

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5105357号
(P5105357)

(45) 発行日 平成24年12月26日(2012.12.26)

(24) 登録日 平成24年10月12日(2012.10.12)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 L	21/66	(2006.01)	HO 1 L	21/66	J
HO 1 J	37/28	(2006.01)	HO 1 J	37/28	B
HO 1 J	37/317	(2006.01)	HO 1 J	37/317	D
GO 1 N	23/225	(2006.01)	GO 1 N	23/225	

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-285003 (P2007-285003)	(73) 特許権者	503460323
(22) 出願日	平成19年11月1日(2007.11.1)		エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社
(65) 公開番号	特開2009-111318 (P2009-111318A)		千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(43) 公開日	平成21年5月21日(2009.5.21)	(74) 代理人	100154863
審査請求日	平成22年9月15日(2010.9.15)		弁理士 久原 健太郎
		(74) 代理人	100142837
			弁理士 内野 則彰
		(74) 代理人	100123685
			弁理士 木村 信行
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 欠陥認識方法、欠陥観察方法、及び荷電粒子ビーム装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料の観察領域に電子ビームまたは集束イオンビームをある照射条件下で走査照射したときに、前記観察領域から発生する二次荷電粒子を検出する二次荷電粒子検出工程と、

前記二次荷電粒子検出工程で検出した二次荷電粒子から、前記観察領域を区分けしたそれぞれ同じ周期パターンの複数枚の観察画像を形成する画像形成工程と、

前記画像形成工程で得られた複数枚の観察画像同士を比較し、それらの差分情報から前記観察領域における欠陥を認識する欠陥認識工程とを備え、

さらに、前記観察領域に電子ビームまたは集束イオンビームを前記照射条件とは異なる他の照射条件下で走査照射したときにも、前記二次荷電粒子検出工程、前記画像形成工程、前記欠陥認識工程を備えることを特徴とする欠陥認識方法。

10

【請求項2】

請求項1記載の欠陥認識方法において、

前記欠陥が認識できないときに、前記照射条件とはさらに異なる新たな照射条件下で、前記観察領域に電子ビームまたは集束イオンビームを走査照射した状態で、前記二次荷電粒子検出工程、前記画像形成工程、前記欠陥認識工程を備えることを特徴とする欠陥認識方法。

【請求項3】

前記異なる他の照射条件とは、電子ビームまたは集束イオンビームに与える加速電圧が異なることを特徴とする請求項1または2に記載の欠陥認識方法。

20

【請求項 4】

前記異なる他の照射条件とは、ビーム電流量が異なることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の欠陥認識方法。

【請求項 5】

前記ビーム電流量を異ならせるときに、小さいビーム電流量から大きいビーム電流量に切り替えることを特徴とする請求項 4 に記載の欠陥認識方法。

【請求項 6】

前記異なる他の照射条件とは、ビームの走査速度が異なることを特徴とする請求項 1 または 2 項に記載の欠陥認識方法。

【請求項 7】

前記走査速度を異ならせるときに、速い走査速度から遅い走査速度に切り替えることを特徴とする請求項 6 記載の欠陥認識方法。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の欠陥認識方法で認識した欠陥に、集束イオンビームで断面加工を行い、この加工された断面に電子ビームまたは集束イオンビームを走査照射し、該加工された断面を観察することを特徴とする欠陥観察方法。

【請求項 9】

試料に電子ビームを走査照射する電子ビーム鏡筒と、
前記試料にイオンビームを走査照射するイオンビーム鏡筒と、
前記試料を載置する試料ステージと、
前記電子ビーム鏡筒または前記イオンビーム鏡筒から発せられる荷電粒子ビームを前記試料に走査照射したときに、前記試料から発生する二次荷電粒子を検出する二次荷電粒子検出器と、

前記電子ビーム鏡筒または前記イオンビーム鏡筒から荷電粒子ビームを走査照射するときの複数の照射条件を作成して、その情報を前記電子ビーム鏡筒または前記イオンビーム鏡筒へ与える照射条件決定手段と、

前記二次荷電粒子検出器で検出した二次荷電粒子から前記試料の観察領域を区分けしたそれぞれ同じ周期パターンの複数枚の観察画像を取得し、これら所得した観察画像のうち、前記照射条件決定手段から得られる同じ照射条件のもの同士を比較することで前記試料の欠陥を認識する欠陥認識手段とを備えることを特徴とする荷電粒子ビーム装置。

