

(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



(10) 国際公開番号

WO 2011/105016 A1

PCT

(43) 国際公開日
2011年9月1日(01.09.2011)

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)
G01B 11/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/000705
- (22) 国際出願日: 2011年2月9日(09.02.2011)
- (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 2010-041272 2010年2月26日(26.02.2010) 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): 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). 本田敏文(HONDA, Toshifumi) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県

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).

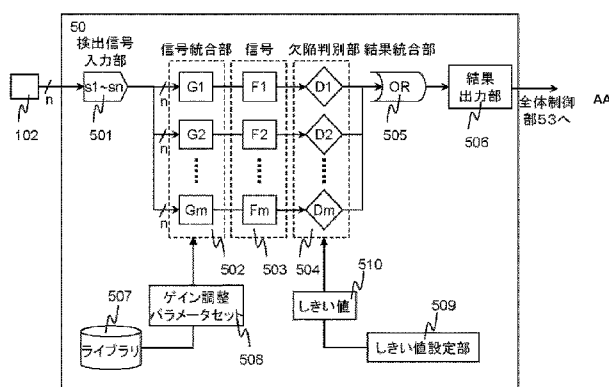
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE, Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: DEFECT INSPECTION DEVICE AND METHOD OF INSPECTING DEFECT

(54) 発明の名称: 欠陥検査装置および欠陥検査方法

図5



501 DETECTION SIGNAL INPUT UNIT
502 SIGNAL INTEGRATION UNIT
503 SIGNAL
504 DEFECT DETERMINATION UNIT
505 RESULT INTEGRATION UNIT
506 RESULT OUTPUT UNIT
507 LIBRARY
508 GAIN ADJUSTMENT PARAMETER SET
509 THRESHOLD VALUE SETTING UNIT
510 THRESHOLD VALUE
AA TO OVERALL CONTROL UNIT 53

(57) Abstract: Disclosed is a defect inspection device comprising: an illumination optical unit which irradiates illumination light onto an object to be inspected; a detection optical unit provided with a plurality of detectors for respectively detecting scattering light from the object to be inspected which scatters the light irradiated from the illumination optical unit respectively in different azimuth directions and in elevation directions with respect to the surface of the object to be inspected; and a signal processing unit for performing gain adjustment and defect determination based on a threshold determination in parallel, and extracting defects on the basis of the gain adjustment and the result of the defect determination, with respect to each of a plurality of signals based on the scattering light from the object to be inspected, which is detected by the plurality of the detectors.

(57) 要約: 被検査対象物に照明光を照射する照明光学部と、前記照明光学部により照射され該被検査対象物から該被検査対象物の表面に対してそれぞれ異なる方位角方向および仰角方向に散乱する散乱光をそれぞれ検出する複数の検出器を備えた検出光学部と、前記複数の検出器により検出した該被検査対象物からの散乱光に基づく複数の信号のそれぞれについて、ゲイン調整および閾値判別に基づく欠陥判別を並列に行い、前記ゲイン調整および欠陥判別された結果に基づき欠陥を抽出する信号処理部と、を有する欠陥検査装置である。

WO 2011/105016 A1



(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))

明 細 書

発明の名称： 欠陥検査装置および欠陥検査方法

技術分野

[0001] 本発明は試料表面に存在する微小な欠陥を高感度に検査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。

[0003] 従来技術として、特許文献１（特開平９－３０４２８９号公報）には、微小な欠陥を検出するために試料表面上に数十 μm に集光したレーザビームを照射して、欠陥からの散乱光を集光・検出し、数十 nm から数 μm 以上の寸法の欠陥を検査する検査装置が開示されており、特許文献２（特開２００６－２０１１７９号公報）には、欠陥からの散乱光の高角度に出射する成分と低角度に出射する成分を検出しその比によって欠陥を分類する検査装置が開示されている。

[0004] また、特許文献３（特開２００８－３２６００号公報）には、「試料の表面から発生する散乱光に基づく検出信号を設定の条件にしたがって合成する信号合成部と、この信号合成部による検出信号の合成条件を設定する条件設定部と、この条件設定部により設定された条件にしたがって信号合成部で合成された合成信号を基に構築された合成試料像を表示する表示部とを備えた外観検査装置」が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開平９－３０４２８９号公報

特許文献２：特開２００６－２０１１７９号公報

特許文献３：特開２００８－３２６００号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 回路パターンの微細化に伴い、回路パターン形成前の鏡面ウェーハにおいても検出すべき欠陥は微細なものとなり、様々な形状の欠陥を高感度に検出することが望まれている。従来は、欠陥形状やサイズの違いにより特性の異なる散乱光分布を広く捕らえるため、異なる角度・位置に存在する複数の検出器を配し、検出信号を任意の条件により統合し、その信号強度をしきい値処理することで欠陥の検出を行っていた。

[0007] しかし、様々な形状の欠陥を高感度に検出しようとした場合、特許文献3に開示されているような単一の統合条件においては、複数の欠陥種を同時に検出することは困難である。一方、各検出器から得られる信号を統合せず、多次元の特徴量として扱うことにより、複数の欠陥を検出することが可能となるが、試料上の欠陥とノイズの判別のための境界しきい値計算など信号処理にかかる計算コストは検出器の増加とともに増大してしまう問題が発生する。

課題を解決するための手段

[0008] 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) 被検査対象物に照明光を照射する照明光学部と、前記照明光学部により照射され該被検査対象物から該被検査対象物の表面に対してそれぞれ異なる方位角方向および仰角方向に散乱する散乱光をそれぞれ検出する複数の検出器を備えた検出光学部と、前記複数の検出器により検出した該被検査対象物からの散乱光に基づく複数の信号のそれぞれについて、ゲイン調整および閾値判別に基づく欠陥判別を並列に行い、前記ゲイン調整および欠陥判別された結果に基づき欠陥を抽出する信号処理部と、を有する欠陥検査装置である。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、試料表面に存在する微小な欠陥を高感度に検査する欠陥検査装置および欠陥検査方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明に係る欠陥検査装置の実施例の構成図である。

[図2]試料の走査方法を示す模式図である。

[図3(a)]本発明に係る欠陥検査装置の実施例の検出部の一例を示す構成図である。

[図3(b)]本発明に係る欠陥検査装置の実施例の検出部の変形例を示す構成図である。

[図3(c)]本発明に係る欠陥検査装置の実施例の検出部の変形例を示す構成図である。

[図3(d)]本発明に係る欠陥検査装置の実施例の検出部の変形例を示す構成図である。

[図4(a)]本発明に係る欠陥検査装置の実施例の検出部の配置を示す模式図である。

[図4(b-1)]本発明に係る欠陥検査装置の実施例の検出部の配置を示す模式図である。

[図4(b-2)]本発明に係る欠陥検査装置の実施例の検出部の配置を示す模式図である。

[図4(c-1)]欠陥種Aの散乱光分布である。

[図4(c-2)]欠陥種Bの散乱光分布である。

[図4(c-3)]欠陥種Cの散乱光分布である。

[図5]本発明に係る欠陥検査装置の実施例の信号処理部の構成図である。

[図6]本発明に係る欠陥検査装置の実施例の信号統合部と欠陥判別部の詳細を示す構成図である。

[図7(a)]高角度および低角度の検出器の配置図である。

[図7(b-1)]欠陥種Aの散乱光分布である。

[図7(b-2)]欠陥種Bの散乱光分布である。

[図7(c)] 本発明に係る欠陥検査装置の実施例の信号統合部における特徴空間の説明図である。

[図8] 本発明に係る欠陥検査装置の欠陥検出処理の流れを示すブロック図である。

[図9] 本発明に係る欠陥検査装置による欠陥検出結果の表示方法の説明図である。

[図10] シミュレータによるゲイン調整パラメータ設定部の構成図である。

[図11] ゲイン調整パラメータ設定のためのシミュレータ表示方法の説明図である。

[図12] 後処理システムの構成図である。

[図13] ゲイン調整パラメータ設定方法の概念図である。

[図14] 後処理システムの表示方法の説明図である。

[図15] 欠陥分類を実施する構成の概略の構成図である。

[図16] 欠陥分類のためのLUTの説明図である。

[図17] 楕円超球に基づくしきい値を表す概念図である。

[図18] 信号処理部の構成を表す構成図である。

[図19] 判定基準との比較を表す概念図である。

発明を実施するための形態

実施例 1

[0011] 本発明に係る欠陥検査装置の実施形態の一例を図1で説明する。図1記載の欠陥検査装置は、照明部101、検出部102（102a、102b、102c）、試料1を載置可能なステージ103、信号処理部50、全体制御部53、表示部54および入力部55を備えて構成される。ここで正反射検出部104は、大面積欠陥検査あるいは試料表面計測などの目的で必要に応じて設置される。

[0012] 照明部101は、レーザ光源2、アッテネータ3、偏光素子4、ビームエキスパンダ7、照度分布制御素子5、反射ミラーm、集光レンズ6を備えて構成される。レーザ光源2から射出されたレーザ光は、アッテネータ3で所

望のビーム強度に調整され、偏光素子 4 で所望の偏光状態に調整され、ビームエキスパンダ 7 で所望のビーム径に調整され、反射ミラー m および集光レンズ 6 を介して、試料 1 の被検査領域に照明される。照度分布制御素子 5 は、試料 1 上における照明の強度分布を制御するために用いられる。図 1 では照明部 101 が試料 1 の法線に対して傾斜した斜方から光を照射する構成を示したが、試料 1 の表面に対して垂直に光を照射することを可能とする図 1 に図示しない別の照明光路を有していてもよい。照明光路は切替えることが可能である。

[0013] レーザ光源 2 としては、試料表面近傍の微小な欠陥を検出するには、試料内部に浸透しづらい波長として、短波長の紫外または真空紫外のレーザビームを発振し、かつ出力 1 W 以上の高出力のものが用いられる。試料内部の欠陥を検出するには、試料内部に浸透しやすい波長として、可視あるいは赤外のレーザビームを発振するものが用いられる。

[0014] ステージ 103 は、並進ステージ 11、回転ステージ 10、Z ステージ（図示せず）とを備えて構成される。

[0015] 図 2 は、試料の走査方法を示す模式図である。試料 1 上の照明領域（照明スポット 20）と、回転ステージ 10 および並進ステージ 11 の運動による走査方向との関係、および、それにより試料 1 上に描かれる照野 20 の軌跡を示す。図 2 では、照明部 101 における照度分布制御あるいは斜方からの照明によって、一方向に長くそれに直交する方向に短い楕円形状（線状）に形成された照野（線状照明）20 の形状を示す。照野 20 は、回転ステージ 10 の回転運動によって、回転ステージ 10 の回転軸を中心とした円の円周方向 S1 に、並進ステージ 11 の並進運動によって、並進ステージ 11 の並進方向 S2 に走査される。照明スポット 20 の長手方向が走査方向 S2 と平行となり、かつ走査方向 S2 の走査によって回転ステージ 10 の回転軸を照明スポット 20 が通過するように、照明部 101 が構成される。Z ステージの移動は、試料 1 の高さ、すなわち試料 1 表面の法線方向の移動に対応する。

[0016] 以上の構成において、走査方向S1の走査により試料を1回転する間に、走査方向S2の走査を照明スポット20の長手方向の長さ以下の距離だけ行うことにより、照明スポットがらせん状の軌跡Tを描き、試料1の全面が走査される。

[0017] 図1の検出部102a、102b、および102cは、試料の表面に対して互いに異なる方位角、角度（仰角）に発生する散乱光を集光して検出するように構成される。

[0018] 図3（a）～図3（d）は、本発明に係る欠陥検査装置の実施例の検出部の一例を示す構成図である。図1に示した検出部102aの具体的構成を示す。

ここで、検出部102b、102cの構成要素は検出部102aと共通するため説明を省略する。また、図1には記載していないが、図4を用いて後述するように、広い角度範囲の散乱光を検出するため、検出部102a、102b、102c以外にも、試料の表面に対して互いに検出方向の異なる複数の検出部が配置されていてもよい。

