

(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2009-109236  
(P2009-109236A)

(43) 公開日 平成21年5月21日(2009.5.21)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
<b>GO 1 N</b>	<b>1/28</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 N	1/28	G	2 G 0 5 2
<b>HO 1 J</b>	<b>37/30</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 J	37/30	Z	5 C 0 3 4
<b>HO 1 J</b>	<b>37/317</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 J	37/317	D	
<b>HO 1 J</b>	<b>37/285</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 J	37/285		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-279319 (P2007-279319)  
(22) 出願日 平成19年10月26日(2007.10.26)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成19年9月13日 独立行政法人 日本学術振興会主催の「マイクロビームアナリシス 第141委員会 第129回研究会」に文書をもって発表

(71) 出願人 507355467  
尾張 真則  
千葉県流山市前ヶ崎719-2-111

(71) 出願人 507355478  
野島 雅  
東京都豊島区駒込4-15-6

(71) 出願人 503460323  
エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(74) 代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100108578  
弁理士 高橋 詔男

(72) 発明者 尾張 真則  
千葉県流山市前ヶ崎719-2-111  
最終頁に続く

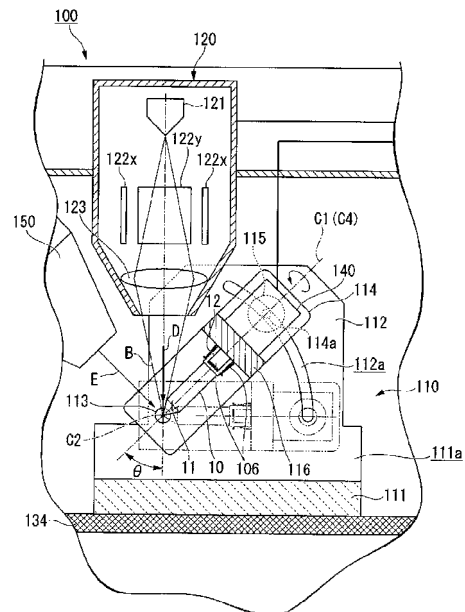
(54) 【発明の名称】 アトムプローブ用針状試料の加工方法及び集束イオンビーム装置

(57) 【要約】

【課題】集束イオンビームを照射して加工する時に針状試料の先端の頂点周辺の汚染を抑えるとともに、針状試料の機械的な強度の低下を抑えたアトムプローブ用針状試料の加工方法及び集束イオンビーム装置を提供する。

【解決手段】針状試料10を、その先端11側が集束イオンビームBの進行方向D先方を向きかつ基端12側が集束イオンビームの進行方向後方を向くように、集束イオンビームの進行方向に対して針状試料の軸線C1が鋭角をなすように傾斜させて配置する。そして、針状試料をその軸線を中心に回転させながら、針状試料の先端に集束イオンビームを照射して加工する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

集束イオンビームの照射によってアトムプローブ用の針状試料の先端を加工するアトムプローブ用針状試料の加工方法であって、

前記針状試料を、その先端側が前記集束イオンビームの進行方向先方を向きかつ基端側が該集束イオンビームの進行方向後方を向くように、前記集束イオンビームの進行方向に対して前記針状試料の軸線が鋭角をなすように傾斜させて配置し、

前記針状試料をその軸線を中心に回転させながら、該針状試料の先端を加工することを特徴とするアトムプローブ用針状試料の加工方法。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のアトムプローブ用針状試料の加工方法において、

前記集束イオンビームの進行方向に対する前記針状試料の軸線の傾斜角度が 30°以上 45°以下の範囲に設定されていることを特徴とするアトムプローブ用針状試料の加工方法。

## 【請求項 3】

針状試料を収容するチャンパーと、

前記チャンパーの内部を真空排気させる減圧手段と、

前記チャンパーの内部に集束イオンビームを照射させるビーム発生手段と、

前記チャンパー内に配置された試料載置台とを備え、

前記試料載置台に設けられたブラケットには、前記針状試料を、その先端側が前記集束イオンビームの進行方向先方を向きかつ基端側が該集束イオンビームの進行方向後方を向くように、前記針状試料の軸線を前記集束イオンビームの進行方向に対して鋭角をなすように傾斜させて保持するクランプが設けられ、

