

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 登録実用新案公報(U)

(11) 実用新案登録番号

実用新案登録第3106846号  
(U3106846)

(45) 発行日 平成17年1月27日(2005.1.27)

(24) 登録日 平成16年11月10日(2004.11.10)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

HO 1 J 37/20

HO 1 J 37/20

A

HO 1 J 37/28

HO 1 J 37/28

B

HO 1 J 37/317

HO 1 J 37/317

D

評価書の請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 実願2004-4465 (U2004-4465)  
(22) 出願日 平成16年7月28日(2004.7.28)

(73) 実用新案権者 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  
(73) 実用新案権者 000233550  
株式会社日立サイエンスシステムズ  
茨城県ひたちなか市大字市毛1040番地  
(74) 代理人 100075096  
弁理士 作田 康夫  
(74) 代理人 100100310  
弁理士 井上 学  
(72) 考案者 黒田 靖  
茨城県ひたちなか市大字市毛1040番地  
株式会社 日立サイ  
エンスシステムズ内

最終頁に続く

(54) 【考案の名称】 荷電粒子線装置用試料ホルダ

(57) 【要約】

【課題】

集束イオンビーム加工法での加工ムラおよびリデポジションの問題を解決し、微細構造解析や元素分析などの分析精度を向上する。

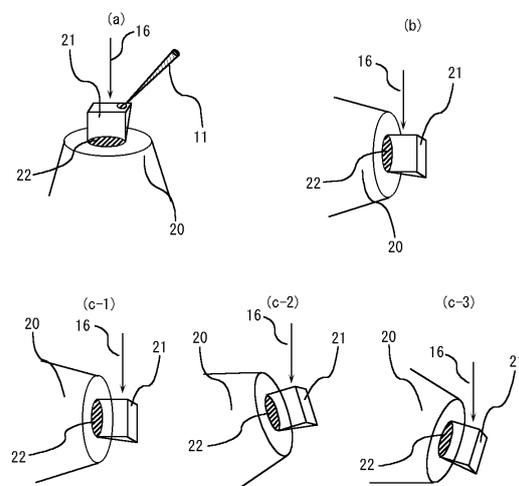
【解決手段】

試料を固定した試料台をホルダ軸の周りに360°回転する機能を備えた荷電粒子線装置用試料ホルダにおいて、前記試料台の先端部を集束イオンビームの進行方向に対し直角に回転補正した試料にイオンビーム照射することで達成される。

また、試料台軸の周りに360°回転できる機能を備えた前記荷電粒子線装置用試料ホルダにおいて、前記試料ホルダの試料台の先端部を集束イオンビームの進行方向に対し直角に回転補正を加えた後、試料台に固定した試料にイオンビーム照射することで達成される。

【選択図】 図5

図 5



**【実用新案登録請求の範囲】****【請求項 1】**

液体金属を備えたイオン源と、該イオン源から発せられたイオンビームを加速する高電圧電源と、イオンビームを試料面上に集束するレンズと、集束されたイオンビームを試料面上で走査する偏向装置と試料を固定した試料ホルダを挿入する試料室を備えた集束イオンビーム加工装置、電子を放出する電子源と該電子を加速する高電圧電源と試料上への電子の集束と、試料を透過した電子像を観察する機能を備えた電子線装置の双方に使用可能な共用試料ホルダにおいて、試料ホルダに固定した試料片を集束イオンビームの進行方向に対し少なくとも90°回転でき、任意の角度で回転補正を加えながら、所望の分析または観察する領域を集束イオンビーム照射によって、加工する工程を含むことを特徴とする荷電粒子線装置用試料ホルダ。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の荷電粒子線装置用試料ホルダにおいて、試料ホルダの試料台の先端部を集束イオンビームの進行方向に対し直角に回転補正を加え、試料片を試料台に固定できることを特徴とする荷電粒子線装置用試料ホルダ。

**【請求項 3】**

請求項 2 記載の試料ホルダにおいて、試料ホルダの試料台の先端部を集束イオンビームの進行方向に対し直角に回転補正を加え、試料台に固定した試料片を試料台軸の周りに360°回転できる機能を備え、任意の角度で回転補正を加えながら、所望の分析または観察する領域を集束イオンビーム照射によって、加工する工程を含むことを特徴とする荷電粒子線装置用試料ホルダ。