[0019] 図3（a）に示す検出部102aは、集光系8、偏光フィルタ13、およびセンサ9を有して構成される。集光系8により、照明スポット20の像がセンサ9の受光面あるいはその近傍に結像される。結像位置に適当な径の視野絞り（図示せず）を設置することで、照明スポット以外の位置から発生する背景光を除去、低減することができる。偏光フィルタ13は結像系（集光系）8の光軸上へ着脱および検光方位の回転が可能であり、ノイズ要因となる試料のラフネス等による散乱光成分を低減する目的で用いる。

偏光フィルタ13として、紫外光等の短波長においても透過率、消光比の高いワイヤグリッド偏光板、あるいは偏光ビームスプリッタが用いられる。ワイヤグリッド偏光板として、アルミニウムや銀などの金属の薄膜を縞上に微細加工した構造のものがある。

微弱な異物散乱光の検出を可能にするため、センサ9として、光電子増倍管、アバランシェフォトダイオード、イメージンテンシファイアと結合

した半導体光検出器などを用いる。高感度、高精度を実現するための光電子増倍管としては、量子効率の高いウルトラバイアルカリ型あるいはスーパーバイアルカリ型のものが望ましい。

[0020] 図3(b)に、集光系を楕円面鏡による反射光学系により構成した例を示す。集光系701は楕円の第一焦点位置を照明光の照射位置とし、第二焦点位置をセンサ9bの受光面に配置する。集光系701はウェーハ面に対して浅い角度を含む高NAをもって散乱光を集光しセンサに導くのに適する。これに加え、集光系8およびセンサ9aを備えてなる上方散乱光を検出する検出部を有し、複数の方向の散乱光を同時に検出することが可能な構成である。

[0021] 図3(c)は、複数の方向から散乱光を集光し、イメージセンサに結像する検出部の構成例である。方位あるいは仰角の異なる複数の方向の散乱光を、集光結像系88a、88b、88cにより、イメージセンサ99a、99b、99c上に結像する構成である。試料表面の散乱光を画像として検出し画像処理を行うことで、回路パターンが形成された半導体ウェーハやマスクなどにおいて回路パターンに生じた欠陥を検出することが可能であるため、パターンの形成された試料の検査に有効である。

イメージセンサとしては、CCDやCMOSで構成されたりニアアレイセンサや二次元アレイセンサ、あるいはイメージインテンシファイアをこれらと結合した高感度なイメージセンサ、あるいはマルチアノード光電子増倍管が用いられる。

[0022] 図3(d)は、シュバルツシルト光学系による反射光学系を用いた構成例である。波長200nm以下の短波長で照明する場合に散乱光をセンサ9に結像するのに適する。

[0023] 次に、検出部102a、102b、102cによって検出される散乱光の角度成分の関係を図4(a)、図4(b-1)、図4(b-2)を用いて示す。

図4(a)は、本発明に係る欠陥検査装置の実施例の検出部の配置を示

す模式図である。図4（a）は、赤道面が試料表面に対応し、試料表面の法線方向を天頂とする半球を示す。走査方向S2を基準とする方位角（経度）を ϕ 、天頂からの角度を θ とする。検出部102a、102b等によって検出される角度範囲は、半球上の領域Rによって示され、これを赤道面に平行な面に平行投影して表示したのが図4（b-1）、図4（b-2）である。

[0024] 図4（b-1）、図4（b-2）は、検出部102a、102b等による検出角度範囲を斜線の網掛けで表示している。図4（b-1）（b-2）のように、検出部を複数備えて、広い角度範囲をカバーすることで、様々な種類の欠陥を検出することが可能である。また、欠陥種や欠陥寸法によって、欠陥散乱光の角度分布が異なるため、様々な角度の散乱光強度を複数の検出系によって同時に検出し、後述する信号処理部によって処理することで、欠陥種の分類や欠陥寸法の推定を高精度で行うことが可能である。

図4（b-1）は微小寸法から大寸法の異物を検査するのに適した検出系配置の一例である。微小異物の散乱光は、P偏光照明を行った場合には、試料の表面に対して低角度の仰角方向に強く出る。低角度散乱光成分を全方位に渡って検出することで、ごく微小な欠陥の検出が可能である。さらに、高仰角に出る散乱光成分を検出することで、高角度の散乱光が強く出る結晶欠陥（COP: Crystal Originated Particle）等のへこみ欠陥も高感度に検査することができる。さらに、 θ 方向および ϕ 方向それぞれに複数の検出器を配置することで、欠陥によって異なる散乱光分布の特徴を捉えることが可能である。

図4（b-2）は、試料の表面に対して低角度の仰角方向にて全方位検出を行う検出部および試料法線方向の散乱光を検出する検出部を設置した例である。集光系8として、図3（b）に示したように、照明スポット位置を片側の焦点とする楕円面鏡を用いることで、特定の θ 角度範囲の全方位の散乱光を集光することが可能となる。さらに集光系光路中に空間フィルタ手段あるいは光路分岐手段を設置し、対応する複数の検出器を設置することで、複数の方位の散乱光を一括検出することが可能である。いずれの構成でも、

広い角度範囲の散乱光を捉えることで、欠陥によって出る方向が異なる散乱光を検出し、多種の欠陥をロバストに検出することができる。

[0025] 図4(c-1)～図4(c-3)は、各照明条件に対応する欠陥の連続的な散乱光分布の例を図4(a)に示した角度の表記方法で表示したものであり、図4(c-1)～(c-3)はそれぞれ欠陥種A、B、Cの散乱光分布を示す。ここでは、欠陥種毎に散乱光分布が異なっており、色が濃いほど散乱強度が弱いことを示す。

[0026] 次に、本発明に係る欠陥検査装置の実施例の欠陥判定部（信号処理部）50の構成を説明する。

図5は、本発明に係る欠陥検査装置の実施例の信号処理部の構成図である。検出器102から得た検出信号 $s_1 \sim s_n$ を入力する検出信号入力部501と、少なくとも1つの信号統合ユニット $G_1 \sim G_m$ を備えた信号統合部502と、各信号統合ユニット $G_1 \sim G_m$ から出力された信号503($F_1 \sim F_m$)が入力される欠陥判別ユニット $D_1 \sim D_m$ を備えた欠陥判別部504と、欠陥判別部504で検出された欠陥を統合する結果統合部505と、結果統合部505で統合された結果を全体制御部53へ出力する欠陥出力部（欠陥出力部）506とを備えてなる。

[0027] 信号統合ユニット $G_1 \sim G_m$ は、試料の表面に対して異なる方位角、仰角（角度）に発生する散乱光を集光して検出した入力信号 $s_1 \sim s_n$ に対し、任意のゲイン値に基づいてゲイン調整を施し、統合された信号 $F_1 \sim F_m$ を出力するが、信号統合ユニット $G_1 \sim G_m$ はそれぞれ異なるゲイン調整比率のゲイン調整パラメータセット508によりゲイン調整が実施される。ここで、ゲイン調整パラメータセット508のパラメータはライブラリ507により設定される。また、信号統合ユニット $G_1 \sim G_m$ による信号統合は並列処理されることが望ましい。検出信号 $S_1 \sim S_n$ に対する信号統合を並列処理することで、処理時間の増大を防ぎ、低スループットを実現することができる。

本発明では、異物やスクラッチといった散乱光特性が異なる欠陥から検

出された信号に対し、異なる検出特性を持つ信号統合ユニット $G_1 \sim G_m$ により信号統合を実施すること

で、どの欠陥種に対しても高感度に検出することが可能となる。

例えば、信号統合ユニット G_1 は試料表面に対して低角度の仰角方向の信号に高感度で、信号統合ユニット G_2 は高角度の信号に高感度であったとする。図 4 (c-1) で説明した欠陥種 A からの入力信号に対し、信号統合ユニット G_1 で統合した場合、高感度検出ができるが、信号統合ユニット G_2 では高感度に検出ができない。一方、図 4 (c-2) の欠陥種 B は信号統合ユニット G_2 で高感度検出ができるといったように、異なる検出特性を持つ信号統合ユニットを複数備えることで、複数の欠陥種に対し、それぞれ高感度に検出することが可能となる。

[0028] しかし、予め試料上にどの欠陥種が存在するかを知ることは困難であるため、本発明では信号統合ユニット $G_1 \sim G_m$ を同時並列に処理することとし、これによりすべての欠陥種に対応した欠陥判定を実現している。

[0029] 信号統合部 502 から出力された信号 503 ($F_1 \sim F_m$) に対して欠陥判別部 504 ではしきい値処理により欠陥判別を実施し、欠陥か非欠陥かの 2 値の結果を出力する。また、結果統合部 505 では、欠陥判別部 504 の備える複数の欠陥判別ユニット $D_1 \sim D_m$ より出力された 2 値の結果を統合し、検出信号が欠陥であるかどうかを判定する。検出結果の統合に論理和を用いることで、少なくとも一つの信号統合ユニットにて統合された信号から欠陥が検出されれば、欠陥と判定することができるようになり、欠陥の見落としを防止することができる。

また、図 5 に示すように、信号統合ユニット $G_1 \sim G_m$ や欠陥判別ユニット $D_1 \sim D_m$ などの各ユニットでの欠陥検出処理を並列に実施することにより、スループットを低下させることなく高感度化を実現することができる。

また、ここで説明した入力信号 $s_1 \sim s_n$ は方位・仰角の異なる検出器から得られた検出信号強度としたが、信号強度の代わりに入力信号強度から

抽出した特徴量を入力信号として扱っても良い。さらに、入力される各信号は試料上の各位置におけるばらつきや検出器間のばらつきを含んでいるため、入力の前段階で正規化や白色化を実施しても良い。正規化や白色化を実施すると、検出信号のノイズ成分が低減され、より高精度な欠陥検査を実現することができる。

[0030] 図6は、本発明に係る欠陥検査装置の実施例の信号統合部502と欠陥判別部（欠陥弁別部）504の詳細を示す構成図である。ここでは、一つの信号統合ユニット G_i （502-i）と欠陥判別ユニット D_i （504-i）に注目して説明する。

[0031] 信号統合ユニット G_i は、信号入力部 $s_1 \sim s_n$ （501）からの入力信号に対して、パラメータ $w_{i1} \sim w_{in}$ によるゲイン調整をするゲイン調整部511と、ゲイン調整された信号を統合し、統合信号 F_i （503-i）を出力する信号統合部512とを備えて構成される。ゲイン調整部511において、ゲイン調整パラメータ $w_{i1} \sim w_{in}$ はライブラリ507に予め格納されたゲイン調整パラメータセット508を参照しても良い。信号統合部512では、ゲイン調整された信号をある関数 $J_i(s)$ にて1次元のスカラー量へ統合し、統合信号 $F_i = J_i(s)$ を出力する。この統合関数 J_i は、次式のような線形結合関数としても良い。

$$[0032] \quad J_i(s) = w_{i1} * s_1 + w_{i2} * s_2 + \dots + w_{in} * s_n$$

ゲイン調整部511では入力信号 $s_1 \sim s_n$ に対してゲイン調整を実施するのだが、図4（c-1）の欠陥種Aのように低仰角の検出器からの信号が高い値となっている散乱光分布の場合、低仰角に位置する検出器からの入力信号を s_L 、高仰角に位置する検出器からの入力信号を s_H とすると、この欠陥種Aに対して高感度に検出を行いたい場合には、下記のようにゲイン調整パラメータを設定すれば良い。

$$[0033] \quad J(s) = w_L * s_L + w_H * s_H \quad (\text{但し、} w_L > w_H)$$

さらに、粒状異物のように各検出仰角において等方的な散乱光分布となる場合、各仰角の検出信号に対するゲイン調整パラメータを $s_{L1} = s_{L2} =$

・・・＝ $s_L n$ とすることで、高感度に欠陥検出が可能となる。

また、他の凹状の欠陥などを検査する場合においても、散乱光特性に基づいたゲイン調整パラメータを設定することで、高感度に欠陥検出することが可能となる。

このように、複数の入力信号 $s_1 \sim s_n$ である多次元データに対して、1次元の信号へ統合をすることにより、欠陥判別部では単純なしきい値処理のみによる欠陥判別を実現できるため、高速に処理を実施することが可能となる。

