優先順位に基づいて重みづけ係数wjk

(i)を設定する構成とする。

[0065] 図１６は、分類器を並列につなげた構成の欠陥分類の条件設定フローを表す。まず、欠陥クラス数分の分類器の分類条件を設定する（１６０１）。N番目の分類器では、N番目の欠陥クラスの正解率が高くなるようにする。例えば、分類器選択およびパラメータ設定を網羅的あるいはランダムに行い、リーブワンアウト法で評価し、N番目の欠陥クラスのピュリティまたはアキュラシーの低い方が、最も高くなるものを選択するとよい。選択した分類器およびパラメータを用い全教示データによる学習を行い、分類条件を設定する。各分類器による教示データの判定結果を調べておく（１６０２）。その後、重みwjk(i)を設定する。まず、N=1とし、重みの初期設定を行う（１６０３）。ｊ＝ｋのとき１、そうでなければ０とする。あるいは、ステップ１６０１で得られるコンフュージョンマトリクスに基づいて、以下の通り計算する。

[0066] [数3]

$$w_{jk}^{(i)} = \frac{\sum_{x \in C_k} P_i(C_j)}{\sum_{all} P_i(C_j)} \qquad \cdots(数3)$$

分母は分類器iでクラスjと判定された欠陥数、分子はうち真のクラスがクラスkの欠陥数である。

[0067] 次に、全ての教示データについて、ステップ１６０２で算出した判定結果を用いて重み付投票を行い、統合判定を行う（１６０４）。教示した正解欠陥クラスに対して学習した分類条件でどの欠陥クラスに分類されるかを集計した、コンフュージョンマトリクスを出力する。

[0068] 次に、優先順位N-1番目までの目標をコンフュージョンマトリクスの対応する部分と比較してチェックする（１６０５）。目標達成していない場合は終了であり、前回の結果を最終結果とする（１６１１）。前回は優先順位N-1番目までの目標を達成しているはずである。優先順位N-1番目まで目標達成して

いる場合は優先順位N番目の目標をチェックする（１６０６）。目標達成している場合は、Nを1個加算する（１６０７）。Nが目標数を超えた場合は（１６０８）、終了する（１６０９）。そうでない場合はステップ１６０６に戻る。

[0069] ステップ１６０６で目標達成していない場合は対応するクラスの分類しやすさを向上させるため、重みづけの変更を行い（１６１０）、ステップ１６０３に戻る。重みづけの変更は、N番目の目標に関連するクラスをmとするとm番目の分類器に関連する重みwm*(*)を増し、その他の重みを減じるようにする。ここで、重みの変更方法は上記に限定されるものではなく、各クラスについて目標との乖離度、余裕度を加味して加減量の制御を行ってもよい。また、ここまでの重みの変化量とクラス別のピュリティ、アキュラシーの変化量の関係を記録しておき、変化量の比をもとに加減量の制御を行ってもよい。

[0070] 図１１に示す結果表示ウィンドウ１００１を表示し、登録ボタン１００４押下により、個々の分類器の分類条件と統合判定条件を登録して終了、終了ボタン１００５押下により、表示内容と最終的な分類器、パラメータと分類器の配置、統合判定における重みを仮登録して終了する。前回ボタン１００６押下により、前回の仮登録データを表示する。表示中のデータが仮登録されていない場合は、仮登録を行う。前回ボタン１００６押下により表示させた画面においては、次回ボタン１００７押下により、次回の仮登録データを表示する。

[0071] また、N番目の分類器はN番目の欠陥クラスとその他のクラスを分類する２クラス分類器としてもよい。その他クラスと判定された場合は、j≠iについてPi(Cj)=1/(M-1)（Mはクラス数）とおけば、上記と同様に処理できる。
また、欠陥クラス毎にカスタマイズするのではなく、異なる種類の分類器を全体の正解率あるいは最低アキュラシーが最も高くなるよう学習してもよい。統合の重み設定は上記と同様とする。
分類の優先順位の指定方法としては、重要な欠陥クラスかそうでないかを指

定するだけでもよいし、欠陥クラスに順位をつけるだけでもよい。ピュリティおよびアキュラシーの目標を一個だけ決めることにより、上記と同様の処理が可能となる。

[0072] 次に、欠陥分類部１１０が図７に示すように複数の分類器をツリー状につなげた構成である場合の分類条件設定部１１１における動作について、図１６を用いて説明する。

[0073] 分類の優先順位の指定は、図９に示すＧＵＩを用いて、階層的分類コードと階層別目標を設定するものとする。初めに、大分類コードに従って分類する分類器の分類条件を設定する。図７の分類器４０２ｈに相当するものである。

[0074] 教示された特徴量データを用い、欠陥クラスを大分類コードに付け替えた上で、分類器の学習を行う。分類器選択およびパラメータ設定を網羅的あるいはランダムに行い、リーブワンアウト法で評価して、最も良い結果となるものを選ぶとよい。選択した分類器およびパラメータを用い全教示データによる学習を行い、分類条件を設定する。

[0075] 次に、各大分類コードについて以下を実施する。注目する大分類に２個以上の中分類コードが含まれる場合、中分類コードに従って分類する分類器を最初の分類器の下につなぎ、分類条件の設定を行う。最初の分類器によって注目する大分類に分類される教示データを抽出し、欠陥クラスを中分類コードに付け替えた上で分類器の学習を行う。注目する大分類に、中分類コードが１個しか含まれない場合、含まれる欠陥クラスの数により処理が異なる。欠陥クラスが1個の場合、注目する大分類と判定されたものは、その欠陥クラス

であると判定する。欠陥クラスが２個以上の場合、それらを分類する分類器を最初の分類器の下につなぎ、分類条件を設定する。最初の分類器によって注目する大分類に分類される教示データを抽出し、分類器の学習を行う。最初の分類器の下につながる分類器は最大で大分類コードの数である。

[0076] 次に、各中分類コードについて、以下を実施する。注目する中分類に２個

以上の欠陥クラスが含まれる場合、それらを分類する分類器を２段目の分類器の下につなぎ、分類条件の設定を行う。最初と２段目の分類器によって注目する中分類に分類される教示データを抽出し、分類器の学習を行う。注目する中分類に欠陥クラスが１個しか含まれない場合、注目する中分類と判定されるものはその欠陥クラスと判定する。

[0077] 図１２に示す結果表示ウィンドウ１２０１を表示し、登録ボタン１２０６押下により、分類器の接続関係と個々の分類器の分類条件を登録して終了、終了ボタン１２０７押下により、何もしないで終了する。

[0078] 本発明の欠陥分類方法および装置は、本実施例における装置構成に限定するものではない。

例えば、検出系１３を暗視野式あるいはＳＥＭ式とした場合にも同様の構成として、分類条件設定が可能である。また、暗視野光学系において、異なる角度から検出する検出光学系を設け、２センサまたはそれ以上で画像検出し、それぞれに欠陥検出、画像切り出し、特徴抽出して得られる特徴量データを、併せて用いて欠陥分類する構成としてもよい。２回またはそれ以上の検査を異なる光学条件で行い、検出された欠陥の座標突合せを行った上で、得られる特徴量データを併せて欠陥分類する構成としてもよい。あるいは、それぞれの検査条件で得られた特徴量データを用いて個別に分類条件を設定する構成としてもよい。

[0079] 検査実行時には、検査条件に対応する分類条件に従って分類を行い、欠陥クラスとともにその信頼度、例えばその欠陥クラスのピュリティなど（分類条件設定時に算出しておく）の情報を付加しておき、検出された各欠陥について、複数の検査で付加された欠陥クラスの多数決あるいは信頼度重み付多数決で欠陥クラスを決定する構成とする。

[0080] また、これまで同一の形状となるパターンが形成されたウェハの比較による外観検査を例にとって説明してきたが、本発明の欠陥分類方法は、パターンなしウェハの欠陥分類にも適用可能である。パターンなしウェハの欠陥検出方式について説明する。回転ステージに保持されたウェハにレーザ光を照

射し、ウェハ表面の散乱光を集光し、センサにより検出する。異なる角度に配置したセンサにより同様に散乱光を検出する。このような検出系は全方位をカバーするように構成するとよい。検出信号と予め設定されたしきい値を比較することにより、欠陥を検出する。複数の検出系のうち、一箇所でもしきい値を超えたものは欠陥として検出するようにする。欠陥の大きさ、形状によって強い散乱光が発生する方向が異なるため、複数の検出系で検出された信号の大きさと検出系間の比率を特徴量データとして、欠陥分類を行うことができる。抽出した特徴量データは、パターンつきウェハ検査装置の特徴量データと同様の処理が可能である。したがって、上記の方法で分類条件を設定することができる。

[0081] 本発明の欠陥分類方法は、さらに、ハードディスク基板、ＰＤＰ、ＴＦＴ、ホトマスク、フィルムなどの欠陥分類にも適用可能である。対象物に光または電子線を照射して、検出信号あるいは画像を取得し、信号処理または画像処理により正常からの逸脱を欠陥として検出する外観検査すべてに適用可能である。このような外観検査においては検出信号あるいは画像から、信号処理または画像処理により特徴量を算出することができ、算出した特徴量は上記説明と同様の処理を施すことができる。また、欠陥位置情報に基づき欠陥の高倍率の観察像を取得する、レビューにも適用可能である。

実施例 2

[0082] 第一の実施例では、分類条件設定部において目標達成度を評価した後、設定した分類条件を採用（保存）するかどうかのみ、ユーザが判断していた。しかし、目標に到達しない場合に、妥協して採用するか、欠陥分類を断念するかの選択肢しかなく、ニーズに応えられないことも考えられる。第二の実施例では、ユーザに他の選択肢を提供することを考える。

[0083] 以下、本発明の第二の実施例を図１７を用いて詳細に説明する。

実施例として、半導体ウェハを対象とした光学式外観検査装置を例にとる。図１７は装置の構成の一例を示したものである。構成、動作とも第一の実施例とほぼ同じであるため、異なる部分を説明する。特徴切換部１７０１は、

特徴抽出部１０９において算出する特徴量を指定する。特徴切換部１７０１を備えるのは、検査対象や光学条件によって分類に有効な特徴量が異なるためである。算出可能な特徴量全部を使用するのではなく、選択して使用することにより、分類に無関係な特徴量により分類性能が低下するのを防ぐとともに、特徴量の計算時間をセーブすることが可能となる。光学条件設定部１７０２は、全体制御部１５によってコントロールされ、検出部１３の調整により光学条件の変更を行う。明視野検出の場合、照明の強さ、波長、偏光、ＮＡ、検出側の偏光、ＮＡ、空間フィルタリング、倍率など、暗視野検出の場合、それらに加えてに照明の方位、仰角、検出の方位、仰角などが条件変更のパラメータとなる。