20

**【考案の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本考案は、電子顕微鏡観察用試料を作製および観察する装置に係り、特に集束イオンビーム（以下、FIB）加工装置で試料から微小試料片を摘出し、摘出した微小試料片を試料台に固定し加工する際に、摘出した微小試料の任意の方向からのFIBによる試料作製方法と、その試料作製方法を可能にする荷電粒子線装置用試料ホルダに関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、例えば集束イオンビーム装置による試料の前処理とこれに続く観察のシステムとして例えば特許文献1に記載された技術が知られている。この技術では集束イオンビーム装置で加工した試料の付け替えをしないで、前処理装置、透過電子顕微鏡（以下TEM）などの観察装置へ挿入可能である。しかし、これらの装置では、任意の方向から加工し、観察する方法については配慮が見られるが、FIB加工装置を用いて試料を加工する際に、試料断面近傍を通過したイオンビームや試料断面で散乱したイオンビームが試料底部や試料台をスパッタし、試料加工表面に汚染物質として再付着するいわゆるリデポジションの問題については配慮されていない。また、複合材料において、元素によってスパッタレートが異なる為に加工面に生じる凹凸（以下、加工ムラ）の問題については配慮されていない。

30

40

**【0003】**

さらに、集積回路の断面観察法としては特許文献2に記載された技術が知られている。この技術では加工ムラの問題については配慮されているが、リデポジションの問題については配慮されておらず、加工ムラとリデポジションの問題を同時に解決できるものではない。

**【0004】**

**【特許文献 1】**特開平 6 - 103947 号公報

**【特許文献 2】**特開平 9 - 186210 号公報

**【考案の開示】**

**【考案が解決しようとする課題】**

50

## 【0005】

本考案の目的は、集束イオンビーム加工法などにより抽出した微小試料を任意の方向から加工することにある。これにより前記加工ムラおよび前記リデポジションの問題を解決し、微細構造解析や元素分析などの分析精度を向上することが可能な試料作製法と荷電粒子線装置用試料ホルダを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記目的は、試料台軸の周りに360°回転できる機能を備えた前記荷電粒子線装置用試料ホルダにおいて、前記試料ホルダの試料台の先端部を集束イオンビームの進行方向に対し直角に回転補正を加えた後、試料台に固定した試料にイオンビーム照射することで達成される。

10

## 【0007】

また、上記目的は、試料を固定した試料台をホルダ軸の周りに360°回転する機能を備えた荷電粒子線装置用試料ホルダにおいて、前記試料台の先端部を集束イオンビームの進行方向に対し直角に回転補正した試料にイオンビーム照射することで達成される。

## 【考案の効果】

## 【0008】

本考案による試料作製方法と荷電粒子線装置用試料ホルダを用いることにより、微小試料片を試料台から取り外すことなく、イオンビームによる任意の方向からの加工が可能となる。また、加工ムラやリデポジションの問題がなくなる。

20

## 【考案を実施するための最良の形態】

## 【0009】

試料台軸の周りに360°回転できる機能を備えた荷電粒子線装置用試料ホルダにおいて、試料ホルダの試料台の先端部を集束イオンビームの進行方向に対し直角に回転補正を加えた後、試料台に固定した試料にイオンビーム照射する。

## 【0010】

また、試料を固定した試料台をホルダ軸の周りに360°回転する機能を備えた荷電粒子線装置用試料ホルダにおいて、試料台の先端部を集束イオンビームの進行方向に対し直角に回転補正した試料にイオンビーム照射する。