【請求項 10】

前記欠陥認識手段は、欠陥が認識できなかった場合に、前記照射条件決定手段に新たな異なる照射条件を作成させる旨の指令信号を発する判定部を備えることを特徴とする請求項 9 記載の荷電粒子ビーム装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体装置の回路パターン等における欠陥を認識する欠陥認識方法、欠陥を観察する欠陥観察方法、及びそれら方法を実施するときに用いられる荷電粒子ビーム装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの製造工程では歩留まり管理の手段として、デバイス動作不良の原因となる異物付着等の欠陥を検知するために欠陥検査装置を用いた検査が行われている。欠陥検査装置では欠陥を検出し、その個数と位置の情報を欠陥ファイルに記憶している。そして、この記憶情報を基に、必要に応じて、各種顕微鏡装置によって当該欠陥の認識あるいはより詳しい観察等が行なわれている。このような欠陥の認識あるいはより詳しい観察を行う際には、例えば、特許文献 1, 2 に開示されているように、SEM (Scanning Electron Microscope: 走査型電子顕微鏡) 装置や FIB (Focused Ion Beam) 装置が用いられる。

10

20

30

40

50

【0003】

ここで、SEM装置やFIB装置を用いた高倍率欠陥観察の場合、検査対象表面のパターン欠陥や異物などの欠陥（以下、表面欠陥という）だけでなく、下層のパターン間のショートや上層と下層のパターンを接続するスルーホール内部への導電物質の充填不良、さらにエッチング残りなどにより生じるスルーホールの形状不良などによって発生する非導通といった内部的な電気特性に起因するボルテージコントラスト（Voltage Contrast）欠陥（以下、VC欠陥という）も認識できる利点がある。

【特許文献1】特開平10-294345号公報

【特許文献2】特開2000-314710号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、SEM装置やFIB装置を用いてVC欠陥を認識や観察等を行う場合、試料表面に凹凸が現れにくいこともあって、認識等の際のビームを走査照射するときの照射条件の設定が難しいという問題がある。

すなわち、例えばSEM装置を用いてVC欠陥の認識等を行う場合、電子ビーム発生するときの電流値、ビームを加速するときの電圧値、さらにはビームを照射するときの走査速度をそれぞれ設定する必要がある。それらの設定によっては、VC欠陥が観察できたり、観察できなかったりすることがある。このため、VC欠陥の良好な認識や観察ができるかは、SEM装置を操作するオペレータの技量に大きく左右されているのが実情である。

【0005】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、オペレータの技量に左右されず、例え初心者のオペレータが操作する場合であっても、欠陥を認識することができる欠陥認識方法、及び欠陥を観察する欠陥観察方法、並びにそれら方法を実施するときに用いられる荷電粒子ビーム装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記問題を解決するために、本発明の欠陥認識方法では、試料の観察領域に電子ビームまたは集束イオンビームをある照射条件下で走査照射したときに、前記観察領域から発生する二次荷電粒子を検出する二次荷電粒子検出工程と、前記二次荷電粒子検出工程で検出した二次荷電粒子から、前記観察領域を区分けしたそれぞれ同じ周期パターンの複数枚の観察画像を形成する画像形成工程と、前記画像形成工程で得られた複数枚の観察画像同士を比較し、それらの差分情報から前記観察領域における欠陥を認識する欠陥認識工程とを備え、さらに、前記観察領域に電子ビームまたは集束イオンビームを前記照射条件とは異なる他の照射条件下で走査照射したときにも、前記二次荷電粒子検出工程、前記画像形成工程、前記欠陥認識工程を備えることを特徴とする。

【0007】

本発明によれば、電子ビームまたは集束イオンビームを、異なる照射条件で観察領域に走査照射し、そのときの試料の観察領域から発生する二次荷電粒子を検出して、それから取得される同じ周期パターンの複数枚の観察画像のうち、同じ照射条件で取得される観察画像同士を比較することにより、観察領域における欠陥を認識するものである。このように基本的に、電子ビームまたは集束イオンビームを、複数の異なる照射条件で観察領域に走査照射したときに得られる観察画像を基に観察領域における欠陥を認識するものであるから、唯一つの照射条件下で電子ビームまたは集束イオンビームを走査照射する場合には認識できにくかった欠陥を、容易に認識できることとなった。

【0010】

本発明の欠陥認識方法では、請求項1記載の欠陥認識方法において、前記欠陥が認識できないときに、前記照射条件とはさらに異なる新たな照射条件下で、前記観察領域に電子ビームまたは集束イオンビームを走査照射した状態で、前記二次荷電粒子検出工程、前記

10

20

30

40

50

画像形成工程、前記欠陥認識工程を備えることが好ましい。

これにより、欠陥が認識できなかった場合に、さらに異なる新たな照射条件下で電子ビームまたは集束イオンビームを観察領域や参照領域に走査照射し、そのときの試料の観察領域等から発生する二次荷電粒子を検出することにより取得される観察画像や参照画像を基に、観察領域における欠陥を認識するから、欠陥を認識できる確率がさらに高まる。

