(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5998004号
(P5998004)

(45)発行日　平成28年9月28日(2016.9.28)　(24)登録日　平成28年9月2日(2016.9.2)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/66	(2006.01)	H01L	21/66	J
H01J 37/22	(2006.01)	H01J	37/22	502H
H01J 37/28	(2006.01)	H01J	37/28	B

請求項の数 15　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2012-229221(P2012-229221)
(22)出願日　平成24年10月16日(2012.10.16)
(65)公開番号　特開2014-82326(P2014-82326A)
(43)公開日　平成26年5月8日(2014.5.8)
審査請求日　平成27年6月29日(2015.6.29)

(73)特許権者　501387839
株式会社日立ハイテクノロジーズ
東京都港区西新橋一丁目２４番１４号
(74)代理人　100091096
弁理士　平木　祐輔
(74)代理人　100105463
弁理士　関谷　三男
(74)代理人　100102576
弁理士　渡辺　敏章
(72)発明者　平井　大博
茨城県ひたちなか市大字市毛８８２番地
株式会社日立ハイテクノロジーズ　那珂事業所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】荷電粒子線装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

試料上の欠陥を観察する欠陥観察装置を備える荷電粒子線装置であって、

制御部と、

表示部と、を備え、

前記制御部が、

前記欠陥観察装置で取得された１枚以上の画像に対して複数の補正条件でドリフト補正処理を実行し、

前記複数の補正条件と、前記ドリフト補正処理を実行した複数の補正画像とを対応させて前記表示部に第１の画面として表示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、

前記制御部が、前記複数の補正画像に対して欠陥自動観察処理を実行して、前記欠陥自動観察処理によって検出された欠陥位置を、前記複数の補正画像に重ねて前記第１の画面に表示することを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項３】

請求項２に記載の荷電粒子線装置において、

前記制御部が、前記複数の補正画像に対する前記欠陥自動観察処理のスループット情報を、前記複数の補正条件に対応させて前記第１の画面に表示することを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項４】
請求項２に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、ユーザが選択した前記複数の補正条件の分布及び前記複数の補正条件毎の前記欠陥自動観察処理の検出率の少なくとも一方を前記表示部に第２の画面として表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項５】
請求項４に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、前記１枚以上の画像に対する前記ドリフト補正処理の実行時間及び前記複数の補正画像に対する前記欠陥自動観察処理のスループット情報の少なくとも一方を前記第２の画面に表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項６】
請求項１に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、前記複数の補正画像に対して欠陥自動分類処理を実行して、前記欠陥自動分類処理によって得られた分類結果を、前記複数の補正画像に対応させて前記第１の画面に表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項７】
請求項６に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、前記複数の補正画像に対する前記欠陥自動分類処理のスループット情報を、前記複数の補正条件に対応させて前記第１の画面に表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項８】
請求項６に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、ユーザが選択した前記複数の補正条件の分布及び前記複数の補正条件毎の前記欠陥自動分類処理の正解率の少なくとも一方を第２の画面として前記表示部に表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項９】
請求項８に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、前記１枚以上の画像に対する前記ドリフト補正処理の実行時間及び前記複数の補正画像に対する前記欠陥自動分類処理のスループット情報の少なくとも一方を前記第２の画面に表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項１０】
請求項１に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、前記１枚以上の画像に対する前記ドリフト補正処理の実行時間を、前記複数の補正条件に対応させて前記第１の画面に表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項１１】
請求項１に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、前記ドリフト補正処理前の前記１枚以上の画像を、前記複数の補正条件に対応させて前記第１の画面に表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項１２】
請求項１に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、ユーザが選択した前記複数の補正条件の分布を前記表示部に第２の画面として表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項１３】
請求項１２に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、前記１枚以上の画像に対する前記ドリフト補正処理の実行時間を、前記複数の補正条件の前記分布に対応させて前記第２の画面に表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項１４】
請求項１に記載の荷電粒子線装置において、

前記制御部が、
前記複数の補正画像に対して欠陥自動観察処理を実行して、前記欠陥自動観察処理によって検出された欠陥位置を、前記複数の補正画像に重ねて前記第１の画面に表示し、
前記複数の補正画像に対して欠陥自動分類処理を実行して、前記欠陥自動分類処理によって得られた分類結果を、前記複数の補正画像に対応させて前記表示部に第２の画面として表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【請求項１５】
請求項１４に記載の荷電粒子線装置において、
前記制御部が、前記複数の補正画像に対する前記欠陥自動観察処理のスループット情報と、前記複数の補正画像に対する前記欠陥自動分類処理のスループット情報とを前記第２の画面に区別して表示することを特徴とする荷電粒子線装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、半導体デバイスの欠陥観察装置を備える荷電粒子線装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
半導体製造において高い歩留りを確保するためには、製造工程で発生する欠陥を早期に発見して、対策を施すことが重要である。近年、半導体の微細化に伴い、その歩留りに影響を与える欠陥も多様化しており、観察対象とすべき製造工程も増加している。例えば、試料への帯電に起因して、像ドリフトが発生するような製造工程が、欠陥観察の対象工程になる事例が増えている。
【０００３】
ＳＥＭ（Scanning Electron Microscope）式欠陥観察装置は、このような多種多様な欠陥を観察するための装置であり、一般に上位の欠陥検査装置で検出した欠陥位置の画像を、上位の欠陥検査装置より高画質で観察するものである。具体的には、上位の欠陥検査装置が出力した欠陥座標に試料ステージを移動して、観察対象となる欠陥が視野内に入る程度の低倍率で撮像し、正確な欠陥位置を特定し、欠陥位置が視野の中心に来るように試料ステージを移動、あるいは撮像中心を移動して欠陥観察に好適な高倍率で観察用の画像を取得する。このように低倍率画像で欠陥位置を特定するのは、上位の欠陥検査装置が出力する欠陥座標には、装置仕様の範囲内で誤差が含まれているためであり、ＳＥＭ式欠陥観察装置で高画質の欠陥画像を取得する際には、この誤差を補正するための処理が必要となる。高画質の欠陥画像を取得する工程を自動化したものがＡＤＲ（Automatic Defect ReviewまたはRedetection）である。
【０００４】
ＡＤＲでは、上位の欠陥検査装置の欠陥座標検出精度や試料の特性に応じて、低倍率画像の取得条件、高倍率画像の取得条件などを、ＡＤＲの欠陥検出率と画像取得時間を含むＡＤＲのスループットを両立させるために最適化する必要があるが、一般に、ＡＤＲの欠陥検出率とスループットはトレードオフの関係にあるため、経験を積んだ熟練者であっても最適条件を決定するのは困難な作業であり、最適条件設定作業の容易化が望まれている。
【０００５】
また、高画質で取得した欠陥画像をもとに、欠陥種を特定する作業を自動化したＡＤＣ（Automatic Defect Classification）も実用化されており、特に、量産ラインにおいてＡＤＣの適用工程が拡大している。ＡＤＣにおいても、ＡＤＣの欠陥分類正解率と画像取得時間を含むＡＤＣのスループットはトレードオフの関係にあるため、最適な条件を決定するのは困難な作業であり、最適条件設定作業の容易化が望まれている。
【０００６】
特許文献１では、走査電子顕微鏡において、観察視野を走査して得られるフレーム画像

を複数枚取得して、各フレーム画像間のドリフト量を算出して、ドリフト量を補正してフレーム画像を重ね合わせることで、像ドリフトが発生した場合でも鮮明な画像を得る技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】国際公開２０１０／０７０８１５号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

しかしながら、特許文献１の技術は、自動測長を行う場合の像ドリフトを対象としている。特許文献１では、高倍率画像における測長値を安定して算出することができるが、欠陥観察装置に適用した場合には、以下の課題が生じる。

【０００９】

特許文献１が想定している製造パタンの自動測長を目的とした走査電子顕微鏡では、ユーザが測長対象となる製造パタンをサンプル、あるいはレシピ毎に設定するものであり、一つのサンプル、あるいはレシピ内で測長対象となる製造パタンの種類は限定的である。つまり、自動測長では、予め決められた座標において、予め決められた製造パタンを測長するので、例えば、サンプル間で最適なパラメータが変わるということはない。

【００１０】

これに対して、ＳＥＭ式欠陥観察装置では、上位の欠陥検査装置が検出した欠陥位置の画像を取得するため、欠陥の位置によって取得すべき座標及び製造パタンが変わる。したがって、同一サンプル、あるいはレシピ内でも、取得すべき座標位置及び製造パタンが多種多様となる。これにより、取得した画像において、帯電に起因する像ドリフトの程度も製造パタン毎等によって変化するため、最適なパラメータの設定が課題となる。従来は、像ドリフトが発生する製造工程が欠陥観察の対象となることは稀であったが、近年の半導体の微細化や製造工程の複雑化により、像ドリフトが発生する製造工程に対しても、ＳＥＭ式欠陥観察装置により高画質な欠陥画像を取得して、欠陥を解析する必要性が増してきている。

