



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明は、様々な形状を持つ欠陥に対し、妥当な分析位置を自動で設定することが可能な荷電粒子線装置を提供する。本発明の荷電粒子線装置は、電子ビームを出射する電子源と、該電子源から出射された前記電子ビームを収束させるコンデンサレンズと、該コンデンサレンズで収束された前記電子ビームの位置を変更する偏向手段と、該偏向手段で変更された前記電子ビームを絞って被検査対象物に照射する対物レンズと、前記被検査対象物が搭載される試料台と、前記電子ビームの照射によって前記被検査対象物の欠陥部分から放出される元素情報に基づいて欠陥を分析する欠陥分析手段とを備え、前記欠陥分析手段は、該欠陥分析手段で 1 つの欠陥と判定された欠陥領域の中から、欠陥の形状に基づいて分析点を決定することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：荷電粒子線装置及びその欠陥分析方法

技術分野

[0001] 本発明は荷電粒子線装置及びその欠陥分析方法に係り、例えば、半導体電子回路基板や液晶表示基板等の薄膜デバイス製造過程で生じた欠陥における含有元素や組成について分析するのに好適な荷電粒子線装置及びその欠陥分析方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、半導体、液晶ディスプレイ、ハードディスク磁気ヘッド等の薄膜デバイスの製造工程は、多数のプロセスにより構成されている。

[0003] このような製造工程数は、時には数百工程に及ぶことがある。そのため、加工装置の製造条件の不備や異常によって、薄膜デバイス上に異物混入や配線の断線などの外観異常が発生した場合、製品に不良が発生する確率が高くなり、歩留りを下げてしまうことになる。

[0004] そこで、問題の発生した装置を特定し、対策を施すことが歩留り維持及び向上に重要となる。そのため、主要なプロセスごとに異物検査や外観検査等の検査が実施され、加工が正常に行われているか監視が行われる。このとき、加工プロセスごとに全ての被処理基板の検査を実施するのは時間と手間の制約から不可能であるため、通常はいくつかの一連の工程ごとに、ロット単位、被処理基板単位、或いはその組み合わせによりサンプリングされた被処理基板に対して検査が実施される。ここで、被処理基板とは製品加工を行う最小単位を意味し、半導体であればウェハ1枚を指す。

[0005] 被処理基板を検査する検査装置においては、異物検査をする場合は、例えば、ウェハ表面をレーザでスキャンし、散乱光の有無を検出することで異物の位置と数の情報を得ている。また、異物とパタン異常の両方を検出する欠陥検査を行う場合は、例えば、光学式の拡大撮像装置によりウェハの回路パタンの画像を取り込み、近傍の他の同一パタン領域の画像と比較することに

より、欠陥の位置、個数等に関する情報を得ている。

[0006] ここで、「欠陥」とは、検査装置の検査により異常が発見された点として出力された点のことを指す。

[0007] 上述した問題の発生した装置の異常の判定は、検査装置により検出される欠陥の個数や密度を管理指標として行われることが多い。つまり、欠陥の個数や密度が予め設定された基準値を越えると装置に異常が発生していると判定し、欠陥を検査装置により検出された欠陥座標情報に基づき光学顕微鏡、或いは走査電子顕微鏡（以下、SEM（Scanning Electron Microscope）という）などのレビュー装置により拡大撮像して、大きさ、形状、或いはテクスチャ等の詳細情報を得たり、元素分析、断面観察等の詳細検査を行い、不具合の発生した装置や不具合内容を特定している。そして、その結果に基づき、装置やプロセスの対策を行い、歩留りの低下を防いでいる。

[0008] このような欠陥の分析作業を自動化及び効率化するために、近年、異物検査装置や外観検査装置からの検査データを基に、自動的に異物・欠陥の元素分析データを取得する機能を有するレビュー装置が開発されている。

[0009] なお、欠陥の組成分析を自動で効率的に行う方法としては、例えば、特許文献1に開示されたものがある。他に、EDS（Energy Dispersive X-ray Spectrometer）を自動で行う方法は、例えば、特許文献2、3、4等の開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2004-191187号公報

特許文献2：特開2004-333210号公報

特許文献3：特開平09-283582号公報

特許文献4：特開平10-221269号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] ところで、欠陥の種類によっては、明らかに特徴の異なる領域が混在している場合がある。例えば、核を有するシミ状の欠陥や複数の異物が局所領域に密集して発生する欠陥、或いはサイズが大きく元素が偏析している欠陥等がある。このような場合は、代表点1点のみを分析しても欠陥が含有する成分を妥当に表しているとは限らない。

[0012] 上述した特許文献1には、欠陥の組成分析を自動で効率よく分析する方法について開示されているが、欠陥個々において、含有元素の特徴を得るための好適な分析位置を算出する方法については、詳細な開示はされていない。また、特許文献2は、欠陥領域に対して分析用ビームを照射する手法について開示されているが、特許文献1と同様に含有元素の特徴を得るための好適な分析位置を算出する方法については開示されていない。更に、特許文献3及び4も同様に、含有元素の特徴を得るための好適な分析位置を算出する方法については開示されていない。

[0013] 本発明は上述の点に鑑みなされたもので、その目的とするところは、様々な形状を持つ欠陥に対し、妥当な分析位置を自動で設定することが可能な荷電粒子線装置及びその欠陥分析方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の荷電粒子線装置は、上記目的を達成するために、電子ビームを出射する電子源と、該電子源から出射された前記電子ビームを収束させるコンデンサレンズと、該コンデンサレンズで収束された前記電子ビームの位置を変更する偏向手段と、該偏向手段で変更された前記電子ビームを絞って被検査対象物に照射する対物レンズと、前記被検査対象物が搭載される試料台と、前記電子ビームの照射によって前記被検査対象物の欠陥部分から放出される元素情報に基づいて欠陥を分析する欠陥分析手段とを備え、前記欠陥分析手段は、該欠陥分析手段で1つの欠陥と判定された欠陥領域の中から、欠陥の形状に基づいて分析点を決定することを特徴とする。