【0011】

本発明の欠陥認識方法では、前記異なる他の照射条件として、電子ビームまたは集束イオンビームに与える加速電圧が異なることを採用するのが好ましい。

これによって、荷電粒子ビームが試料の観察領域また参照領域へ衝突するときのビームのエネルギーを変えることができ、荷電粒子ビームのエネルギーが大きすぎたりあるいは小さすぎたりすることで認識できなかった欠陥を、荷電粒子のエネルギーを適宜大きさとすることによって認識できるようになる。特に、VC欠陥が試料表面から深い位置にあるとき、加速電圧を適宜値に設定したときに、該欠陥の認識が容易になる。

【0012】

本発明の欠陥認識方法では、前記異なる他の照射条件として、ビーム電流量が異なることを採用するのが好ましい。

ビーム電流量としては、荷電粒子ビームを試料に照射したときに、画像が形成できる程度の二次荷電粒子を発生させることが必要となるが、そのためには、ビーム電流量は多いことが好ましい。しかしながら、ビーム電流量を多くしすぎると、画像がぼける傾向となって鮮明な画像が得にくくなる。また、局所的なチャージアップの問題も発生する。このため、ビーム電流量を適宜値にすることは欠陥を認識する上で非常に重要である。

【0013】

本発明の欠陥認識方法では、前記ビーム電流量を異ならせるときに、小さいビーム電流量から大きいビーム電流量に切り替えるのが好ましい。

これによって、試料の観察領域や参照領域に荷電粒子を照射したときの局所的なチャージアップの問題を可能な限り回避できる。

本発明の欠陥認識方法では、前記異なる他の照射条件として、ビームの走査速度が異なることを採用するのが好ましい。

これによって、ビームの走査速度が速すぎていわゆる画像が粗すぎることで認識できなかった欠陥を、走査速度を適宜値にすることによって鮮明な画像が得られることとなり、これにより、認識できなかった欠陥を認識できるようになる。

【0014】

本発明の欠陥認識方法では、前記走査速度を異ならせるときに、速い走査速度から遅い走査速度に切り替えるのが好ましい。

これによって、試料の観察領域や参照領域に荷電粒子を照射したときの局所的なチャージアップの問題を可能な限り回避できる。

【0015】

本発明の欠陥観察方法では、請求項1～7のいずれか1項に記載の欠陥認識方法で認識した欠陥に、集束イオンビームで断面加工を行い、この加工された断面に電子ビームまたは集束イオンビームを走査照射し、該加工された断面を観察することを特徴とする。

本発明の欠陥認識方法によれば、欠陥を認識した後、この欠陥に集束イオンビームで断面加工を行い、この加工された断面を電子ビームまたは集束イオンビームを走査照射し、することで、欠陥の断面部を直接観察することができる。

【0016】

本発明の荷電粒子ビーム装置では、試料に電子ビームを走査照射する電子ビーム鏡筒と、

前記試料にイオンビームを走査照射するイオンビーム鏡筒と、前記試料を載置する試料ステージと、前記電子ビーム鏡筒または前記イオンビーム鏡筒から発せられる荷電粒子ビームを前記試料に走査照射したときに、前記試料から発生する二次荷電粒子を検出する二次荷電粒子検出器と、前記電子ビーム鏡筒または前記イオンビーム鏡筒から荷電粒子ビー

10

20

30

40

50

ムを走査照射するときの複数の照射条件を作成して、その情報を前記電子ビーム鏡筒または前記イオンビーム鏡筒へ与える照射条件決定手段と、前記で検出した二次荷電粒子から前記試料の観察領域を区分けしたそれぞれ同じ周期パターンの複数枚の観察画像を取得し、これら所得した観察画像のうち、前記照射条件決定手段から得られる同じ照射条件のもの同士を比較することで前記試料の欠陥を認識する欠陥認識手段とを備えることを特徴とする。

【0017】

本発明の荷電粒子ビーム装置では、記欠陥認識手段が、欠陥が認識できなかった場合に、前記照射条件決定手段に新たな異なる照射条件を作成させる旨の指令信号を発する判定部を備えることが好ましい。

これによって、本装置による欠陥認識のための自動化運転が可能になる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、オペレータの技量に左右されず、例え初心者のオペレータが操作する場合であっても、欠陥を認識することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の荷電粒子ビーム装置の実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。

図1は、本実施形態の荷電粒子ビーム装置の概略斜視図である。図2は、荷電粒子ビーム装置100の概略断面図である。

【0020】

図1及び図2に示すように、本実施形態の荷電粒子ビーム装置100は、真空室10と、イオンビーム照射系20と、電子ビーム照射系30と、試料ステージ40と、二次荷電粒子検出器50と、ガス銃60とを備えている。真空室10は、内部を所定の真空度まで減圧可能になっており、上記の各構成部品はそれらの一部又は全部が真空室10内に配置されている。