【００１１】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、欠陥観察装置を備える荷電粒子線装置において、像ドリフトが発生した場合でも観察画像の最適なパラメータの条件を容易に決定することができる技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、試料上の欠陥を観察する欠陥観察装置を備える荷電粒子線装置であって、制御部と、表示部と、を備え、前記制御部が、前記欠陥観察装置で取得された１枚以上の画像に対して複数の補正条件でドリフト補正処理を実行し、前記複数の補正条件と、前記ドリフト補正処理を実行した複数の補正画像とを対応させて前記表示部に第１の画面として表示する荷電粒子線装置が提供される。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、欠陥観察装置を備える荷電粒子線装置において、像ドリフトが発生した場合でも観察画像の最適なパラメータの条件を容易に決定することができる。

【００１４】

本発明に関連する更なる特徴は、本明細書の記述、添付図面から明らかになるものである。また、上記した以外の、課題、構成および効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】
【００１５】
【図１】本発明のＳＥＭ式欠陥観察装置の全体構成を示す模式図である。
【図２】図１の全体制御部および解析部の詳細図を示す図である。
【図３】像ドリフト補正の概念図である。
【図４】第１実施例に係るフレーム積算枚数の設定処理のフローチャートである。
【図５】フレーム画像の積算枚数最適化設定のためのＧＵＩの一例であり、図４のステップ４０３で表示される画面の第１の例である。
【図６】フレーム画像の積算枚数最適化設定のためのＧＵＩの一例であり、図４のステップ４０３で表示される画面の第２の例である。
【図７】第２実施例に係る条件設定処理のフローチャートであり、ＡＤＲの欠陥検出率とスループットを両立させる条件設定処理のフローチャートである。
【図８】ＤＲの欠陥検出率とスループットを両立させる条件設定のためのＧＵＩの一例であり、図７のステップ７０４で表示される画面の例である。
【図９】第３実施例に係る条件設定処理のフローチャートであり、ＡＤＣの分類正解率とスループットを両立させる条件設定処理のフローチャートである。
【図１０】ＡＤＣの分類正解率とスループットを両立させる条件設定のためのＧＵＩの一例であり、図９のステップ９０４で表示される画面の例である。
【図１１】第４実施例に係る条件設定処理のフローチャートであり、ＡＤＲの欠陥検出率とスループットの両立、及びＡＤＣの分類正解率とスループットの両立を実現する条件設定処理のフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
以下、添付図面を参照して本発明の実施例について説明する。なお、添付図面は本発明の原理に則った具体的な実施例を示しているが、これらは本発明の理解のためのものであり、決して本発明を限定的に解釈するために用いられるものではない。
【００１７】
荷電粒子線装置は、電子や陽イオンなどの電荷をもつ粒子（荷電粒子）を電界で加速し、試料に照射する装置である。荷電粒子線装置は、試料と荷電粒子との相互作用を利用して、試料の観察、分析、加工などを行う。荷電粒子線装置の例として、電子顕微鏡、電子線描画装置、イオン加工装置、イオン顕微鏡などが挙げられる。これら荷電粒子線装置の中において、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ：Scanning Electron Microscope）は、電子を試料に照射し、電子と試料との相互作用を信号として検出することで微細構造の観察や構成元素の分析を行う装置である。以下、欠陥観察装置を備える荷電粒子線装置の一例として、ＳＥＭ式欠陥観察装置について述べる。
【００１８】
以下では、ＳＥＭ式欠陥観察装置の構成例を説明する。システムの一構成例として、ＳＥＭ式欠陥観察装置でレシピ設定を行う例について説明するが、システム構成はこれに限らず、システムを構成する装置の一部または全部が異なる装置で構成されていてもよい。例えば、本実施例のレシピ設定処理をＳＥＭ式欠陥観察装置とネットワーク接続されたレシピ管理装置、あるいは欠陥自動分類装置で行ってもよい。
【００１９】
ＳＥＭ式欠陥観察装置とは、光学式あるいはＳＥＭ式検査装置などの上位の欠陥検査装置で検出した欠陥座標を、あるいは設計レイアウトデータに基づくシミュレーションなどにより抽出した観察点の座標情報を入力情報として、欠陥あるいは観察座標の高画質なＳＥＭ画像を、観察や解析に適した条件で取得する装置である。
【００２０】
図１は、本実施例のＳＥＭ式欠陥観察装置の全体構成を示す模式図である。図１のＳＥＭ式欠陥観察装置は、電子銃１０１と、レンズ１０２と、走査偏向器１０３と、対物レンズ１０４と、試料１０５と、二次粒子検出器１０９などの光学要素により構成される電子

光学系を備える。

【００２１】

また、ＳＥＭ式欠陥観察装置は、観察対象となる試料１０５を保持する試料台をＸＹ面内に移動させるステージ１０６と、当該電子光学系に含まれる各種の光学要素を制御する電子光学系制御部１１０と、二次粒子検出器１０９の出力信号を量子化するＡ／Ｄ変換部１１１と、ステージ１０６を制御するステージ制御部１１２とを備える。上述した電子光学系、電子光学系制御部１１０、Ａ／Ｄ変換部１１１、ステージ１０６、及びステージ制御部１１２は、ＳＥＭ画像の撮像手段である走査電子顕微鏡（ＳＥＭ）を構成する。また、ＳＥＭ式欠陥観察装置は、上位の欠陥検査装置として光学式顕微鏡１１７を備えてもよい。

【００２２】

さらに、ＳＥＭ式欠陥観察装置は、全体制御部および解析部１１３と、画像処理部１１４と、操作部１１５と、記憶装置１１６とを備える。操作部１１５は、ディスプレイ（表示部）、キーボード、マウスなどを備える。記憶装置１１６には、ＳＥＭにより取得した画像が格納される。

【００２３】

ＳＥＭ式欠陥観察装置において、電子銃１０１から発射された一次電子ビーム１０７は、レンズ１０２で収束され、走査偏向器１０３で偏向される。さらに、一次電子ビーム１０７は、走査偏向器１０３で偏向された後、対物レンズ１０４で収束されて、試料１０５に照射される。

【００２４】

一次電子ビーム１０７が照射された試料１０５から、試料１０５の形状や材質に応じて二次電子や反射電子などの二次粒子１０８が発生する。発生した二次粒子１０８は、二次粒子検出器１０９で検出された後、Ａ／Ｄ変換部１１１でデジタル信号に変換される。デジタル信号に変換された二次粒子検出器１０９の出力信号を画像信号と称する場合もある。

【００２５】

Ａ／Ｄ変換部１１１の出力信号は、画像処理部１１４に出力されて、画像処理部１１４がＳＥＭ画像を形成する。画像処理部１１４は、生成したＳＥＭ画像を使用して、ドリフト補正処理を実行する。また、画像処理部１１４は、生成したＳＥＭ画像を使用して、欠陥検出などの画像処理を実行するＡＤＲ処理や、欠陥を種類別に自動分類するＡＤＣ処理など、各種の画像解析処理を実行してもよい。

【００２６】

レンズ１０２、走査偏向器１０３、対物レンズ１０４などの電子光学系の制御は、電子光学系制御部１１０で実行される。また、試料１０５の位置制御は、ステージ制御部１１２で制御されたステージ１０６で実行される。全体制御部および解析部１１３は、ＳＥＭ式欠陥観察装置全体を統括的に制御する制御部であり、ディスプレイ、キーボード、マウスなどを備えた操作部１１５及び記憶装置１１６からの入力情報を処理し、電子光学系制御部１１０、ステージ制御部１１２、画像処理部１１４などを制御して、必要に応じて操作部１１５に含まれる表示部や、記憶装置１１６に処理結果を出力する。

【００２７】

画像処理部１１４、全体制御部および解析部１１３は、コンピュータなどの情報処理装置によって構成されている。例えば、全体制御部および解析部１１３は、ＣＰＵと、記憶部（例えば、メモリおよびハードディスクなど）と、ディスプレイ、キーボード、マウスなどを備えた操作部１１５とから構成される。この場合、全体制御部および解析部１１３は、ソフトウェアにより実現することができ、ＣＰＵにより所望の演算処理のプログラムを実行することで実現できる。同様に、画像処理部１１４もソフトウェアにより実現できる。なお、画像処理部１１４、全体制御部および解析部１１３は、別々の情報処理装置で構成してもよいし、１つの情報処理装置で構成してもよい。

【００２８】

また、画像処理部１１４、全体制御部および解析部１１３で実行される処理は、ハードウェアの方式でも実現可能である。ハードウェアにより実行する場合には、処理を実行する複数の演算器を配線基板上、あるいは半導体チップ、ないしはパッケージ内に集積することにより実現できる。

【００２９】

図２は、図１の全体制御部および解析部１１３の詳細図を示している。図２に示す操作・解析部２０１は、図１の全体制御部および解析部１１３と操作部１１５を統合して表現したものである。

【００３０】

操作・解析部２０１は、欠陥データ記憶部２０２と、画像データ記憶部２０３と、解析パラメータ記憶部２０４と、解析結果データ記憶部２０５とを備える。欠陥データ記憶部２０２と、画像データ記憶部２０３と、解析パラメータ記憶部２０４と、解析結果データ記憶部２０５は、全体制御部および解析部１１３を構成する情報処理装置のハードディスクで構成されてもよい。また、操作・解析部２０１が、図１に示すＳＥＭ式欠陥観察装置に組み込まれる場合には、欠陥データ記憶部２０２、画像データ記憶部２０３、解析パラメータ記憶部２０４、及び解析結果データ記憶部２０５は、図１の記憶装置１１６に統合されてもよい。