前記クランプごと前記針状試料をその軸線を中心に回転させる回転手段を備えることを特徴とする集束イオンビーム装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、アトムプローブ用針状試料の加工方法及びアトムプローブ用針状試料を加工する集束イオンビーム装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

アトムプローブは、針状に形成された試料の先端の頂点周辺に高電界を発生させ、電界蒸発現象により針状試料の先端の頂点周辺の組成を原子レベルで分析する装置である。電界蒸発は針状試料の先端の表面第一層から内部に向けて各原子層を順番に進行する。このため、アトムプローブによって、針状試料の層ごとの組成や界面の組成分布、さらには電子状態変化を調べることができる（例えば、特許文献 1 参照）。

ここで、アトムプローブで分析される針状試料の先端の頂点周辺とは、先端の頂点を中心とした直径が数十 nm の範囲のことである。

アトムプローブ用の針状試料の先端の頂点周辺の形状は、その頂点周辺の曲率半径が数十 nm 程度に鋭いことが必要であり、ナノメートルサイズの加工が可能な集束イオンビーム（Focused Ion Beam）を用いて針状試料の加工が行われている。

## 【0003】

集束イオンビームを用いた針状試料の一つの加工方法として、針状試料の先端に保護層を形成し、針状試料の軸線方向から集束イオンビームを照射して先端の頂点周辺を鋭く尖らせた形状に加工する方法が知られている（例えば、特許文献 2 参照）。また、針状試料の他の方法加工として、針状試料の軸線に対して直交する方向から集束イオンビームを照射して先端の頂点周辺を鋭く尖らせた形状に加工する方法がある。

【特許文献 1】特開 2002 - 42715 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 258680 号公報

10

20

30

40

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、特許文献2の方法では、照射した集束イオンビーム中のイオンが針状試料に打ち込まれて汚染されるために、正確な分析ができないという問題があった。

また、針状試料に集束イオンビーム中のイオンが打ち込まれるために針状試料の機械的な強度が弱くなり、針状試料をアトムプローブで分析する時に針状試料が軸線方向に引っ張られて、折れてしまうという問題があった。

## 【0005】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであって、集束イオンビームを照射して加工する時に針状試料の先端の頂点周辺の汚染を抑えるとともに、針状試料の機械的な強度の低下を抑えたアトムプローブ用針状試料の加工方法及び集束イオンビーム装置を提供するものである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記課題を解決するために、この発明は以下の手段を提案している。

本発明のアトムプローブ用針状試料の加工方法は、集束イオンビームの照射によってアトムプローブ用の針状試料の先端を加工するアトムプローブ用針状試料の加工方法であって、前記針状試料を、その先端側が前記集束イオンビームの進行方向先方を向きかつ基端側が該集束イオンビームの進行方向後方を向くように、前記集束イオンビームの進行方向に対して前記針状試料の軸線が鋭角をなすように傾斜させて配置し、前記針状試料をその軸線を中心に回転させながら、該針状試料の先端を加工することを特徴としている。

## 【0007】

また、本発明の集束イオンビーム装置は、針状試料を収容するチャンバーと、前記チャンバーの内部を真空排気させる減圧手段と、前記チャンバーの内部に集束イオンビームを照射させるビーム発生手段と、前記チャンバー内に配置された試料載置台とを備え、前記試料載置台に設けられたブラケットには、前記針状試料を、その先端側が前記集束イオンビームの進行方向先方を向きかつ基端側が該集束イオンビームの進行方向後方を向くように、前記針状試料の軸線を前記集束イオンビームの進行方向に対して鋭角をなすように傾斜させて保持するクランプが設けられ、前記クランプごと前記針状試料をその軸線を中心に回転させる回転手段を備えることを特徴としている。

## 【0008】

この発明によれば、アトムプローブで分析される針状試料の先端の頂点周辺が集束イオンビームの進行方向先方に位置する状態で頂点周辺が加工される。このため針状試料の先端において、削除される部分以外には集束イオンビームが当たらないので、針状試料の先端の頂点周辺の汚染を抑えることができる。