[0034] 次に欠陥判別ユニット D_i (504-i) では、信号統合ユニット G_i より出力された統合信号 F_i (503-i) と、しきい値設定部 508 より入力されたしきい値 TH_i (510-i) により欠陥判別を行い、欠陥かどうかの2値の出力信号を結果統合部 505 へ出力する。

欠陥判別ユニット D_i へ入力される統合信号 F_i は、信号統合ユニット G_i 毎に異なる結合関数により統合されているため、ノイズと欠陥の信号強度は一定とならないため、欠陥判別ユニット D_i 毎に異なるしきい値による判別処理を実施する必要がある。しきい値設定部 508 において、ユニット毎に個別のしきい値を設定する方法として、ユニット毎に異なる固定しきい値や、正反射検出部 104 にて検出した $H A Z E$ 強度から推定したノイズ強度に基づくしきい値を設定とすることができる。

また、ユーザ指定の値を用いても良い。また、信号統合ユニットへの入力として正規化された信号を用いる場合、ユニット毎に一定のしきい値を設定することもできる。

[0035] 図7(a)～(c)は、信号統合の一例を示す図である。図7(a)は高角度および低角度の検出器の配置図であり、図7(b-1)(b-2)は欠陥種AおよびBの散乱光分布であり、図7(c)は本発明に係る欠陥検査装置の実施例の信号統合部における特徴空間の説明図である。

図7(a)に示すように、高仰角の検出器、低仰角の検出器からの入力信号である検出信号をそれぞれ s_1 、 s_2 とし、2次元(2つの検出器)の

入力とする。また、検出欠陥は、低角度 s_2 の散乱光が強く検出される図 7 (b-1) の欠陥種 A と、高角度 s_1 の散乱光が強く検出される図 7 (b-2) の欠陥種 B とする。信号統合ユニットは、 s_2 のゲインを強くする G_A と、 s_1 のゲインを強くする G_B を設定する。欠陥判別ユニット G_A 、 G_B では、ノイズと欠陥とを分けるようにしきい値 A、しきい値 B を設定する。統合関数 J_A により統合された信号 F_A は欠陥種 A を高感度に検出でき、統合関数 J_B により統合された信号 F_B は欠陥種 B を高感度に検出することが可能となる。

ここで示した二つの統合信号 F_A 、 F_B における欠陥判別結果の論理和を求めることで、2つの欠陥種を網羅的に検出することが可能となる。また、ここでは2つの検出器による例を示したが、検出器の増加に伴い、より高い感度での欠陥検査が期待できる。

[0036] 図 8 は、本発明に係る欠陥検査装置の欠陥検出処理の流れを示すブロック図である。

照明部 101 およびステージ 103 等により検査対象の試料 1 上を走査 (801) し、複数の検出器 (検出部 102) により散乱光信号を取得する (802)。ライブラリ 507 よりゲイン調整パラメータセット 508 (ゲイン調整パラメータ) を呼び出し (809)、信号統合部 502 にて取得した散乱光信号 (検出信号 501) に対しゲイン調整を実施する (803)。その後、ゲイン調整された信号 503 に対し欠陥判別部 504 で信号統合を実施する (804)。次に、しきい値設定部 509 によりしきい値 510 を設定 (810) し、統合された信号に対して欠陥判別部 504 で欠陥とノイズを判別する (805)。ここで、803~805 の処理は、異なるゲイン調整パラメータにより並列に処理され、複数の欠陥判別結果が出力される。得られた複数の判別結果を結果統合部 505 にて統合 (806) し、結果出力部 506 にて欠陥の有無を判定、結果として出力する。

[0037] 図 9 は、本発明に係る欠陥検査装置による欠陥検出結果の表示方法の説明図である。図 9 は結果出力のための GUI の一例を示す。

G U I 画面上には、各欠陥判別ユニット D 1 ~ D m (ここでは m = 3) から出力された検出欠陥分布 9 0 1 - (A) ~ 9 0 1 - (C) と結果統合部から出力された検出欠陥分布 9 0 1 - (D) とを表示する検出欠陥分布表示部 9 0 1 と、検査にて設定されたゲイン調整パラメータを表示する設定パラメータ表示部 (ゲイン調整パラメータ表示部) 9 0 2 と、検出欠陥分布 9 0 1 より選択した欠陥の詳細を示す選択欠陥情報表示部 9 0 3 が示されている。ゲイン調整パラメータ表示部 9 0 2 では、欠陥統合ユニット毎に設定されるゲイン調整パラメータとしきい値とが表示される。検出欠陥分布 9 0 1 から、ユーザが確認したい欠陥を選択すると、選択欠陥情報表示部 9 0 3 では信号統合ユニット毎の信号強度、ウェイト、統合信号などが表示され、各ユニットでの検出・非検出を確認することができる。図 9 の例では、選択した欠陥は欠陥判別ユニット D B、D C からは検出されるが、欠陥判別ユニット D A からは検出されないことを表している。

[0038] ここで、各ユニットのゲイン調整パラメータを格納する L U T (L o o k U P T A B L E) の作成について説明する。事前に代表的な欠陥種について、散乱光分布特性をシミュレーションにより計算し、それに基づき最適なゲイン調整パラメータを決定する。

図 1 0 は、シミュレータによるゲイン調整パラメータ設定部の構成図である。図 1 0 を用いてゲイン調整パラメータセットを決定するまでの流れを説明する。

[0039] シミュレータ 1 0 0 2 への入力 1 0 0 1 には、検出したい欠陥情報や検査装置の光学条件などから構成され、欠陥情報には欠陥の形状、材質、寸法、製造工程などが含まれており、光学条件には、装置が備える照明条件や検出条件などが含まれている。様々な光学条件を想定するため、光学条件を複数入力しても良い。

シミュレータ 1 0 0 2 では入力 1 0 0 1 を基に、欠陥種毎の散乱光モデル 1 0 0 3 を求め、ゲイン調整パラメータ計算部 1 0 0 4 へ入力する。シミュレータ 1 0 0 2 のシミュレーション手法としては、F E M 法、F D T D 法

、D D A法あるいはB V法を計算プログラムとして実装したものがあり、これらの手法のうち複数あるいはいずれか一つがシミュレータに搭載される。複数搭載された場合は、計算対象に応じて適切な手法、例えば基板上球状粒子はB V法、基板上あるいは基板内部の孤立欠陥であればD D A法、より複雑な形状の欠陥やパターン欠陥であればF E M法やF D T D法、が選択される。

ゲイン調整パラメータ計算部1004では、散乱光分布モデル1003から、各方位の検出系にて検出される信号強度推定値 s' を算出した後、ゲイン調整パラメータ w_i （ゲイン調整パラメータセット）を作成する。ゲイン調整パラメータ w_i は信号強度推定値 s' の値をそのまま使っても良いし、次式のように特定の倍率 α をかけた値としても良い。

[0040] $w_i = \alpha * s_i'$

ゲイン調整パラメータ計算部1004では、入力した全ての欠陥種に対応するゲイン調整パラメータセット1005を計算し、ライブラリ507へ格納する。

[0041] 図11は、ゲイン調整パラメータ設定のためのシミュレータ表示方法の説明図である。図11は、ゲイン調整パラメータ設定のためのG U Iの一例である。

ユーザは、装置の光学条件に合わせて、照明・検出系の光学条件である検査条件1101を入力し、さらに検査対象として、装置が保持する工程選択肢の中から対象工程を選択し入力することが可能である。工程は、散乱光分布ライブラリの欠陥データの基板の情報（膜構造、膜種、膜厚）と対応付けられている。図示していないが、試料表面の膜構造、膜種、屈折率、膜厚を直接選択および設定することも可能である。照明条件や検出条件など、装置が備える光学条件（検査条件）1101と検査工程、検出したい欠陥種、サイズなどの検査対象1102を設定すると、前述のシミュレーションにより各検出器の検出信号推定値 s' が求められ、それに基づき最適なゲイン調整パラメータセットが計算され、表示される。

[0042] 上記実施例では、ライブラリへ登録するゲイン調整パラメータをシミュレーションにより求める方法について説明したが、ここでは、後処理システムにより最適なゲイン調整パラメータを算出し、それをライブラリへ登録する方法についての実施例を示す。

図 1 2 は後処理システムの構成図、図 1 3 はゲイン調整パラメータ設定方法の概念図である。

図 1 2 の後処理システム 1 2 0 0 は、欠陥グルーピング部 1 2 0 1、ゲイン調整パラメータ計算部 1 2 0 2 とを備えて構成される。

まず、欠陥判定部 5 0 にて欠陥検出を実施する。後処理システムによりゲイン調整パラメータを決定する場合、多くの欠陥を検出するように、低いしきい値による検査を実施する。さらに、欠陥判定部 5 0 から全体制御部 5 3 へ検出結果の他、信号統合を実施する前の検出信号も併せて出力する。後処理システム 1 2 0 0 は、全体制御部 5 3 より各検出器からの欠陥検出信号 $s_1 \sim s_n$ を受け取り、欠陥グルーピング部 1 2 0 1 にて欠陥種のグループ分けを実施する。グループ分けの方法として、SEMなどのレビュー結果に基づき教示を実施しても良いし、得られた欠陥分布に対しクラスタリングを施しても良い。教示を実施する場合、グルーピングの前段階として、欠陥点を絞り込むためのサンプリングが必要となる。ゲイン調整パラメータ計算部 1 2 0 2 では、グループ分けされた欠陥点を基に、ゲイン調整パラメータを計算する。ゲイン調整パラメータの計算方法として、例えば図 1 3 に示すように、各グループの代表点 p を算出し、代表点を通るようにパラメータ設定する。グループの代表点として、グループの重心や中央値としても良い。

[0043] 図 1 4 は、後処理システムの表示方法の説明図である。図 1 4 ではグルーピングのために教示を実施する場合の GUI の一例を示す。

検出された欠陥分布から未教示の欠陥を選択し、欠陥形状、強度分布、信号強度などに基づき、欠陥種を選択する。教示済みの欠陥を基にゲイン調整パラメータを逐次計算し表示する。図 1 2 記載のゲイン調整パラメータ計算部 1 2 0 2 で計算されたゲイン調整パラメータはライブラリ 5 0 7 へ格納

される。

[0044] 上記実施例では、既知の種類欠陥と散乱光分布特性の関係をシミュレーションを利用して求め、その関係からゲイン調整パラメータを算出する方法について述べたが、ここでは、検出された欠陥が未知であった場合、その散乱光分布特性から欠陥種を特定する方法について述べる。

[0045] 図15は欠陥分類を実施する構成の概略の構成図であり、図16は欠陥分類のためのLUTの説明図である。図15および図16を用いて、検出された欠陥とゲイン調整パラメータとの関係を表すLUTを用いて分類を実施する方法を説明する。

上記実施例と同様に、信号統合部502と欠陥判別部504により欠陥を検出する。上記実施例では各々のユニットから検出された欠陥の論理和を求めたが、ここでは論理和を求めず、欠陥判別ユニット（検出ユニット）と欠陥種との関係を表すLUT511を用いて欠陥種を特定する。各欠陥判別ユニットの出力と欠陥種の対応を表すLUTの一例を図16に示す。図16は欠陥判別ユニットDAのみで検出された欠陥を欠陥種A、欠陥判別DBとDCで検出された欠陥を欠陥種Bと分類するようなLUTである。

前述の通り、ゲイン調整パラメータは特定の散乱光特性を持つ欠陥種を高感度に検出できるように設計されているため、その対応関係を利用することで、欠陥種が未知の欠陥に対して分類を実施することが可能となる。