【００３１】

欠陥データ記憶部２０２には、上位の検査装置において検出した欠陥座標などの欠陥情報が格納されている。画像データ記憶部２０３には、ＳＥＭ式欠陥観察装置で撮像した欠陥画像が格納されている。ここで、欠陥画像は、欠陥検査装置で撮像した低倍率の画像、及び、ＡＤＲ処理後の高倍率の画像を含んでよい。解析パラメータ記憶部２０４には、画像取得や画像解析時に実行する複数の実行条件（複数のパラメータ）が格納されている。複数の実行条件の例としては、フレームの積算枚数、加速電圧の電圧値、プローブ電流の電流値などのパラメータがある。また、複数の実行条件として、ＡＤＲ条件、ＡＤＣ条件などのパラメータが格納されていてもよい。解析結果データ記憶部２０５には、操作・解析部２０１による処理結果のデータが格納される。例えば、解析結果データ記憶部２０５には、複数の実行条件で処理された画像や、各実行条件によって処理された場合の処理時間またはスループットの情報などが格納される。

【００３２】

操作・解析部２０１は、操作部１１５からの操作指示に応じて、全体制御部および解析部１１３に組み込まれたＣＰＵによって、所定のプログラムを実行する。これにより、操作・解析部２０１が、複数の機能を実現することができる。例えば、操作・解析部２０１は、欠陥データ記憶部２０２から欠陥情報を取得し、画像データ記憶部２０３から欠陥画像を取得する。そして、操作・解析部２０１は、解析パラメータ記憶部２０４から複数の実行条件を取得し、各実行条件について欠陥画像に対して処理を実行する。操作・解析部２０１は、処理が実行された画像などの情報を解析結果データ記憶部２０５に格納する。

【００３３】

なお、図１に示したような全体制御部および解析部１１３をＳＥＭ式欠陥観察装置に組み込んだ構成に限らず、図１に示したＳＥＭ式欠陥観察装置とは独立して、図２に示す操作・解析部２０１を構成してもよい。この場合、ＳＥＭ式欠陥観察装置と操作・解析部２０１は、例えば、ネットワークを介して接続される。

【００３４】

図３は、像ドリフト補正の概念図である。ここでは、ドリフトが発生している３枚の第１フレーム画像３０１、第２フレーム画像３０２、第３フレーム画像３０３に対して、ドリフト補正を実行する例を説明する。まず、第２フレーム画像３０２を基準として、第１フレーム画像３０１のドリフト量を算出し、算出したドリフト量に対応した量だけ重ね合わせ位置をずらして積算する（３０４）。同様に、第２フレーム画像３０２を基準として、第３フレーム画像３０３のドリフト量を算出し、算出したドリフト量に対応した量だけ重ね合わせ位置をずらして積算する（３０４）。算出したドリフト量を考慮して３枚のフ

レーム画像を重ね合わせた結果が、フレーム積算画像３０４である。
【００３５】
図３の例示では、第２フレーム画像３０２を基準にドリフト量を算出しているが、最初に取得した第１フレーム画像３０１を基準としてもよいし、連続するフレーム画像間でドリフト量を算出する処理を繰り返してもよい。また、ここでは最終的なドリフト補正画像３０５として、フレーム積算画像３０４において、全３枚のフレーム画像３０１、３０２、３０３の共通部分を切出しているが、所望の画像サイズに対して不足する領域を特定の画素値で埋める、あるいは、周辺画素値から画像処理により算出した画素値で不足する領域を埋めるなどの処理を施してもよい。これらの像ドリフト補正処理は、画像処理部１１４で実行される。なお、像ドリフト補正処理は、全体制御部および解析部１１３で実行するようにしてもよい。
【００３６】
＜第１実施例＞
以下では、ＳＥＭ式欠陥観察装置における第１実施例に係る実行条件の最適化処理を説明する。図４は、フレーム画像積算枚数最適化処理のフローチャートである。以下では、実行条件の一例として、フレーム画像の積算枚数を最適化する処理について説明する。ここでは、以下の処理の主体は、全体制御部および解析部１１３とする。
【００３７】
ステップ４０１において、まず、全体制御部および解析部１１３は、解析パラメータ記憶部２０４からフレーム積算枚数に関する複数のパラメータを取得する。そして、全体制御部および解析部１１３は、評価対象となる最大数のフレーム画像を画像データ記憶部２０３から取得する。
【００３８】
ステップ４０２において、全体制御部および解析部１１３は、画像処理部１１４を用いて、取得したフレーム画像に対して、フレーム積算枚数を変化させて（すなわち、取得した複数のパラメータに従って）、ドリフト補正処理を実行する。全体制御部および解析部１１３は、ドリフト補正処理などの実行結果を解析結果データ記憶部２０５に格納する。
【００３９】
次に、ステップ４０３において、全体制御部および解析部１１３は、フレーム積算枚数と各積算枚数におけるドリフト補正処理結果の画像を、対応関係が分る形式で、操作部１１５の表示部（例えば、ディスプレイ）に一覧表示する。この操作部１１５の表示部の画面の詳細については後述する。
【００４０】
次に、ステップ４０４において、ユーザは一覧表示されたドリフト補正画像の中から、最適な画像を選択する。全体制御部および解析部１１３は、操作部１１５を介して、ユーザによって選択された画像の情報を受け取る。これにより、最適なドリフト補正条件を容易に設定することができる。
【００４１】
最後に、ステップ４０５において、全体制御部および解析部１１３は、設定されたドリフト補正条件を、記憶装置１１６に格納されているレシピに反映させる。これにより、次回以降の欠陥観察に適用できるようになる。このようなフローチャートに従えば、ユーザは最適なドリフト補正条件を、容易に設定することができる。
【００４２】
図５は、フレーム画像の積算枚数最適化設定のためのＧＵＩ（第１の画面）の一例であり、図４のステップ４０３で表示される画面の第１の例である。
【００４３】
図５のＧＵＩは、フレーム積算枚数表示部５０１と、補正処理前の積算画像を表示する補正処理前画像表示部５０２と、補正処理後の積算画像を表示する補正処理後画像表示部５０３と、補正処理の実行時間を表示する処理時間表示部５０４とを備える。
【００４４】

フレーム積算枚数表示部５０１には、評価対象となる最小フレーム積算枚数、最小フレーム積算枚数の２倍、最小フレーム積算枚数の４倍を比較評価するフレーム積算枚数が表示されている。なお、フレーム積算枚数の選択は、この方法に限らず、最小値、中央値、最大値の組合せでもよいし、固定値ではなく、ユーザが任意に設定できるようにしてもよい。また、比較数も３種類に限定するものではなく、評価対象とするフレーム積算枚数を全て一覧表示してもよいし、選択処理を複数回繰り返して、段階的に最適値を絞り込んでいく方式を採用してもよい。

【００４５】

補正処理前画像表示部５０２には、各積算枚数に関して補正処理前の積算画像が表示される。図５に示すように、像ドリフトが発生している場合、画像を積算することにより、評価対象の画像に含まれるパタンのエッジ部分のズレが目立って（太く）表示される。この例では、像ドリフトが発生しているため、積算枚数が増えるほど、評価対象の画像に含まれるパタンのエッジ部分のズレが大きく表示されている。なお、欠陥観察の対象となるサンプルには、ドリフト補正処理を実行する必要がないサンプルも存在しているため、ドリフト補正処理を実行していないフレーム積算画像を表示することで、ドリフト補正処理の要否も判断することができる。

【００４６】

また、補正処理後画像表示部５０３には、各積算枚数に関して補正処理後の積算画像が表示される。補正処理によって、各積算枚数においてパタンのエッジ部分のズレが小さくなっている。このように、各フレーム積算枚数に対応する補正処理前の画像及び補正処理後の画像は、フレーム積算枚数と対応できる形式で表示される。

【００４７】

また、処理時間表示部５０４には、各フレーム積算枚数、各フレーム積算画像との対応関係が分る形式で、ドリフト補正処理時間が表示される。ユーザは、実際にドリフト補正処理を実行した結果のドリフト補正画像（５０３）と、ドリフト補正処理に要した処理時間（５０４）の組合せの中から、最適な条件を容易に選択することができる。図５の例では、積算枚数が８枚の画像が選択されている（５０５）。最適な画像を選択した後にボタン５０６を押すと、選択した最適条件（ここでは、積算枚数＝８）が、次回以降のドリフト補正条件としてレシピに保存される。

【００４８】

以下では、フレーム画像の積算枚数最適化設定において表示される別の画面の例を説明する。図６は、フレーム画像の積算枚数最適化設定のためのＧＵＩ（第２の画面）の一例であり、図４のステップ４０３で表示される画面の第２の例である。

