

(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 10 月 13 日(13.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/125925 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/66 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/058396
- (22) 国際出願日: 2011 年 4 月 1 日(01.04.2011)
- (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 2010-087799 2010 年 4 月 6 日(06.04.2010) 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 4 番 1 4 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): 原田 実 (HARADA Minoru) [JP/JP]; 〒2440817 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 Kanagawa (JP). 中垣 亮 (NAKAGAKI Ryo) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日

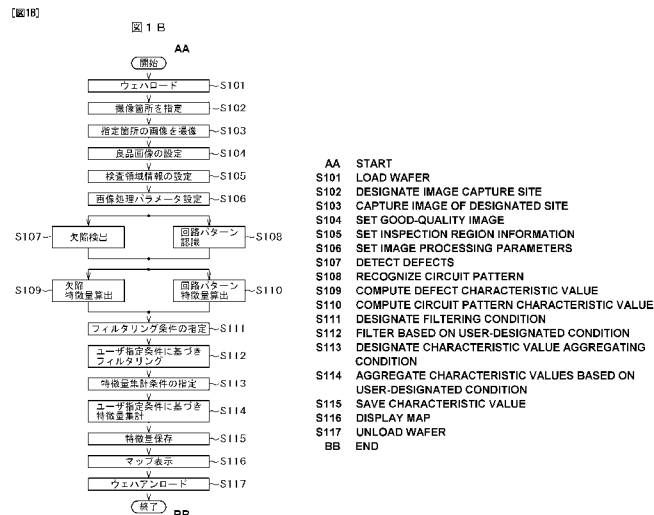
立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa (JP). 平井 大博 (HIRAI Takehiro) [JP/JP]; 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP). 細谷 直樹 (HOSOYA Naoki) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa (JP).

- (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, 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.

[続葉有]

(54) Title: INSPECTION METHOD AND DEVICE THEREFOR

(54) 発明の名称: 検査方法およびその装置



(57) Abstract: Disclosed is a method of inspecting an object to be inspected in a semiconductor manufacturing process, for solving the problem that increasing sensitivity of a defect detector device so as to detect fine defects as patterns become more finely detailed may lead to detecting manufacturing variances and other matters that are not actual defects, complicating efforts to ascertain trends in the occurrence of defects. An image capture means is used to image capture a designated site of the object to be inspected; a defect is detected in the captured image; a circuit pattern is recognized from the captured image; a characteristic value is computed, relating to an image tone and shape, from the detected defect; a characteristic value is computed, relating to the image tone and shape, from the recognized circuit pattern; either a specified defect or circuit pattern is filtered and extracted from the detected defect and the recognized circuit pattern; a mapping characteristic value is determined from the characteristic value of either the filtered and extracted specified defect or circuit pattern; and the distribution of the determined characteristic values is displayed onscreen in a map format.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2011/125925 A1



(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, RS, SE, SI, SK, SM, 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 (条約第 21 条(3))

半導体製造プロセスにおいて、パターン微細化に伴い、微細な欠陥を検出するために欠陥検査装置の感度を上げると、本来は欠陥ではない製造公差などを検出してしまい、欠陥の発生傾向を捕らえることが困難となることを解決するために、被検査対象を検査する方法において、被検査対象の指定箇所について画像撮像手段を用いて撮像し、撮像した画像から欠陥を検出し、撮像した画像から回路パターンを認識し、検出した欠陥から画像濃淡および形状に関する特徴量を算出し、認識した回路パターンから画像濃淡および形状に関する特徴量を算出し、検出した欠陥と認識した回路パターンの中から特定の欠陥又は回路パターンをフィルタリングして抽出し、フィルタリングして抽出された特定の欠陥又は回路パターンの特徴量の中からマッピングする特徴量を決定し、決定した特徴量の分布状況を画面上にマップ形式で表示するようにした。

明 細 書

発明の名称： 検査方法およびその装置

技術分野

[0001] 本発明は、画像取得手段を用いて試料上の欠陥および回路パターンを検査する方法およびその装置に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体ウェハの製造では、その製造プロセスを迅速に立ち上げ、高歩留りの量産体制に早期に移行させることが、収益確保のため重要である。

[0003] この目的のため、製造ラインには、各種の検査・計測装置が導入されている。プロセス立ち上げ段階では、所望の回路パターンが形成することができるプロセス条件を早期に決定することを目的に、例えば、プロセス条件を意図的に変更させて複数のウェハ或いはチップを作成し、それに対して検査を行い、そして、その検査結果に基づいてプロセス条件を決定する、といったことが行われる。一方、量産段階のウェハ検査は、プロセスモニタリングの目的で行われる。即ち、ウェハ製造の途中段階において、ウェハを抜き取り検査し、ウェハ表面に欠陥が発生していないか、或いは、ウェハ表面に形成された回路パターンに異常が無いか等を調べる。検査の結果、欠陥や回路パターンの異常が検出された場合には、その原因が調査され、必要な対策が行われる。

[0004] このような、プロセス立ち上げあるいは量産段階にて用いられる代表的な検査装置としては、光学式のウェハ検査装置がある。例えば、特開2000-97869号公報（特許文献1）には、明視野照明により、ウェハ表面の光学画像を撮像し、良品部位の画像（例えば隣接チップの画像）との比較により欠陥を検査する技術が開示されている。ただし、このような光学検査装置は、その照明波長の影響を受け、取得画像の分解能限界は数百ナノメートル程度となる。よって、ウェハ上における数十ナノメートルオーダの欠陥に関しては、その有無は検出できるのみであり、詳細な欠陥解析を行う場合は

、別途、より撮像分解能の高い、欠陥観察装置などが必要になる。

[0005] 光学式以外のウェハ検査装置として、走査電子顕微鏡（SEM：Scanning Electron Microscope）式の検査装置も知られている。この装置は、電子ビームをウェハ上の検査部位に照射し、そこから発生する2次電子等を検出して得られた画像を、良品部位の画像と比較することによって検査を行う。SEM式検査装置は、光学式検査装置と異なり、画像分解能をナノメートルオーダーまで高めることが可能であり、また、ウェハ表面の電位として顕在化されるコンタクトホール等の導通不良等のような、光学像では顕在化できない欠陥モードの検査を行うことも可能である。特開2003-106829号公報（特許文献2）には、このようなSEM式ウェハ検査装置によるウェハ検査方法について述べられている。

[0006] 欠陥検査装置は広範囲を高速に処理する事が重要であるため、可能な限り取得する画像の画素サイズを大きく（つまり低解像度化）することによる画像データ量の削減を行っており、多くの場合、検出した低解像度の画像からは欠陥の存在は確認できても、その欠陥の種類を詳細に判別することはできない。そこで、観察装置が用いられる。観察装置とは、検査装置の出力を用い、ウェハの欠陥座標を高解像度に撮像し、画像を出力する装置である。半導体製造プロセスは微細化が進み、それに伴い欠陥サイズも数十nmのオーダーに達していることもあり、欠陥を詳細に観察するためには数nmオーダーの分解能が必要である。

[0007] そのため、近年では走査型電子顕微鏡を用いた観察装置（以下、レビューSEMと記載）が広く使われている。半導体の量産ラインでは観察作業の自動化が望まれており、レビューSEMは試料内の欠陥座標における画像を自動収集する欠陥観察処理（ADR：Automatic Defect Review）機能を搭載している。検査装置が出力した欠陥座標には誤差が含まれているため、ADRでは検査装置が出力した欠陥座標を中心に視野広く撮像したSEM画像から、欠陥を再検出し、再検出した欠陥位置を高倍率で撮像する。

[0008] SEM画像からの欠陥検出方法として、欠陥部位と同一の回路パターンが形成されている領域を撮像した画像を良品画像とし、欠陥部位を撮像した画像と良品画像を比較することで欠陥を検出する方法が特開2001-189358号公報（特許文献3）に記載されている。また、欠陥部位を撮像した画像1枚から欠陥を検出する方法が特開2007-40910号公報（特許文献4）に記載されている。

[0009] また、パターン計測装置もウェハ検査に用いられている。この例として、SEM式のパターン計測装置であるCD-SEM（Critical-Dimension SEM：測長SEM）が知られている。CD-SEMはウェハ上の回路パターンの線幅をサブナノメートルの測定精度で計測する装置であり、特に半導体の露光プロセスの管理に用いられる。予め、レシピという条件設定ファイルに、測定すべき場所と測定すべき回路パターンのテンプレート形状（ラインパターン、穴パターン等）と計測項目（線幅、配線ピッチ、穴パターンの直径等）等を登録しておく。測定時には、各測定箇所に対し電子ビームを照射し、そこから発生する2次電子等を検出して測定対象の回路パターンの画像を取得する。そして、このパターン画像に対し、測定すべきパターンをパターンマッチングで探索し、探索されたパターンに対し、設定された計測項目を算出するための処理アルゴリズムを適用することで、パターン計測を行う。特開2003-59441号公報（特許文献5）には、このCD-SEMにおけるパターン計測方法について述べられている。

先行技術文献

特許文献

- [0010] 特許文献1：特開2000-97869号公報
特許文献2：特開2003-106829号公報
特許文献3：特開2001-189358号公報
特許文献4：特開2007-40910号公報
特許文献5：特開2003-59441号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] 半導体製品の歩留まり向上のためには致命となる欠陥の発生原因を特定し、対策を取ることが重要である。致命となる欠陥の発生原因を特定するための一手段として、致命となる欠陥のウェハ面内での発生傾向を把握することが重要である。しかし、パターン微細化に伴い、致命となる欠陥サイズも微小化しており、微細な欠陥を検出するために欠陥検査装置の感度を上げると、本来は欠陥ではない製造公差などを検出してしまい、欠陥の発生傾向を捕らえることが困難となる。
- [0012] また、半導体製造プロセスの微細化に伴い、製造プロセスの複雑化が進み、発生する欠陥も多種多様となってきた。また、量産ラインの立ち上げ時には、異物欠陥などのランダムに発生する欠陥以外に、回路パターンの形状や露光・エッチング・研磨などのプロセス条件に起因して発生するシステムティック欠陥が多発する傾向がある。ランダム欠陥とシステムティック欠陥は発生原因が異なるため、両者を弁別し、各欠陥のウェハ面内での発生傾向を把握することが重要となる。また、システムティック欠陥においても欠陥種類は複数存在し（例えば、ショート欠陥とオープン欠陥など）、欠陥種ごとに発生原因が異なる場合は、欠陥種ごとにウェハ面内での発生傾向を把握することが重要となる。光学式検査装置では分解能が数百 nm と低いため、欠陥位置を特定することは可能であっても欠陥の種類を高精度に弁別することは困難である。そのため、検査装置とは別の観察装置において高精度な画像を取得し、欠陥種類別に分類する必要が生じている。
- [0013] また、露光条件のマージンを求めるために、露光時における焦点位置と露光量をウェハ面内において変化させ、欠陥の発生傾向や、回路パターンの形状変化傾向を定量化することが行われている。これらの作業は検査装置により欠陥を検出し、CD-SEMにより線幅を測長することにより行われる。
- [0014] つまり、致命となる欠陥と被致命な欠陥が混在している場合や、発生理由が異なる欠陥が複数ある場合において、所望の欠陥のみに関してウェハ面内もしくはチップ面内での発生頻度や傾向を確認すること、および、回路パタ

ーンについて、ウェハ面内もしくはチップ面内での形状変化傾向を可視化することが必要である。

[0015] 本発明では、ウェハ面内における所望の欠陥の発生傾向や、回路パターンの様々な形状変化傾向などを可視化する方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0016] 上記課題を解決するために、本発明では、被検査対象を検査する方法において、被検査対象の指定箇所について画像撮像手段を用いて撮像し、撮像した画像から欠陥を検出し、撮像した画像から回路パターンを認識し、検出した欠陥から画像濃淡および形状に関する特徴量を算出し、認識した回路パターンから画像濃淡および形状に関する特徴量を算出し、検出した欠陥と認識した回路パターンの中から特定の欠陥又は回路パターンをフィルタリングして抽出し、フィルタリングして抽出された特定の欠陥又は回路パターンの特徴量の中からマッピングする特徴量を決定し、決定した特徴量の分布状況を画面上にマップ形式で表示するようにした。

[0017] また、上記課題を解決するために、本発明では、被検査対象を検査する装置を、被検査対象の指定箇所の画像を撮像する画像撮像手段と、撮像した画像から欠陥を検出する手段と、撮像した画像から回路パターンを認識する手段と、検出した欠陥から画像濃淡および形状に関する特徴量を算出する手段と、認識した回路パターンから画像濃淡および形状に関する特徴量を算出する手段と、欠陥を検出する手段で検出した欠陥と回路パターンを認識する手段で認識した回路パターンの中から特定の欠陥又は回路パターンをフィルタリングして抽出する抽出手段と、抽出手段でフィルタリングして抽出された特定の欠陥又は回路パターンの特徴量の中からマッピングする特徴量を決定する特徴量決定手段と、特徴量決定手段で決定した特徴量の分布状況を画面上にマップ形式で表示する表示手段とを備えて構成した。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、致命となる欠陥と被致命な欠陥が混在している場合や、発生理由が異なる欠陥が複数ある場合においても、所望の欠陥のみに関して

ウェハ面内もしくはチップ面内での発生頻度や傾向を確認することが可能となる。また、回路パターンについて、ウェハ面内もしくはチップ面内での形状変化傾向を可視化することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1A]実施例 1 にかかる検査処理の概略の流れを示すフロー図である。
- [図1B]実施例 1 にかかる検査処理の詳細な流れを示すフロー図である。
- [図2]実施例 1 にかかる検査装置の概略の構成を示すブロック図である。
- [図3]撮像箇所指定方法の一例を示す座標系である。
- [図4]実施例 1 にかかる撮像箇所指定方法の一例を示すウェハの平面図である。
- [図5]実施例 1 にかかる検査条件設定画面の正面図である。
- [図6]実施例 1 にかかる良品画像作成処理のフロー図である。
- [図7]実施例 1 にかかる検査領域の設定例を示すチップの拡大図である。
- [図8]実施例 1 にかかる検査領域の設定画面の正面図である。
- [図9]実施例 1 にかかる欠陥検出処理のパラメータ設定画面の正面図である。
- [図10]実施例 1 にかかる回路パターン認識処理のパラメータ設定画面の正面図である。
- [図11]実施例 1 にかかる欠陥部位の特徴量算出処理のフロー図である。
- [図12]実施例 1 にかかる回路パターンの特徴量算出処理のフロー図である。
- [図13]実施例 1 にかかるマッピング条件指定画面の正面図である。
- [図14]実施例 1 にかかる検査結果の表示方法の一例を示す画面の一部の正面図である。
- [図15]実施例 1 にかかる検査結果の表示方法の一例を示す画面の一部の正面図である。
- [図16]実施例 1 にかかる検査結果の表示方法の一例を示す画面の一部の正面図である。
- [図17]実施例 1 にかかる検査結果の表示方法の一例を示す画面の正面図である。

