

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5002291号
(P5002291)

(45) 発行日 平成24年8月15日 (2012. 8. 15)

(24) 登録日 平成24年5月25日 (2012. 5. 25)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 N 21/956 (2006. 01)
HO 1 L 21/66 (2006. 01)GO 1 N 21/956 A
HO 1 L 21/66 J

請求項の数 17 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2007-67849 (P2007-67849)
 (22) 出願日 平成19年3月16日 (2007. 3. 16)
 (65) 公開番号 特開2008-224638 (P2008-224638A)
 (43) 公開日 平成20年9月25日 (2008. 9. 25)
 審査請求日 平成21年7月30日 (2009. 7. 30)

(73) 特許権者 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目2 4 番 1 4 号
 (74) 代理人 110000198
 特許業務法人湘洋内外特許事務所
 (72) 発明者 小野 眞
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町2 9 2 番地
 株式会社日立製作所 生産技術研究所内
 (72) 発明者 小西 潤子
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町2 9 2 番地
 株式会社日立製作所 生産技術研究所内
 (72) 発明者 船越 知弘
 茨城県ひたちなか市大字市毛8 8 2 番地
 株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事
 業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 解析装置、プログラム、欠陥検査装置、レビュー装置、解析システム及び解析方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検査対象上の欠陥を検査する欠陥検査装置の検査レシピを設定するに際して、事前に準備された複数の検査レシピの中から、前記検査対象上のユーザが望む種別の欠陥を最も多く検出可能な検査レシピ、または、ユーザが望まない種別の欠陥を最も少なく検出可能な検査レシピ、を選出する解析装置であって、

前記複数の検査レシピのそれぞれを前記欠陥検査装置に設定して、前記同一の検査対象を前記欠陥検査装置により検査した結果である、少なくとも欠陥ID、欠陥座標、欠陥の特徴量よりなる欠陥情報を受信して記憶する欠陥情報記憶部と、

前記欠陥情報よりサンプリング情報を生成するサンプリング情報生成部と、

前記サンプリングされた各欠陥の画像情報より、各欠陥の種別情報を作成するレビュー装置からレビュー結果情報を受信して記憶するレビュー結果情報記憶部と、

ユーザより解析を行う欠陥の種別情報を受け付ける解析指定受付部と、

前記ユーザより指定された欠陥の種別に該当する前記レビュー結果情報に含まれる欠陥の特徴量を前記欠陥情報から取得し、取得した前記特徴量から基準値を検査レシピ毎に算出し、前記欠陥情報に含まれる欠陥の前記基準値からの距離を各検査レシピ毎に算出し、予め定められたしきい値以下となる類似欠陥の個数を集計するレシピ解析部と、

前記検査レシピ毎の類似欠陥の個数をユーザへ提示する出力部と、

を備えたことを特徴とする解析装置。

【請求項 2】

10

20

請求項 1 に記載の解析装置であって、

前記レシピ解析部は、前記ユーザより指定された欠陥の種別に該当する前記レビュー結果情報より、各検査レシピによって検出された欠陥の各特徴量の統計的基準値を求め、前記統計的基準値を基準として、前記欠陥情報の各欠陥の特徴量を取得して、各検査レシピ毎の類似欠陥の個数を集計すること、

を特徴とする解析装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の解析装置であって、

前記レシピ解析部は、前記各特徴量の統計的基準値から前記欠陥情報の各欠陥の特徴量までの距離を求め、前記距離が予め定められたしきい値以下となる欠陥の個数を類似欠陥の個数として集計すること、

を特徴とする解析装置。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の解析装置であって、

前記統計的基準値は、前記欠陥情報に含まれる全ての欠陥の特徴量を、前記ユーザより指定された欠陥の種別に該当する前記レビュー結果情報に含まれる欠陥の各特徴量の平均値および標準偏差を用いて規準化したものであり、

前記距離は、マハラノビス距離又はユークリッド距離であること、

を特徴とする解析装置。

【請求項 5】

コンピュータを、

欠陥検査装置に設定する複数の検査レシピを解析する解析装置として機能させるプログラムであって、

記憶手段及び制御手段として前記コンピュータを機能させ、

前記記憶手段は、

前記検査レシピ毎に、基板における欠陥の位置、および、当該欠陥の特徴量、を対応させた欠陥情報と、

前記欠陥情報に含まれている欠陥のうちから選択された欠陥について、選択された欠陥の種別を特定するレビュー結果情報と、を記憶し、

前記制御手段は、

解析を行う欠陥の種別の入力を受け付ける処理と、

前記レビュー結果情報に含まれる欠陥であって、入力された前記欠陥の種別に対応する欠陥の特徴量を前記欠陥情報から取得し、取得した当該特徴量から基準値を前記検査レシピ毎に算出する処理と、

前記欠陥情報に含まれている全ての欠陥につき、前記基準値からの距離を前記検査レシピ毎に算出する処理と、

前記基準値からの距離が、予め定められたしきい値以下の個数を前記検査レシピ毎に集計する処理と、

を行うこと、を特徴とするプログラム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のプログラムであって、

前記制御手段は、前記基準値からの距離が、予め定められたしきい値以下の個数が最も多い検査レシピを、入力された前記欠陥の種別を検出するのに適したものと判定すること、

を特徴とするプログラム。

【請求項 7】

請求項 5 に記載のプログラムであって、

前記制御手段は、前記基準値からの距離が、予め定められたしきい値以下の個数が最も少ない検査レシピを、入力された前記欠陥の種別を検出しないのに適したものと判定すること、

10

20

30

40

50

を特徴とするプログラム。

【請求項 8】

請求項 5 に記載のプログラムであって、
前記基準値は、前記特徴量の平均値および標準偏差であり、
前記距離は、マハラノビス距離又はユークリッド距離であること、
を特徴とするプログラム。

【請求項 9】

検査対象上の欠陥を検査するための検査レシピを設定するに際して、事前に準備された複数の検査レシピの中から、前記検査対象上のユーザが望む種別の欠陥を最も多く検出可能な検査レシピ、または、ユーザが望まない種別の欠陥を最も少なく検出可能な検査レシ

10

ピ、を選出する欠陥検査装置であって、
前記複数の検査レシピのそれぞれを設定して、前記同一の検査対象を検査して作成した、少なくとも欠陥 ID、欠陥座標、欠陥の特徴量よりなる欠陥情報を記憶する欠陥情報記憶部と、

前記欠陥情報よりサンプリング情報を生成するサンプリング情報生成部と、

前記サンプリングされた各欠陥の画像情報より、各欠陥の種別情報を作成するレビュー装置からレビュー結果情報を受信して記憶するレビュー結果情報記憶部と、

ユーザより解析を行う欠陥の種別情報を受け付ける解析指定受付部と、

前記ユーザより指定された欠陥の種別に該当する前記レビュー結果情報に含まれる欠陥の特徴量を前記欠陥情報から取得し、取得した前記特徴量から基準値を検査レシピ毎に算出し、前記欠陥情報に含まれる欠陥の前記基準値からの距離を各検査レシピ毎に算出し、予め定められたしきい値以下となる類似欠陥の個数を集計するレシピ解析部と、

20

前記検査レシピ毎の類似欠陥の個数をユーザへ提示する出力部と、

を備えたことを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の欠陥検査装置であって、

前記レシピ解析部は、前記ユーザより指定された欠陥の種別に該当する前記レビュー結果情報より、各検査レシピによって検出された欠陥の各特徴量の統計的基準値を求め、前記統計的基準値を基準として、前記欠陥情報の各欠陥の特徴量を取得して、各検査レシピ毎の類似欠陥の個数を集計すること、

30

を特徴とする欠陥検査装置。

【請求項 11】

検査対象上の欠陥を検査する欠陥検査装置の検査レシピを設定するに際して、事前に準備された複数の検査レシピの中から、前記検査対象上のユーザが望む種別の欠陥を最も多く検出可能な検査レシピ、または、ユーザが望まない種別の欠陥を最も少なく検出可能な検査レシピ、を選出するレビュー装置であって、

前記複数の検査レシピのそれぞれを前記欠陥検査装置に設定して、前記同一の検査対象を前記欠陥検査装置により検査した結果である、少なくとも欠陥 ID、欠陥座標、欠陥の特徴量よりなる欠陥情報を受信して記憶する欠陥情報記憶部と、

前記欠陥情報よりサンプリング情報を生成するサンプリング情報生成部と、

40

前記サンプリングされた各欠陥の画像情報より、各欠陥の種別を特定して作成したレビュー結果情報を記憶するレビュー結果情報記憶部と、

ユーザより解析を行う欠陥の種別情報を受け付ける解析指定受付部と、

前記ユーザより指定された欠陥の種別に該当する前記レビュー結果情報に含まれる欠陥の特徴量を前記欠陥情報から取得し、取得した前記特徴量から基準値を検査レシピ毎に算出し、前記欠陥情報に含まれる欠陥の前記基準値からの距離を各検査レシピ毎に算出し、予め定められたしきい値以下となる類似欠陥の個数を集計するレシピ解析部と、