[0015] また、上記構成に加え、前記被検査対象物に前記電子ビームを照射することにより得られる二次電子を検出する二次電子検出器及び反射電子を検出す

る反射電子検出器と、該二次電子検出器及び反射電子検出器で検出される二次電子及び反射電子を処理して前記被検査対象物のSEM像を生成するA/D変換部とを、更に備えていることを特徴とする。

[0016] 更に、上記構成に加え、前記被検査対象物は半導体ウェハであり、前記欠陥分析手段は、前記電子ビームの照射によって前記半導体ウェハの欠陥から放出される特性X線を検出し、これを電気信号に変換する特性X線検出部と、該特性X線検出部で変換された電気信号を処理して表示部へ送信する元素解析・制御部とから成ることを特徴とする。

[0017] また、本発明の荷電粒子線装置の欠陥分析方法は、上記目的を達成するために、電子源から出射された電子ビームをコンデンサレンズで収束し、この収束した前記電子ビームの位置を偏向手段で変更し、この偏向した前記電子ビームを絞って試料台に搭載されている被検査対象物に対物レンズで照射し、前記電子ビームの照射によって前記被検査対象物の欠陥部分から放出される元素情報に基づいて欠陥分析手段で欠陥を分析する際に、前記欠陥分析手段では、該欠陥分析手段で1つの欠陥と判定された欠陥領域の中から、欠陥の形状に基づいて分析点を決定することか、或いは、前記被検査対象物の形状を分析するステップと、前記被検査対象物の形状に応じて少なくとも1カ所の分析用のビーム照射位置を演算するステップと、該演算位置にビームを照射し元素情報を取得するステップとを行うことを特徴とする。

[0018] また、前記被検査対象物の欠陥形状を分析する際に、凸領域である核部分と平坦な領域であるシミ部分に分け、該核部分とシミ部分の代表点を分析点とすることを特徴とする。

[0019] また、前記被検査対象物の欠陥形状を分析する際に、欠陥領域を複数に分割し、分割した各欠陥領域ごとに分析位置を設定することを特徴とする。

[0020] また、前記被検査対象物の欠陥形状における欠陥領域の大きさが規定値以上の欠陥形状を分析する際に、前記欠陥領域内で複数の分析位置を設定することを特徴とする。

[0021] また、前記分析位置の設定は、前記欠陥領域の重心を通り、該欠陥領域と

重複する長さが最も長くなる直線を選択し、該直線で欠陥と重複する部分で任意の点を等間隔で設定することを特徴とする。

[0022] また、前記欠陥領域内での複数の分析位置の設定は、前記分析位置が、二次電子画像の明るさに応じて領域分けされた領域ごとに設定されることを特徴とする。

[0023] また、前記分析位置の設定は、分割された各領域の内接円或いは多角形の中心を分析位置とすることを特徴とする。

[0024] 更に、前記分析位置の情報として、欠陥画像に分析位置をマークした画像或いは分析座標のいずれかと、前記分析位置ごとの分析結果の両方を出力することを特徴とする。

発明の効果

[0025] 本発明によれば、様々な形状を持つ欠陥に対し、妥当な分析位置を自動で設定することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]半導体ウェハの製造ラインでの各装置とその接続構成の一例を示す図である。

[図2]本発明の荷電粒子線装置の実施例1を示す構成図である。

[図3]本発明の荷電粒子線装置の実施例1における元素分析を行うフローを示す図である。

[図4(a)]分析位置算出方法の第1の例を説明するための分析対象欠陥を示す上面図である。

[図4(b)]図4(a)のA-A'に沿う縦断面図である。

[図5]分析対象欠陥の一例を示す図である。

[図6]分析対象欠陥の一例を示す図である。

[図7]本発明における欠陥画像を重ねて表示する出力結果の一例を示す図である。

[図8(a)]分析位置算出方法の第2の例を説明するための分析対象欠陥を示す図である。

[図8(b)]図 8 (a) に示した欠陥画像に対してビーム照射位置の設定例を示す図である。

[図9(a)]分析位置算出方法の第 3 の例を説明するための分析対象欠陥を示す図である。

[図9(b)]図 9 (a) に示した欠陥画像に対するビーム照射位置の計算例を示す図である。

[図9(c)]図 9 (b) に示した欠陥画像に対してビーム照射位置の設定例を示す図である。

[図10(a)]分析位置算出方法の第 3 の例の別の例を説明するための欠陥 S E 像を示す図である。

[図10(b)]図 10 (a) に示した欠陥 S E 像における領域を分割した結果を示す図である。

[図10(c)]図 10 (b) に示した分割領域に対してビーム照射位置の設定例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図示した実施例に基づいて本発明の荷電粒子線装置及びその欠陥分析方法を説明する。なお、各実施例において、同一構成部品には同符号を使用する。

[0028] 以下では、観察対象を半導体ウェハとした場合の例について説明する。

[0029] まず、図 1 により、半導体ウェハの製造ラインでの各装置とその接続構成の一例について説明する。該図において、1 はデータ管理サーバ、2 は半導体製造装置、3 は検査装置、4 はレビュー装置、5 は解析装置、6 はレビュー・解析装置、7 はネットワークである。

[0030] 製造ラインは、該図に示すように、半導体製造装置 2 や検査装置 3、レビュー装置 4、解析装置 5、レビュー・解析装置 6 がデータ管理サーバ 1 とネットワーク 7 によって相互に接続された構成をなしている。

[0031] 半導体製造装置 2 は、露光装置やエッチング装置などの半導体ウェハの製造に用いられる。検査装置 3 は、欠陥位置を検査するものであって、例えば

、半導体ウェハ上に光のビームスポットをスキャンさせ、その乱反射の度合いから欠陥位置を特定したり、形成されているパタンの画像を2つのチップからそれぞれ取得し、これら画像を比較して相違する部分を欠陥とし、その欠陥位置を検出する。レビュー装置4は、検査装置3の検査情報に基づいて欠陥を観察するものであって、半導体ウェハを搭載したステージを移動させ、検査装置3から出力される欠陥位置情報に基づいて、この半導体ウェハ上の対象とする欠陥への位置決めをし、欠陥の観察を行う。観察方式として、例えば、SEMが用いられる。