【００４９】

ＳＥＭ式欠陥観察装置において、上位の欠陥検査装置が検出した欠陥座標を観察する場合、欠陥が発生している製造パタンは多種多様であるため、多種多様な製造パタンに対応した条件設定を行うことが重要である。理想的には、多種多様な製造パタンに対して有効なパラメータが存在すれば、そのパラメータを採用すれば良いが、このようなパラメータは、一方で処理時間が長いことが多い。ユーザは、処理時間とのバランスを考慮して最適なパラメータを設定する必要があり、難易度が高い作業となっている。

【００５０】

図６は、図５で例示したフレーム積算枚数の最適化設定を、複数の評価サンプルに対して適用した結果を、累積度数表示したものである。図６のグラフでは、横軸にフレーム積算枚数６０１、縦軸（左）に累積度数６０２、縦軸（右）にドリフト補正処理時間６０３をとる。また、図６のグラフには、各フレーム積算枚数における平均のドリフト補正処理時間がプロットされており、そのプロットされた点の近似直線６０５が表示されている。図６の例示では、補正処理時間を直線近似して表示しているが、補正処理アルゴリズムによっては直線状に表示されない場合もあり、このような場合には、近似曲線で表示してもよく、複数の評価サンプルに対する累積度数と、各フレーム積算枚数におけるドリフト補正処理時間が確認できればよい。

【００５１】
このようにグラフ表示することで、複数の評価サンプルに対して、ユーザが最適と判断した結果を総合的に確認することができる。例えば、累積度数が１００％になるフレーム積算枚数（６０４）から、全ての評価サンプルに対して、ユーザが満足できる画質を実現する最小フレーム積算枚数を判断することができる。図６の例示では、フレーム積算数が１４の場合に累積度数が１００％になっている。したがって、フレーム積算数を１４にすれば、全ての評価サンプルに対して、ユーザが最適と判断した画質が得られる。なお、その時は、ドリフト補正処理時間は３００ｍｓ程度であることが確認できる。
【００５２】
また、ドリフト補正処理時間の制約がある場合には、例えば、制約となるドリフト補正処理時間６０６ａ、６０６ｂを表示させることもできる。この制約時間は、予め設定されていてもよいし、ユーザが任意に入力できるようにしてもよい。例えば、６０６ａは、制約となるドリフト補正処理時間の制約時間を３５０ｍｓに設定した場合である。この場合、全ての積算フレーム数のドリフト補正処理時間は、制約の時間未満であるため、ユーザは、累積度数が１００％になっているフレーム積算数を選択すればよい。
【００５３】
例えば、６０６ｂは、制約となるドリフト補正処理時間の制約時間を２５０ｍｓに設定した場合である。この制約時間を満たすのは、フレーム積算数が１２以下であることがわかる。ここで、フレーム積算数が１２の場合は、累積度数が９５％であり、ユーザが最適と判断した画質は、９５％程度であったことが確認できる。ユーザは、この制約時間ではフレーム積算数を１２にすれば、ほぼユーザが満足する画質が得られることが分かる。このように、フレーム積算数毎の累積度数６０２とドリフト補正処理時間６０３の両方を考慮して、最適なパラメータを選択することができる。ユーザは、最適なフレーム積算数を選択した後にボタン６０８を押すと、選択した最適条件（ここでは、積算枚数＝１４）が、次回以降のドリフト補正条件としてレシピに保存される。
【００５４】
なお、上述の例では、実行条件の一例として、フレーム積算枚数を最適化する処理について説明したが、最適化する実行条件（パラメータ）はフレーム積算枚数に限定されない。上述したように、実行条件としては、加速電圧の電圧値、プローブ電流の電流値などのパラメータについても最適化処理が可能である。この場合、複数の加速電圧の条件に関して表示部に画像が表示され、ユーザが最適な加速電圧の条件を選択することになる。なお、加速電圧などの条件を設定する場合は、フレーム積算枚数の最適化処理の前に実行するのがよい。
【００５５】
本実施例によれば、複数のドリフト補正条件（フレーム積算数）に対してドリフト補正処理を実行し、複数のドリフト補正条件と、複数のドリフト補正条件で補正処理を実行したドリフト補正画像とを対応させて表示する。したがって、像ドリフトが発生した場合でも観察画像の最適な補正条件を容易に決定することができる。また、観察対象となる製造パタンの多様性により、最適なドリフト補正条件が評価サンプル毎に変化する場合でも、ユーザは最適な条件を容易に設定することができる。
【００５６】
＜第２実施例＞
以下では、ＳＥＭ式欠陥観察装置における第２実施例に係る実行条件の最適化処理を説明する。第２実施例は、欠陥自動観察（ＡＤＲ：Automatic Defect ReviewまたはRedetection）の欠陥検出率とスループットを両立させる最適な観察条件設定処理に関するものである。ＡＤＲは、上位の欠陥検査装置が出力する欠陥座標の誤差を補正し、欠陥領域、欠陥座標などを検出し、高画質の欠陥画像を取得する処理である。図７は、ＡＤＲの欠陥検出率とスループットを両立させる条件設定処理のフローチャートである。以下では、実行条件の一例として、フレーム画像の積算枚数を最適化する処理について説明する。
【００５７】

ＳＥＭ式欠陥観察装置において、上位の欠陥検査装置が検出した欠陥座標の画像をＡＤＲで自動撮像する場合、欠陥検査装置の欠陥検出座標精度を考慮して、まず、欠陥が視野内に収まるような低倍率で画像を取得して、取得した低倍率の画像を用いて欠陥検出を行い、次に、検出した欠陥座標が視野中心となるように、高画質な高倍率画像を取得する。欠陥検出を行う低倍率画像は、ユーザの見た目の印象よりも、ＡＤＲで欠陥検出できることが重要である。したがって、ＡＤＲが欠陥検出を行う低倍率画像においては、ＡＤＲが正しく欠陥位置を検出できるか否かがパラメータ設定の重要な指標となる。

【００５８】

一般に、フレーム積算画像では、積算枚数を増やすにつれてノイズ成分が減少するため、欠陥検出率の観点からは、積算枚数は多い方が望ましいが、積算枚数を増やすと処理時間も増加してしまう。特に、ドリフト補正処理を行う場合には、各フレーム画像間のドリフト量を算出する処理が必要なため、フレーム積算に要する処理時間の増加が問題となる。このような条件下で、ＡＤＲの欠陥検出率とフレーム積算処理時間を含むＡＤＲのスループットとのバランスを考慮して、最適な条件を設定する必要があり、レシピ設定において難易度が高い設定項目になっている。

【００５９】

以下、図７のフローチャートについて説明する。ここでは、以下の処理の主体は、全体制御部および解析部１１３とする。

ステップ７０１において、まず、全体制御部および解析部１１３は、解析パラメータ記憶部２０４からフレーム積算枚数に関する複数のパラメータを取得する。そして、全体制御部および解析部１１３は、評価対象となる最大数のフレーム画像を画像データ記憶部２０３から取得する。

【００６０】

次に、ステップ７０２において、全体制御部および解析部１１３は、画像処理部１１４を用いて、取得したフレーム画像に対して、フレーム積算枚数を変化させて（すなわち、取得した複数のパラメータに従って）、ドリフト補正処理を実行する。

【００６１】

次に、ステップ７０３において、まず、全体制御部および解析部１１３は、ドリフト補正処理前の各フレーム積算画像に対して、ＡＤＲ処理を実行する。さらに、全体制御部および解析部１１３は、フレーム積算枚数を変化させてドリフト補正処理を実行した各フレーム積算画像に対して、ＡＤＲ処理を実行する。そして、全体制御部および解析部１１３は、ＡＤＲ処理の実行結果を解析結果データ記憶部２０５に格納する。

【００６２】

次に、ステップ７０４において、全体制御部および解析部１１３は、各フレーム積算枚数におけるドリフト補正画像と、各ドリフト補正画像に対してＡＤＲが検出した欠陥位置と、各ドリフト補正画像におけるＡＤＲのスループットとを、対応関係が分る形式で、操作部１１５の表示部（例えば、ディスプレイ）に一覧表示する。この操作部１１５の表示部の画面の詳細については後述する。

【００６３】

次に、ステップ７０５において、ユーザは一覧表示されたドリフト補正画像とＡＤＲ実行結果の中から、最適な画像を選択する。全体制御部および解析部１１３は、操作部１１５を介して、ユーザによって選択された画像の情報を受け取る。これにより、ＡＤＲを考慮した最適なドリフト補正条件を容易に設定することができる。

【００６４】

最後に、ステップ７０６において、全体制御部および解析部１１３は、ＡＤＲを考慮した最適なドリフト補正条件を、記憶装置１１６に格納されているレシピに反映させる。これにより、次回以降の欠陥観察に適用できるようになる。このようなフローチャートに従えば、ユーザはＡＤＲを考慮した最適なドリフト補正条件を容易に設定することができる。

【００６５】

図８は、ＡＤＲの欠陥検出率とスループットを両立させる条件設定のためのＧＵＩの一例であり、図７のステップ７０４で表示される画面の例である。

【００６６】

図８のＧＵＩは、ＡＤＲ結果の表示選択部８０１と、フレーム積算枚数表示部８０２と、補正処理前の積算画像を表示する補正処理前画像表示部８０３と、補正処理後の積算画像を表示する補正処理後画像表示部８０６と、補正処理の実行時間を表示する処理時間表示部８０７と、ＡＤＲのスループットを表示するスループット表示部８０８とを備える。