[0084] 動作について説明する。ある検査対象について初めて分類条件設定を行う場合は実施例１と同様の方法で分類条件設定を行う。ただし、欠陥位置情報とレビューによる正解クラス、検査画像、特徴量は対応付けて記憶装置１１２に保存しておく。指定した目標を達成できず、妥協あるいは目標を下げてやり直すなどの選択を望まない場合、ユーザの指定により、特徴切換えまたは光学条件変更を行った後、再度分類条件設定を行う。図１０あるいは図１２に示す評価結果表示用のＧＵＩに、図示はしていないが、特徴量変更ボタンおよび光学条件変更ボタンを表示しておくとよい。

[0085] 特徴量変更ボタン押下により、特徴切換部１７０１は、特徴切換え用ＧＵＩを表示する。算出する特徴量のリストを複数表示し、どのリストを使用するかユーザに選択させる。これまでに選択されていたリストの次のリストを自動的に選択して以降の処理に進んでもよい。

[0086] また、複数のリストから自動的にランダムに選択して新しいリストを作成、登録し、これを選択してもよい。特徴量の切換えが終わると、特徴抽出部１０９は、記憶装置１１２から欠陥位置情報および欠陥画像を読み出す。選択した特徴量リストに従って特徴量の算出を行い、分類条件設定部１１１に転送する。

[0087] あるいは、初回に算出可能な全ての特徴量を算出して記憶装置１１２に保

存しておき、特徴量リストに従って特徴量を選択して分類条件設定部１１１に転送するようにしてもよい。

[0088] 分類条件設定部１１１は、レビューによる正解クラスを読み出して特徴量データと対応付ける。既に設定してある分類の優先順位に基づいて、実施例１と同様の方法で分類条件の設定を行う。目標を達成していれば、分類条件を登録するとよい。達成していなければ、妥協して登録するか、分類を断念して終了するか、特徴量または光学条件を変更して再度条件設定を行うか、の選択を行う。特徴切換え部において、３回目以降であれば、それまでの特徴量リストと目標達成度の関係を調べて、特徴量別の影響度を算出し、影響度の高いものを選択して新しいリストを作成、登録し、これを選択してもよい。

[0089] 光学条件変更ボタン押下により、光学条件設定用ＧＵＩが表示される。前述の光学条件を決めるパラメータそれぞれについて選択可能な状態をリストから選べるようにしておく。設定に従って光学条件を変更し、ステージ走査を行って、欠陥判定部１０７において欠陥判定を行う。ここで検出された欠陥と記憶装置１１２に保存された欠陥情報を用い、欠陥位置に基づいて突合せを行い、和集合を作成する。欠陥情報には、各光学条件で検出されたか否かの情報を付加しておく。画像切出部１０８は、和集合の欠陥位置情報に基づいて、検査画像を切出す。特徴抽出部１０９は検査画像から特徴量の算出を行う。分類条件設定部１１１は、算出された特徴量データとレビューによる正解クラスの対応付けを行う。

[0090] 図１４に示すＧＵＩを用いて、教示データを増やすとよい。もちろん、レビューによって教示データを増やしてもよい。その場合は、図１４に示すＧＵＩを用いて、検査画像による目視判定が難しいものを選択できるようにしておくとよい。分類条件設定部１１１は、既に設定してある分類の優先順位に基づいて、実施例１と同様の方法で分類条件の設定を行う。目標を達成していれば、分類条件を登録するとよい。達成していなければ、妥協して登録するか、分類を断念して終了するか、特徴量または光学条件を変更して再度

条件設定を行うか、の選択を行う。

[0091] ここで、光学条件のユーザの選択にまかせてもよいし、予め決められたルールに従って順に変更するのでもよい。タグチメソッドのような手法を用いて光学条件のパラメータセットを作成しておいて、順に実行し、目標達成度の推移から良いパラメータを選択し、その後、再度選択したパラメータを用いて検査を実行して特徴算出し、分類条件を設定してもよい。さらに、タグチメソッドのような手法を用いて複数の光学条件のパラメータセットを作成しておいて、順に検査を行って、検出欠陥の位置情報の突合せにより和集合を作成し、レビューを行って正解クラスを教示した後、同じ光学系条件で検査を行い、画像切出し、特徴抽出を行い、分類条件を設定し、目標達成度が最も高い光学条件を選んで分類条件を設定してもよい。または目標達成度に基づいて良いパラメータを選択し、その後、再度選択したパラメータを用いて検査を実行して特徴算出し、分類条件を設定してもよい。

産業上の利用可能性

[0092] 本発明は、半導体ウェハ、ハードディスク基板などの薄膜デバイス、ＰＤＰ、ＴＦＴなどの薄型ディスプレイ、ホトマスク、フィルムなどを対象とした外観検査装置における、欠陥分類に適用可能である。

図面の簡単な説明

[0093] [図1]本発明の欠陥分類装置の概略構成の第一の実施例を示す図である。

[図2]検査対象となる半導体ウェハの平面図である。

[図3]欠陥分類部および分類条件設定部のデータの流れを説明する図である。

[図4]欠陥判定部の第一の構成例を示す図である。

[図5]欠陥判定部の第二の構成例を示す図である。

[図6]欠陥判定部の第三の構成例を示す図である。

[図7]欠陥判定部の第四の構成例を示す図である。

[図8]分類の優先順位を指定するＧＵＩの第一の例を示す図である。

[図9]特徴変換行列および分類条件を自動設定する処理のフローを表す図である。

[図10]優先順位つき目標の達成度評価の結果を表示するＧＵＩの一例である。

[図11]分類の優先順位を指定するＧＵＩの第二の例を示す図である。

[図12]階層別目標達成度評価の結果を表示するＧＵＩの一例である。

[図13]階層別目標に基づいて分類条件を自動設定する処理のフローを表す図である。

[図14]分類条件設定部において欠陥クラスを教示するためのＧＵＩの一例である。

[図15]分類器を直列につなげる場合の分類条件設定処理のフローを表す図である。

[図16]分類器を並列につなげる場合の分類条件設定処理のフローを表す図である。

[図17]本発明の欠陥分類装置の概略構成の第二の実施例を示す図である。

符号の説明

[0094] １１…被検査物（半導体ウェハ）、１２…ステージ、１３…検出部、１４…画像処理部、１５…制御部、１６…レビュー装置、１０１…光源、１０２…照明光学系、１０３…対物レンズ、１０４…イメージセンサ、１０５…ＡＤ変換部、１０６…前処理部、１０７…欠陥判定部、１０８…画像切出部、１０９…特徴抽出部、１１０…欠陥分類部、１１１…分類条件設定部、１１２…記憶装置、１１３…ユーザインターフェース部、１１４…メカニカルコントローラ、４０１…特徴変換部、４０２…分類器、４０３…統合判定部、１７０１…特徴切換部、１７０２…光学条件設定部。

請求の範囲

[1] 被検査基板上に光または電子線を照射して得られる検出信号によって前記被検査基板上に存在する欠陥を検出する欠陥検出ステップと、

検出された前記欠陥の特徴量を算出する特徴量算出ステップと、

算出された前記特徴量を用いて、前記欠陥を分類する欠陥分類ステップとを有し、

前記欠陥分類ステップは、前記特徴量と前記特徴量に基づいて決定された欠陥クラスとの対応関係が予め教示された特徴量データと、前記欠陥クラスの分類の優先順位を予め指定した優先度とに基づいて設定される欠陥の分類条件を用いて、前記欠陥の分類を行うことを特徴とする欠陥分類方法。

[2] 前記優先度が、前記欠陥クラス毎、前記欠陥の全体、および最悪のピュリティ若しくはアキュラシーの目標性能に対して付されることを特徴とする請求項１記載の欠陥分類方法。

[3] 前記優先度は、前記欠陥クラスを階層的に分類する優先順位を指定し、

前記分類された階層毎に目標性能が指定されることを特徴とする請求項１記載の欠陥分類方法。

[4] 前記欠陥分類ステップは、前記欠陥の特徴量を線形変換するステップと、

前記線形変換された特徴量に基づいて一つ以上の分類器を用いて欠陥を分類するステップとを有し、

前記線形変換は、前記分類条件の設定において前記優先度の高い欠陥クラス間の分類の誤分類率が低くなるように算出された変換行列を用いて行うことを特徴とする請求項１記載の欠陥分類方法。

[5] 前記欠陥分類ステップは、直列に接続された複数の分類器によって、前記欠陥クラスを一つ一つ他の欠陥クラスから識別していく一連のステップを有し、

前記複数の分類器のそれぞれは、前記優先度の高い欠陥クラスから順に他の欠陥クラスと識別するように接続されていることを特徴とする請求項１記載の欠陥分類方法。

[6] 前記欠陥分類ステップは、並列に接続された複数の分類器によって前記分類器ごとに前記欠陥クラスの判定を行うステップと、

前記判定された欠陥クラスの重み付投票により、前記分類器ごとに判定された前記欠陥クラスの統合判定を行うステップとを有し、

前記重み付投票の重みが、前記分類条件の設定において前記優先度の高いクラスの分類正解率が高くなるように設定されることを特徴とする請求項１記載の欠陥分類方法。

[7] 前記並列に接続された複数の分類器は、前記欠陥クラスの数と同数とし、

前記分類条件の設定において前記欠陥クラスのそれぞれのピュリティおよびアキュラシーがともに高くなるように前記分類器の分類条件を設定することを特徴とする請求項６記載の欠陥分類方法。

[8] 前記欠陥分類ステップは、ツリー状に接続された分類器によって、前記欠陥クラスの分類を階層的に行う一連のステップと、からなり、

前記優先度の指定において、前記欠陥クラスの階層的な分類と階層別の目標性能とを指定し、

前記分類条件の設定において上位の階層から順に前記欠陥クラスを分類するように分類器を接続し、前記階層別の目標性能を達成するよう前記分類器の分類条件を設定することを特徴とする請求項１記載の欠陥分類方法。

[9] 被検査基板を保持するステージと、

前記被検査基板上に光または電子線を照射して被検査基板の画像を検出する画像検出手段と、

検出された前記画像に基づいて前記被検査基板上に存在する欠陥を検出する欠陥検出手段と、

前記欠陥の画像に基づいて欠陥の特徴量を算出する特徴量算出手段と、

前記特徴量に基づいて欠陥を分類する欠陥分類手段と、

前記特徴量に欠陥クラスを対応付けて教示する教示手段と、

前記欠陥の分類の優先順位を指定する優先順位指定手段と、

前記特徴量と対応付けられた欠陥クラスの教示および分類の優先順位の指

定に基づいて、前記欠陥の分類条件を設定する分類条件設定手段と
を有することを特徴とする欠陥分類装置。

[10] 前記教示手段は、外部の装置を用いて前記特徴量と前記欠陥クラスとが対応付けられた欠陥クラス情報を読み込む機能を有することを特徴とする請求項９記載の欠陥分類装置。