また、削除される部分にのみ集束イオンビーム中のイオンが打ち込まれるので、針状試料の表面に生じる傷を低減させ、針状試料の機械的な強度の低下を抑えることができる。

## 【0009】

また、前記集束イオンビームの進行方向に対する前記針状試料の軸線の傾斜角度が30°以上45°以下の範囲に設定されていることがより好ましい。

この発明によれば、傾斜角度が45°以下なので、加工された針状試料の先端の円錐面の頂点部の角度は45°の2倍の90°以下になる。このため、針状試料をアトムプローブで分析する時に電界蒸発する場所が針状試料の先端の頂点周辺に集中する。従って、針状試料の組成をより正確に分析することができる。

また、傾斜角度が30°以上なので、集束イオンビームを照射させる装置と針状試料を軸線を中心に回転させながら支持する装置との配置位置の干渉が抑えられる。従って、アトムプローブ用針状試料の加工装置の設計を容易に行うことができる。

## 【発明の効果】

## 【0010】

10

20

30

40

50

本発明のアトムプローブ用針状試料の加工方法及び集束イオンビーム装置によれば、集束イオンビームを照射して加工する時に針状試料の先端の頂点周辺の汚染を抑えるとともに、針状試料の機械的な強度の低下を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の集束イオンビーム装置100の側面断面図、図2は図1における要部断面図である。

図1に示すように、本発明の集束イオンビーム装置100は、真空排気されたチャンバー101内に配置された軸線C1を中心に回転するアトムプローブ用の針状試料10を、その先端11をSEM鏡筒150で観察しながらFIB鏡筒120から照射される集束イオンビームBで加工する装置である。

集束イオンビーム装置100は、針状試料10を収容するチャンバー101と、チャンバー101の内部を真空排気させる真空ポンプ102と、チャンバー101の内部に集束イオンビームBを照射させるFIB鏡筒120と、チャンバー101内に配置された試料載置台130と、試料載置台130に設けられたブラケット110と、ブラケット110に設けられ針状試料10を保持するクランプ106と、クランプ106ごと針状試料10をその軸線C1を中心に回転させる試料回転モータ140と、針状試料10を観察するSEM鏡筒150と、各構成を制御する制御手段160とを備えている。

なお、真空ポンプ102は特許請求の範囲の減圧手段に、FIB鏡筒120はビーム発生手段に、試料回転モータ140は回転手段にそれぞれ相当する。

【0012】

針状試料10は、後述する集束イオンビーム装置100で針状試料10を加工する工程で説明するように、図3に示すような形状に加工される。すなわち、針状試料10は、基端12に略直方体の形状を有し、中央部15から先端11までは円筒の形状を有し、先端11には軸線C1上の頂点13と外周16とを有する円錐面14を備えている。

なお図3に示すように、針状試料10の先端11の円錐面14の頂点13部の角度はとなっている。

【0013】

図1に示すように、真空ポンプ102はチャンバー101の側面に設けられた排気口101aからチャンバー101内の空気を排気する。

また、SEM鏡筒150は、図示しない電子発生源で発生した電子を図示しない電子光学系で細く絞って電子ビームEとした後に照射して、測定対象物である針状試料10を観察する。

【0014】

ここで、水平面に平行でかつ互いに直交する二軸をX軸及びY軸、これらX軸及びY軸のそれぞれに直交する軸をZ軸とする。

試料載置台130は、ブラケット110をX軸、Y軸及びZ軸に沿って移動させるXYZ移動機構132と、ブラケット110をZ軸回りに回転させるローテーション機構133と、ブラケット110をX軸回りに回転させるチルト機構131と、上部にブラケット110を設ける天板134とを有する。このように構成された試料載置台130は、ブラケット110を5軸に変位させることで、クランプ106に保持された針状試料10位置を調節することができる。

【0015】

図2に示すように、ブラケット110は、天板134上に設けられ内部に試料回転モータ140を収容する凹型溝111aを備えたベース111と、ベース111の上面であって凹型溝111aの両側からベース111の上面に直交する方向へ伸びる一对の側板112と、一对の側板112に同一軸線C2を有するように固定された一对の軸受け113と、一对の軸受け113に固定され、軸線C2を中心に回転する一对の回転板114と、一对の回転板114を一对の側板112に固定させる固定部材115と、一对の回転板114を連結させる取付板116とを備えている。