【００６７】

ＡＤＲ結果の表示選択部８０１は、ＡＤＲの結果も重ねて表示するかを選択するものであり、チェックされた場合には、ＡＤＲの結果（欠陥領域８０４及び欠陥座標８０５）が、画像に重なる形式で表示される。図８の例示では、ＡＤＲが検出した欠陥領域８０４を多角形でグルーピングした結果を表示しているが、グルーピング処理せずに、検出した全ての欠陥領域をオーバーレイ表示してもよい。また、図８の例示では、ＡＤＲが検出した欠陥座標８０５は、欠陥領域８０４の重心を採用しているが、例えば、画素値を考慮するなど欠陥の特徴量（例えば、輝度など）を定義して、最も欠陥らしいと判断した画素を欠陥座標としてもよく、ＡＤＲの欠陥検出アルゴリズムに対応した定義を採用すればよい。

【００６８】

フレーム積算枚数表示部８０２には、評価対象となる最小フレーム積算枚数、最小フレーム積算枚数の２倍、最小フレーム積算枚数の４倍を比較評価するフレーム積算枚数が表示されている。なお、フレーム積算枚数の選択は、この方法に限らず、最小値、中央値、最大値の組合せでもよいし、固定値ではなく、ユーザが任意に設定できるようにしてもよい。また、比較数も３種類に限定するものではなく、評価対象とするフレーム積算枚数を全て一覧表示してもよいし、選択処理を複数回繰り返して、段階的に最適値を絞り込んでいく方式を採用してもよい。

【００６９】

補正処理前画像表示部８０３には、各積算枚数に関して補正処理前の積算画像が表示される。像ドリフトが発生している場合、画像を積算することにより、評価対象の画像に含まれるパタンや欠陥のエッジ部分のズレが目立って（太く）表示される。図８の例では、像ドリフト及びノイズ成分のために、積算枚数が少ないほど欠陥領域８０４が広く検出されている。その結果、フレーム積算枚数が４、８の場合では、欠陥位置８１１に対して欠陥座標８０５がズレて検出されている。なお、欠陥観察の対象となるサンプルには、ドリフト補正処理を実行する必要がないサンプルも存在しているため、ドリフト補正処理を実行していないフレーム積算画像を表示することで、ドリフト補正処理の要否も判断することができる。

【００７０】

また、補正処理後画像表示部８０６には、各積算枚数に関して補正処理後の積算画像が表示される。図８に示すように、各フレーム積算枚数に対応する補正処理前の画像及び補正処理後の画像は、フレーム積算枚数と対応できる形式で表示される。なお、補正処理によって、各積算枚数においてパタンや欠陥のエッジ部分のズレが小さくなり、その結果、欠陥領域８０４が補正処理前に比べて小さくなる。これにより、欠陥位置８１１に対して欠陥座標８０５のズレも小さくなる。

【００７１】

また、ドリフト補正処理時間が、各フレーム積算枚数、ＡＤＲ結果が表示された各フレーム積算画像との対応関係が分る形式で、処理時間表示部８０７に表示される。さらに、ドリフト補正処理時間を含むＡＤＲのスループットが、各フレーム積算枚数、ＡＤＲ結果が表示された各フレーム積算画像との対応関係が分る形式でスループット表示部８０８に表示される。ＡＤＲを適用した場合の処理時間は、ドリフト補正処理時間を含むＡＤＲのスループットとして議論される場合が多いので、ドリフト補正処理時間（８０７）だけでなく、ＡＤＲのスループット（８０８）を併記するのが望ましい。

【００７２】

このようなＧＵＩを用いれば、ユーザは、実際にドリフト補正処理を実行した画像と、各ドリフト補正画像に対するＡＤＲ結果と、各ドリフト補正画像に対するＡＤＲのスループットの組合せの中から、最適な条件を容易に選択することができる（８０９）。最適な画像を選択した後にボタン８１０を押すと、選択した最適条件（ここでは、積算枚数＝８）が、次回以降のＡＤＲを考慮したドリフト補正条件としてレシピに保存される。

【００７３】

また、図７のステップ７０４において、図６で例示した画面と同様の内容を表示してもよい。複数のサンプルに対するＡＤＲを考慮したドリフト補正条件の最適化は、図６で例示した内容と同様に対応できる。図６では、図５でユーザが最適と判断した画像の累積度数を表示している。これに対して、ＡＤＲを考慮したドリフト補正条件最適化の場合には、図８で、ユーザがＡＤＲを考慮して最適と判断した画像の累積度数を表示すると考えればよい。なお、本実施例では、累積度数に限定されず、他の情報も表示してもよい。例えば、ユーザが最適と判断した画像は、正しく欠陥座標が検出できていることを意味するため、ユーザが最適と判断した画像の欠陥座標と他のフレーム積算数の画像の欠陥座標とを比較することによって、各フレーム積算数について欠陥の検出率を算出することができる。この場合、グラフには、各フレーム積算数に対する検出率も表示される。また、図６では、ドリフト補正処理時間を第二軸としてグラフ表示していたが、ＡＤＲを考慮したドリフト補正条件最適化の場合には、ドリフト補正処理時間を含むＡＤＲのスループットをグラフ表示してもよい。

【００７４】

本実施例によれば、観察対象となる製造パタンの多様性により、最適なドリフト補正条件がサンプル毎に変化する場合でも、ＡＤＲを考慮したドリフト補正条件を容易に選択することができる。また、設定処理において、ドリフト補正処理時間を含むＡＤＣのスループットが表示されるので、ＡＤＲの欠陥検出率とスループットを両立させる条件を容易に設定することができる。

【００７５】

＜第３実施例＞

以下では、ＳＥＭ式欠陥観察装置における第３実施例に係る実行条件の最適化処理を説明する。第３実施例は、欠陥自動分類（ＡＤＣ：Automatic Defect Classification）の分類正解率とスループットを両立させる最適な観察条件設定処理に関するものである。ＡＤＣは、高画質で取得した欠陥画像をもとに、欠陥の種類を分類する（欠陥種を特定する）処理である。図９は、ＡＤＣの分類正解率とスループットを両立させる条件設定処理のフローチャートである。以下では、実行条件の一例として、フレーム画像の積算枚数を最適化する処理について説明する。

【００７６】

ＡＤＣで正解率を確保するためには、欠陥を高画質で解析する必要があり、ＡＤＣの対象となる高倍率画像の取得条件が重要となる。ＡＤＣのアルゴリズムによっては、高倍率画像だけでなく、低倍率画像を併用することもあるが、ここでは、ＡＤＣの正解率に与える影響が大きい画像は高倍率画像であるとして説明する。

【００７７】

一般に、ドリフト補正を行ったフレーム積算画像では、積算枚数を増やすにつれてノイズ成分が減少するため、ＡＤＣの分類正解率の観点からは、積算枚数は多い方が望ましいが、積算枚数を増やすと、ドリフト補正処理時間を含むＡＤＣ処理時間が増加してしまう。また、ユーザが目視分類するのに適した画質と、ＡＤＣで十分な正解率が得られる画質とは必ずしも一致しないため、ＡＤＣの分類正解率とフレーム積算枚数、およびドリフト補正処理時間を含むＡＤＣ処理時間とのバランスを考慮して、最適な条件を設定しなければならない。このため、ＡＤＣの分類正解率とスループットを両立する条件の最適化は、レシピ設定において難易度が高い作業になっている。

