

(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2009-38043

(P2009-38043A)

(43) 公開日 平成21年2月19日(2009.2.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 J 37/28 (2006.01)	H O 1 J 37/28 B	4 M 1 0 6
H O 1 J 37/317 (2006.01)	H O 1 J 37/317 D	5 C 0 3 3
H O 1 L 21/66 (2006.01)	H O 1 L 21/66 J	5 C 0 3 4

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-283087 (P2008-283087)	(71) 出願人	501387839
(22) 出願日	平成20年11月4日 (2008.11.4)		株式会社日立ハイテクノロジーズ
(62) 分割の表示	特願2008-5606 (P2008-5606)		東京都港区西新橋一丁目24番14号
原出願日	平成15年7月25日 (2003.7.25)	(74) 代理人	110000350
			ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	佐藤 修
			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設計・製造統括本部那珂事業所内
		(72) 発明者	下間 五六
			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設計・製造統括本部那珂事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体の加工観察装置、および半導体の加工観察装置の操作方法

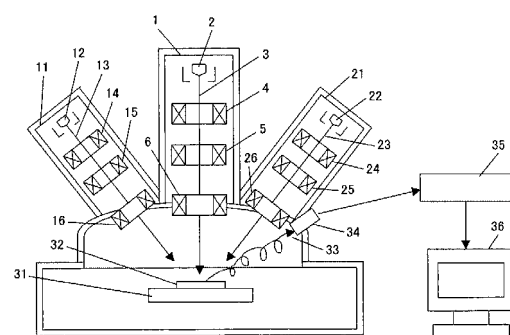
(57) 【要約】

【課題】描画加工に費やす時間が短縮でき、試料の加工や観測の精度が高い半導体の加工観察装置を提供すること。

【解決手段】Gaイオンビームが含まれる描画加工用イオンビームを照射する加工装置と、電子ビームを照射する走査形電子顕微鏡装置と、Arイオンビームが含まれる除粉用イオンビームを照射する除粉装置と、これらの三つの装置をまとめて収める真空容器と、この真空容器に置かれ、かつ試料を載置する載置テーブルとを有し、三つの装置の照射する各ビームが試料に集合するように配置され、電子ビームの照射で試料から発生する二次電子を検知する検知器を有し、かつ電子ビームを照射する走査形電子顕微鏡装置の加速電圧を0.6keV～3keV程度にしたことを特徴とする。

【選択図】 図1

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

G a イオンビームが含まれる描画加工用イオンビームを照射する加工装置と、電子ビームを照射する走査形電子顕微鏡装置と、A r イオンビームが含まれる除粉用イオンビームを照射する除粉装置と、これらの三つの装置をまとめて収める真空容器と、この真空容器に置かれ、かつ試料を載置する載置テーブルとを有し、

前記三つの装置は照射する各ビームが前記試料に集合するように配置され、

前記電子ビームの照射で前記試料から発生する二次電子を検知する検知器を有し、かつ電子ビームを照射する走査形電子顕微鏡装置の加速電圧を0.6 keV～3 keV程度にしたことを特徴とする半導体の加工観察装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の半導体の加工観察装置において、

前記検知器が検知する検知信号を画像処理する画像処理装置と、この画像処理装置が処理した処理信号で画像の表示をする画像表示モニターを有すること特徴とする半導体の加工観察装置。

【請求項 3】

G a イオンビームが含まれる描画加工用イオンビームを照射する加工装置と、電子ビームを照射する走査形電子顕微鏡装置と、A r イオンビームが含まれる除粉用イオンビームを照射する除粉装置と、これらの三つの装置がまとまって収まる真空容器と、この真空容器に置かれ、かつ試料を載置する載置テーブルとを有し、

20

前記三つの装置は照射する各ビームが前記試料に集合するように配置され、

前記電子ビームの照射で前記試料から発生する二次電子を検知する検知器を有し、かつ電子ビームを照射する走査形電子顕微鏡装置の加速電圧を0.6 keV～3 keV程度とし、

前記加工装置の描画加工用イオンビーム G a イオンビームで試料に描画加工を施した後、前記除粉装置の除粉用イオンビームで試料に付着している加工粉を除去してから前記走査形電子顕微鏡装置で描画加工したところの観察を行うことを特徴とする半導体の加工観察装置の操作方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、半導体のウェハ（試料）の描画加工や加工した個所の欠陥を観察できる半導体の加工観察装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の技術では、欠陥部を断面観察するために F I B（G a イオンビーム加工装置）で試料に描画加工を施し、その加工断面をフラットミリングで表面仕上げをし、S E M（走査形電子顕微鏡装置）または S I M（走査形イオンビーム顕微鏡）で観察していた。