解析装置5は、例えば、EDX (Energy Dispersive X-ray Spectrometer) やオージェ電子分光法を用いて元素分析を行うものである。オージェ電子分光法は、電子線を対象に照射したときに対象から放出されるオージェ電子を検出し、解析する方法であり、一般によく知られた方法である。レビュー・解析装置6は、欠陥の観察と元素分析とを両方行うことができるようにした装置である。

[0032] なお、これらの検査、観察、分析のための各装置は、必ずしも分離している必要はなく、例えば、検査とレビューとを同一装置内で行えるようにするなど、組み合わせるようにしてもよい。

[0033] データ管理サーバ1は、これらの検査装置3、レビュー装置4、解析装置5、レビュー・解析装置6で得られたデータを管理するものであり、レビュー装置4や解析装置5は、データ管理サーバ1を介して検査装置3から出力された欠陥位置座標などの情報を取得することができる。

[0034] ここでは接続の一例を示したが、装置間でデータの装置利用が可能であればどのような接続構成であってもよい。

[0035] レビュー装置4、解析装置5或いはレビュー・解析装置6は、検査装置3により得られた欠陥位置の座標データを取得し、該座標データに基づいて欠陥の位置決めをし、レビューや解析を行う。

実施例 1

[0036] 図2は、欠陥レビュー装置であるSEMに元素分析機能を付加した装置構

成の本発明の荷電粒子線装置の実施例１であり、図１におけるレビュー・解析装置６に相当する。

[0037] 該図に示す如く、本実施例の荷電粒子線装置は、電子ビームＥＢを出射する電子源９と、この電子源９から出射された電子ビームＥＢを収束させるコンデンサレンズ１０、１１と、コンデンサレンズ１０、１１で収束された電子ビームＥＢの位置を変更する偏向手段である偏向走査用コイル１２と、この偏向走査用コイル１２で変更された電子ビームＥＢを絞って半導体ウェハＷＦに照射する対物レンズ１３、１４と、半導体ウェハＷＦが搭載される試料台であるＸＹステージ１５と、電子ビームＥＢの照射によって半導体ウェハＷＦの欠陥部分から放出される元素情報に基づいて欠陥を分析する欠陥分析手段である特性Ｘ線検出部２７及び元素解析・制御部２８とから概略構成されている。

[0038] なお、８は走査型電子顕微鏡を用いた撮像装置、１６は記憶装置、１７はモニタ、１８は入力装置、１９は全体制御部、２０は画像演算部、２１はＡ／Ｄ変換部、２２は電子光学系制御部、２３はステージ制御部、２４は高電圧安定化電源、２５は信号検出器、２６は反射電子用検出器である。そして、電子源９と電子光学系のコンデンサレンズ１０、１１及び対物レンズ１３、１４と信号検出器２５、反射電子用検出器２６とＸＹステージ１５がＳＥＭを構成しており、これをＸＹステージ１５に搭載された半導体ウェハＷＦの撮像装置８として用いるものである。また、特性Ｘ線検出部２７及び元素解析・制御部２８が元素分析を行う部分であり、全体制御部１９に接続され、半導体ウェハＷＦ上の任意の場所の元素分析を行うことができる。

[0039] レビューの対象となる半導体ウェハＷＦは、ＸＹステージ１５に搭載される。ＸＹステージ１５は、全体制御部１９からの制御信号を基に、ステージ制御部２３によりＸ、Ｙ方向に移動制御される。ＳＥＭを用いた撮像装置８は、ＸＹステージ１５に固定された半導体ウェハＷＦを拡大撮像する。即ち、電子源９から発射された電子ビームＥＢは、コンデンサレンズ１０、１１、対物レンズ１３、１４によって収束され、偏向走査用コイル１２によって

スキャンされることにより、測定対象の半導体ウェハWFに照射され、この照射によって半導体ウェハWFから得られる二次電子は信号検出器25で、反射電子は反射電子用検出器26でそれぞれ検出され、A/D変換部21で処理されて半導体ウェハWFのSEM像が生成される。反射電子用検出器26は、取付け位置、方向を変えて複数設置する場合もある。

[0040] 欠陥検出処理などの画像処理は画像演算部20で行われる。ユーザは入力装置18において欠陥観察条件等の入力項目を入力する。

[0041] レビューのための欠陥座標データは図示しないネットワークを介して全体制御部19に送られる。全体制御部19では、欠陥座標データに基づいて、欠陥が視野に入るよう制御を行う。

[0042] 特性X線検出部27は、電子ビームEBの照射によって半導体ウェハWFの欠陥から放出される特性X線を検出し、これを電気信号に変換する。この電気信号は元素解析・制御部28で処理され、全体制御部19を介してモニタ17に表示される。また、検出された元素の情報は、ネットワーク7を介してデータ管理サーバ1に送られる。

[0043] 次に、本実施例における元素分析を行うフローを図3に示す。

[0044] まず、ステップ100において、分析対象となる半導体ウェハWFをロードする。次に、ステップ101において、検査装置3によって得られた検査データを読み込む。次に、ステップ102において、SEMの座標系と半導体ウェハWFの座標系の誤差修正を行うためのウェハアライメントを行う。ウェハアライメントは、配線パターンが形成されているウェハであれば、例えば、半導体ウェハWFに露光されている半導体パタンのうち、位置関係の既知な、近傍に同様のパタンのない特徴的なパターンを、半導体ウェハWF上の複数の位置において指定することによって行う。これにより、例えば回転のずれなどを補正することができる。配線パタンの形成されていない半導体ウェハWFであれば、ウェハ輪郭部分を3点以上指定することでウェハ中心を算出し、加えて、半導体ウェハWFに形成されているノッチ部分の数点を指定することで、回転方向のずれ量を算出し補正する。