[図18]実施例 1 にかかる特徴量集計処理のフロー図である。

[図19]実施例 2 にかかる検査結果の表示方法の一例を示す画面の一部の正面図である。

[図20]実施例 2 にかかる特徴量集計処理のフロー図である。

[図21A]実施例 3 にかかる検査処理の概略の流れを示すフロー図である。

[図21B]実施例 3 にかかる検査処理の詳細な流れを示すフロー図である。

[図22]実施例 3 にかかる検査装置の概略の構成を示すブロック図である。

[図23]実施例 3 にかかる検査条件自動設定処理のフロー図である。

[図24]実施例 3 にかかる検査条件自動設定処理の判定方法で、チップ内の撮像箇所と特徴量集計条件との関係を示す図である。

[図25]実施例 3 にかかる検査条件指定に関する画面の正面図である。

[図26]実施例 3 にかかる検査条件指定に関する画面の正面図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下に、本発明に関わる一実施例として走査電子顕微鏡を用いた欠陥および回路パターンの検査方法について説明する。

実施例 1

[0021] 図 2 は本発明にかかる検査装置の構成図を表している。装置は、SEM 201、検査ユニット 202 が、通信手段 203 を介して接続される構成となっている。SEM 201 は、電子光学系カラム 204、SEM 制御部 205、記憶部 206、入出インターフェース 207、入出力端末 208 を備えて構成される。

[0022] 更に電子光学系カラム 204 は、試料ウェハ 209 を搭載して X Y 平面内で移動可能な可動ステージ 210、試料ウェハ 209 に電子ビームを照射するため電子源 211、試料ウェハから発生した 2 次電子や反射電子などを検出する検出器 212 の他、電子ビームを試料ウェハ上で走査するための偏向器（図示せず）や、検出器 212 からの信号をデジタル変換してデジタル画像を生成する画像生成部 213 等を備えて構成される。

[0023] 記憶部 206 は、SEM の撮像条件である、加速電圧やプローブ電流、撮

像視野サイズなどを記憶する撮像条件記憶部 214 と、取得された画像データを保存する画像記憶部 215、画像を撮像した位置情報を記憶する撮像位置情報記憶部 216 を備えている。

[0024] SEM制御部 205 は、SEM 201 における画像取得などの処理を制御する部位である。SEM制御部 205 からの指示により、試料ウェハ 209 上の所定の検査部位を撮像視野に入れるための可動ステージ 210 の移動、試料ウェハ 209 への電子ビームの照射、検出器 212 で検出したデータの画像化及び画像記憶部 215 への保存などが行われる。操作者からの各種の指示や撮像条件の指定などは、キーボード、マウスやディスプレイなどから構成される入出力端末 208 を通して行われる。

[0025] 検査ユニット 202 は、SEM 201 で試料ウェハ 09 を撮像して得られた撮像画像に対して検査処理を行う部位である。検査ユニット 202 は、検査ユニット 202 全体を制御する検査ユニット制御部 217、画像に対し各種の演算を行い特徴量の算出を行う画像処理部 218、算出された特徴量から特定のパターンを抽出するフィルタリング処理部 219、算出された特徴量を集計する特徴量集計処理部 220、集計された特徴量をもとにウェハマップを作成・表示する検査結果表示部 221、検査処理に必要な様々な情報を記憶する検査情報記憶部 222、SEM 本体側とのデータ授受のインターフェース機能を持つ入出力インターフェース 223、検査ユニット 202 で行われる各種処理の条件入力や検査結果などの表示を行うための入出力端末 224 を備えて構成される。

[0026] 検査情報記憶部 222 には、検査処理において必要となる良品画像とそれに対応付けられた検査領域の情報を記憶する検査領域情報記憶部 225、画像に対する演算を行う際の各種パラメータを記憶する画像処理パラメータ記憶部 226、検出したパターンから特定のパターンを抽出するためのフィルタリング条件とウェハマップを作成するために必要な特徴量の集計条件とを記憶する記憶するマッピング条件記憶部 227、および算出した特徴量を記憶する特徴量記憶部 228 から構成される。次に、この図 2 に示す検査装置

を用いた検査方法について次に説明する。

[0027] まず、図 1 A を用いて、本発明による検査方法の概要を説明する。

最初に、SEM 201 で試料ウェハ 209 の SEM 画像を取得する (S 1 1)。次に、この取得した SEM 画像を検査ユニット 202 で処理して、欠陥を検出し (S 1 2)、SEM 画像中の配線パターンを検出する (S 1 3)。この欠陥検出処理と配線パターン検出処理とは順次処理しても良く、また、並列に処理しても良い。図では、並列に処理する場合について示している。次に、検出した欠陥画像及び配線パターン画像に対してフィルタリング処理を行って欠陥及びパターンを分類し (S 1 4)、所望の欠陥又は配線パターンの画像から特徴量を算出し (S 1 5)、算出した結果に基づいてマッピング表示して (S 1 6) 処理を終了する。

[0028] 次に、図 1 A で説明した処理のフローの詳細を、図 1 B を用いて説明する。まず、図 1 A で説明した処理の SEM 画像取得 (S 1 1) に対応する処理の詳細を説明する。検査対象となる試料ウェハ 209 をステージ 210 上にセットする (S 101)。つぎに、検査対象ウェハ 209 の撮像箇所を指定する (S 102)。撮像箇所は通常、危険点と呼ばれる箇所となる。危険点とは回路パターンの形成時における露光条件や、その他プロセス条件の変動に影響を受けやすく、チップ不良を引き起こす欠陥が発生しやすい箇所である。危険点はプロセスシミュレータなどにより予測することが可能である。撮像箇所はプロセスシミュレータが危険と予測した点を指定しても良いし、ユーザの経験から危険と考えられる箇所を指定しても良い。また、危険点以外でも撮像箇所を任意に指定しても良い。

[0029] なお、半導体ウェハはチップ単位で同一の回路パターンが複数レイアウトされており、ウェハ面内での欠陥の発生状況や回路パターンの変動状況を評価するのが目的であれば、必ずしもすべてのチップを検査する必要はない。そのため、図 3 に示すように撮像する座標をチップ座標で与えておき、図 4 に示すように撮像するチップを選択するようにしても良い。

[0030] 次に、SEM 201 で指定された箇所の SEM 画像を取得する (S 103)

）。SEM制御部205は撮像条件記憶部214から撮像条件（例えば、加速電圧、プローブ電流、加算フレーム数など）を読み込み、指定箇所を撮像可能な位置までステージ210を制御し、電子銃211から照射した電子ビームを撮像視野内において走査し、試料209から発生した2次電子や反射電子を検出器212により検出し、画像生成部213においてアナログ信号をデジタル信号に変換し、画像記憶部215に画像を保存する。

[0031] なお、ステージ210には数ミクロンメートル程度の移動誤差が生じるため、指定箇所と実際に撮像された箇所が異なるといった問題が存在する。この問題を改善するために、特許文献5に記載されているように、指定箇所周辺に存在する予め設定されたユニークな回路パターンを撮像し、パターンマッチングにより位置あわせを行った後、ビームシフトにより指定箇所を撮像しても良い。

[0032] 画像の取得が完了した後は、検査ユニット202において検査を行う。検査ユニット制御部217は入出力インターフェース223を通して、SEM201で撮像した画像を取得し、入出力端末224に取得した画像を表示する。図5は検査条件を指定するためのGUI500（以下、検査条件設定GUI500と記載）であり、取得した画像の一覧を表示する取得画像表示領域501を備える。

[0033] 次に、検査条件設定GUI500の取得画像表示領域501に表示された複数枚の撮像画像の中から、良品画像を指定する（S104）。良品画像は撮像した被検査画像から比較検査により欠陥を検出するために用いられるため、意図したとおりにパターンが形成されており、欠陥が含まれない画像である必要がある。一般的に製造プロセスが確立した後の量産ラインにおける検査では、撮像した画像の中に良品画像が含まれていると考えられる。例えば、ウェハ面内の中心部においては正常に回路パターンが形成されるが、ウェハの反りなどの影響で露光工程においてフォーカスが外れたためウェハ外周部においてはパターンが細くなるような場合、ウェハ中心部を撮像した画像を良品画像として指定すれば良い。この場合、検査条件設定GUIの画像

一覧から良品画像を選択し、登録ボタン502を押すことで指定が完了する。

[0034] 以上は、良品画像の撮像に理想的な箇所（欠陥が含まれず正常にパターンが形成されている箇所）がウェハ面内において存在する場合である。しかし、量産ラインの立ち上げ時やプロセス条件の条件出し時などにおいては、理想的な撮像箇所が存在しない場合がある。

[0035] このような場合、撮像した複数枚の画像から合成することで良品画像を作成し、検査を行うことが可能である。検査条件設定GUIの画像一覧から合成に用いる画像を複数選択し、合成ボタン503を押すことで合成処理が実行される。合成時には回路パターンのレイアウトが同一の画像を用いる。半導体ウェハにおいてはチップ内における座標が同一であれば回路パターンのレイアウトも同一であるため、チップ内における座標ごとに合成処理を行えばよい。

[0036] 合成処理のフローを図6に示す。まず、複数枚の画像の位置あわせを行う（S601）。SEM201では指定箇所にステージを移動させ、ステージ移動誤差を測量し、測量した結果をもとに電子ビームの走査範囲を決定し、画像を取得するため、高精度に位置決めを行うことが可能である。しかし、ステージ移動誤差の測量誤差などにより、画像間で撮像位置が微妙に異なるのが一般的である。そこで、画像中の回路パターンなどが重なるように画像処理により位置あわせを行う。

[0037] 次に、複数枚の画像から平均濃淡値を持つ平均画像を作成する（S602）。各画素の平均値を算出することにより、欠陥部位における濃淡値が正常部位における画素で平均化され、欠陥が顕在化されていない画像を作成することが可能となる。また、良品画像は保存ボタン504を押すことにより名前をつけて画像記憶部215に記憶することが可能であり、読み込みボタン505を押すことにより、名前を指定して画像記憶部215から読み込むことが可能である。これにより、他のウェハで撮像した画像を良品画像として指定することが可能となる。

- [0038] 次に、検査領域情報の設定を行う（S 1 0 5）。検査領域情報とは、ユーザが良品画像の視野内において定義した領域の情報であり、フィルタリング時の条件として利用する。図 7 は検査領域情報の設定例を示している。図 7 の例では良品画像 7 0 1 には縦方向と横方向といった構造が異なる回路パターンが含まれている。ここで、例えば縦方向と横方向の回路パターンにおいて欠陥の発生理由が異なることが判明している場合、欠陥数をプロットしたウェハマップを回路パターンの方向別に作成することが重要となる。
- [0039] そこで、図 7 に示すように、縦方向の回路パターン領域に領域 A（7 0 2）を、横方向の回路パターン領域に領域 B（7 0 3）を設定した場合、後述するフィルタリング処理を用いれば、領域 A（7 0 2）および領域 B（7 0 3）の欠陥のみをそれぞれ抽出可能となる。検査領域情報を設定するための GUI を図 8 に示す。本 GUI は検査条件設定 GUI（図 5）の領域設定ボタン 5 0 3 を押すことで呼び出される。
- [0040] 本 GUI では、S 1 0 4 において設定された良品画像を表示するインターフェース 8 0 1 と、領域情報の追加や削除を行うインターフェース 8 0 2、領域を定義するための各種ツールボタン 8 0 3 から構成される。ユーザは定義する領域の形状に合わせてツールボタンから適切な形状設定ツールを選択し、マウスなどを用いて良品画像上で座標を指定することで領域を定義する。なお、領域の定義の仕方は回路パターンの方向に着目したもの以外でも良く、例えばメモリセル部とロジック部を分けて指定したり、テスト用のパターン領域やダミーパターン領域を指定したりしても良い。
- [0041] 次に、「欠陥検出」と「回路パターン認識」の画像処理パラメータを設定し調整を行う（S 1 0 6）。図 9 よび図 1 0 は画像処理パラメータの調整を行うための GUI であり、検査条件設定 GUI（図 5）において、パラメータ設定ボタン 5 0 6 を押すことで表示される。画像処理パラメータ調整 GUI では「欠陥検出」と「回路パターン認識」に関するパラメータ調整画面をタブ表示などで切り替えて表示することが可能であり、図 9 は「欠陥検出」に関するパラメータ調整画面のタブが選択されている状態である。欠陥検出

パラメータ調整画面では良品画像と被検査画像、欠陥検出結果の画像を表示するインターフェース（９０１～９０３）と、欠陥検出アルゴリズムの変更や、パラメータの値を調整するためのインターフェース９０４を備える。

[0042] 図９では欠陥検出結果として、欠陥として抽出された領域を白く表示している。なお、被検査画像上において欠陥として検出した領域の表示色を変更するなどにより強調表示するようにしても良い。また、欠陥検出アルゴリズムもしくはパラメータの値が調整された場合、欠陥検出処理を実行し、その結果をＧＵＩ上の表示に反映させても良い。これによりパラメータの調整結果をリアルタイムで確認することが可能となり、パラメータ調整が容易となる。

[0043] 図１０は画像処理パラメータ調整画面のうち「回路パターン認識」に関するパラメータ調整画面のタブが選択されている状態である。「欠陥検出」のパラメータ調整画面と同様に、良品画像と被検査画像、回路パターン認識結果の画像を表示するインターフェース（１００１～１００３）と、回路パターン認識アルゴリズムの変更や、パラメータの値を調するためのインターフェース１００４を備える。

[0044] 図１０では回路パターンの認識結果として認識した回路パターン領域を白く、下地領域を黒く表示している。また、回路パターン認識アルゴリズムもしくはパラメータの値が調整された場合、回路パターン認識処理を実行し、その結果をＧＵＩの表示に反映させても良い。以上のようにして設定された「欠陥検出」および「回路パターン認識」処理に関するパラメータ値や、選択されたアルゴリズムの情報は、画像処理パラメータ記憶部２２６に記憶する。

