(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-169636
(P2012-169636A)
(43)公開日　平成24年9月6日(2012.9.6)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 21/66	(2006.01)	H01L	21/66	J	4M106
H01J 37/21	(2006.01)	H01J	37/21	B	5C033
H01J 37/22	(2006.01)	H01J	37/22	502H	

審査請求 有　請求項の数 14　ＯＬ　（全 13 頁）

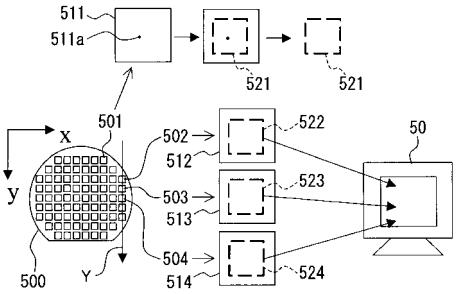
(21)出願番号　特願2012-61581 (P2012-61581)
(22)出願日　平成24年3月19日 (2012.3.19)
(62)分割の表示　特願2006-103374 (P2006-103374)の分割
原出願日　平成18年4月4日 (2006.4.4)

(71)出願人　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　百瀬　義剛
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】回路パターン検査装置及び方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】回路パターンの検査が妨げられることなく、焦点補正を行うことができる回路パターン検査装置及び方法を提供する。
【解決手段】回路パターン検査装置では、同一の回路パターンを有する複数のチップ領域（ダイ）を有する半導体ウエハを検査するとき、チップ領域毎の検出用画像５２２，５２３，５２４をモニタ５０に表示し、チップ領域毎の検出用画像５２２，５２３，５２４から、回路パターンの欠陥を検査する。また、チップ領域毎の検出用画像５２２，５２３，５２４から所定の画像領域を切り出し、切り出した画像を用いて自動焦点補正を行う。
【選択図】図５



【特許請求の範囲】
【請求項１】
荷電粒子線を発生させる荷電粒子線源と、
該荷電粒子線を収束させる収束レンズと、
上記荷電粒子線を偏向走査させる偏向走査器と、
上記荷電粒子線を同一の回路パターンを有する複数のチップ領域を有する半導体ウエハ上に収束させる対物レンズと、
上記半導体ウエハから発生する二次信号を検出する二次信号検出部と、
上記二次信号検出部によって生成された上記チップ領域毎の検査用画像より上記回路パターンの欠陥を検出する欠陥検出部と、
上記チップ領域毎の検査用画像を表示するモニタと、
上記二次信号検出部からの上記チップ領域毎の検査用画像のそれぞれを用いて自動焦点補正を行う自動焦点補正部と、を有し、
上記欠陥検出部および上記自動焦点補正部には、上記二次信号検出部から上記検出用画像が並列に入力されることを特徴とする回路パターン検査装置。
【請求項２】
請求項１の回路パターン検査装置において、
上記自動焦点補正部は、上記チップ領域毎の検査用画像から同一の画像領域を切り取って得られた切り取り画像を用いて自動焦点補正を行うことを特徴とする回路パターン検査装置。
【請求項３】
請求項２の回路パターン検査装置において、
上記自動焦点補正部は、上記切り取り画像より焦点ずれの大きさを算出し、該焦点ずれの大きさに基づいて、焦点深さを制御する電流を補正することを特徴とする回路パターン検査装置。
【請求項４】
請求項３の回路パターン検査装置において、
上記自動焦点補正部は、上記焦点ずれの大きさとして、上記切り取り画像の焦点評価値を算出することを特徴とする回路パターン検査装置。
【請求項５】
請求項４の回路パターン検査装置において、
上記自動焦点補正部は、上記切り取り画像をフィルタ処理し、該フィルタ処理後の画像からエッジ強調画像を生成し、該エッジ強調画像の分散値を求め、該分散値を上記焦点評価値とすることを特徴とする回路パターン検査装置。
【請求項６】
請求項１の回路パターン検査装置において、
上記自動焦点補正部は、上記焦点ずれが閾値を超えた場合に、警告を発生し上記モニタに警告発生前後の焦点ずれの変動状態を表示することを特徴とする回路パターン検査装置。
【請求項７】
同一の回路パターンを有する複数のチップ領域を有する半導体ウエハに荷電粒子線を照射し、
上記荷電粒子線を上記半導体ウエハ上で収束させ、
上記半導体ウエハから発生する二次信号を検出し、
上記二次信号から上記チップ領域毎の検査用画像を生成し、
上記チップ領域毎の検査用画像より上記回路パターンの欠陥を検出し、
上記チップ領域毎の検査用画像のそれぞれを用いて自動焦点補正を行い、
上記検出用画像に対して、上記回路パターンの欠陥検出と上記自動焦点補正が並列して行われることを特徴とする回路パターン検査方法。
【請求項８】