一般的な欠陥分類では、入力信号から抽出した複数の特徴量によって作られる多次元特徴空間上に分布する欠陥点群に対し、特定の識別アルゴリズムを用いて欠陥分類を実施しているが、一般的な分類アルゴリズムでは欠陥種を分離する境界を決定するため、多数のパターンによる学習が必要となる。上記実施例において、分類アルゴリズムを適用させる場合、学習パターンとして、複数の欠陥に対し、欠陥種と散乱光特性を調べる必要があり、識別のための計算コストも必要となる。それに対し、本発明により欠陥分類を実施する場合、すでに計算済みのゲイン調整パラメータとの対応関係を表すLUTにより簡便かつ高速に欠陥分類を実現することが可能となる。

[0046] 上記実施例では、特性の異なる欠陥の検出方法として、各検出信号に対し、異なる複数のパラメータによりゲイン調整し、統合した信号に対して超平面によりノイズと欠陥の判別を行ったが、ここでは、ノイズと欠陥の判別を楕円超球により行い、角度に基づき欠陥分類を実施する。

[0047] ノイズ強度を n 次元正規分布と仮定すると、ノイズと欠陥との判別境界 E は n 次元楕円超球で表すことができる。以下に判別境界の式を示す。

$$[0048] \quad E(s) = s_1^2 / T_1^2 + s_2^2 / T_2^2 + \dots + s_n^2 / T_n^2$$

ここで、 T_i は正反射検出部 104 にて検出した HAZE 強度から推定したノイズ強度に基づく値として設定され、下記の式を用いて求めることができる。

$$[0049] \quad T_i = \sqrt{HAZE_i}$$

このとき、 $E(s) < 1$ ならノイズ、 $E(s) > 1$ なら欠陥と判定することができる。

[0050] 図 17 は、楕円超球に基づくしきい値を表す概念図である。図 17 は特徴空間を二次元としたときの判別境界 E を示す。 n 次元楕円超球しきい値による欠陥判別は、上記実施例におけるゲイン調整パラメータのセットを無限個用いて欠陥判別することと同じ結果となる。

[0051] 上記実施例では、入力された検出信号を基にノイズと欠陥との境界を決定したが、ここでは、あらかじめ決められた判定基準に対して入力信号を照合し、ノイズと欠陥とを判別する方法について述べる。

[0052] 図 18 は、信号処理部の構成を表す構成図である。図 18 を用いて本実施例の別の形態について説明する。

検出器 102 から得た検出信号 $s_1 \sim s_n$ を入力とする信号入力部 501 と、ノイズ・欠陥を決定する比較照合部 511、結果を出力する結果出力部 506、比較照合部 511 への入力である判定基準を格納するライブラリ 512 からなる。比較照合部 511 では、 n 次元特徴空間において入力信号 $s_1 \sim s_n$ と、予め格納しておいた判定基準との比較照合を行い、ノイズと

欠陥の判別を行う。

照合方法として、あらかじめユーザ教示により与えられた数点のノイズ・欠陥点に対し、新たに入力された点がノイズか欠陥のどちらに属するのかを最近傍則によって求める方法や、ニューラルネットワークに基づく判定基準を用いる方法、サポートベクターマシンによる方法などがある。また、上記実施例と同様に、入力信号は散乱光強度を表す検出信号値を直接使用しても良いし、検出信号から抽出された特徴量を利用しても良い。

[0053] 図19は、判定基準との比較を表す概念図である。図19を用いて入力信号を二次元としたときの特徴空間の例を示す。あらかじめ計算され、ライブラリに格納されていた境界1901に対し、入力信号1902、1903を比較し、ノイズか欠陥かを判定する。この場合、入力1902は欠陥、1903はノイズと判定される。

符号の説明

[0054] 1 ウェーハ、2 レーザ光源、3 アッテネータ、4 偏光素子、5 照度分布制御素子、6 集光レンズ、7 ビームエキスパンダ、8 集光系、9 センサ、10 並進ステージ、11 回転ステージ、13 偏光フィルタ、14 コントローラ、15 遮光シャッタ、16 シャッタコントローラ、20 照明スポット、50 欠陥判定部、51 特徴量抽出部、53 全体制御部、54 表示部、55 入力部、101 照明部、102a 検出部、102b 検出部、102c 検出部、104 正反射検出部、501 検出信号入力部、502 信号統合部、503 信号、504 欠陥判別部、505 結果統合部、506 結果出力部、507 パラメータ格納ライブラリ、508 ゲイン調整パラメータ読み出し部、509 しきい値設定部、510 しきい読み出し部、511 比較照合部、512 判定基準格納ライブラリ

請求の範囲

- [請求項1] 被検査対象物に照明光を照射する照明光学部と、
前記照明光学部により照射され該被検査対象物から該被検査対象物の表面に対してそれぞれ異なる方位角方向および仰角方向に散乱する散乱光をそれぞれ検出する複数の検出器を備えた検出光学部と、
前記複数の検出器により検出した該被検査対象物からの散乱光に基づく複数の信号のそれぞれについて、ゲイン調整および閾値判別に基づく欠陥判別を並列に行い、前記ゲイン調整および欠陥判別された結果に基づき欠陥を抽出する信号処理部と、
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、
前記信号処理部は、前記複数の検出器により検出した該被検査対象物からの散乱光に基づく複数の信号のそれぞれについて、ゲイン調整を並列に行う信号統合部と、前記信号統合部においてゲイン調整された複数の信号のそれぞれについて、予め定めた閾値に基づき並列に欠陥判別を行う欠陥判別部と、前記欠陥判別部により欠陥判別された結果を統合して欠陥を抽出する結果統合部と、を備えることを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項3] 請求項2記載の欠陥検査装置であって、
前記信号統合部は、前記複数の検出器により検出した該被検査対象物からの散乱光に基づく複数の信号のそれぞれについてゲイン調整を行う複数の信号統合ユニットを備え、
前記欠陥判定部は、前記信号統合部においてゲイン調整された複数の信号のそれぞれについて、予め定めた閾値に基づき欠陥判別を行う複数の欠陥判定ユニットを備え、
前記複数の信号統合ユニットは、それぞれ異なる値のゲイン値によりゲイン調整を行うことを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項4] 請求項3記載の欠陥検査装置であって、

前記複数の欠陥判定ユニットでは、それぞれ異なる欠陥種の欠陥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3記載の欠陥検査装置であって、
前記複数の信号統合ユニットのゲイン値は、ゲイン調整パラメータセットで設定された値に基づき決定されることを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項6] 請求項3記載の欠陥検査装置であって、
前記複数の欠陥判定ユニットの閾値は、閾値設定部により予め定められることを特徴とする欠陥検査装置。

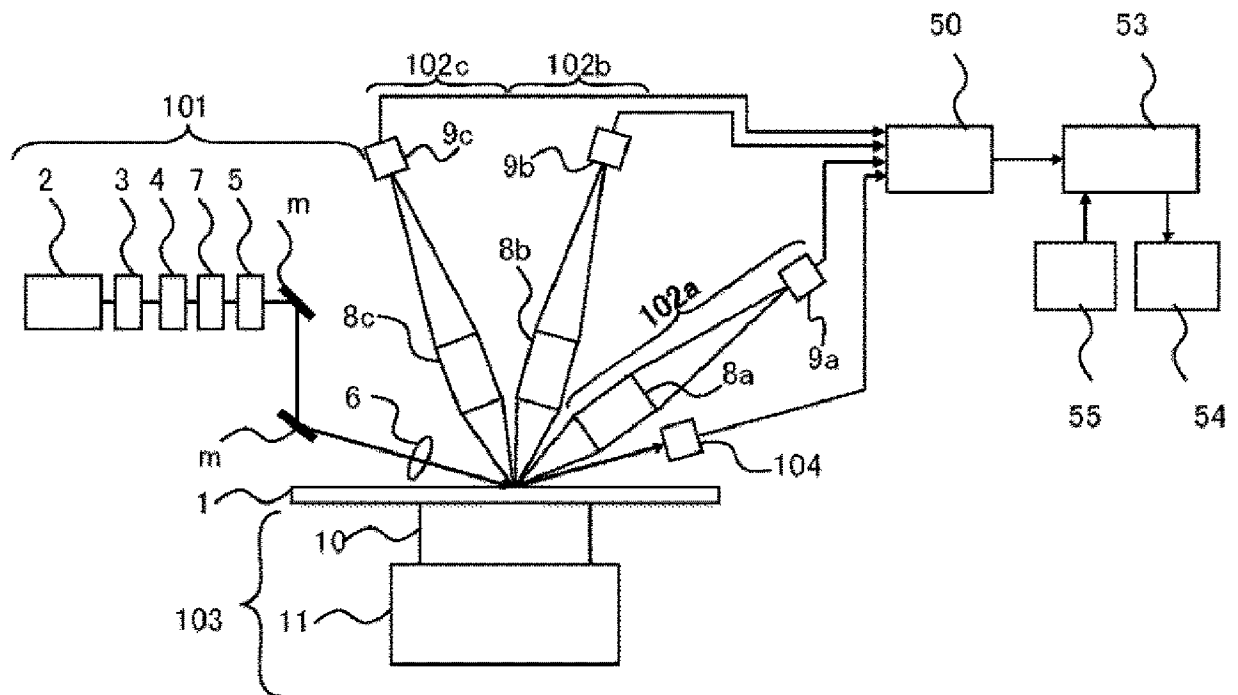
[請求項7] 請求項1記載の欠陥検査装置であって、
さらに、前記信号処理部により抽出された欠陥を表示する表示部を有することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項8] 請求項3記載の欠陥検査装置であって、
前記複数の信号統合ユニットのそれぞれでは、前記複数の信号のそれぞれについてゲイン調整を行い、ゲイン調整された複数の信号を統合することで統合信号を算出し、
前記複数の信号統合ユニットのそれぞれにおいて算出された複数の統合信号は、それぞれ複数の欠陥判別ユニットに入力されることを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項9] 被検査対象物に照明光を照射する照明工程と、
前記照明工程により照射され該被検査対象物から該被検査対象物の表面に対してそれぞれ異なる方位角方向および仰角方向に散乱する散乱光を複数の検出器でそれぞれ検出する検出工程と、
前記複数の検出器により検出した該被検査対象物からの散乱光に基づく複数の信号のそれぞれについて、ゲイン調整および閾値判別に基づく欠陥判別を並列に行い、前記ゲイン調整および欠陥判別された結果に基づき欠陥を抽出する信号工程と、
を有する欠陥検査方法。