[0045] 次に、図１Ａで説明した処理の欠陥検出（Ｓ１２）及び配線認識（Ｓ１３）に対応する処理の詳細を説明する。

[0046] 図５に示した検査条件設定ＧＵＩ５００上の処理実行ボタン５０７が押されると、被検査画像に対して画像処理部２１８において、欠陥検出処理（Ｓ１０７）、回路パターン認識処理（Ｓ１０８）、欠陥特徴量算出処理（Ｓ１

０９）、回路パターン特徴量算出処理（Ｓ１１０）が実行される。このとき、欠陥検出処理（Ｓ１０７）と回路パターン認識処理（Ｓ１０８）は独立であるため、並列的に実行しても良い。並列的に実行することにより処理時間の短縮が可能となる。

[0047] 欠陥検出処理（Ｓ１０７）はＳＥＭ２０１で取得した試料ウェハ２０９の被検査画像から欠陥部位を検出する処理である。欠陥を検出する方法として、良品画像と被検査画像を比較することにより欠陥部位を検出する方法を用いれば良い。比較方法の一例として、良品画像と被検査画像を位置合せした後、差を算出し、差の値が一定値以上となる領域を欠陥として検出する方法が特許文献３に記載されている。また、良品画像を用いずに、被検査画像一枚から欠陥を検出しても良い。この方法の一例として、被検査画像に含まれる回路パターンの繰り返し周期性を用いて良品画像を推定し、欠陥を検出する方法が特許文献４に記載されている。

[0048] 回路パターン認識処理（Ｓ１０８）は良品画像および被検査画像から回路パターンを検出する処理である。ここでの回路パターンとは、半導体ウェハ上に構成される構造物のことを指し、例えば配線やホール、半導体素子などである。回路パターンを認識する方法として、画像中において濃淡値が急激に変化する箇所を回路パターンの輪郭として抽出しておき、濃淡値や濃淡値の変化方向をもとに回路パターンの内部領域を特定し認識する方法や、画像中における濃淡値の値をもとに回路パターンの領域を認識する方法を用いればよい。また、被検査対象となる半導体製品の回路パターンのレイアウト情報を記載した設計情報を用いて画像中における回路パターンを認識しても良い。

[0049] 次に、検出した欠陥や認識した回路パターンにそれぞれに関し、明るさや形状、位置などに関する特徴量を算出する（Ｓ１０９、Ｓ１１０）。

[0050] 図１１に欠陥特徴量算出（Ｓ１０９）の方法を示す。欠陥特徴量算出処理は良品画像１１０１、被検査画像１１０２、欠陥検出結果、Ｓ１０４で設定した検査領域情報１１０４を入力とし、検出した欠陥それぞれについて特徴

量を算出する（１１０５）。図１１の例では４つの欠陥が検出されており、各欠陥について特徴量が算出される（１１０６）。

[0051] 図１２に回路パターン特徴量算出（Ｓ１１０）方法を示す。欠陥特徴量算出処理と同様に、良品画像１２０１、被検査画像１２０２、回路パターン認識結果１２０３、検査領域情報１２０４を入力とし、認識された回路パターンそれぞれについて特徴量を算出する（１２０５）。例えば、回路パターンがｎ個抽出された場合、ｎ個の回路パターンについて特徴量を算出する（１２０６）。なお、欠陥特徴量算出処理と回路パターン特徴量算出処理において算出する特徴量の種類は、同一のものでなくても良い。

[0052] 次に図１３に示すウェハマップＧＵＩ１３００において、フィルタリング条件の設定および特徴量集計条件の設定を行い（Ｓ１１１～Ｓ１１６）、ウェハマップの作成を行う。本ＧＵＩ１３００は、フィルタリング条件の設定を行うインターフェース１３０１と、フィルタリング結果を確認するインターフェース１３０２と、特徴量集計条件の設定を行うインターフェース１３０３と、作成されたウェハマップを表示するインターフェース１３０４と、集計された特徴量のヒストグラムを表示するインターフェース１３０５を備える。また、設定したフィルタリング条件と特徴量集計条件を合わせてマッピング条件とし、保存ボタン１３０６を押すことでマッピング条件に名前をつけて記憶部に保存し、読み込みボタン１３０７を押すことで保存したマッピング条件を名前を指定して読み込むことが可能である。

[0053] 次に、図１Ａで説明した処理のフィルタリング（Ｓ１４）に対応する処理の詳細を説明する。

[0054] まず、フィルタリング条件の設定を行う（Ｓ１１１）。フィルタリングは画像内に含まれる複数種類の欠陥や回路パターンから、特定の欠陥や回路パターンのみを抽出するために行う。例えば、画像中にショート欠陥とオープン欠陥が混在しており、各欠陥の発生理由が異なる場合、別々に個数を集計することが重要となる。そこで、フィルタリングにより例えばオープン欠陥のみを抽出し、ウェハ面内での欠陥の発生傾向を確認することを可能とする

。フィルタリング条件設定インターフェース 1301 においてフィルタリング条件の指定としてまず対象を「欠陥」とするか「回路パターン」とするかを選択する。

[0055] 次に、算出した特徴量に対する条件を指定する。この方法として、例えば、特徴量に対する条件式を 1 つ以上設定し、それら条件の組み合わせ方法を設定すれば良い。例えば、ショート欠陥のみを抽出したい場合、「隣接する回路パターンの数 ≥ 2 」かつ「欠陥部の明るさ = 回路パターンの明るさ」といった条件を設定すれば良い。

[0056] このように複数の条件式を組み合わせるフィルタリング条件を設定するため、フィルタリング条件の設定を行うインターフェース 1301 には、S104 で設定した検査領域を指定するインターフェース 13011 と、特徴量に対する条件式を定義するインターフェース 13012 と、定義した条件式の組み合わせ方を論理式で定義するインターフェース 13013 を備える。

[0057] なお、各特徴量に対する条件を組み合わせる方法以外にも、各特徴量の線形和により表される特徴量に対してしきい値を設定する方法によりフィルタリングを行っても良いし、各特徴量を基底とする特徴量空間において非線形な識別面を設定しフィルタリングを行っても良い。また、フィルタリング条件が設定もしくは変更された場合、検査ユニット制御部 217 は、フィルタリング処理部 219 を用いて、抽出された各欠陥もしくは各回路パターンが条件に一致するか一致しないかを判定する (S112)。

[0058] 検査ユニット制御部 217 は、その結果を GUI 1300 上のフィルタリング結果確認インターフェース 1302 に反映させる。フィルタリング結果の表示方法としては、フィルタリングにより抽出された欠陥もしくは回路パターンに枠をつけて強調表示したり、抽出された欠陥もしくは回路パターンと抽出されなかった欠陥もしくは回路パターンの表示色を変えて表示すれば良い。これにより、結果を見ながらフィルタリング条件の設定が可能となり、条件設定が容易となる。

[0059] 次に、図 1A で説明した処理の特徴量 算出 集計 (S15) に対応する処

理の詳細を説明する。

[0060] まず、特徴量の集計条件について設定を行う（S 1 1 3）。特徴量の集計とは、フィルタリングにより抽出された欠陥もしくは回路パターンの特徴量から、ウェハマップ 1 3 0 4 に表示される特徴量を算出する処理である。先に説明した欠陥特徴量算出ステップ S 1 0 9 や回路パターン特徴量算出ステップ S 1 1 0 では、抽出された欠陥や回路パターンの 1 つずつに対して特徴量を算出しているが、ウェハマップ 1 3 0 4 に表示する際に 1 チップ分の特徴量を算出する必要がある場合があり、1 チップ内における複数の欠陥もしくは回路パターンからマッピングする特徴量を算出することが必要となる。

[0061] 特徴量の集計条件は、特徴量集計条件の設定を行うインターフェース 1 3 0 3 で設定する。まず、集計特徴量 1 3 0 3 1 として、算出した特徴量の中からマッピングする特徴量を設定する。次に、集計方法 1 3 0 3 2 として「平均／合計／標準偏差／最大値／最小値」などの中から 1 つを選択する。例えば、面内における回路パターンの平均的な線幅を算出したい場合には、集計特徴量 1 3 0 3 1 として「線幅」を選択し、集計方法 1 3 0 3 2 として「平均」を選択すれば良い。また、集計方法 1 3 0 3 2 として「標準偏差」を選択すれば面内の回路パターンにおける線幅のばらつきをウェハマップ 1 3 0 4 に表示することが可能となる。特徴量集計条件 1 3 0 3 1 が設定もしくは変更された場合、検査ユニット制御部 2 1 7 は特徴量集計処理部 2 2 0 を用いて、設定された特徴量集計条件をもとに、算出した特徴量から図 1 8 に示すようにチップ毎に特徴量を算出する（S 1 1 4）。算出された特徴量は特徴量記憶部 2 2 8 に保存され（S 1 1 5）、ウェハマップ 1 3 0 4 の表示に利用される（S 1 1 6）。

[0062] 特徴量集計処理（S 1 1 4）が終了すると、図 1 3 におけるウェハマップ 1 3 0 4 と特徴量ヒストグラム 1 3 0 5 の表示を更新する。ウェハマップ 1 3 0 4 は特徴量の大きさを表現するものであり、例えば、図 1 4 のように表示色 1 4 0 1 を変更することで大きさを表しても良いし、図 1 5 のように図

形の大きさ 1501 を変更することで大きさを表しても良いし、図 16 のように 3 次元グラフ 1601 を用いて大きさを表しても良い。

[0063] 特徴量集計処理 (S 114) が終了してウェハマップ 1304 と特徴量ヒストグラム 1305 の表示の更新が完了すると、被検査対象であるウェハをアンロードして (S 117) 一連の操作を終了する。

[0064] また、本発明にかかる検査装置は、入出力端末 224 に複数のマッピング条件で作成したウェハマップを並べて表示する条件別表示 GUI 1700 を備える (図 17)。条件別表示 GUI 1700 の条件追加ボタン 1701 を押して保存したマッピング条件の名前が選択されると、対応するマッピング条件を読み込み、ウェハマップを作成し、ウェハマップの一覧を表示するインターフェース 1702 に表示する。また、本 GUI 1700 では、フィルタリング条件に一致した欠陥もしくは回路パターンを異なるマッピング条件間で比較して表示するインターフェース 1703 を備える。これにより、例えば、ショート欠陥数と異物欠陥数の比較を行うことが可能となる。

[0065] 以上、本実施例では撮像した画像から欠陥もしくは回路パターンを抽出し、それらの特徴量を算出し、ユーザが指定した欠陥もしくは回路パターンのみをフィルタリング処理により抽出し、ユーザが指定した特徴量についてウェハマップに表示する方法について説明した。

実施例 2

[0066] 実施例 1 では、検査結果として特徴量をウェハマップに表示する検査方法について説明したが、実施例 2 では、図 19 のように特徴量をチップ内の撮像箇所ごとにマッピングすることで、欠陥発生数や回路パターンの形状変化傾向などに関して、チップ内での変動傾向を可視化する検査方法について説明する。

[0067] 本実施例にかかる検査フローは実施例 1 で説明した図 1 A 及び図 1 B のフローと同様であり、装置構成も図 2 と同様であるが、S 114 における特徴量の集計方法と S 116 における表示方法が異なる。以下では実施例 1 との異なる部分についてのみ説明する。

[0068] S 1 1 4において特徴量を集計する際に、実施例 1 では図 1 8 に示すようにチップごとに特徴量を集計した。実施例 2 では、図 2 0 に示すようにチップ内の撮像箇所ごとに集計を行う。特徴量集計方法の指定方法などは実施例 1 と同様である。

[0069] また、図 1 9 では表示色を変えることで特徴量の大きさを表現しているが、実施例 1 の場合と同様に、例えば、図 1 5 のように図形の大きさを変更することで大きさを表しても良いし、図 1 6 のように 3 次元グラフを用いて大きさを表しても良い。

実施例 3

[0070] 実施例 1 と実施例 2 では、ウェハ面内やチップ面内における欠陥の発生傾向や回路パターンの形状変化傾向などを、算出した特徴量をユーザが指定したマッピング条件に基づいて表示することで可視化する検査方法について述べた。ここで、算出する特徴量が数十から数百になる場合、致命となる欠陥や回路パターンの傾向を把握可能なマップを作成するための条件設定が困難になる。そこで、本実施例では自動でマッピング条件の候補を算出する方法について述べる。

[0071] 先ず、図 2 1 A を用いて、実施例 3 における検査方法の概要を説明する。最初に、SEM 2 0 1 で試料ウェハ 2 0 9 の SEM 画像を取得する (S 2 1)。次に、この取得した SEM 画像を検査ユニット 2 0 2 で処理して、欠陥を検出し (S 2 2)、SEM 画像中の配線パターンを検出する (S 2 3)。この欠陥検出処理と配線パターン検出処理とは順次処理しても良く、また、並列に処理しても良い。図では、並列に処理する場合について示している。ここまでのフローは、図 1 A で説明した実施例 1 の場合と同じである。次に、検出した欠陥画像及び配線パターン画像をマッピングする条件を設定し (S 2 4)、所望の欠陥又は配線パターンの画像から特徴量を算出して保存し (S 2 5)、算出した特徴量を設定したマッピング条件に基づいてマッピング表示して (S 2 6) 処理を終了する。

[0072] 次に、図 2 1 A で説明した処理のフローの詳細を、図 2 1 B を用いて説明

する。

図 2 1 B に示した処理フローの S 2 1 0 1 ~ S 2 1 1 0 は、前記したように実施例 1 および実施例 2 における検査方法の図 1 B に示した処理フローにおける S 1 0 1 ~ S 1 1 0 と同一である。

[0073] 次に、検出した欠陥画像及び配線パターン画像をマッピングする条件を設定する処理（S 2 4）について説明する。実施例 3 にかかる検査方法では、S 2 1 0 9 で欠陥の特徴量を算出し、S 2 1 1 0 で回路パターンの特徴量を算出処理後、マッピング条件候補を自動算出する（S 2 1 1 1）。次に、ユーザは自動算出されたマッピング条件候補の中から所望するウェハ面内変動傾向を表したマップが存在するか否かを判断し（S 2 1 1 2）、マップが存在すればその条件を選択し（S 2 1 1 3）、存在しなければマッピング条件を指定しなおす（S 2 1 1 4）。なお、S 2 1 1 4 におけるマッピング条件の指定は、実施例 1 および実施例 2 におけるマッピング条件の指定（S 1 1 1 ~ S 1 1 4）と同様な処理を行う。