## 【 0 0 1 6 】

一对の側板 1 1 2 には、軸線 C 2 を中心とするガイド孔 1 1 2 a がそれぞれ設けられている。また、一对の回転板 1 1 4 は一对の側板 1 1 2 の内側に配置され、一对の回転板 1 1 4 の側面には円筒形状のボス 1 1 4 a がそれぞれ外側向きに設けられている。ボス 1 1 4 a の径はガイド孔 1 1 2 a の幅より少し小さくなるように設定されていて、ボス 1 1 4 a がガイド孔 1 1 2 a に沿って移動可能なように配置されている。

そして、制御手段 1 6 0 からの信号により、図示しない回転板モータが、軸受け 1 1 3 の軸線 C 2 を中心として回転板 1 1 4 を回転させ、図示しない固定モータが固定部材 1 1 5 をその軸線方向に移動させて側板 1 1 2 を回転板 1 1 4 と固定部材 1 1 5 で挟み込むことにより、回転板 1 1 4 を側板 1 1 2 に固定させる。

一对の軸受け 1 1 3 は同一軸線 C 2 を有するように固定されているが、この二つの軸受け 1 1 3 の間には空間があり、そこに針状試料 1 0 の先端 1 1 が配置されている。そして、この空間に後述する集束イオンビーム B が照射され、針状試料 1 0 の先端 1 1 が加工される。

## 【 0 0 1 7 】

試料回転モータ 1 4 0 は取付板 1 1 6 に固定され、試料回転モータ 1 4 0 の図示しない出力軸は、軸線 C 4 を中心に回転する。ブラケット 1 1 0 に設けられたクランプ 1 0 6 は、4 方向から針状試料 1 0 の基端 1 2 を把持し、試料回転モータ 1 4 0 はクランプ 1 0 6 ごと針状試料 1 0 をその軸線 C 1 を中心に回転させる。この時、針状試料 1 0 の軸線 C 1 と試料回転モータ 1 4 0 の軸線 C 4 が一致するとともに、針状試料 1 0 の軸線 C 1 と軸受け 1 1 3 の軸線 C 2 が直交するように針状試料 1 0、ブラケット 1 1 0 等の形状が設定されている。

## 【 0 0 1 8 】

F I B 鏡筒 1 2 0 は、ビーム状のイオンを発生させるイオン発生源 1 2 1 と、発生したイオンビームを X 軸方向及び Y 軸方向にそれぞれ偏向させる偏向器 1 2 2 x 及び偏向器 1 2 2 y と、イオンビームを集光させる対物レンズ 1 2 3 とを有している。

対物レンズ 1 2 3 で集光された集束イオンビーム B は、Z 軸の一つの方向である進行方向 D に向かって進む。

## 【 0 0 1 9 】

図 2 に示す針状試料 1 0 の先端 1 1 を加工する時には、クランプ 1 0 6 は、針状試料 1 0 を、その先端 1 1 側が集束イオンビーム B の進行方向 D 先方を向きかつ基端 1 2 側が集束イオンビーム B の進行方向 D 後方を向くように、針状試料 1 0 の軸線 C 1 を集束イオンビーム B の進行方向 D に対して  $30^\circ$  以上  $45^\circ$  以下の範囲の角度をなすように傾斜させて保持している。すなわち、図 2 に示す針状試料 1 0 の軸線 C 1 と集束イオンビーム B の進行方向 D とのなす傾斜角度 が  $30^\circ$  以上  $45^\circ$  以下の範囲なるように、クランプ 1 0 6 は針状試料 1 0 を保持している。

## 【 0 0 2 0 】

次に、図 4 から図 8 を参照して、集束イオンビーム装置 1 0 0 で針状試料 1 0 を加工する工程について説明する。図 4 及び図 5 は斜視図であり、図 6 から図 8 は側面図である。また、図 9 は、集束イオンビーム装置 1 0 0 で針状試料 1 0 を加工する工程を示すフローチャートである。

なお、針状試料 1 0 は、集積回路等の電子デバイスから集束イオンビーム等を用いて加工して取り出された時には図 4 に示すように細長いブロック状の針状試料 2 0 となっている。そして、集束イオンビーム装置 1 0 0 により、この針状試料 2 0 は、図 3 で示した針状試料 1 0 の形状に加工される。