[11] 前記欠陥が検出された前記被検査基板上の位置情報に基づき、予め決められたサイズで被検査基板の画像を切り出す画像切出し手段をさらに有し、

前記教示手段は、レビュー装置を用いて付与した欠陥クラス情報を読み込む機能と、

前記レビュー装置で取得したレビュー画像を読み込む機能と、

前記欠陥部の画像と前記レビュー画像を一覧表示する機能と、

欠陥クラス毎に予め定められたウィンドウに対して、前記欠陥部の画像をドラッグアンドドロップすることにより欠陥クラス情報を教示する機能を有することを特徴とする請求項９記載の欠陥分類装置。

[12] 前記欠陥クラスの教示および前記分類の優先順位の指定に基づいて前記設定した分類条件を評価し、目標達成度を表示する表示手段を、さらに有することを特徴とする請求項９記載の欠陥分類装置。

[13] 前記目標達成度に応じて算出される特徴量を切り換える特徴量切り換え手段を、さらに有することを特徴とする請求項１２記載の欠陥分類装置。

[14] 前記目標達成度に応じて、前記光または電子線の光学条件を変更する光学条件設定変更手段を、さらに有することを特徴とする請求項１２記載の欠陥分類装置。

[15] 被検査基板を保持するステージと、

前記被検査基板上に光または電子線を照射して被検査基板の信号を検出する複数の信号検出手段と、

前記複数の信号検出手段による検出信号に基づいて欠陥を検出する欠陥検出手段と、

前記複数の信号検出手段による検出信号に基づいて欠陥部の特徴量を算出

する特徴量算出手段と、

前記欠陥の特徴量に基づいて欠陥を分類する欠陥分類手段と、

前記欠陥の特徴量に欠陥クラスを対応付けて教示する教示手段と、

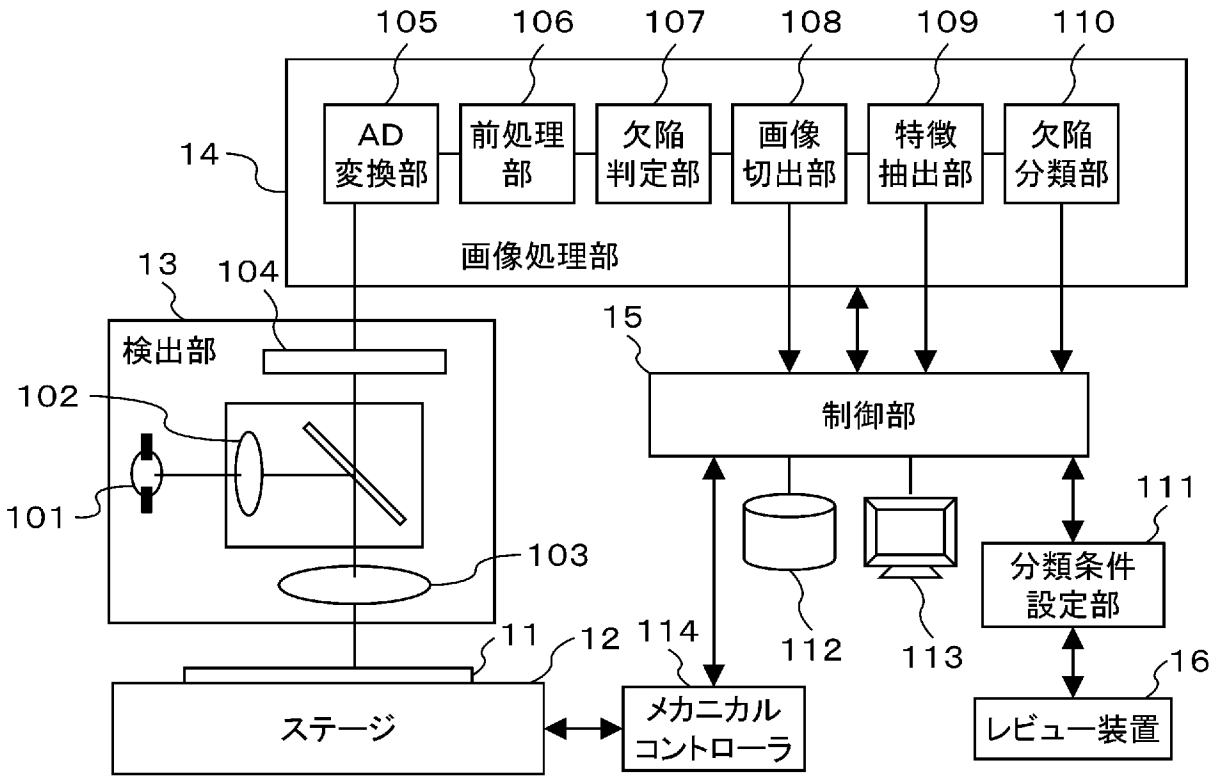
前記欠陥の分類の優先順位を指定する優先順位指定手段と、

前記欠陥の特徴量と対応付けられた欠陥クラスの教示および分類の優先順位の指定に基づいて、前記欠陥の分類の判別基準を設定する分類条件設定手段と

を有することを特徴とする欠陥分類装置。

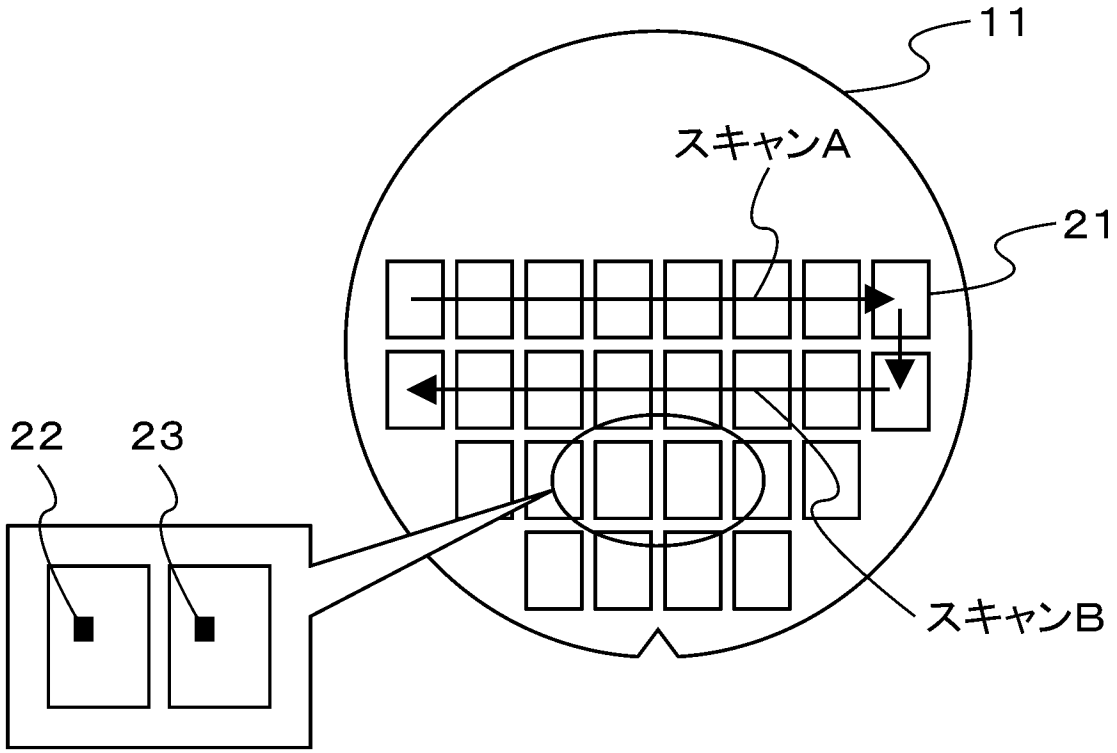
[図1]

図 1


105
106
107
108
109
110
AD
変換部
前処理
部
欠陥
判定部
画像
切出部
特徴
抽出部
欠陥
分類部
14
画像処理部
13
104
検出部
15
制御部
102
101
103
111
分類条件
設定部
112
113
11
12
114
16
ステージ
メカニカル
コントローラ
レビュー装置

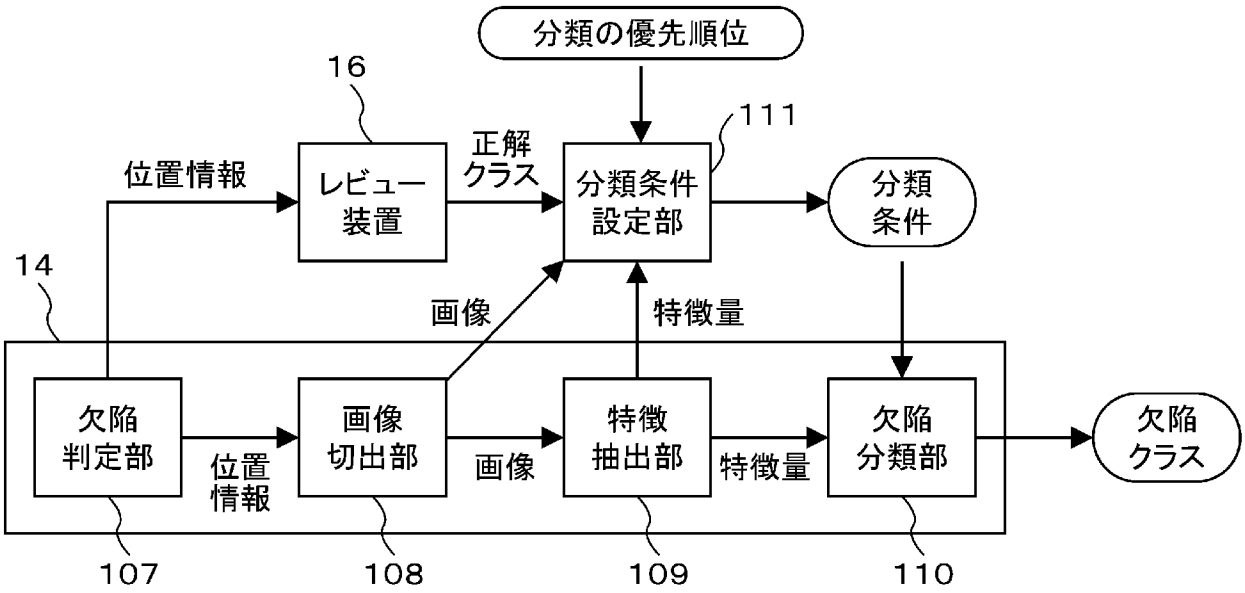
[図2]