【0003】

また、特開平 4-116843 号公報（特許文献 1）に記載のように試料に集束 G a イオンビームを照射して試料に描画を形成し、形成した断面の表面をエッチングガスを用いたイオンアシストエッチングまたはイオンビームを用いたエッチング処理することによってクリーニングを行い、S E Mで観察する方法がある。

40

【0004】

また特開昭 58-164135 号公報（特許文献 2）に示される半導体加工装置は、試料に加工を施す加工用イオンビーム発生手段と、加工したところを観察する電子ビーム発生手段と、加工したところの欠陥を修復するレーザビーム発生手段を有し、これらの三つのビーム発生手段を一つの真空なる加工室に収めた構成を備えている。

【0005】

【特許文献 1】特開平 4-116843 号公報

50

【特許文献2】特開昭58-164135号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記従来技術では3つの装置（FIB、フラットミリング装置、SEM）を使用し、FIBで加工後、試料をフラットミリング装置に入れ替え、表面仕上げ後さらにSEMに入れ替えるなど多数の工程が発生し、装置毎に入れ替える手間と真空にしたり、大気圧に戻すのに時間をかけていた。

【0007】

また、特許文献1（特開平4-116843号公報）の記載では、試料をFIBで加工後、試料をArイオンビーム銃のチャンバ中に移動し、加工粉除去を行う。さらに試料をSEMのチャンバ中に移動して加工断面の観察を行わなければならない。

【0008】

上記作業は、加工断面を逐次観察しながら加工断面の位置を少しずつ掘込む繰り返し工程の作業になるので、多くの時間が費やす。また移動によるずれが発生しやすく、加工や観測の精度が劣る課題があった。

【0009】

また半導体ウエハ等は、高加速電圧（5～30keV）でSEM観察すると試料がチャージアップ（帯電）して画像が移動し、画像の観察ができ難い問題がある。しかし、試料のチャージアップを防止するために、低加速電圧（0.6～3keV）で行うと、付着する加工粉の影響で加工断面の鮮明なSEM像が得られない問題がある。

【0010】

また特許文献2（特開昭58-164135号公報）は、電子ビームやレーザビームの照射による発熱で欠陥部が伸びる現象を利用して観察を行ったり、レーザビームで加工断面の修復を行うもので、加工断面の鮮明な画像を得ようとするものではない。

【0011】

本発明は、上記の問題に鑑み、FIBで加工した加工断面の観測点（個所）を鮮明なSEM画像で観測でき、逐次観察しながら加工位置を少しずつ掘込む作業に費やす時間が短縮でき、試料の加工や観測の精度が高い半導体の加工観察装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、Gaイオンビームが含まれる描画加工用イオンビームを照射する加工装置と、電子ビームを照射する走査形電子顕微鏡装置と、Arイオンビームが含まれる除粉用イオンビームを照射する除粉装置と、これらの三つの装置をまとめて収める真空容器と、この真空容器に置かれ、かつ試料を載置する載置テーブルとを有し、三つの装置の照射する各ビームが試料に集合するように配置され、電子ビームの照射で試料から発生する二次電子を検知する検知器を有し、かつ電子ビームを照射する走査形電子顕微鏡装置の加速電圧を0.6keV～3keV程度にしたことを特徴とする。

【0013】

また本発明は、加工装置の描画加工用イオンビームで試料に描画加工を施した後に除粉装置の除粉用イオンビームで試料に付着している加工粉を除去してから走査形電子顕微鏡装置で描画加工したところの観察を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、描画加工に費やす時間が短縮でき、試料の加工や観測の精度が高い半導体の加工観察装置を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明の実施例を図面に沿って説明する。

10

20

30

40

50

【0016】

まず、本発明に係わる半導体の加工観察装置の概要を示す図1に沿って述べる。

【0017】

この半導体の加工観察装置は、半導体のウェハに描画加工を施すFIB11（Gaイオンビームを照射する加工装置）と、FIBが加工した加工断面の観察を行うSEM1（電子ビームを照射する走査形電子顕微鏡装置）と、加工断面に付着する加工粉を除去するFIB21（Arイオンビームを照射する除粉装置）を有する。