- [0045] 次に、ステップ103において、任意の手段で設定された欠陥位置の分析順番に応じて、分析対象とする欠陥の座標位置がSEMの視野に入るよう、視野を移動する。次に、ステップ104において、欠陥領域を検出する。欠陥領域の検出は、例えば、欠陥の配線パターンが形成されていない半導体ウェハWFであれば、予め欠陥のない場所を取得した画像の明るさ情報を取得しておき、欠陥を含んだ画像において、明るさからの乖離が、別途定めた閾値よりも大きくなっている領域を抽出することで実施できる。また、配線パターンが形成されている場合は、欠陥を含まない参照画像として、例えば、同様な配線パターンを持つ隣接するチップの座標位置の画像を取得し、欠陥を含む画像と該欠陥を含まない参照画像を比較し、明るさの乖離が別途定めた閾値よりも大きくなっている領域を抽出することで実施できる。
- [0046] なお、欠陥領域の抽出は上述した手法に限るものではなく、欠陥領域が抽出できる手法であればどのような手法でも構わない。
- [0047] 次に、ステップ105において、欠陥領域内における分析位置を算出する。この分析位置の算出方法の実施例については後述する。
- [0048] 次に、ステップ106において、ステップ105において算出した分析位置に電子ビームEBを照射し、元素分析を実施する。次に、ステップ107において、ステップ105で算出した分析位置における分析が全て終了しているか否かを判定する。分析が終了していない場合は、ステップ108において、分析を実施していない次の分析位置をビーム照射位置に設定し、ステップ106の元素分析を実施する。これをステップ105において算出した分析位置における分析が全て終了するまで繰り返す。
- [0049] ステップ105において算出した全ての分析点の分析が終了した場合は、ステップ109において、分析対象とする欠陥の分析が全て終了したか否かを判定する。分析対象とする欠陥のうち、分析していない欠陥がある場合は、ステップ110において次の分析対象とする欠陥の座標位置をステージ移動の目標位置に設定する。そして、ステップ103～ステップ109を繰り返す。分析対象とした欠陥を全て分析し終わった場合は、処理を終了する。

[0050] 次に、ステップ105における分析位置算出方法の第1の例について、以下に説明する。

[0051] 検査装置3にて出力された座標位置に、検査装置3からのデータとしては、1つの欠陥として座標が出力されている場合でも、形状が異なる複数の領域に分かれて存在する場合がある。

[0052] 図4(a)及び(b)は、分析対象欠陥の一例を示す図であって、図4(a)は上面図、同図(b)は同図(a)の分断線A-A'に沿う縦断面図であり、異物として凸の領域(以下、核部分という)の周辺に、凹凸のないシミ状に明るさの異なる領域(以下、シミ部分という)が存在する欠陥を示している。

[0053] このような欠陥の場合、核部分とシミ部分は外観が大きく異なるため、異なる元素が含有されている可能性があり、元素分析を実施する位置を1点で代表させた場合、必ずしも欠陥の含有する元素の特徴を十分に表しているとは言えない場合がある。また、例えば、背景画像と明るさの異なる領域を欠陥領域とし、その重心位置1点を分析位置として元素分析データを取得した場合、重心位置は核部分となるかシミ部分となるかどちらの可能性もあり、必ずしも該欠陥の含有元素情報を代表するとは限らない。

[0054] そこで、欠陥の画像特徴によって領域を分割し、領域ごとに代表点を設定して分析を行う。この欠陥の場合、例えば、通常取得される二次電子による画像(以下、SE像という)に加え、反射電子による画像(以下、BSE像という)を利用する。反射電子は、電子の照射された面の方向に応じて放出される方向に強度分布を持つ。そのため、BSE像は、検出器の設置位置に応じて、観察対象の面の角度に応じた陰影のある像となる。即ち、図5に示すように、核部分の凸領域は背景部分と面の方向が異なるため、背景とは異なる明るさとなるが(凸領域に電子ビームEBを照射した際の反射電子を検出する検出器側の面は明るい、反対側は暗いこと)、凹凸のないシミ部分は背景と同様の明るさとなる。

[0055] これら異なる特徴を持つSE像とBSE像を組み合わせ、次のような手

順で欠陥の領域を分割する。

[0056] まず、S E 像と B S E 像について、予め欠陥の存在しない位置で背景画像を取得する。

次に、S E 像について、欠陥画像と参照画像の差分演算（欠陥画像と参照画像を重ね合わせて明るさの相違を算出すること）、及び閾値処理を行う。この処理により、核部分、シミ部分の両方を含む欠陥領域を抽出することができる。この抽出した領域を「領域 A」とする。また、B S E 像について、同様に参照画像と差分演算を行い、閾値処理を行うことにより、核部分のみの領域を抽出することができる。この抽出した領域を「領域 B」とする。B S E 像については、例えば、検出器の位置の異なる複数の画像を用いて、画像の演算を行うことにより欠陥領域をより感度良く抽出することができる。例えば、反射電子の検出器を、照射する一次電子ビームの光軸に点対称に 2 カ所配置した場合、B S E 像は図 5 に示す陰影のついている画像に加え、図 6 に示すように、陰影が逆になった画像を得ることができる。この画像の差分の絶対値を算出すれば、欠陥部分の背景との差分信号は、1 枚の画像を使用する場合に比較し 2 倍の信号量とすることができる。このように、複数の B S E 像を組み合わせることで演算処理を行ってもよい。

[0057] 更に、上述した「領域 B」から「領域 A」を除外した「領域 C」を算出する。「領域 A」は核部分の領域、「領域 C」はシミ部分の領域を表すことになる。「領域 A」及び「領域 C」についてそれぞれ分析位置を決定し、分析を行う。

[0058] ここで、分析位置決定において、分析位置を当該領域の重心位置とすると、特に「領域 C」においては領域内に分析を行うべきでない領域（「領域 A」に相当）が含まれるため、必ずしも「領域 C」内に分析位置が設定されるとは限らない。そこで、必ず当該領域内に分析位置が設定されるような演算を行う。例えば、当該領域に内接する円或いは多角形等の幾何学形状の中心を分析点とすれば、分析点が当該領域内となることが保証される。

[0059] 併せて、分析用の電子ビーム E B を照射する位置を、欠陥のどの部分を分

析しているかオペレータに分かるように、欠陥画像に重ねて表示する。表示した例を図7に示す。つまり、分析位置の情報と、複数箇所の分析データを併せてオペレータに提供する。分析位置の情報は、画像に重ねて表示した画像でもよく、画像と分析位置の座標でもよく、欠陥のどの部分に分析用ビームを照射したかがわかればよい。