前記検査レシピ毎の類似欠陥の個数をユーザへ提示する出力部と、

を備えたことを特徴とするレビュー装置。

【請求項 12】

50

請求項 1 1 に記載のレビュー装置であって、

前記レシピ解析部は、前記ユーザより指定された欠陥の種別に該当する前記レビュー結果情報より、各検査レシピによって検出された欠陥の各特徴量の統計的基準値を求め、前記統計的基準値を基準として、前記欠陥情報の各欠陥の特徴量を取得して、各検査レシピ毎の類似欠陥の個数を集計すること、

を特徴とするレビュー装置。

【請求項 1 3】

欠陥検査装置と、レビュー装置と、解析装置と、を備える解析システムであって、

前記欠陥検査装置は、複数の検査レシピで一の基板の欠陥検査を行い、検査レシピ毎に、基板における欠陥の位置、および、当該欠陥の特徴量、を対応させた欠陥情報を生成し、

前記レビュー装置は、前記欠陥情報に含まれている欠陥のうちから選択された欠陥について、選択された欠陥の種別を特定するレビュー結果情報を生成し、

前記解析装置は、

解析を行う欠陥の種別の入力を受け付ける処理と、

前記レビュー装置から取得した前記レビュー結果情報に含まれる欠陥であって、入力された前記欠陥の種別に対応する欠陥の特徴量を前記欠陥情報から取得し、取得した当該特徴量から基準値を前記検査レシピ毎に算出する処理と、

前記欠陥検査装置から取得した前記欠陥情報に含まれている全ての欠陥につき、前記基準値からの距離を前記検査レシピ毎に算出する処理と、

前記基準値からの距離が、予め定められたしきい値以下の個数を前記検査レシピ毎に集計する処理と、

を行う処理部を備えること、

を特徴とする解析システム。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の解析システムであって、

前記制御部は、前記基準値からの距離が、予め定められたしきい値以下の個数が最も多い検査レシピを、入力された前記欠陥の種別を検出するのに適したものと判定すること、

を特徴とする解析システム。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 に記載の解析システムであって、

前記制御部は、前記基準値からの距離が、予め定められたしきい値以下の個数が最も少ない検査レシピを、入力された前記欠陥の種別を検出しないのに適したものと判定すること、

を特徴とする解析システム。

【請求項 1 6】

請求項 1 3 に記載の解析システムであって、

前記基準値は、前記特徴量の平均値および標準偏差であり、

前記距離は、マハラノビス距離又はユークリッド距離であること、

を特徴とする解析システム。

【請求項 1 7】

検査レシピ毎に、基板における欠陥の位置、および、当該欠陥の特徴量、を対応させた欠陥情報と、前記欠陥情報に含まれている欠陥のうちから選択された欠陥について、選択された欠陥の種別を特定するレビュー結果情報と、を記憶する記憶部と、

制御部と、

を備える解析装置において、欠陥検査装置に設定する複数の検査レシピを解析する解析方法であって、

前記制御部が、解析を行う欠陥の種別の入力を受け付ける処理を行う過程と、

前記制御部が、前記レビュー結果情報に含まれる欠陥であって、入力された前記欠陥の種別に対応する欠陥の特徴量を前記欠陥情報から取得し、取得した当該特徴量から基準値

10

20

30

40

50

を前記検査レシピ毎に算出する処理を行う過程と、

前記制御部が、前記欠陥情報に含まれている全ての欠陥につき、前記基準値からの距離を前記検査レシピ毎に算出する処理を行う過程と、

前記基準値からの距離が、予め定められたしきい値以下の個数を前記検査レシピ毎に集計する処理を行う過程と、

を行うこと、を特徴とする解析方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、欠陥検査装置に設定する複数の検査レシピを解析する技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

半導体集積回路、薄膜磁気ヘッド、薄膜ディスプレイ等の薄膜で形成される製造物を光学的又は電子的に検査する欠陥検査装置では、成膜条件や配線材質等に応じたレーザ強度、画像のコントラスト、画像処理のしきい値などのパラメータ、といった光学的又は電子的な処理を行うための検査レシピ（検査条件）を適切に設定する必要がある。

【0003】

この点、特許文献1に記載の技術は、予め複数の検査レシピを用意しておき、複数の検査レシピでそれぞれ欠陥検査を実行して得られた多数の欠陥座標を検査レシピ間で比較し、欠陥座標の近い欠陥は同じ欠陥であると判定することで、欠陥数を減らし、数が減らされた欠陥をレビュー装置で観察することにより、好適な検査レシピを選択することができるようにしている。

20

【0004】

【特許文献1】特開2005-17159号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の技術では、欠陥座標の近い欠陥は同じ欠陥であると判定することで、欠陥数を減らしてレビュー装置で観察するようにしているが、昨今の欠陥検査装置は、一回の検査で数千個から数十万個の欠陥座標を出力するため、それらすべての欠陥をレビュー装置で観察するのは、時間がかかり、困難である。

30

【0006】

そこで、本発明は、検出したい欠陥を効率的に検出することのできる検査レシピを容易に特定することのできる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以上の課題を解決するため、本発明は、複数の検査レシピで欠陥検査を行った結果から、解析を行う欠陥の種別に対応する欠陥が有する特徴量に類似する特徴量を備える欠陥の個数を検査レシピ毎に集計する。

【0008】

40

例えば、本発明は、検査対象上の欠陥を検査する欠陥検査装置の検査レシピを設定するに際して、事前に準備された複数の検査レシピの中から、前記検査対象上のユーザが望む種別の欠陥を最も多く検出可能な検査レシピ、または、ユーザが望まない種別の欠陥を最も少なく検出可能な検査レシピ、を選出する解析装置であって、前記複数の検査レシピのそれぞれを前記欠陥検査装置に設定して、前記同一の検査対象を前記欠陥検査装置により検査した結果である、少なくとも欠陥ID、欠陥座標、欠陥の特徴量よりなる欠陥情報を受信して記憶する欠陥情報記憶部と、前記欠陥情報よりサンプリング情報を生成するサンプリング情報生成部と、前記サンプリングされた各欠陥の画像情報より、各欠陥の種別情報を作成するレビュー装置からレビュー結果情報を受信して記憶するレビュー結果情報記憶部と、ユーザより解析を行う欠陥の種別情報を受け付ける解析指定受付部と、前記ユー

50

ザより指定された欠陥の種別に該当する前記レビュー結果情報に含まれる欠陥の特徴量を前記欠陥情報から取得し、取得した前記特徴量から基準値を検査レシピ毎に算出し、前記欠陥情報に含まれる欠陥の前記基準値からの距離を各検査レシピ毎に算出し、予め定められたしきい値以下となる類似欠陥の個数を集計するレシピ解析部と、前記検査レシピ毎の類似欠陥の個数をユーザへ提示する出力部と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

以上のように、本発明によれば、検出したい欠陥を効率的に検出することのできる検査レシピを容易に特定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0010】

図1は、本発明の第一の実施形態である検査システム100の概略図である。

【0011】

図示するように、検査システム100は、欠陥検査装置110と、レビュー装置120と、解析装置130と、を備え、これらはネットワーク150を介して相互に情報の送受信が可能にされている。

【0012】

欠陥検査装置110は、異物検査装置や外観検査装置等を用いる。

【0013】

異物検査装置とは、レーザ光を基板に斜め上方から照射し、その散乱光を検出する装置で、暗視野検査装置ということもある。外観検査装置とは、回路パターンの画像を撮像し、画像処理により欠陥の位置を検出する装置で、適用する検出器によって、明視野検査装置や走査型電子顕微鏡（SEM: Scanning Electron Microscope）式検査装置がある。

20

【0014】

なお、欠陥検査装置110は、公知のものを使用すればよいため、詳細な説明は省略するが、本実施形態では、少なくとも、入力された検査レシピに応じて、欠陥の座標と、当該欠陥の特徴量と、を特定する情報を出力するようにされている。

【0015】

ここで、欠陥検査装置は、被検査対象である基板に形成される回路パターン上の欠陥を検出するものであるため、欠陥検査装置には、基板の成膜状態や、回路パターンの形成状態に応じて、適切な検査レシピを設定する必要がある。

30

【0016】

そして、検査レシピには、回路パターン条件と、光学・画像処理条件と、がある。

【0017】

回路パターン条件は、基板に形成されるチップの大きさ、チップの配置、検査装置の検査アルゴリズムに応じた各チップ内の領域情報などのパラメータである。一方、光学・画像処理条件は、成膜条件や配線材質などに応じたレーザ強度、検出器が捕らえた画像のコントラスト条件、画像処理時のしきい値などのパラメータで、検出感度を定めるものである。本発明では、主に、光学・画像処理条件を短時間で、かつ、所望の欠陥を確実に検出できるように設定する。

40

【0018】

例えば、図2は、欠陥検査装置110に入力する検査レシピ（検査条件）を特定する検査レシピテーブル160の概略図である。

【0019】

図示するように、検査レシピテーブル160は、項目欄160aと、パラメータ欄160bと、を備える。

【0020】

項目欄160aには、検査レシピとして設定を行う検査条件の各項目を特定する情報が格納される。本実施形態では、検査レシピの項目として、例えば、レーザ強度、光量フィルタ、波長フィルタ、オートフォーカスオフセット、画像処理しきい値TH1、画像処理

