

(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2011-233249

(P2011-233249A)

(43) 公開日 平成23年11月17日(2011.11.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 J 37/252 (2006.01)	HO 1 J 37/252	B 5C001
HO 1 J 37/317 (2006.01)	HO 1 J 37/317	D 5C033
HO 1 J 37/20 (2006.01)	HO 1 J 37/20	Z 5C034

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-99870 (P2010-99870)
 (22) 出願日 平成22年4月23日 (2010. 4. 23)

(出願人による申告)平成21年度、独立行政法人科学技術振興機構、先端計測分析技術・機器開発事業、「取東イオンビーム／レーザーイオン化法による単一微粒子の履歴解析装置」に係る委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 304021417
 国立大学法人東京工業大学
 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
 (71) 出願人 501241645
 学校法人 工学院大学
 東京都新宿区西新宿1丁目24番2号
 (71) 出願人 591175697
 株式会社トヤマ
 神奈川県座間市ひばりが丘4丁目13番16号
 (74) 代理人 100124257
 弁理士 生井 和平
 (72) 発明者 藤井 正明
 神奈川県横浜市緑区長津田町4259 国立大学法人東京工業大学内

最終頁に続く

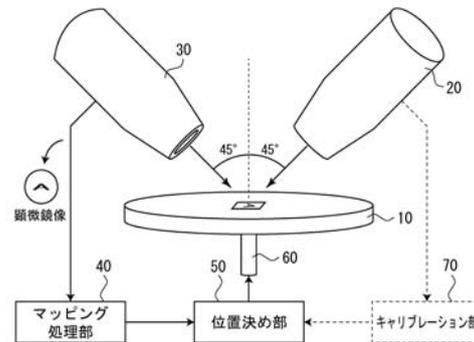
(54) 【発明の名称】 イオンビーム照射位置決め装置

(57) 【要約】

【課題】非破壊で且つ高精度にイオンビームの照射位置の位置決めが可能なイオンビーム照射位置決め装置を提供する。

【解決手段】イオンビーム照射位置決め装置は、試料台10と観察装置20とイオンビーム装置30とマッピング処理部40と位置決め部50とマニピュレータ60とからなる。観察装置20は、試料の顕微鏡像を出力するものである。イオンビーム装置30は、試料にイオンビームを照射するものである。マッピング処理部40は、観察装置により得られる顕微鏡像を用いて試料を座標にマッピングする。位置決め部50では、マッピング処理部によるマッピング座標を用いて、イオンビームの照射位置座標を決定する。そして、イオンビーム装置によるイオンビームの照射前に、マニピュレータ60により、位置決め部により決定される照射位置座標に対して、観察装置の視軸とイオンビーム装置の視軸とが同軸となるように試料台を移動させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

試料へのイオンビーム照射位置の位置決め装置であって、該イオンビーム照射位置決め装置は、

試料が配置される試料台と、

試料の顕微鏡像を出力する観察装置と、

試料にイオンビームを照射するイオンビーム装置と、

前記観察装置により得られる顕微鏡像を用いて試料を座標にマッピングするマッピング処理部と、

前記マッピング処理部によるマッピング座標を用いて、イオンビームの照射位置座標を決定する位置決め部と、

前記イオンビーム装置によるイオンビームの照射前に、前記位置決め部により決定される照射位置座標に対して、観察装置の視軸とイオンビーム装置の視軸とが同軸となるように試料台を移動させるマニピュレータと、

を具備することを特徴とするイオンビーム照射位置決め装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のイオンビーム照射位置決め装置において、前記観察装置は電子ビーム装置からなり、顕微鏡像は走査電子顕微鏡像であることを特徴とするイオンビーム照射位置決め装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のイオンビーム照射位置決め装置において、

前記マニピュレータは、試料台に配置される試料を広範囲に走査可能なように試料台又は観察装置を移動させ、

前記観察装置は、ステッチング処理により広範囲の走査顕微鏡像を出力する、

ことを特徴とするイオンビーム照射位置決め装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 の何れかに記載のイオンビーム照射位置決め装置において、

前記イオンビーム装置は、位置決め部により決定される所定の照射位置座標に対してイオンビームを照射し、試料のイオン顕微鏡像を出力し、

さらに、イオンビーム装置により得られるイオン顕微鏡像と観察装置により得られる顕微鏡像とを比較してマニピュレータの較正を行うキャリブレーション部を具備することを特徴とするイオンビーム照射位置決め装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 の何れかに記載のイオンビーム照射位置決め装置において、