## 【 0 0 2 1 】

まずステップ S 1 0 において、図 4 に示すように、集束イオンビーム装置 1 0 0 内のブラケット 1 1 0 に設けられたクランプ 1 0 6 に針状試料 2 0 を固定する。そして制御手段 1 6 0 により、針状試料 2 0 の軸線 C 3 が X 軸と平行になり、かつ Z 軸方向から照射される集束イオンビーム B が針状試料 2 0 に当たるように調整する。この時は、S E M 鏡筒 1

10

20

30

40

50

50で観察しながら制御手段160に指示して、ブラケット110、試料載置台130のチルト機構131、XYZ移動機構132及びローテーション機構133を調整することになる。

そして、制御手段160により真空ポンプ102を駆動させ、排気口101aからチャンパー101内の空気を排気させ、ステップS20に移行する。

#### 【0022】

次にステップS20では、図5に示すように、制御手段160に指示して試料回転モータ140を駆動させて、針状試料20を軸線C3を中心に回転させる。そして、FIB鏡筒120により集束イオンビームBを照射させながらXYZ移動機構132をX軸方向に移動させることによりクランプ106に保持された針状試料20をX軸方向移動させ、針状試料20の先端21から中央部25までを円筒状に加工し、ステップS30に移行する。

10

なお、集束イオンビームBに対して針状試料20をX軸方向に移動させるために、XYZ移動機構132をX軸方向に移動させたが、代わりに偏向器122xに電圧を印加させて集束イオンビームBをX軸方向に移動させてもよい。

#### 【0023】

次にステップS30では、図6に示すように、SEM鏡筒150で観察しながら制御手段160に指示して試料載置台130を調整して、軸受け113の軸線C2がY軸と平行になり、かつ集束イオンビームBと針状試料20の軸線C3が交わるように配置させる。そして、制御手段160に指示して図示しない回転板モータにより、軸受け113の軸線C2を中心として針状試料20の軸線C3と集束イオンビームBの進行方向Dとのなす傾斜角度が30°以上45°以下のある角度、例えば45°になるように回転板114を回転させる。さらに、制御手段160に指示して図示しない固定モータにより固定部材115を移動させて、側板112を回転板114と固定部材115で挟み込むことにより、回転板114を側板112に固定する。これにより、傾斜角度が45°に保持される。

20

すなわち、針状試料20を、その先端21側が集束イオンビームBの進行方向D先方を向きかつ基端22側が集束イオンビームBの進行方向D後方を向くように、集束イオンビームBの進行方向Dに対して針状試料20の軸線C3が45°をなすように傾斜させて配置させる。

傾斜角度が45°に保持されると、ステップS40に移行する。

30

#### 【0024】

ステップS40では、図7及び図8に示すように、制御手段160に指示して試料回転モータ140を駆動させることにより、針状試料20を軸線C3を中心に回転させる。次に、FIB鏡筒120に集束イオンビームBを照射させながら、偏向器122xに電圧を印加させて集束イオンビームBをX軸方向のうち針状試料20に近づく方向であるX1方向に移動させる。そして、針状試料20の先端21に円錐面24が形成されるまで加工を行う。

先端21の加工が終了すると、針状試料20は図3に示す針状試料10となり、ステップS40が終了して、集束イオンビーム装置100による針状試料10を加工する工程が終了する。

40

#### 【0025】

こうして、本発明の集束イオンビーム装置100によれば、図8に示すようにアトムプローブで分析される針状試料10の先端11の頂点13周辺が集束イオンビームBの進行方向D先方に位置する状態で頂点13周辺が加工される。このため針状試料10の先端11において、削除される部分以外には集束イオンビームBが当たらないので、針状試料10の先端11の頂点13周辺の汚染を抑えることができる。すなわち、図8に示す領域Aは集束イオンビームBにより汚染されるが、領域Aより頂点13側は集束イオンビームBによる汚染は抑えられる。

