

(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
2011年3月3日(03.03.2011)

(10) 国際公開番号
WO 2011/024362 A1

PCT

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/004073
- (22) 国際出願日: 2010年6月18日(18.06.2010)
- (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 2009-194960 2009年8月26日(26.08.2009) 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 酒井 薫 (SAKAI, Kaoru) [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). 浦野 貴裕 (URANO, Takahiro) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県

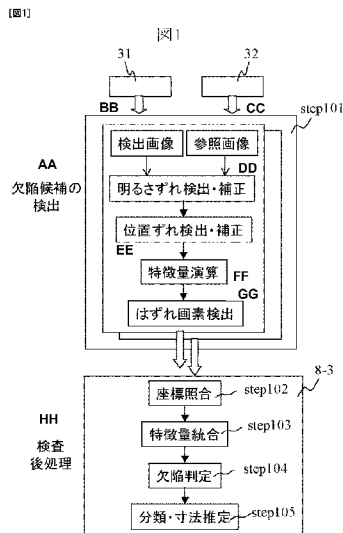
横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 井上学 (INOUE, Manabu); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 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, 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, 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 (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,

[続葉有]

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR INSPECTING DEFECT

(54) 発明の名称: 欠陥検査装置およびその方法



AA DETECTION OF DEFECT CANDIDATE
BB DETECTED IMAGE
CC REFERENCE IMAGE
DD DETECT/CORRECT LUMINANCE DEVIATION
EE DETECT/CORRECT POSITIONAL DEVIATION
FF CALCULATE FEATURE QUANTITY
GG DETECT ABNORMAL PIXEL
HH POST-INSPECTION PROCESSING
Step102 CHECK COORDINATES
Step103 INTEGRATE FEATURE QUANTITIES
Step104 DETERMINE DEFECT
Step105 CLASSIFY DEFECTS AND ESTIMATE DIMENSIONS

(57) Abstract: Disclosed is a defect inspecting apparatus which is provided with: an illuminating optical system which radiates light, under predetermined optical conditions, to a subject to be inspected; a detection optical system, which detects, under predetermined detection conditions, the light which has been radiated by means of the illuminating optical system and scattered from the subject to be inspected, and which obtains image data; and an image processing section provided with a defect candidate detecting section, which detects a defect candidate from each of the plurality of image data obtained by means of the detection optical system under different conditions, and a post-inspection processing section, which integrates the defect candidates of the plurality of image data and determines a defect.

(57) 要約: 被検査対象物を所定の光学条件で照射する照明光学系と、前記照明光学系により照射された前記被検査対象物からの散乱光を所定の検出条件で検出して画像データを取得する検出光学系と、異なる条件で前記検出光学系により取得された複数の画像データについてそれぞれ欠陥候補を検出する欠陥候補検出部と、前記複数の画像データについての欠陥候補を統合処理して欠陥判定を行う検査後処理部と、を備えた画像処理部と、を有する欠陥検査装置である。

WO 2011/024362 A1

WO 2011/024362 A1



BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, 添付公開書類:
SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 欠陥検査装置およびその方法

技術分野

[0001] 本発明は、被検査対象物の微細なパターン欠陥や異物等を検出する欠陥検査装置および欠陥検査方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体基板や薄膜基板等の製造ラインにおいて、製品の歩留まりを維持・向上するために、半導体基板や薄膜基板等の表面に存在する欠陥の検査が行われている。

検出画像と参照画像とを比較して欠陥検出を行う従来の技術としては、「多値のデジタル信号を繰り返しパターンのピッチ分遅らせ、遅らされた第1の多値のデジタル信号とその時点で変換された第2の多値のデジタル信号とを比較して、第1および第2の多値のデジタル信号の空間的に対応する位置ずれを検出して、位置ずれが最適になるように遅延手段で遅らせる量を調節することにより、繰り返しパターンの欠陥を検査する欠陥検査装置。」が特許文献1（特開平05-264467号公報）に開示されている。また、特許文献2（US7221992）および特許文献3（US2008/0285023）には、「複数の異なる光学条件による画像を同時検出し、参照画像との明るさの比較を条件ごとに行い、その比較値を統合して欠陥とノイズの判別を行う」方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平05-264467号公報

特許文献2：US7221992

特許文献3：US2008/0285023

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来技術に基づき、異なる光学条件の画像を同時に検出して統合する構成を用いた場合、統合できる画像の光学条件は装置構成に依存して限定される。また、異なる光学条件の画像を時系列に検出し、統合して欠陥判定を行う場合、各光学条件の画像を保存するための大容量のメモリや記憶媒体が必要となる。また、ステージ走査により被検査対象物の各光学条件による画像を時系列に撮像する場合、異なる光学条件の画像間には、ステージ走行誤差などにより位置のずれが生じており、画像間の位置を補正して統合する必要がある。しかし、光学条件が異なると被対象物のパターンの見え方が大きく異なることもあり、位置補正量を算出するのは困難である。

[0005] また、被検査対象物である半導体ウェハでは、CMPによる平坦化等により、隣接チップであってもパターンに膜厚の微妙な違いが生じ、チップ間の画像には局所的に明るさの違いがある。また、パターンの太さのばらつきに起因するチップ間の明るさの違いもある。従来方式のように、参照チップの画像と明るさを比較し、差が特定のしきい値 t_h 以上となる部分を欠陥とするならば、このような膜厚の違いやパターンの太さのばらつきにより比較画像間で明るさの異なる領域も欠陥として検出されることになる。これは本来、欠陥として検出されるべきものではなく、いわゆる虚報である。従来は虚報発生を避けるための1つの方法として、欠陥検出のためのしきい値 t_h を大きくしていた。しかし、これは感度を下げることになり、同程度以下の差分値の欠陥は検出できない。一方、欠陥の種類は多様であり、検出する必要のない欠陥（以下、「Nuisance欠陥」と記述する。）と検出すべき欠陥に大別できる。本発明によっても、多様な欠陥種の高感度検出と高感度化に伴い増加する上記ノイズやNuisance欠陥の抑制を容易に実現することができる。

課題を解決するための手段

[0006] 本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば次のとおりである。

（１）被検査対象物を所定の光学条件で照射する照明光学系と、前記照明光学系により照射された前記被検査対象物からの散乱光を所定の検出条件で検

出して画像データを取得する検出光学系と、異なる条件で前記検出光学系により取得された複数の画像データについてそれぞれ欠陥候補を検出する欠陥候補検出部と、前記複数の画像データについての欠陥候補を統合処理して欠陥判定を行う検査後処理部と、を備えた画像処理部と、を有する欠陥検査装置である。

(2) (1) 記載の欠陥検査装置であって、前記検査後処理部では、前記複数の画像データについての欠陥候補の座標を照合することにより欠陥候補を統合処理して欠陥判定を行うことを特徴とする欠陥検査装置である。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、多様な欠陥種の高感度検出と高感度化に伴い増加するノイズやNuisance欠陥の抑制を容易に実現することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]欠陥候補検出部および検査後処理部における処理フローの説明図である。

[図2]本発明に係る欠陥検査装置の実施形態を示す概念図の一例である。

[図3]本発明に係る欠陥検査装置の実施形態を示す構成図の一例である。

[図4]センサと検出されるチップとの関係の説明図である。

[図5]本発明に係る欠陥候補検出部における処理フローの説明図の一例である。

[図6]本発明に係る欠陥候補検出部の明るさずれ検出・補正ステップの処理フローの説明図である。

[図7]本発明に係る欠陥候補検出処理で形成する特徴空間の一例である。

[図8]本発明に係る欠陥候補検出部において検出されたデータの一例である。

[図9(a)]本発明に係る実施形態を用いて欠陥検査を行った結果の差画像である。

[図9(b)]異なる2つの検査条件による欠陥検査の結果を示した散布図の一例である。

[図9(c)]異なる2つの検査条件による欠陥検査の結果を示した散布図の一例

である。

[図9(d)]異なる2つの検査条件による欠陥検査の結果を示した散布図の一例である。

[図9(e)]異なる2つの検査条件による欠陥検査の結果を示した散布図の一例である。

[図10(a)]異なる2つの検査条件の画像情報を統合して欠陥判定を行う場合のシステム構成の一例である。

[図10(b)]異なる2つの検査条件の画像情報を統合して欠陥判定を行う場合のシステム構成の一例である。

[図10(c)]異なる2つの検査条件の画像情報を統合して欠陥判定を行う場合のシステム構成の一例である。

[図11]本発明に係る実施形態における欠陥候補検出部および検査後処理部の欠陥判定処理の説明図である。

[図12(a)]本発明に係る実施形態による欠陥検査の結果を示した散布図の一例である。

[図12(b)]本発明に係る実施形態による欠陥検査の結果を示した散布図の一例である。

発明を実施するための形態

[0009] 本発明に係る欠陥検査装置および欠陥検査方法の実施形態の一例を図1乃至図12を用いて説明する。まず、被検査対象物として半導体ウェハを対象とした暗視野照明による欠陥検査装置の実施形態について説明する。

[0010] 図2は本発明に係る欠陥検査装置の実施形態を示す概念図である。図2記載の欠陥検査装置は、光学部1、メモリ2、画像処理部3、全体制御部9とを備えて構成される。

(光学部1)

光学部1は、複数の照明部4a、4b、および複数の検出部7a、7bとを有して構成される。

照明部4a、照明部4bは、互いに異なる照明条件の光を、被検査対象物

である半導体ウェハ5に照射する。照明条件としては、例えば、照射角度、照明方位、照明波長、偏光状態等である。照明部4 aおよび照明部4 bの各々から出射される照明光により被検査対象物5から夫々散乱光6 aおよび散乱光6 bが発生し、発生した散乱光6 aおよび散乱光6 bの夫々を検出部7 aおよび検出部7 bで夫々散乱光強度信号として検出する。

(メモリ2)

メモリ2は、光学部1に備えられた検出部7 a、7 bにて検出された散乱光強度信号の夫々を格納する。

(画像処理部3)

画像処理部3は、前処理部8-1、欠陥候補検出部8-2、検査後処理部8-3とを備えて構成される。

前処理部8-1では後述する信号補正および画像分割等を行い、欠陥候補検出部8-2では前処理部8-1で生成された画像から後述する処理を行い、欠陥候補を検出し、検査後処理部8-3では欠陥候補検出部8-2で検出された欠陥候補からノイズやNuisance欠陥（ユーザが不要とする欠陥種や致命性のない欠陥）を除外し、残った欠陥に対して欠陥種に応じた分類と寸法推定を行う。

画像処理部3では、入力されたメモリ2に格納された散乱光強度信号に対し、上記前処理部8-1、欠陥候補検出部8-2、検査後処理部8-3において上記処理を施されて、全体制御部9に出力する。

[0011] 図2には、散乱光6 a、6 bは別々の検出部7 a、7 bで検出する実施形態が示されているが、1つの検出部で共通に検出しても構わない。照明部および検出部は2つである必要はなく、1または3つ以上であっても構わない。

また、散乱光6 aおよび散乱光6 bの夫々は、各々照明部4 aおよび4 bに対応して発生する散乱光分布を指す。照明部4 aによる照明光の光学条件と照明部4 bによる照明光の光学条件が異なれば、各々によって発生する散乱光6 aと散乱光6 bは互いに異なる。本願において、ある照明光によって

発生した散乱光の光学的性質およびその特徴を、その散乱光の散乱光分布と呼ぶ。散乱光分布とは、より具体的には、散乱光の出射位置・出射方位・出射角度に対する、強度・振幅・位相・偏光・波長・コヒーレンシ等の光学パラメータ値の分布を指す。

[0012] 次に、図2に示す構成を実現する具体的な欠陥検査装置の一実施形態を図3に示す。即ち、本願に係る欠陥検査装置は、被検査対象物（半導体ウェハ5）を支持するステージ33と、半導体ウェハ5に対して照明光を斜方から照射する複数の照明部4a、4bと、半導体ウェハ5からの垂直方向への散乱光を結像させる検出光学系（上方検出系）7aと、斜方向への散乱光を結像させる検出光学系（斜方検出系）7bと、それぞれの検出光学系により結像された光学像を受光し、画像信号に変換するセンサ部31、32と、得られた画像信号を格納するメモリ2（図示せず）と、メモリ2から入力された散乱光強度信号に基づいて画像を処理する画像処理部3と、全体制御部9と、全体制御部9からの制御に基づきステージを移動させるメカニカルコントローラ34と、を適宜備えて構成される。

[0013] ステージ（X-Y-Z- θ ステージ）33により半導体ウェハ5は支持されており、XY平面内の移動および回転とZ方向への移動が可能である。また、X-Y-Z- θ ステージ33はメカニカルコントローラ34により駆動される。このとき、半導体ウェハ5をX-Y-Z- θ ステージ33に搭載し、X-Y-Z- θ ステージ33を水平方向に移動させながら被検査対象物上の異物からの散乱光を検出することで、検出結果を二次元画像として得ることができる。

[0014] 照明部4a、4bは、半導体ウェハ5に対して斜方から照明光を照射する。各照明光源としては、レーザを用いても、ランプを用いてもよい。また、各照明光源の波長の光は短波長であってもよく、また、広帯域の波長の光（白色光）であってもよい。短波長の光を用いる場合、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、紫外領域の波長の光（Ultra Violet Light：UV光）を用いることもできる。レーザを光源として用いる場合

、それが単波長のレーザである場合には、可干渉性を低減する手段（図示していない）を照明部 4 a、4 b の夫々に備えることも可能である。

[0015] 検出光学系 7 a、7 b は、半導体ウェハ 5 からの光路が分岐した散乱光をそれぞれ検出する。検出光学系（上方検出系）7 a は半導体ウェハ 5 表面に対して垂直方向への散乱光を結像させる検出光学系であり、検出光学系（斜方検出系）7 b は半導体ウェハ 5 表面に対して斜方向への散乱光を結像させる検出光学系である。

センサ部 3 1、3 2 は、それぞれ検出光学系 7 a、7 b により結像された光学像を受光して画像信号に変換する。ここで、センサ部 3 1、3 2 として、イメージセンサに複数の 1 次元イメージセンサを 2 次元に配列して構成した時間遅延積分型のイメージセンサ（Time Delay Integration Image Sensor：TDI イメージセンサ）を用いると、X-Y-Z- θ ステージ 1 2 の移動と同期して各 1 次元イメージセンサが検出した信号を次段の 1 次元イメージセンサに転送して加算することにより、比較的高速で高感度に 2 次元画像を得ることが可能になる。この TDI イメージセンサとして複数の出力タップを備えた並列出力タイプのセンサを用いることにより、センサからの出力を並列に処理することができ、より高速な検出が可能になる。