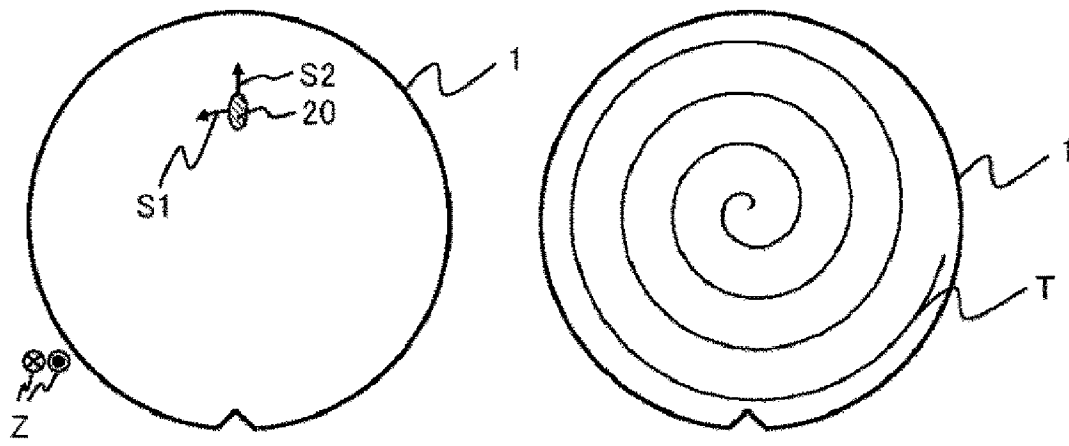
- [請求項10] 請求項9記載の欠陥検査方法であって、
前記信号処理工程は、前記複数の検出器により検出した該被検査対象物からの散乱光に基づく複数の信号のそれぞれについて、ゲイン調整を並列に行う信号統合工程と、前記信号統合工程においてゲイン調整された複数の信号のそれぞれについて、予め定めた閾値に基づき並列に欠陥判別を行う欠陥判別工程と、前記欠陥判別工程により欠陥判別された結果を統合して欠陥を抽出する結果統合工程と、を備えることを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項11] 請求項10記載の欠陥検査方法であって、
前記信号統合工程では、それぞれ異なる値のゲイン値によりゲイン調整を行うことを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項12] 請求項11記載の欠陥検査方法であって、
前記欠陥判定工程では、それぞれ異なる欠陥種の欠陥を判別することを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項13] 請求項11記載の欠陥検査方法であって、
前記信号統合工程のゲイン値は、ゲイン調整パラメータセットで設定された値に基づき決定されることを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項14] 請求項11記載の欠陥検査方法であって、
前記欠陥判定工程で用いる閾値は、閾値設定工程により予め定められることを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項15] 請求項9記載の欠陥検査方法であって、
さらに、前記信号処理工程により抽出された欠陥を表示する表示工程を有することを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項16] 請求項11記載の欠陥検査方法であって、
前記信号統合工程のそれぞれでは、前記複数の信号のそれぞれについてゲイン調整を行い、ゲイン調整された複数の信号を統合することで統合信号を算出することを特徴とする欠陥検査方法。

[図1]



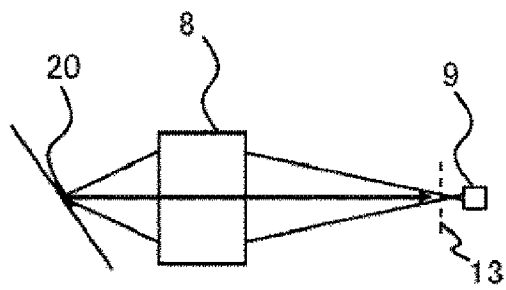
[図2]

図2



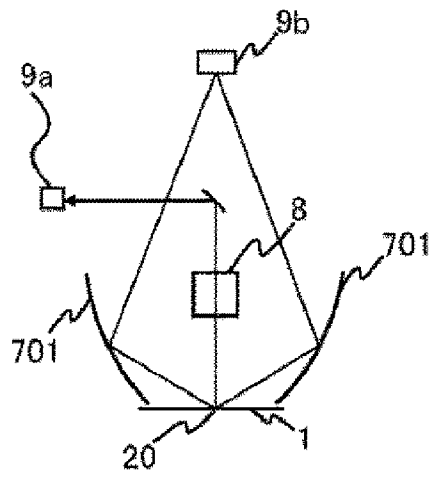
[図3(a)]

図3(a)



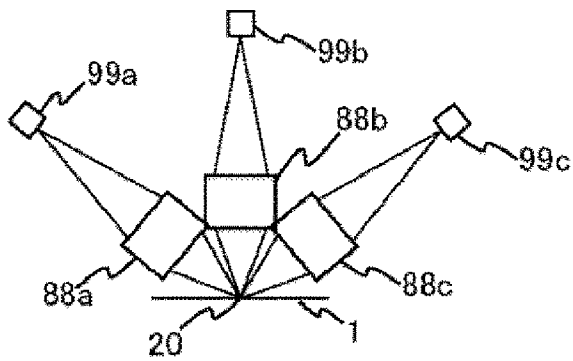
[図3(b)]

図3(b)



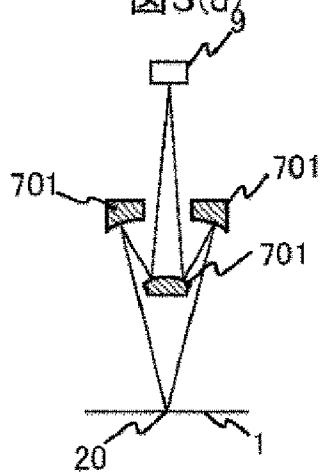
[図3(c)]

図3(c)



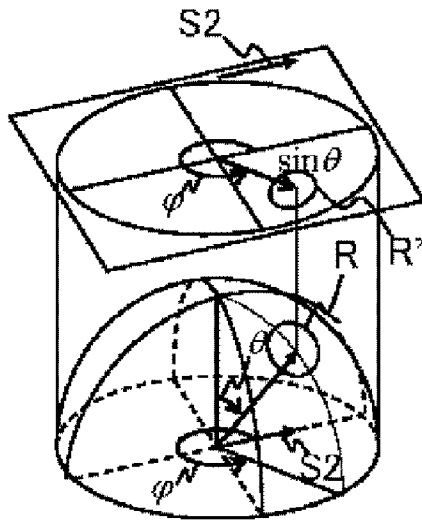
[図3(d)]

図3(d)



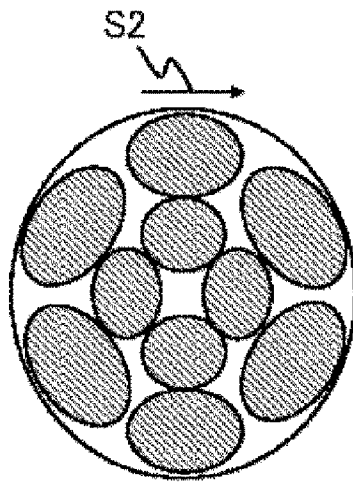
[図4(a)]

図4(a)



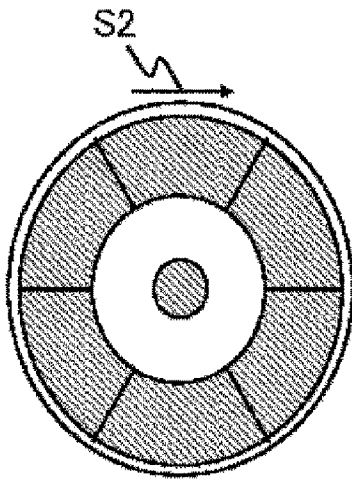
[図4(b-1)]

図4(b-1)



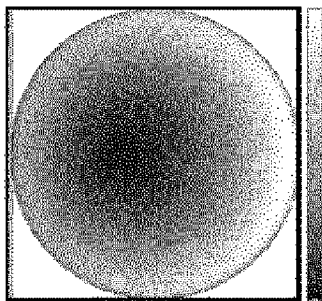
[図4(b-2)]

図4(b-2)



[図4(c-1)]

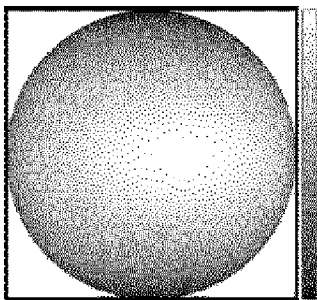
図4(c-1)



欠陥種A

[図4(c-2)]

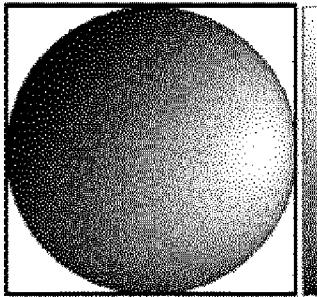
図4(c-2)



欠陥種B

[図4(c-3)]

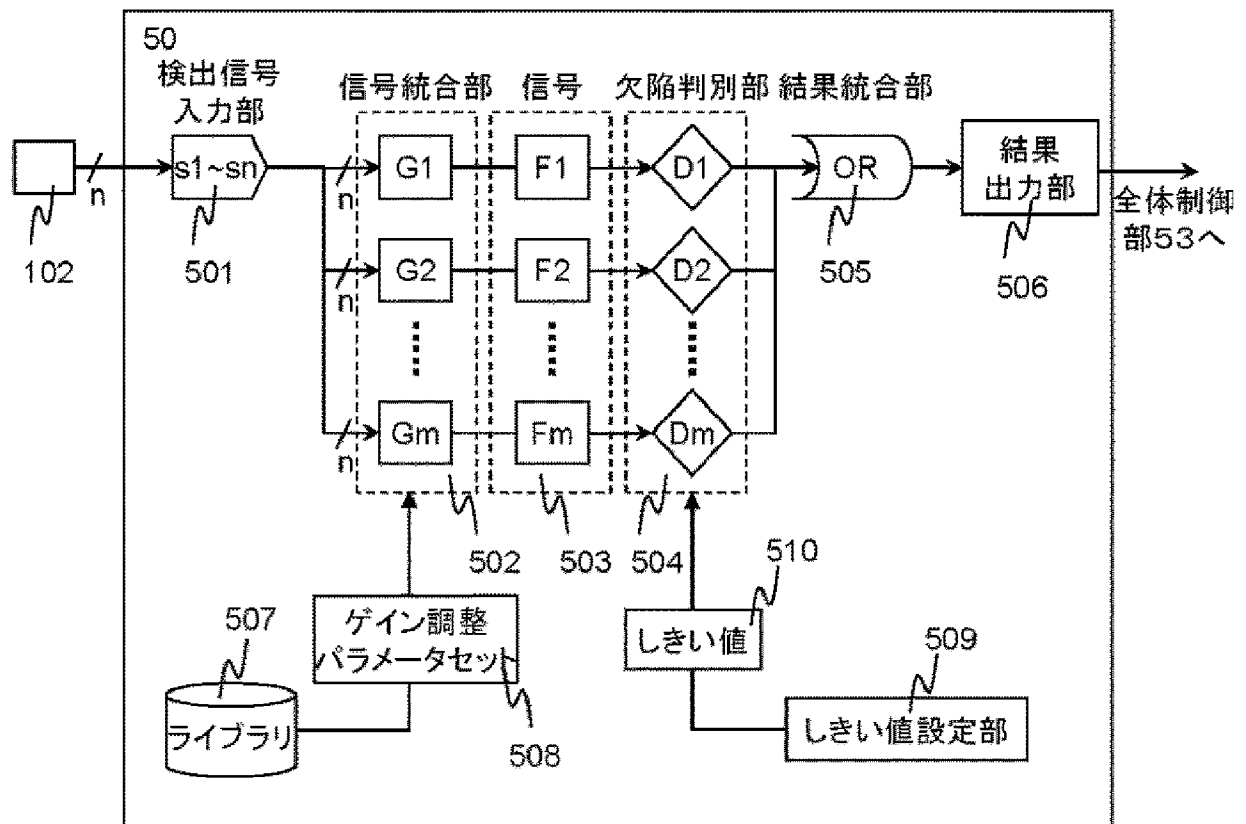
図4(c-3)