【0021】

イオンビーム照射系20は、イオンを発生させるイオン源21と、イオン源21から流出したイオンを集束イオンビームに成形するとともに走査させるイオン光学系22とを備えている。イオンビーム鏡筒23を備えたイオンビーム照射系20から、真空室10内に配置された試料ステージ40上の試料Waに対してイオンビーム(集束イオンビーム)20Aが照射される。このとき、試料Waからは二次イオンや二次電子等の二次荷電粒子が発生する。この二次荷電粒子を、二次荷電粒子検出器50で検出して試料Waの像が取得される。

【0022】

電子ビーム照射系30は、図2に示すように、電子を放出する電子源31と、電子源31から放出された電子をビーム状に成形するとともに走査する電子光学系32とを備えている。電子ビーム照射系30から射出される電子ビーム30Aを試料Waに照射することによって、試料Waからは二次電子が発生するが、この発生した二次電子を、二次荷電粒子検出器50で検出して試料Waの像を取得する。ここで、電子ビーム鏡筒33から射出される電子ビーム30Aは、イオンビーム20Aと同一位置の試料Wa上に照射する。

【0023】

イオン光学系22は、例えば、イオンビームを集束するコンデンサーレンズと、イオンビームを絞り込む絞りりと、イオンビームの光軸を調整するアライナと、イオンビームを試料に対して集束する対物レンズと、試料上でイオンビームを走査する偏向器とを備えて構成される。

【0024】

試料ステージ40は、試料台41を移動可能に支持している。試料台41上には試料Wa(例えば半導体ウエハ等)がホルダにより固定されている。そして、試料ステージ40は、試料台41を5軸で変位させることができる。すなわち、試料台41を水平面に平行

10

20

30

40

50

で且つ互いに直交するX軸及びY軸と、これらX軸及びY軸に対して直交するZ軸とに沿ってそれぞれ移動させるXYZ移動機構40bと、試料台41をZ軸回りに回転させるローテーション機構40cと、試料台41をX軸(又はY軸)回りに回転させるチルト機構40aとを備えて構成されている。試料ステージ40は、試料台41を5軸に変位させることで、試料Waの特定位置をイオンビームが照射される位置に移動するようになっている。

【0025】

真空室10は、内部を所定の真空度まで減圧可能になっており、真空室10内には試料台41と、二次荷電粒子検出器50と、ガス銃60とが設けられている。

【0026】

二次荷電粒子検出器50は、イオンビーム照射系20又は電子ビーム照射系30から試料Waへイオンビーム20A又は電子ビーム30Aが照射された際に、試料Waから発せられる二次電子や二次イオンを検出する。

【0027】

ガス銃60は、試料Waへエッチングガスやデポジションガス等の所定のガスを放出する。そして、ガス銃60からエッチングガスを供給しながら試料Waにイオンビーム20Aを照射することで、イオンビームによる試料のエッチング速度を高めることができる。一方、ガス銃60からデポジションガスを供給しながら試料Waにイオンビームを照射すれば、試料Wa上に金属や絶縁体の堆積物を形成することができる。

【0028】

また、荷電粒子ビーム装置100は、当該装置を構成する各部を制御する制御装置70を備えている。制御装置70は、イオンビーム照射系20、電子ビーム照射系30、二次荷電粒子検出器50、及び試料ステージ40と接続されている。また、二次荷電粒子検出器50から検出される信号に基づき取得される試料映像を表示する表示装置80を備えている。

【0029】

制御装置70は、荷電粒子ビーム装置100を総合的に制御するとともに、二次荷電粒子検出器50で検出された二次荷電粒子を輝度信号に変換して画像データを生成し、この画像データを基に画像を形成して表示装置80に出力している。これにより表示装置80は、上述したように試料の観察画像や参考画像を表示できるようになっている。

【0030】

また制御装置70は、ソフトウェアの指令やオペレータの入力に基づいて試料ステージ40を駆動し、試料Waの位置や姿勢を調整する。これにより、試料表面におけるイオンビームの照射位置や照射角度を調整できるようになっている。例えば、イオンビーム照射系20と電子ビーム照射系30との切替操作に連動して試料ステージ40を駆動し、試料Waを移動させたり、傾けることができるようになっている。