請求項７の回路パターン検査方法において、
上記自動焦点補正は、上記チップ領域毎の検査用画像より同一の画像領域を切り取り、該切り取られた画像より焦点ずれの大きさを算出し、該焦点ずれの大きさに基づいて焦点深さを制御する電流を補正することにより実行されることを特徴とする回路パターン検査方法。
【請求項９】
請求項８の回路パターン検査方法において、
上記切り取られた画像は、所定のチップ領域内にて任意の位置を設定し、該設定した位置を囲む領域を設定して切り出されることを特徴とする回路パターン検査方法。
【請求項１０】
請求項８の回路パターン検査方法において、
上記自動焦点補正では、上記焦点ずれの大きさが焦点評価値として算出され、
該焦点評価値は、上記切り取り画像をフィルタ処理し、該フィルタ処理後の画像からエッジ強調画像を生成し、該エッジ強調画像の分散値を求め、該分散値を焦点評価値とすることにより取得されることを特徴とする回路パターン検査方法。
【請求項１１】
請求項８の回路パターン検査方法において、
上記自動焦点補正は、上記焦点ずれの大きさが閾値を超えた場合に、警告を発生し警告発生前後の焦点ずれの変動状態をモニタに表示することを特徴とする回路パターン検査方法。
【請求項１２】
請求項７の回路パターン検査方法において、
上記回路パターンの欠陥の検出によって欠陥が検出された検査結果画像と上記検査用画像を同時にモニタに表示することを特徴とする回路パターン検査方法。
【請求項１３】
請求項１の回路パターン検査装置において、
上記モニタは、上記チップ領域毎の検査用画像をリアルタイムにて表示することを特徴とする回路パターン検査装置。
【請求項１４】
請求項７の回路パターン検査方法において、
更に上記チップ領域毎の検査用画像をリアルタイムにて表示することを特徴とする回路パターン検査方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、半導体ウエハの回路パターンの検査に用いて好適な回路パターン検査装置及び検査方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体製造工程では、回路パターン検査装置を用いてウエハ上に形成された回路パターンを検査し、欠陥の有無を検出する。回路パターンの検査では、電子ビームをウエハに照射し、二次電子を検出して検査用画像を得る。この検査用画像から欠陥を検出する。
【０００３】
ウエハに電子ビームを照射すると、一次電子のエネルギーや試料材質等の影響により、ウエハ表面の帯電状態が変動し、電子ビームの結像精度が悪化することがある。結像精度が悪化すると、電子ビームの収束点がずれ、焦点のずれた検査用画像を得ることになる。焦点がずれた画像を検査用画像として用いると、欠陥の検出精度が低下する。
【０００４】
欠陥の検出精度を確保するには、回路パターンの検査中に焦点ずれが起きた場合に、焦点補正を行う必要がある。特許文献１、２、３には、回路パターンの検査において焦点補

正を行う方法の例が記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００１－３３０７７９号公報
【特許文献２】特開平７－２４３８３５号公報
【特許文献３】特開平３－４６２２０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
上述のように、回路パターンの検査中の焦点ずれに対する焦点補正方法として様々な方法が知られている。しかしながら、これらの方法では、回路パターンの検査とは別に焦点補正を行う。そのため、焦点補正処理によって、回路パターンの検査が妨げられることになる。即ち、回路パターンの検査と同時に、即ち、リアルタイムにて、焦点補正処理を行うことが望ましい。
【０００７】
本発明の目的は、回路パターンの検査が妨げられることなく、焦点補正を行うことができる回路パターン検査装置及び方法を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本発明の回路パターン検査装置によって、同一の回路パターンを有する複数のチップ領域（ダイ）を有する半導体ウエハを検査することができる。チップ領域毎の検出用画像をモニタに表示し、チップ領域毎の検出用画像から、回路パターンの欠陥を検査する。また、チップ領域毎の検出用画像から所定の画像領域を切り出し、切り出した画像を用いて自動焦点補正を行う。
【発明の効果】
【０００９】
本発明によると、回路パターンの検査が妨げられることなく、焦点補正を行うことができる。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】本発明の回路パターン検査装置の構成を示す図である。
【図２】本発明の回路パターン検査装置のモニタの画面の例を示す図である。
【図３】本発明の回路パターン検査装置の主要部のみを示す図である。
【図４】本発明の回路パターン検査装置において、自動焦点補正処理の流れを示す図である。
【図５】本発明の自動焦点補正処理における画像切り出し処理を説明するための図である。
【図６】本発明の自動焦点補正処理における焦点評価値算出処理を説明するための図である。
【図７】本発明の自動焦点補正処理における焦点評価値と焦点補正値の間の関係を示す図である。
【図８】本発明の自動焦点補正処理における焦点補正値と焦点制御電流の間の関係を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
以下、図面を用いて、本発明の実施例を説明する。図１は、本発明による回路パターン検査装置の概略構成を示す。本例の回路パターン検査装置１は、真空排気された検査室２と、検査室２内に検査対象の試料９を搬送するための予備室（本実施例では図示しない）を備えており、この予備室は検査室２と独立して真空排気できるように構成されている。