また、削除される部分にのみ集束イオンビームB中のイオンが打ち込まれるので、針状試料10の表面に生じる傷を低減させ、針状試料10の機械的な強度の低下を抑えること

50

ができる。

【0026】

また、集束イオンビームBの進行方向Dに対する針状試料10の軸線C1の傾斜角度が30°以上45°以下の範囲に設定されている。

傾斜角度が45°以下なので、図8に示す加工された針状試料10の先端11の円錐面14の頂点13部の角度は45°の2倍の90°以下になる。このため、針状試料10をアトムプローブで分析する時に電界蒸発する場所が針状試料10の先端11の頂点13周辺に集中する。従って、針状試料10の組成をより正確に分析することができる。

また、傾斜角度が30°以上なので、FIB鏡筒120の配置位置と、ブラケット110及び試料回転モータ140の配置位置の間隔が広く取れて部品の干渉が抑えられる。従って、集束イオンビーム装置100の設計を容易に行うことができる。

10

【0027】

ここで、アトムプローブの構成と、集束イオンビーム装置100で加工された針状試料10がアトムプローブで分析される工程を説明する。図10はアトムプローブ200の構成を示す説明図である。

アトムプローブ200は、針状試料10を収容するチャンバー201と、チャンバー201の内部を真空排気させる真空ポンプ202と、針状試料10を保持する試料台203と、針状試料10との間に電位差を生じさせる漏斗状の引出電極204と、針状試料10にレーザーLを照射するレーザー発振器205と、針状試料10から発生したイオンMを検出する二次元イオン検出器206と、各構成を制御する制御装置207とを概略備えている。

20

【0028】

まず、真空ポンプ202によりチャンバー201内の空気を排気した後で、制御装置207により、針状試料10と引出電極204との間に高電圧を印加し強電界を発生させる。次に、レーザー発振器205により、パルス幅が約100フェムト秒程度のレーザーLを針状試料10の先端11に照射させる。すると電界蒸発により針状試料10の先端11の原子がイオンMとなり、引出電極204の方向に導かれて飛び出し、二次元イオン検出器206に当たる。

制御装置207は、イオンMが発生してから二次元イオン検出器206に到着するまでに要した所要時間を計測し、計測した所要時間からイオンMの質量を求める。

30

また制御装置207は、二次元イオン検出器206で検出されたイオンMが当たった位置から、イオンMが針状試料10から飛び出した位置を求める。

こうして、アトムプローブ200により、針状試料10の先端11における、三次元の微小領域の物質の構造及び組成を分析することができる。

【0029】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の構成の変更等も含まれる。

例えば、上記実施形態では図7及び図8に示すように、FIB鏡筒120から照射される集束イオンビームBで針状試料20の先端11を加工する時に、偏向器122xに電圧を印加させて集束イオンビームBをX1方向に移動させている。この集束イオンビームBをX1方向に移動させている時に、偏向器122yに電圧を印加させて集束イオンビームBをX1方向に移動させる速度に比較して高速度でY軸方向の一定範囲を往復移動するように集束イオンビームBを走査させてもよい。

40

これにより針状試料10の先端11の表面の加工をより安定させることができる。

【0030】

また上記実施形態では、図2に示すように、針状試料10の軸線C1と集束イオンビームBの進行方向Dとのなす傾斜角度は30°以上45°以下の範囲としたが、0°より大きく90°より小さい範囲になるように設定してもよい。

傾斜角度が90°より小さければ、針状試料10の円錐面14の角度が180°よ

50

り小さくなる。このため、針状試料 10 をアトムプローブで分析する時に電界蒸発する場所が針状試料 10 の先端 11 の頂点 13 周辺に集中し、針状試料 10 の組成を正確に分析することができる。

また、傾斜角度  $\theta$  が  $0^\circ$  より大きければ、針状試料 10 の円錐面 14 の角度  $\theta$  が  $0^\circ$  より大きくなる。本発明の実施形態の集束イオンビーム装置 100 で加工された針状試料 10 は機械的な強度が高いので、アトムプローブによる分析時に破損することを抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図 1】本発明の集束イオンビーム装置の実施形態の側面断面図である。