【0018】

加工観察装置の真空容器50には、FIB11、SEM1、FIB21がまとまって収まる。この一つの真空容器50は、上側容器部と下側容器部を有し、上側容器部にFIB11と、SEM1、FIB21が取り付けられている。真空容器50は、10⁻⁷トル程度

10

【0019】

の真空度に保たれている。真空容器50の下側容器部内には、試料載置テーブル31が備わる。この試料載置テーブル31の上に試料32が載置される。試料32は半導体のウェハである。この試料32に前述したFIB11、SEM1、FIB21の照射する各ビームが集合するようにFIB11、SEM1、FIB21は配置されている。

【0020】

試料載置テーブル31は、回転はもちろん、縦（Y方向）、横（X方向）に往復移動自在である。

20

【0021】

FIB11はGaイオンビーム13（描画加工用イオンビーム）を照射するイオンビーム照射源12を有する。照射される描画加工用イオンビームは、FIB電磁レンズ14とFIB対物レンズ16により絞られ、FIB偏向レンズ15で偏向されて試料32の上面を走査する。

【0022】

この描画加工用イオンビームの照射で試料32の上面に描画（描画加工）が形成される。また描画加工用イオンビームの照射で試料32から二次電子が発生する。真空容器50の上側容器部側に備えた検知器34は、その二次電子を検出する。検知器34が検知する検知信号は画像処理装置35で画像処理され、その処理信号によって画像表示モニター36に表示が行われる。

30

【0023】

FIB21は、Gaイオンビーム23（除粉用イオンビーム）を照射するイオンビーム照射源22を有する。照射される除粉用イオンビームは、Ar用電磁レンズ24とAr用対物レンズ26により絞られ、Ar用偏向レンズ25で偏向されて試料32の上面を走査する。

【0024】

この除粉用イオンビームの照射では描画加工は行われませんが、FIB11による描画加工で出た加工個所に付着する描画加工の粉をはじき飛ばす掃除が行なわれる。またこの除粉用イオンビームの照射で試料32から二次電子が発生する。この二次電子は検知器34で検知され、その検知信号は画像処理装置35で画像処理され、その処理信号によって画像表示モニター36に表示が行われる。

40

【0025】

SEM1は、電子ビーム3を照射する電子ビーム照射源を有する。照射される電子ビームは、SEM電磁レンズ4とSEM対物レンズ6により絞られ、SEM偏向レンズ5で偏向されて試料32の上面を走査する。

【0026】

この電子ビーム3の走査で、試料32から発生した二次電子33は検知器34で検知され、その検知信号は画像処理装置35で画像処理され、その処理信号によって画像表示モニター36に表示が行われ、観察ができる。

50

このSEM1による試料32（半導体ウエハ）の加工個所の観察では、SEMの加速電圧が0.6～3keVの低加速電圧に保たれたもとで行なわれる。低加速電圧であるので、半導体ウエハ（鉄等の金属と違い導電性が低い）にはチャージアップ（帯電）が行われにくい。このため、画像の移動（ふらつき等）が生じず、安定した画像を観察できる。またFIB21による除粉用イオンビームの照射で、加工個所に付着する描画加工の粉がはじき飛ばされて清掃されているので、加速電圧が低圧であるにもかかわらず、鮮明なSEM像が得られ、FIB11による描画加工の加工断面をより良く観察でき、観察の精度が向上する。

【0027】

図2に沿って描画加工および観察について述べる。

10

【0028】

図2の(a)はFIB11によるイオンビームを照射してウエハ41の欠陥部に加工を施したところである。イオンビームの照射の走査はA方向の中で行なわれる。図2の(b)は、FIB11をSIM（イオンビームのスキャン用いる顕微鏡）とし用いたときの状態を示す。この観察では、FIBの加速電圧を低く調整してSIM画像の観察を行なうが、イオンビーム照射の走査（X2方向）が繰り返されることで、欠陥部が削り取られてしまう不具合が生じる。

【0029】

これに対し、SEM1による観察は電子ビームの照射であるので、欠陥部が切削されてしまう恐れなく、描画加工された加工断面について欠陥の有無を含め詳しく念入りに調べることが出来る。その観察結果を受けて、より正確なFIBによる描画加工を施すことができる。