【0031】

さらに、制御装置70は、図3に示すように、電子ビーム鏡筒33またはイオンビーム鏡筒23から荷電粒子ビームを照射するときの複数の照射条件を作成して、その情報を電子ビーム鏡筒33またはイオンビーム鏡筒23へ与える照射条件決定手段71と、二次荷電粒子検出器50で検出した二次荷電粒子から試料の観察画像を取得し、これら所得した観察画像のうち、照射条件決定手段から得られる同じ照射条件のもの同士を比較することで試料の欠陥を認識する欠陥認識手段72とを備える。

【0032】

欠陥認識手段72は、二次荷電粒子検出器50で検出した二次荷電粒子から試料の観察画像を形成する画像形成部72aと、画像形成部で形成された画像のデータを記憶したり試料の欠陥の情報を記憶する記憶部72bと、前記画像形成部72aで形成された画像をもとに試料に欠陥があるか否かを判定する判定部72cとを備える。

【0033】

次に、上記構成を備えた本実施形態の荷電粒子ビーム装置100によって、試料Waの

10

20

30

40

50

欠陥を認識する欠陥認識方法及び認識された欠陥をさらに切断して観察する欠陥観察方法について説明する。

【0034】

[欠陥認識方法]

本実施形態では、2つの欠陥認識方法がある。一つは、あるパターンが一定の周期で連続していて、その画像を取得した後、画像を同一パターンとなるように複数に分割し、この分割した画像同士を比較することによって試料W aの欠陥を認識する方法である。他方は、予め欠陥があることが分かっており、その欠陥箇所と他の参照箇所（正常箇所）との画像を取得し、それら画像を比較することによって、欠陥を認識する方法である。

【0035】

まず第1の欠陥認識方法について図4を参照しながら説明する。図4は、制御装置70で行われる動作手順を表したフローチャートである。

まず、照射条件決定手段71において、予め入力された認識対象となる試料W aの種類あるいは回路パターンの形状等によって、ビームの照射条件を設定する。例えば、ビームの照射条件としては、ビームの種類、ビームの走査速度、加速電圧、ビーム電流量がある。ここでは、ビームの種類をイオンビームと電子ビームのいずれを用いるか、並びに、そのときのビームの走査速度と加速電圧がそれぞれ、予め入力されたデータを基に所定値になるよう設定する。また、ビーム電流量については、小さな値から段階的に大きな値に変化するように設定する（ステップ1）。

【0036】

続いて、制御装置70に予め記憶された欠陥情報を基に、試料W aの欠陥がある観察領域に荷電粒子ビームが当たるように、試料W aをセットした試料ステージ40を移動操作する（ステップ2）。なお、ステップ1とステップ2とは、順序を逆にしても良い。

【0037】

そして、設定されたビームの種類、ビームの走査速度、加速電圧及び最初の小さなビーム電流量の照射条件にしたがって、たとえば、電子ビーム照射系30から電子ビーム30Aが試料W aの観察領域に照射される（ステップ3）。

このとき、試料W aの観察領域からは二次電子等の二次荷電粒子が発生するが、この二次荷電粒子は二次荷電粒子検出器50によって検出される（二次荷電粒子検出工程；ステップ4）。

そして、検出された二次荷電粒子から、画像形成部72aにて観察領域の画像が形成される。また、形成された画像は、さらに、それぞれ同じ周期パターンとなる複数枚の観察画像に分割される（画像形成工程；ステップ5）。なお、二次荷電粒子からの観察領域の画像形成及び画像の分割は、公知の画像処理法によって行われる

【0038】

続いて、判定部72cにて前記ステップ5で取得された複数枚の分割観察画像同士を比較し、それらの画像輝度変化情報から欠陥を認識する（欠陥認識工程；ステップ6）。具体的には、比較した画像同士の輝度の変化が予め設定された閾値を越えるか否かによって欠陥であるか否かを判定する。

欠陥を認識した場合には、そのときの欠陥を有する分割観察画像と、必要に応じてそのとき比較した分割参照画像（正常画像）とを記憶部72bに記憶する（ステップ7）。

欠陥がある場合には欠陥情報を記憶した後、また、欠陥を認識できなかった場合には、そのまま、ステップ8に至る。ここでは、設定された照射条件での画像取り込みが全て完了したか否かを判断する。

【0039】

設定された照射条件での画像取り込みが全て完了していない場合には、ステップ9に至り、ここで、ビームの走査速度と加速電圧を前記設定された値のまま維持し、かつ、ビーム電流量を前回の設定値よりも所定量大きな値となるように設定し、再度、前記ステップ1～8を繰り返す。