[0016] 画像処理部 3 は、前処理部 8-1、欠陥候補検出部 8-2、検査後処理部 8-3、パラメータ設定部 8-4 とを適宜備えて構成される。画像処理部 3 では、メモリ 2 から入力された散乱光強度信号に基づき、被検査対象物である半導体ウェハ 5 上の欠陥を抽出する。

具体的には、前処理部 8-1 では、センサ部 3 1、3 2 から入力された画像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い、一定単位の大さきの画像に分割し、欠陥候補検出部 8-2 では、補正、分割された画像から欠陥候補を検出し、検査後処理部 8-3 では、検出された欠陥候補から Nuisance 欠陥やノイズを除去し、残った欠陥について欠陥種に応じた分類と寸法推定を行い、パラメータ設定部 8-4 では、外部から入力されるパラメータなどを受け付け、欠陥候補検出部 8-2 および検査後処理部 8

ー 3 へセットする。ここで、パラメータ設定部 8-4 は、例えば画像処理部 3 においてデータベース 35 を接続して構成される。

[0017] 全体制御部 9 は、各種制御を行う CPU（全体制御部 9 に内蔵）を備え、ユーザインターフェース部（GUI 部）36 と、記憶装置 37 とを適直接続して構成される。

ユーザインターフェース部（GUI 部）36 は、ユーザからのパラメータなどを受け付け、検出された欠陥候補の画像、最終的に抽出された欠陥の画像等を表示する表示手段と入力手段とを持ち、記憶装置 37 は画像処理部 3 で検出された欠陥候補の特徴量や画像等を記憶する。

[0018] メカニカルコントローラ 34 は、全体制御部 9 からの制御指令に基づいて X-Y-Z- θ ステージ 33 を駆動する。尚、画像処理部 3、検出光学系 7a、7b 等も全体制御部 9 からの指令により駆動される。

ここで、被検査対象物である半導体ウェハ 5 は、例えばメモリマツト部と周辺回路部とを有する同一パターンのチップが多数、規則的に並んでいる。全体制御部 9 は半導体ウェハ 5 を X-Y-Z- θ ステージ 33 により連続的に移動させ、これに同期して、順次、チップの像をセンサ部 31、32 より取り込み、得られた 2 種の散乱光（6a、6b）の画像各々に対し、規則的に配列されたチップの同じ位置の画像を比較して欠陥を抽出する。図 4 を用いて上記検査の流れを説明する。

[0019] 半導体ウェハ 5 において、例えば X-Y-Z- θ ステージ 33 の走査により帯状の領域 40 の画像が得られたとする。チップ n を検査対象チップとした場合、センサ部 31 から得られたチップ n の画像を 6 分割した分割画像 41a、42a、・・・、46a が得られる。また、チップ m からは、隣接するチップ m をチップ n と同様に 6 分割した分割画像 41a'、42a'、・・・、46a' が得られる。同じセンサ部 31 から得られたこれらの分割画像は、いずれも縦縞で図示されている。一方、センサ部 32 から得られたチップ n の画像を同様に 6 分割した分割画像 41b、42b、・・・、46b、チップ m を同様に 6 分割した分割画像 41b'、42b'、・・・、46b' がそ

れぞれ得られる。同じセンサ部 3 2 から得られたこれらの分割画像は、いずれも横縞で図示されている。本願では、画像処理部 3 に入力される 2 つの異なる検出系の画像各々について、分割位置がチップ間で対応するように分割する。画像処理部 3 は複数の並列に動作するプロセッサで構成されており、各対応する画像（例えば、センサ部 3 1 で得たチップ n とチップ m の対応する位置の分割画像 4 1 a と 4 1 a'、センサ部 3 2 で得たチップ n とチップ m の対応する位置の分割画像 4 1 b と 4 1 b' など）を同じプロセッサに入力する。各プロセッサは同じセンサ部から入力された各チップの対応する箇所の分割画像から欠陥候補の検出を並列に行う。このように、2 つのセンサ部から光学条件と検出条件の組合せが異なる同領域の画像が同時に入力された場合、複数のプロセッサにて並列（例えば、図 4 のプロセッサ A とプロセッサ C の並列、プロセッサ B とプロセッサ D の並列等）に欠陥候補の検出を行う。一方、光学条件と検出条件の組合せが異なる画像から欠陥候補の検出を時系列に行うことも可能である。例えば、プロセッサ A にて分割画像 4 1 a と 4 1 a' から欠陥候補の検出を行った後、同じプロセッサ A にて分割画像 4 1 b と 4 1 b' から欠陥候補の検出を行ってもよく、各プロセッサと分割画像との割り振りは任意に設定可能であり、複数の光学条件の画像各々に対し、各チップの対応する位置の分割画像を同一のプロセッサに入力し、各光学条件の画像毎に欠陥候補を検出していけばよい。

[0020] 次に、図 5 を用いて、画像処理部 3 の欠陥候補検出部 8-2 において、センサ部 3 1 から取得した分割画像（4 1 a ; 4 1 a'）に基づき欠陥候補を検出する処理フローを説明する。

ここで、プロセッサ A において、センサ部 3 1 で取得されるチップ n の先頭の分割画像 4 1 a を検査対象画像（以下、「検出画像」と記述する。）、隣接チップ m の対応する領域の分割画像 4 1 a' を参照画像とする。

欠陥候補検出部 8-2 では、まず、検出画像 4 1 a と参照画像 4 1 a' とを比較して、明るさのずれを検出し補正する（step501）。次に、位置ずれを検出し補正を行い（step502）、検出画像 4 1 a の対象画素に対して、参照画

像 4 1 a' の対応する画素との間で特徴量を演算する (step503)。その後、対象画素の任意の特徴量に基づいて特徴空間を形成し (step504)、特徴空間内でしきい値面を演算し (step505)、しきい値面の内外に基づき欠陥候補を検出する (step506)。

半導体ウェハ 5 は前述の通り同一パターンが規則的に形成されており、検出画像 4 1 a と参照画像 4 1 a' は本来、同一であるべきだが、多層膜でできているウェハ 5 には、チップ間の膜厚の違いに起因して、画像間には大きな明るさの違いが生じる場合がある。また、ステージ走査時の振動などにより、画像取得位置がチップ間でずれているため、欠陥候補検出部 8-2 において明るさのずれの補正を行う必要がある。本実施形態では、欠陥候補検出部 8-2 の最初の部分にて行うが、この明るさのずれの検出および補正は欠陥候補検出部 8-2 ではなく他の部分において行われてもよい。

[0021] 図 6 を用いて、明るさずれ検出・補正ステップ (step501) の処理フローを示す。

step501では、入力される検出画像 4 1 a、参照画像 4 1 a' に (数 1) に示す平滑化フィルタをかける。(数 1) は、4 1 a、4 1 a' の各画素値 $f(x, y)$ に対し、平均 μ 、分散 σ^2 の 2 次元ガウス関数を用いた平滑化の実施例であるが、(数 2) に示す単純平均化や、局所領域での中央値をとるメディアンフィルタ等により平滑化を行っても構わない。次に、画像間の明るさのずれを補正するための補正係数を計算する。ここでは、画像内の全画素を用いた最小二乗近似による例を示す。これは、平滑化後の画像 5 1 a、5 1 a' の各画素値 $Gf(x, y)$ 、 $Gg(x, y)$ について、(数 3) に示す線形関係があると仮定し、(数 4) が最小となるように a 、 b を算出し、これを補正係数 $gain$ 、 $offset$ とするものである。そして、平滑化前の検出画像の全画素値 $f(x, y)$ に対して、(数 5) の通りに明るさの補正を行う。

[0022]

[数1]

$$(数 1) \quad G(x, y) = (1/2\pi\sigma^2) \cdot \exp(-(x^2 + y^2)/2\sigma^2)$$

$$G(f(x, y)) = G(x, y) * f(x, y)$$

* はたたみ込みを表す

[0023] [数2]

$$(数 2) \quad G(f(x, y)) = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n f(x - [(m-1)/2] + k - 1, y - [(n-1)/2] + l - 1)$$

m, n は平滑化するマトリクスサイズ, [] はガウス記号を表す

$$[0024] \quad (数 3) \quad G(g(x, y)) = a + b \cdot G(f(x, y))$$

[0025] [数4]

$$(数 4) \quad \sum \{G(g(x, y)) - (a + b \cdot G(f(x, y)))\}^2$$

$$[0026] \quad (数 5) \quad L(f(x, y)) = \text{gain} \cdot f(x, y) + \text{offset}$$

[0027] 次に、位置ずれの検出・補正ステップ（step502）では、一方の画像をずらしながら、他方の画像との間で輝度差の二乗和が最小になるずれ量を求める、もしくは、正規化相関係数が最大となるずれ量を求める方法等が一般的である。

特徴空間形成ステップ（step504）では、step503にて演算された対象画素の特徴量のうちの全て、あるいは、任意の個数を選択し、特徴空間を形成する。このとき特徴量は、その画素の特徴を表すものであればよい。その一実施例としては、（１）コントラスト、（２）濃淡差、（３）近傍画素の明るさ分散値、（４）相関係数、（５）近傍画素との明るさの増減、（６）２次微分値等がある。これらの特徴量の一実施例は、検出画像の各点の明るさを

$f(x, y)$ 、対応する参照画像の明るさを $g(x, y)$ とすると以下の式で画像のセット（4 1 a と 4 1 a'）から算出する。

[0028] （数6） コントラスト； $\max\{f(x, y), f(x+1, y), f(x, y+1), f(x+1, y+1)\} - \min\{f(x, y), f(x+1, y), f(x, y+1), f(x+1, y+1)\}$

[0029] （数7） 濃淡差； $f(x, y) - g(x, y)$

[0030] （数8） 分散； $[\sum\{f(x+i, y+j)^2\} - \{\sum f(x+i, y+j)\}^2 / M] / (M - 1)$
 $i, j = -1, 0, 1 \quad M = 9$

[0031] 加えて、各画像の明るさそのもの（検出画像 4 1 a、参照画像 4 1 a'）も特徴量とする。ここで、特徴量として、検出画像 4 1 a と参照画像 4 1 a' の明るさ $f(x, y)$ 、 $g(x, y)$ の 2 つを選択する実施例について説明すると、特徴空間は、X 値を $f(x, y)$ 、Y 値を $g(x, y)$ として、2 次元空間に全画素の値をプロットして生成する。

しきい値面算出ステップ（step505）では、step504 の特徴空間形成ステップにより形成された特徴空間（本実施形態であれば 2 次元空間）内でしきい値面を演算する。

はずれ画素検出ステップ（step506）では、例えば、しきい値面の外側にある画素、すなわち、特徴的にはずれ値となる画素を欠陥候補として検出する等、しきい値面に基づき欠陥候補を検出する。

[0032] ここで、step504 の特徴空間は 2 次元である実施例について説明したが、複数の特徴量のうち、いくつか、あるいは全ての特徴量を軸とする多次元特徴空間でも構わない。

[0033] 3 つの特徴量で形成した 2 次元特徴空間の実施例を図 7 に示す。対象画像の各画素を、特徴 A、B、C の値に応じて特徴量 A、B、C を軸とする特徴空間にプロットし、正常と推定された分布を囲むようにしきい値面を設定する。図中では、多角形面 70 がしきい値面、70 に囲まれた画素が正常（ノイズを含む）、その外側にあるはずれ画素が欠陥候補である。正常範囲の推定には、ユーザが個別にしきい値を設定してもよいし、正常画素の特徴の分布は正規分布に従うと仮定し、対象画素が非欠陥画素である確率を求めて識

別する方法でもよい。後者は、 n 個の正常画素の d 個の特徴量を $x_1, x_2, \dots, x_n$ とすると、特徴量が x となる画素を欠陥候補として検出するための識別関数 ϕ は、(数9)、(数10)で与えられる。

[0034] [数9]

$$(数9) \quad p(x) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{d}{2}} \sqrt{|\Sigma|}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(x-\mu)^t \Sigma^{-1}(x-\mu)\right\}$$

$$\text{ここで、} \mu \text{ は全画素の平均} \quad \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\Sigma \text{ は共分散} \quad \Sigma = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)(x_i - \mu)^t$$

[0035] [数10]

$$\begin{aligned} \text{【数10】 識別関数} \quad & \phi(x) = 1 \quad (\text{if } p(x) \geq \text{th} \quad \text{then 非欠陥}) \\ & 0 \quad (\text{if } p(x) < \text{th} \quad \text{then 欠陥}) \end{aligned}$$

[0036] 欠陥候補検出部8-2は、上記処理をセンサ部31、32から入力される半導体ウェハ5の検査対象領域の各画像に対して行う。

[0037] 次に、図1および図8を用いて画像処理部3の検査後処理部8-3において、欠陥候補検出部8-2において検出した欠陥候補から、Nuisance欠陥やノイズを除去し、残った欠陥に対して欠陥種に応じた分類と寸法推定を行う処理フローを説明する。

ここで、図1は本発明による画像処理部3で行われる欠陥検出処理（画像入力から最終出力まで）の一実施例である。

上述の通り、欠陥候補検出部8-2では、センサ部31、32により入力された光学条件および検出条件の異なる組合せ条件（以下、「検査条件」と記述する。）で取得された画像に基づき、検査条件毎に、欠陥候補を検出する(step101)。次に、検査後処理部8-3では、欠陥候補のウェハ上での座標の照合を行い(step102)、その特徴量を統合して(step103)、検出された欠陥候補の欠陥判定を行い、真の欠陥を抽出する(step104)。そして、真の欠陥と判定されたものについて、欠陥分類と寸法推定を行う(step105)。

[0038] step101の欠陥候補検出部 8-2において検出された欠陥候補に関するデータの一例を図 8 に示す。図 8 によると、各欠陥候補について、検出画像から切り出した欠陥候補を含む周辺部（図中の欠陥画像）と、参照画像から切り出した対応する位置の背景画像を含む小領域画像、半導体ウェハ上の欠陥候補の座標（分布）、濃淡差、輝度値といった欠陥候補の特徴等がある。

[0039] 座標照合ステップ（step102）では、欠陥候補検出部 8-2 より出力された検査条件 A、B 各々の画像について、検査条件 A、B から出力された欠陥候補のウェハ上での座標の照合を行う。すなわち、検査条件 A、検査条件 B の両方から共通で検出されたものか否かを判定する。

特徴量統合ステップ（step103）では、当該欠陥候補が、検査条件 A および B の両条件から共通に検出されたものであれば、その特徴量を統合する。統合の一例としては、検査条件 A から得られた欠陥候補部の輝度値と検査条件 B から得られた欠陥候補部の輝度値の比等がある。