20

【0030】

図3、および図4に沿って除粉について述べる。

【0031】

図3に示すようにGaイオンビーム13（描画加工用イオンビーム）でウエハ41に加工穴42を開けられる。この加工穴42は断面が図4に示されるように、ウエハ41の表面側層は、タンゲステン(w)やカーボン(c)などの多層膜を積層した構成になっている。この断面の積層断面をSEM1で観察し解析するが、積層断面43にはFIB加工による加工粉45が図4(a)に示すように付着している。この状態のままでは付着する加工粉45が支障になってSEMによる鮮明な観察像を得ることができない。

30

【0032】

そこで、図4(b)に示すように観察したい多層膜断面にArイオンビーム23（除粉用イオンビーム）を照射し、付着する加工粉45を図4(c)に示すように除去してSEMによる鮮明な観察像が得られるようにする。この除粉用イオンビームによる除粉は、SEM観察をするところ絞って清掃することが望ましい。

【0033】

すなわち、除粉用イオンビームの照射で付着する描画加工の粉がはじき飛ばされるような清掃が行われるので、広い範囲でArイオンビームを照射すると他の断面や加工穴42の底面から加工粉が飛び散り、観察個所に加工粉が再付着する問題が起きる。図4の(d)に示すようにArイオンビーム23を観察面46のみに走査して表面処理を行うことで、きれいに表面処理（清掃）された観察面が得られ、SEMによる鮮明な観察像を得ることができる。

40

【0034】

前述したようにGaイオンビームを照射する加工装置（FIB11）、電子ビームを照射する走査形電子顕微鏡装置（SEM1）、およびArイオンビームを照射する除粉装置（FIB21）はまとめて真空容器50に収められ、かつこれらの三つの装置が照射する各ビームを試料32に集合するように配置されているので、費やす時間が短縮でき、加工精度の高い描画加工ができる。

【0035】

50

すなわち、F I B 1 1、S E M 1、およびF I B 2 1は、一つの真空容器5 0に収められ、かつ各ビームが試料3 2に集合するように配置される構成にしたので、描画加工の工程、除粉の工程、および観察の工程に移行する度に行っていた試料3 2の出し入れ移動が不要なり、これら一連の工程に費やされる作業時間が短縮される。これらの工程は、描画加工位置を少しずつ掘込む作業を通じて逐次繰り返されるので、大幅な時間短縮になるのである。

【0036】

試料載置テーブル3 1は、回転はもちろん、縦（Y方向）、横（X方向）に往復移動自在になっている。この回転、および往復の移動は、一つウエハの範囲内の僅かな移動あり、かつ試料載置テーブルを安定的に支持する定置盤上で行われるので、移動にともなう位置ずれが殆どなく、加工精度、観察精度が向上するとともに観察個所の正確な掃除を行うことができる。描画加工精度の高い半導体の加工観察装置である。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の実施例に係わるもので、半導体の加工観察装置の概略構成図。

【図2】従来の装置で半導体ウエハをF I Bで加工と観察を行ったときの状態を示す図。

【図3】本発明の実施例に係わるもので、F I Bで加工した半導体ウエハを示す図。

【図4】本発明の実施例に係わるもので、F I Bで加工部分の断面図。

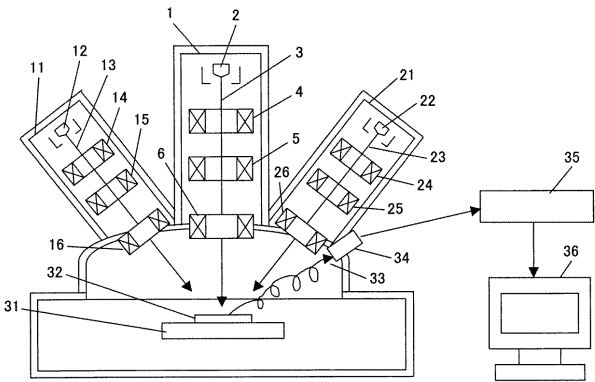
【符号の説明】

【0038】

1…S E M、2…電子銃、3…電子ビーム、4…S E M電磁レンズ、5…S E M偏向レンズ、6…S E M対物レンズ、1 1…F I B（G a イオン）、1 2…G a イオン銃、1 3…G a イオンビーム、1 4…F I B電磁レンズ、1 5…F I B偏向レンズ、1 6…F I B対物レンズ、2 1…F I B（A r イオン）、2 2…A r イオン銃、2 3…A r イオンビーム、2 4…A r 用電磁レンズ、2 5…A r 用偏向レンズ、2 6…A r 用対物レンズ、3 1…試料ホルダー、3 2…試料、3 3…二次電子、3 4…二次電子検出器、3 5…画像処理装置、3 6…画像表示モニター、4 1…ウエハ、4 2…加工穴、4 3…積層面、4 4…割断面、4 5…加工粉、4 6…観察面。