一方、設定された照射条件での画像取り込みが全て完了した場合にはステップ10に至

10

20

30

40

50

り、記憶部 7 2 b に記憶された画像情報を読み出し、表示部 8 0 にて表示する。

【 0 0 4 0 】

上述した第 1 の欠陥認識方法によれば、電子ビームまたは集束イオンビームを、複数の異なる照射条件で観察領域に走査照射したときに得られる観察画像を基に観察領域における欠陥を認識するものであるから、唯一つの照射条件下で電子ビームまたは集束イオンビームを走査照射する場合には認識できにくかった欠陥を、容易に認識できることとなった。したがって、オペレータが例えば初心者であってもあるいは熟練者であっても同様に、欠陥を認識することができることとなった。

【 0 0 4 1 】

その後、必要に応じて、認識した欠陥部分に集束イオンビームを照射し、その部分を切断加工し、この加工された断面に電子ビームまたは集束イオンビームを走査照射して、加工された断面を観察してもよい。

10

【 0 0 4 2 】

次に第 2 の欠陥認識方法について図 5 を参照しながら説明する。図 5 は、制御装置 7 0 で行われる動作内容を表したフローチャートである。

まず、照射条件決定手段 7 1 において、予め入力された認識対象となる試料 W a の種類あるいは回路パターンの形状等によって、ビームの照射条件を設定する。例えば、ビームの種類をイオンビームと電子ビームのいずれを用いるか設定し、そのときのビームの走査速度と加速電圧がそれぞれ、予め入力されたデータを基に所定値になるよう設定する。また、ビーム電流量については、小さな値から段階的に大きな値に変化するように設定する（ステップ 2 1）。

20

続いて、制御装置 7 0 に予め記憶された欠陥情報を基に、試料 W a の欠陥がある観察領域に荷電粒子ビームが当たるように、試料 W a をセットした試料ステージ 4 0 を移動操作する（ステップ 2 2）。なお、ステップ 2 1 とステップ 2 2 とは、順序を逆にしても良い。

【 0 0 4 3 】

そして、前記設定されたビームの種類、ビームの走査速度、加速電圧及び最初の小さなビーム電流量の照射条件にしたがって、たとえば、電子ビーム照射系 3 0 から電子ビームが試料 W a の観察領域に照射される（ステップ 2 3）。

このとき、試料 W a の観察領域からは二次荷電粒子が発生するが、この二次荷電粒子は二次荷電粒子検出器 5 0 によって検出される（観察領域二次荷電粒子検出工程；ステップ 2 4）。

30

そして、検出された二次荷電粒子から、観察領域の画像が形成される（観察画像形成工程；ステップ 2 5）。

【 0 0 4 4 】

続いて、前記ステップ 2 5 で取得された観察画像をそのときの照射条件とともに記憶部 7 2 b に記憶させる（ステップ 2 6）。

そして、ステップ 2 7 に至り、ここで、設定された照射条件での画像取り込みが全て完了したか否かを判断する。

【 0 0 4 5 】

設定された照射条件での画像取り込みが全て完了していない場合には、ステップ 2 8 に至り、ここで、ビームの走査速度と加速電圧を前記設定された値のまま維持し、かつ、ビーム電流量が前回の設定値よりも所定量大きな値になるように設定し、再度、前記ステップ 2 3 ~ 2 7 を繰り返す。

40

一方、設定された照射条件での画像取り込みが全て完了した場合にはステップ 2 9 に至り、最初に観察画像を取得したときの照射条件に再設定する。

続いて、ステップ 3 0 に至り、試料 W a の欠陥がない箇所である参照領域に荷電粒子ビームが当たるように、試料ステージ 4 0 を移動操作する。

【 0 0 4 6 】

そして、前記設定されたビームの種類、ビームの走査速度、加速電圧及び最初の小さな

50

ビーム電流量の照射条件にしたがって、たとえば、電子ビーム照射系 30 から電子ビームが参照領域に照射される（ステップ 31）。

このとき、参照領域からは二次荷電粒子が発生するが、この二次荷電粒子は二次荷電粒子検出器 50 によって検出される（参照領域二次荷電粒子検出工程；ステップ 32）。

そして、検出された二次荷電粒子から、参照領域の画像が形成される（参照画像形成工程；ステップ 33）。

【0047】

続いて、前記取得した参照画像をそのときの照射条件とともに記憶部 72b に記憶させる（ステップ 34）。

続いて、ステップ 35 に至り、設定された照射条件での画像取り込みが全て完了したか否かを判断する。

【0048】

設定された照射条件での画像取り込みが全て完了していない場合には、ステップ 36 に至り、ここで、ビームの走査速度と加速電圧を前記設定された値のまま維持し、かつ、前記観察領域にビームを照射したときと同様、ビーム電流量が前回の設定値よりも所定量大きな値に設定し、再度、前記ステップ 31～35 を繰り返す。