欠陥判定ステップ（step104）では、検出された欠陥候補がノイズか、Nuisance欠陥か、真の欠陥かの欠陥判定を行い、真の欠陥のみを抽出する。

分類・寸法推定ステップ（step105）では、真の欠陥と判定されたものについて、欠陥分類と寸法推定を行う。

[0040] 以上の通り、本発明による欠陥検査装置では、異なる複数の検査条件から個々に欠陥候補を検出し、その結果を統合して最終的な欠陥判定を行う。

[0041] 図 9 に、本実施形態を用いて欠陥検査を行った結果の一例を示す。図 9（a）の画像 90、91 は、異なる 2 つの検査条件 A、B で取得した画像から、検出画像と参照画像との輝度差を特徴量としたときの、欠陥を含む領域の特徴量の分布、すなわち、輝度差を明るさで表示した差画像である。明るいほど、輝度差が大きいことを示す。画像中央の○で囲んだ中央部分にあるのが欠陥である。欠陥部では輝度差が大きい、周辺も欠陥部と同等以上に輝度差は大きく、欠陥をはずれ値として検出することは困難である。これに対し、画像 92、93 は画像 90、91 の差画像に白色化によるノイズ抑制処理を施したものであり、欠陥部が顕在化していることが分かる。

図 9 (b) の 9 4 は、画像 9 2 の値（検査条件 A の画像から算出された白色化後の特徴量）を横軸に、画像 9 3 の値（検査条件 B の画像から算出された白色化後の特徴量）を縦軸にとった散布図である。ここでは特徴量として、濃淡差を用いている。図 9 (b) の黒い丸でプロットされた点が欠陥部、それ以外は正常パターンである。散布図中の 9 4 a、9 4 b は、検査条件 A、検査条件 B の画像各々からノイズ（すなわち正常パターン）を検出しないために必要なしきい値である。従って、検査条件 A の画像から欠陥が検出できるのはしきい値 9 4 a よりも濃淡差の大きい領域、検査条件 B の画像から欠陥が検出できるのはしきい値 9 4 b よりも濃淡差の大きい領域ということになる。図 9 (c) 9 5 の破線で囲んだ領域が検査条件 A、もしくは検査条件 B のいずれか 1 つの条件での欠陥の検出可能領域となる。これに対し、検査条件 A と検査条件 B の画像から算出される特徴量を統合してしきい値を設定することにより、欠陥の検出可能領域を拡大することができる。2 次元の散布図上で正常範囲を推定すれば、原理的には図 9 (d) 9 6 の網掛けの領域が図 9 (c) の 9 5 の領域に対し、拡大されることになる。図 9 (e) 9 7 の破線で囲んだ領域は、2 つの検査条件の画像を統合して正常範囲を推定した場合、はずれ値として欠陥候補の検出が可能な領域である。黒い丸でプロットした欠陥画素がより高感度に検出可能となることがわかる。

[0042] 図 10 (a) は、異なる光学条件の画像を統合して欠陥判定を行う場合のシステム構成の一例である。センサ部 3 1、3 2 から検査条件の異なる画像を前処理部 8 - 1 に入力し、それぞれ処理した後、欠陥候補検出部 8 - 2 へ入力し、各画像から特徴量を算出し、統合して欠陥候補を検出した後、検査後処理部 8 - 3 にて分類を行う。このとき、欠陥候補検出部 8 - 2 において画像を統合して欠陥判定を行う場合に、検査条件の異なる画像間の対応関係が画素レベルでとれていることが望ましい。これに対し、ステージ走査をしながら被検査対象物の画像を撮像する場合、ステージ走行誤差などにより、画像走査位置のずれが生じるため、検査条件の異なる画像を画素レベルで対応を取りながら統合するためには、(1) 統合する画像は同時走査、同時撮

像をする、(2)時系列に走査して画像を得、位置のずれを合わせてから統合する、のいずれかを行う必要がある。(1)を行う場合、ステージ走行誤差および画像走査位置のずれは生じないため、検出精度を高めることはできるが、センサ部は2個以上必要であり、装置規模が大きくなる可能性がある。また、統合できる画像の検査条件は装置構成に依存して限定される。(2)を行う場合、第1の検査条件の画像を、第2の検査条件の画像撮像が開始されるまで保存しておく必要があり、図中1001のように、大容量のメモリや記憶媒体が必要となる。更に、検査条件が異なると被対象物のパターンの見え方が大きく異なることがあり、位置のずれを合わせるための共通のパターンが得られないこともある。

[0043] 次に、図10(b)は、より簡易に複数の検査条件の結果を統合する例である。ここでは、入力される2種類の画像に対し、欠陥候補検出処理(8-2a)、(8-2b)、検査後処理(8-3a)、(8-3b)を個別に行い、最終的な結果のみを全体制御部9で統合して表示するものである。統合は、得られた結果の論理積や論理和を取るなどの方法がある。処理は簡単であるが、図10(b)の構成は、図9(c)の95に示した領域が欠陥検出可能領域となり、図10(a)の構成に対して感度は下がる。そこで、本発明による統合方式は図10(c)の構成をとることも可能とする。これによると、入力される2種類の画像に対し、欠陥候補検出処理(8-2a)、(8-2b)を検査条件毎に個別に行い、各条件で検出された欠陥候補の情報を用いて、検査後処理(8-3)にて欠陥判定を行う。

[0044] 図11は、検査後処理部(8-3)で行う欠陥判定処理の概要の一例である。まず、欠陥候補検出部で行う検査条件毎の処理(8-2a)、(8-2b)は、低しきい値、すなわち、高感度な検査とする。これは、欠陥判定のためのしきい値が低く設定されるように画像処理のパラメータを調整することである。当然のことながら、微小な欠陥とともにノイズも多数検出される。110a、110bは、それぞれの検査条件で個別に検出された欠陥候補のウェハ上の分布(各欠陥候補のウェハ上での座標)である。111a、1

11bは、検出画像と参照画像との輝度差を特徴量とし、検査条件A、B各々において低いしきい値により共通の分割画像内で検出された欠陥候補である。黒い領域はしきい値以下の画素、それ以外は設定されたしきい値を越え、欠陥候補として検出された画素であり、明るいほど輝度差が大きいことを示す。これらの2つの異なる検査条件による結果が検査後処理部8-3に入力されると、各条件で検出された欠陥候補のウェハ座標の照合、すなわち110aと110bの重ね合わせを行い、両者から共通に算出された欠陥（以下、「共通欠陥」と記述する。）と一方の条件でのみ検出された欠陥（以下、「単一欠陥」と記述する。）に分離する（step1101）。112は110aと110bを重ね合わせたものである。照合は、ウェハ上での座標があらかじめ設定する範囲（単位：nm、画素など）内で重なるか否かを評価する。113は各検査条件から検出された、分割画像内の欠陥候補111a、111bの重ね合わせ結果である。次に条件間で重ね合わせた結果を用いて、欠陥とノイズの判別を行う一例を述べる。

[0045] まず、通常のしきい値（例えば、図9の94a、94b）で算出されたものを欠陥とする。次に、通常のしきい値以下のものであっても低しきい値で共通欠陥となった欠陥候補を欠陥とし、それ以外の（通常しきい値では算出されなくて、かつ、低しきい値では片方の検査条件でのみ算出された）欠陥候補をノイズとして除外する（step1102）。114は、113の分割画像内の欠陥候補から、上記判定によりノイズを除去した結果である。114a、114bは、通常しきい値でいずれかの検査条件で算出されたもの、114cは、低しきい値で両検査条件において算出されたものである。

[0046] 図12を用いて、本願に係る発明の実施形態による結果の一例を説明する。図12(a)の98は、図9に示した、異なる2つの検査条件A、Bで取得した画像から検出画像と参照画像との輝度差を特徴量とし、白色化処理を施したあとの散布図である。また、散布図中の98a、98bは、検査条件A、検査条件Bの画像各々から、ノイズ（すなわち正常パターン）を検出しないために必要なしきい値、すなわち、通常のしきい値である。これに対し、

120a、120bは、図11で説明した低しきい値を示す。図12(b)の散布図121の破線で囲んだ領域は、各条件A、Bの画像各々に対し低しきい値120a、120bを設定したときの欠陥検出可能領域を示す。ただし、この領域の中にはノイズを多数含む。そこで、これらのノイズを多数含む検査条件A、検査条件Bの結果を統合し、図11に示した判定を行うと、通常しきい値で検出される欠陥に対し、ノイズを検出することなく、散布図121の網掛けの領域122にある欠陥が新規に検出可能となる。

[0047] 以上に説明したように、本発明では、入力される2種類の画像に対し、欠陥候補検出処理(8-2)を検査条件毎に個別に行い、各条件で検出された欠陥候補の情報を用いて、検査後処理(8-3)にて欠陥判定を行うことにより、見え方の異なる2つの検査条件の画像に対し、簡単な座標合わせのみで欠陥の照合が可能となる。統合する際、画像そのものは不要なため、時系列に検査条件の結果を得るとき大容量の記憶媒体は必要ない。このため、当然のことながら、3つ以上の検査条件で得られた結果の統合も容易にできる。また、上記統合の例では、欠陥とノイズの判別に検出画像と参照画像との輝度差を特徴量としたが、別の複数の特徴を用いて判定することも可能である。

[0048] 本発明では、図8に示した通り、欠陥毎の数値特徴量が欠陥候補検出処理において計算され、出力されるため、これを利用することも可能である。これにより、より高度なノイズと欠陥の判別が可能となり、図12の122の新規欠陥検出可能領域を拡大することも可能となる。

更に本発明では、図8に示した通り、欠陥毎の小領域画像も欠陥候補検出処理において抽出され、出力されるので、小領域画像から新たな特徴量を演算し、これらを統合してノイズと欠陥の判別を行うこともできる。ここで、小領域画像を統合して欠陥の再判定や分類、寸法推定を行う際に、両検査条件の小領域画像が揃っているとは限らない。例えば、検査条件Aで低しきい値を設定して検出されず、後から行う検査条件Bで検出される欠陥候補などである。これらに対しては、検査条件Bで欠陥候補を抽出した後、それが検

査条件Aで検出されていなかった場合、再度、検査条件Aの設定を行い、検査条件Bで検出された位置の画像を再取得することで、両条件の小領域画像を揃えることができる。検査条件Bから検出された欠陥候補の領域といった、限定された領域のみの画像を取得すればよく、再取得の時間は短くてすむ。なお、両条件による画像が揃った欠陥の分類の例としては、検査条件Aで算出された欠陥部の参照画像に対する濃淡差 $DA(x, y) = f_A(x, y) - g_A(x, y)$ と、検査条件Bで算出された欠陥部の参照画像に対する濃淡差 $DB(x, y) = f_B(x, y) - g_B(x, y)$ との比などがある。

[0049] $R(x, y) = DA(x, y) / DB(x, y)$

If $R(x, y) > Th$ then 異物
else スクラッチ

[0050] 更に、上記例のような分類により欠陥種が特定された後、寸法推定を行う。散乱光量と寸法との関係は、欠陥種により異なる。例えば、異物は微小なものであっても得られる画像の散乱光量は大きく、一方、スクラッチは大きなものであっても得られる画像の散乱光量は小さい。このため、欠陥種を特定した後に寸法推定を行うことでより、正確な推定を行うことができる。その例としては、欠陥種毎に、散乱光量（欠陥部の輝度値などの特徴量）と寸法との関係をあらかじめ光学シミュレーションなどを用いて算出しておき、欠陥種に応じた、散乱光量と寸法の関係データを参照する。

[0051] 以上のように、本発明の各実施例で説明した検査装置によれば、複数の検出条件、複数の光学条件といった見え方の異なる複数の画像各々を画像処理部に入力し、欠陥候補を検出する。そして、得られた欠陥候補の情報を統合して、最終的な欠陥／非欠陥の判定を行うことにより、高感度な欠陥抽出を可能とする。また、見え方の異なる複数の画像から抽出される欠陥候補の統合は、欠陥候補のウェハ上の発生位置（発生座標）を照合することで行う。これにより、統合を簡易化する。また、条件の異なる複数の欠陥候補を時系列に得る場合、大容量の記憶媒体を不要とし、高速、かつ容易に高感度な検査を可能とする。

[0052] CMP等平坦化プロセス後のパターンの膜厚の微妙な違いや、照明光の短波長化により比較するチップ間に大きな明るさの違いがあっても、本発明により、20nm～90nm欠陥の検出が可能となる。

また、SiO₂をはじめ、SiOF、BSG、SiOB、多孔質シリア膜、等の無機絶縁膜や、メチル基含有SiO₂、MSQ、ポリイミド系膜、パレリン系膜、テフロン（登録商標）系膜、アモルファスカーボン膜等の有機絶縁膜といったlow k膜の検査において、屈折率分布の膜内ばらつきによる局所的な明るさの違いがあっても、本発明により、20nm～90nm欠陥の検出が可能となる。

[0053] 以上、本発明の一実施例を半導体ウェハを対象とした暗視野検査装置における比較検査画像を例にとりて説明したが、電子線式パターン検査における比較画像にも適用可能である。また、明視野照明のパターン検査装置にも適用可能である。

検査対象は半導体ウェハに限られるわけではなく、画像の比較により欠陥検出が行われているものであれば、例えばTF₂基板、ホトマスク、プリント板等でも適用可能である。

符号の説明

[0054] 1：光学部、2：メモリ、3：画像処理部、4a・4b：照明部、5：半導体ウェハ、7a・7b：検出部、8-2：欠陥候補検出部、8-3：検査後処理部、31・32：センサ部、9：全体制御部

請求の範囲

- [請求項1] 被検査対象物を所定の光学条件で照射する照明光学系と、
前記照明光学系により照射された前記被検査対象物からの散乱光を所定の検出条件で検出して画像データを取得する検出光学系と、
異なる条件で前記検出光学系により取得された複数の画像データについてそれぞれ欠陥候補を検出する欠陥候補検出部と、前記複数の画像データについての欠陥候補を統合処理して欠陥判定を行う検査後処理部と、を備えた画像処理部と、
を有する欠陥検査装置。
- [請求項2] 請求項1記載の欠陥検査装置であって、
前記検査後処理部では、前記複数の画像データについての欠陥候補の座標を照合することにより欠陥候補を統合処理して欠陥判定を行うことを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の欠陥検査装置であって、
前記検査後処理部では、前記複数の画像データについての欠陥候補の座標を照合して、該欠陥候補が前記複数の画像データの全てについて検出されたものであるか否かを判別することを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれかに記載の欠陥検査装置であって、
前記欠陥候補検出部では、前記複数の画像データに対してそれぞれ任意に定めた第一のしきい値よりも低い値をしきい値とする第二のしきい値を用いて、前記複数の画像データについてそれぞれ欠陥候補を検出し、
前記検査後処理部では、前記第一のしきい値および前記第二のしきい値の両方を用いて欠陥とノイズとを判別することを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項5] 請求項4記載の欠陥検査装置であって、
前記検査後処理部では、前記欠陥候補のうち前記第一のしきい値を用