## 【実施例1】

30

## 【0011】

以下、図面を参照して本考案について説明する。図1に本考案の一実施例であるFIB装置1の構成図を示す。FIB装置1鏡体は、イオン銃2，コンデンサーレンズ3，絞り4，走査電極5，対物レンズ6で構成されている。FIB装置1の試料室には、試料7を取り付けた試料ホルダ8上方に二次電子検出器9，試料7への保護膜の形成および試料台への試料7の固定のためのデポジション銃10，FIB加工により作製した微小試料の運搬のためのマイクロプローブ11がとりつけられている。二次電子検出器9には走査像表示装置12が接続されている。走査像表示装置12は走査電極制御部13を介して走査電極5に接続されている。また、マイクロプローブ11にはマイクロプローブ11の位置制御のためのマイクロプローブ制御装置14が接続されている。また、試料ホルダ8は、ホルダ制御部15に接続されている。イオン銃2から放出されたイオンビーム16は、コンデンサーレンズ3と絞り4により収束され、対物レンズ6を通過し、試料7上に収束する。対物レンズ6上方の走査電極5は、走査電極制御部13の指示により、試料7に入射するイオンビーム16を偏向し走査させる。イオンビーム16が試料7に照射されると、試料7はスパッタされるとともに二次電子を発生する。発生した二次電子は、二次電子検出器9により検出され走査像表示装置12に表示される。デポジション銃10より試料7方向に放出されたガスはイオンビーム16と反応し分解され、金属が試料7面上のイオンビーム16照射領域に堆積する。この堆積膜は、FIB加工前の試料7表面の保護膜の形成および微小試料片の試料台への固定に用いられる。試料7は試料ホルダ8に接続されたホルダ制御部15により、イオンビーム16光軸上で角度を変えることが可能で

40

50

、様々な角度から加工することが可能である。

【0012】

図2に本考案の一実施例である荷電粒子線装置用試料ホルダ17の先端部の上面図(a)および断面図(b)を示す。試料ホルダ17は、先端部と連結されたホルダ軸18が、軸中心の周りに360°回転可能な機構を有し、さらに前記機構と独立して先端部にホルダ軸18と直角な軸中心の周りに360°回転可能な機構を設けた、試料回転軸19を有する。また、試料ホルダ17はFIB装置1内でイオンビーム16が入射する際、試料ホルダ17の構造物がイオンビーム16をさえぎることの無いよう一部解放された構造となっている。

【0013】

図3は本考案の一実施例である試料台20側面図(a)および斜視図(b)である。試料台20に微小試料片21を固定した状態の側面図および斜視図をそれぞれ(c)、(d)に示す。微小試料片21は試料台20の先端に取り付けられている。試料台20先端部は微小試料片21の固定が容易なように平坦な形状を有する。微小試料片21と試料台20の接触部分には、FIB装置1のデポジション銃10を用いてデポジション膜22を形成させ、接着する。

【0014】

図4に本考案の一実施例である荷電粒子線装置用試料ホルダ17に試料台20を固定した例を示す。試料回転軸19は中空状になっており、試料台20を差し込むように装着することができる。

【0015】

図5に本考案の一実施例である試料台20の先端部を示し、これにより、微小試料片21の加工方法を説明する。図5(a)に示すようにバルク材料からマイクロプローブ11を用いて摘出された微小試料片21は、イオンビーム光軸と垂直な試料台20の最先端部にデポジション膜22により、接着、固定される。FIBによる加工を行うときは、図5(b)に示すように、試料台20を90°回転させ、イオンビーム16を微小試料片21の側面から照射する。微小試料片21の側面をスパッタしながら下方に進行するイオンビーム16は、試料台20をスパッタすることなく、また、上方に反射することなく下方に進行する。このように、試料台20をイオンビーム16の進行方向に対し直角に回転補正を加えて加工することにより、試料底面および試料台20からのスパッタされた材料の加工面への再付着を防ぐことが出来る。さらに、図5(c-1)から図5(c-3)に示すように、試料台20の回転角度は固定ではなく、随時角度を変えながら加工しても良い。試料台20は任意の角度に調節できるので、イオンビーム16の進行方向は一定に保ち、試料台20の角度を変えながらイオンビーム16照射すれば、加工ムラが出来ることなく、平坦な試料表面に加工することができる。