一方、設定された照射条件での画像取り込みが全て完了した場合にはステップ 37 に至る。ここでは、前記記憶部 72b に記憶した観察画像と参照画像のうち、同じ照射条件のもの同士を比較することで、それらの輝度の変化情報から観察領域の欠陥を認識する（欠陥認識工程）。

観察領域に欠陥がある場合には欠陥情報をすべて記憶部 72b に記憶する（ステップ 38）。次に、これら記憶部 72b に記憶された欠陥情報を読み出し、表示部 80 にて表示する（ステップ 39）。

【0049】

上述した第 2 の欠陥認識方法によれば、電子ビームまたは集束イオンビームを、複数の異なる照射条件で観察領域に走査照射したときに得られる観察画像と参照画像を基に観察領域における欠陥を認識するものであるから、唯一つの照射条件下で電子ビームまたは集束イオンビームを走査照射する場合では認識できにくかった欠陥を、容易に認識できることとなった。したがって、オペレータが例え初心者であってもあるいは熟練者であっても同様に、欠陥を認識することができることとなった。

【0050】

その後、必要に応じて、認識した欠陥部分に集束イオンビームを照射し、その部分を切断加工し、この加工された断面に電子ビームまたは集束イオンビームを走査照射して、加工された断面を観察してもよいのは前述した第 1 の欠陥認識方法と同様である。

【0051】

なお、上述した説明では、初期のビーム照射条件として、ビームの種類、ビームの走査速度と加速電圧をそれぞれある値になるよう設定し、ビーム電流量を小さな値から段階的に大きな値に変化するように設定したが、これに限られることなく、ビームの種類を設定するとともに、ビームの走査速度とビーム電流量を所定値に設定し、加速電圧を例えば小さな値から段階的に大きな値に変化するように設定してもよく、また、ビーム電流量と加速電圧を所定値に設定し、ビームの走査速度を例えば大きな値から段階的に小さな値に変化するように設定してもよい。また、例えば、ビーム電流量を小さな値から段階的に大きな値に変化する手法は、リニアに変化させてもあるいは指数関数的に変化させても良い。また、変化させる数は、2 個以上の複数であればよく、その数は制限されない。

また、試料に照射するビームとしては、電子ビーム限られることなくイオンビームを照射しても良く、そのときには二次荷電粒子検出器として、二次イオン検出器を用いても良い。

また、上述したステップの途中で、判定部 72c にて欠陥が認識されたか否かの判定を行い、欠陥が認識されたと判定した場合には、それ以降の異なる照射条件下での一連の画像取得及び欠陥認識のステップを省くようにしても良い。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 2 】

【図 1】本発明に係る実施形態の荷電粒子ビーム装置の概略構成を示す図である。

【図 2】本発明に係る実施形態の荷電粒子ビーム装置概略構成示す断面図である。

【図 3】本発明に係る実施形態の荷電粒子ビーム装置の制御装置の概要を示す図である。

【図 4】本発明に係る実施形態の欠陥認識方法を示すフローチャートである。

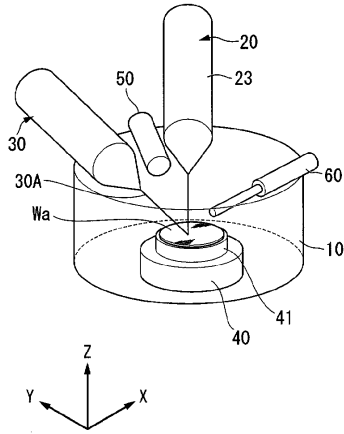
【図 5】本発明に係る実施形態の欠陥認識方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