検査室２内には、電子光学系３、二次電子検出器２０、試料室８、及び、光学顕微鏡部４が設けられている。

【００１２】

電子光学系３は、電子銃１０、電子線引き出し電極１１、コンデンサレンズ１２、ブランキング偏向器１３、絞り１４、走査偏向器１５、対物レンズ１６、反射板１７、及び、ＥｘＢ（イークロスビー）偏向器１８を有する。二次電子検出器２０は、対物レンズ１６の上方に配置されている。二次電子検出器２０には、吸引電極５３が設けられてよい。

【００１３】

試料室８内には、試料台３０、Ｘステージ３１、及び、Ｙステージ３２が設けられ、試料室８外には、位置モニタ測長器３４、及び、被検査基板高さ測定器３５が設けられている。被検査基板高さ測定器３５は、電子ビーム以外の測定方式である光学式測定器、例えばレーザ干渉測定器や反射光の位置で変化を測定する反射光式測定器を用い、Ｘ、Ｙステージ上３１、３２に搭載された試料９の高さをリアルタイムで測定するように構成されている。試料台３０上の試料９に、電源３６からの負電圧が印加されてよい。

【００１４】

光学顕微鏡部４は、光源４０、光学レンズ４１、及び、ＣＣＤカメラ４２を有する。光学顕微鏡部４は、電子光学系３の近傍であって、互いに影響を及ぼさない程度に離れた位置に設置されている。電子光学系３と光学顕微鏡部４の間の距離は既知である。Ｘステージ３１又はＹステージ３２は、電子光学系３と光学顕微鏡部４との間の既知の距離を往復移動する。

【００１５】

本例の回路パターン検査装置１は、更に、二次電子検出部７、走査信号発生器４４、レンズ電源４５、偏向制御回路４３、画像処理部５、制御部６、モニタ５０、及び、自動焦点補正部６１を有する。二次電子検出部７は、プリアンプ２１、ＡＤ変換器２２、光変換手段２３、光伝送手段２４、電気変換手段２５、高圧電源２６、プリアンプ駆動電源２７、ＡＤ変換器駆動電源２８、及び、逆バイアス電源２９を有する。

【００１６】

画像処理部５は、第一画像記憶部４６、第二画像記憶部４７、演算部４８、欠陥判定部４９、及び、欠陥自動分類装置６０を有する。

【００１７】

回路パターン検査装置の各部への動作命令及び動作条件は制御部６から供給される。制御部６は、電子線発生時の加速電圧、電子線偏向幅、偏向速度、二次電子検出装置の信号取り込みタイミング、試料台移動速度等の条件を、目的に応じて予め記憶している。制御部６は予め設定された条件を用いてもよいが、ユーザが任意に選択した条件を用いてもよい。

【００１８】

制御部６は、偏向制御回路４３を介して、位置モニタ測長器３４からの位置信号と被検査基板高さ測定器３５からの高さ信号を入手し、位置及び高さのずれを計算してモニタ５０に表示する。更に、その計算結果から電子線が常に正しい位置に照射されるよう補正信号を生成し、それを対物レンズ電源４５及び走査信号発生器４４に送る。対物レンズ電源４５によって対物レンズ１６の制御電流が制御され、走査信号発生器４４によって走査偏向器１５が制御される。

【００１９】

電子銃１０からの一次電子線１９は、電極１１によって引き出され、コンデンサレンズ１２によって収束され、絞り１４によって不要な成分が除去され、走査偏向器１５によって走査偏向され、対物レンズ１６によって収束され、試料９上に照射される。試料９からは二次電子線５１が発生する。