欠陥種C

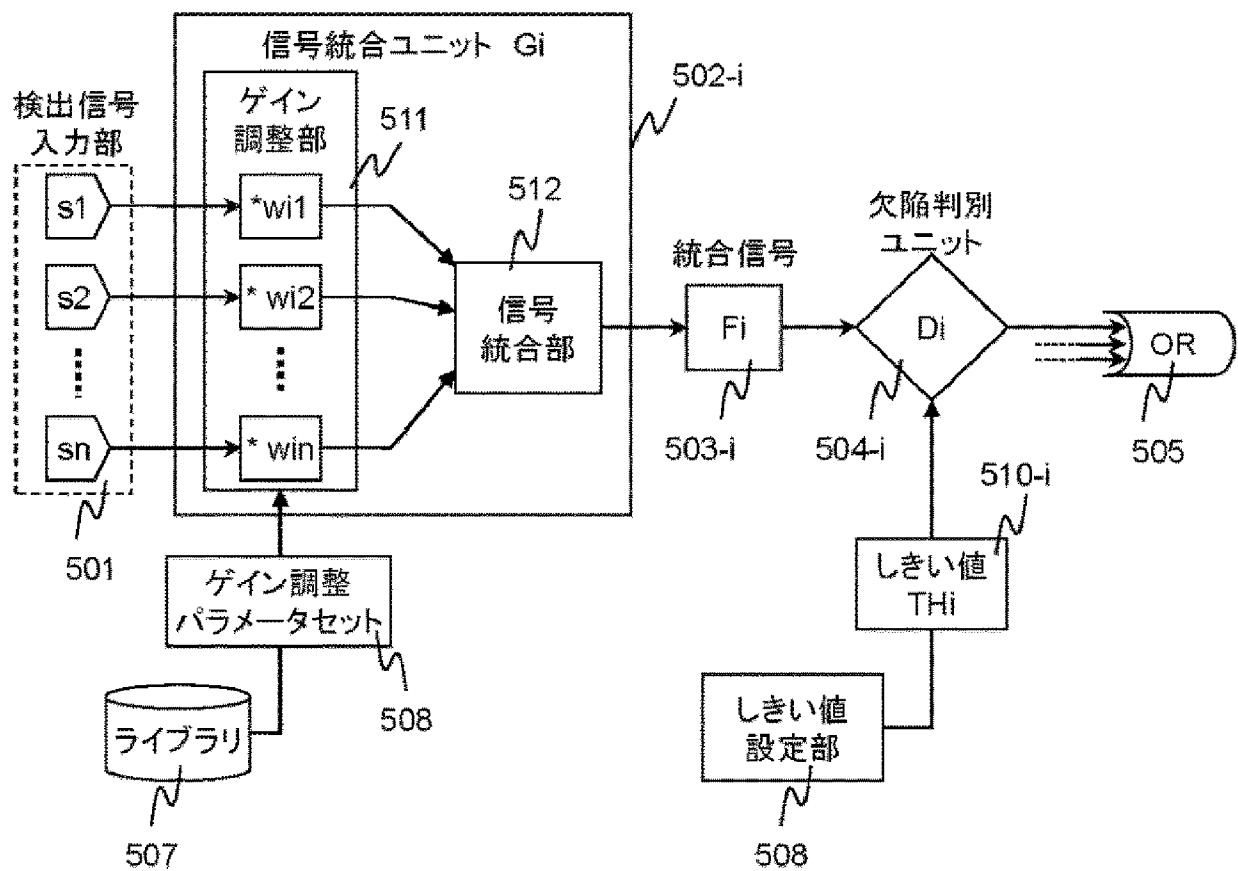
[図5]

図5



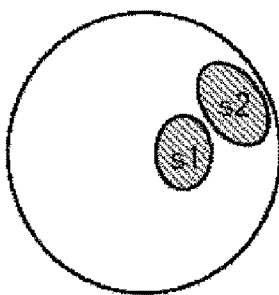
[図6]

図6



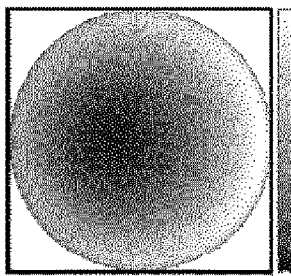
[図7(a)]

図7(a)



[図7(b-1)]

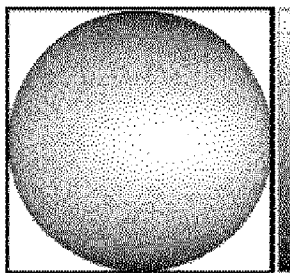
図7(b-1)



欠陥種A

[図7(b-2)]

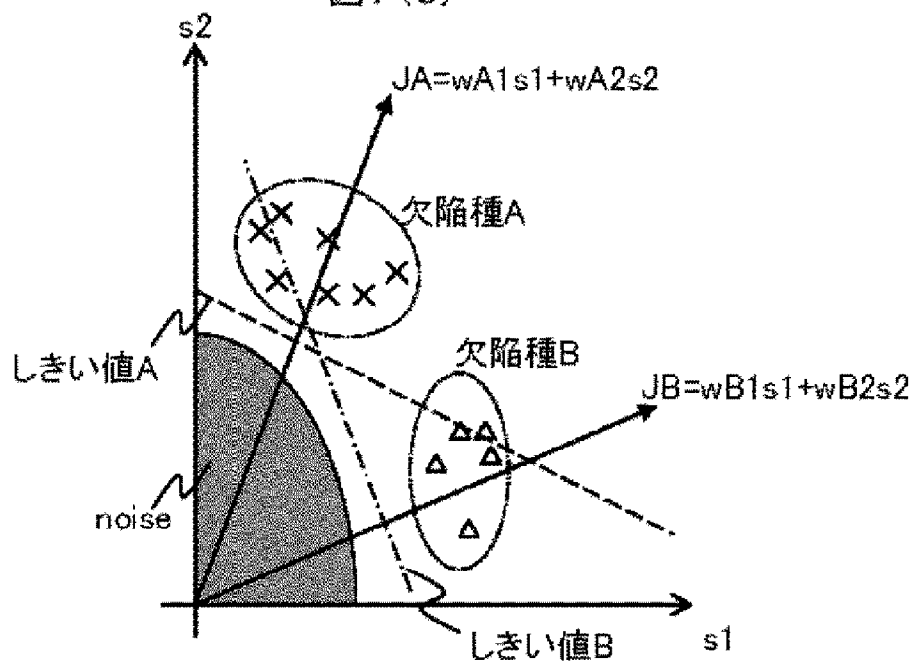
図7(b-2)



欠陥種B

[図7(c)]

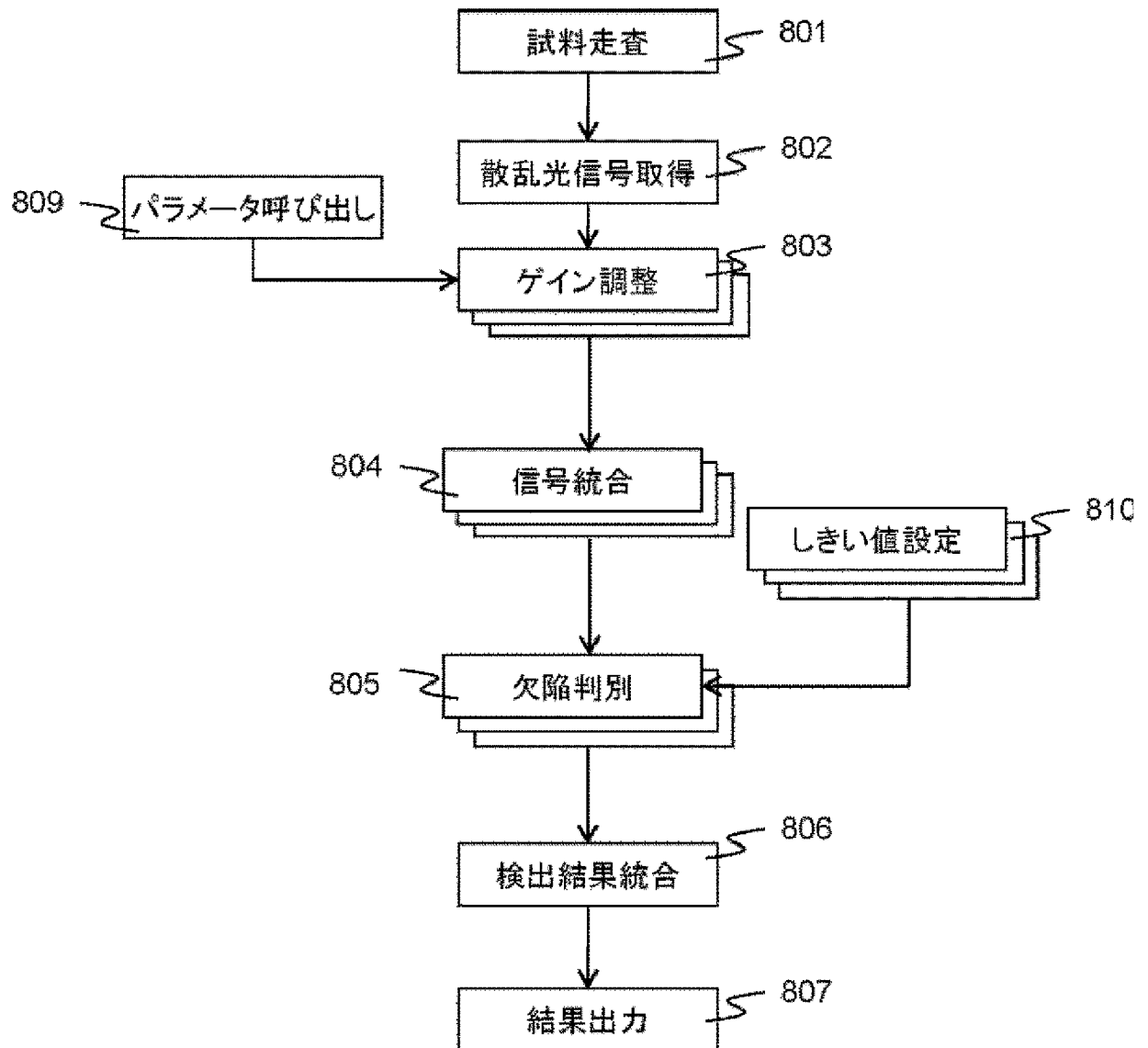
図7(c)



特徴空間

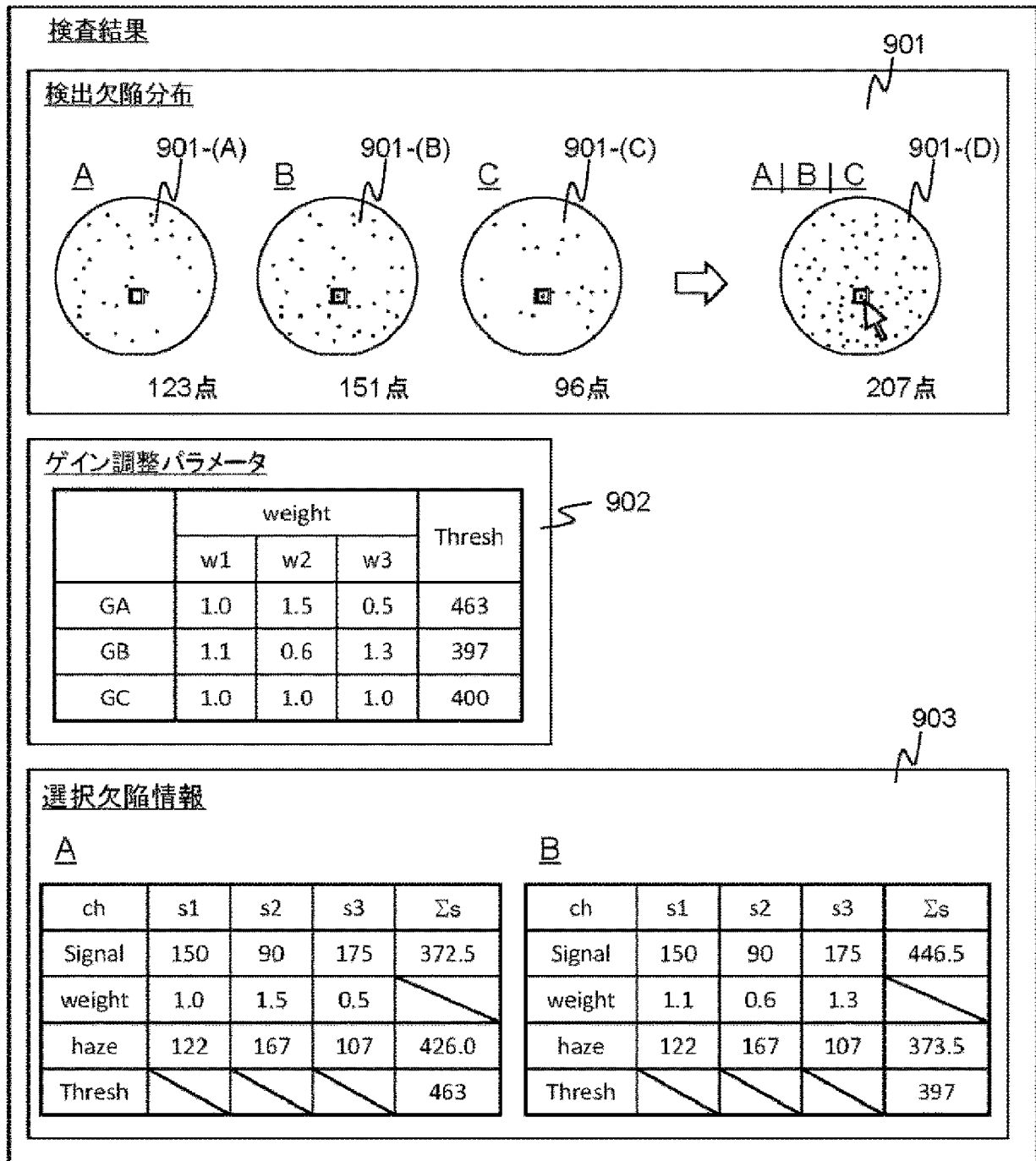
[図8]