[0060] このようにすることで、欠陥の、特徴ある領域ごとの代表点で分析し、かつ、その分析位置の情報をオペレータに提供することにより、欠陥の含有元素のより正確な情報をオペレータに提供することができる。

実施例 2

[0061] 次に、ステップ105における分析位置算出方法の第2の例について、以下に説明する。

[0062] 図8(a)に示すように、検査座標としては1つの座標値でも、小さな領域に分散して核部分が存在する場合がある。このような場合において分析用ビーム照射位置として代表点を1つ決定する場合、例えば、核領域を包括した領域を欠陥領域として重心を計算した場合、必ずしも核部分がビーム照射位置となるとは限らない。そこで、図8(b)に示すように、核領域それぞれにビームを照射して各々の元素分析情報を取得し、かつ、上記したビーム照射位置情報を提供する。このようにすることで、欠陥の含有元素情報を正確に把握することができる。

[0063] 上述した分析位置算出方法の第1の例と同様に、分析位置の情報と、分析位置に対応する分析データを併せてオペレータに提供するようにしてもよい。

実施例 3

[0064] 次に、ステップ105における分析位置算出方法の第3の例について、以下に説明する。

[0065] 欠陥の核部分自体が、分析するビームの径に対して非常に大きい場合、例えば、 $10\mu\text{m}$ と非常に大きい場合、同一の核部分であっても、分析する場所により含有する元素の割合や元素自体が異なる場合がある。

[0066] そのような場合、代表点１点のみの分析結果では、情報を正確に表すことができない場合がある。このように、核部分の形状が大きい場合、複数の分析点にて情報を取得する。

複数の点の数はユーザが指定してもよいし、何らかの条件を定めて自動で設定するようにしてもよい。

[0067] 分析点の選択は、例えば、以下のようにしてもよい。即ち、図９（a）に示す欠陥画像に対し、図９（b）のように、欠陥領域の重心を通り、欠陥領域との重複する長さが最も長くなる直線（欠陥領域の重心を通り、欠陥領域の長さが最も長くなる方向に引いた直線）を選択し、この直線上で、図９（c）のように、欠陥と重複する部分で任意の点を等間隔で、ビーム照射位置を設定するようにしてもよい。

[0068] また、S E 像における明暗は二次電子の放出効率の差を表すことから、明るさの異なる領域は、含有される元素や元素の組合せの割合が異なっている可能性がある。

[0069] そこで、図１０（a）に示す欠陥S E 像に対し、図１０（b）のように、S E 像において明るさの情報から領域を領域A及び領域Bに分割し、図１０（c）のように、その領域A及び領域Bごとに代表点を設定し、ビーム照射位置を設定するようにして分析してもよい。ただし、欠陥の輪郭部分においては、側壁部分からも二次電子が放出されるため明るくなるという「エッジ効果」と呼ばれる現象がある。そのため、欠陥の輪郭部分の明るい領域は除外するものとする。除外する方法は特に定めるものではないが、例えば、欠陥領域を抽出し、該欠陥領域の輪郭部から特定の幅の領域を分析対象外とすることで実現できる。

[0070] 本例においても、上述した分析位置算出方法の第１の例と同様に、分析位置の情報と、当該分析位置に対応する分析データを併せてオペレータに提供するようにしてもよい。

[0071] 分析手法としてEDXを例にとり説明したが、電子ビームを照射して分析を行う手法であればEDXに限定するものではない。例えば、オージェ電子

分光法を用いた分析に適用してもよい。

[0072] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。

例えば、上記した実施例は本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成を置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0073] 1…データ管理サーバ、2…半導体製造装置、3…検査装置、4…レビュー装置、5…解析装置、6…レビュー・解析装置、7…ネットワーク、8…撮像装置、9…電子源、10、11…コンデンサレンズ、12…偏向走査用コイル、13、14…対物レンズ、15…XYステージ、16…記憶装置、17…モニタ、18…入力装置、19…全体制御部、20…画像演算部、21…A/D変換部、22…電子光学系制御部、23…ステージ制御部、24…高電圧安定化電源、25…信号検出器、26…反射電子用検出器、27…特性X線検出部、28…元素解析・制御部、EB…電子ビーム、WF…半導体ウェハ。

請求の範囲

[請求項1] 電子ビームを出射する電子源と、該電子源から出射された前記電子ビームを収束させるコンデンサレンズと、該コンデンサレンズで収束された前記電子ビームの位置を変更する偏向手段と、該偏向手段で変更された前記電子ビームを絞って被検査対象物に照射する対物レンズと、前記被検査対象物が搭載される試料台と、前記電子ビームの照射によって前記被検査対象物の欠陥部分から放出される元素情報に基づいて欠陥を分析する欠陥分析手段とを備え、

前記欠陥分析手段は、該欠陥分析手段で1つの欠陥と判定された欠陥領域の中から、欠陥の形状に基づいて分析点を決定することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項2] 請求項1に記載の荷電粒子線装置において、

前記被検査対象物に前記電子ビームを照射することにより得られる二次電子を検出する二次電子検出器及び反射電子を検出する反射電子検出器と、該二次電子検出器及び反射電子検出器で検出される二次電子及び反射電子を処理して前記被検査対象物のSEM像を生成するA/D変換部とを、更に備えていることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項3] 請求項1に記載の荷電粒子線装置において、

前記被検査対象物は半導体ウェハであり、前記欠陥分析手段は、前記電子ビームの照射によって前記半導体ウェハの欠陥から放出される特性X線を検出し、これを電気信号に変換する特性X線検出部と、該特性X線検出部で変換された電気信号を処理して表示部へ送信する元素解析・制御部とから成ることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項4] 電子源から出射された電子ビームをコンデンサレンズで収束し、この収束した前記電子ビームの位置を偏向手段で変更し、この偏向した前記電子ビームを絞って試料台に搭載されている被検査対象物に対物レンズで照射し、前記電子ビームの照射によって前記被検査対象物の欠陥部分から放出される元素情報に基づいて欠陥分析手段で欠陥を分