[0074] 次に、算出した特徴量を保存し（S 2 1 1 5）、マップを表示し（S 2 1 1 6）、最後に検査対象であるウェハをアンロードする（S 2 1 1 7）。S 2 1 1 5 ~ S 2 1 1 7 のステップは実施例 1 および実施例 2 における S 1 1 5 ~ S 1 1 7 と同一である。

[0075] 実施例 3 にかかる装置構成を図 2 2 に示す。図 2 2 に示した装置構成は、実施例 1 および実施例 2 にかかる装置構成に加え、マッピング条件候補算出部 2 2 0 1 を備えることを特徴とする。図 2 2 に示した装置構成において、図 2 に示した構成と同じ部分には同じ番号を付してある。

[0076] マッピング条件候補算出部 2 2 0 1 で処理する S 2 1 1 1 におけるマッピング条件候補の自動算出方法のフローについて図 2 3 を用いて説明する。まず、抽出したい欠陥もしくは回路パターンを図 2 5 に示す GUI 2 5 0 0 上で指定する（S 2 3 0 1）。図 2 5 では被検査画像上においてマウスなどの入力手段を用いて、抽出する欠陥種を 1 つ以上定義可能なインターフェース 2 5 0 3 を提供する。

- [0077] 図25において2501は被検査画像と欠陥検出結果、選択された欠陥を強調して表示するインターフェースであり、被検査画像上において抽出した欠陥領域および選択された欠陥の表示色を変更するか、枠などをつけて表示する。ユーザはパターン選択ツール2502を選択した上で、画像2501上で抽出したい欠陥をクリックする。なお、抽出する欠陥種は複数定義可能であり、インターフェース2503において追加と削除が可能である。図25では欠陥に関する選択方法について示したが回路パターンについても同様の方法により指定可能である。
- [0078] 次に、指定された欠陥もしくは回路パターンのみを抽出するフィルタリング条件の候補を算出する（S2302）。この方法としては例えば、各特徴量に対して抽出対象パターンと非抽出対象パターンを分離するしきい値を独立に算出する方法や、特徴量空間において抽出対象パターンと非抽出対象パターンを分離する識別面を一般的な教師あり学習方法を用いて算出する方法が考えられる。
- [0079] 次に、各フィルタリング条件に関して、特徴量集計条件の候補を算出する（S2303）。この方法としては例えば、図24に示すように、チップ内における撮像箇所毎に全通りの特徴量集計条件についてウェハマップを作成し、撮像箇所に依存せずに同様の变化傾向が見られる特徴量集計条件を求めれば良い。
- [0080] 図24の例では、特徴量集計条件1は撮像箇所に依存せずに同様の变化傾向が見られるが、特徴量集計条件2に関しては撮像箇所の違いによりウェハマップの傾向が変化している。ウェハ面内の变化傾向を表している特徴量集計条件であれば、撮像箇所の違いによりウェハマップの傾向が変化しないはずであり、撮像箇所の違いによりウェハマップの傾向が変化する特徴量集計条件は、候補から除外する。なお、ウェハマップの類似性は相関係数を算出することで定量化可能である。
- [0081] S2112において作成したマッピング条件候補を確認するGUI2600を図26に示す。ユーザはまず、図25のGUI2500上のインターフ

エース 2503 で指定した 1 つ以上の欠陥もしくは回路パターンをインターフェース 2601 から選択する。次に、インターフェース 2602 を用いて自動設定されたフィルタリング条件候補から 1 つを選択し、インターフェース 2603、2604 を用いてフィルタリング条件とフィルタリング結果を確認する。インターフェース 2605 は自動設定された特徴量集計条件候補を用いて作成したウェハマップを表示するインターフェースであり、ユーザはインターフェース 2605 から所望するウェハマップが得られる特徴量集計条件を選択する。

産業上の利用可能性

[0082] 本発明は、半導体ウェハの製造ラインにおいて、画像取得手段を用いて半導体ウェハ上に形成された回路パターンを検査する工程において利用される。

符号の説明

[0083] 201…SEM 202…検査ユニット 205…SEM制御部 206…記憶部 207…入出力インターフェース 208…入出力端末
217…検査ユニット制御部 218…画像処理部 219…フィルタリング処理部 220…特徴量集計部 221…検査結果表示部
222…検査情報記憶部 223…入出力インターフェース 224…入出力端末

請求の範囲

- [請求項1] 被検査対象を検査する方法であって、
被検査対象の指定箇所について画像撮像手段を用いて撮像するステップと、
撮像した画像から欠陥を検出するステップと、
撮像した画像から回路パターンを認識するステップと、
検出した欠陥から画像濃淡および形状に関する特徴量を算出するステップと、
認識した回路パターンから画像濃淡および形状に関する特徴量を算出するステップと、
前記検出した欠陥と前記認識した回路パターンの中から特定の欠陥又は回路パターンをフィルタリングして抽出するステップと、
該フィルタリングして抽出された特定の欠陥又は回路パターンの特徴量の中からマッピングする特徴量を決定するステップと、
該決定した特徴量の分布状況を画面上にマップ形式で表示するステップと
を含むことを特徴とする検査方法。
- [請求項2] 前記フィルタリングして抽出するステップにおいて、フィルタリングする条件は、画面上で設定された条件であることを特徴とする請求項1記載の検査方法。
- [請求項3] 前記マッピングする特徴量を決定するステップにおいて、前記特徴量は、画面上で設定されたものであることを特徴とする請求項1記載の検査方法。
- [請求項4] 前記画面上にマップ形式で表示するステップにおいて、被検査対象上に複数形成されたチップごと、又はチップ内の小領域ごとに前記マッピングする特徴量を決定するステップにおいて決定された特徴量を集計した結果をマップ形式で表示することを特徴とする請求項1記載の検査方法。

- [請求項5] 前記画面上に表示するマップ形式が、ウェハマップであることを特徴とする請求項 1 記載の検査方法。
- [請求項6] 前記画面上に表示するマップ形式が、チップ内のマップであることを特徴とする請求項 1 記載の検査方法。
- [請求項7] 前記フィルタリングして抽出するステップにおいて、フィルタリングする条件は、画面上で指定された欠陥もしくは回路パターンを抽出するように設定された条件であることを特徴とする請求項 1 記載の検査方法。
- [請求項8] 被検査対象を検査する装置であって、
被検査対象の指定箇所の画像を撮像する画像撮像手段と、
撮像した画像から欠陥を検出する手段と、
撮像した画像から回路パターンを認識する手段と、
検出した欠陥から画像濃淡および形状に関する特徴量を算出する手段と、
認識した回路パターンから画像濃淡および形状に関する特徴量を算出する手段と、
前記欠陥を検出する手段で検出した欠陥と前記回路パターンを認識する手段で認識した回路パターンの中から特定の欠陥又は回路パターンをフィルタリングして抽出する抽出手段と、
該抽出手段でフィルタリングして抽出された特定の欠陥又は回路パターンの特徴量の中からマッピングする特徴量を決定する特徴量決定手段と、
該特徴量決定手段で決定した特徴量の分布状況を画面上にマップ形式で表示する表示手段と
を含むことを特徴とする検査装置。
- [請求項9] 前記抽出手段においてフィルタリングする条件は、画面上で設定された条件であることを特徴とする請求項 8 記載の検査装置。
- [請求項10] 前記特徴量決定手段で決定するマッピングする特徴量は、画面上で

設定されたものであることを特徴とする請求項 8 記載の検査装置。

[請求項11] 前記表示手段は、被検査対象上に複数形成されたチップごと、又はチップ内の小領域ごとに前記マッピングする特徴量を決定するステップにおいて決定された特徴量を集計した結果をマップ形式で表示することを特徴とする請求項 8 記載の検査装置。

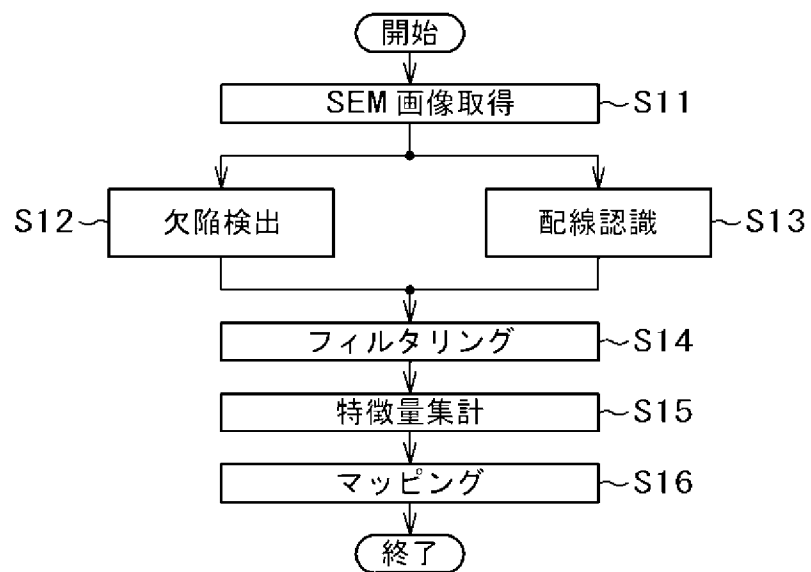
[請求項12] 前記表示手段が画面上に表示するマップ形式は、ウェハマップであることを特徴とする請求項 8 記載の検査装置。

[請求項13] 前記表示手段が画面上に表示するマップ形式は、チップ内のマップであることを特徴とする請求項 8 記載の検査装置。

[請求項14] 前記抽出手段でフィルタリングする条件は、画面上で指定された欠陥もしくは回路パターンを抽出するように設定された条件であることを特徴とする請求項 8 記載の検査装置。

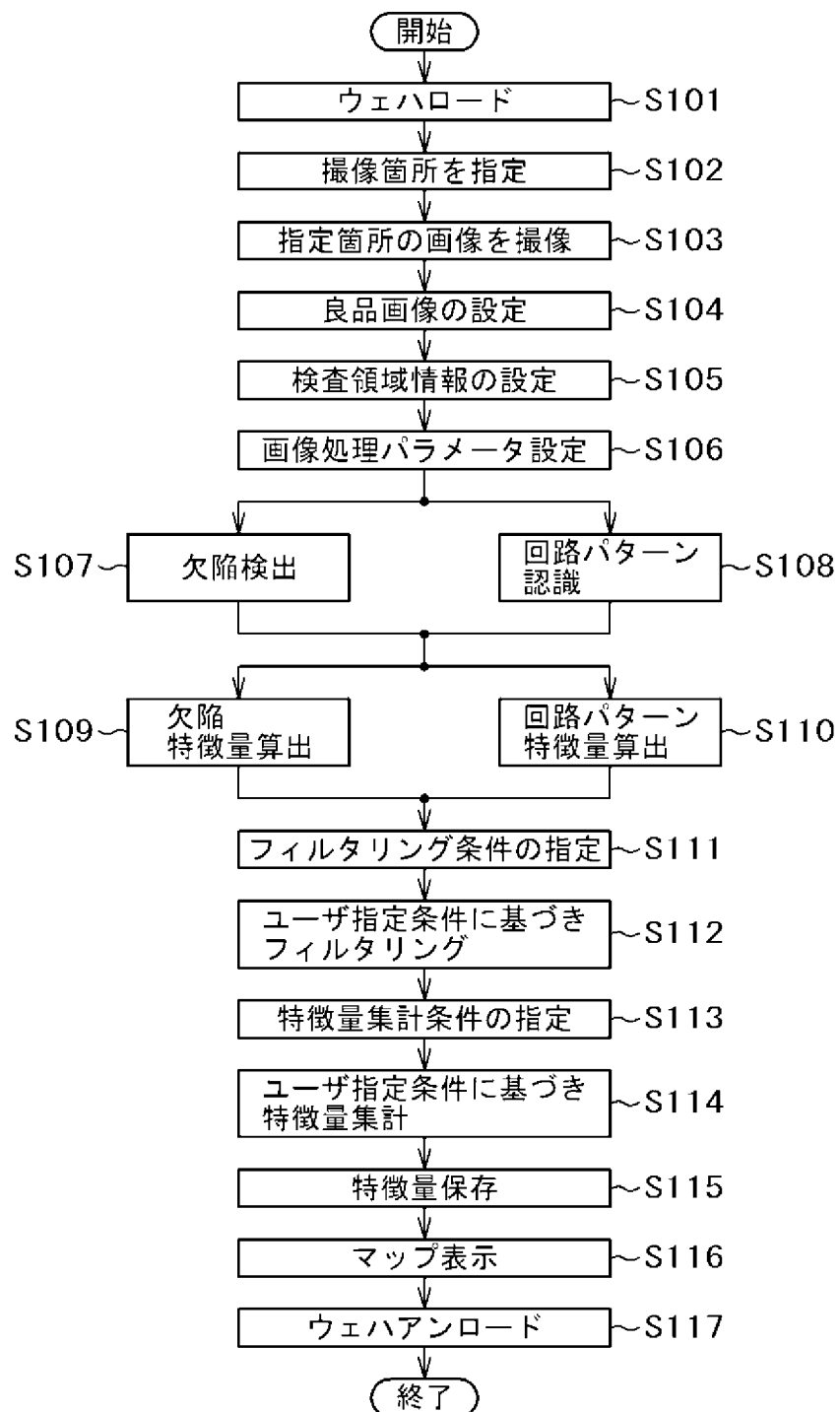
[図1A]