いた欠陥検出により欠陥を抽出し、前記欠陥候補のうち前記第二のしきい値により欠陥とノイズとを判定することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項6] 請求項4または5に記載の欠陥検査装置であって、
前記検査後処理部では、前記欠陥候補のうち前記第一のしきい値を用いて少なくとも一の画像データにて欠陥であると判定された欠陥候補を欠陥とし、前記第二のしきい値を用いて欠陥検出を行った結果、全ての画像データについて欠陥であると判定された欠陥候補を欠陥とし、前記欠陥検出により欠陥であると判定されなかった欠陥候補についてはノイズと判定することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項7] 請求項1乃至6のいずれかに記載の欠陥検査装置であって、
前記検査後処理部では、前記複数の画像データに基づいて欠陥の種類を分類し、さらに、分類された欠陥の寸法推定を行うことを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項8] 被検査対象物の表面を所定の光学条件で複数回照射する照明工程と、
前記照明工程により照射された前記被検査対象物の表面からの散乱光を、互いに異なる検出条件で複数回検出して複数の画像データを取得する検出工程と、
前記検出工程により検出された前記複数の画像データについてそれぞれ欠陥候補を検出する欠陥候補検出工程と、
前記複数の画像データについてそれぞれ検出された欠陥候補を統合処理して欠陥判定を行う検査後処理工程と、
を備えた欠陥検査方法。

[請求項9] 請求項8記載の欠陥検査方法であって、
前記検査後処理工程では、前記複数の画像データについての欠陥候補の座標を照合することにより欠陥候補を統合処理して欠陥判定を行うことを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項10] 請求項8または9に記載の欠陥検査方法であって、

前記検査後処理工程では、前記複数の画像データについての欠陥候補の座標を照合して、該欠陥候補が前記複数の画像データの全てについて検出されたものであるか否かを判別することを特徴とする欠陥検査方法。

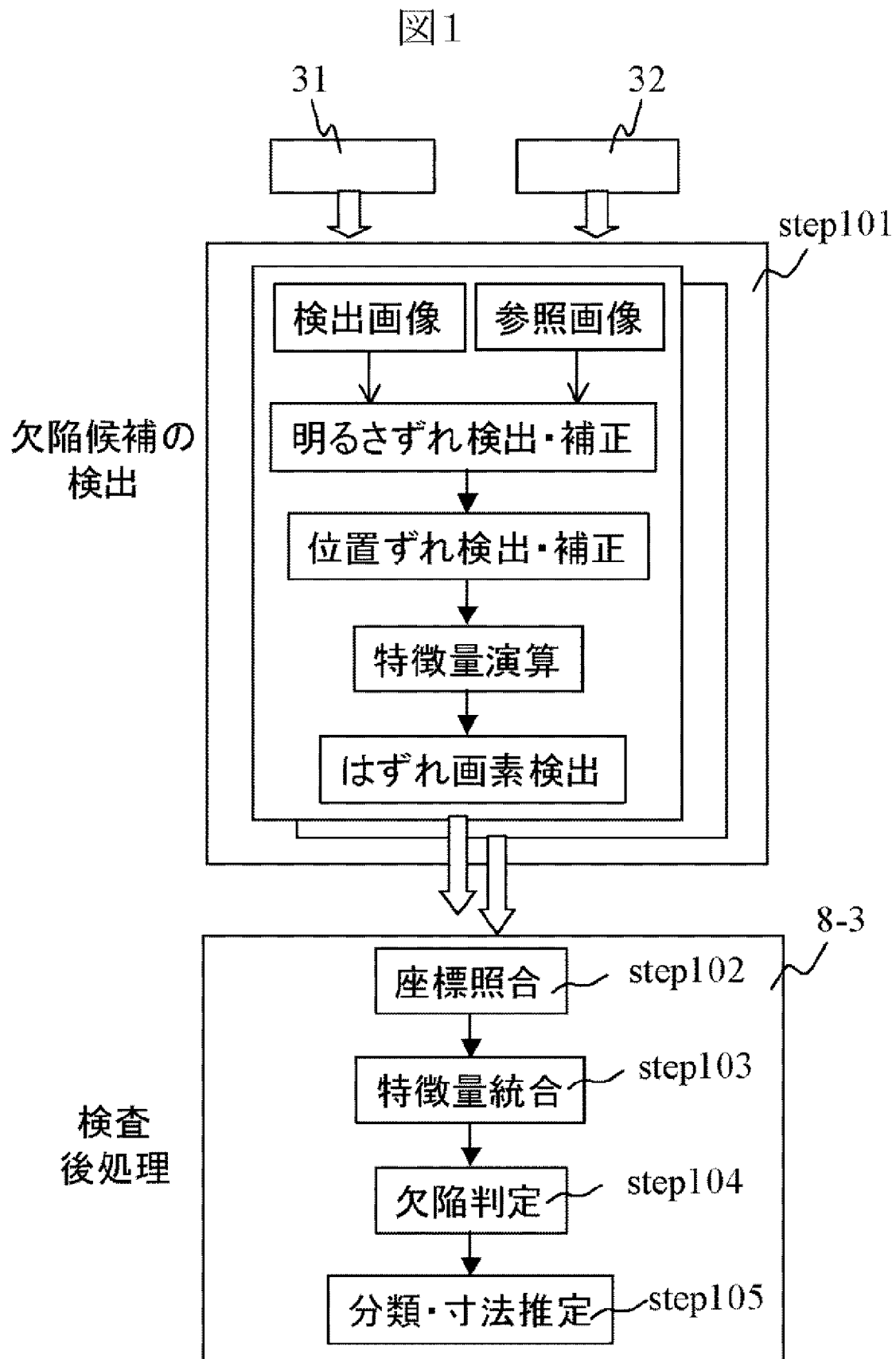
[請求項11] 請求項8乃至10のいずれかに記載の欠陥検査方法であって、
前記欠陥候補検出工程では、前記複数の画像データに対してそれぞれ任意に定めた第一のしきい値よりも低い値をしきい値とする第二のしきい値を用いて、前記複数の画像データについてそれぞれ欠陥候補を検出し、
前記検査後処理工程では、前記第一のしきい値および前記第二のしきい値の両方を用いて欠陥とノイズとを判別することを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項12] 請求項11記載の欠陥検査方法であって、
前記検査後処理工程では、前記欠陥候補のうち前記第一のしきい値を用いた欠陥検出により欠陥を抽出し、前記欠陥候補のうち前記第二のしきい値により欠陥とノイズとを判定することを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項13] 請求項11または12に記載の欠陥検査方法であって、
前記検査後処理工程では、前記欠陥候補のうち前記第一のしきい値を用いて少なくとも一の画像データにて欠陥であると判定された欠陥候補を欠陥とし、前記第二のしきい値を用いて欠陥検出を行った結果、全ての画像データについて欠陥であると判定された欠陥候補を欠陥とし、前記欠陥検出により欠陥であると判定されなかった欠陥候補についてはノイズと判定することを特徴とする欠陥検査方法。

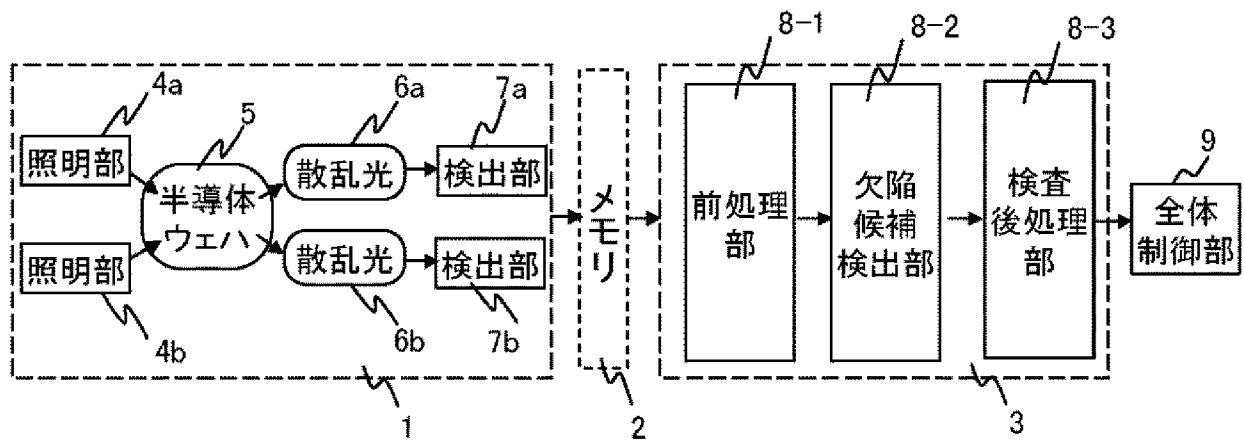
[請求項14] 請求項8乃至13のいずれかに記載の欠陥検査方法であって、
前記検査後処理工程では、前記複数の画像データに基づいて欠陥の種類を分類し、さらに、分類された欠陥の寸法推定を行うことを特徴とする欠陥検査方法。

[図1]



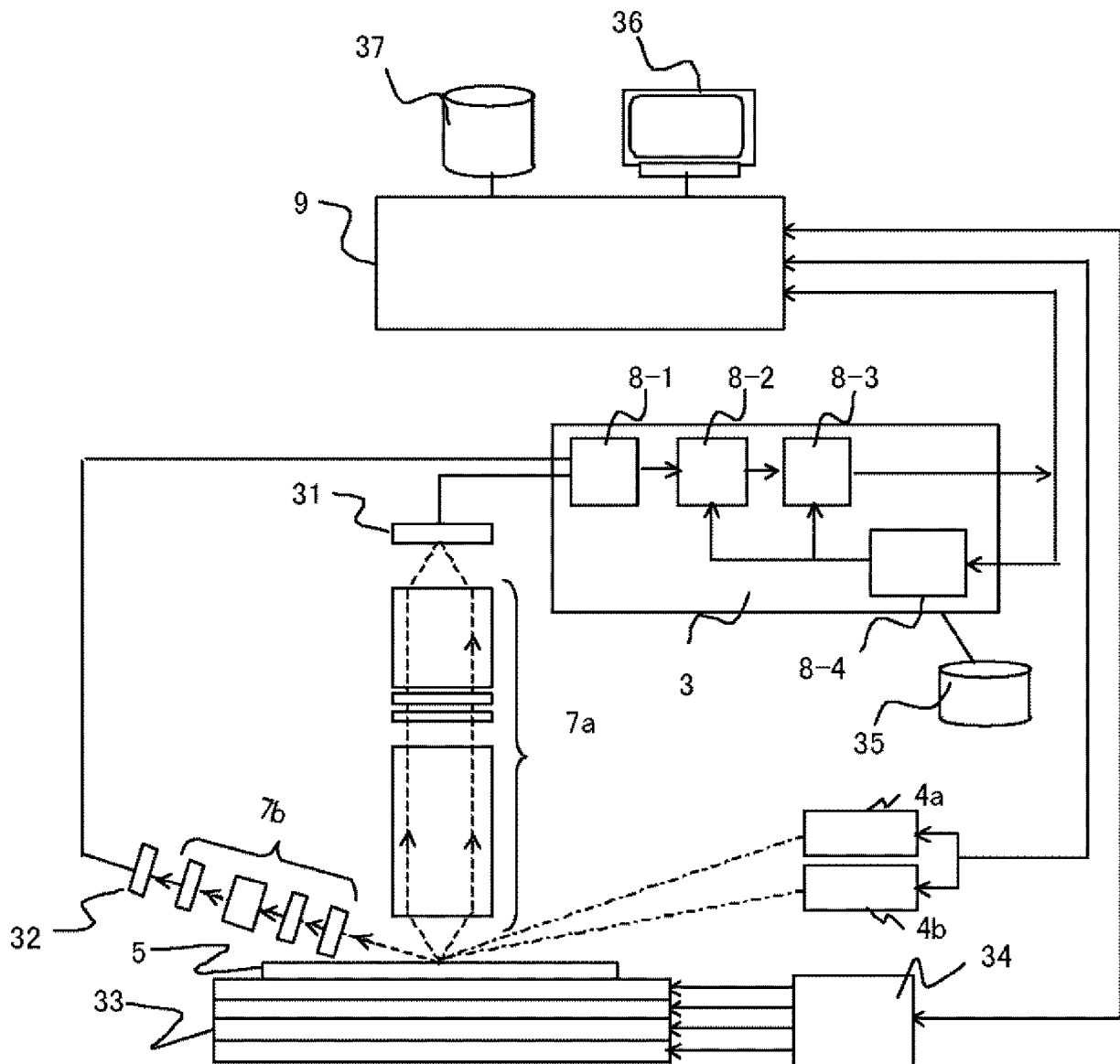
[図2]