析する際に、

前記欠陥分析手段では、該欠陥分析手段で1つの欠陥と判定された欠陥領域の中から、欠陥の形状に基づいて分析点を決定することを特徴とする荷電粒子線装置の欠陥分析方法。

[請求項5] 請求項4に記載の荷電粒子線装置の欠陥分析方法において、

前記被検査対象物の欠陥形状を分析する際に、凸領域である核部分と平坦な領域であるシミ部分に分け、該核部分とシミ部分の代表点を分析点とすることを特徴とする荷電粒子線装置の欠陥分析方法。

[請求項6] 請求項4に記載の荷電粒子線装置の欠陥分析方法において、

前記被検査対象物の欠陥形状を分析する際に、欠陥領域を複数に分割し、分割した各欠陥領域ごとに分析位置を設定することを特徴とする荷電粒子線装置の欠陥分析方法。

[請求項7] 請求項4に記載の荷電粒子線装置の欠陥分析方法において、

前記被検査対象物の欠陥形状における欠陥領域の大きさが規定値以上の欠陥形状を分析する際に、前記欠陥領域内で複数の分析位置を設定することを特徴とする荷電粒子線装置の欠陥分析方法。

[請求項8] 請求項7に記載の荷電粒子線装置の欠陥分析方法において、

前記分析位置の設定は、前記欠陥領域の重心を通り、該欠陥領域と重複する長さが最も長くなる直線を選択し、該直線で欠陥と重複する部分で任意の点を等間隔で設定することを特徴とする荷電粒子線装置の欠陥分析方法。

[請求項9] 請求項7に記載の荷電粒子線装置の欠陥分析方法において、

前記欠陥領域内での複数の分析位置の設定は、前記分析位置が、二次電子画像の明るさに応じて領域分けされた領域ごとに設定されることを特徴とする荷電粒子線装置の欠陥分析方法。

[請求項10] 請求項5に記載の荷電粒子線装置の欠陥分析方法において、

前記分析位置の設定は、分割された各領域の内接円或いは多角形の中心を分析位置とすることを特徴とする荷電粒子線装置の欠陥分析方

法。

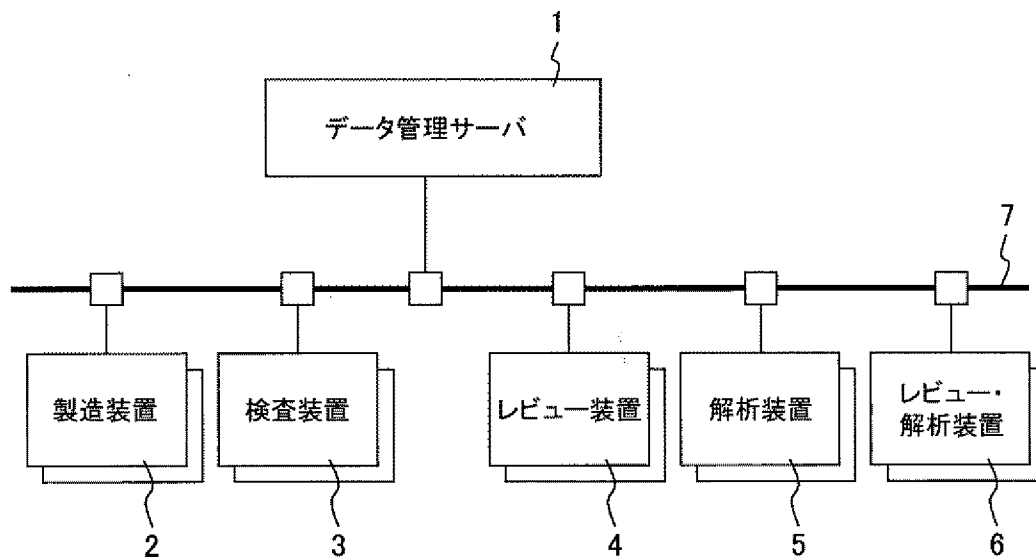
[請求項11]

請求項4に記載の荷電粒子線装置の欠陥分析方法において、

前記分析位置の情報として、欠陥画像に分析位置をマークした画像
或いは分析座標のいずれかと、前記分析位置ごとの分析結果の両方を
出力することを特徴とする荷電粒子線装置の欠陥分析方法。

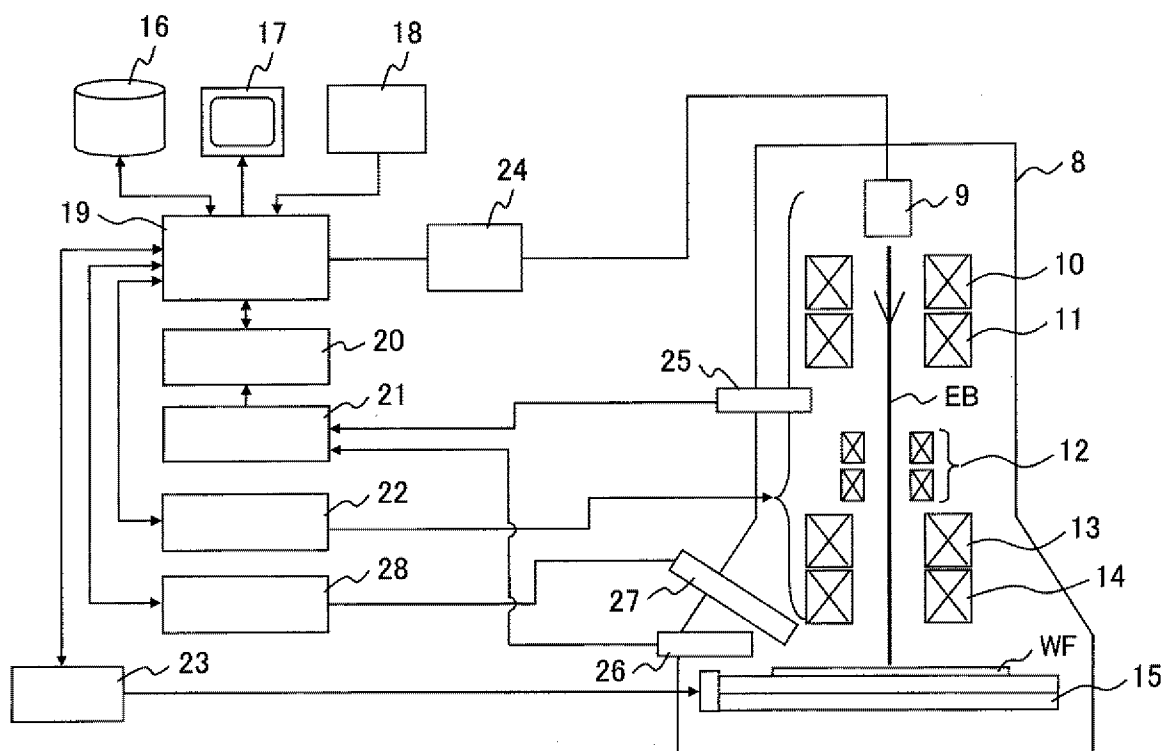
[図1]