図２


11
スキャンA
21
22
23
スキャンB

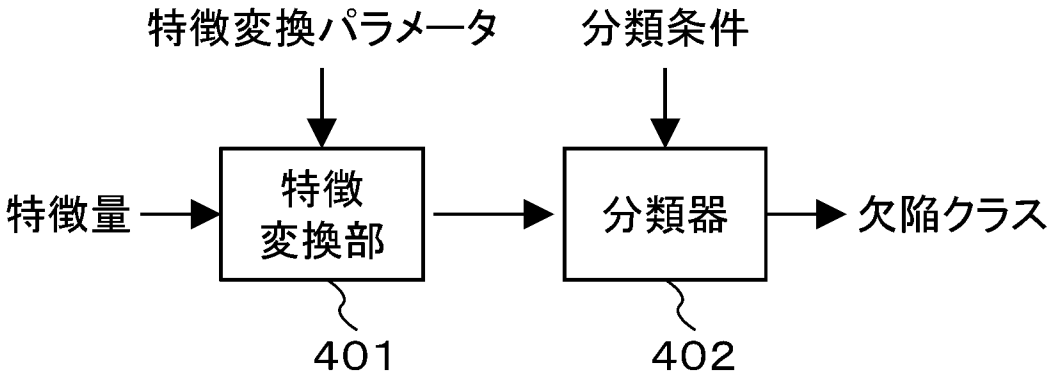
[図3]

図３


分類の優先順位
16
111
位置情報
レビュー装置
正解クラス
分類条件設定部
分類条件
14
画像
特徴量
欠陥判定部
位置情報
画像切出部
画像
特徴抽出部
特徴量
欠陥分類部
欠陥クラス
107
108
109
110

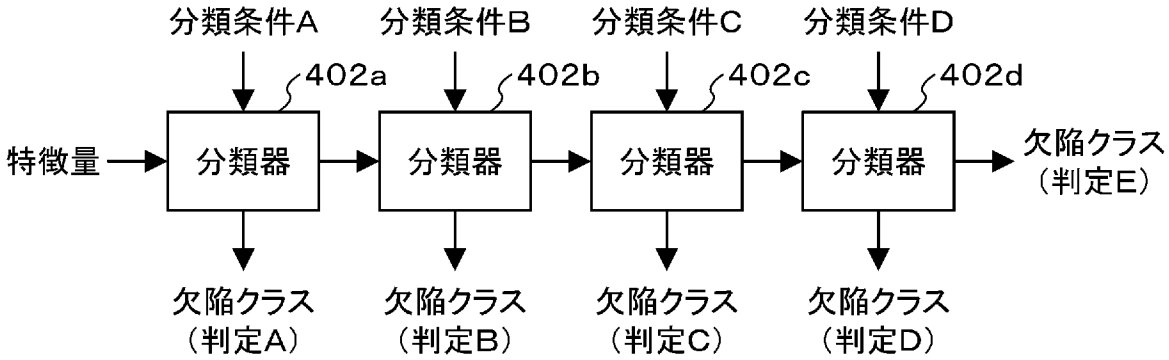
[図4]

図４



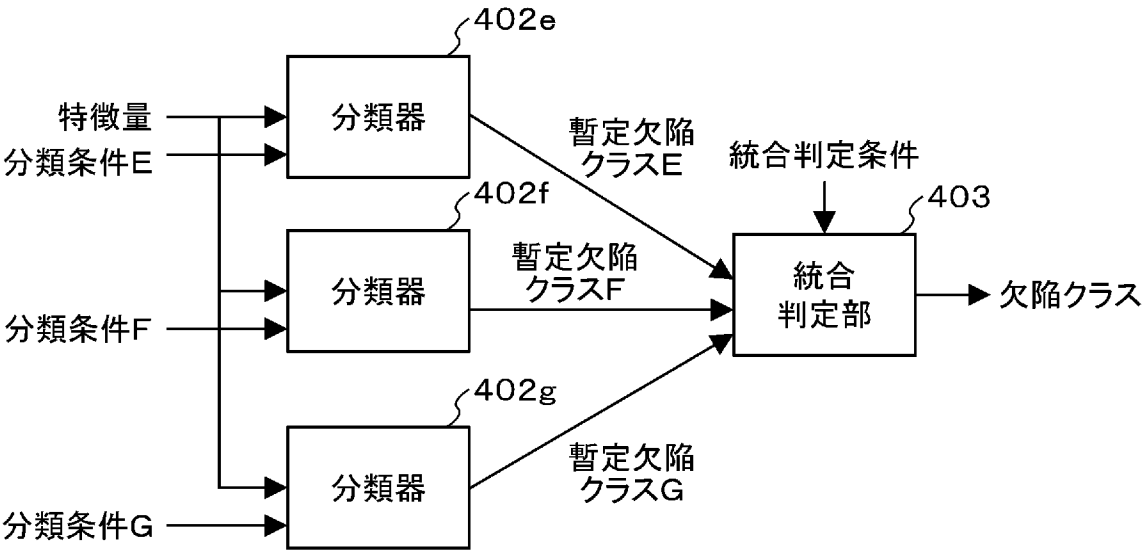
[図5]

図５



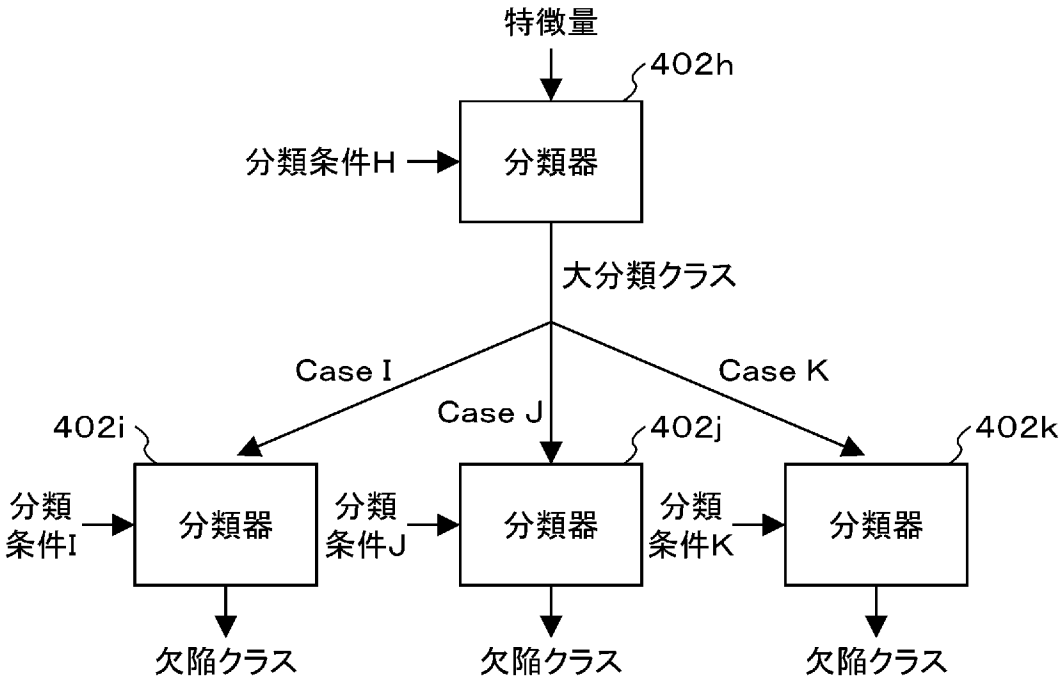
[図6]

図６



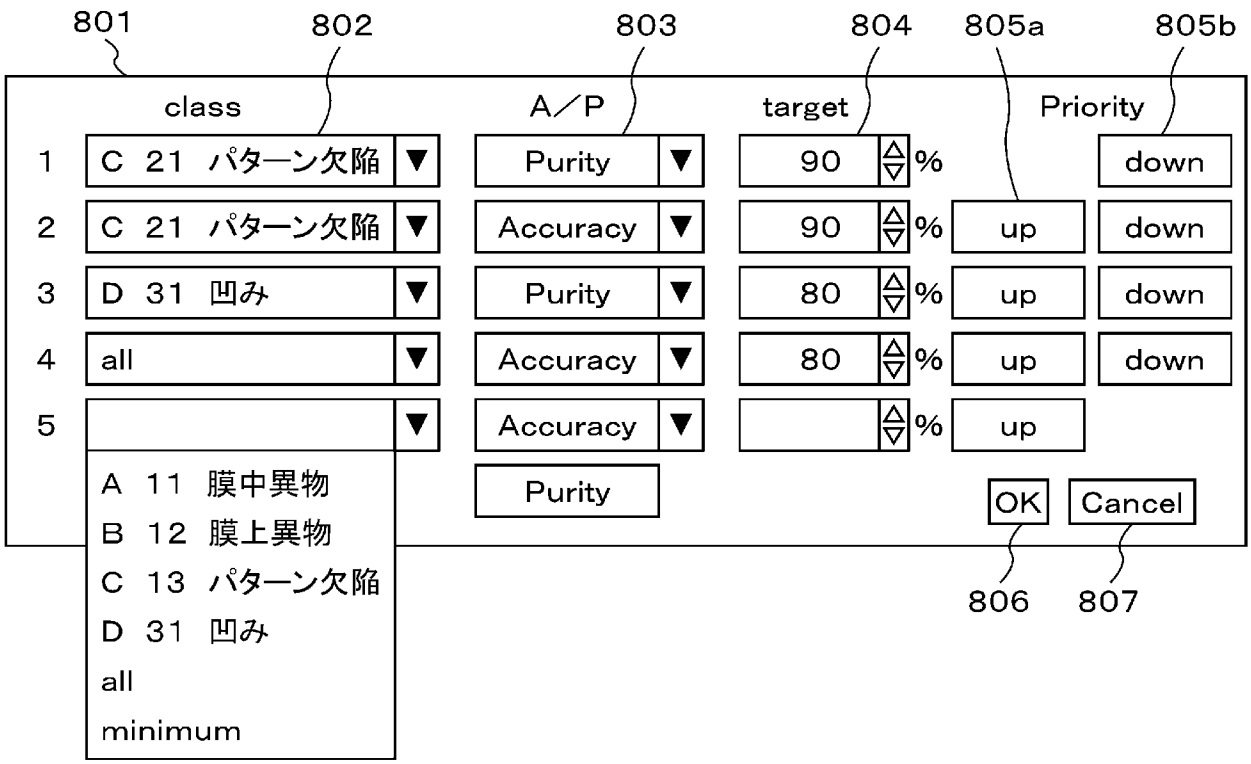
[図7]

図７


特徴量
402h
分類器
分類条件H
大分類クラス
Case I
Case J
Case K
402i
402j
402k
分類器
分類器
分類器
分類条件I
分類条件J
分類条件K
欠陥クラス
欠陥クラス
欠陥クラス