【0016】

図6に本考案の一実施例である試料台20の先端部を示し、これにより、微小試料片21の加工方法を説明する。図6(a)に示すように試料台20をイオンビーム16の進行方向に対し直角に回転補正を加え、バルク材料からマイクロプローブ11を用いて摘出された微小試料片21の側面を、イオンビーム16光軸と直角な試料台20の最先端部にデポジション膜22により、接着、固定される。この状態でFIBにより加工すれば、前記理由により、試料底面および試料台20からのスパッタされた材料の加工面への再付着を防ぐことが出来る。また、図6(b)に示すように、試料台20を180°回転すると、微小試料片21の底面からイオンビーム16を照射することが可能となる。これにより、例えば、薄膜試料を作製する際、所望の分析または観察する領域が試料表面から深い場所にあっても、容易に薄膜作製が出来る。図6(c-1)から図6(c-3)に示すように、試料台20の回転角度は固定ではなく、随時角度を変えながら加工しても良い。試料台20は任意の角度に調節できるので、イオンビーム16の進行方向は一定に保ち、試料台20の角度を変えながらイオンビーム16照射すれば、加工ムラが出来ることなく、平坦な試料表面に加工することができる。図6(b)に示したように、試料台20を180°

10

20

30

40

50

回転した後、試料台 20 の角度を変えながらイオンビーム 16 照射すれば、試料底面側からも加工ムラが出来ることなく、平坦な試料表面に加工することができる。図 6 ( d ) に示すように、試料台 20 はイオンビーム 16 光軸を中心とし、360°回転できる。この機構を用いても、前記図 6 ( b ) ( c ) と同様の効果が得られる。

【0017】

ホールダ軸 18 の回転機構と試料回転軸 19 の回転機構を組み合わせて用いることにより、微小試料片 21 に対してあらゆる角度からのイオンビーム 16 照射と角柱または円柱、もしくは薄膜の作製が可能となる。

【0018】

図 7 は図 5 に示した試料作製法の主な手順を示した説明図である。

10

(1) まず、パルク材料からマイクロプローブ 11 を用いて微小試料片 21 を摘出する。  
(2) FIB 試料室内に挿入した試料台 20 をイオンビーム光軸と垂直になるように回転補正する。

(3) イオンビーム光軸と垂直な試料台 20 の最先端部に微小試料片 21 の底面を接触させ、デポジション膜 22 により接着、固定する。

(4) 微小試料片 21 にイオンビーム 16 を照射し、例えば 100 nm の厚さに加工する。この段階では試料台 20 をスパッタし、リデポジションが起こるが気にする必要は無い。また、例えば半導体デバイスのように複数の硬さの異なる材料で構成された試料の場合、エッチングレートの差による加工ムラが出来るが、これも気にする必要は無い。さらに、この工程は省略することも可能であり、最終的には加工ムラ、リデポジションのない試料作製が行える。

20

(5) 試料台 20 をイオンビーム光軸と直角になるように回転補正する。

(6) 例えば 100 nm の厚さに加工された微小試料片 21 にイオンビーム 16 を照射し仕上げ加工する。イオンビーム 16 の進行方向には試料台 20 はなくリデポジションは起こらない。(4) の工程で起きたリデポジションはここで取り除くことが出来る。また、微小試料片 21 に対してのイオンビーム 16 照射角度が変わったことにより、加工ムラを取り除くことが出来る。図 5 ( c - 1 ) から図 5 ( c - 3 ) に示すように、試料台 20 の回転角度は固定ではなく、随時角度を変えながら加工しても良い。

【0019】

図 6 に示した試料作製法手順も同様であり、加工ムラ、リデポジションなく試料作製ができる。

30

【0020】

図 8 に本考案の一例であり図 7 の手順で作製した微小試料片 21 の説明図を示す。図 8 ( a ) は図 7 ( 4 ) の工程を終了した後の図である。空洞 23 のイオンビーム 16 進行方向下方にはエッチングレートの差による加工ムラ 24 が起きている。図 8 ( b ) は図 7 ( 6 ) の工程を終了した後の図である。加工ムラ 24 は除去されている。また、リデポジションも起きていない。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図 1】本考案の一実施例である FIB 装置基本構成図。