50

しきい値 TH2、の値を設定するものとするが、これらの項目に限定されるわけではない。

【0021】

パラメータ欄 160b には、項目欄 160a で特定される検査レシピの項目に設定する値（パラメータ）を特定する情報が格納される。

【0022】

そして、欠陥検査装置 110 は、入力された検査レシピテーブル 160 で特定される検査レシピで欠陥検査を行い、その出力として、検出された欠陥の位置を特定する情報と、当該欠陥の特徴量を特定する情報と、を少なくとも有する欠陥情報を出力する。

【0023】

欠陥情報としては、例えば、図 3（欠陥テーブル 161 の概略図）に示すような欠陥テーブル 161 を出力する。

【0024】

図示するように、欠陥テーブル 161 は、欠陥 ID 欄 161a と、チップ座標 RX 欄 161b と、チップ座標 RY 欄 161c と、チップ内座標 DX 欄 161d と、チップ内座標 DY 欄 161e と、特徴量 A151 欄 161f と、特徴量 A152 欄 161g と、特徴量 A153 欄 161h と、を備える。

【0025】

欠陥 ID 欄 161a には、検出された欠陥を一意に識別するための識別情報である欠陥 ID が格納される。本実施形態では、欠陥検査装置 110 で検出された各欠陥に対して、検出された順番に連番で欠陥 ID が付与されるようにしている。

【0026】

チップ座標 RX 欄 161b、チップ座標 RY 欄 161c、チップ内座標 DX 欄 161d 及びチップ内座標 DY 欄 161e には、欠陥 ID 欄 161a で特定される欠陥の基板における位置を特定する情報が格納される。

【0027】

この点、本実施形態においては、図 4（基板 162 の概略図）に示されるように、基板 162 に形成されるチップの位置と、このチップ内での位置と、を特定することにより、各欠陥の位置を特定するようにしている。

【0028】

例えば、基板 162 に形成されるチップは、X 軸方向（RX）における予め定められた原点位置から順に各列に対して、RX = 1、2、3、・・・と連番が付されており、また、各列における最下段から Y 軸方向（RY）における各行に対して、RY = 1、2、3、・・・と連番が付されている。

【0029】

そして、チップ座標 RX 欄 161b には、X 軸方向における順番（位置）が、チップ座標 RY 欄 161c には、Y 軸方向における順番（位置）が、格納される。例えば、図 4 の欠陥 162a は、チップ座標 RX = 2、チップ座標 RY = 6、となる。

【0030】

さらに、各チップには、X 軸方向の原点からの座標（DX = 1、2、3、・・・）と、Y 軸方向の原点からの座標（DY = 1、2、3、・・・）と、が割り当てられており、当該座標により当該チップ内の欠陥の位置を特定するようにしている。

【0031】

そして、チップ内座標 DX 欄 161d には、X 軸方向の座標が格納され、チップ内座標 DY 欄 161e には、Y 軸方向の座標が格納される。

【0032】

欠陥検査装置 110 で検出する欠陥の特徴量については、検査装置メーカーによって様々であるが、特徴量は、欠陥検査装置が欠陥を検出したときに画像処理の結果として得られるデータであって、例えば、欠陥の大きさ、欠陥の濃淡値、欠陥の周囲長がある。

【0033】

10

20

30

40

50

そして、本実施形態では、欠陥ID欄161aで特定される欠陥に関して、欠陥の大きさを特徴量A151欄161fに、欠陥の濃淡値を特徴量A152欄161gに、欠陥周囲長を特徴量A153欄161hに、格納するようにしているがこのような態様に限定されるわけではない。

【0034】

なお、欠陥検査装置110で出力された欠陥情報については、ネットワーク150を介して、解析装置130に送信する。

【0035】

レビュー装置120は、特定された位置における画像情報を取得する。

【0036】

レビュー装置120としては、SEMやAFM(Atomic Force Microscope: 原子間力顕微鏡)を用いたものを使用すればよく、また、欠陥検査装置110と同様の座標、または、欠陥検査装置110で使用する座標とレビュー装置120で使用する座標との対応表を用いることにより、レビュー装置120で検出された欠陥の画像情報を取得する。

【0037】

そして、レビュー装置120のオペレータはレビュー装置120で取得された各欠陥の画像情報を用いて、入力装置(図示せず)を用いて各欠陥の種別を識別するための識別情報(ここでは、欠陥名)を入力し、レビュー装置120は、各欠陥と、各欠陥の種別と、を関連させたレビュー結果情報を生成して、ネットワーク150を介して解析装置130に送信する。

【0038】

例えば、本実施形態では、レビュー装置120は、図5(レビュー結果テーブル162の概略図)に示されるようなレビュー結果テーブル162を生成して解析装置130に送信する。

【0039】

図示するように、レビュー結果テーブル162は、論理ID欄162aと、チップ座標RX欄162bと、チップ座標RY欄162cと、チップ内座標DX欄162dと、チップ内座標DY欄162eと、レビュー結果欄162fと、を備える。

【0040】

論理ID欄162a、チップ座標RX欄162b、チップ座標RY欄162c、チップ内座標DX欄162d及びチップ内座標DY欄162eには、後述するサンプリングテーブル137aの対応する欄に格納されている値を格納する。

【0041】

レビュー結果欄162fには、論理ID欄162a、チップ座標RX欄162b、チップ座標RY欄162c、チップ内座標DX欄162d及びチップ内座標DY欄162eで特定される欠陥をレビューすることにより入力された当該欠陥の種別を特定する情報が格納される。ここで、本実施形態では、欠陥の種別を特定する情報として欠陥名を格納するようにしているが、このような態様に限定されるわけではない。

【0042】

解析装置130は、記憶部131と、制御部136と、入力部141と、出力部142と、送受信部143と、を備える。

【0043】

記憶部131は、欠陥情報記憶領域132と、論理情報記憶領域133と、レビュー結果情報記憶領域134と、距離情報記憶領域135と、を備える。

【0044】

欠陥情報記憶領域132には、欠陥検査装置110より受信した欠陥情報が記憶される。本実施形態においては、例えば、欠陥情報として図3に示すような欠陥テーブル161が各々の検査レシピ毎に記憶される。

【0045】

論理情報記憶領域133には、後述する論理情報生成部137で生成される欠陥の

10

20

30

40

50

論理和情報が記憶される。なお、欠陥の論理和情報については後述する。

【 0 0 4 6 】

レビュー結果情報記憶領域 1 3 4 には、レビュー装置 1 2 0 より受信したレビュー結果情報であるレビュー結果テーブル 1 6 2 が記憶される。

【 0 0 4 7 】

距離情報記憶領域 1 3 5 には、後述するレシピ解析部 1 4 0 で生成される距離情報が記憶される。なお、距離情報については後述する。

【 0 0 4 8 】

制御部 1 3 6 は、論理和情報生成部 1 3 7 と、サンプリング情報生成部 1 3 8 と、解析指定受付部 1 3 9 と、レシピ解析部 1 4 0 と、を備える。

10

【 0 0 4 9 】

論理和情報生成部 1 3 7 は、記憶部 1 3 1 の欠陥情報記憶領域 1 3 2 に記憶されている検査レシピ毎の欠陥テーブル 1 6 1 を読み込み、各々の検査レシピで検出された欠陥の間の距離を算出して、予め定められたしきい値以下の距離の欠陥は同じ欠陥と見なすことで、いずれかの検査レシピで検出された全ての欠陥を集計した論理和情報を生成して、記憶部 1 3 1 の論理和情報記憶領域 1 3 3 に記憶する。

【 0 0 5 0 】

本実施形態においては、論理和情報生成部 1 3 7 は、例えば、図 6 (論理和テーブル 1 3 7 a の概略図) に示すような論理和テーブル 1 3 7 a を生成して、記憶部 1 3 1 の論理和情報記憶領域 1 3 3 に記憶する。

20

【 0 0 5 1 】

図示するように、論理和テーブル 1 3 7 a は、論理和 I D 欄 1 3 7 b と、欠陥 I D (レシピ R 1 6 1) 欄 1 3 7 c と、欠陥 I D (レシピ R 1 6 2) 欄 1 3 7 d と、欠陥 I D (レシピ R 1 6 3) 欄 1 3 7 e と、を備える。

【 0 0 5 2 】

論理和 I D 欄 1 3 7 b には、いずれかの検査レシピで検出された欠陥を識別するための識別情報である論理和 I D が格納される。

【 0 0 5 3 】

ここで、本実施形態においては、レシピ R 1 6 1 で検出された欠陥と、レシピ R 1 6 1 では検出されずレシピ R 1 6 2 で検出された欠陥と、レシピ R 1 6 1 では検出されずレシピ R 1 6 3 で検出された欠陥と、の各々につき、それぞれのレシピで検出された順番で連番となるように論理和 I D が割り振られる。

30

【 0 0 5 4 】

欠陥 I D (レシピ R 1 6 1) 欄 1 3 7 c には、レシピ R 1 6 1 で検出された欠陥の欠陥 I D が格納される。ここで、レシピ R 1 6 1 で検出された欠陥の欠陥 I D は、レシピ R 1 6 1 で検出された欠陥の欠陥テーブル 1 6 1 の欠陥 I D 欄 1 6 1 a に格納されたものを用いる。