図 1 A



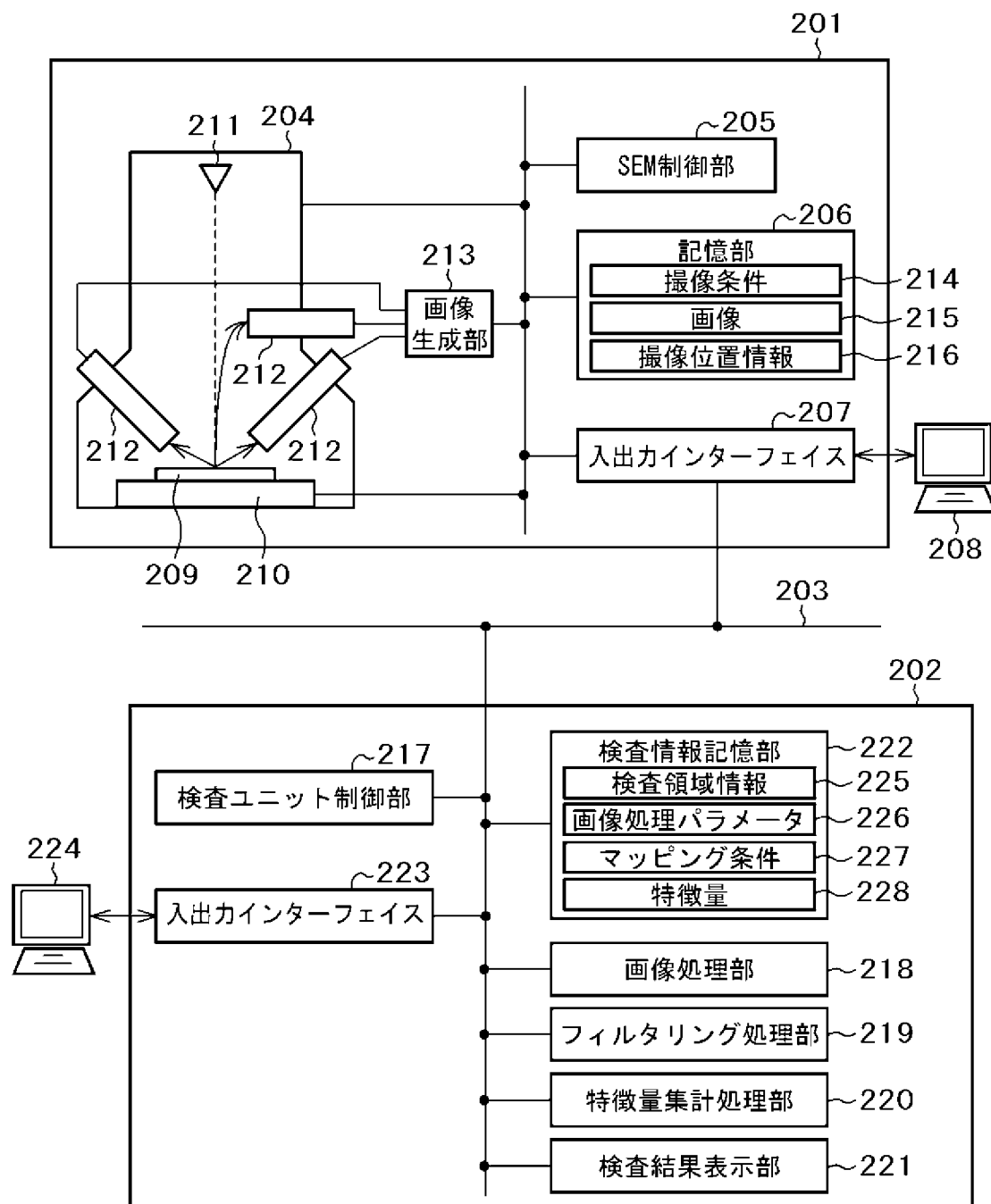
[図1B]

図 1 B



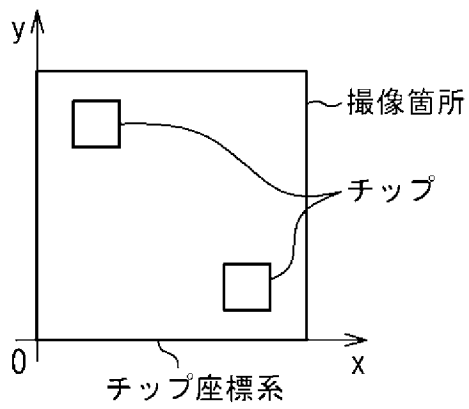
[図2]

図 2



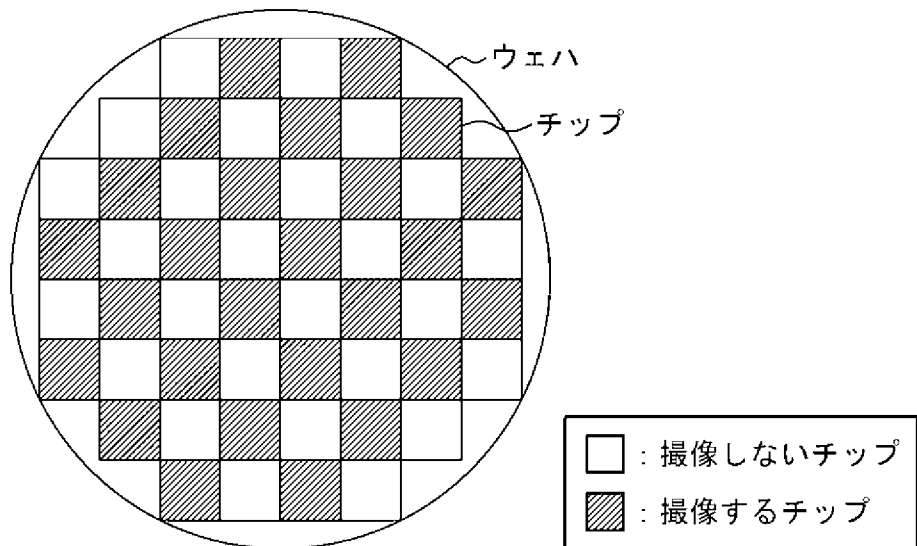
[図3]

図 3



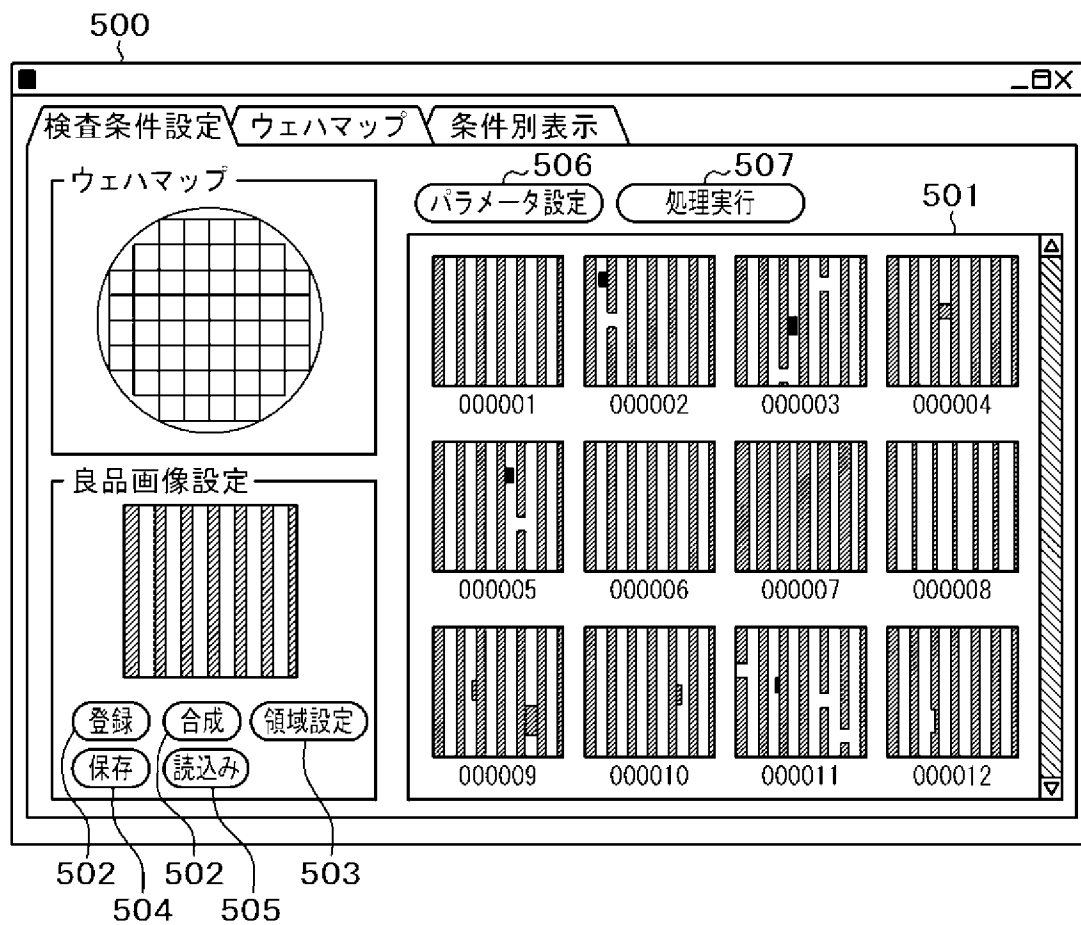
[図4]

図 4



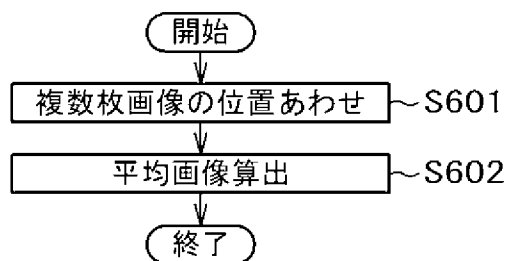
[図5]

図 5



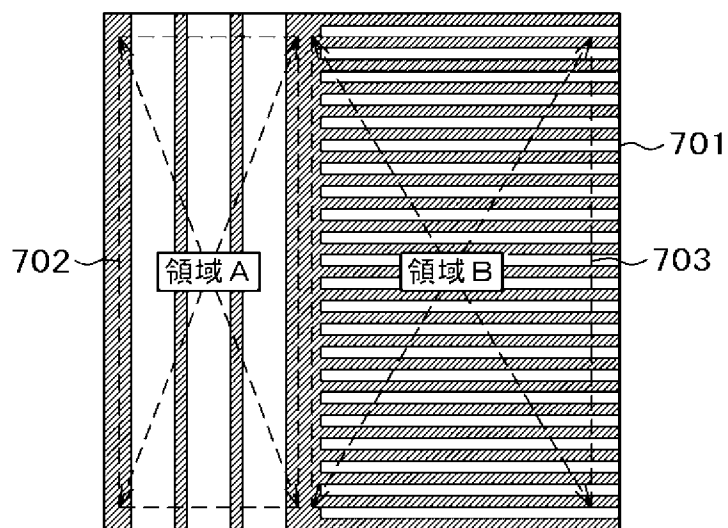
[図6]

図 6



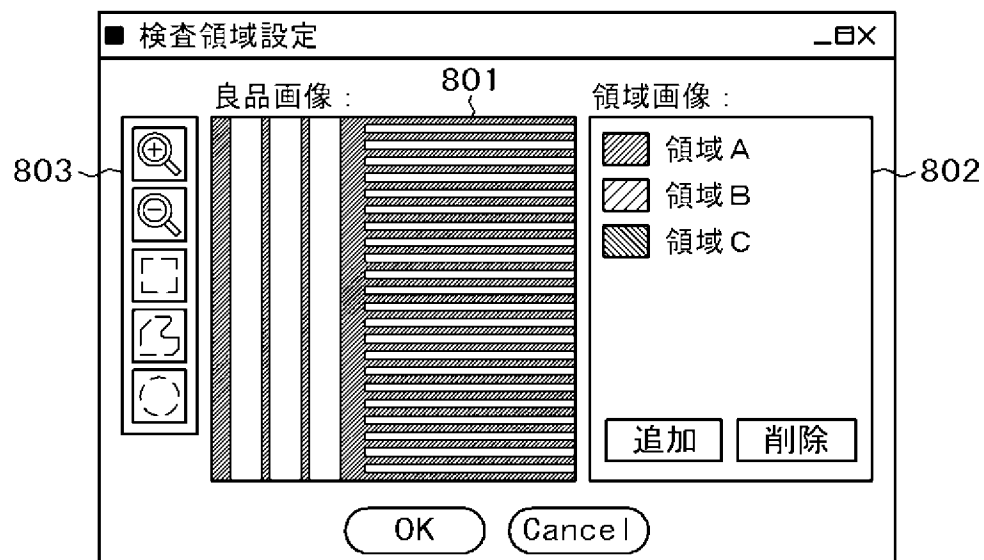
[図7]

図 7



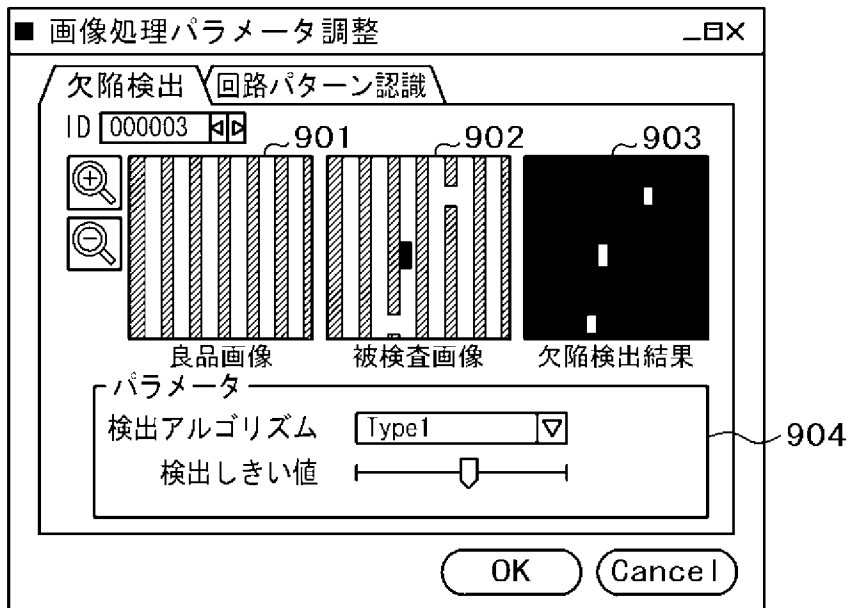
[図8]

図 8



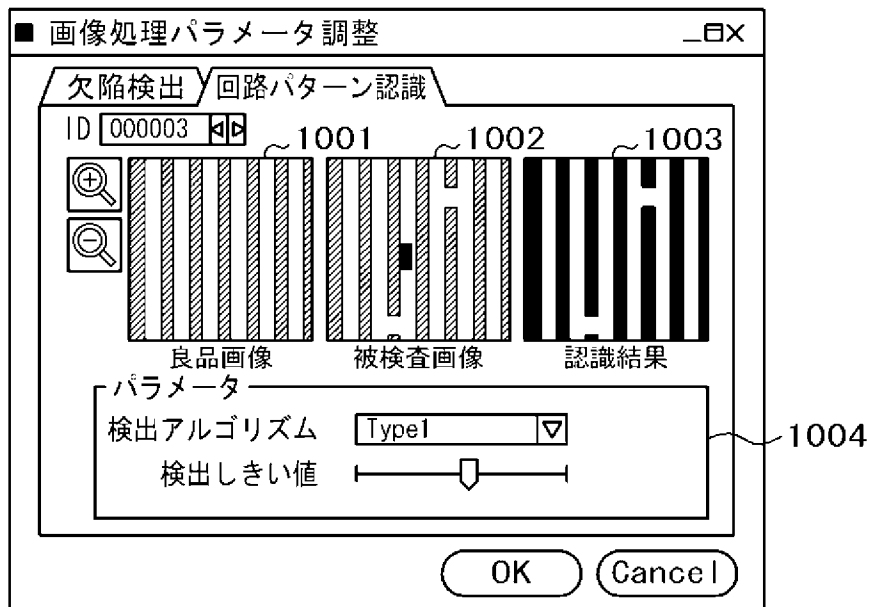
[図9]