【００７８】

以下、図９のフローチャートについて説明する。ここでは、以下の処理の主体は、全体

制御部および解析部１１３とする。
ステップ９０１において、まず、全体制御部および解析部１１３は、解析パラメータ記憶部２０４からフレーム積算枚数に関する複数のパラメータを取得する。そして、全体制御部および解析部１１３は、評価対象となる最大数のフレーム画像を画像データ記憶部２０３から取得する。
【００７９】
次に、ステップ９０２において、全体制御部および解析部１１３は、画像処理部１１４を用いて、取得したフレーム画像に対して、フレーム積算枚数を変化させて（すなわち、取得した複数のパラメータに従って）、ドリフト補正処理を実行する。
【００８０】
次に、ステップ９０３において、まず、全体制御部および解析部１１３は、ドリフト補正処理前の各フレーム積算画像に対して、ＡＤＣ処理を実行する。さらに、全体制御部および解析部１１３は、フレーム積算枚数を変化させてドリフト補正処理を実行した各フレーム積算画像に対して、ＡＤＣ処理を実行する。そして、全体制御部および解析部１１３は、ＡＤＣ処理の実行結果を解析結果データ記憶部２０５に格納する。
【００８１】
次に、ステップ９０４において、全体制御部および解析部１１３は、各フレーム積算枚数におけるドリフト補正画像と、各ドリフト補正画像に対するＡＤＣの分類結果と、各ドリフト補正画像におけるＡＤＣのスループットとを、対応関係が分る形式で、操作部１１５の表示部（例えば、ディスプレイ）に一覧表示する。この操作部１１５の表示部の画面の詳細については後述する。
【００８２】
次に、ステップ９０５において、ユーザは一覧表示されたドリフト補正画像とＡＤＣの分類結果の中から、最適な画像を選択する。全体制御部および解析部１１３は、操作部１１５を介して、ユーザによって選択された画像の情報を受け取る。これにより、ＡＤＣを考慮した最適なドリフト補正条件を容易に設定することができる。
【００８３】
最後に、ステップ９０６において、全体制御部および解析部１１３は、ＡＤＣを考慮した最適なドリフト補正条件を、記憶装置１１６に格納されているレシピに反映させる。これにより、次回以降の欠陥観察に適用できるようになる。このようなフローチャートに従えば、ユーザはＡＤＣを考慮した最適なドリフト補正条件を容易に設定することができる。
【００８４】
図１０は、ＡＤＣの分類正解率とスループットを両立させる条件設定のためのＧＵＩの一例であり、図９のステップ９０４で表示される画面の例である。
【００８５】
図１０のＧＵＩは、ＡＤＣ結果の表示選択部１００１と、フレーム積算枚数表示部１００２と、補正処理前の積算画像を表示する補正処理前画像表示部１００３と、補正処理前の積算画像に対するＡＤＣ結果を表示する第１のＡＤＣ結果表示部１００４と、補正処理後の積算画像を表示する補正処理後画像表示部１００６と、補正処理後の積算画像に対するＡＤＣ結果を表示する第２のＡＤＣ結果表示部１００７と、補正処理の実行時間を表示する処理時間表示部１００８と、ＡＤＣのスループットを表示するスループット表示部１００９とを備える。
【００８６】
ＡＤＣ結果の表示選択部１００１は、ＡＤＣの結果も重ねて表示するかを選択するものであり、チェックされた場合には、ＡＤＣの結果（欠陥領域１００５、第１のＡＤＣ結果表示部１００４、第２のＡＤＣ結果表示部１００７）が表示される。図１０の例示では、ＡＤＣが検出した欠陥領域１００５を多角形でグルーピングした結果を表示しているが、グルーピング処理せずに、検出した全ての欠陥領域をオーバーレイ表示してもよい。
【００８７】

フレーム積算枚数表示部１００２には、評価対象となる最小フレーム積算枚数、最小フレーム積算枚数の２倍、最小フレーム積算枚数の４倍を比較評価するフレーム積算枚数が表示されている。なお、フレーム積算枚数の選択は、この方法に限らず、最小値、中央値、最大値の組合せでもよいし、固定値ではなく、ユーザが任意に設定できるようにしてもよい。また、比較数も３種類に限定するものではなく、評価対象とするフレーム積算枚数を全て一覧表示してもよいし、選択処理を複数回繰り返して、段階的に最適値を絞り込んでいく方式を採用してもよい。

【００８８】

補正処理前画像表示部１００３には、各積算枚数に関して補正処理前の積算画像が表示される。像ドリフトが発生している場合、画像を積算することにより、評価対象の画像に含まれるパタンや欠陥のエッジ部分のズレが目立って（明るく）表示される。図１０の例では、像ドリフト及びノイズ成分のために、積算枚数が少ないほど欠陥領域１００５が広く検出されている。なお、欠陥観察の対象となるサンプルには、ドリフト補正処理を実行する必要がないサンプルも存在しているため、ドリフト補正処理を実行していないフレーム積算画像を表示することで、ドリフト補正処理の要否も判断することができる。

【００８９】

第１のＡＤＣ結果表示部１００４には、各積算枚数に関して、補正処理前の積算画像に対するＡＤＣ結果が表示される。図１０の例では、フレーム積算枚数が４の場合は、ＡＤＣの分類結果が確定されず、「Ｕｎｋｎｏｗｎ」と表示されている。フレーム積算枚数が８の場合は、「Ｓｈｏｒｔ」（短絡）と分類されており、この例においては、正しい分類結果が得られていない。また、フレーム積算枚数が１６の場合は、「Ｄｕｓｔ」（異物）と分類されており、正しい分類結果が得られている。

【００９０】

また、補正処理後画像表示部１００６には、各積算枚数に関して補正処理後の積算画像が表示される。図１０に示すように、各フレーム積算枚数に対応する補正処理前の画像及び補正処理後の画像は、フレーム積算枚数と対応できる形式で表示される。なお、補正処理によって、各積算枚数においてパタンや欠陥のエッジ部分のズレが小さくなり、その結果、欠陥領域１００５が補正処理前に比べて小さくなっている。

【００９１】

第２のＡＤＣ結果表示部１００７には、各積算枚数に関して、補正処理後の積算画像に対するＡＤＣ結果が表示される。図１０の例では、フレーム積算枚数が４の場合は、補正処理後でもＡＤＣの分類結果が確定されず、「Ｕｎｋｎｏｗｎ」と表示されている。フレーム積算枚数が８の場合は、「Ｄｕｓｔ」と分類されており、補正処理前に対して正しい結果が得られている。また、フレーム積算枚数が１６の場合は、「Ｄｕｓｔ」と分類されている。

【００９２】

また、ドリフト補正処理時間が、各フレーム積算枚数、ＡＤＣ結果が表示された各フレーム積算画像との対応関係が分る形式で、処理時間表示部１００８に表示される。さらに、ドリフト補正処理時間を含むＡＤＣのスループットが、各フレーム積算枚数、ＡＤＣ結果が表示された各フレーム積算画像との対応関係が分る形式でスループット表示部１００９に表示される。ＡＤＣを適用した場合の処理時間は、ドリフト補正処理時間を含むＡＤＣのスループットとして議論される場合が多いので、ドリフト補正処理時間（１００８）だけでなく、ＡＤＣのスループット（１００９）を併記するのが望ましい。なお、ＡＤＣ処理はＡＤＲ処理と並列にパイプライン処理されることが多い。特に、処理対象のサンプル数によっては、ＡＤＣとＡＤＲのスループットが同等になる場合があるので、ここではＡＤＣとＡＤＲのスループットを特に区別せずに表示している。しかし、ＡＤＣのスループットを正確に認識したい場合には、ＡＤＣとＡＤＲのスループットを区別して表示するようにしてもよい。

【００９３】

このようなＧＵＩを用いれば、ユーザは、実際にドリフト補正処理を実行した画像と、

各ドリフト補正画像に対するＡＤＣ結果と、各ドリフト補正画像に対するＡＤＣのスループットの組合せの中から、最適な条件を容易に選択することができる（１０１０）。最適な画像を選択した後にボタン１０１１を押すと、選択した最適条件（ここでは、積算枚数＝８）が、次回以降のＡＤＣを考慮したドリフト補正条件としてレシピに保存される。

【００９４】

また、図９のステップ９０４において、図６で例示した画面と同様の内容を表示してもよい。複数のサンプルに対するＡＤＣを考慮したドリフト補正条件の最適化は、図６で例示した内容と同様に対応できる。図６では、図５でユーザが最適と判断した画像の累積度数を表示している。これに対して、ＡＤＣを考慮したドリフト補正条件最適化の場合には、図１０で、ユーザがＡＤＣを考慮して最適と判断した画像の累積度数を表示すると考えればよい。なお、本実施例では、累積度数に限定されず、他の情報も表示してもよい。例えば、ユーザが最適と判断した画像は、正しく欠陥分類が行われた画像を意味するため、ユーザが最適と判断した画像のＡＤＣ結果と他のフレーム積算数の画像のＡＤＣ結果とを比較することによって、各フレーム積算数について欠陥分類の正解率を算出することができる。この場合、グラフには、各フレーム積算数に対する欠陥分類の正解率も表示される。また、図６では、ドリフト補正処理時間を第二軸としてグラフ表示していたが、ＡＤＣを考慮したドリフト補正条件最適化の場合には、ドリフト補正処理時間を含むＡＤＣのスループットをグラフ表示してもよい。

【００９５】

本実施例によれば、観察対象となる製造パタンの多様性により、最適なドリフト補正条件がサンプル毎に変化する場合でも、ＡＤＣを考慮したドリフト補正条件を容易に選択することができる。また、設定処理において、ドリフト補正処理時間を含むＡＤＣのスループットが表示されるので、ＡＤＣの欠陥分類正解率とスループットを両立させる条件を容易に設定することができる。

【００９６】

＜第４実施例＞

以下では、ＳＥＭ式欠陥観察装置における第４実施例に係る実行条件の最適化処理を説明する。第４実施例は、ＡＤＲの欠陥検出率とスループットの両立、及びＡＤＣの分類正解率とスループットの両立を実現する観察条件設定処理に関するものである。図１１は、ＡＤＲの欠陥検出率とスループットの両立、及びＡＤＣの分類正解率とスループットの両立を実現する条件設定処理のフローチャートである。以下では、実行条件の一例として、フレーム画像の積算枚数を最適化する処理について説明する。

【００９７】

図１１は、図７で例示したフローと、図８で例示したフローを統合したものである。ここでは、以下の処理の主体は、全体制御部および解析部１１３とする。

ステップ１１０１において、まず、全体制御部および解析部１１３は、解析パラメータ記憶部２０４からフレーム積算枚数に関する複数のパラメータを取得する。そして、全体制御部および解析部１１３は、評価対象となる最大数のフレーム画像を画像データ記憶部２０３から取得する。