【 0 0 5 5 】

欠陥 I D (レシピ R 1 6 2) 欄 1 3 7 d には、レシピ R 1 6 2 で検出された欠陥の欠陥 I D が格納される。

40

【 0 0 5 6 】

ここで、欠陥 I D (レシピ R 1 6 2) 欄 1 3 7 d には、レシピ R 1 6 1 で検出されている欠陥、即ち、レシピ R 1 6 1 で検出された欠陥の座標と予め定められたしきい値以下の距離しか離れていない欠陥については、当該しきい値以下の距離しか離れていないレシピ R 1 6 1 の欠陥 I D に対応させて (同じ行に) 、レシピ R 1 6 2 で検出された欠陥 I D が格納される。

【 0 0 5 7 】

一方、レシピ R 1 6 1 で検出されていない欠陥、即ち、レシピ R 1 6 1 で検出された欠陥のいずれの座標とも、予め定められたしきい値よりも距離が離れている欠陥については、論理和テーブル 1 3 7 a に新たなエントリを生成して、レシピ R 1 6 2 で検出された欠

50

陥IDが格納される。この際、論理和テーブル137aに生成した新たなエントリにおける欠陥ID（レシピR161）欄137cには、対応する欠陥がない旨を示す識別情報（ここでは、「-」）が格納される。

【0058】

なお、レシピR162で検出された欠陥の欠陥IDについても、レシピR162で検出された欠陥の欠陥テーブル161の欠陥ID欄161aに格納されたものを用いる。

【0059】

欠陥ID（レシピR163）欄137eには、レシピR163で検出された欠陥の欠陥IDが格納される。

【0060】

ここで、欠陥ID（レシピR163）欄137eには、レシピR161又はレシピR162で検出されている欠陥、即ち、レシピR161又はレシピR162で検出された欠陥の座標と予め定められたしきい値以下の距離しか離れていない欠陥については、当該しきい値以下の距離しか離れていないレシピR161又はレシピR162の欠陥IDに対応させて（同じ行に）、レシピR163で検出された欠陥IDが格納される。

【0061】

一方、レシピR161及びレシピR162で検出されていない欠陥、即ち、レシピR161及びレシピR162で検出された欠陥のいずれの座標とも、予め定められたしきい値よりも距離が離れている欠陥については、論理和テーブル137aに新たなエントリを生成して、レシピR163で検出された欠陥IDが格納される。この際、論理和テーブル137aに生成した新たなエントリにおける欠陥ID（レシピR161）欄137c及び欠陥ID（レシピR162）欄137dには、対応する欠陥がない旨を示す識別情報（ここでは、「-」）が格納される。

【0062】

なお、レシピR163で検出された欠陥の欠陥IDについても、レシピR163で検出された欠陥の欠陥テーブル161の欠陥ID欄161aに格納されたものを用いる。

【0063】

以上の論理和テーブル137aでは、レシピR161、レシピR162及びレシピR163の三種類の検査レシピで欠陥の検出を行った場合を例に説明したが、検査レシピの数は三つに限定されるわけではない。

【0064】

サンプリング情報生成部138は、論理和情報記憶領域133に記憶されている論理和情報から欠陥の種別を判別するためのサンプルを特定したサンプリング情報を生成する。

【0065】

例えば、本実施形態においては、サンプリング情報生成部138は、論理和情報記憶領域133に記憶されている論理和テーブル137aからランダムに、または、予め定められた法則に従って、予め定められた数の論理和IDを抽出して、当該論理和IDに対応する欠陥の座標を欠陥情報記憶領域132から特定して、論理和IDと、当該論理和IDに対応する欠陥の位置を特定する情報と、を備えるサンプリング情報を生成する。

【0066】

サンプリング情報としては、例えば、図7（サンプリングテーブル138aの概略図）に示されるようなサンプリングテーブル138aを生成する。

【0067】

図示するように、サンプリングテーブル138aは、論理和ID欄138bと、チップ座標RX欄138cと、チップ座標RY欄138dと、チップ内座標DX欄138eと、チップ内座標DY欄138fと、を備える。

【0068】

論理和ID欄138bには、論理和テーブル137aから抽出された論理和IDが格納される。

【0069】

10

20

30

40

50

チップ座標 R X 欄 1 3 8 c、チップ座標 R Y 欄 1 3 8 d、チップ内座標 D X 欄 1 3 8 e 及びチップ内座標 D Y 欄 1 3 8 f には、論理和 I D 欄 1 3 8 b で特定される論理和 I D に対応する欠陥の位置を欠陥情報記憶領域 1 3 2 に記憶されている欠陥テーブル 1 6 1 のチップ座標 R X 欄 1 6 1 b、チップ座標 R Y 欄 1 6 1 c、チップ内座標 D X 欄 1 6 1 d 及びチップ内座標 D Y 欄 1 6 1 e に格納されている値を格納する。

【 0 0 7 0 】

なお、論理和テーブル 1 3 7 a から抽出された論理和 I D に対応する欠陥 I D が複数ある場合には、いずれか一つの座標値、複数の座標の中心位置、または、複数の座標の重心位置、などをこれらの欄に格納すればよい。

【 0 0 7 1 】

10

また、サンプリング情報生成部 1 3 8 は、以上のようにして生成したサンプリングテーブル 1 3 8 a をレビュー装置 1 2 0 に送受信部 1 4 3 を介して送信するとともに、レビュー装置 1 2 0 からのレビュー結果情報であるレビュー結果テーブル 1 6 2 を送受信部 1 4 3 を介して受信し、記憶部 1 3 1 のレビュー結果情報記憶領域 1 3 4 に記憶する。

【 0 0 7 2 】

解析指定受付部 1 3 9 は、入力部 1 4 1 を介して、解析装置 1 3 0 のオペレータより、検出したい欠陥の種別を特定する情報、または、検出したくない欠陥の種別を特定する情報、の入力を受け付ける。

【 0 0 7 3 】

例えば、解析指定受付部 1 3 9 は、出力部 1 4 2 である表示装置にレビュー結果情報記憶領域 1 3 4 に記憶されているレビュー結果テーブル 1 6 2 を予め定められた形式で表示し、当該表示において、検出したい欠陥の種別や、検出したくない欠陥の種別の入力、入力部 1 4 1 を介して受け付ける。

20

【 0 0 7 4 】

レシピ解析部 1 4 0 は、解析指定受付部 1 3 9 で指定された検出したい欠陥の種別を最も多く検出し、または、検出したくない欠陥の種別を最も少なく検出する検査レシピを特定する処理を行う。

【 0 0 7 5 】

例えば、レシピ解析部 1 4 0 は、解析指定受付部 1 3 9 で検出したい欠陥の種別が指定された場合には、レビュー結果テーブル 1 6 2 より検出したい欠陥の種別に対応する論理和 I D を取得して、取得した論理和 I D に対応する欠陥 I D を論理和テーブル 1 3 7 a より特定する。

30

【 0 0 7 6 】

そして、レシピ解析部 1 4 0 は、論理和テーブル 1 3 7 a より特定した欠陥 I D の特徴量を欠陥テーブル 1 6 1 より特定し、各々のレシピ毎に各々の特徴量の基準値を生成する。

【 0 0 7 7 】

さらに、レシピ解析部 1 4 0 は、各々のレシピ毎に、検出された各々の欠陥の特徴量と、各々の特徴量の基準値と、の類似性を判断する。

【 0 0 7 8 】

40

そして、レシピ解析部 1 4 0 は、解析指定受付部 1 3 9 で指定された検出したい欠陥の特徴量の基準値に類似する特徴量を備える欠陥を最も多く検出している検査レシピを特定する。

【 0 0 7 9 】

このようにして特定された検査レシピを、解析指定受付部 1 3 9 で指定された検出したい欠陥の種別を最も多く検出する検査レシピとして出力部 1 4 2 を介して出力する。

【 0 0 8 0 】

一方、レシピ解析部 1 4 0 は、解析指定受付部 1 3 9 で検出したくない欠陥の種別が指定された場合には、レビュー結果テーブル 1 6 2 より検出したくない欠陥の種別に対応する論理和 I D を取得して、取得した論理和 I D に対応する欠陥 I D を論理和テーブル 1 3

50

7 aより特定する。

【0081】

そして、レシピ解析部140は、論理和テーブル137 aより特定した欠陥IDの特徴量を欠陥テーブル161より特定し、各々のレシピ毎に各々の特徴量の基準値を生成する。

【0082】

さらに、レシピ解析部140は、各々のレシピ毎に、検出された各々の欠陥の特徴量と、各々の特徴量の基準値と、の類似性を判断する。

【0083】

そして、レシピ解析部140は、解析指定受付部139で指定された検出したくない欠陥の特徴量の基準値に類似する特徴量を備える欠陥を最も少なく検出している検査レシピを特定する。