図8



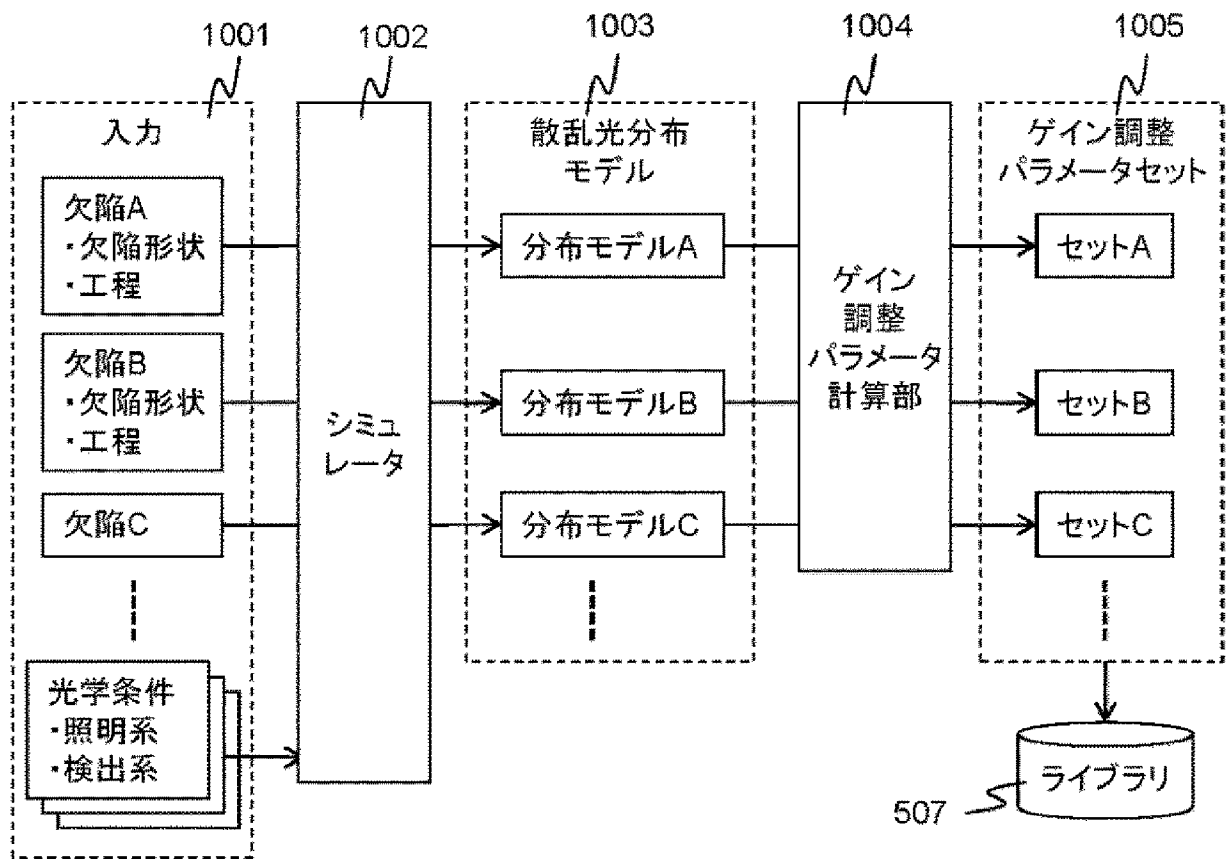
[図9]

図9



[図10]

図10



[図11]

図 11

検査条件 1101

照明条件

斜入射、P偏光 ▼

検出条件

検出器 ch

検出器配置

仰角

方位

設定パラメータ

	信号強度			最適ゲイン		
	s1'	s2'	s3'	w1	w2	w3
GA	180	193	170	1.0	1.0	1.0
GB	67	202	150	0.3	1.7	1.0
GD	163	85	184	1.1	0.6	1.3

検査対象 1102

工程

Cu CMP ▼

サイズ

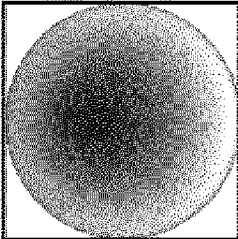
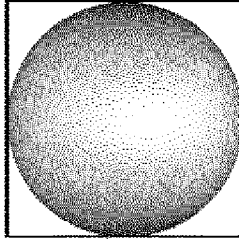
☒ A 粒状異物 ▼ nm

☒ B スクラッチ ▼ nm

☐ C スタッキングホルド ▼ nm

☒ D COP ▼ nm

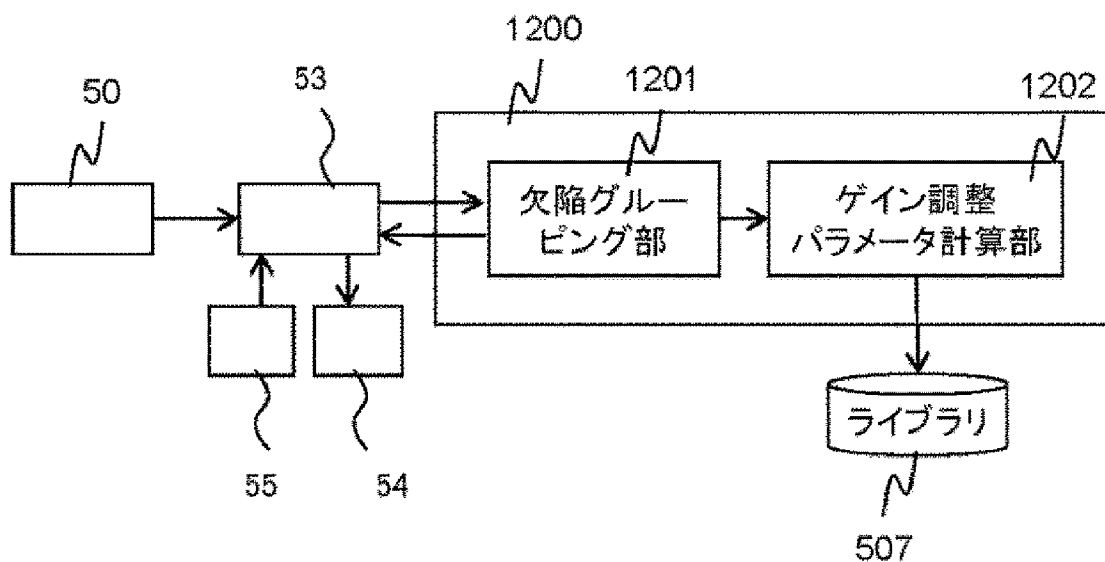
散乱光特性

欠陥種A
欠陥種B

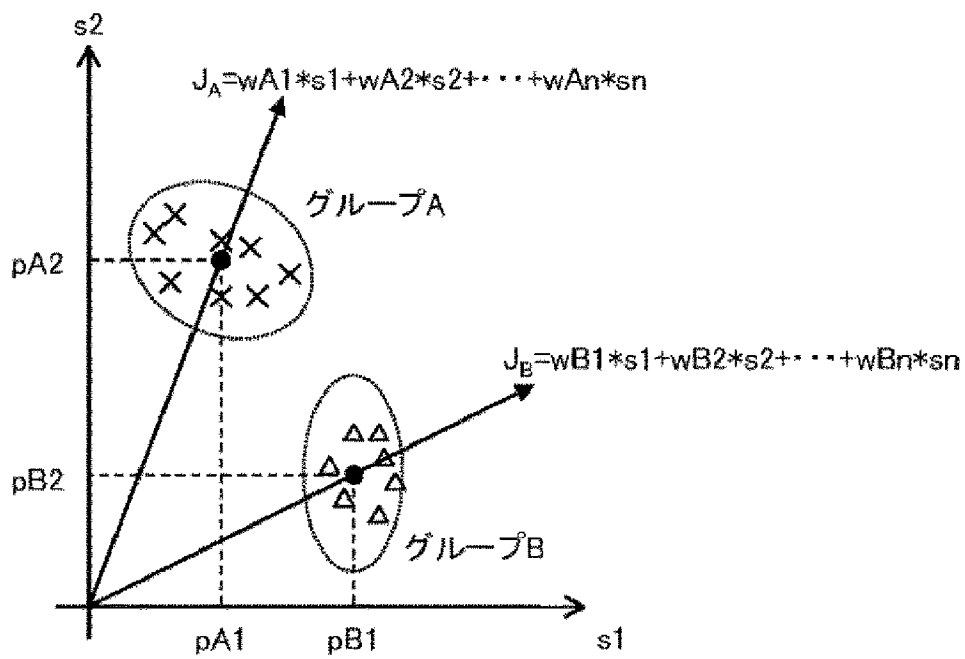
[図12]