図 1



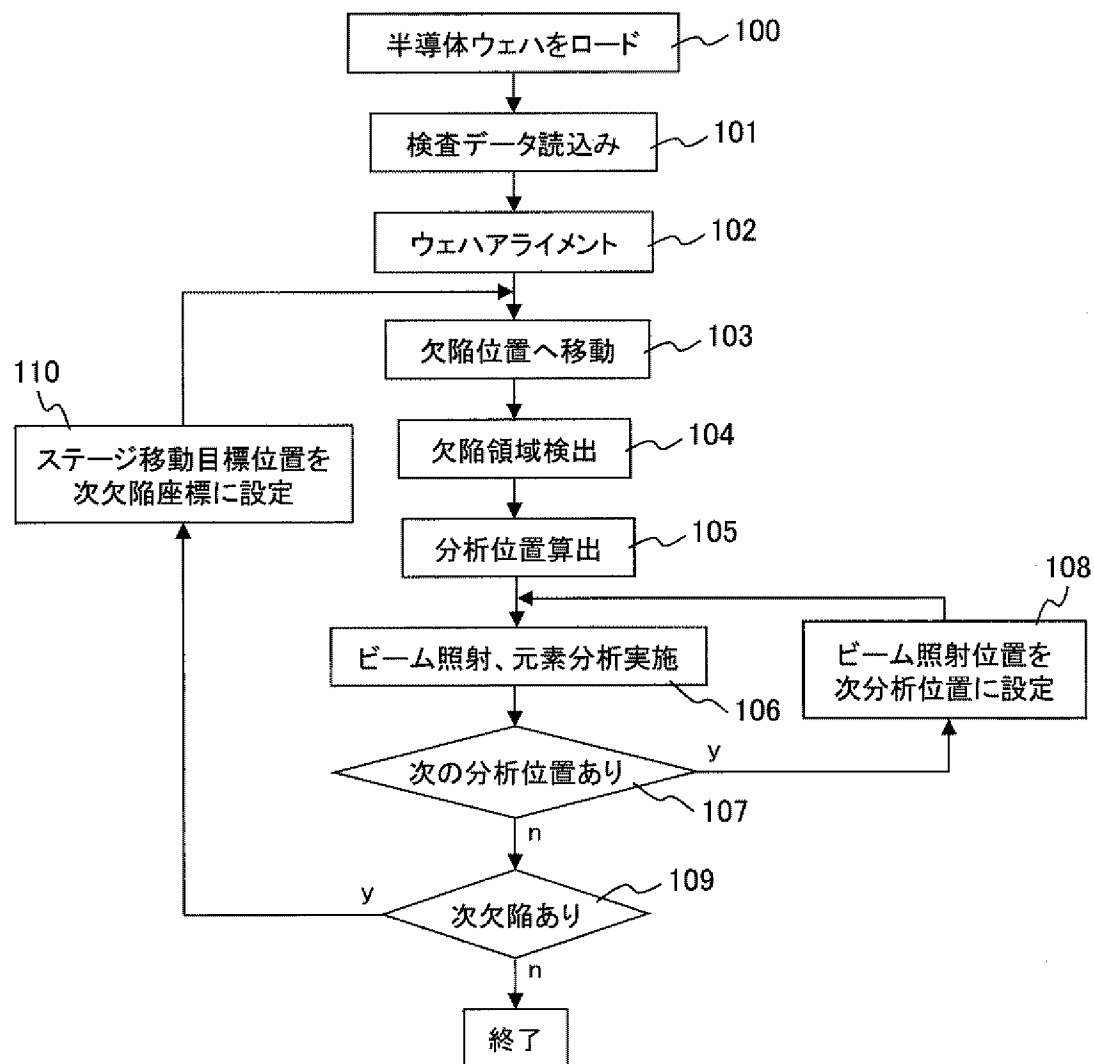
[図2]

図 2



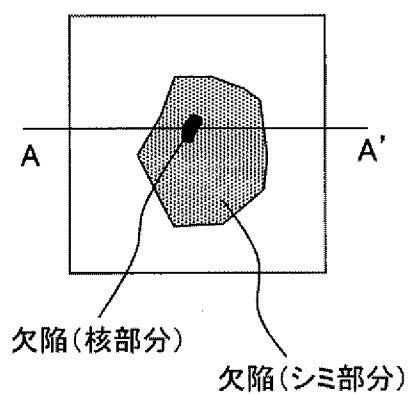
[図3]

図 3



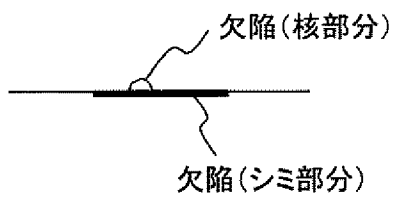
[図4(a)]

図 4(a)