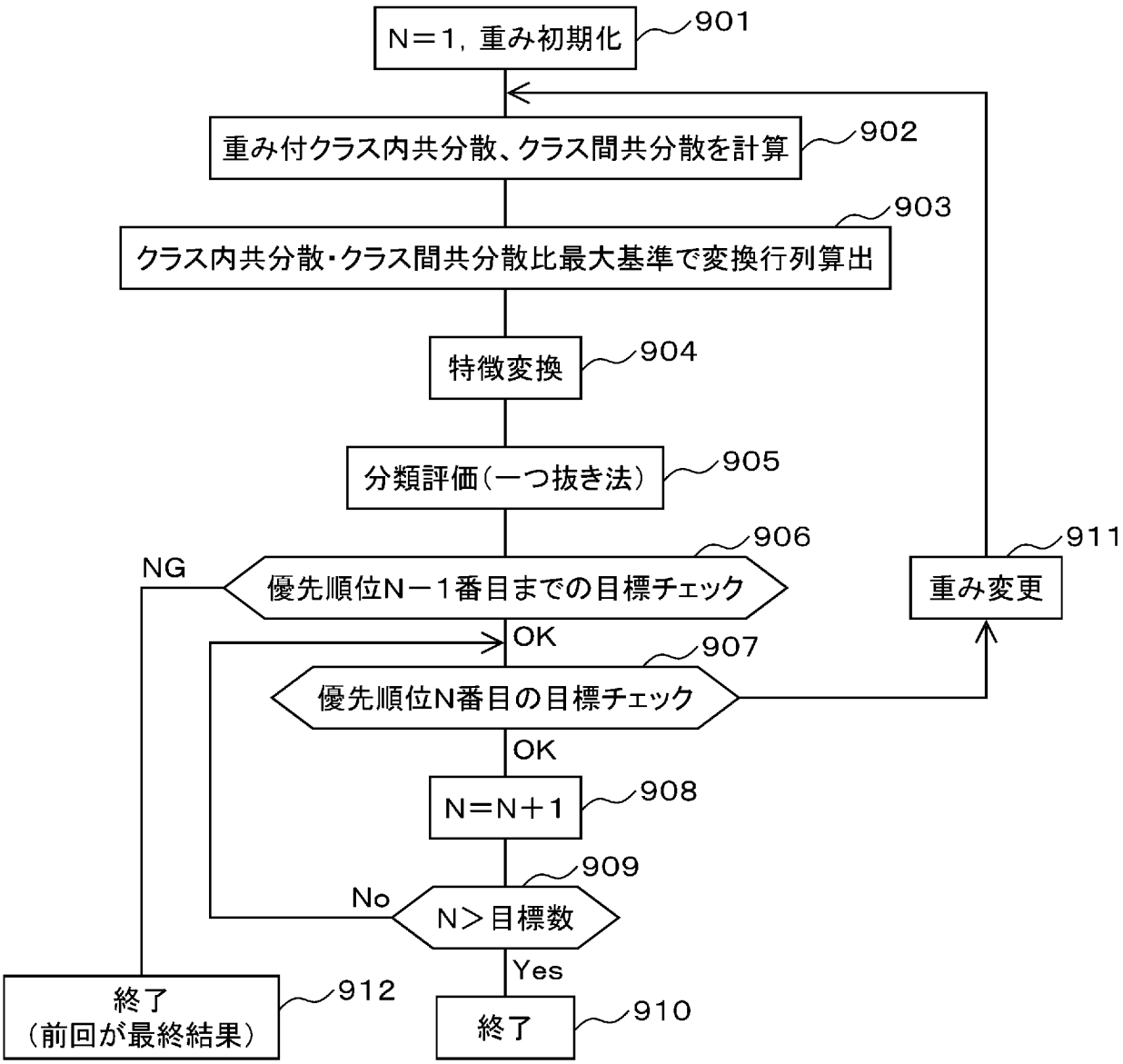
[図8]

図８


801
802
803
804
805a
805b
class
A／P
target
Priority
1
C 21 パターン欠陥
Purity
90
%
down
2
C 21 パターン欠陥
Accuracy
90
%
up
down
3
D 31 凹み
Purity
80
%
up
down
4
all
Accuracy
80
%
up
down
5
Accuracy
%
up
A 11 膜中異物
B 12 膜上異物
C 13 パターン欠陥
D 31 凹み
all
minimum
Purity
OK
Cancel
806
807

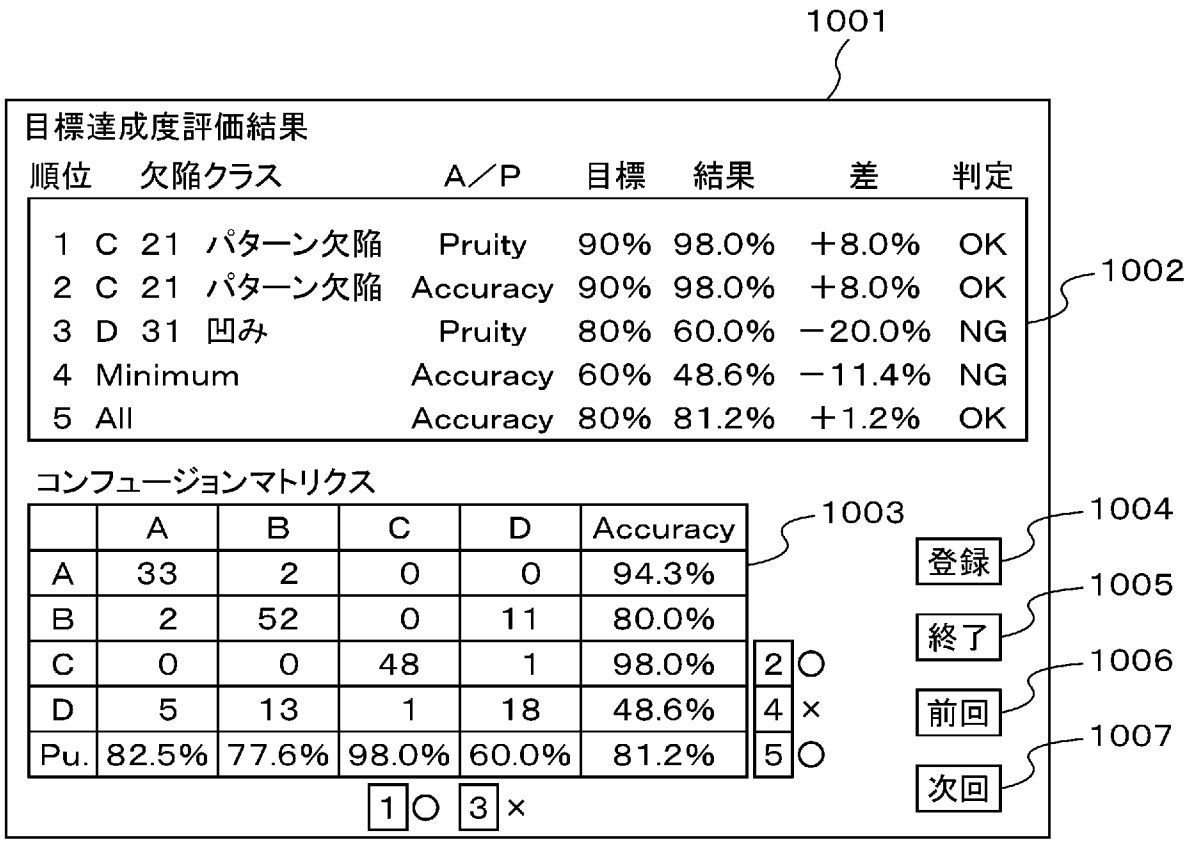
[図9]

図９


N＝1，重み初期化
901
重み付クラス内共分散、クラス間共分散を計算
902
クラス内共分散・クラス間共分散比最大基準で変換行列算出
903
特徴変換
904
分類評価（一つ抜き法）
905
優先順位N－1番目までの目標チェック
906
NG
OK
優先順位N番目の目標チェック
907
重み変更
911
OK
N＝N＋1
908
No
N＞目標数
909
Yes
終了
（前回が最終結果）
912
終了
910

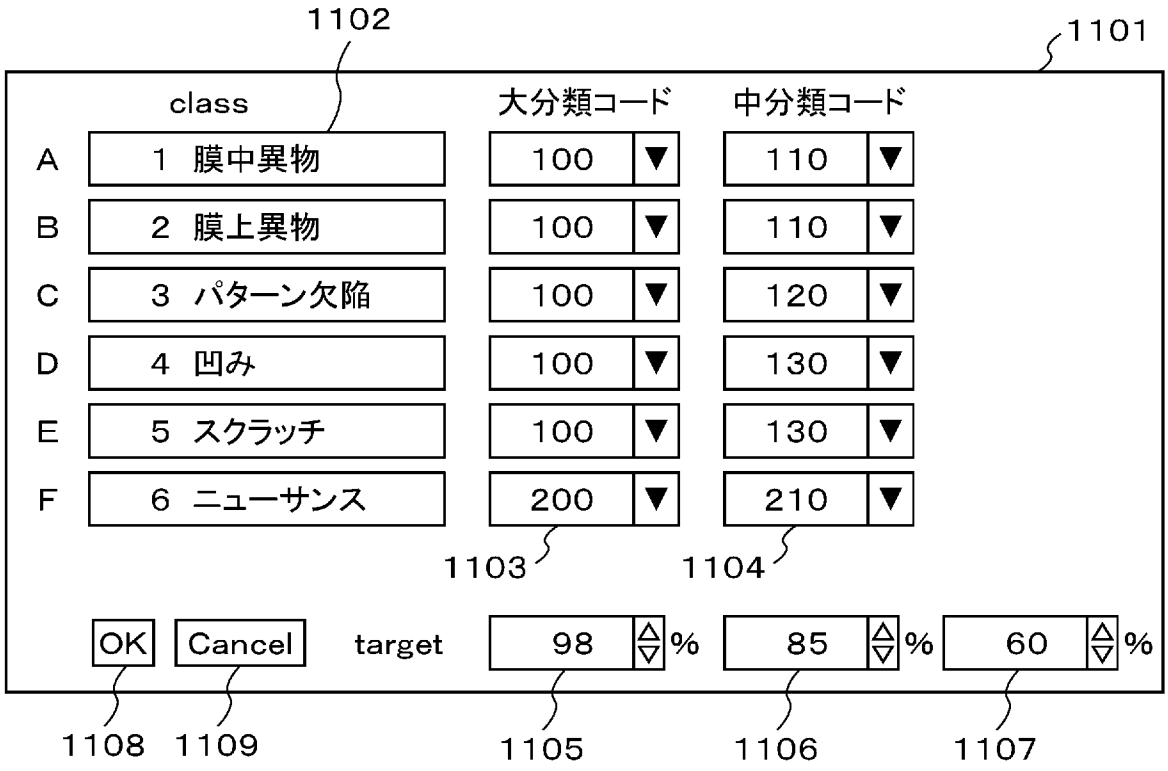
[図10]