図2



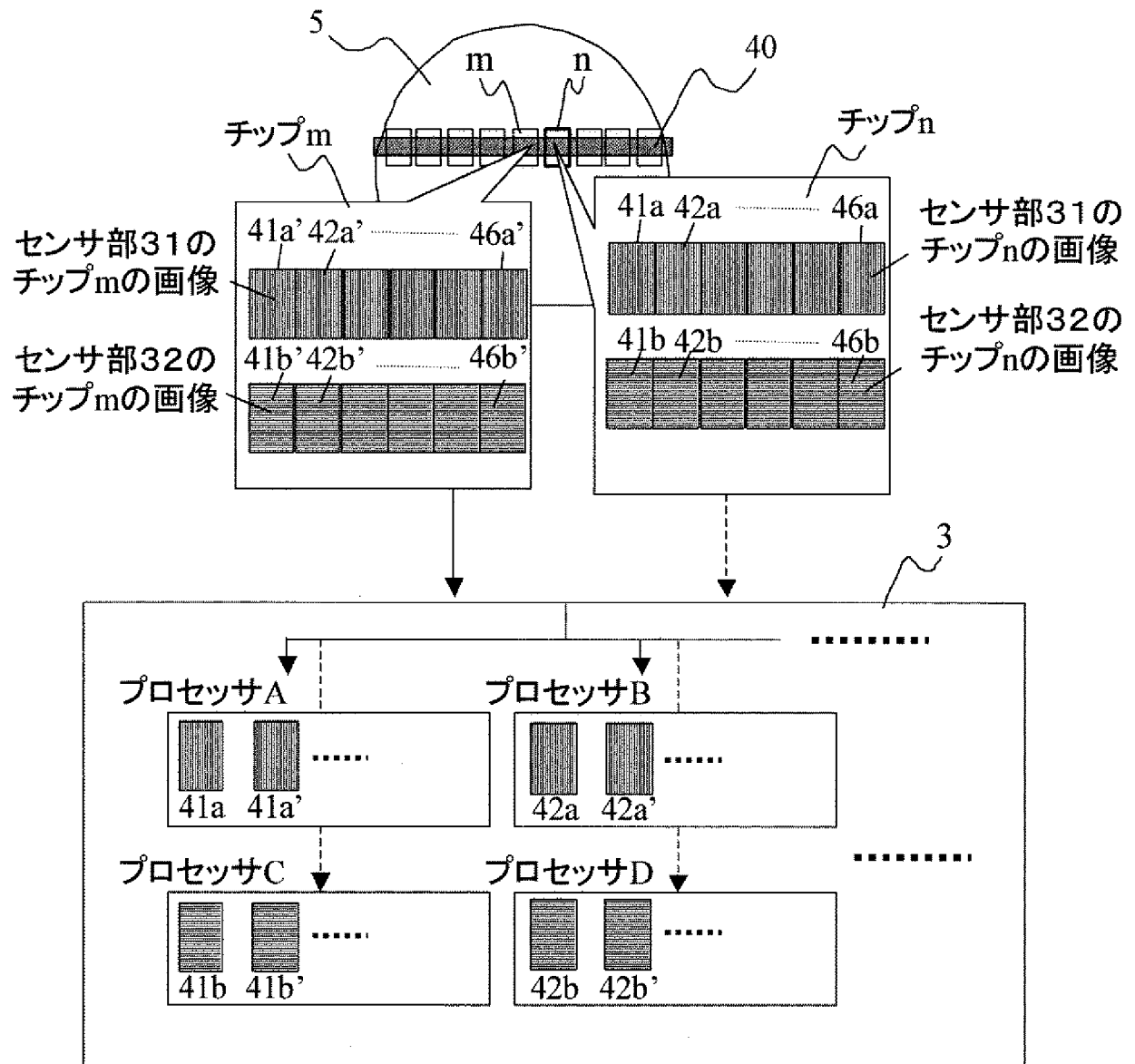
[図3]

図3



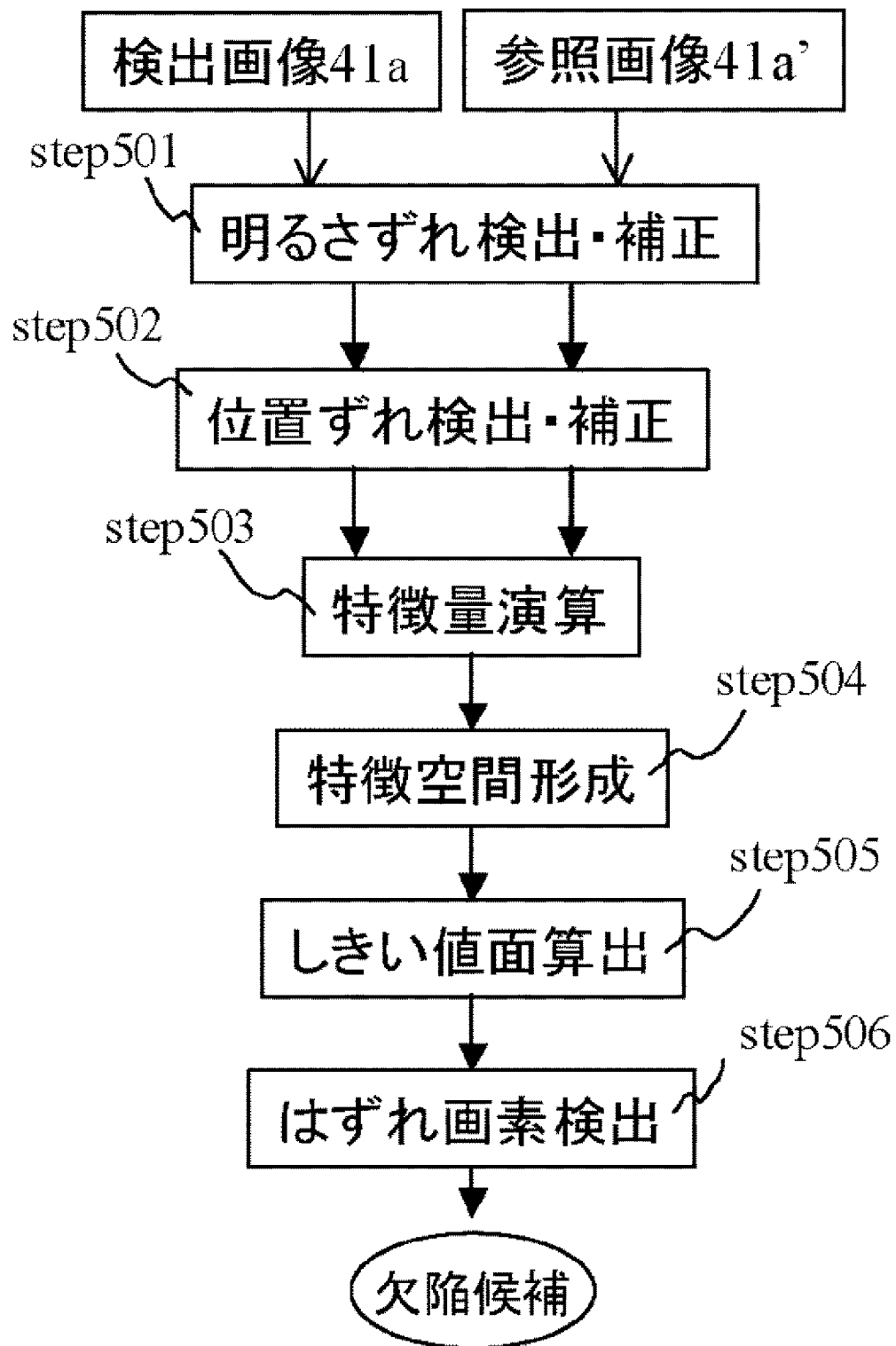
[図4]

図4



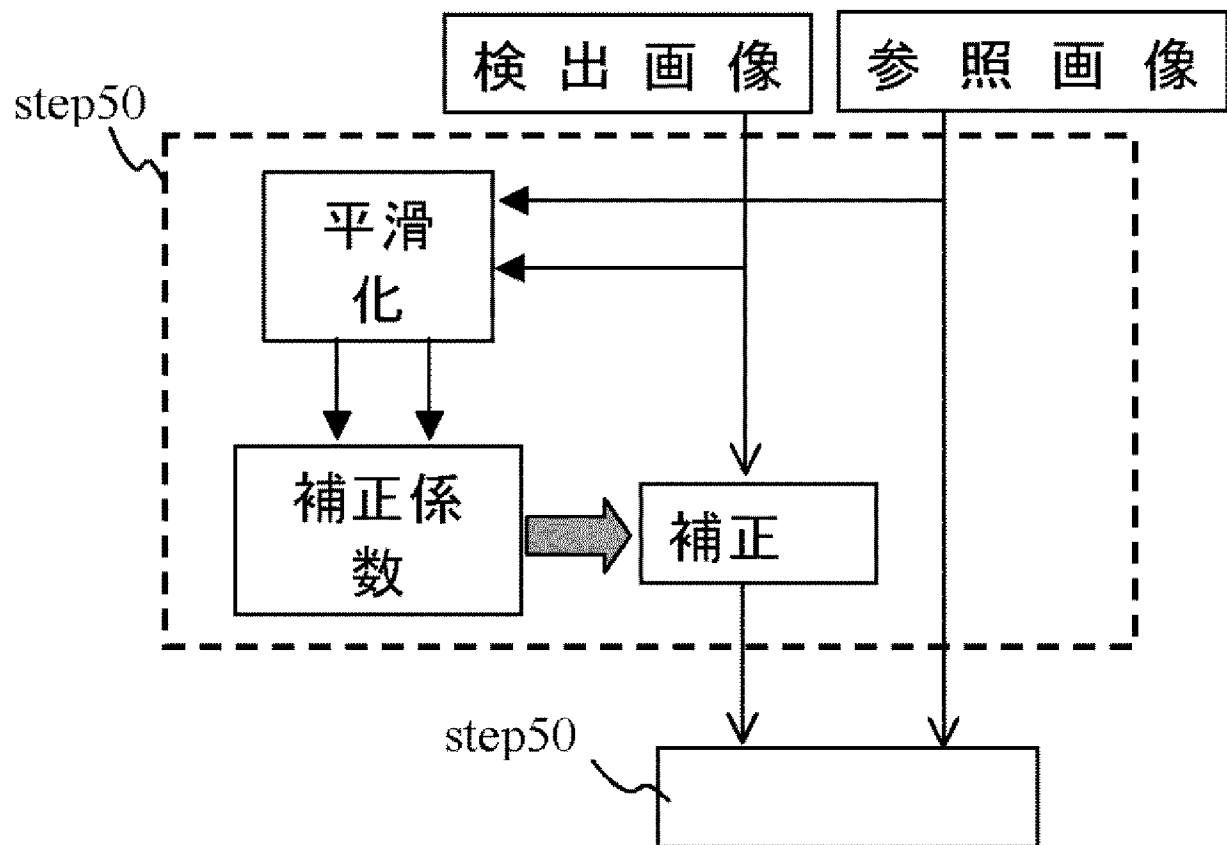
[図5]

図5



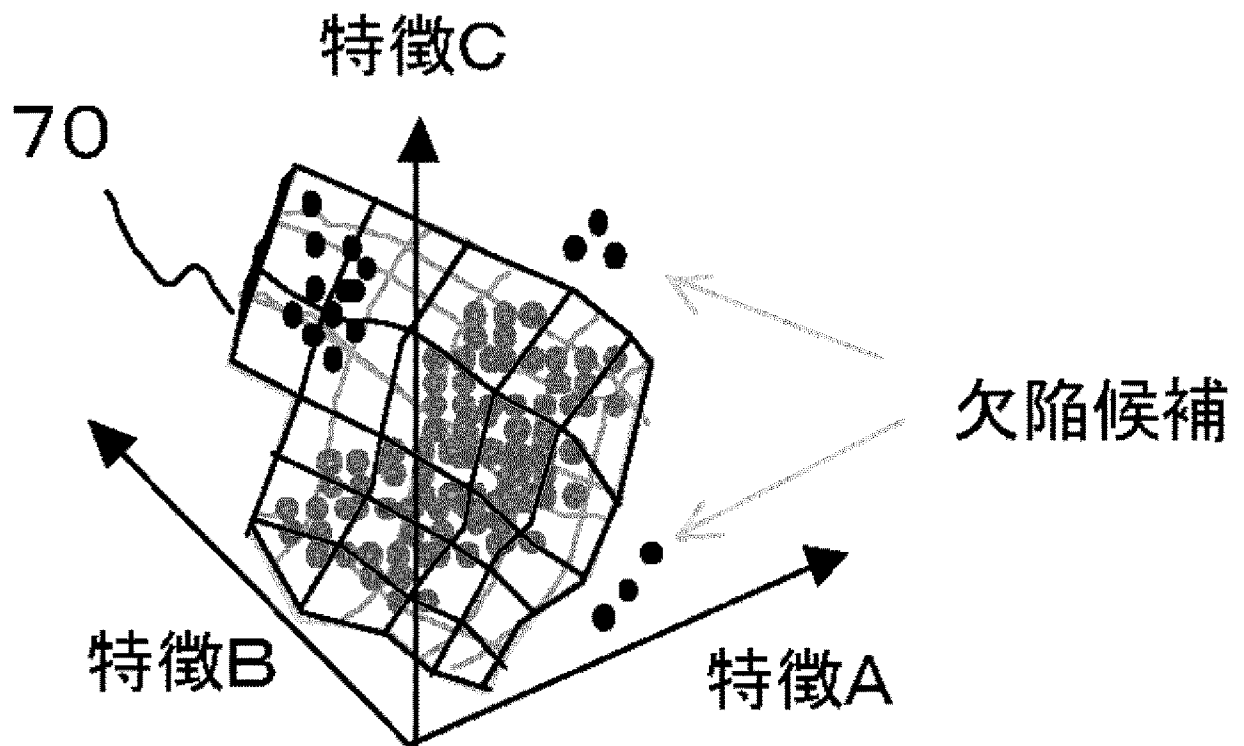
[図6]