10

【図 2】図 1 における要部断面図である。

【図 3】本発明の集束イオンビーム装置の実施形態で加工された針状試料の説明図である。

【図 4】本発明の集束イオンビーム装置の実施形態で針状試料を加工する工程を示す斜視図である。

【図 5】本発明の集束イオンビーム装置の実施形態で針状試料を加工する工程を示す斜視図である。

【図 6】本発明の集束イオンビーム装置の実施形態で針状試料を加工する工程を示す断面図である。

【図 7】本発明の集束イオンビーム装置の実施形態で針状試料を加工する工程を示す断面図である。

20

【図 8】本発明の集束イオンビーム装置の実施形態で針状試料を加工する工程を示す断面図である。

【図 9】本発明の集束イオンビーム装置の実施形態で針状試料を加工する工程を示すフローチャートである。

【図 10】アトムプローブの構成を示す説明図である。

【符号の説明】

【0032】

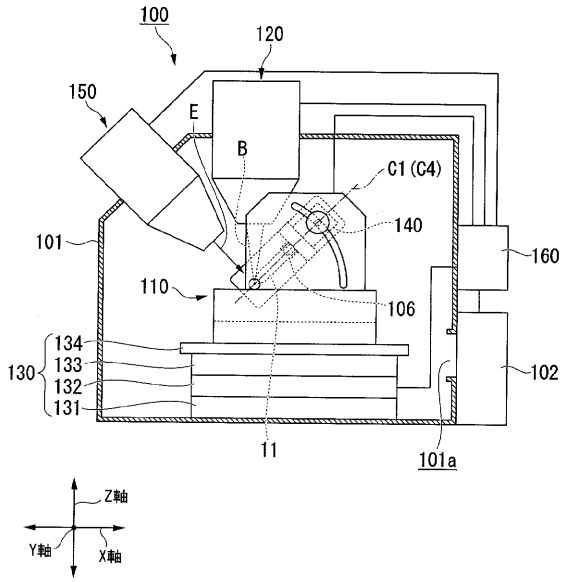
- 10 針状試料
- 11 先端
- 12 基端
- 101 チャンバー
- 102 真空ポンプ（減圧手段）
- 106 クランプ
- 110 ブラケット
- 120 FIB 鏡筒（ビーム発生手段）
- 130 試料載置台
- 140 試料回転モータ（回転手段）
- 150 SEM 鏡筒（観察手段）
- B 集束イオンビーム
- C1 軸線
- D 進行方向
- 傾斜角度