40

【図 2】本考案の一実施例である荷電粒子線装置用試料ホルダ先端部の上面図および断面図。

【図 3】本考案の一実施例である荷電粒子線装置用試料台の側面図および斜視図。

【図 4】本考案の一実施例である荷電粒子線装置用試料ホルダ先端部の側面図。

【図 5】本考案実施時の試料加工法説明図。

【図 6】本考案実施時の試料加工法説明図。

【図 7】本考案実施時のフローチャート。

【図 8】本考案実施時の電子顕微鏡写真。

【符号の説明】

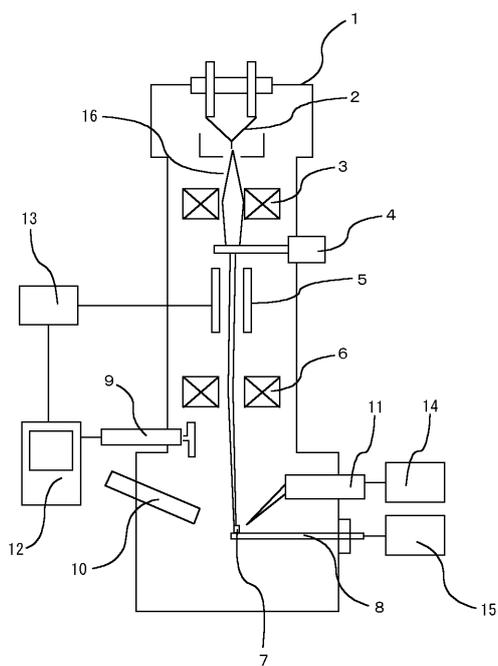
【0022】

50

1 ... F I B 装置、2 ... イオン銃、3 ... コンデンサーレンズ、4 ... 絞り、5 ... 走査電極、6 ... 対物レンズ、7 ... 試料、8 ... 試料ホルダ、9 ... 二次電子検出器、10 ... デポジション銃、11 ... マイクロプローブ、12 ... 走査像表示装置、13 ... 走査電極制御部、14 ... マイクロプローブ制御装置、15 ... ホールダ制御部、16 ... イオンビーム、17 ... 荷電粒子線装置用試料ホルダ、18 ... ホールダ軸、19 ... 試料回転軸、20 ... 試料台、21 ... 微小試料片、22 ... デポジション膜、23 ... 空洞、24 ... 加工ムラ。