図１０



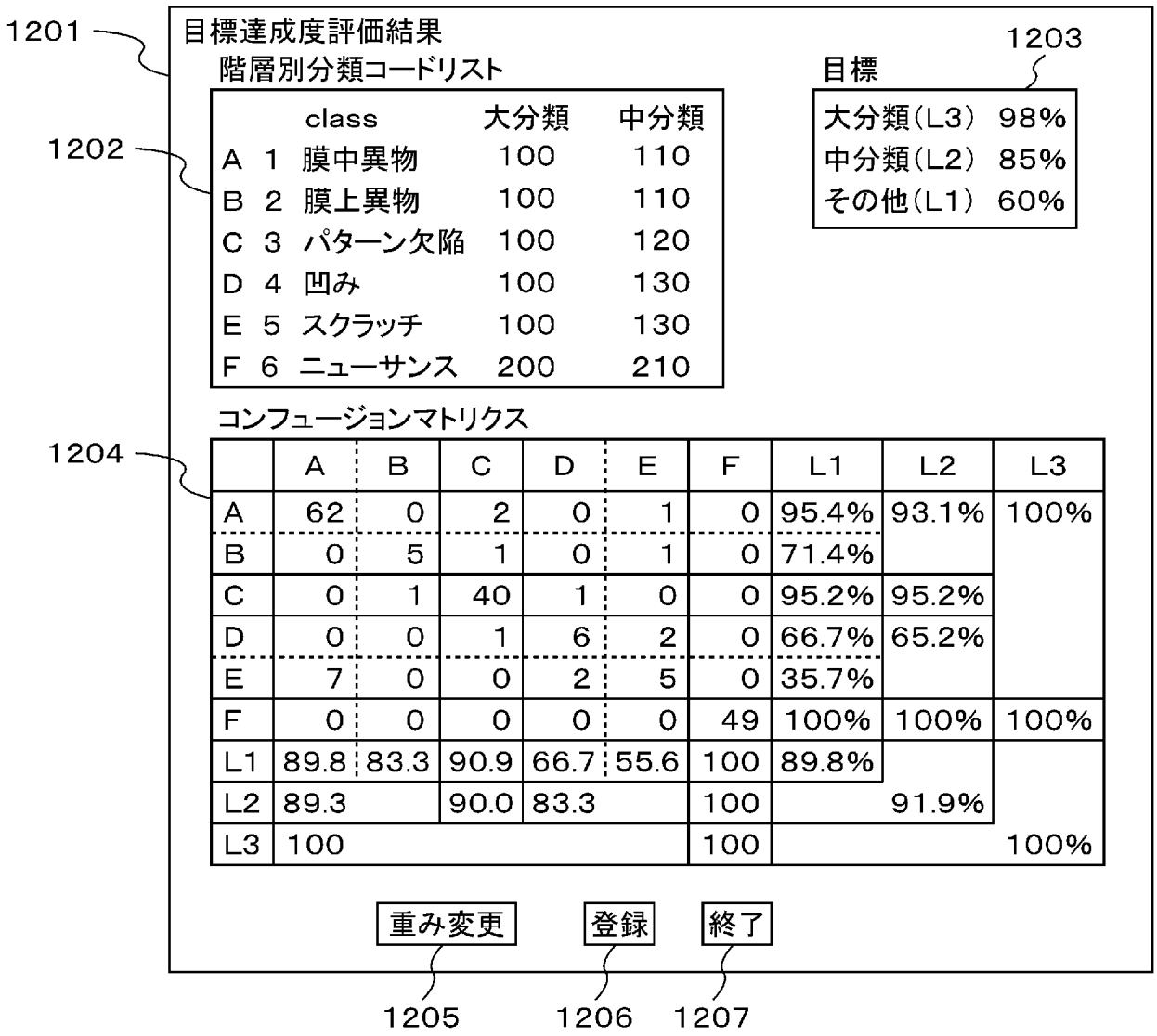
[図11]

図１１



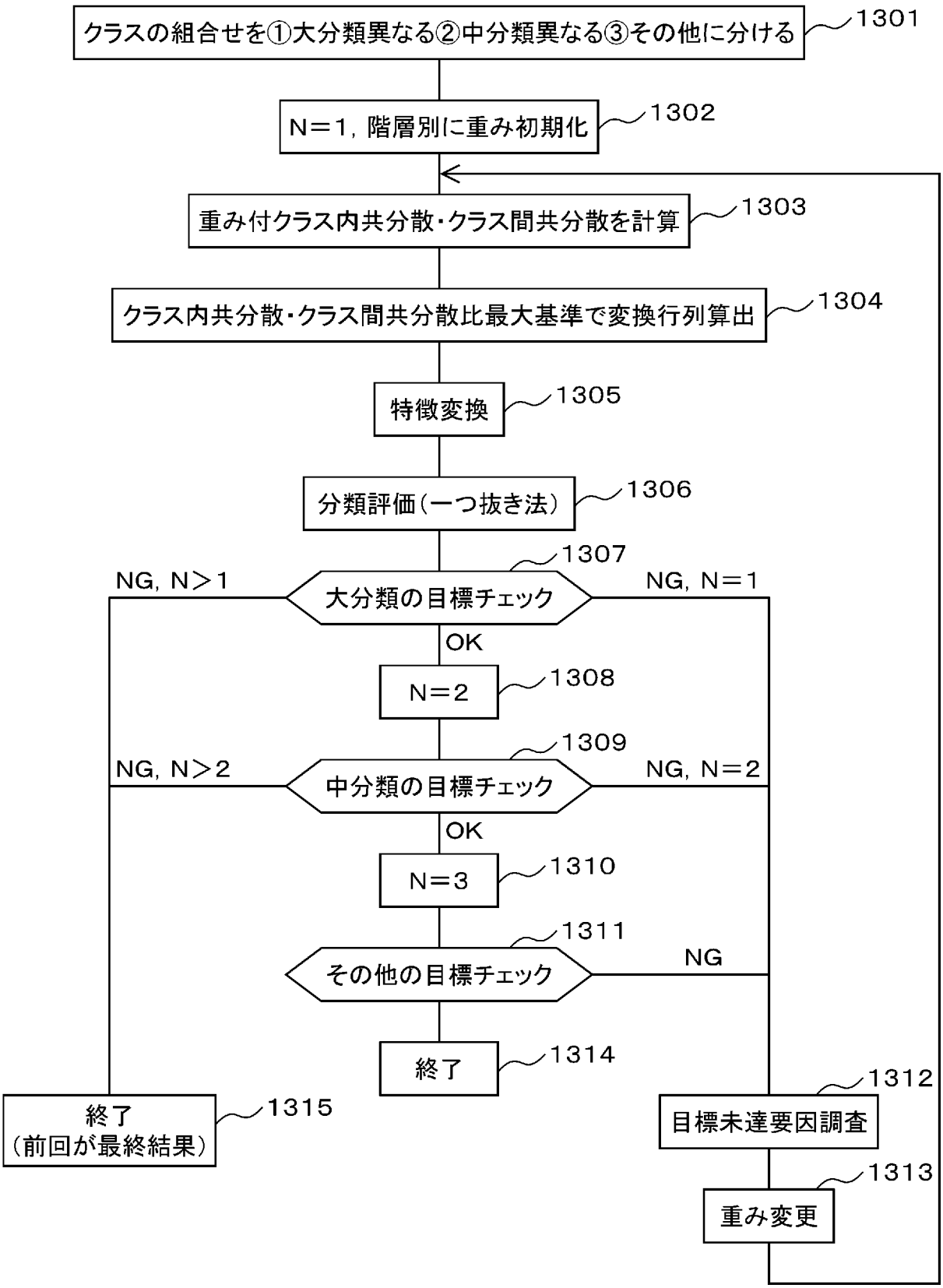
[図12]

図１２


1201
目標達成度評価結果
階層別分類コードリスト
1202
class 大分類 中分類
A 1 膜中異物 100 110
B 2 膜上異物 100 110
C 3 パターン欠陥 100 120
D 4 凹み 100 130
E 5 スクラッチ 100 130
F 6 ニューサンス 200 210
1203
目標
大分類(L3) 98%
中分類(L2) 85%
その他(L1) 60%
コンフュージョンマトリクス
1204
A B C D E F L1 L2 L3
A 62 0 2 0 1 0 95.4% 93.1% 100%
B 0 5 1 0 1 0 71.4%
C 0 1 40 1 0 0 95.2% 95.2%
D 0 0 1 6 2 0 66.7% 65.2%
E 7 0 0 2 5 0 35.7%
F 0 0 0 0 0 49 100% 100% 100%
L1 89.8 83.3 90.9 66.7 55.6 100 89.8%
L2 89.3 90.0 83.3 100 91.9%
L3 100 100 100%
重み変更
登録
終了
1205
1206
1207

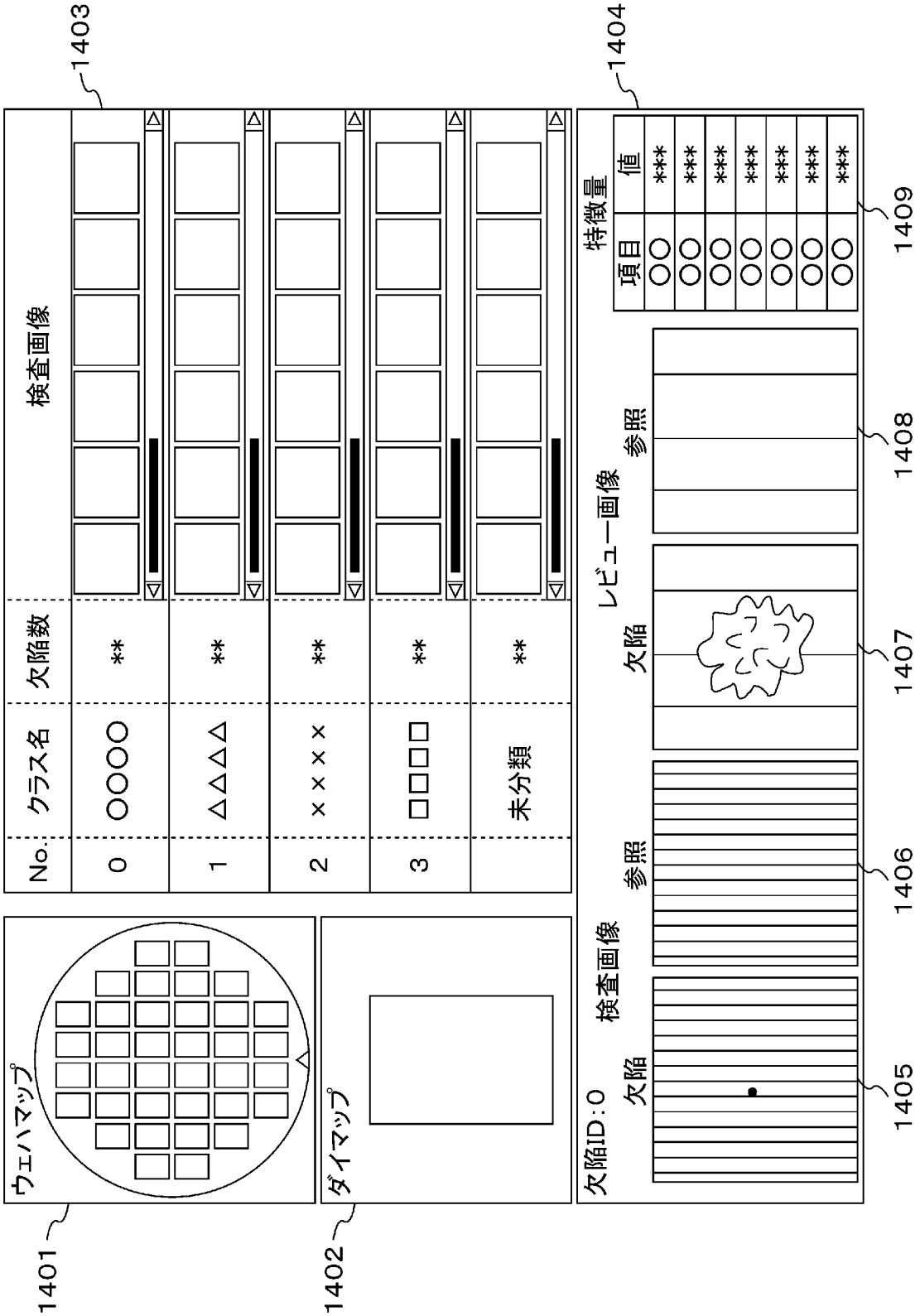
[図13]