30

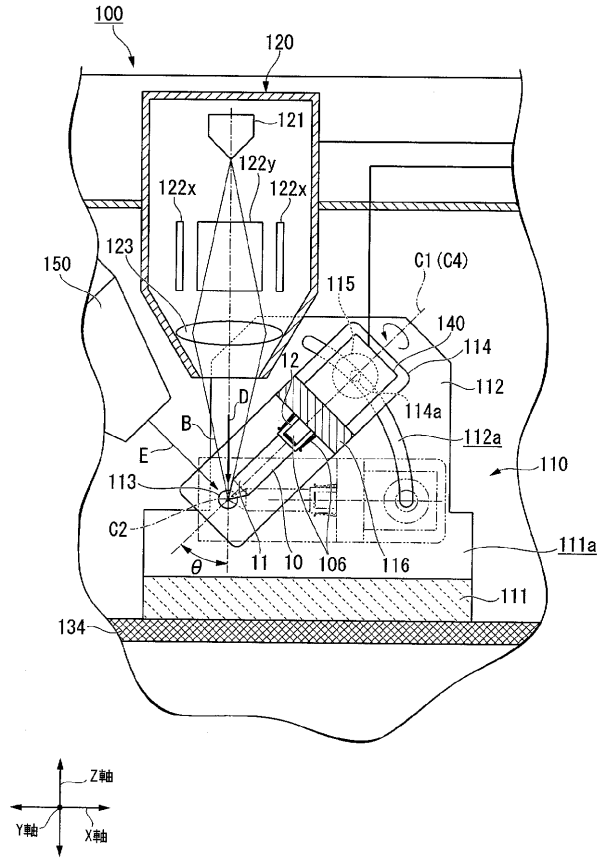
40



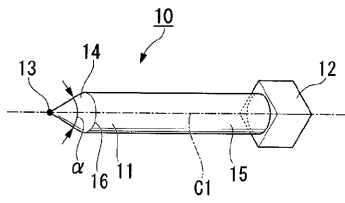
【 図 1 】



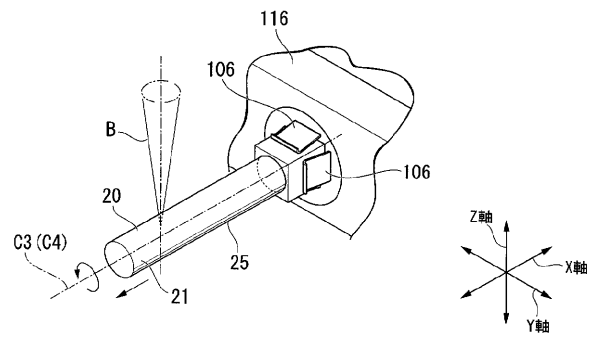
【 図 2 】



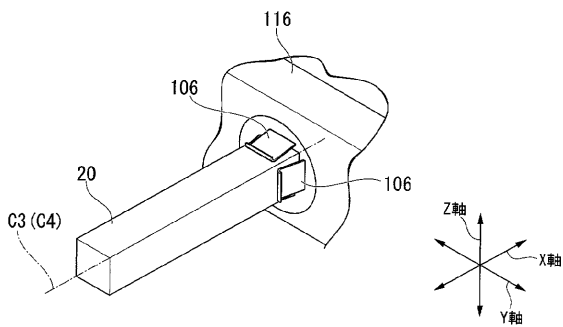
【 図 3 】



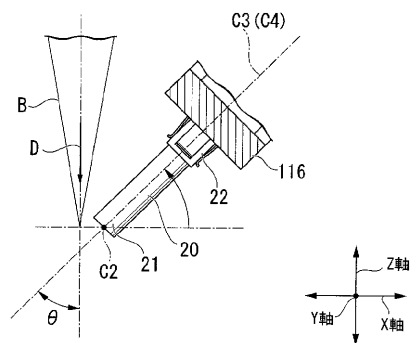
【 図 5 】



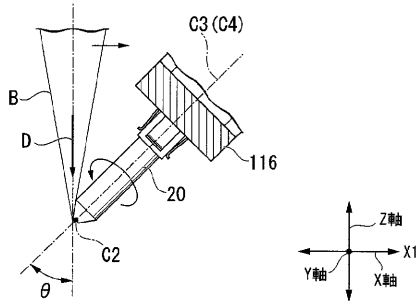
【 図 4 】



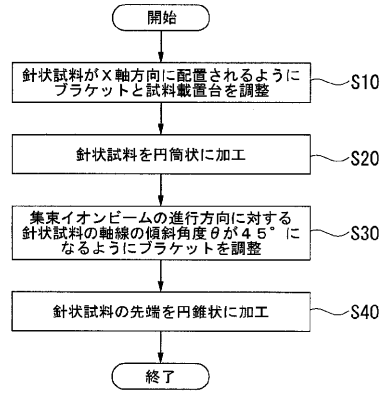
【 図 6 】



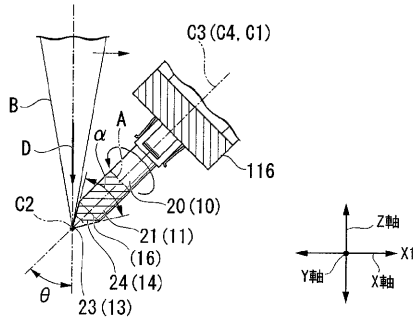
【 図 7 】



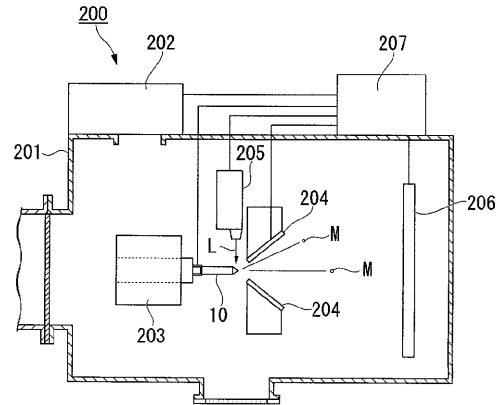
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 野島 雅

東京都豊島区駒込 4 - 1 5 - 6

(72)発明者 皆藤 孝

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

Fターム(参考) 2G052 AA11 AD32 EC16 JA09

5C034 AA02 AB04 DD09