【００２０】

一次電子線１９は、試料９の表面から内部に進入するが、試料９の殻内電子を励起するため、進入深さに応じて、エネルギーを失う。また、同時に、一次電子線が後方に散乱さ

れたことによる反射電子が、試料９の内部で電子を励起させながら表面へ向かって進む現象が起きる。これら複数の過程を経て、殻内電子は試料の表面から表面障壁を越えて二次電子となり、試料９の表面から真空中へ放出される。一次電子線１９と試料９の表面のなす角度が浅いほど、一次電子線１９の進入距離と進入位置から表面までの距離との比が小さくなり、二次電子が表面から放出されやすくなる。従って、二次電子の発生は、一次電子と試料の表面の角度に依存し、二次電子の発生量は試料表面の凹凸や試料を構成する材料を示す情報となる。

【００２１】

二次電子線５１は、ＥｘＢ（イークロスビー）偏向器１８によって偏向され、反射板１７に衝突する。反射板１７からの二次電子線５２は、二次電子検出器２０によって検出される。二次電子検出器２０の出力信号は、二次電子検出部７を経由して、画像処理部５に送られる。即ち、二次電子検出器２０の出力信号は、プリアンプ２１で増幅され、ＡＤ変換機２２によりディジタル画像データに変換される。ディジタル画像データは光変換手段２３によって光信号に変換され、光伝送手段２４を経由して、電気変換手段２５に送られる。電気変換手段２５は光信号をディジタル画像データに変換し、画像処理部５に送られる。

【００２２】

次に、本例の回路パターン検査装置１の欠陥検出機能を説明する。欠陥検出機能は画像処理部５と制御部６によって提供される。本例の回路パターン検査装置１の検査対象は、規則正しく繰り返された同一のパターンを有するものであればどのようなものであってもよい。ここでは、同一の回路パターンを有する複数のダイが形成された半導体ウエハを検査する場合を説明する。二次電子検出部７を経由して画像処理部５に送られた画像は、交互に、２つの画像記憶部４６、４７に保存される。例えば、第１の画像記憶部４６に前回の画像が保存され、第２の画像記憶部４７に現在の画像が保存された場合、次の画像は、第１の画像記憶部４６に保存される。

【００２３】

画像記憶部４６、４７には、２つのダイの画像がそれぞれ保存される。画像記憶部４６、４７に保存される画像は、隣接する２つのダイの画像であってよい。全てのダイは同一の回路パターンを有するから、回路パターンに欠陥が無ければ、画像記憶部４６、４７に記憶された画像は同一となるはずである。演算部４８は、２つの画像記憶部４６、４７からの画像の差画像信号を生成し、それを欠陥判定部４９に送る。欠陥判定部４９は、差画像信号の絶対値を閾値と比較し、閾値よりも差画像信号が大きい場合にそのダイの回路パターンを欠陥候補と判定し、モニタ５０にその位置や欠陥数等を表示する。

【００２４】

欠陥自動分類装置６０は、欠陥の形状に基づいて欠陥の種類を分類する。欠陥候補と判定された電子線画像又は光学画像はモニタ５０に表示される。

【００２５】

二次電子検出部７を経由して画像処理部５に送られた画像は、２つの画像記憶部４６、４７の一方に保存されるが、同時にモニタ５０に送られる。モニタ５０は、二次電子検出部７から送られた画像、即ち、リアルタイム画像を表示する。従って、ユーザは、現時点における回路パターン検査装置の焦点制御状態、画像のＳ／Ｎ、画像のコントラストをリアルタイムにて監視することができる。ここで、焦点制御状態は焦点の深さの変動のレベルを意味する。

【００２６】

更に、制御部６は、焦点制御状態、画像のＳ／Ｎ、画像のコントラストを計算し、計算値をモニタ５０にリアルタイムにて表示する。

【００２７】

自動焦点補正部６１は、二次電子検出部７から送られたリアルタイム画像を用いて焦点補正を行うが、それについては後に説明する。こうして本例では、リアルタイム画像を用いて焦点補正を行うため、焦点補正によって欠陥検出機能の動作を妨げることがない。