10

【0084】

このようにして特定された検査レシピを、解析指定受付部139で指定された検出したくない欠陥の種別を最も多く検出する検査レシピとして出力部142を介して出力する。

【0085】

入力部141は、解析装置130のオペレータより情報の入力を受け付ける。

【0086】

出力部142は、解析装置130のオペレータに情報を出力する。

【0087】

20

送受信部143は、ネットワーク150を介して、情報の送受信を行うためのインターフェースである。

【0088】

以上に記載した解析装置130は、例えば、図8（コンピュータ170の概略図）に示すような、CPU171と、メモリ172と、HDD等の外部記憶装置173と、CD-ROMやDVD-ROM等の可搬性を有する記憶媒体174から情報を読み出す読取装置175と、キーボードやマウスなどの入力装置176と、ディスプレイなどの出力装置177と、通信ネットワークに接続するためのNIC（Network Interface Card）等の通信装置178と、を備えた一般的なコンピュータ170で実現できる。

【0089】

30

例えば、記憶部131は、外部記憶装置173により実現可能であり、制御部136は、外部記憶装置173に記憶されている所定のプログラムをメモリ172にロードしてCPU171で実行することで実現可能であり、入力部141は、入力装置176により実現可能であり、出力部142は、出力装置177により実現可能であり、送受信部140は、通信装置178により実現可能である。

【0090】

この所定のプログラムは、読取装置175を介して記憶媒体174から、あるいは、通信装置178を介してネットワークから、外部記憶装置173にダウンロードされ、それから、メモリ172上にロードされてCPU171により実行されるようにしてもよい。また、読取装置175を介して記憶媒体174から、あるいは、通信装置178を介してネットワークから、メモリ172上に直接ロードされ、CPU171により実行されるようにしてもよい。

40

【0091】

図9は、以上に記載した検査システム100での処理を示すフローチャートである。

【0092】

まず、N（Nは、2以上の自然数）個の異なる検査レシピを欠陥検査装置110に入力し、欠陥検査装置110において、同一基板に対して、各々の検査レシピで特定される検査条件を使用して欠陥検査をN回実行する（S10）。

【0093】

次に、欠陥検査装置110は、各々の検査レシピ毎に欠陥テーブル161を生成し、ネ

50

ットワーク 150 を介して解析装置 130 に送信する (S11)。ここで、装置間のデータ送受信方法としては、欠陥検査装置 110 が解析装置 130 に欠陥テーブル 161 をプットする形態でも、解析装置 130 が欠陥検査装置 110 から欠陥テーブル 161 をゲットする形態でもよい。

【0094】

欠陥テーブル 161 を欠陥検査装置 110 より受信した解析装置 130 では、論理和情報生成部 137 が、欠陥テーブル 161 を欠陥情報記憶領域 132 に記憶して、検査レシピ間において、個々の欠陥座標の距離を計算し、予め与えられたしきい値以下の距離しか離れていない欠陥座標を同じ欠陥と判断して、対応づけを行い、いずれかの検査レシピで検出された欠陥の総和を示す論理和テーブル 137a を生成して、論理和情報記憶領域 133 に記憶する (S12)。

10

【0095】

次に、解析装置 130 のサンプリング情報生成部 138 は、論理和テーブル 137a より複数の論理和 ID をサンプルとしてサンプリングし、当該論理和 ID に対応する欠陥 ID を特定して、欠陥テーブル 161 より位置情報を取得することで、サンプリングテーブル 138a を生成して、送受信部 143 を介して、サンプリング情報としてレビュー装置 120 に送信する (S13)。なお、装置間のデータ送受信方法としては、解析装置 130 がレビュー装置 120 にデータをプットする形態でも、レビュー装置 120 が解析装置 130 からデータをゲットする形態でもよい。

【0096】

20

レビュー装置 120 は、ステップ S13 で取得したサンプリング情報で特定されている位置情報に基づいて各々の欠陥の画像を取得し、入力装置 (図示せず) を介してレビュー装置 120 のオペレータあるいは ADC (Automatic Defect Classification) 機能により情報の入力を受け付けることで、各々の欠陥の種別を特定したレビュー結果テーブル 162 を生成して (S14)、レビュー結果情報として解析装置 130 にネットワークを介して送信する (S15)。ここで、装置間のデータ送受信方法としては、レビュー装置 120 が解析装置 130 にデータをプットする形態でも、解析装置 130 がレビュー装置 120 からデータをゲットする形態でもよい。

【0097】

レビュー装置 120 よりレビュー結果情報を取得した解析装置 130 では、解析指定受付部 139 が、レビュー結果テーブル 162 に格納されている情報を所定の形式で出力し、入力部 141 を介して、解析を行う種別と、検出したい種別であるか検出したくない種別であるかの解析条件の入力を受け付ける (S16)。

30

【0098】

次に、解析装置 130 のレシピ解析部 140 は、解析指定受付部 139 で指定された種別であって、レビュー結果情報に含まれている欠陥の論理和 ID をレビュー結果テーブル 162 から特定し、特定した論理和 ID に対応する欠陥 ID を論理和テーブル 137a で特定する (S17)。この際、レシピ解析部 140 は、図 10 (解析指定テーブル 163 の概略図) に示すような解析指定テーブル 163 を生成してもよい。

【0099】

40

図示するように、解析指定テーブル 163 は、論理和 ID を格納する論理和 ID 欄 163a と、レシピ R161 で検出された欠陥 ID (対応する欠陥がない場合には「-」) を格納する欠陥 ID (レシピ R161) 欄 163b と、レシピ R162 で検出された欠陥 ID (対応する欠陥がない場合には「-」) を格納する欠陥 ID (レシピ R162) 欄 163c と、レシピ R163 で検出された欠陥 ID (対応する欠陥がない場合には「-」) を格納する欠陥 ID (レシピ R163) 欄 163d と、指定された種別が格納されるレビュー結果欄 163e と、を備える。

【0100】

そして、レシピ解析部 140 は、ステップ S17 で特定された欠陥 ID に対応する特徴量を欠陥情報記憶領域 132 に記憶されている欠陥テーブル 161 より取得して、検査レ

50

レシピ毎及び特徴量毎に特徴量の基準値を算出する（S18）。この際、レシピ解析部140は、図11（特徴量テーブル164の概略図）に示すような特徴量テーブル164を各々の検査レシピ毎に生成して、特徴量毎の基準値を算出してもよい。なお、図11に示す特徴量テーブル164は、欠陥IDを格納する欠陥ID欄164aと、特徴量A151の値を格納する特徴量A151欄164bと、特徴量A152の値を格納する特徴量A152欄164cと、特徴量A153の値を格納する特徴量A153欄164dと、を備える。

【0101】

なお、具体的な基準値の算出方法については、図12及び図13を用いて後述する。

【0102】

次に、レシピ解析部140は、検査レシピ毎に、ステップS18で算出した基準値に基づいて、各検査レシピで検出された全ての欠陥について、検査レシピ毎の基準値との間の距離を算出する（S19）。

【0103】

なお、具体的な距離の算出については、図14及び図15を用いて後述する。

【0104】

そして、レシピ解析部140は、ステップS19で算出した距離が、予め定められたしきい値以下となる欠陥の個数を類似欠陥数として検査レシピ毎に集計する（S20）。この際、レシピ解析部140は、例えば、図16（集計結果データ165の概略図）に示すように、各々のレシピ毎に類似欠陥の個数を集計した結果である集計結果データ165を生成して、出力部142に出力してもよい。

【0105】

さらに、レシピ解析部140は、ステップS16において解析条件として検出したい種別の欠陥であると指示されている場合には、集計した類似欠陥数が最も多い検査レシピを、また、解析条件として検出したくない種別の欠陥であると指示されている場合には、集計した類似欠陥数が最も少ない検査レシピを、予め定めた表示形式にして解析結果として出力部142に出力する（S21）。

【0106】

図12は、レシピ解析部140で欠陥の特徴量から基準値を算出する処理を示すフローチャートである。ここで、図12は、図9のステップS19で定義する距離として、マハラノビス距離を用いる例を示す。

【0107】

まず、レシピ解析部140は、図9のステップS17で特定された欠陥IDに対応する特徴量を欠陥情報記憶領域132に記憶されている欠陥テーブル161より取得する（S30）。

【0108】

次に、レシピ解析部140は、各々の検査レシピにおいて、特徴量毎の平均値と標準偏差を計算する（S31）。

【0109】

ここで、平均値 m_i は、下記の（1）式を用いて計算し、標準偏差 σ_i は、下記の（2）式を用いて計算する。

【0110】

【数1】

$$m_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} \cdots (1)$$

$$(i=1,2,\cdots,k)$$

【0111】

10

20

30

40

【数 2】

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_{ij} - m_i)^2} \cdots (2)$$

$$(i = 1, 2, \dots, k)$$

【0 1 1 2】

ここで、 n は各々の検査レシピにおいてサンプリングされた欠陥の数であり、 i は各特徴量の識別子である。

【0 1 1 3】

次に、レシピ解析部 140 は、ステップ S 30 で取得した特徴量から相関行列を生成する (S 32)。

【0 1 1 4】

ここで、相関行列は、各特徴量の項目間の相関係数を計算した結果の行列であり、相関係数は、(3) 式で計算でき、その結果を (4) 式のように行列に代入すると、相関行列を作成できる。