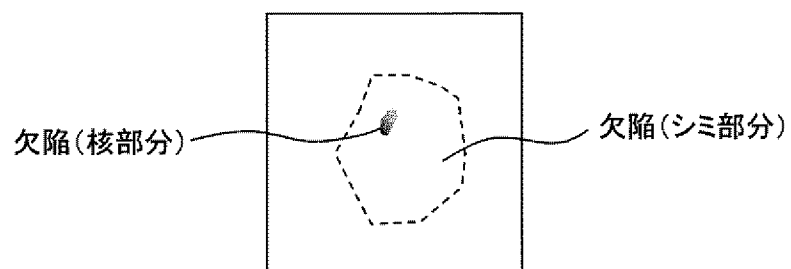
[図4(b)]

図 4(b)



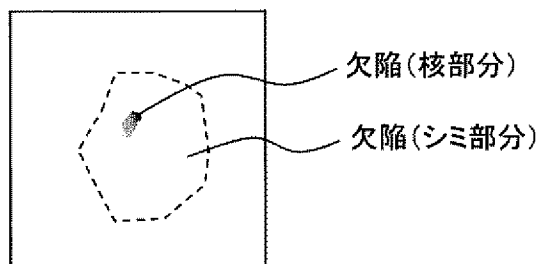
[図5]

図 5



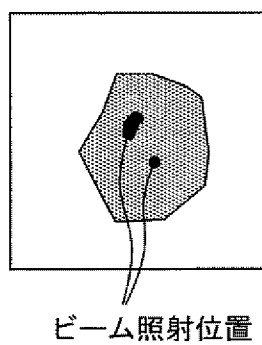
[図6]

図 6



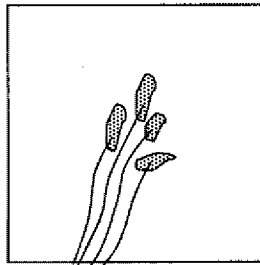
[図7]

図 7



[図8(a)]

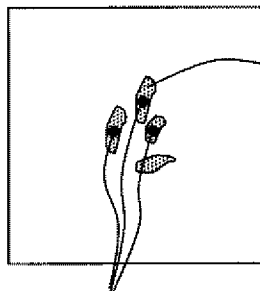
図 8(a)



欠陥

[図8(b)]

図 8(b)

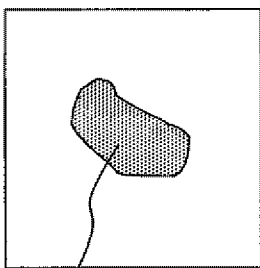


欠陥

ビーム照射位置

[図9(a)]

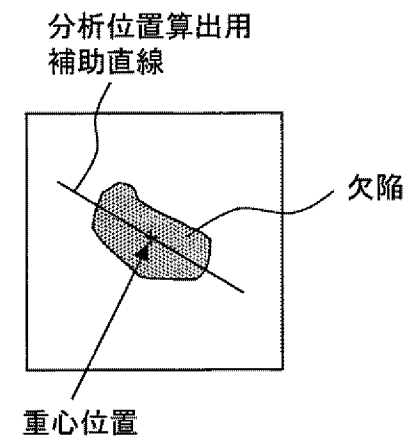
図 9(a)



欠陥

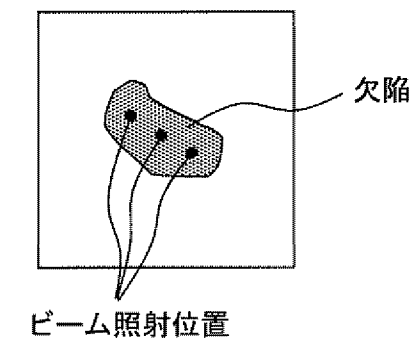
[図9(b)]

図 9(b)



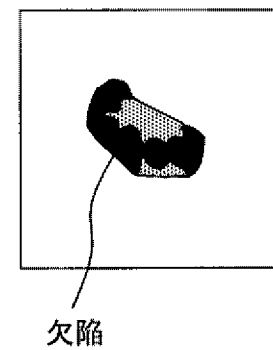
[図9(c)]

図 9(c)



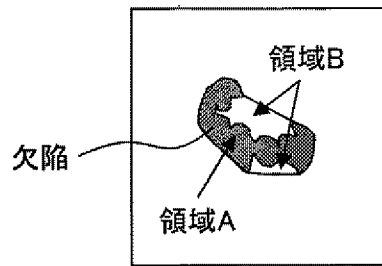
[図10(a)]

図 10(a)



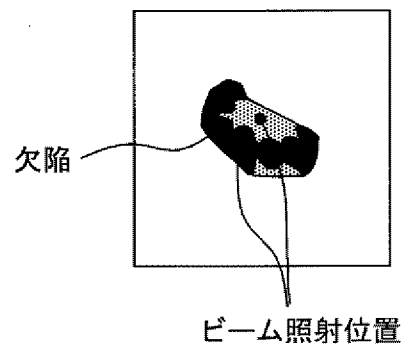
[図10(b)]

図 10(b)



[図10(c)]

図 10(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/084886

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N23/225(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)

G01N23/00-G01N23/227

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
$\frac{X}{Y}$	JP 2004-191187 A (Hitachi, Ltd.), 08 July 2004 (08.07.2004), paragraphs [0039], [0159] to [0160]; fig. 1 & US 2004/0126909 A1	$\frac{1-11}{2, 5, 10}$
$\frac{X}{Y}$	JP 2004-333210 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 25 November 2004 (25.11.2004), paragraphs [0017] to [0023] (Family: none)	$\frac{1, 3-4, 6-9, 11}{2, 5, 10}$

☐ 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
25 February, 2014 (25.02.14)

Date of mailing of the international search report
11 March, 2014 (11.03.14)

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 (IPC))

Int.Cl. G01N23/225(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N23/00-G01N23/227

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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(JDreamIII)

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 2004-191187 A (株式会社日立製作所) 2004.07.08, 【0039】, 【0159】-【0160】, 図1 & US 2004/0126909 A1	1-11 2, 5, 10
X Y	JP 2004-333210 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2004.11.25, 【0017】-【0023】 (ファミリーなし)	1, 3-4, 6-9, 11 2, 5, 10

☐ 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

25.02.2014

国際調査報告の発送日

11.03.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

比嘉 翔一

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

2W

4005