図 9



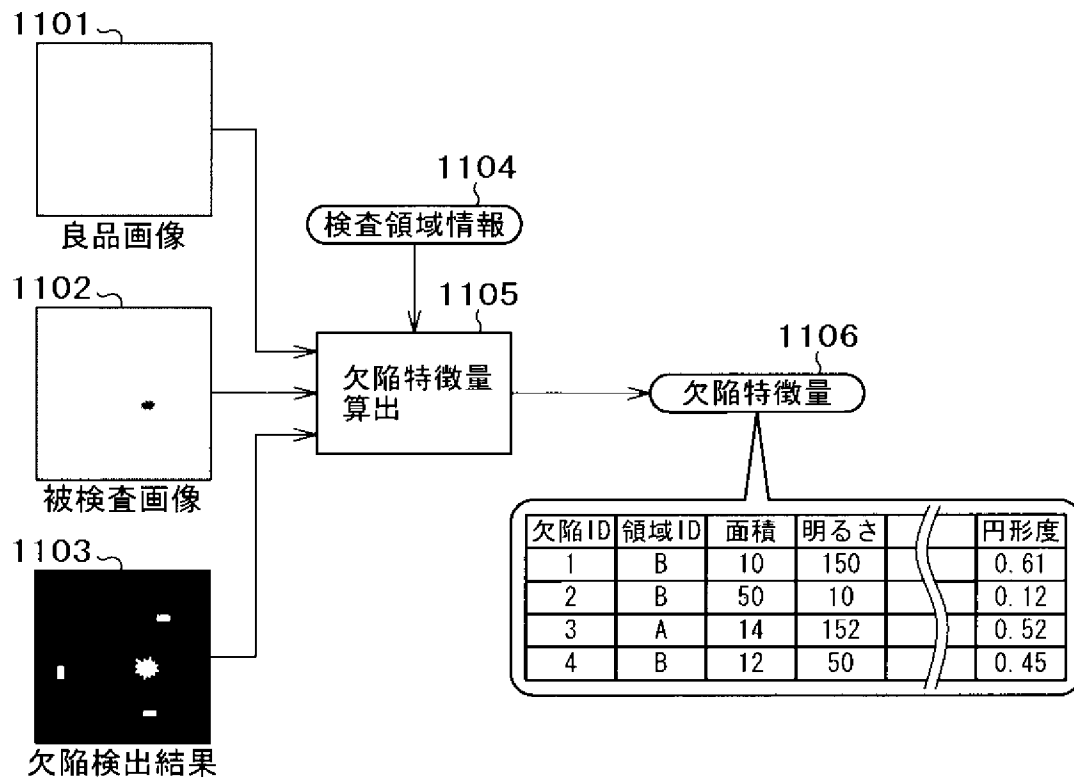
[図10]

図 10



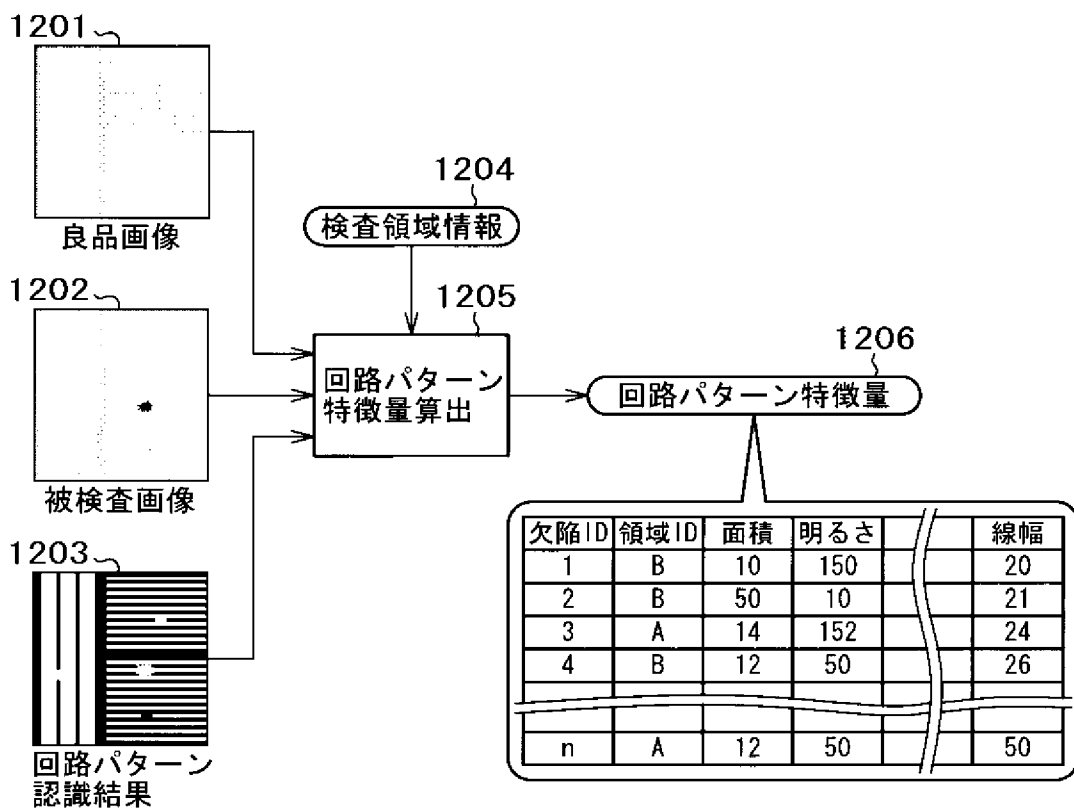
[図11]

図 1 1



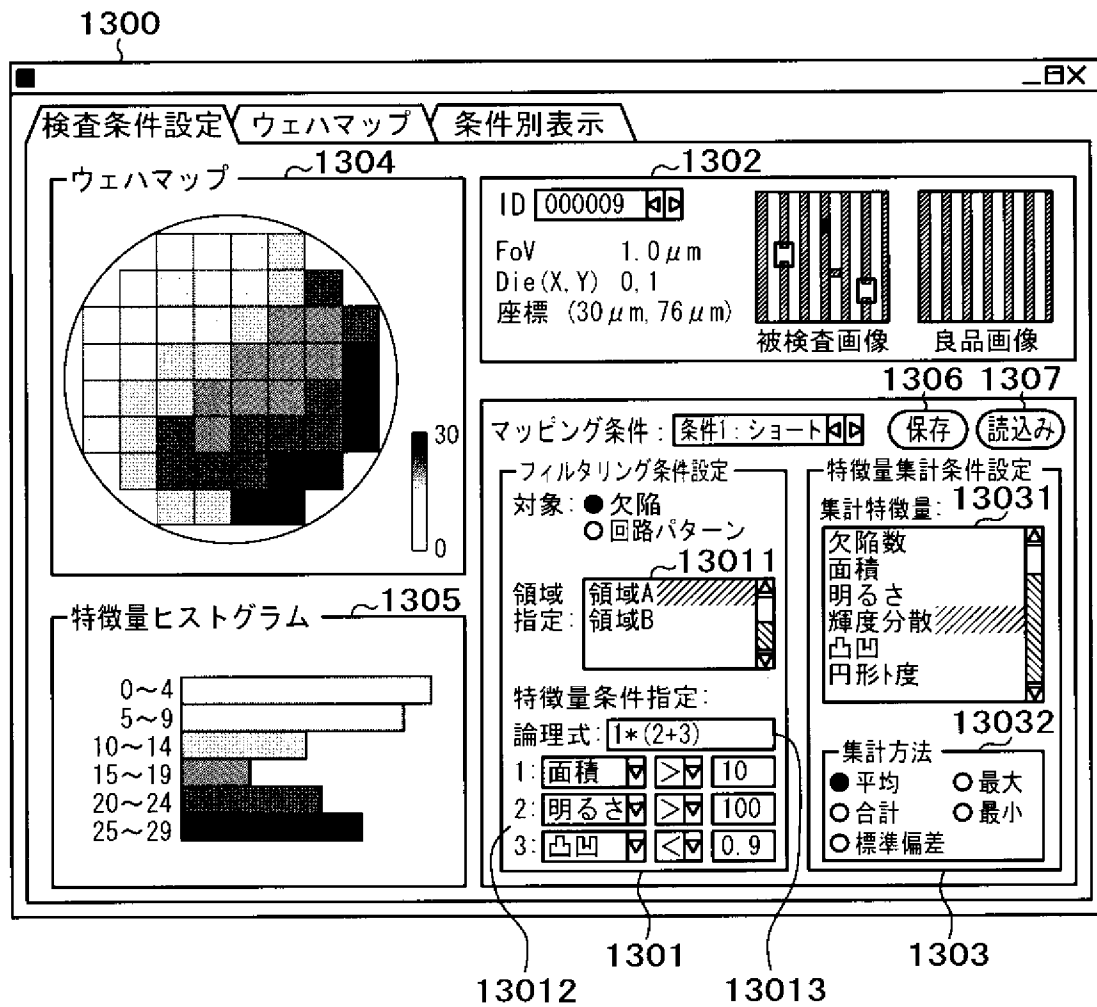
[図12]

図 1 2



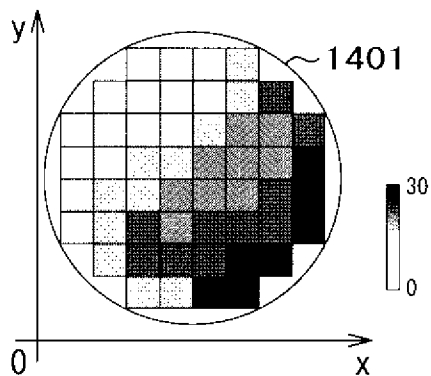
[図13]

図 1 3



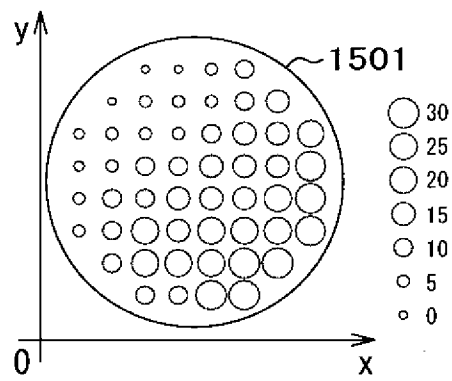
[図14]

図 1 4



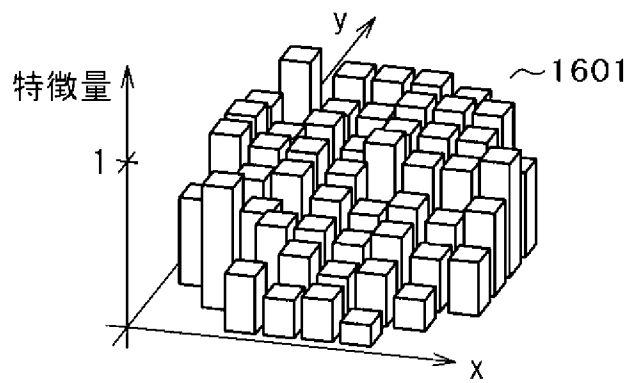
[図15]

図 1 5



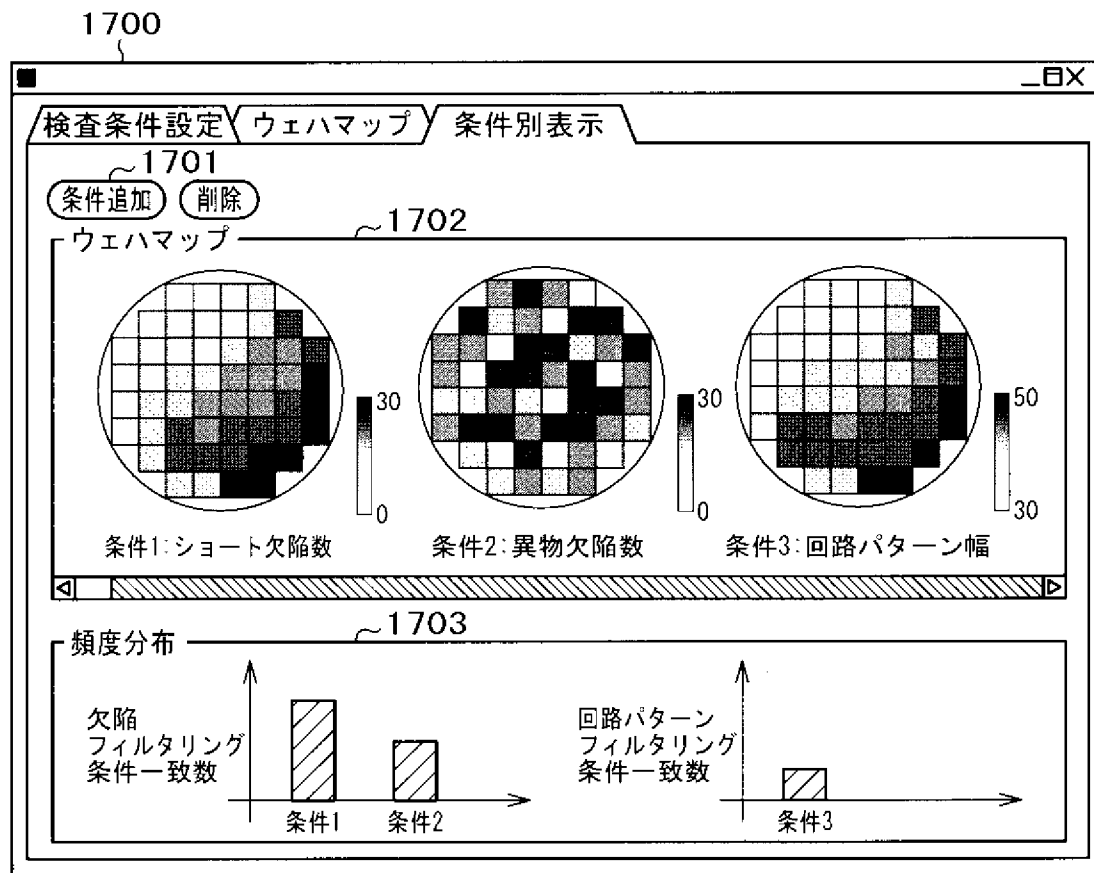
[図16]