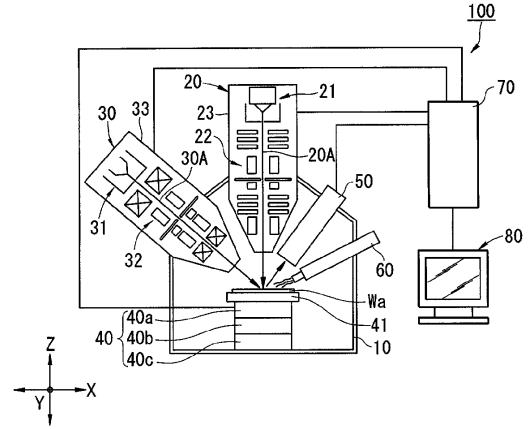
【 0 0 5 3 】

1 0 0	荷電粒子ビーム装置	10
1 0	真空チャンバ	
2 0	イオンビーム照射系	
2 3	イオンビーム鏡筒	
3 0	電子ビーム照射系	
3 3	電子ビーム鏡筒	
4 0	試料ステージ	
5 0	二次荷電粒子検出器	
6 0	ガス銃	
7 0	制御装置	
7 1	照射条件決定手段	20
7 2	欠陥認識手段	
7 2 a	画像形成部	
7 2 b	記憶部	
7 2 c	判定部	
8 0	表示装置	
S 4	二次荷電粒子検出（二次荷電粒子検出工程）	
S 5	分割画像形成（画像形成工程）	
S 6	欠陥を認識できるか（欠陥認識工程）	
S 2 4	二次荷電粒子検出（観察領域二次荷電粒子検出工程）	
S 2 5	観察画像形成（観察画像形成工程）	30
S 3 2	二次荷電粒子検出（参照領域二次荷電粒子検出工程）	
S 3 3	参照画像形成（参照画像形成工程）	
S 3 7	取得した観察画像...（欠陥認識工程）	

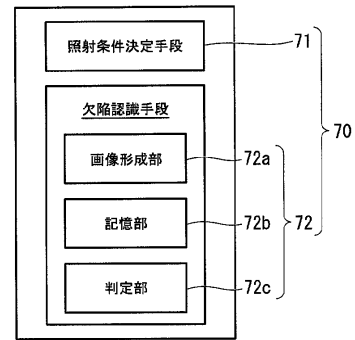
【図1】



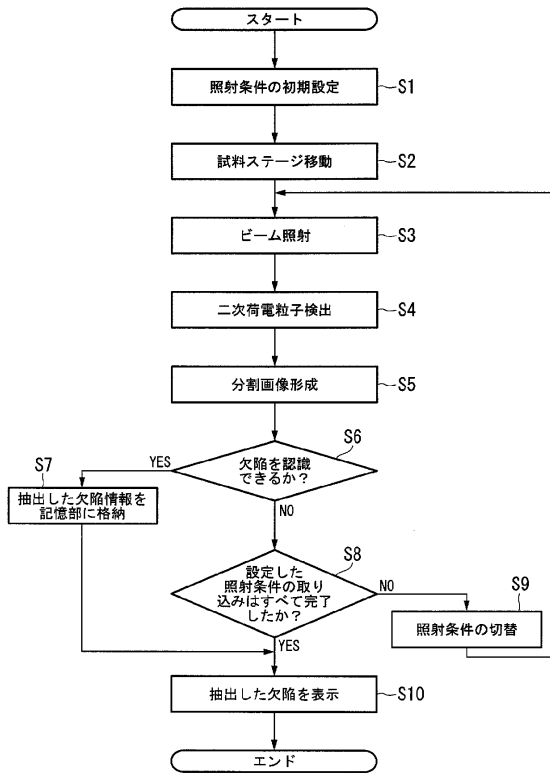
【図2】



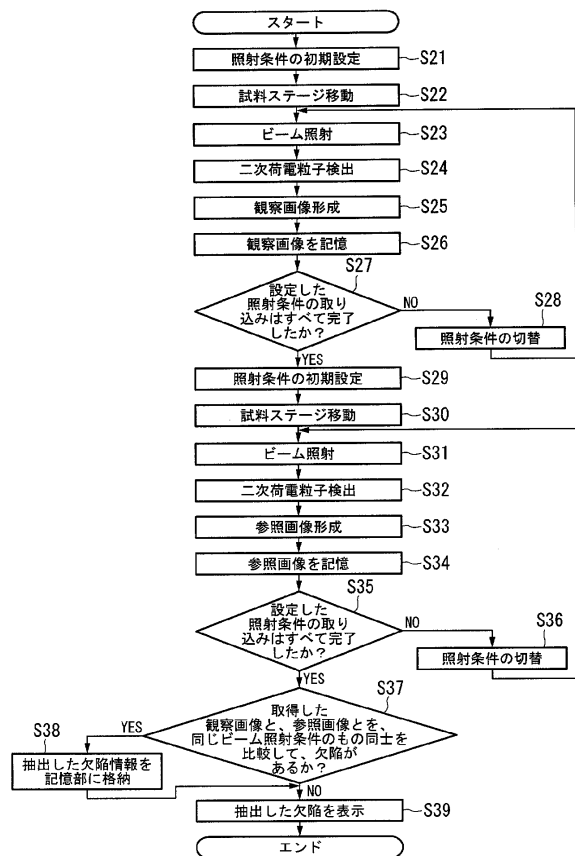
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 一宮 豊
千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社内
- (72)発明者 田代 純一
千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社内
- (72)発明者 佐藤 誠
千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社内

審査官 大嶋 洋一

- (56)参考文献 特開 2007 - 248360 (JP, A)
特開 2007 - 157575 (JP, A)
特開 2007 - 040780 (JP, A)
特開 2007 - 018928 (JP, A)
特開 2006 - 234789 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/66
G01N 23/225
H01J 37/28
H01J 37/317