図6



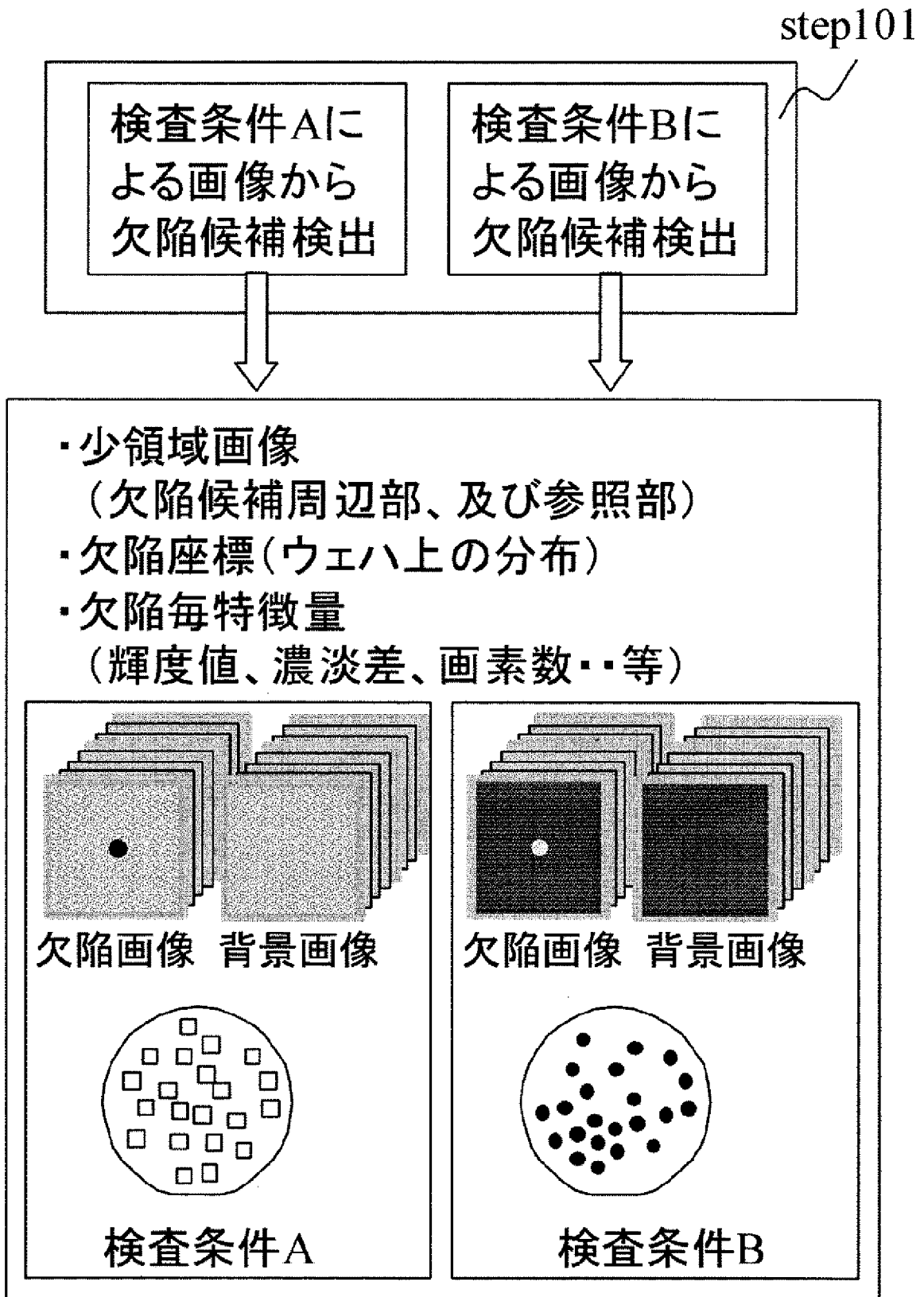
[図7]

図7



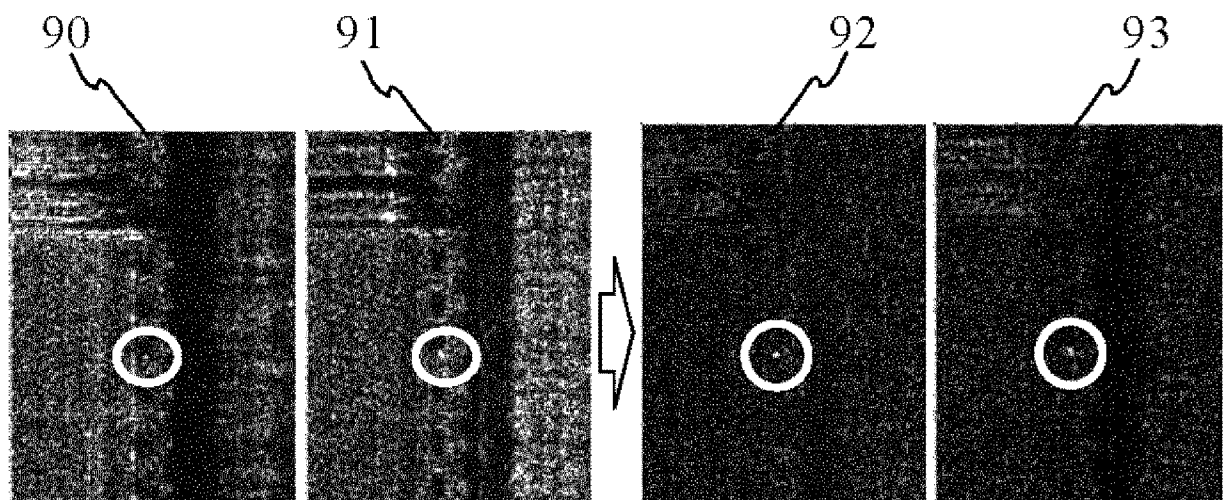
[図8]

図8

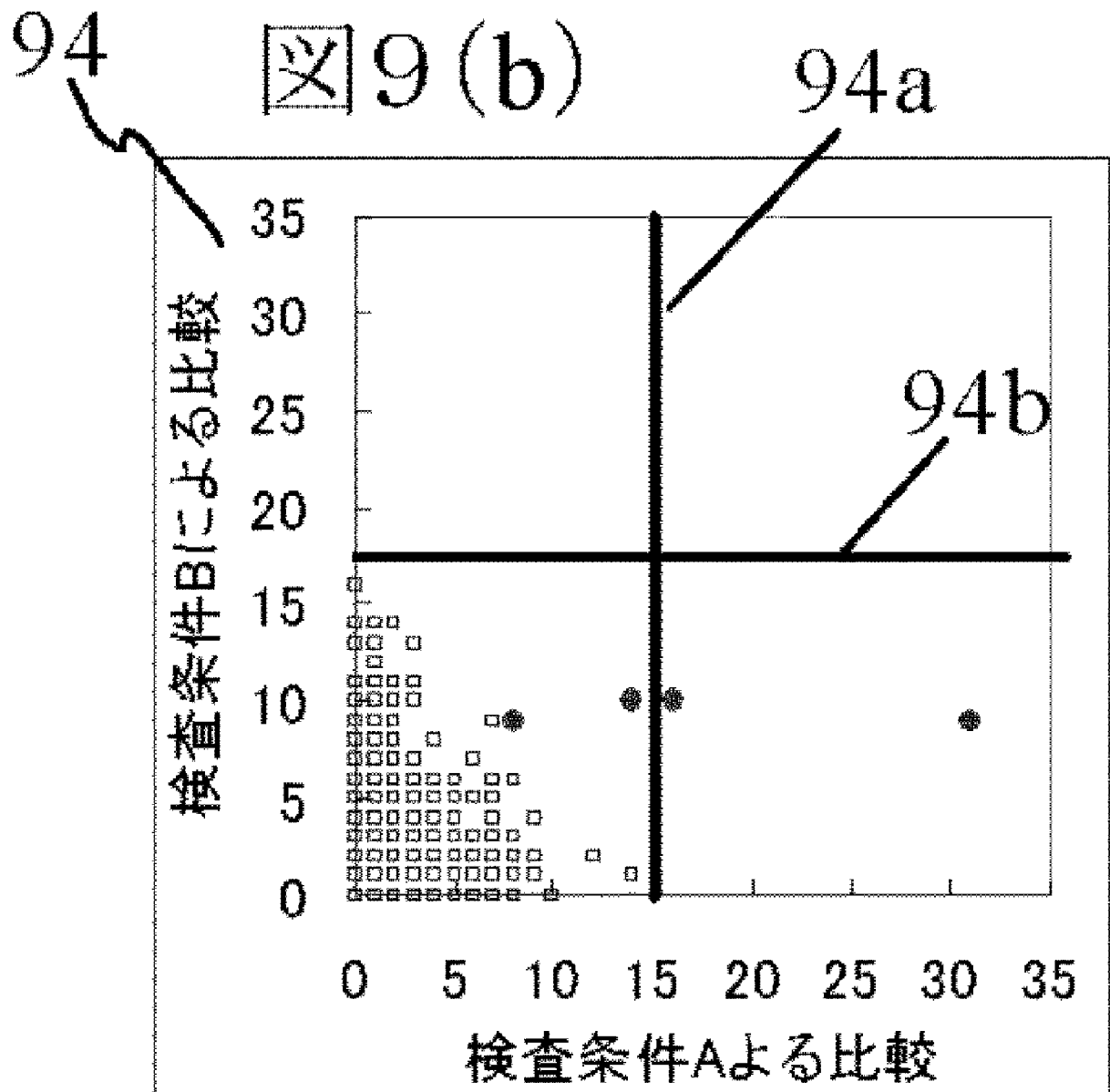


[図9(a)]

図9(a)



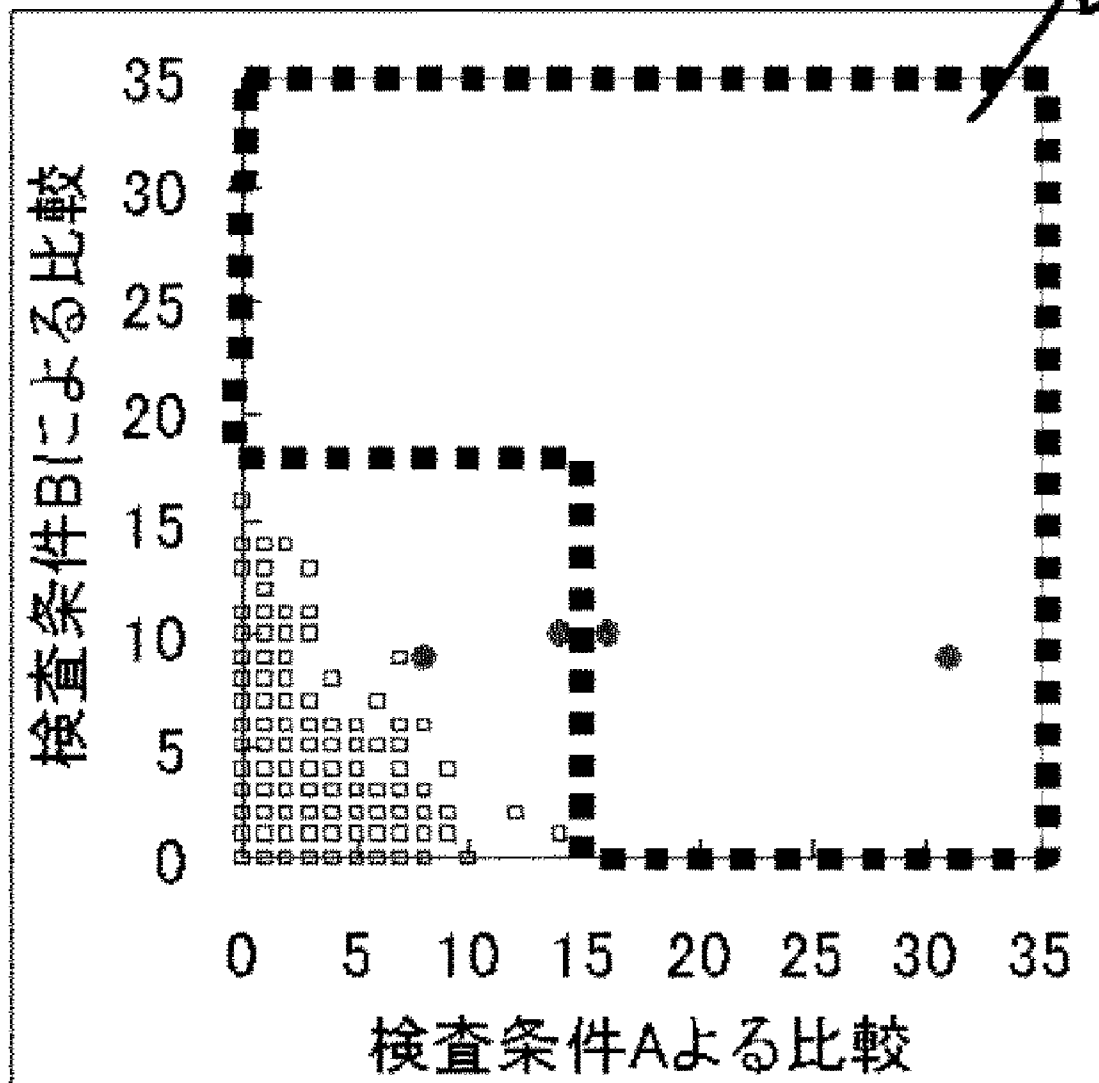
[図9(b)]



[図9(c)]

図9(c)

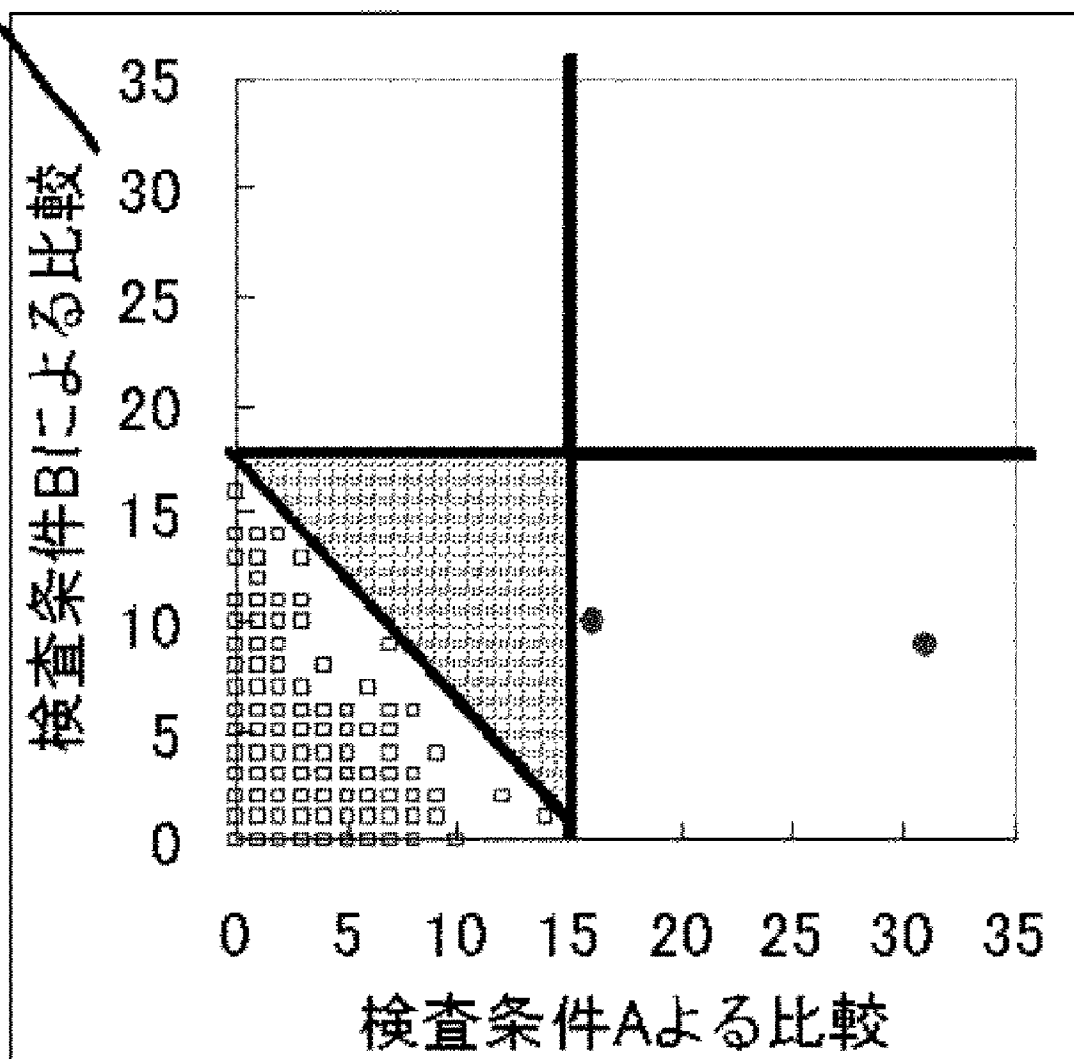
95



[図9(d)]