【0 1 1 5】

【数 3】

$$r_{i_1 i_2} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{i_1 j} Y_{i_2 j} \cdots (3)$$

$$(i_1 = 1, 2, \dots, k)$$

$$(i_2 = 1, 2, \dots, k)$$

$$(j = 1, 2, \dots, n)$$

10

20

【0 1 1 6】

【数 4】

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2k} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ r_{k1} & r_{k2} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \cdots (4)$$

30

【0 1 1 7】

そして、レシピ解析部 140 は、ステップ S 32 で作成した相関行列を計算する (S 33)。ここで、ステップ S 19 で定義する距離として、マハラノビス距離を用いる場合、以上のようにして計算された平均値、標準偏差及び相関行列の組を基準値とする。

【0 1 1 8】

図 13 は、レシピ解析部 140 で欠陥の特徴量から基準値を算出する処理を示すフローチャートである。ここで、図 13 は、図 9 のステップ S 19 で定義する距離として、ユークリッド距離を用いる例を示す。

40

【0 1 1 9】

まず、レシピ解析部 140 は、図 9 のステップ S 17 で特定された欠陥 ID に対応する特徴量を欠陥情報記憶領域 132 に記憶されている欠陥テーブル 161 より取得する (S 40)。

【0 1 2 0】

次に、レシピ解析部 140 は、各々の検査レシピにおいて、特徴量毎の平均値と標準偏差を計算する (S 41)。

50

【 0 1 2 1 】

そして、平均値 m_i は、上記の (1) 式を用いて計算し、標準偏差 σ_i は、上記の (2) 式を用いて計算する。ここで、図 9 のステップ S 1 9 で定義する距離として、ユークリッド距離を用いる場合、平均値と標準偏差の組のことを基準値とする。

【 0 1 2 2 】

なお、図 9 のステップ S 1 9 で定義する距離として、マハラノビス距離とユークリッド距離のどちらを選択する方がよいかは、特徴量データの項目数や、レビュー装置で指定した欠陥の種別 (欠陥名) の欠陥数などに依存する。マハラノビス距離は、後述するように (4) 式で計算された相関行列の逆行列を計算する必要がある。逆行列は条件によって正しく計算できないことが知られており、その場合はユークリッド距離を計算した方がよい。

10

【 0 1 2 3 】

図 1 4 は、レシピ解析部 1 4 0 で全欠陥のマハラノビス距離を算出する処理を示すフローチャートである。ここで、図 1 4 は、図 9 のステップ S 1 9 で定義する距離として、マハラノビス距離を用いる例である。

【 0 1 2 4 】

まず、レシピ解析部 1 4 0 は、検査レシピ毎に、欠陥検査装置 1 1 0 で検出された全ての欠陥の特徴量を欠陥情報記憶領域 1 3 2 に記憶されている欠陥テーブル 1 6 1 より取得する (S 5 0) 。

【 0 1 2 5 】

そして、レシピ解析部 1 4 0 は、図 1 2 のステップ S 3 1 で算出した平均値及び標準偏差を取得する (S 5 1) 。

20

【 0 1 2 6 】

次に、レシピ解析部 1 4 0 は、ステップ S 5 0 で取得した全欠陥の特徴量に対して、ステップ S 5 1 で取得した平均値及び標準偏差を用いて、下記の (5) 式を用いて規準化する (S 5 2) 。

【 0 1 2 7 】

【数 5】

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - m_i}{\sigma_i} \dots (5)$$

$$(i = 1, 2, \dots, k)$$

$$(j = 1, 2, \dots, n)$$

30

【 0 1 2 8 】

そして、レシピ解析部 1 4 0 は、図 1 2 のステップ S 3 3 で作成された逆行列を取得する (S 5 3) 。

【 0 1 2 9 】

次に、レシピ解析部 1 4 0 は、ステップ S 5 2 で規準化された全欠陥の特徴量を、欠陥毎に行ベクトルとした X^T と、列ベクトルとした X と、ステップ 2 0 4 で読み込んだ逆行列 (R^{-1}) と、を (6) 式に代入して、各欠陥のマハラノビス距離を計算する (S 5 4) 。

40

【 0 1 3 0 】

【数 6】

$$D^2 = \frac{1}{k} X^T R^{-1} X \dots (6)$$

【 0 1 3 1 】

ここで、(6) 式の変数 k は、特徴量の項目数である。

【 0 1 3 2 】

50

なお、このようにして算出されたマハラノビス距離については、図 1 7 (距離テーブル 1 6 6 の概略図) に示すような距離テーブル 1 6 6 にまとめることも可能である。

【 0 1 3 3 】

距離テーブル 1 6 6 は、論理和 I D を格納する論理和 I D 欄 1 6 6 a と、レシピ R 1 6 1 で検出された欠陥のマハラノビス距離を格納するマハラノビス距離 (レシピ R 1 6 1) 欄 1 6 6 b と、レシピ R 1 6 2 で検出された欠陥のマハラノビス距離を格納するマハラノビス距離 (レシピ R 1 6 2) 欄 1 6 6 c と、レシピ R 1 6 3 で検出された欠陥のマハラノビス距離を格納するマハラノビス距離 (レシピ R 1 6 3) 欄 1 6 6 d と、を備える。

【 0 1 3 4 】

図 1 5 は、レシピ解析部 1 4 0 で全欠陥のユークリッド距離を算出する処理を示すフローチャートである。ここで、図 1 5 は、図 9 のステップ S 1 9 で定義する距離として、ユークリッド距離を用いる例である。

10

【 0 1 3 5 】

まず、レシピ解析部 1 4 0 は、検査レシピ毎に、欠陥検査装置 1 1 0 で検出された全ての欠陥の特徴量を欠陥情報記憶領域 1 3 2 に記憶されている欠陥テーブル 1 6 1 より取得する (S 6 0)。

【 0 1 3 6 】

そして、レシピ解析部 1 4 0 は、図 1 3 のステップ S 4 1 で算出した平均値及び標準偏差を取得する (S 6 1)。

【 0 1 3 7 】

20

次に、レシピ解析部 1 4 0 は、ステップ S 6 0 で取得した全欠陥の特徴量に対して、ステップ S 6 1 で取得した平均値及び標準偏差を用いて、上記の (5) 式を用いて規準化する (S 6 2)。

【 0 1 3 8 】

そして、レシピ解析部 1 4 0 は、ステップ S 6 2 で基準化された全欠陥の特徴量を欠陥毎に行ベクトルとした X^T と、列ベクトルとした X と、単位行列 (E) と、を (7) 式に代入して、各欠陥のユークリッド距離を計算する (S 6 3)。

【 0 1 3 9 】

【数 7】

$$D^2 = \frac{1}{k} X^T E X \cdots (7)$$

30

【 0 1 4 0 】

ここで、(7) 式の変数 k は、特徴量の項目数である。

【 0 1 4 1 】

なお、このようにして算出されたユークリッド距離については、図 1 8 (距離テーブル 1 6 7 の概略図) に示すような距離テーブル 1 6 7 にまとめることも可能である。

【 0 1 4 2 】

距離テーブル 1 6 7 は、論理和 I D を格納する論理和 I D 欄 1 6 7 a と、レシピ R 1 6 1 で検出された欠陥のユークリッド距離を格納するユークリッド距離 (レシピ R 1 6 1) 欄 1 6 7 b と、レシピ R 1 6 2 で検出された欠陥のユークリッド距離を格納するユークリッド距離 (レシピ R 1 6 2) 欄 1 6 6 c と、レシピ R 1 6 3 で検出された欠陥のユークリッド距離を格納するユークリッド距離 (レシピ R 1 6 3) 欄 1 6 7 d と、を備える。

40

【 0 1 4 3 】

以上に記載した実施形態において、図 9 に示すステップ S 1 6 で、複数の種別を指定し、各々の種別毎に好適な検査レシピを特定してもよい。

【 0 1 4 4 】

また、例えば、検出したい種別を 2 種類、検出したくない種別を 2 種類選んだ場合、レシピ解析部 1 4 0 は、タグチメソッドの S N 比の考え方に基づいて、下記の (8) 式が小さくなる検査レシピを選んでよい。ここで、(8) 式の y_1 、 y_2 には検出したくない

50

欠陥として選んだ種別に属する欠陥の類似欠陥の個数、(8)式の y_3 、 y_4 には検出したい欠陥として選んだ種別に属する欠陥の類似欠陥の個数を入力する。

【0145】

さらに、レシピ解析部140は、図9のステップS10で実験計画法の直交表に基づいて複数の検査条件を作成し、(8)式に基づいて、SN比を計算し、SN比が最小になるように複数の検査レシピを組み合わせて、一つの検査レシピを作成してもよい。

【0146】

【数8】

$$\eta = -10 \log \left\{ \frac{1}{4} \times \left(y_1^2 + y_2^2 + \left(\frac{1}{y_3} \right)^2 + \left(\frac{1}{y_4} \right)^2 \right) \right\} \dots (8)$$

10

【0147】

以上のように、本発明によれば、はじめに、複数の検査レシピを用意し、その中から一番適切な検査レシピを容易かつ標準的に選出できる。また、複数の検査レシピの数をある程度用意できるのであれば、一番適切な検査レシピを選出するだけではなく、タグチメソッドや実験計画法の考え方にに基づき、用意した検査レシピを組み合わせて新たな検査レシピを作成することができる。