【００９８】

次に、ステップ１１０２において、全体制御部および解析部１１３は、画像処理部１１４を用いて、取得したフレーム画像に対して、フレーム積算枚数を変化させて（すなわち、取得した複数のパラメータに従って）、ドリフト補正処理を実行する。

【００９９】

次に、ステップ１１０３において、まず、全体制御部および解析部１１３は、ドリフト補正処理前の各フレーム積算画像に対して、ＡＤＲ処理を実行する。全体制御部および解析部１１３は、フレーム積算枚数を変化させてドリフト補正処理を実行した各フレーム積算画像に対して、ＡＤＲ処理を実行する。そして、全体制御部および解析部１１３は、ＡＤＲ処理の実行結果を解析結果データ記憶部２０５に格納する。

【０１００】

次に、ステップ１１０４において、全体制御部および解析部１１３は、各フレーム積算枚数におけるドリフト補正画像と、各ドリフト補正画像に対してＡＤＲが検出した欠陥位置と、各ドリフト補正画像におけるＡＤＲのスループットとを、対応関係が分る形式で、操作部１１５の表示部（例えば、ディスプレイ）に一覧表示する。ここでは、図８の画面が表示される。

【０１０１】

次に、ステップ１１０５において、ユーザは一覧表示されたドリフト補正画像とＡＤＲ実行結果の中から、最適な画像を選択する。全体制御部および解析部１１３は、操作部１１５を介して、ユーザによって選択された画像の情報を受け取る。

【０１０２】

次に、ステップ１１０６において、まず、全体制御部および解析部１１３は、ドリフト補正処理前の各フレーム積算画像に対して、ＡＤＣ処理を実行する。さらに、全体制御部および解析部１１３は、フレーム積算枚数を変化させてドリフト補正処理を実行した各フレーム積算画像に対して、ＡＤＣ処理を実行する。そして、全体制御部および解析部１１３は、ＡＤＣ処理の実行結果を解析結果データ記憶部２０５に格納する。

【０１０３】

次に、ステップ１１０７において、全体制御部および解析部１１３は、各フレーム積算枚数におけるドリフト補正画像と、各ドリフト補正画像に対するＡＤＣの分類結果と、各ドリフト補正画像におけるＡＤＣのスループットとを、対応関係が分る形式で、操作部１１５の表示部（例えば、ディスプレイ）に一覧表示する。ここでは、図１０の画面が表示される。

【０１０４】

次に、ステップ１１０８において、ユーザは一覧表示されたドリフト補正画像とＡＤＣの分類結果の中から、最適な画像を選択する。全体制御部および解析部１１３は、操作部１１５を介して、ユーザによって選択された画像の情報を受け取る。

【０１０５】

最後に、ステップ１１０９において、全体制御部および解析部１１３は、ＡＤＲを考慮した最適なドリフト補正条件、及び、ＡＤＣを考慮した最適なドリフト補正条件を、記憶装置１１６に格納されているレシピに反映させる。

【０１０６】

このようなフローチャートに従えば、ユーザはＡＤＲの欠陥検出率とスループットを両立する最適条件と、ＡＤＣの分類正解率とスループットを両立する最適条件を、容易に設定することができる。

【０１０７】

本実施例によれば、ＡＤＲとＡＤＣの両方のドリフト補正条件を連続して設定できる。上述したように、ＡＤＣとＡＤＲのスループットが同等にならない場合もあるので、例えば、ステップ１１０７において、ＡＤＣとＡＤＲのスループットを区別して表示することも可能となる。これにより、ＡＤＣとＡＤＲの両方のスループットを見比べながら最適なドリフト補正条件を決定することもできる。また、ＡＤＲとＡＤＣの両方のドリフト補正条件を連続して設定することにより、ステップ１１０２で処理されたドリフト補正画像をステップ１１０６でそのまま利用することができ、処理時間を短縮することもできる。

【０１０８】

なお、本発明は上述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、上述した実施例は本発明を分かりやす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に置き換えることがあり、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。

【０１０９】

また、上述したように、全体制御部および解析部１１３は、画像処理部１１４は、実施

例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードで実現してもよい。この場合、プログラムコードを記録した記憶媒体を情報処理装置に提供し、その情報処理装置（またはＣＰＵ）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出すようにしてもよい。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施例の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、およびそれを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。このようなプログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、ＣＤ－Ｒ、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ＲＯＭなどが用いられる。なお、プログラムが記録された記録媒体により、既存の装置をアップグレードすることも可能である。

【０１１０】

また、プログラムコードの指示に基づき、情報処理装置上で稼動しているＯＳ（オペレーティングシステム）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施例の機能が実現されるようにしてもよい。さらに、実施例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを、ネットワークを介して配信することにより、それを情報処理装置の記憶装置またはＣＤ－ＲＷ、ＣＤ－Ｒ等の記憶媒体に格納し、使用時にその情報処理装置のＣＰＵが当該記憶装置や当該記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出して実行するようにしてもよい。

【０１１１】

本発明は、具体例に関連して記述したが、これらは、すべての観点に於いて限定の為ではなく説明の為である。本分野にスキルのある者には、本発明を実施するのに相応しいハードウェア、ソフトウェア、およびファームウエアの多数の組み合わせがあることが解るであろう。例えば、本実施例に記載の機能を実現するプログラムコードは、アセンブラ、Ｃ／Ｃ＋＋、ｐｅｒｌ、Ｓｈｅｌｌ、ＰＨＰ、Ｊａｖａ（登録商標）等の広範囲のプログラムまたはスクリプト言語で実装できる。

【０１１２】

また、図面における制御線や情報線は、説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。全ての構成が相互に接続されていてもよい。

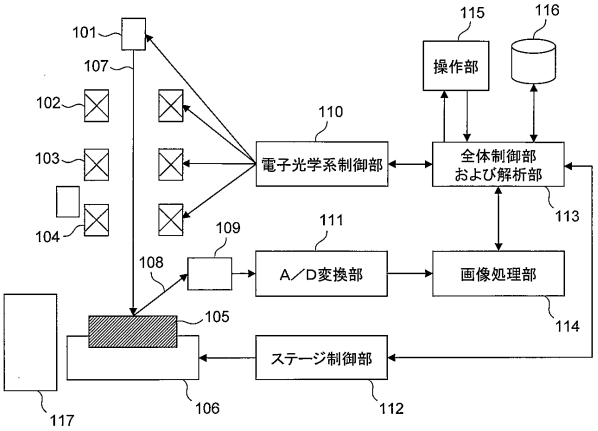
【符号の説明】

【０１１３】

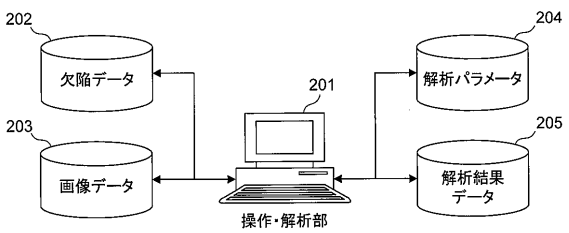
１０１　：電子銃
１０２　：レンズ
１０３　：走査偏向器
１０４　：対物レンズ
１０５　：試料
１０６　：ステージ
１０７　：一次電子ビーム
１０８　：二次粒子
１０９　：二次粒子検出器
１１０　：電子光学系制御部
１１１　：Ａ／Ｄ変換部
１１２　：ステージ制御部
１１３　：全体制御部および解析部
１１４　：画像処理部
１１５　：操作部
１１６　：記憶装置
１１７　：光学式顕微鏡
２０１　：操作・解析部
２０２　：欠陥データ記憶部