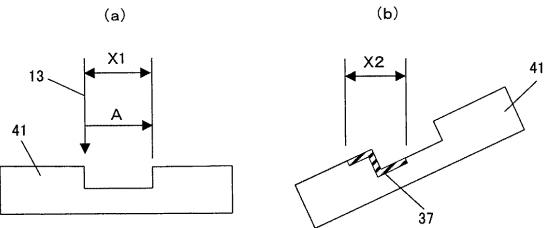
【図 1】

図 1



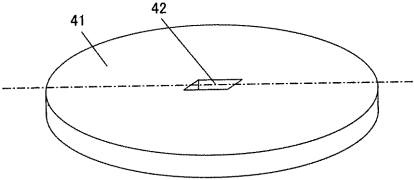
【図 2】

図 2



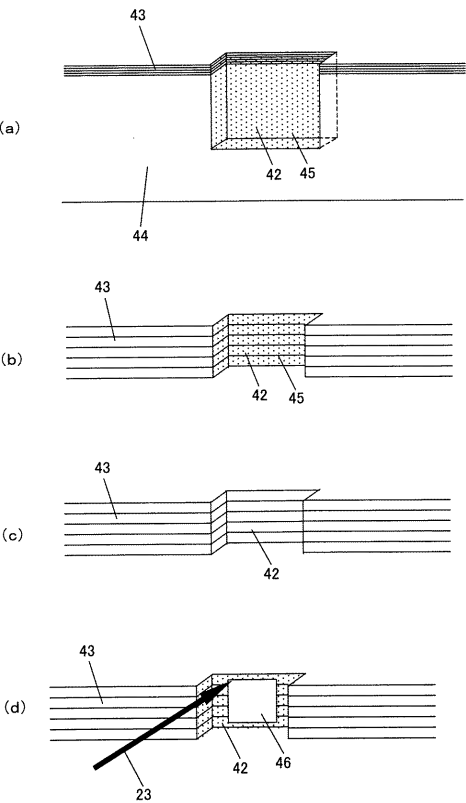
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4



【手続補正書】

【提出日】平成20年12月26日(2008.12.26)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガリウム集束イオンビーム、アルゴン集束イオンビーム、及び電子ビームの各ビームが試料に集合するように、真空容器に配置された試料載置テーブルに試料を載置し；

前記試料にガリウム集束イオンビームを照射して試料をFIB加工し；

前記ガリウム集束イオンビームの照射後、前記試料にアルゴン集束イオンビームを走査し、試料から発生した二次電子の検出信号を画像処理して表示し；

アルゴン集束イオンビームの走査後、前記試料に電子ビームを走査し、試料から発生した二次電子の検出信号を画像処理して表示し；

ガリウム集束イオンビームの照射、アルゴン集束イオンビームの走査、及び電子ビームの走査を逐次繰り返す加工観察方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

本発明は、ガリウム集束イオンビーム、アルゴン集束イオンビーム、及び電子ビームの各ビームが試料に集合するように、真空容器に配置された試料載置テーブルに試料を載置し；前記試料にガリウム集束イオンビームを照射して試料をFIB加工し；前記ガリウム集束イオンビームの照射後、前記試料にアルゴン集束イオンビームを走査し、試料から発生した二次電子の検出信号を画像処理して表示し；アルゴン集束イオンビームの走査後、前記試料に電子ビームを走査し、試料から発生した二次電子の検出信号を画像処理して表示し；ガリウム集束イオンビームの照射、アルゴン集束イオンビームの走査、及び電子ビームの走査を逐次繰り返すことを特徴とする加工観察方法に関する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】削除

【補正の内容】

フロントページの続き

(72)発明者 西野 輝道

茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造統括本部那珂事業所内

(72)発明者 小池 英巳

茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造統括本部那珂事業所内

Fターム(参考) 4M106 AA01 BA02 CA38 DB05 DJ20 DJ23

5C033 UU10

5C034 DD09