【００２８】
図１の回路パターン検査装置では、試料に電子線を照射するが、電子線の代わりに荷電粒子線を用いてもよい。
【００２９】
図２は、モニタ５０に表示された画面の例を示す。本例では、モニタ５０の画面に、四枚の画像２０１、２０２、２０３、２０４を同時に表示する。例えば、画像２０１は、検査用画像であり、検査中の画像をリアルタイムにて表示する。他の３つの画像２０２、２０３、２０４は、例えば、欠陥候補と判定された画像である。
【００３０】
四枚の画像２０１、２０２、２０３、２０４が全て検査用画像であってもよい。画像２０１は、第一画像記憶部４６に記憶されている画像、画像２０２は、第二画像記憶部４７に記憶されている画像、画像２０３は、第一画像記憶部４６に記憶されていた前画像、画像２０４は、第二画像記憶部４７に記憶されていた前画像であってよい。これらの４つの画像は、時系列的に得られた画像を示す。従って、例えば、画像２０１は、順次、画像２０２、２０３、２０４の位置に移動する。
【００３１】
この例では、四枚の画像を同時にモニタに表示したが、一枚又は任意の枚数の画像を同時にモニタに表示してもよい。
【００３２】
図３は、図１に示す回路パターン検査装置より主要部のみを取り出して描いた概略図である。図示のように、回路パターン検査装置のうち、電子銃１０、走査偏向器１５、試料９を保持する試料台３０、二次電子検出器２０、二次電子検出部７、画像処理部５、制御部６、モニタ５０、及び自動焦点補正部６１のみが描かれている。
【００３３】
試料９からの二次電子は二次電子検出器２０によって検出され、二次電子検出部７によって画像データが生成される。画像データは、二次電子検出部７から画像処理部５及び自動焦点補正部６１に送られる。
【００３４】
画像処理部５と制御部６によって、欠陥検出機能が提供される。欠陥検出機能については、図１を参照して説明した。自動焦点補正部６１の処理の詳細は、以下に、図４～図８を参照して説明する。欠陥検出及び自動焦点補正では、二次電子検出部７から送られたリアルタイム画像を用いる。従って、欠陥検出処理及び自動焦点補正処理を、互いに他方に影響を与えることなく、独立的に実行することができる。即ち、自動焦点補正処理によって欠陥検出処理が妨げられることはない。
【００３５】
図４を参照して、本発明による回路パターン検査装置において自動焦点補正を行う方法を説明する。ステップＳ４０１にて、自動焦点補正部６１は、二次電子検出部７からリアルタイム画像を入手する。即ち、二次電子検出器２０によって検出された現時点におけるウエハのダイの画像を入力する。こうして本例では、リアルタイム画像を用いて自動焦点補正を行うから、欠陥検出機能を妨げることがない。ステップＳ４０２にて、自動焦点補正部６１は、ウエハの全てのダイの画像から、所定の寸法の画像を切り出す。画像の切り出し方法の例は、後に図５を参照して説明する。ここでは全てのダイの画像から画像を切り出したが、所定の検査対象のダイの画像のみから画像を切り出してもよい。こうして、切り出した画像を、順次、モニタ５０に表示する。それにより、ユーザは、焦点制御状態、画像のＳ／Ｎ、画像のコントラストの状態等を監視することができる。図２に示したように、複数の切り出し画像を同時に表示してもよい。
【００３６】
ステップＳ４０３にて、自動焦点補正部６１は、切り出した画像から、焦点ずれの大きさを算出する。ここでは、焦点ずれの大きさを表わすパラメータとして焦点評価値を算出する。焦点評価値の算出方法の例は、図６を参照して説明する。ステップＳ４０４にて、

自動焦点補正部６１は、焦点評価値に対する焦点補正値を決定する。焦点補正値の決定方法の例は、図７を参照して説明する。ステップＳ４０５にて、自動焦点補正部６１は、焦点補正値から焦点制御電流を決め、それを制御部６に送る。

【００３７】

焦点制御電流とは、焦点深さを制御する電流であり、例えば、コンデンサレンズ１２、及び、対物レンズ１６の制御電流である。焦点制御電流の決定方法の例は、図８を参照して説明する。ステップＳ４０６にて、制御部６は、焦点制御電流値によって電子ビームを制御し、焦点補正を行う。焦点ずれの大きさが所定の閾値を超えた場合には、警告を発生し警告発生前後の焦点ずれの変動状態をモニタに表示する。

【００３８】

図５を参照して、画像の切り出し処理を説明する。図示のように、ウエハ５００にＸ軸及びＹ軸を設定する。矢印Ｙにて示すように、ウエハ５００のダイの右側の列から順に検査する。各列では、Ｙ軸の正の方向に沿ってダイを検査する。先ず、ウエハに含まれる複数のダイより所定のダイ５０１を選択する。このダイの全体の画像５１１内に任意の位置を基準位置５１１ａとして設定する。基準位置５１１ａは、例えば、画像５１１の中心であってよい。基準位置５１１ａの周辺の画像５２１をダイの画像５１１から切り出す。切り出された画像５２１をモニタ５０に表示する。