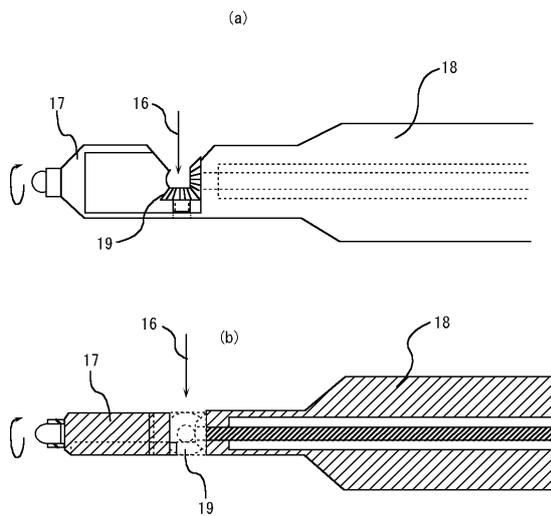
【図1】

図 1



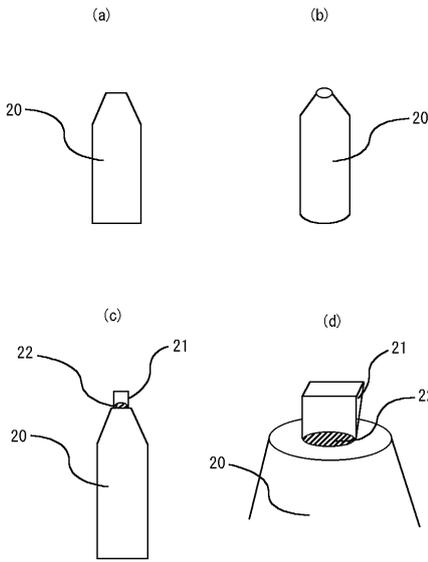
【図2】

図 2



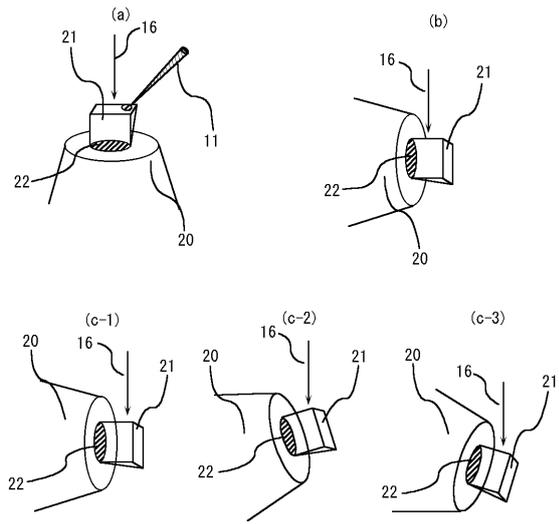
【 図 3 】

図 3



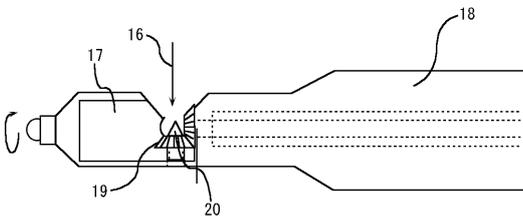
【 図 5 】

図 5



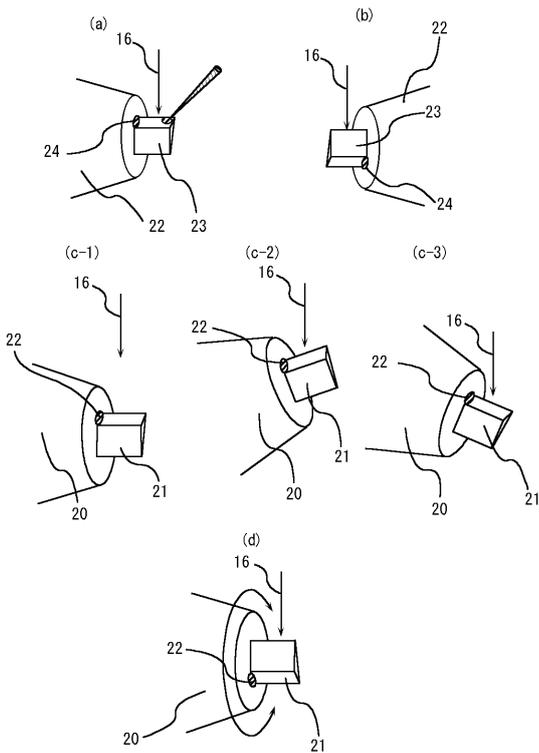
【 図 4 】

図 4



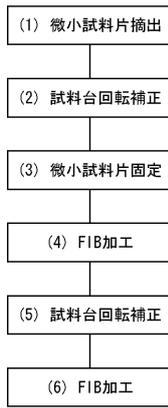
【 図 6 】

図 6



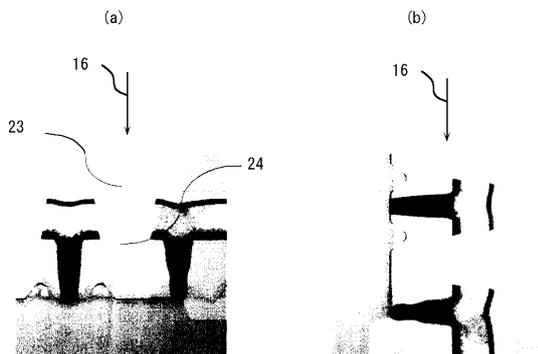
【 図 7 】

図 7



【 図 8 】

図 8



---

フロントページの続き

- (72)考案者 上野 武夫  
茨城県ひたちなか市大字市毛1040番地  
ムズ内 株式会社 日立サイエンスシステ
- (72)考案者 矢口 紀恵  
茨城県ひたちなか市大字市毛1040番地  
ムズ内 株式会社 日立サイエンスシステ
- (72)考案者 今野 充  
茨城県ひたちなか市大字市毛1040番地  
ムズ内 株式会社 日立サイエンスシステ
- (72)考案者 大西 毅  
茨城県ひたちなか市大字市毛882番地  
ズ 那珂事業所内 株式会社 日立ハイテクノロジー