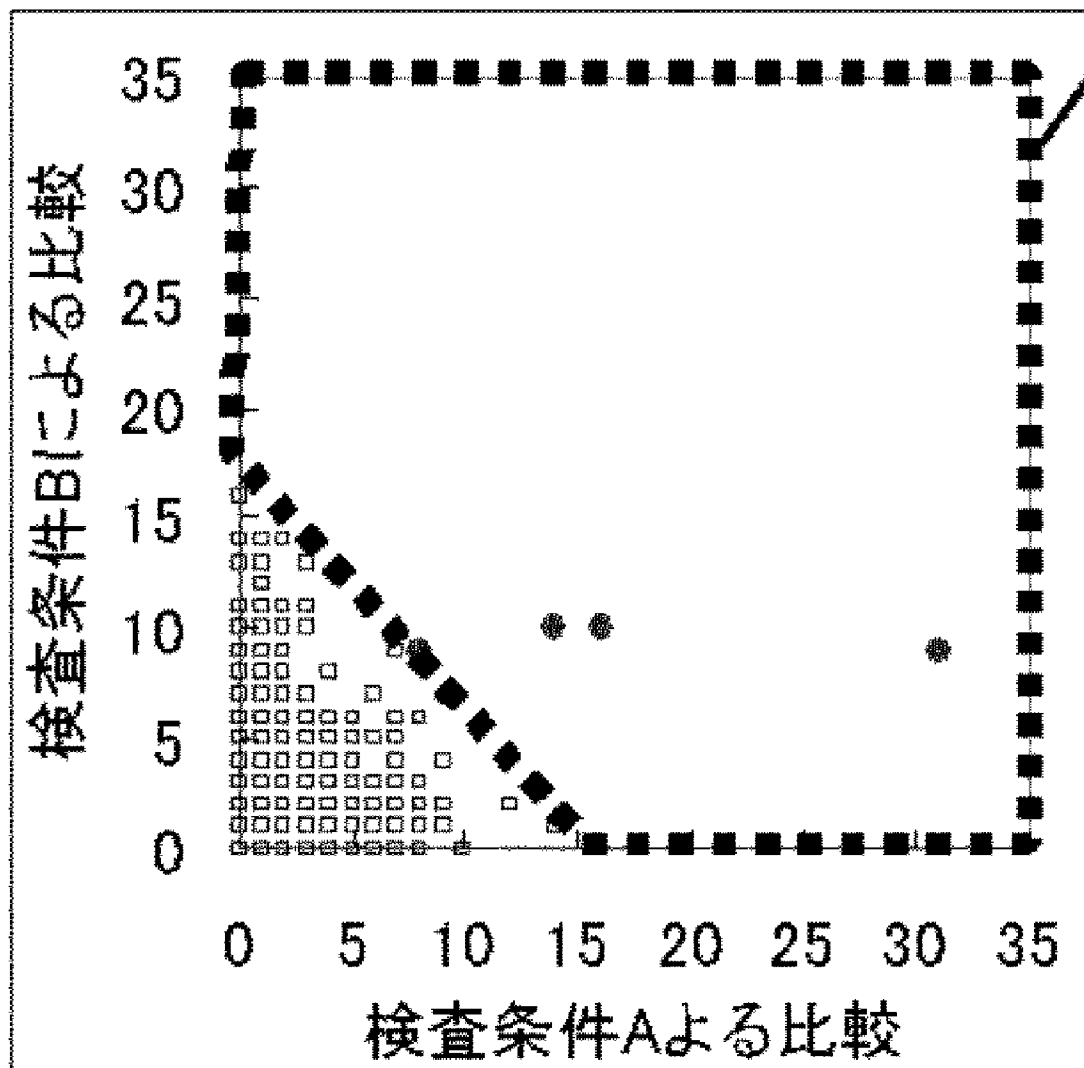
96

図9(d)



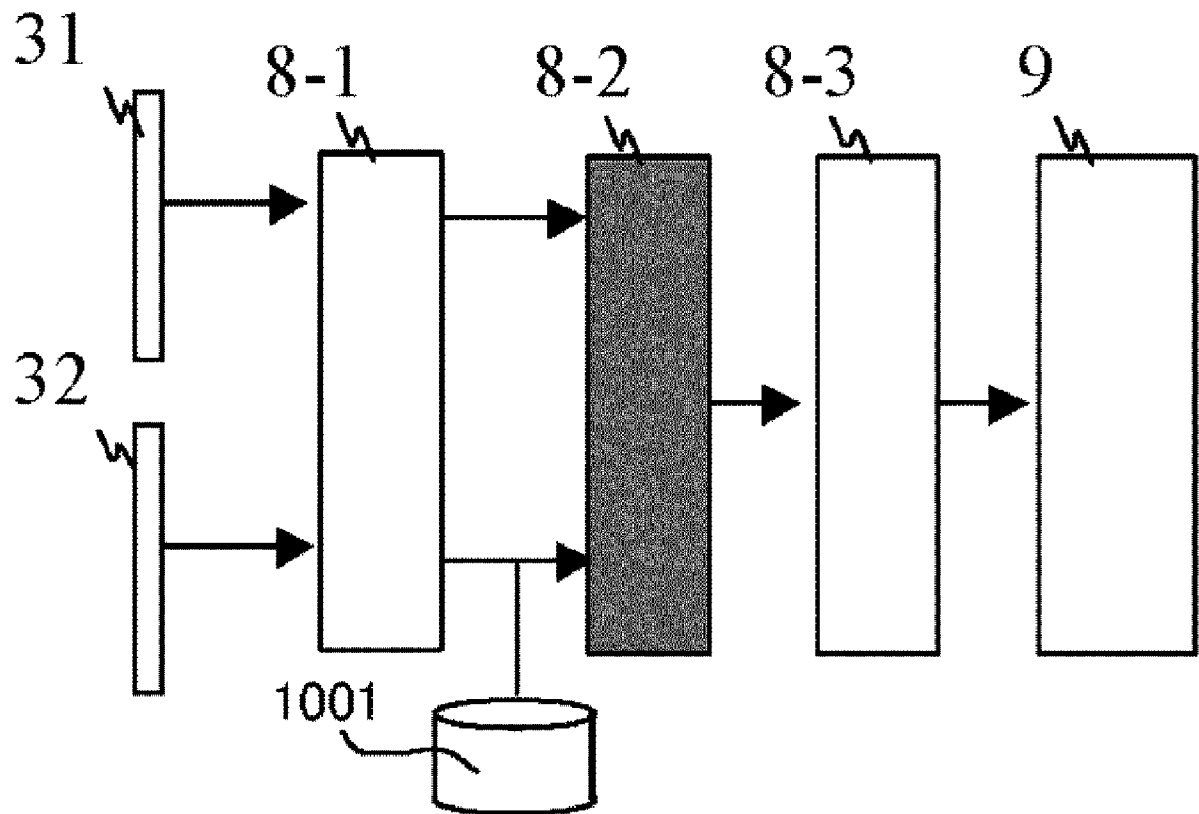
[図9(e)]

図9(e)



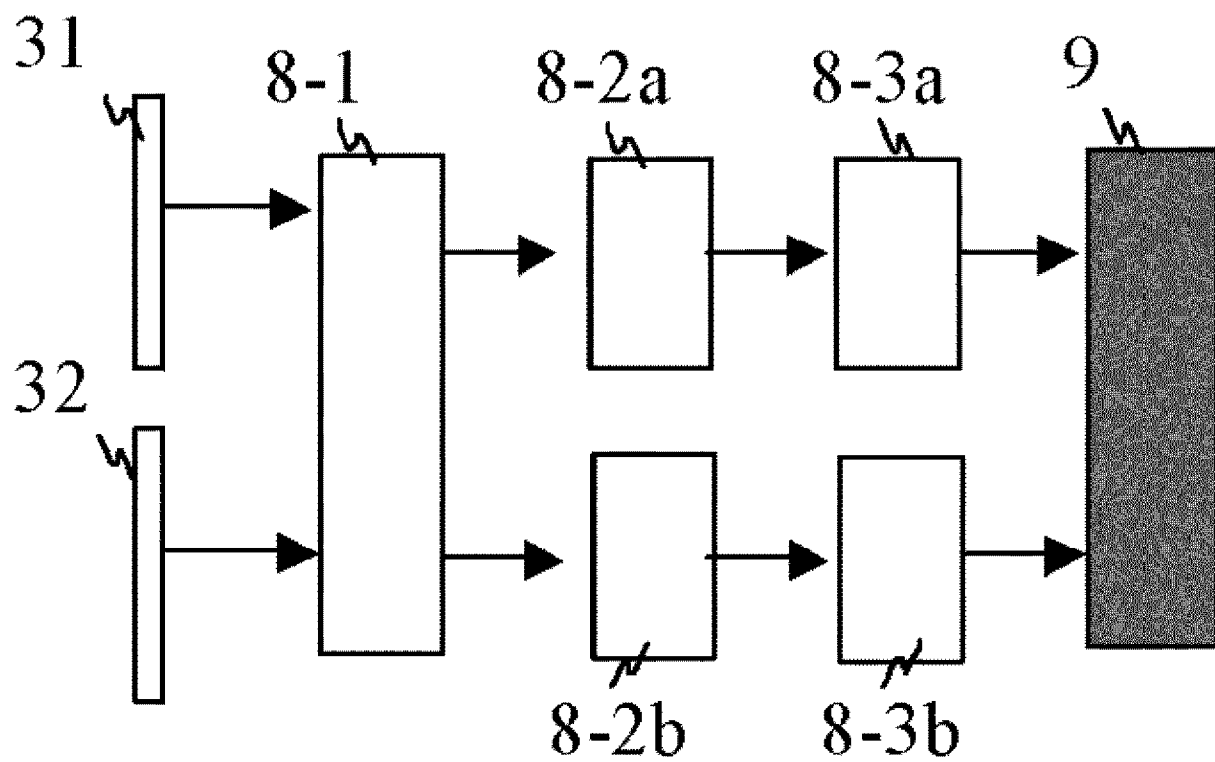
[図10(a)]

図10(a)



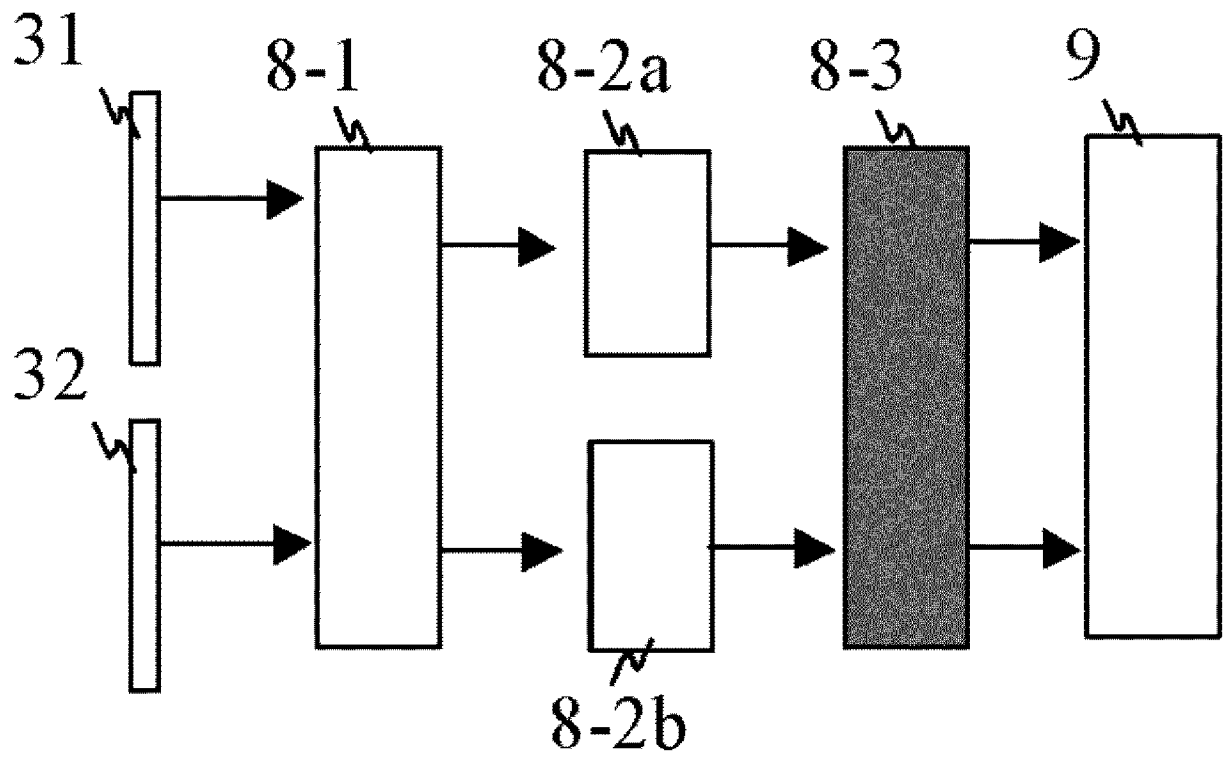
[図10(b)]

図10(b)