【００３９】

全てのダイの画像に対して同様な工程を行う。例えば、右端の列の最上行のダイ５０２の全体の画像５１２内に基準位置を設定し、その周辺の画像５２２をダイの画像５１２から切り出す。同様に、ダイ５０３、５０４の全体の画像５１３、５１４内に、それぞれ、同一の位置を設定し、その周辺の画像５２３、５２４を、それぞれダイの画像５１３、５１４から切り出す。こうして切り出した画像５２２、５２３、５２４を、順次、モニタ５０に表示する。

【００４０】

モニタ５０には、ダイの画像から切り出した画像が順次表示される。例えば、図２に示したように、複数の切り出し画像をモニタ５０に表示してよい。ユーザは、この画像を監視することにより、焦点制御状態、画像のＳ／Ｎ、コントラストの状態等を把握することができる。

【００４１】

図６を参照して焦点評価値の算出方法の例を説明する。先ず、図５に示した方法により、切り出し画像６０１を作成する。次に、この切り出し画像６０１に対して、矢印Ｆにて示すように、フィルタ処理を行う。フィルタ処理によって高周波成分が除去される。ここでは一般的なフィルタ処理であるガウシアンフィルタ処理を実行する。ガウシンアンフィルタ処理によって画像６０２が得られる。

【００４２】

次に、フィルタ処理後の画像６０２に対して、所定の二方向のエッジ成分を抽出してエッジ強調画像を生成する。例えば、画像６０２に対して縦方向のエッジ成分を抽出して縦エッジ強調画像６０３を生成し、横方向のエッジ成分を抽出して横エッジ強調画像６０４を生成する。ここでは、一般的なエッジ成分の抽出法であるソーベルフィルタ処理を実行する。縦方向と横方向のエッジ成分を抽出するソーベルフィルタを、それぞれi_x，i_yとする。縦エッジ強調画像６０３、及び、横エッジ強調画像６０４は、それぞれ次の式によって表わされる。

【００４３】

【数１】

$$G_x(x,y)=\left|i_x\cdot I(x,y)\right|$$

$$G_y(x,y)=\left|i_y\cdot I(x,y)\right|$$

縦エッジ強調画像６０３と横エッジ強調画像６０４を合成して、次の式によって表わされるエッジ強調画像が得られる。

【００４４】

【数２】

$$G(x,y)=\sqrt{G_x{}^2(x,y)+G_y{}^2(x,y)}=\sqrt{\left|i_x\cdot I(x,y)\right|^2+\left|i_y\cdot I(x,y)\right|^2}$$

エッジ強調画像の分散値を次の式によって求める。

【００４５】

【数３】

$$F(x,y)=\frac{\sum_x\sum_y G^2(x,y)}{Num}-\left(\frac{\sum_x\sum_y G(x,y)}{Num}\right)^2$$

Numは有効画素数である。こうして得られたエッジ強調画像の分散値を焦点評価値Ｆｅとする。

【００４６】

ここでは、切り出し画像６０１に対してフィルタ処理を行った場合を説明したが、切り出し画像６０１に対して、矢印Ｃ＆Ｆにて示すように、縮小処理及びフィルタ処理を行ってもよい。縮小処理は、例えば、画像より画素間引きを行うことを含む。縮小処理及びフィルタ処理後の画像６０５の場合も、同様に、数１の式に示すように、縦方向のエッジ成分を抽出して縦エッジ強調画像６０６を生成し、横方向のエッジ成分を抽出して横エッジ強調画像６０７を生成する。次に、数２の式に従って、エッジ強調画像を生成し、数３の式に従って、焦点評価値である分散値を求める。

【００４７】

図７を参照して、焦点評価値を用いて焦点補正値を決定する方法を説明する。焦点評価値は、焦点ずれの大きさを示していると解釈することができる。従って、合焦点を得るには、焦点評価値に対応して焦点補正を行う必要がある。図７は、焦点評価値Ｆｅと焦点補正値ΔＦの関係を示し、横軸は焦点評価値Ｆｅ、縦軸は焦点補正値ΔＦである。本例では、焦点補正値が０、すなわち合焦点評価値が得られるところに原点Ｏを設定した一次関数７０１を用いる。一次関数７０１を用いることによって、焦点評価値に対して焦点補正値が一対一の関係で求められる。尚、焦点評価値と焦点補正値の関係として一次関数以外に、絶対値関数、高次関数を用いてもよい。