【0148】

以上に記載した実施形態においては、検査システム100を、欠陥検査装置110と、レビュー装置120と、解析装置130と、により構成したが、このような態様に限定されず、例えば、図19(検査システム200の概略図)に示されている検査システム200のように、欠陥検査装置210の制御装置230内に、解析装置130と同様の制御部136と記憶部131を設けることで、欠陥検査装置210において好適な検査レシピを解析することができるようにしてもよい。

20

【0149】

なお、欠陥検査装置210は、基板入出口ボット211、画像撮像装置212、基板吸着部213、位置決め駆動部214、入力部215、出力部216、送受信部217、を備える。

【0150】

また、図20(検査システム300の概略図)に示されている検査システム300のように、レビュー装置320の制御装置330内に、解析装置130と同様の制御部136と記憶部131を設けることで、欠陥検査装置320において好適な検査レシピを解析することができるようにしてもよい。

30

【0151】

なお、レビュー装置320は、基板入出口ボット321、画像撮像装置322、基板吸着部323、位置決め駆動部324、入力部325、出力部326、送受信部327、を備える。

【0152】

また、以上に記載した実施形態においては、レビュー装置120においてサンプリングされた欠陥の種別(欠陥名)を特定するようにしているが、このような態様に限定されず、例えば、レビュー装置で撮像された画像データを元に解析装置130の入力部141を介して欠陥の種別(欠陥名)を入力して特定するようにしてもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0153】

【図1】第一の実施形態である検査システムの概略図。

【図2】検査レシピテーブルの概略図。

【図3】欠陥テーブルの概略図。

【図4】基板の概略図。

【図5】レビュー結果テーブルの概略図。

50

【図 6】論理和テーブルの概略図。

【図 7】サンプリングテーブルの概略図。

【図 8】コンピュータの概略図。

【図 9】検査システム 100 での処理を示すフローチャート。

【図 10】解析指定テーブルの概略図。

【図 11】特徴量テーブルの概略図。

【図 12】欠陥の特徴量から基準値を算出する処理を示すフローチャート。

【図 13】欠陥の特徴量から基準値を算出する処理を示すフローチャート。

【図 14】全欠陥のマハラノビス距離を算出する処理を示すフローチャート。

【図 15】全欠陥のユークリッド距離を算出する処理を示すフローチャート。

10

【図 16】集計結果データの概略図。

【図 17】距離テーブルの概略図。

【図 18】距離テーブルの概略図。

【図 19】検査システムの概略図。

【図 20】検査システムの概略図。

【符号の説明】

【0154】

100、200、300 検査システム

110、210 欠陥検査装置

120、320 レビュー装置

20

130 解析装置

131 記憶部

132 欠陥情報記憶領域

133 論理和情報記憶領域

134 レビュー結果情報記憶領域

135 距離情報記憶領域

136 制御部

137 論理和情報生成部

138 サンプリング情報生成部

139 解析指定受付部

30

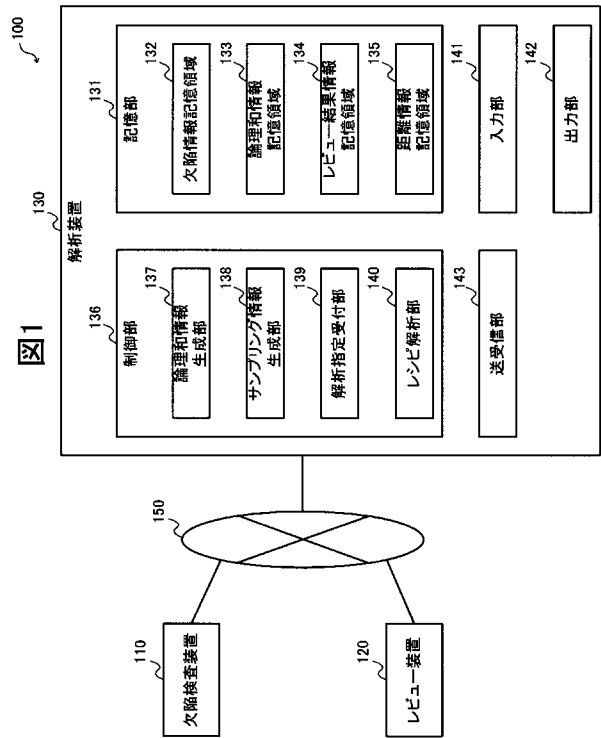
140 レシビ解析部

141 入力部

142 出力部

143 送受信部

【図 1】



【図 2】

図2

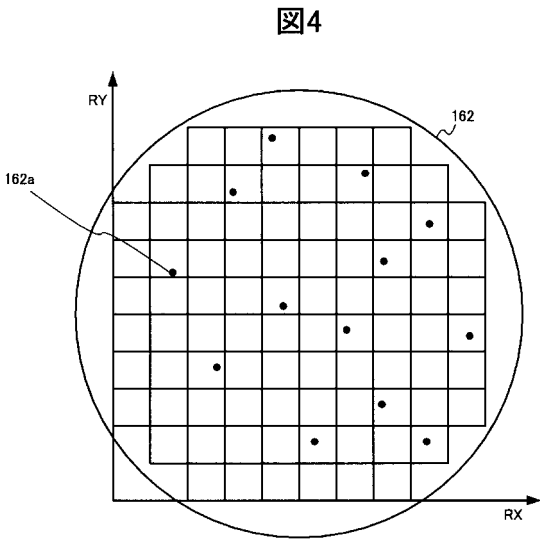
項目	パラメータ
レーザ強度	3
光量フィルタ	120
波長フィルタ	400
オートフォーカスオフセット	2
画像処理しきい値TH1	42
画像処理しきい値TH2	17

【図 3】

図3

欠陥ID	チップ座標RX	チップ座標RY	チップ内座標DX	チップ内座標DY	特徴量A151	特徴量A152	特徴量A153
1	2	6	64	17	130	58	2345
2	3	4	77	49	65	81	1065
3	4	9	14	52	73	86	1230
4	5	6	69	31	103	83	1028
5	5	10	41	25	132	54	2310
6	6	2	71	43	211	113	954
7	7	5	83	47	69	89	1051
8	7	9	72	38	205	112	1032
9	8	3	39	22	140	58	2391
10	8	7	54	65	141	60	2425
11	9	1	70	19	137	63	2411
12	9	7	34	48	91	71	1543
13	10	3	45	40	199	113	1105

【図 4】



【図 5】

図5

162

162a	162b	162c	162d	162e	162f
論理和ID	チップ座標RX	チップ座標RY	チップ内座標DX	チップ内座標DY	レビュー結果
2	4	4	77	49	Particle
5	6	7	41	25	Pattern
8	8	3	72	38	Detection Error
10	10	3	54	65	Pattern
11	11	9	70	19	Pattern
14	6	10	11	21	Detection Error
17	13	4	48	89	Pattern
20	9	6	22	91	Particle

【図 6】

図6

137a

137b	137c	137d	137e
論理和ID	欠陥ID(レジピR161)	欠陥ID(レジピR162)	欠陥ID(レジピR163)
1	1	-	1
2	2	1	2
3	3	-	-
4	4	2	5
5	5	4	6
6	6	-	-
7	7	5	7
8	8	-	8
9	9	-	-
10	10	6	-
11	11	-	12
12	12	8	-
13	13	11	13
14	-	3	-
15	-	7	15
16	-	9	16
17	-	10	17
18	-	-	3
19	-	-	4
20	-	-	9
21	-	-	10
22	-	-	11
23	-	-	14

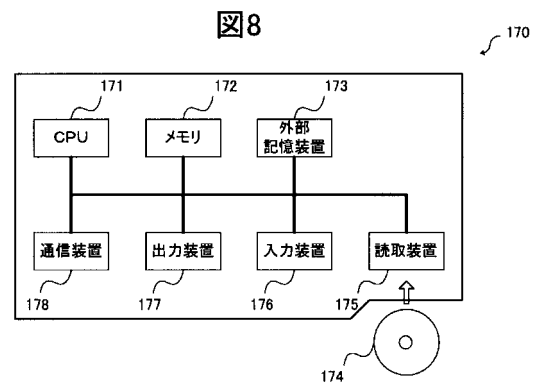
【図 7】

図7

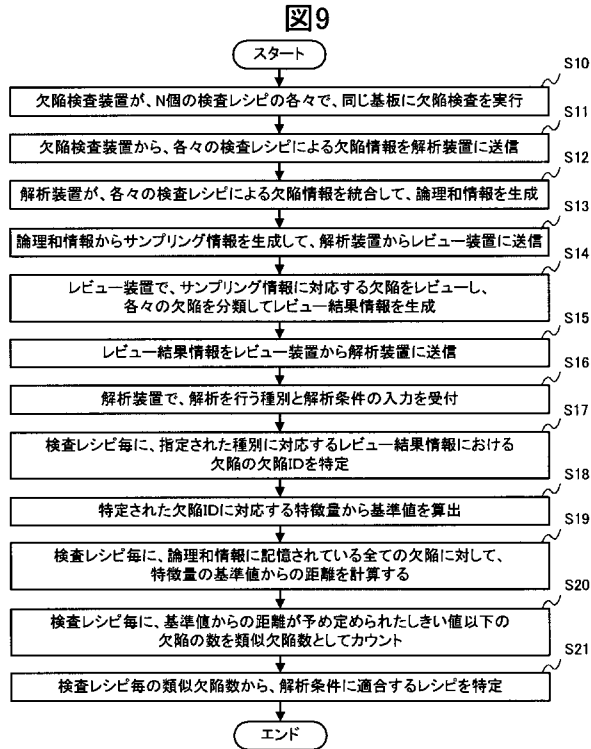
138a

138b	138c	138d	138e	138f
論理和ID	チップ座標RX	チップ座標RY	チップ内座標DX	チップ内座標DY
2	4	4	77	49
5	6	7	41	25
8	8	3	72	38
10	10	3	54	65
11	11	9	70	19
14	6	10	11	21
17	13	4	48	89
20	9	6	22	91