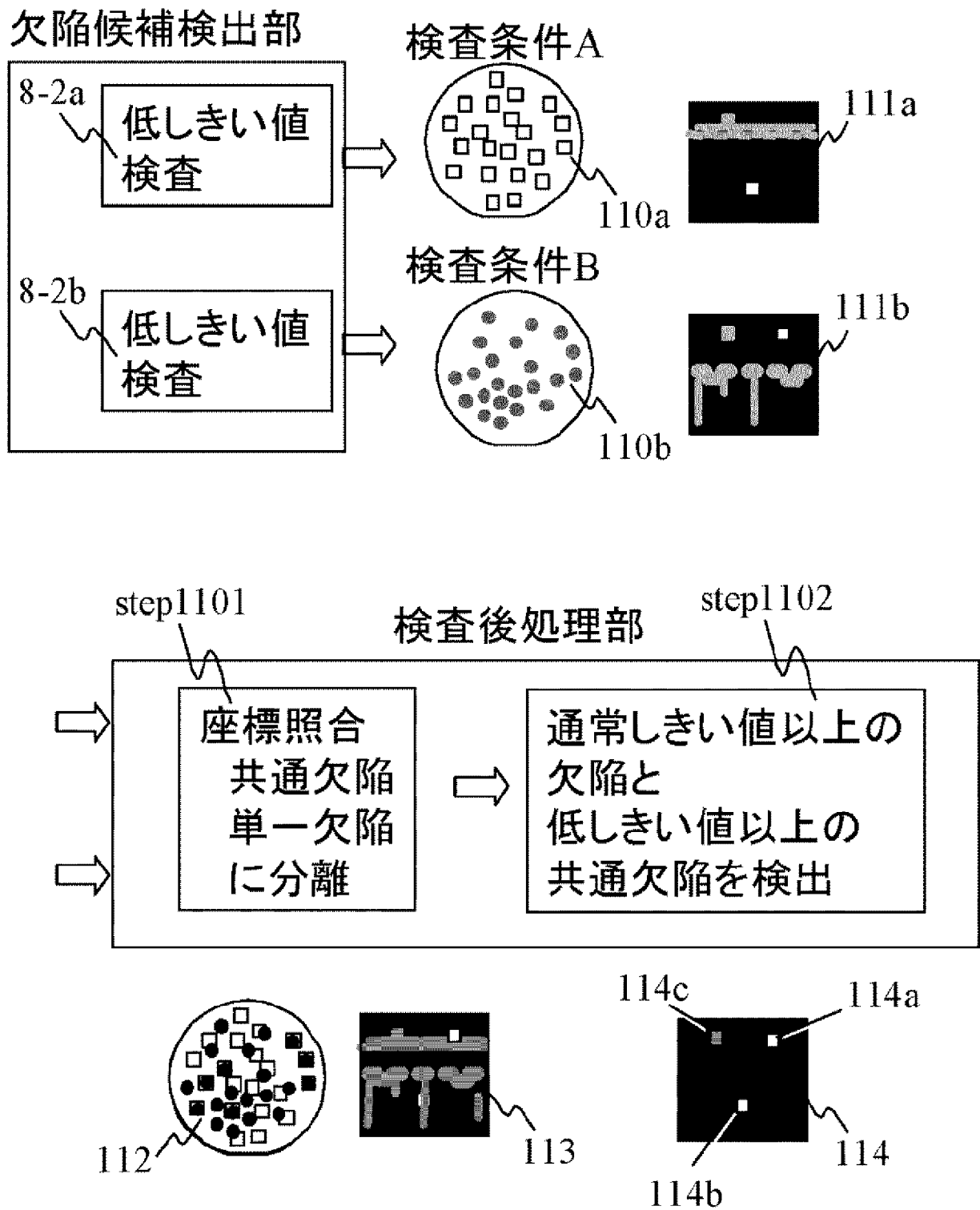
[図10(c)]

図10(c)



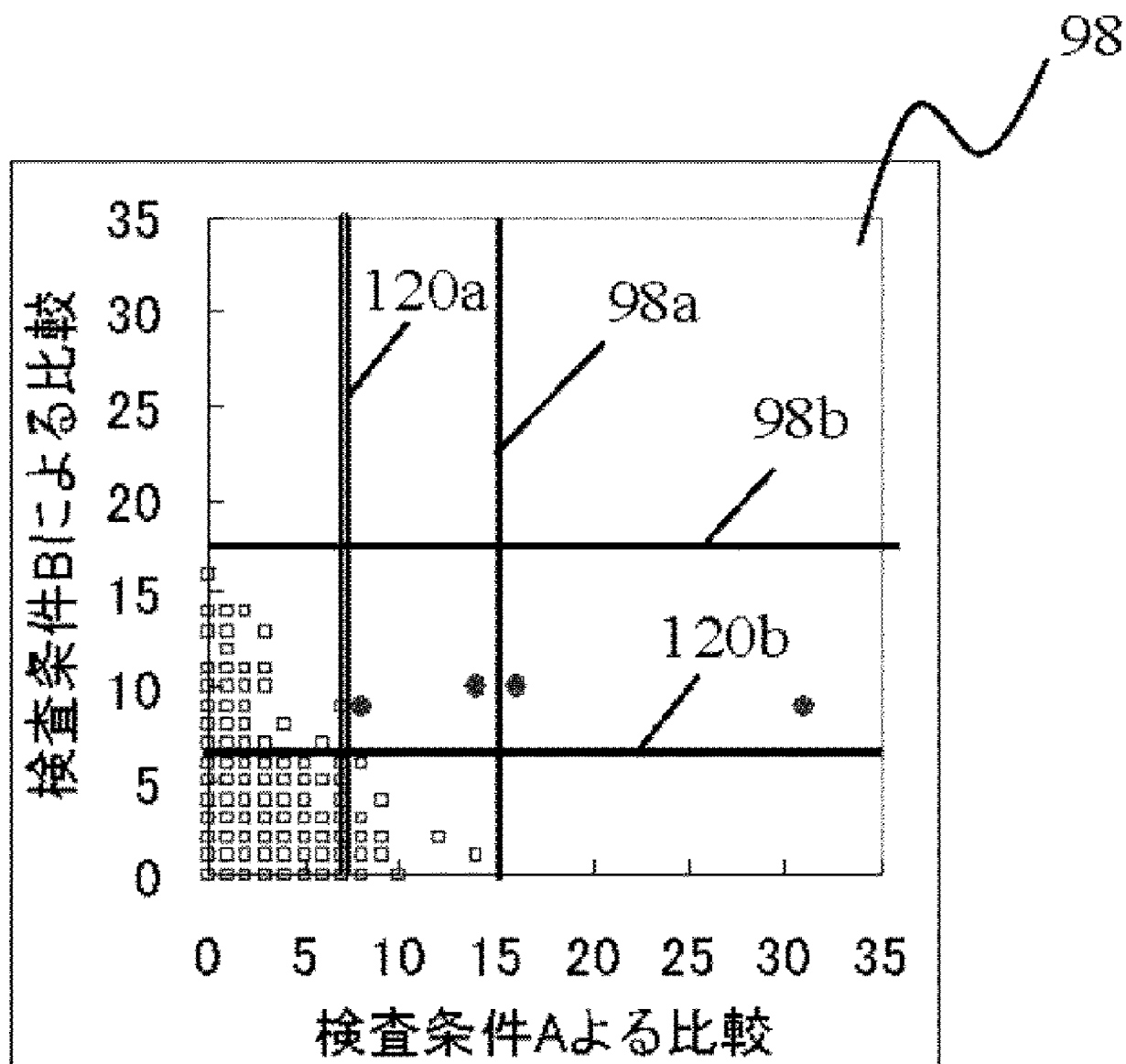
[図11]

図11

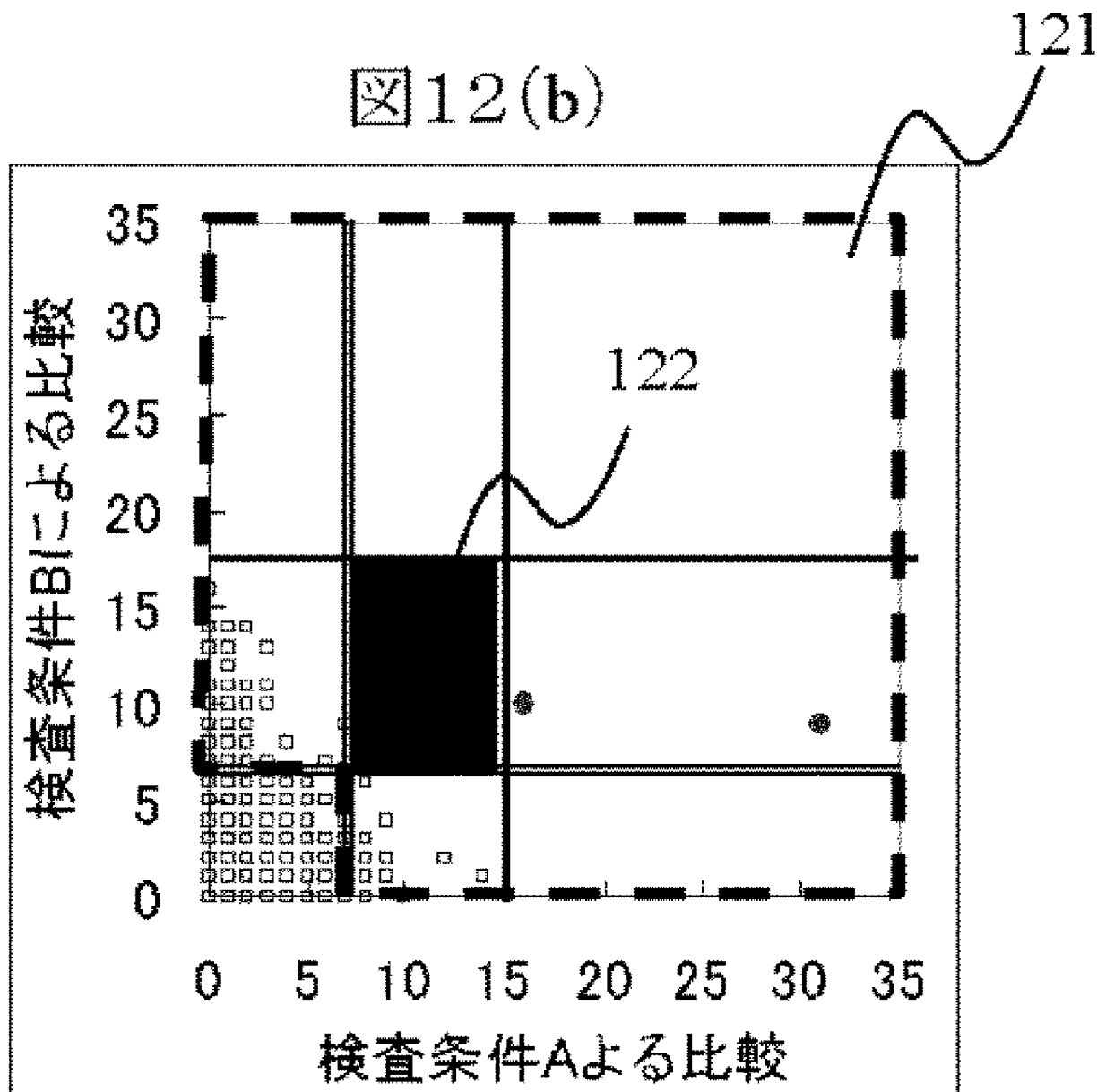


[図12(a)]

図12(a)



[図12(b)]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

G01N21/956, H01L21/66

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2008-268141 A (Hitachi High-technologies Corp.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0019] to [0022], [0037] to [0049]; fig. 1 to 15 & US 2008/0297783 A1	1-2, 8-9 3-7, 10-14
Y	JP 2006-300892 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0012] to [0017]; fig. 1 to 3 (Family: none)	3-7, 10-14

☒ 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
12 July, 2010 (12.07.10)Date of mailing of the international search report
27 July, 2010 (27.07.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004073

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-33073 A (Hitachi High-technologies Corp.), 08 February 2007 (08.02.2007), paragraphs [0018] to [0030]; fig. 1 & US 2007/0019858 A1	4-7, 11-14
Y	JP 2009-14510 A (Hitachi High-technologies Corp.), 22 January 2009 (22.01.2009), paragraphs [0083] to [0099] & US 2009/0009753 A1	7, 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004073

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:

The technical feature common to the inventions in claims 1 - 7 is relevant to the invention in claim 1. The technical feature common to the inventions in claims 8 - 14 is relevant to the invention in claim 8. However, the above-said technical features cannot be considered to be special technical features, since said technical features do not make contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in JP 2008-268141 A (Hitachi High-technologies Corp.), 6 November 2008 (06.11.2008), [0019] - [0022], [0037] - [0049], fig. 1 - fig. 15, & US 2008/0297783 A1.

(continued to extra sheet)

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

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

Remark on Protest

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004073

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

Furthermore, there is no other same or corresponding special technical feature between those inventions.

As a result of judging special technical features with respect to claims dependent on claim 1, two or more inventions (invention groups), which comprise as main invention the invention in claims 4 - 7 including all of the constitutions of the invention in claims 1 - 3 among the inventions in claims 1 - 7, and the invention in claims 11 - 14 including all of the constitutions of the invention in claims 8 - 10 among the inventions in claims 8 - 14 having categorial expressions different from that of the inventions in the afore-said claims, are involved in this international application.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. 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（I P C））

Int.Cl. G01N21/956, H01L21/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)

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
X Y	JP 2008-268141 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2008.11.06, 【0019】～【0022】、【0037】～【0049】、図1～図 15 & US 2008/0297783 A1	1-2, 8-9 3-7, 10-14
Y	JP 2006-300892 A（大日本印刷株式会社）2006.11.02, 【0012】 ～【0017】、1-3図（ファミリーなし）	3-7, 10-14
Y	JP 2007-33073 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2007.02.08, 【0018】～【0030】、図1 & US 2007/0019858 A1	4-7, 11-14

☒ 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

1 2 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号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）

鹿戸 俊介

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

2W

3108

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-14510 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2009. 01. 22, 【 0 0 8 3 】 ～ 【 0 0 9 9 】 & US 2009/0009753 A1	7, 14

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

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

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

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

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

請求項1-7に係る発明の共通の技術的特徴は、請求項1に係る発明である。請求項8-14に係る発明の共通の技術的特徴は、請求項8に係る発明である。しかしながら、当該技術的特徴は、JP 2008-268141 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2008.11.06, 【0019】～【0022】、【0037】～【0049】、図1～図15 & US 2008/0297783 A1の開示内容に照らして、それぞれ先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、ほかに同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

そこで、請求項1の従属請求項について特別な技術的特徴を判断すると、この国際特許出願には、「請求項1-7に係る発明のうち、請求項1-3に係る発明の構成を全て備える請求項4-7に係る発明、及び、それらと発明のカテゴリー表現上の差があるだけの請求項8-14に係る発明のうち、請求項8-10の構成を全て有する請求項11-14に係る発明」を主発明とする2以上の発明（群）が含まれる。

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

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

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