図 1 6



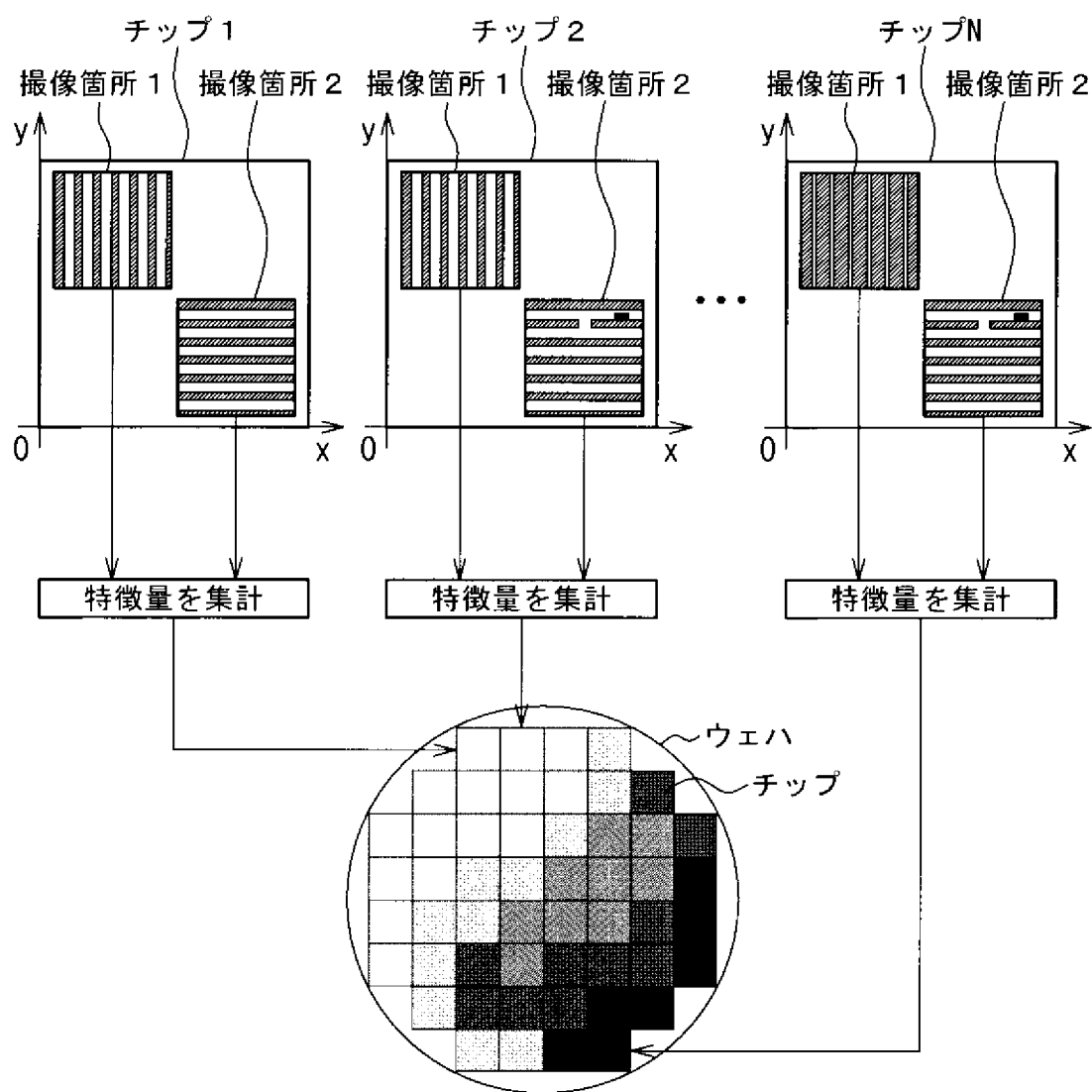
[図17]

図 1 7



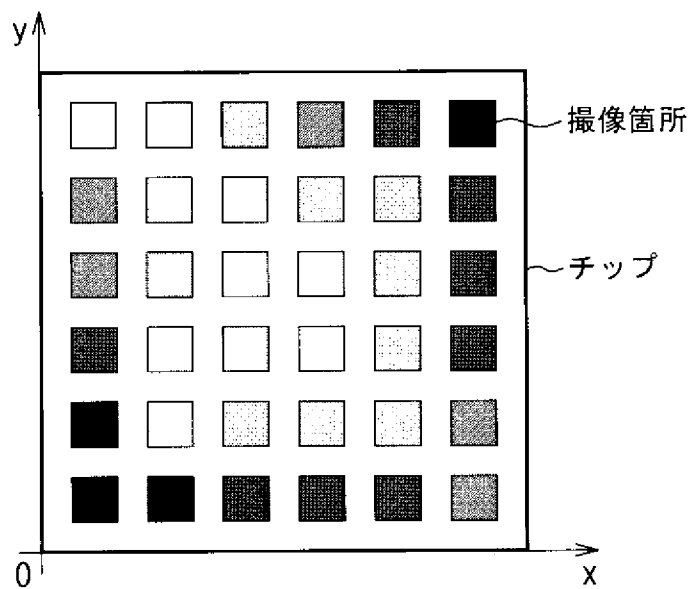
[図18]

図 1 8



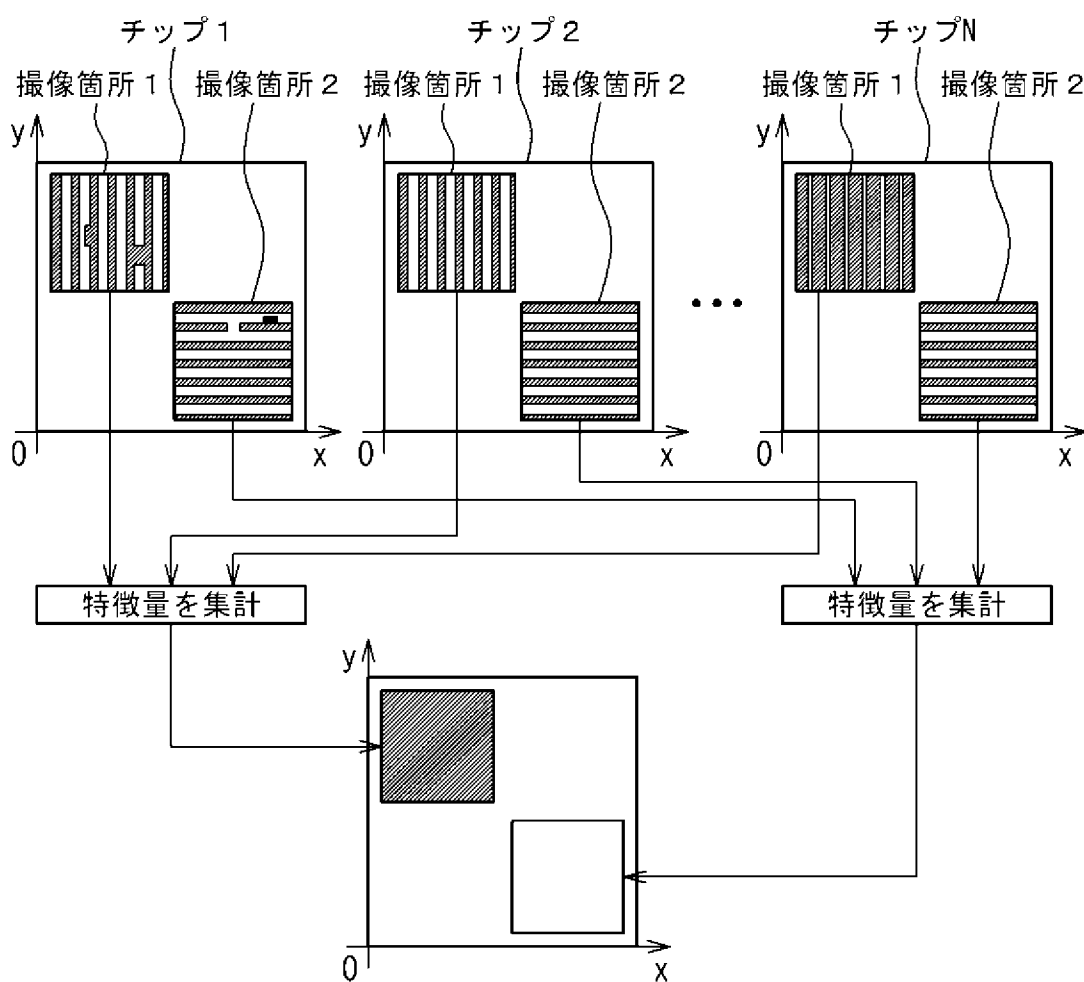
[図19]

図 1 9



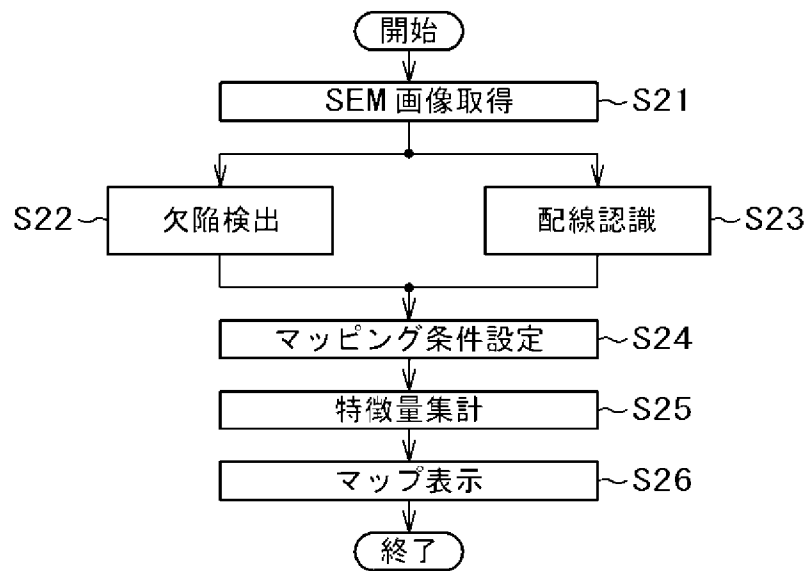
[図20]

図 2 0



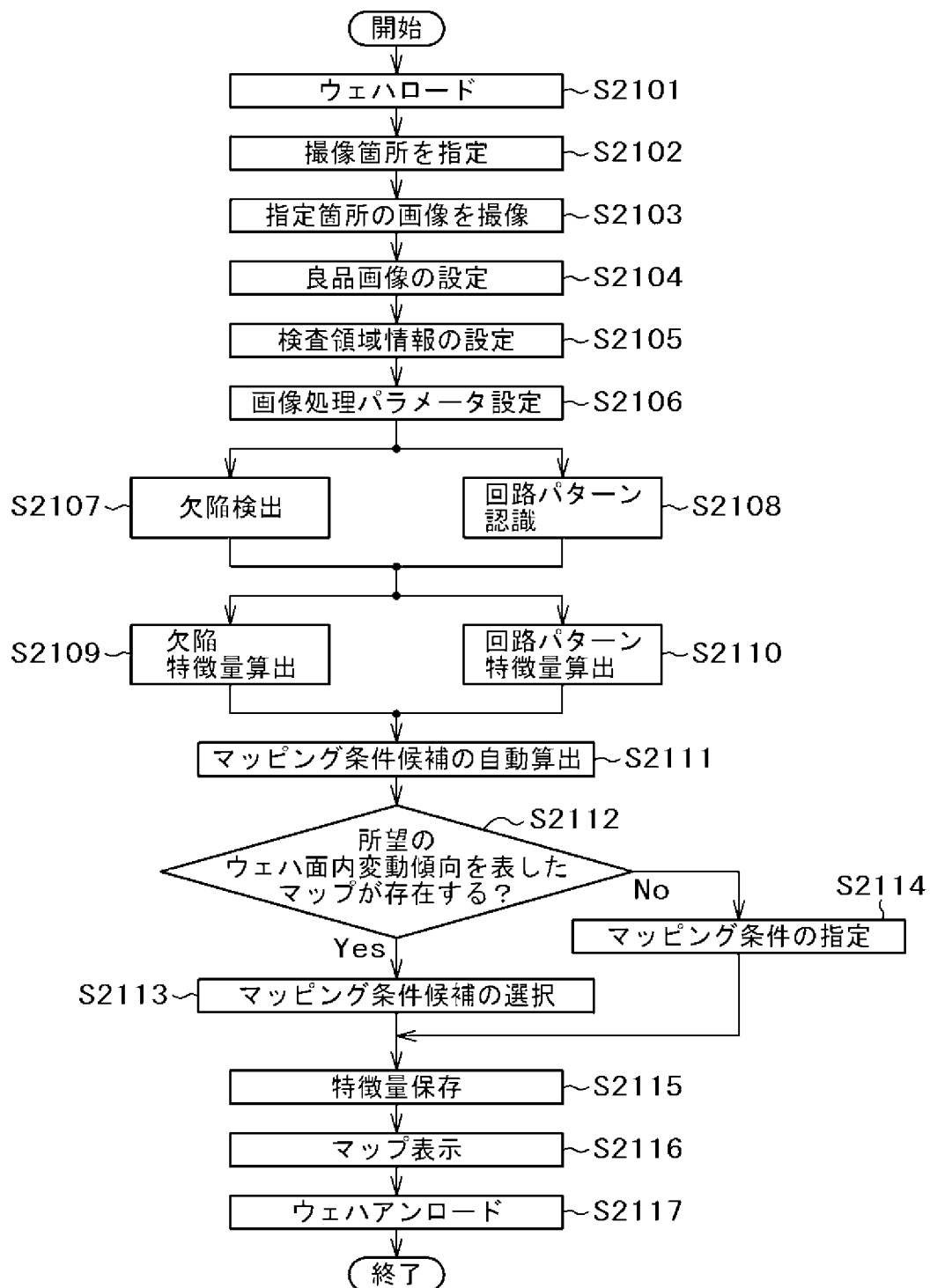
[図21A]