図12



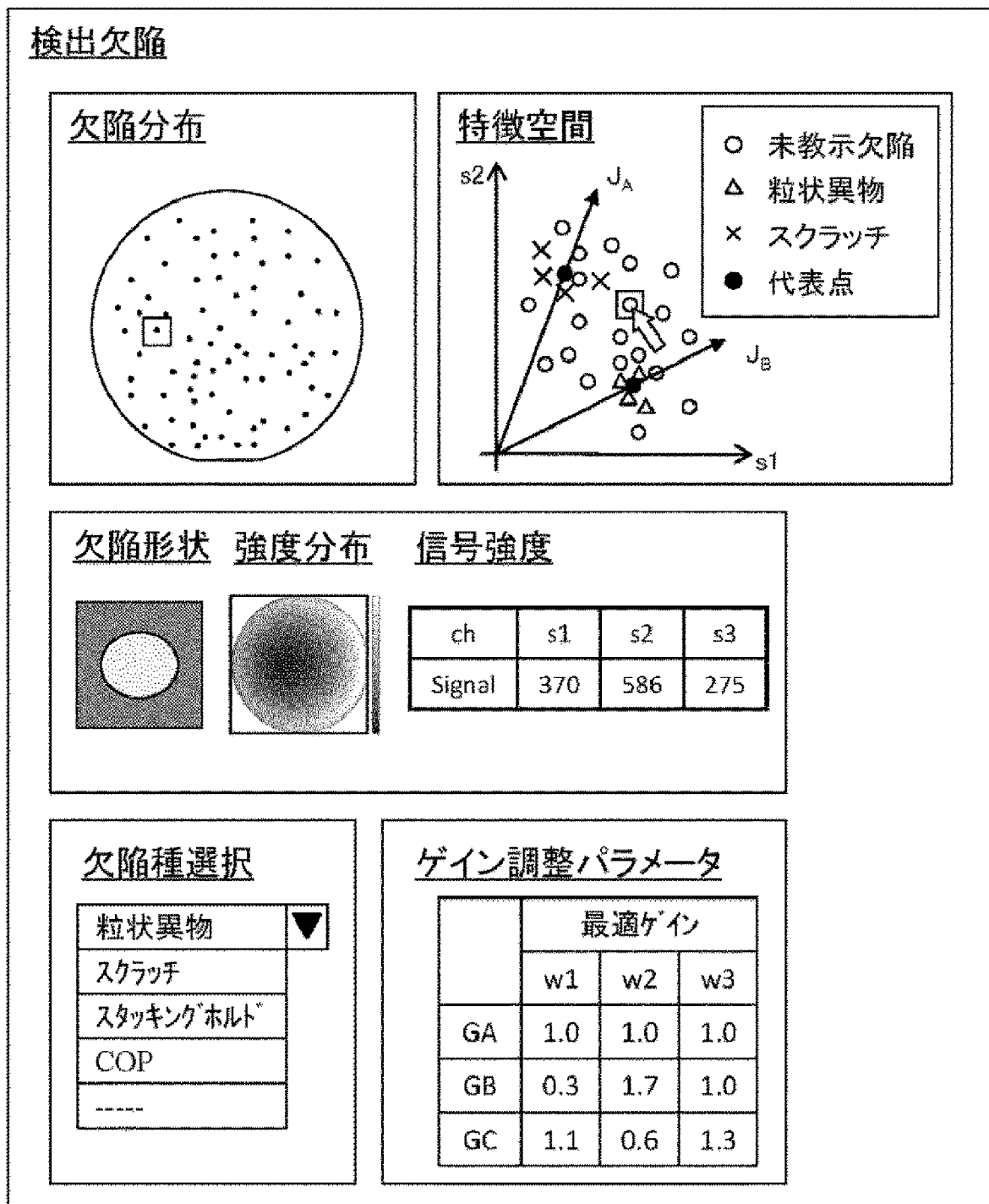
[図13]

図 13



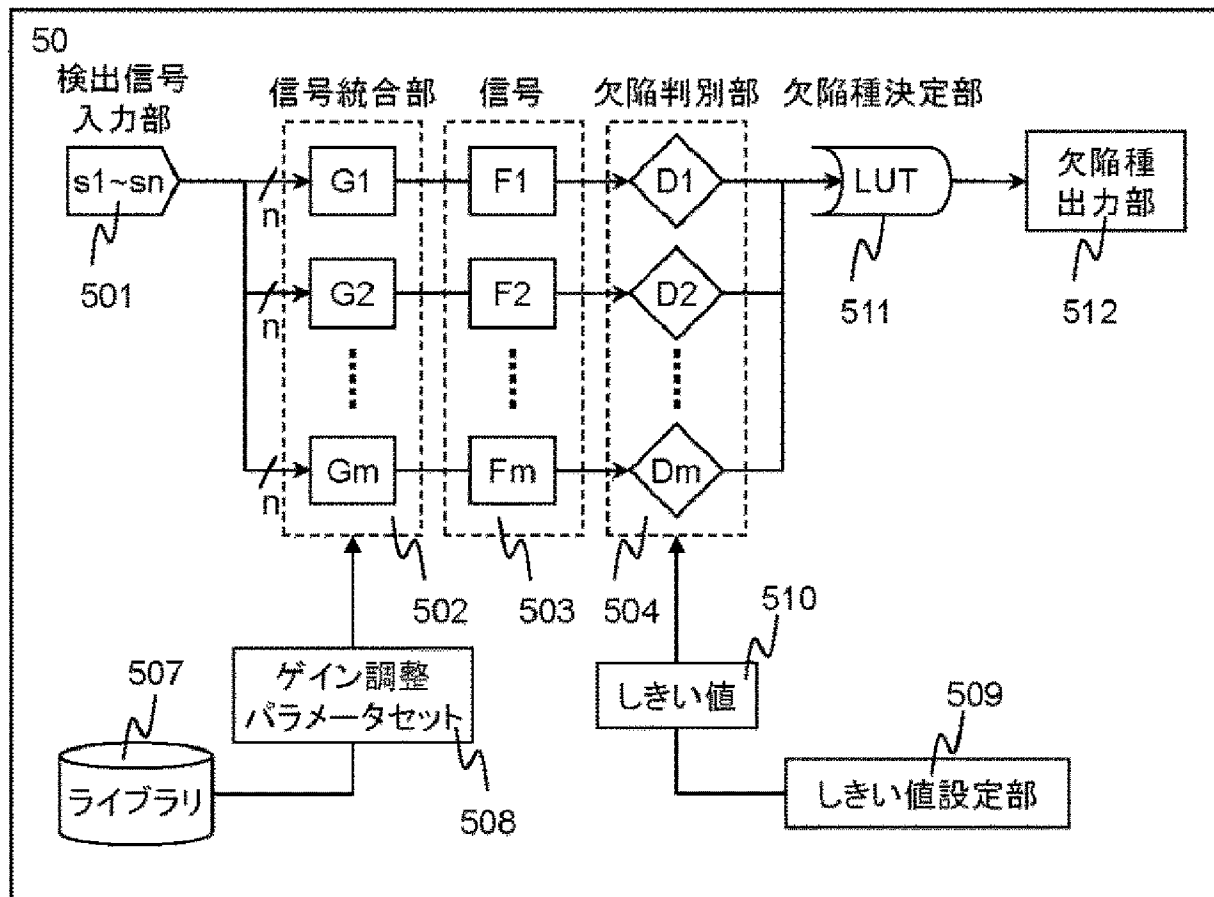
[図14]

図14



[図15]

図15



[図16]

図16

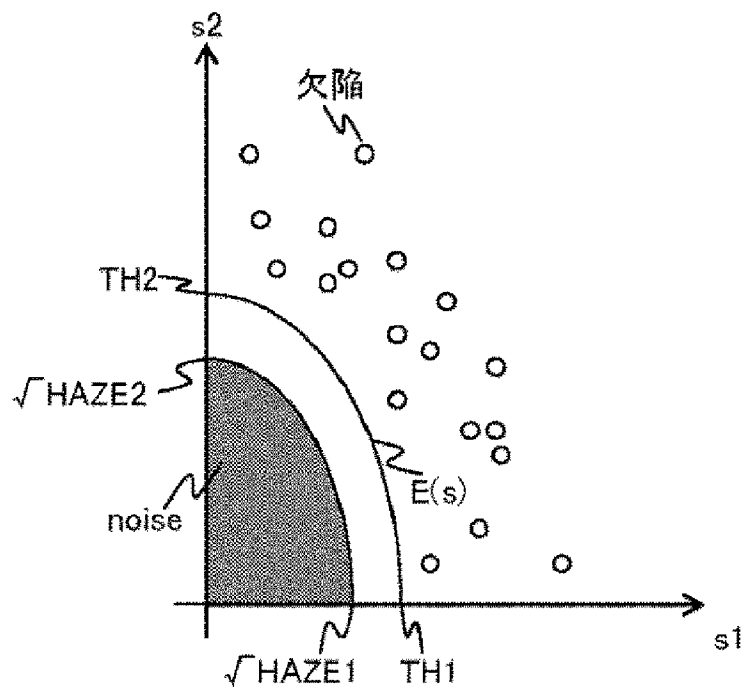
図16は、欠陥種別の検査結果を示す表511である。

		検査結果		
		DA	DB	DC
欠陥種	A	○		
	B		○	○
	C			○
	D	○	○	

○:検出

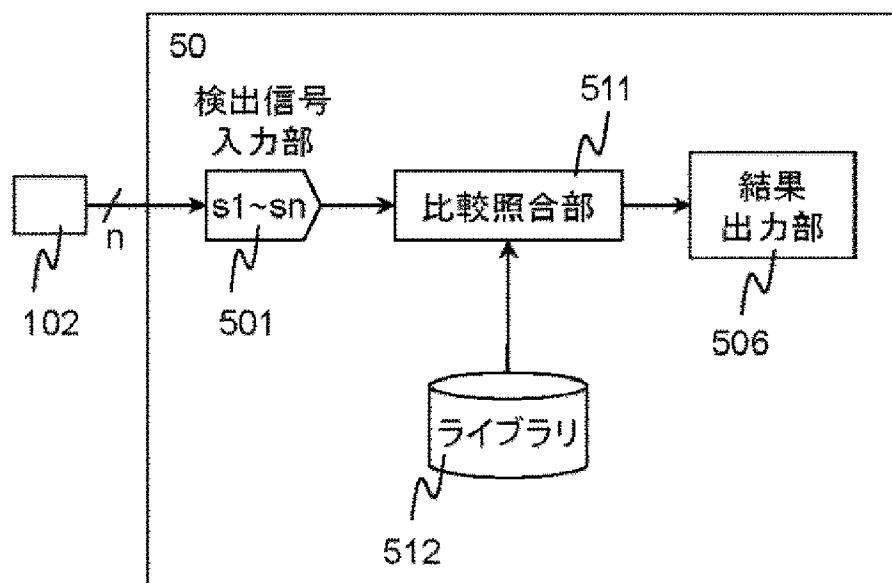
[図17]

図17



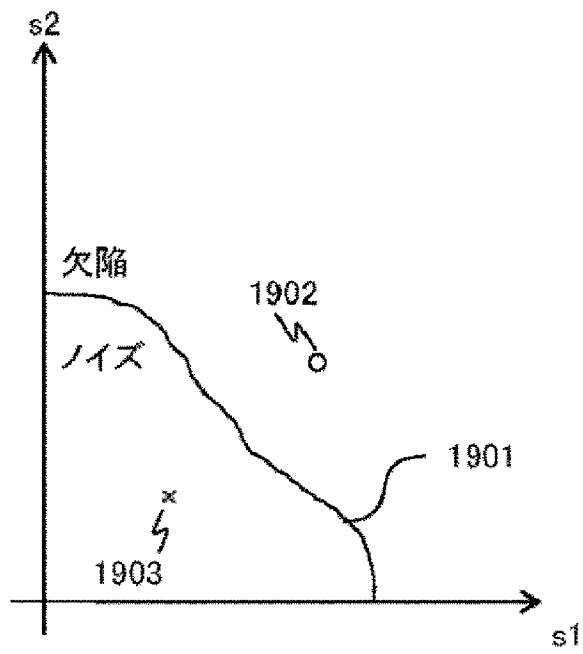
[図18]

図18



[図19]

图 19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000705

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/956(2006.01)i, G01B11/30(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, G01B11/30, 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 1996-2011

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.
X A	JP 2010-2406 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 07 January 2010 (07.01.2010), paragraphs [0010] to [0017], [0048]; fig. 1 to 6, 16 & US 2009/0290168 A1	1, 7, 9, 15 2-6, 8, 10-14, 16
A	JP 2008-32600 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 14 February 2008 (14.02.2008), paragraphs [0014] to [0046] & US 2008/0024765 A1 & US 2009/0244529 A	1-16



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
28 March, 2011 (28.03.11)Date of mailing of the international search report
12 April, 2011 (12.04.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000705

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-58239 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 13 March 2008 (13.03.2008), claim 1; paragraphs [0033] to [0058] & US 2008/0174764 A1	1-16

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, G01B11/30(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, G01B11/30, 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 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
X A	JP 2010-2406 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ） 2010.01.07, 【0010】 - 【0017】、【0048】 図 1 - 6、1 6 & US 2009/0290168 A1	1, 7, 9, 15 2-6, 8, 10-14, 16
A	JP 2008-32600 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ） 2008.02.14, 【0014】 - 【0046】 & US 2008/0024765 A1 & US 2009/0244529 A	1-16
A	JP 2008-58239 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ） 2008.03.13, 請求項 1、【0033】 - 【0058】 & US 2008/0174764 A1	1-16

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 8 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 4 . 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 1 0 0 - 8 9 1 5

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

2 W

3 1 0 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2