図１３


クラスの組合せを①大分類異なる②中分類異なる③その他に分ける
1301
N＝1，階層別に重み初期化
1302
重み付クラス内共分散・クラス間共分散を計算
1303
クラス内共分散・クラス間共分散比最大基準で変換行列算出
1304
特徴変換
1305
分類評価（一つ抜き法）
1306
1307
NG，N＞1
大分類の目標チェック
NG，N＝1
OK
N＝2
1308
1309
NG，N＞2
中分類の目標チェック
NG，N＝2
OK
N＝3
1310
1311
その他の目標チェック
NG
終了
1314
終了
（前回が最終結果）
1315
1312
目標未達要因調査
1313
重み変更

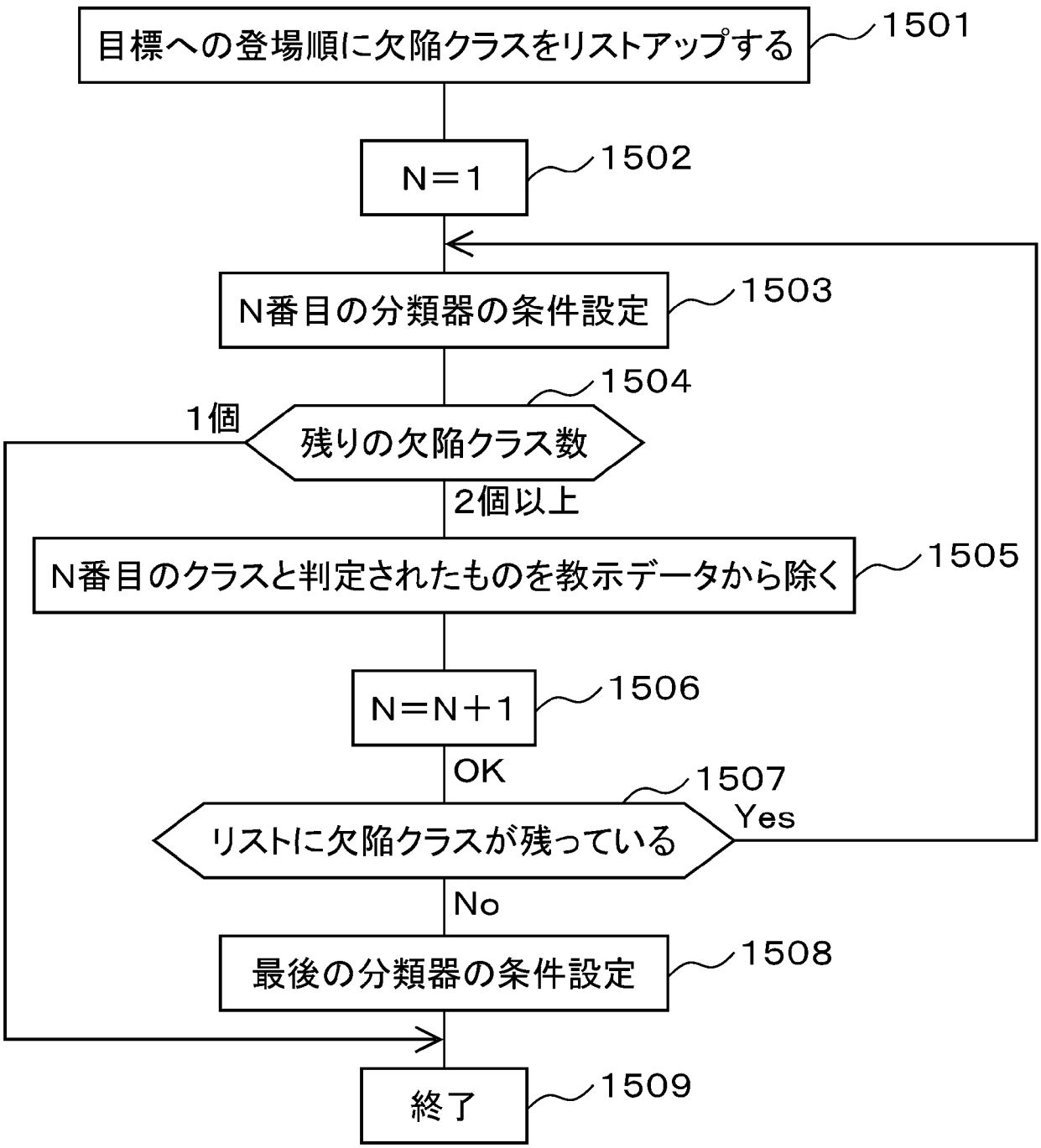
[図14]

図１４


1403
1404
検査画像
No.
クラス名
欠陥数
0
OOOO
**
1
△△△△
**
2
××××
**
3
□□□□
**
未分類
**
特徴量
項目
値
○○
***
1409
ウェハマップ
1401
ダイマップ
1402
欠陥ID:0
検査画像
欠陥
参照
1405
1406
レビュー画像
欠陥
参照
1407
1408

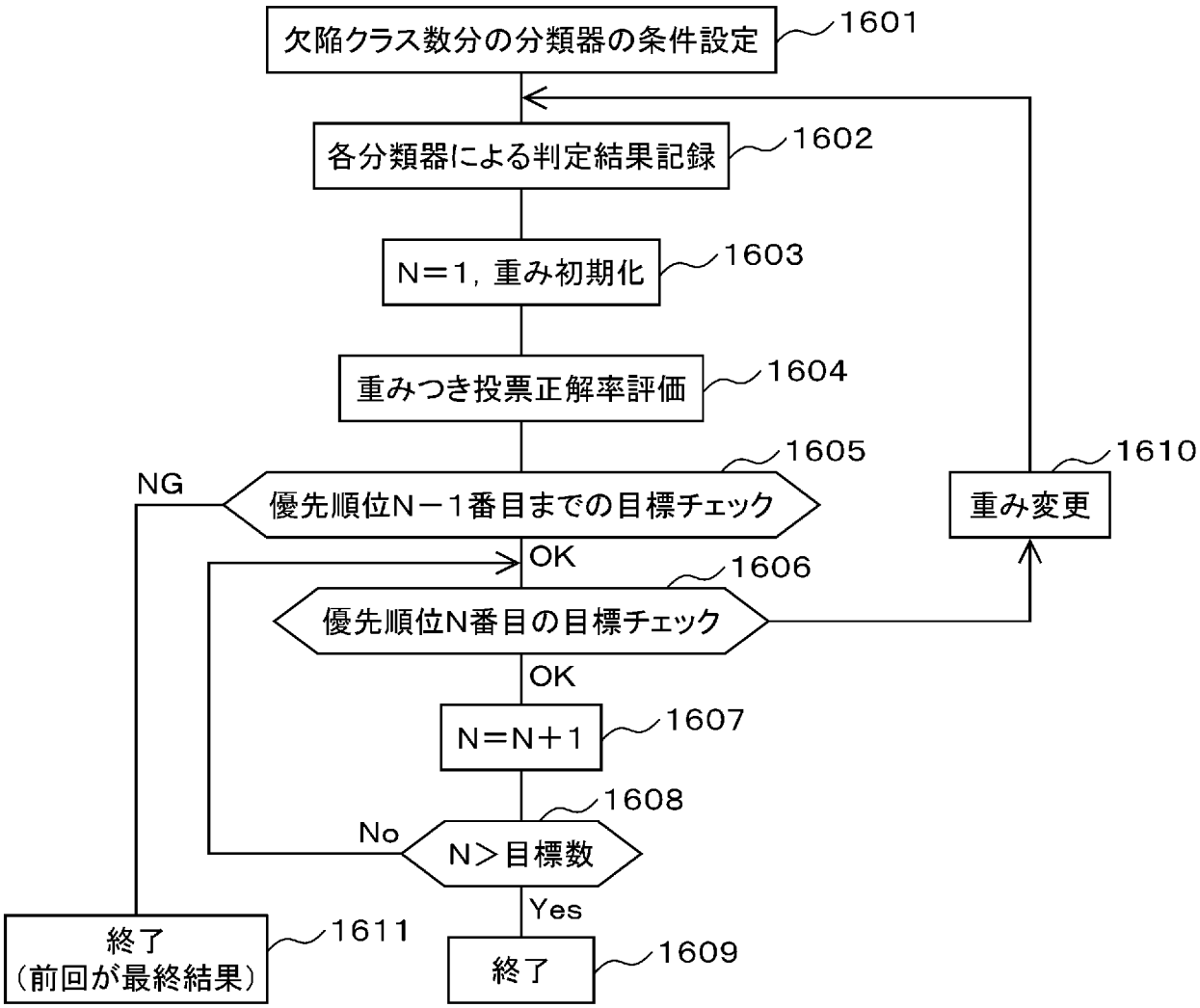
[図15]

図１５


目標への登場順に欠陥クラスをリストアップする
1501
N＝1
1502
N番目の分類器の条件設定
1503
1504
1個
残りの欠陥クラス数
2個以上
N番目のクラスと判定されたものを教示データから除く
1505
N＝N＋1
1506
OK
1507
Yes
リストに欠陥クラスが残っている
No
最後の分類器の条件設定
1508
終了
1509