２０３　：画像データ記憶部
２０４　：解析パラメータ記憶部
２０５　：解析結果データ記憶部

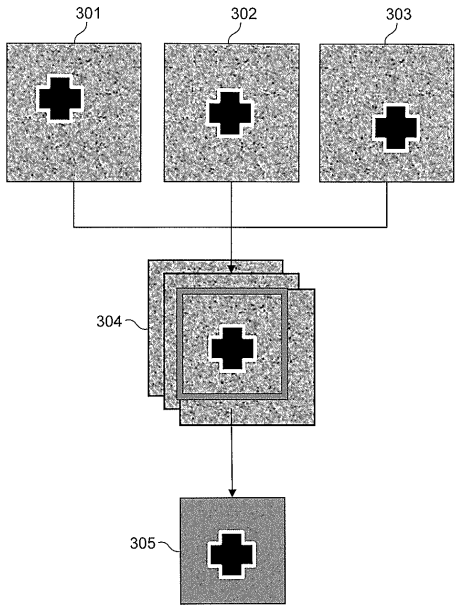
【図１】



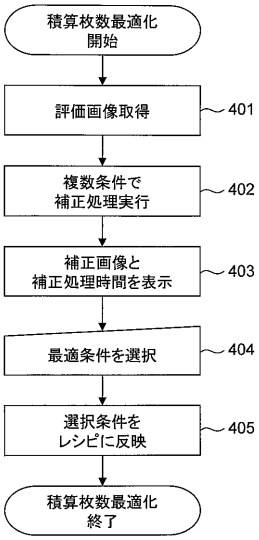
【図２】



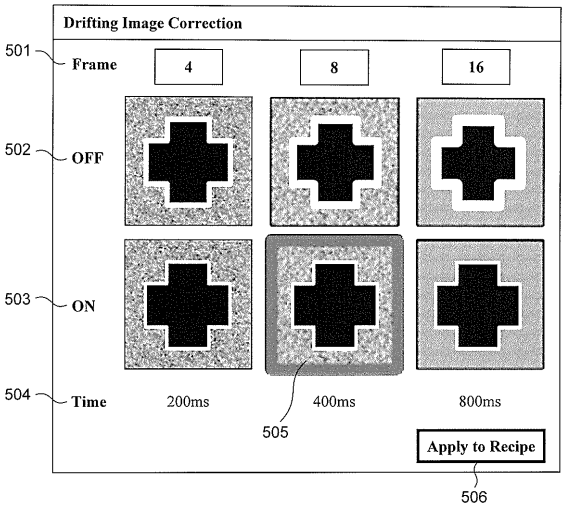
【図３】



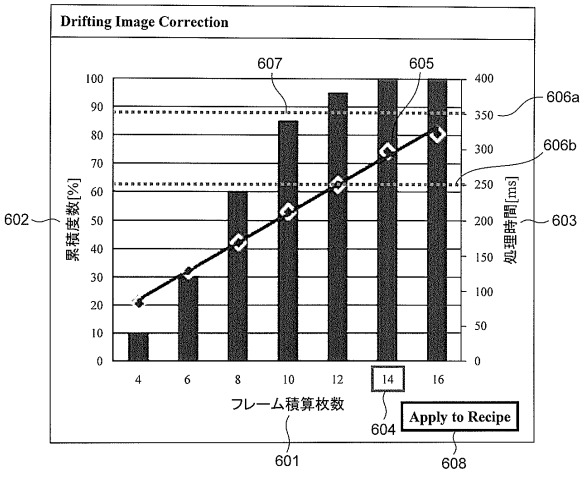
【図４】


積算枚数最適化
開始
評価画像取得
401
複数条件で
補正処理実行
402
補正画像と
補正処理時間を表示
403
最適条件を選択
404
選択条件を
レシピに反映
405
積算枚数最適化
終了

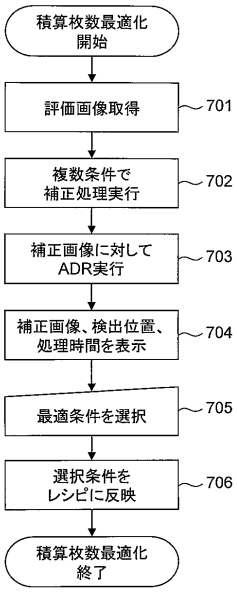
【図５】


Drifting Image Correction
501
Frame
4
8
16
502
OFF
503
ON
504
Time
200ms
400ms
800ms
505
Apply to Recipe
506

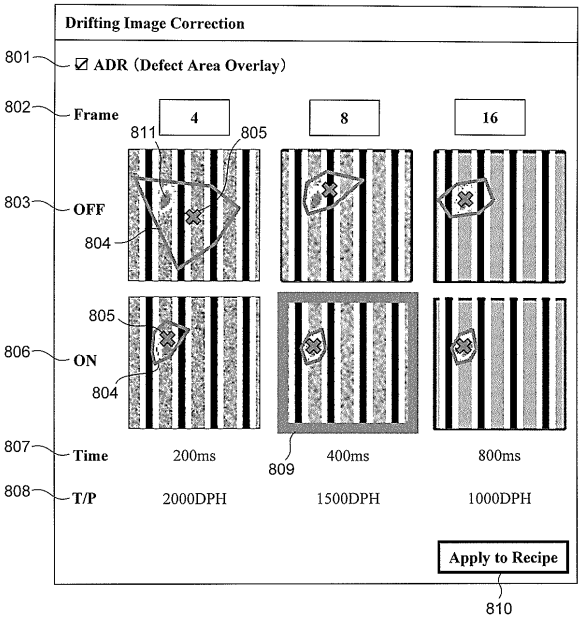
【図６】


Drifting Image Correction
607
605
606a
606b
602
累積度数[%]
処理時間[ms]
603
フレーム積算枚数
601
604
Apply to Recipe
608

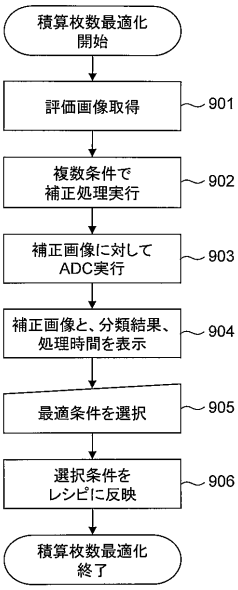
【図７】


積算枚数最適化
開始
評価画像取得
701
複数条件で
補正処理実行
702
補正画像に対して
ADR実行
703
補正画像、検出位置、
処理時間を表示
704
最適条件を選択
705
選択条件を
レシピに反映
706
積算枚数最適化
終了

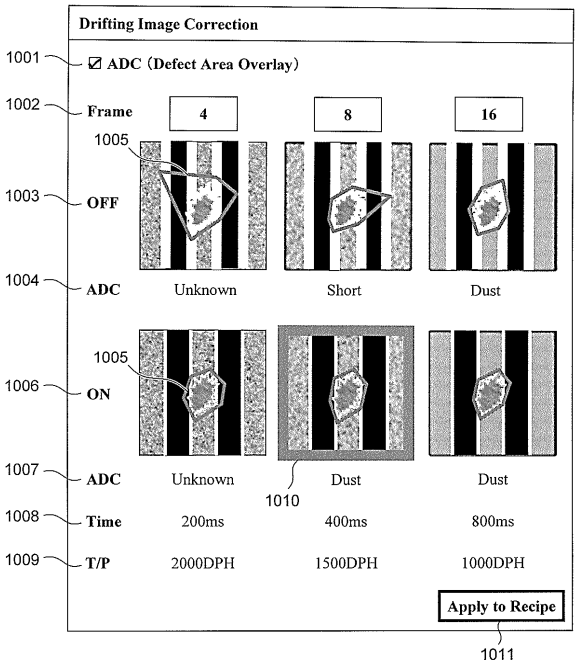
【図８】


Drifting Image Correction
801
☑ ADR (Defect Area Overlay)
802
Frame
4
8
16
811
805
803
OFF
804
805
806
ON
804
807
Time
200ms
809
400ms
800ms
808
T/P
2000DPH
1500DPH
1000DPH
Apply to Recipe
810

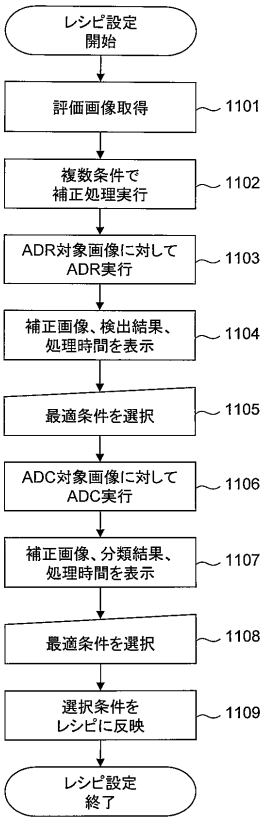
【図９】


積算枚数最適化
開始
評価画像取得
901
複数条件で
補正処理実行
902
補正画像に対して
ADC実行
903
補正画像と、分類結果、
処理時間を表示
904
最適条件を選択
905
選択条件を
レシピに反映
906
積算枚数最適化
終了

【図１０】


Drifting Image Correction
1001
☑ ADC (Defect Area Overlay)
1002
Frame
4
8
16
1005
1003
OFF
1004
ADC
Unknown
Short
Dust
1005
1006
ON
1007
ADC
Unknown
1010
Dust
Dust
1008
Time
200ms
400ms
800ms
1009
T/P
2000DPH
1500DPH
1000DPH
Apply to Recipe
1011

【図１１】


レシピ設定
開始
評価画像取得
1101
複数条件で
補正処理実行
1102
ADR対象画像に対して
ADR実行
1103
補正画像、検出結果、
処理時間を表示
1104
最適条件を選択
1105
ADC対象画像に対して
ADC実行
1106
補正画像、分類結果、
処理時間を表示
1107
最適条件を選択
1108
選択条件を
レシピに反映
1109
レシピ設定
終了

フロントページの続き

(72)発明者　中垣　亮
茨城県ひたちなか市大字市毛８８２番地　株式会社日立ハイテクノロジーズ　那珂事業所内
(72)発明者　小原　健二
茨城県ひたちなか市大字市毛８８２番地　株式会社日立ハイテクノロジーズ　那珂事業所内

審査官　堀江　義隆

(56)参考文献　国際公開第０３／０４４８２１（WO，Ａ１）
国際公開第２０１１／０８９９１１（WO，Ａ１）
特開２００７－２６６０１７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／６６
Ｈ０１Ｊ　３７／２２
Ｈ０１Ｊ　３７／２８