図 2 1 A



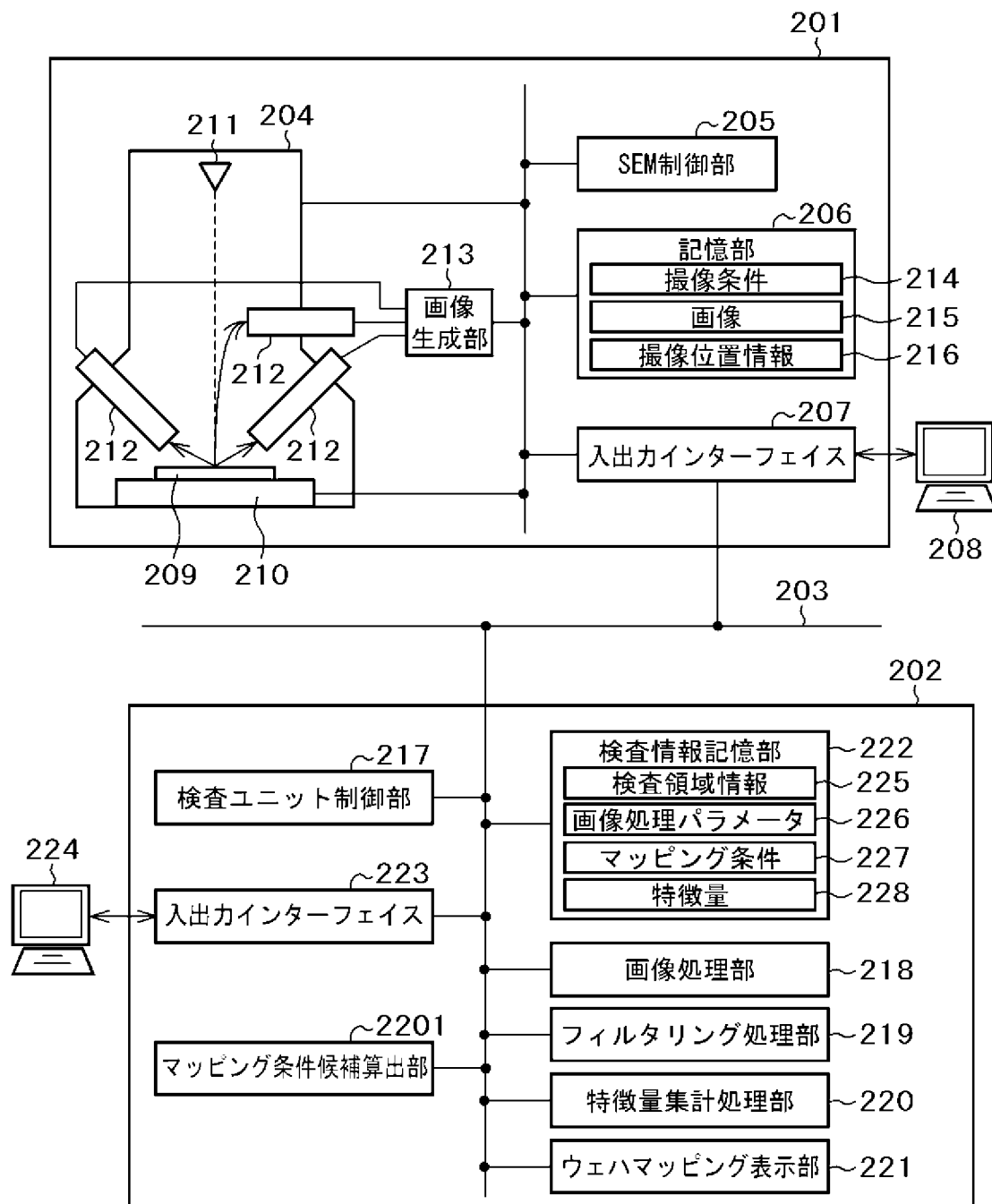
[図21B]

図 2 1 B



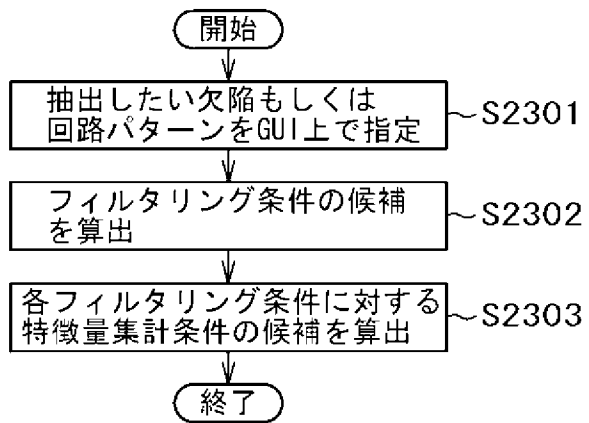
[図22]

図 2 2



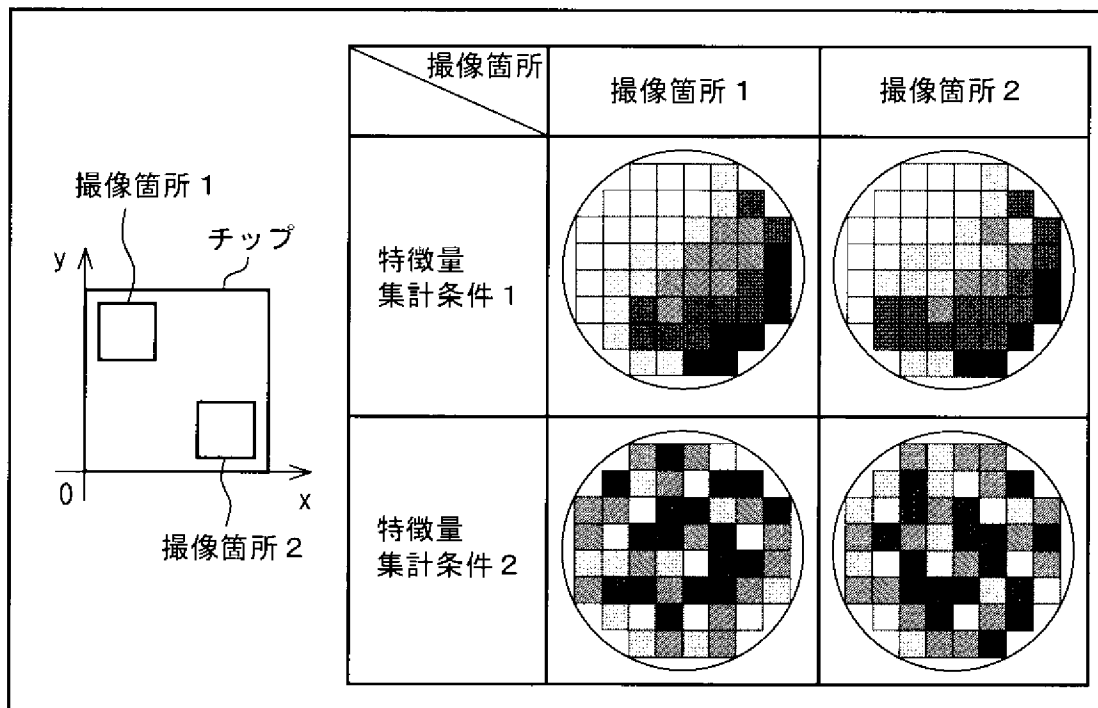
[図23]

図 2 3



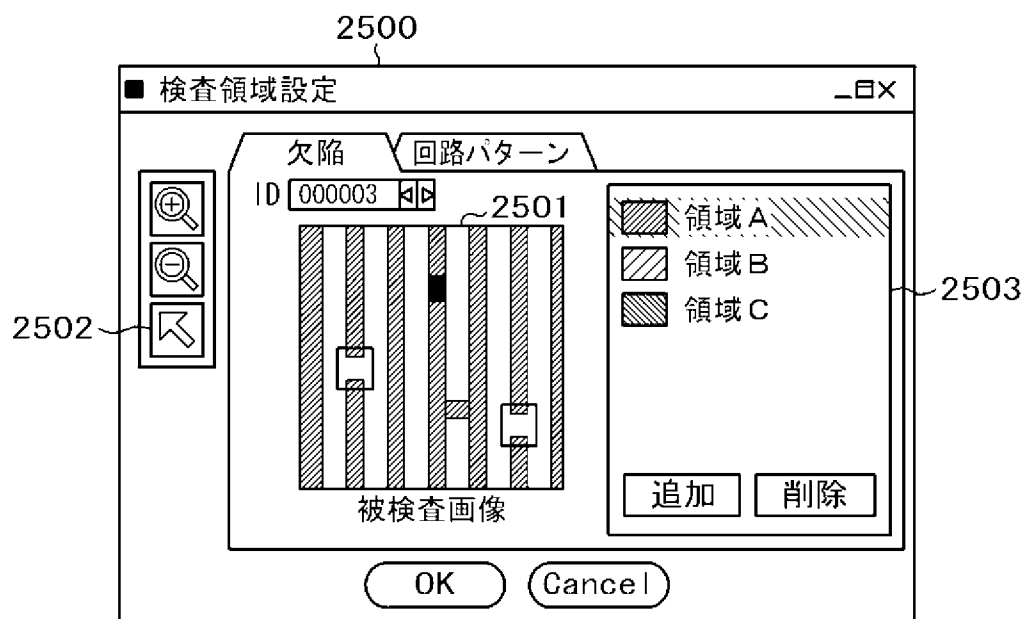
[図24]

図 2 4



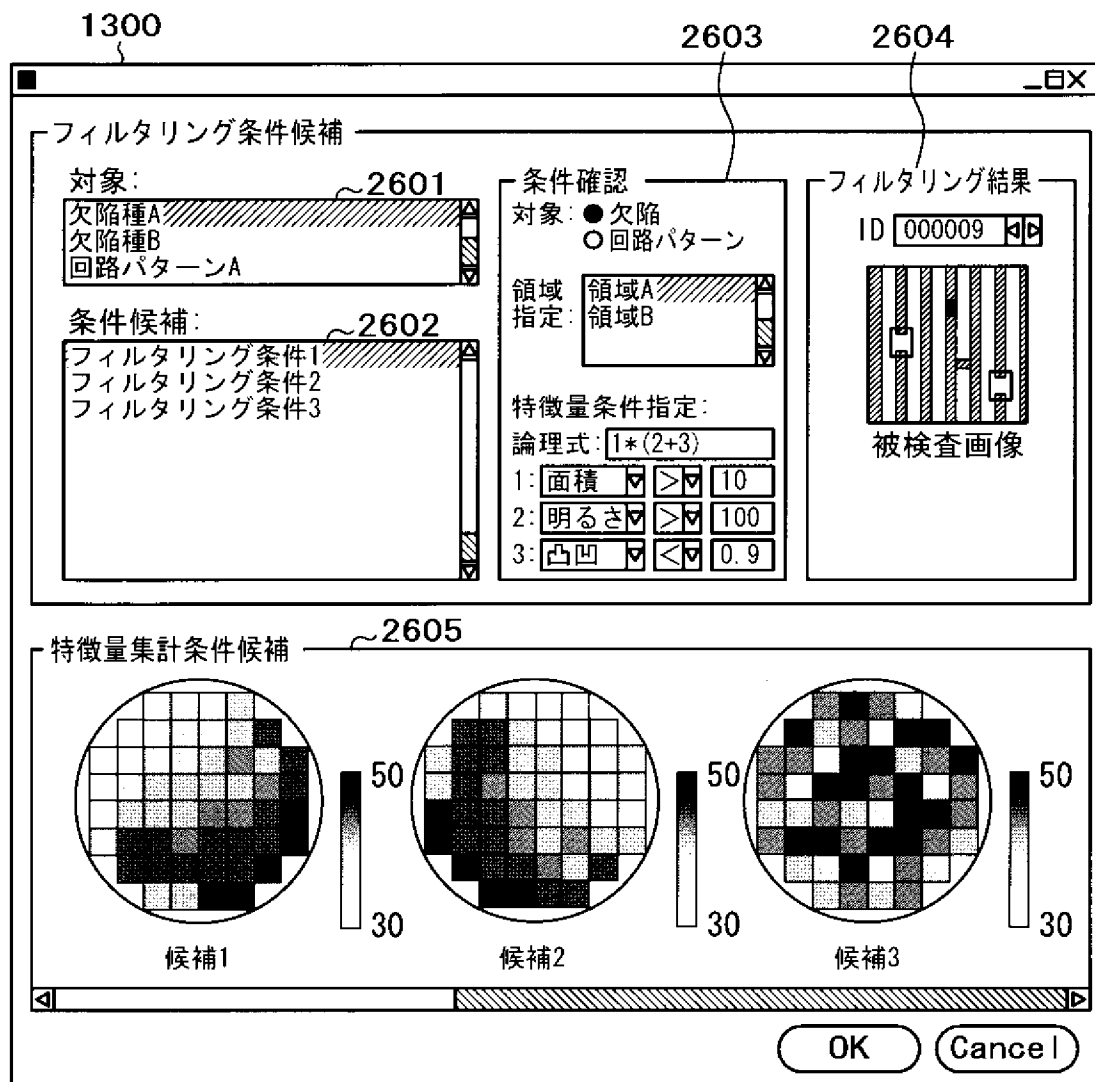
[図25]

図 2 5



[図26]

図 2 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

H01L21/66, G01N23/225

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-2743 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 08 January 2009 (08.01.2009), paragraphs [0016], [0088] & US 2008/0317329 A1	1-14
A	JP 2006-66478 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 09 March 2006 (09.03.2006), paragraphs [0026], [0048] to [0058] & US 2006/0045326 A1	1-14
A	JP 2010-14635 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 21 January 2010 (21.01.2010), paragraph [0049]; fig. 17 & US 2010/0004875 A1	1-14

☐ 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
22 June, 2011 (22.06.11)

Date of mailing of the international search report
05 July, 2011 (05.07.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. 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. H01L21/66, G01N23/225

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-2743 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2009.01.08, 段落【0016】、段落【0088】 & US 2008/0317329 A1	1 - 1 4
A	JP 2006-66478 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2006.03.09, 段落【0026】、段落【0048】～【0058】 & US 2006/0045326 A1	1 - 1 4
A	JP 2010-14635 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2010.01.21, 段落【0049】、図17 & US 2010/0004875 A1	1 - 1 4

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

2 2 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 7 . 2 0 1 1

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）

堀江 義隆

5 N

9 1 7 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3586