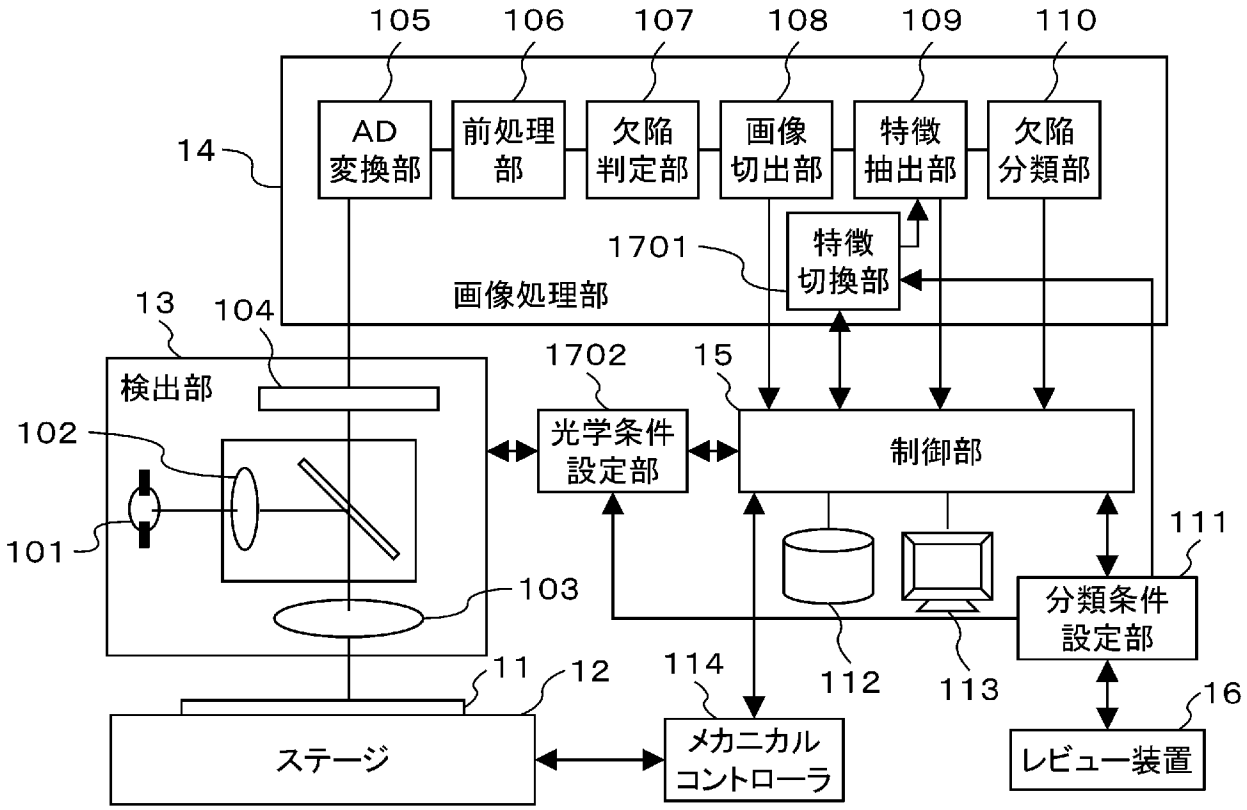
[図16]

図１６


欠陥クラス数分の分類器の条件設定
1601
各分類器による判定結果記録
1602
N＝1，重み初期化
1603
重みつき投票正解率評価
1604
1605
NG
優先順位N－1番目までの目標チェック
1610
重み変更
OK
1606
優先順位N番目の目標チェック
OK
N＝N＋1
1607
1608
No
N＞目標数
Yes
終了
（前回が最終結果）
1611
終了
1609

[図17]

図１７


105
106
107
108
109
110
AD
変換部
前処理
部
欠陥
判定部
画像
切出部
特徴
抽出部
欠陥
分類部
14
1701
特徴
切換部
画像処理部
13
104
検出部
1702
15
光学条件
設定部
制御部
102
101
103
111
分類条件
設定部
11
12
114
112
113
16
ステージ
メカニカル
コントローラ
レビュー装置

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/002871

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N21/956(2006.01)i, *G01N23/225*(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)
G01N21/84-958, G01N23/00-23/227, H01L21/66, G06T1/00

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 1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2005-274285 A (Olympus Corp.), 06 October, 2005 (06.10.05), Full text; all drawings (Family: none)	1,15 2
A	JP 2007-067130 A (Hitachi High-technologies Corp.), 15 March, 2007 (15.03.07), Par. Nos. [0030] to [0033] (Family: none)	2
E,X	JP 2008-082821 A (Hitachi High-technologies Corp.), 10 April, 2008 (10.04.08), Full text; all drawings (Family: none)	1-2,15

☐ 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	Date of mailing of the international search report
12 December, 2008 (12.12.08)	22 December, 2008 (22.12.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/002871

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 the 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.: 1-2 and 15.

Remark on Protest

the

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, 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.

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

As a result of the prior art search, it has become clear that the technical matters described in claims 1 and 15 are not novel.

The document of JP 2005-274285 A (Olympus Corp.) describes a defect classification method and a defect classification apparatus that are comprised of a defect classification dictionary (characteristic amount data) in which a threshold value (characteristic amount) of a characteristic amount of a test image picked up by an inspection device, such as an enlarged optical system or an SEM, and its corresponding defect classification (defect class) are instructed, and that classify defects by using the degree of priority corresponding to a priority order for every classification item of each defect classification.

Thus, the inventions in claims 1 and 15 are not different in structure from the invention in the document.

Therefore, the special technical feature of each invention in connection with claims 2-14 is set forth below, and the inventions are not linked with each other to form a single general inventive concept.

The invention in claim 2 has such a special technical feature that the defect classification method involves the degree of priority that is given to a target performance for every defect class, defects as a whole, and the worst purity or accuracy.

The invention in claim 3 has such a special technical feature that, in the defect classification method, a priority order to classify defect classes in layers is designated, wherein a target performance is designated for every classified layer.

The invention in claim 4 has such a special technical feature that the defect classification method is comprised of a linear conversion step of carrying out a linear conversion of a defect characteristic amount and a defect classification step of classifying defects based on the linearly converted characteristic amount by using one or more classification devices, wherein the linear conversion is carried out by using a conversion matrix calculated to make an error classification rate lower for the classification of defect classes with higher priority in setting a classification condition.

The invention in claim 5 has such a special technical feature that the defect classification method is comprised of a series of steps of identifying defect classes one by one from other defect classes by a plurality of series connected classification devices, wherein each of the plurality of classification devices is connected to identify the defect class in an order from a defect class with the higher degree of priority to the other defect classes.

(To be continued on the next sheet)

The invention in claims 6-7 has such a special technical feature that the defect classification method is comprised of a judgment step of judging a defect class for every classification device by a plurality of parallel connected classification devices and an integrated judgment step of carrying out an integrated judgment of the defect class judged by every classification device in accordance with a weighted vote of the judged defect class, wherein a weight of the weighted vote is set in such a way that a classification correct answer rate is made higher for a class with the higher degree of priority in setting a classification condition.

The invention in claim 8 has such a special technical feature that the defect classification method is comprised of a series of steps of carrying out the classification of defect classes in layers by tree-like connected classification devices, wherein the classification in layers of the defect classes and a target performance for every layer are designated in designating the degree of priority and the classification devices are connected to classify the defect classes in an order from a higher layer in setting classification conditions so that the classification conditions of the classification devices are set to achieve target performances provided for the layers, respectively.

The invention in claims 9-14 has such a special technical feature that the defect classification device is provided with a stage to hold a board under test.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００８／００２８７１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/956(2006.01)i, G01N23/225(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.　G01N21/84-958, G01N23/00-23/227, H01L21/66, G06T1/00

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	１９７１－２００８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００８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	関連する請求の範囲の番号
X	JP 2005-274285 A（オリンパス株式会社）2005.10.06, 全文、全図	1,15
A	（ファミリーなし）	2
A	JP 2007-067130 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2007.03.15, 【００３０】－【００３３】（ファミリーなし）	2
E,X	JP 2008-082821 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2008.04.10, 全文、全図（ファミリーなし）	1-2,15

☐　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
「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 １２．１２．２００８	国際調査報告の発送日 ２２．１２．２００８
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｗ　３７２０ 豊田　直樹 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００８／００２８７１

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．☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿＿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．☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿＿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．☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿＿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の国際調査機関は認めた。

別紙参照

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の範囲について作成した。

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の範囲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の範囲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の範囲について作成した。

請求の範囲 1-2, 15

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。

別紙
先行技術調査の結果、請求の範囲１，１５に記載の技術的事項は、新規なものでないことが明らかになった。
文献 JP 2005-274285 A（オリンパス株式会社）には、拡大光学系やＳＥＭ等の検査装置で撮像したテスト画像の特徴量の閾値（特徴量）と欠陥種別（欠陥クラス）との対応が教示された欠陥分類辞書（特徴量データ）と、欠陥種別の分類項目ごとの優先順位に対応した優先度を用いて欠陥を分類する欠陥分類方法・装置の発明が記載されている。
すると、請求の範囲１，１５に係る発明と、上記文献に記載された発明とは、構成上差異がない。

したがって、請求の範囲２－１４に係る各発明の特別な技術的特徴は下記のとおりとなり、それぞれの発明が単一の一般的発明概念を形成するように連関していない。

請求の範囲２に係る発明は、上記欠陥分類方法において、優先度が、欠陥クラス毎、欠陥の全体、および最悪のピュリティ若しくはアキュラシーの目標性能に対して付されることを特別な技術的特徴とするものである。

請求の範囲３に係る発明は、上記欠陥分類方法において、欠陥クラスを階層的に分類する優先順位を指定し、分類された階層毎に目標性能が指定されることを特別な技術的特徴とするものである。

請求の範囲４に係る発明は、上記欠陥分類方法において、欠陥の特徴量を線形変換するステップと、線形変換された特徴量に基づいて一つ以上の分類器を用いて欠陥を分類するステップとを有し、線形変換は、分類条件の設定において優先度の高い欠陥クラス間の分類の誤分類率が低くなるように算出された変換行列を用いて行うことを特別な技術的特徴とするものである。

請求の範囲５に係る発明は、上記欠陥分類方法において、直列に接続された複数の分類器によって、欠陥クラスを一つ一つ他の欠陥クラスから識別していく一連のステップを有し、複数の分類器のそれぞれは、優先度の高い欠陥クラスから順に他の欠陥クラスと識別するように接続されていることを特別な技術的特徴とするものである。

請求の範囲６－７に係る発明は、上記欠陥分類方法において、並列に接続された複数の分類器によって分類器ごとに欠陥クラスの判定を行うステップと、判定された欠陥クラスの重み付投票により、分類器ごとに判定された欠陥クラスの統合判定を行うステップとを有し、重み付投票の重みが、分類条件の設定において優先度の高いクラスの分類正解率が高くなるように設定されることを特別な技術的特徴とするものである。

請求の範囲８に係る発明は、上記欠陥分類方法において、ツリー状に接続された分類器によって、欠陥クラスの分類を階層的に行う一連のステップを有し、優先度の指定において、欠陥クラスの階層的な分類と階層別の目標性能とを指定し、分類条件の設定において上位の階層から順に欠陥クラスを分類するように分類器を接続し、階層別の目標性能を達成するよう分類器の分類条件を設定することを特別な技術的特徴とするものである。

請求の範囲９－１４に係る発明は、上記欠陥分類装置において、被検査基板を保持するステージを有することを特別な技術的特徴とするものである。