【図 8】



【図 9】



【図 10】

図10

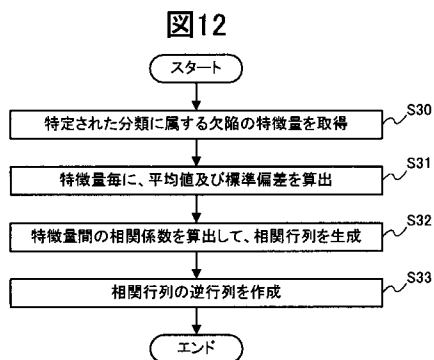
論理和ID	欠陥ID (レシピR161)	欠陥ID (レシピR162)	欠陥ID (レシピR163)	レビュー結果
5	5	4	6	Pattern
10	10	5	-	Pattern
11	11	-	12	Pattern
17	-	10	17	Pattern

【図 11】

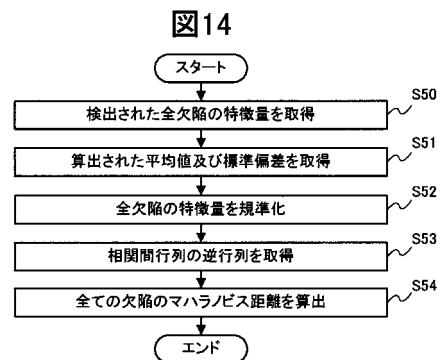
図11

欠陥ID	特徴量 A151	特徴量 A152	特徴量 A153
5	132	54	2310
10	141	60	2425
11	137	63	2411

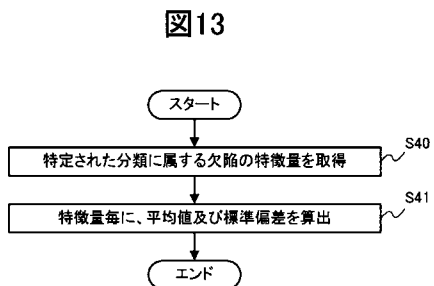
【図 12】



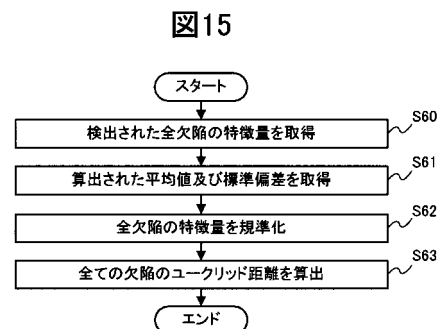
【図 14】



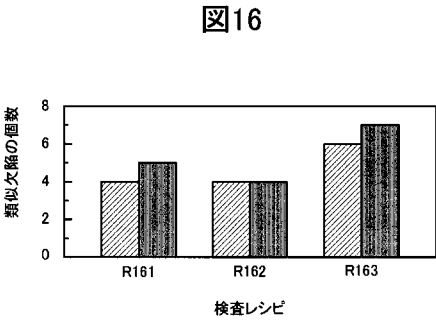
【図 13】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

図17

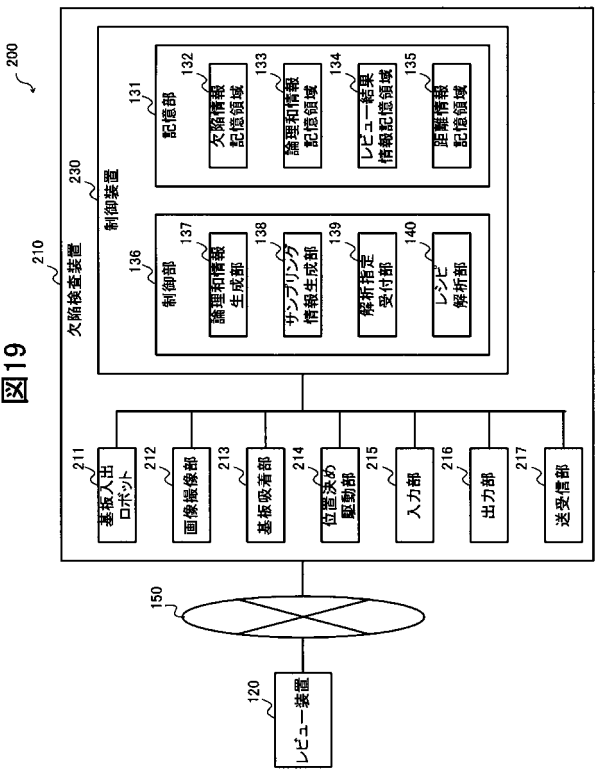
論理和ID	マハラノビス距離 (レンジR161)	マハラノビス距離 (レンジR162)	マハラノビス距離 (レンジR163)
1	1.17	-	0.982
2	251.2	105.9	328.3
3	230.2	-	-
4	90.59	213.5	152.3
5	0.446	0.890	1.13
6	90.92	-	-
7	266.4	138.4	203.3
8	77.39	-	123.0
9	0.539	-	-
10	0.445	0.550	-
11	0.445	-	0.309
12	96.25	105.2	-
13	66.8	38.9	53.1
14	-	121.5	-
15	-	0.445	0.805
16	-	148.0	133.5
17	-	0.515	0.780
18	-	-	55.9
19	-	-	0.543
20	-	-	107.3
21	-	-	213.8
22	-	-	0.683
23	-	-	253.5

【図 18】

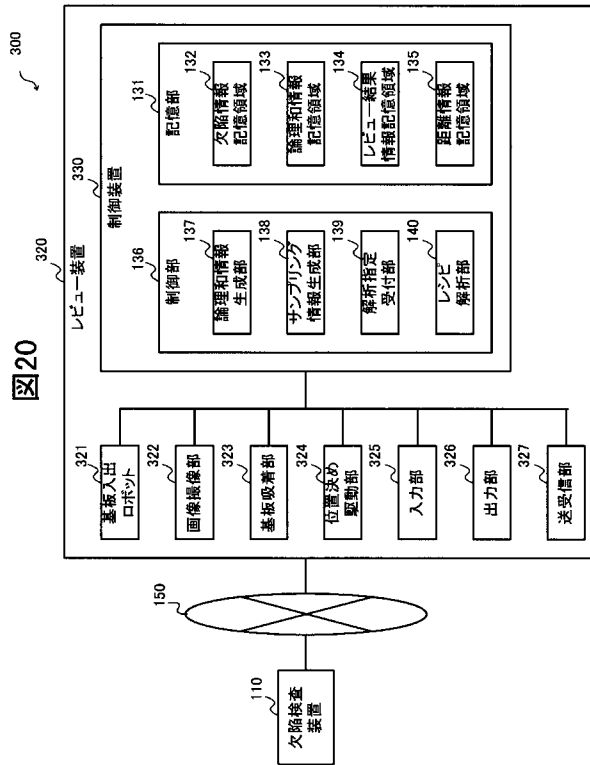
図18

論理和ID	ユークリッド距離 (レンジR161)	ユークリッド距離 (レンジR162)	ユークリッド距離 (レンジR163)
1	2.581	-	3.415
2	722.9	437.8	805.4
3	571.1	-	-
4	548.8	718.4	813.8
5	3.578	2.888	4.03
6	928.5	-	-
7	718.0	548.1	910.4
8	826.3	-	525.5
9	0.615	-	-
10	1.441	1.805	-
11	0.981	-	1.514
12	288.2	105.2	-
13	744.1	388.9	543.2
14	-	521.5	-
15	-	3.411	4.833
16	-	448.0	133.5
17	-	2.358	4.780
18	-	-	234.9
19	-	-	4.555
20	-	-	601.1
21	-	-	813.8
22	-	-	3.680
23	-	-	1053.2

【図 19】



【図20】



フロントページの続き

審査官 越柴 洋哉

(56)参考文献 特開2006-310551(JP,A)
特開2001-250852(JP,A)
特開2005-017159(JP,A)
特開2004-177139(JP,A)
特開2007-017290(JP,A)
特開2006-098155(JP,A)
特開2005-142552(JP,A)
特開2006-266872(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N	21/84 - 21/958
H01L	21/64 - 21/66
G06T	1/00 - 9/40