【００４８】

焦点評価値が所定の閾値Ｆｅ１、Ｆｅ２を超える場合、焦点補正値は通常の動作範囲を超える。従って、この場合には、焦点ずれの大きさが所定の閾値を超えたことになり、アラーム音の発生等の警告を発生し、モニタの画面上にて警告を表示する。焦点評価値の経過をモニタに表示する。ユーザは、警告が発動された前後の焦点評価値の変動状態を知ることができる。

【００４９】

図８を参照して、焦点補正値ΔＦを用いて焦点制御電流を決定する方法を説明する。合焦点を得るには、焦点補正値に対応して焦点制御電流を補正する必要がある。焦点制御電流とは、焦点深さを制御する電流であり、例えば、コンデンサレンズ１２、及び、対物レンズ１６の制御電流である。図８は、焦点補正値ΔＦと焦点制御電流Ｉｆの関係を示し、横軸は焦点補正値ΔＦ、縦軸は焦点制御電流Ｉｆである。本例では、焦点制御電流値が０、すなわち焦点補正をする必要のないところに原点Ｏを設定した三次曲線８０１を用いる。本例では、図８に示す焦点補正値ΔＦと焦点制御電流Ｉｆの関係に基づいて、焦点制御電流を調整し、自動的に合焦状態を得る。図８に示すように、焦点補正値の絶対値が比較

的小さいとき、焦点制御電流値は小さい値をとなる。従って、小さな焦点制御電流値によって焦点の自動補正を行う。逆に焦点補正値の絶対値が比較的大きい場合、焦点制御電流値は大きくなる。従って、焦点ずれが大きい場合に、大きな焦点制御電流値によって焦点の自動補正を迅速に行う。尚、焦点補正値と焦点制御電流の関係として三次関数以外に、一次関数、二次関数、その他の高次関数を用いてもよい。

【００５０】

焦点補正値が所定の閾値ΔＦ１、ΔＦ２を超える場合、焦点制御電流は通常の動作範囲を超える。従って、この場合には、アラーム音の発生、モニタの画面上での通知等による警告を発動される。焦点評価値の経過をモニタに表示してもよい。ユーザは、警告が発動された前後の焦点評価値の変動状態を知ることができる。

【００５１】

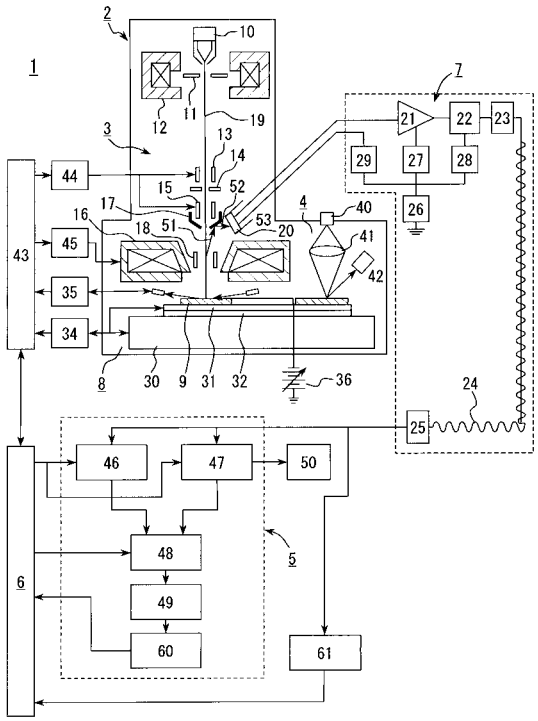
以上本発明の例を説明したが本発明は上述の例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲にて様々な変更が可能であることは当業者によって容易に理解されよう。

【符号の説明】

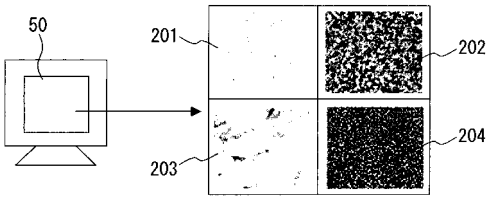
【００５２】

1…回路パターン検査装置、２…検査室、３…電子光学系、４…光学顕微鏡部、５…画像処理部、６…制御部、７…二次電子検出部、８…試料室、９…試料、１０…電子銃、１１…引き出し電極、１２…コンデンサレンズ、１３…ブランキング偏向器、１４…絞り、１５…走査偏向器、１６…対物レンズ、１７…反射板、１８…ＥｘＢ偏向器、１９…一次電子線、２０…二次電子検出器、２１…プリアンプ、２２…ＡＤ変換機、２３…光変換手段、２４…光伝送手段、２５…電気変換手段、２６…高圧電源、２７…プリアンプ駆動電源、２８…ＡＤ変換器駆動電源、２９…逆バイアス電源、３０…試料台、３１…Ｘステージ、３２…Ｙステージ、３４…位置モニタ測長器、３５…被検査基板高さ測定器、３６…リターディング電源、４０…白色光源、４１…光学レンズ、４２…ＣＣＤカメラ、４３…偏向制御回路、４４…走査信号発生器、４５…対物レンズ電源、４６…第一画像記憶部、４７…第二画像記憶部、４８…演算部、４９…欠陥判定部、５０…モニタ、５１、５２…二次電子線、５３…吸引電極、６０…欠陥自動分類装置、６１…自動焦点補正部

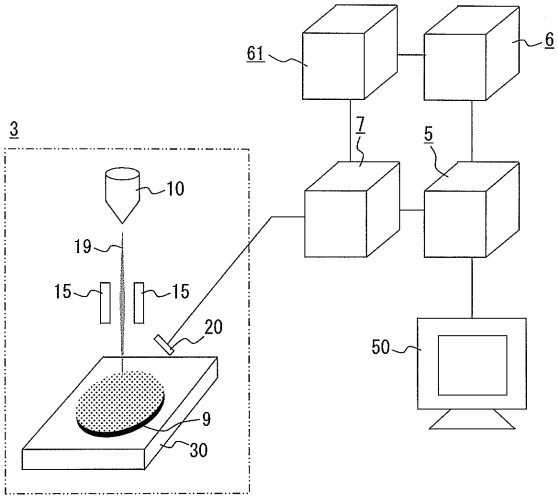
【図１】



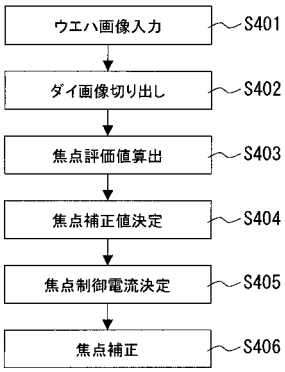
【図２】



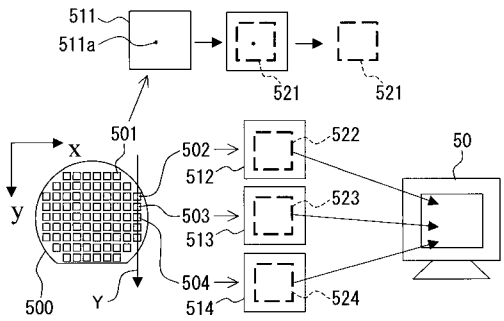
【図３】



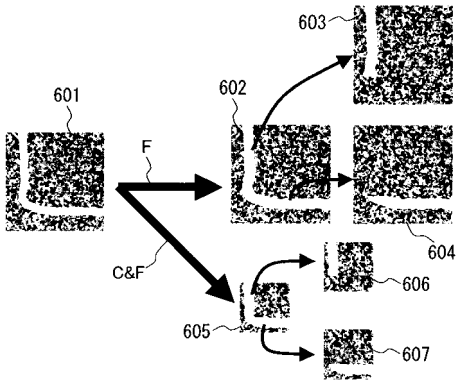
【図４】



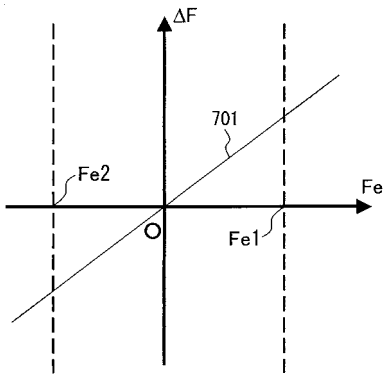
【図５】



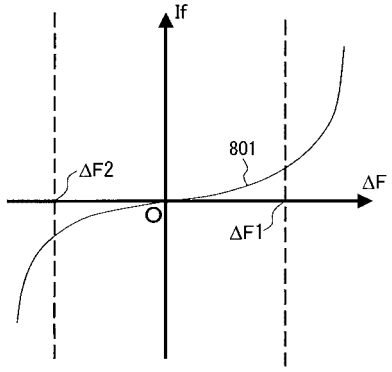
【図６】



【図７】



【図８】



フロントページの続き

(72)発明者　川木　浩司
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

Ｆターム(参考) 4M106 AA01　BA02　CA39　DB20
5C033 MM05