前記観察装置とイオンビーム装置は、その視軸が試料台の表面法線に対して 4 5 度になるようにそれぞれ配置され、

前記マニピュレータは、観察装置の視軸とイオンビーム装置の視軸とが同軸となるように試料台を回転させることを特徴とするイオンビーム照射位置決め装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 4 の何れかに記載のイオンビーム照射位置決め装置において、

前記観察装置とイオンビーム装置は、その視軸が試料台の表面法線に対して 0 度になるようにそれぞれ配置され、

前記マニピュレータは、観察装置の視軸とイオンビーム装置の視軸とが同軸となるように試料台を平行移動させることを特徴とするイオンビーム照射位置決め装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はイオンビーム照射位置決め装置に関し、特に、イオンビーム以外の光線を用いて試料を観察してイオンビームの照射位置の位置決めを行うイオンビーム照射位置決め装置に関する。

50

【背景技術】

【0002】

イオンビームを用いた2次イオン質量分析装置(SIMS)や飛行時間型2次イオン質量分析装置(TOF-SIMS)は、試料の固体表面の局所元素や化学組成の分析を行う装置として良く知られている。ナノスケールのマッピングやマシーニングにおいて、分析を行う箇所、即ち、イオンビームを照射する位置を決定する手法は種々存在する。例えば、イオンビーム励起2次電子像の観察や光学顕微鏡による観察が行われる。

【0003】

イオンビーム励起2次電子像の観察においては、イオンビームを試料表面に照射する必要がある。イオンビームが試料に照射されると、試料表面が損耗してしまうため、非破壊で分析を行うことはできなかった。また、光学顕微鏡による観察では、試料表面を破壊することはないが、そもそも解像度が低いため高精度な位置決めができないという問題があった。

10

【0004】

非破壊で且つ高精度に位置決めを行うことを目指したものとして、例えば特許文献1に開示のものがある。特許文献1に開示の技術は、集束イオンビーム装置と電子ビーム装置を組み合わせたものであり、異なる位置から同じ領域を観察するように構成したものである。また、同様にイオンビーム装置と電子ビーム装置を組み合わせ、イオンビームによる加工をリアルタイムに観察する装置も、例えば特許文献2に開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-309952号公報

【特許文献2】特開2007-018934号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

これらの従来イオンビームを照射する位置を決定する手法は、何れもイオンビーム装置と異なる方向から試料表面を観察するものである。異なる位置から試料を観察するため、観察される像もそれぞれ異なるものとなってしまう、特に、試料表面に凹凸や傾斜がある場合等では、影になったり死角ができたりするため、見える像が大きく異なってしまう。したがって、電子ビーム等により観察される位置とイオンビームが照射される位置を、観察される像を用いて一致させることは難しかった。したがって、高精度に位置決めを行い、イオンビームを所望の場所に照射することは難しかった。

30

【0007】

本発明は、斯かる実情に鑑み、非破壊で且つ高精度にイオンビームの照射位置の位置決めが可能なイオンビーム照射位置決め装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した本発明の目的を達成するために、本発明によるイオンビーム照射位置決め装置は、試料が配置される試料台と、試料の顕微鏡像を出力する観察装置と、試料にイオンビームを照射するイオンビーム装置と、観察装置により得られる顕微鏡像を用いて試料を座標にマッピングするマッピング処理部と、マッピング処理部によるマッピング座標を用いて、イオンビームの照射位置座標を決定する位置決め部と、イオンビーム装置によるイオンビームの照射前に、位置決め部により決定される照射位置座標に対して、観察装置の視軸とイオンビーム装置の視軸とが同軸となるように試料台を移動させるマニピュレータと、を具備するものである。

40

【0009】

ここで、観察装置は電子ビーム装置からなり、顕微鏡像は走査電子顕微鏡像であれば良い。

50

【 0 0 1 0 】

また、マニピュレータは、試料台に配置される試料を広範囲に走査可能なように試料台又は観察装置を移動させ、観察装置は、ステッチング処理により広範囲の走査顕微鏡像を出力するものであれば良い。

【 0 0 1 1 】

また、イオンビーム装置は、位置決め部により決定される所定の照射位置座標に対してイオンビームを照射し、試料のイオン顕微鏡像を出力し、さらに、イオンビーム装置により得られるイオン顕微鏡像と観察装置により得られる顕微鏡像とを比較してマニピュレータの較正を行うキャリブレーション部を具備するものであっても良い。

【 0 0 1 2 】

また、観察装置とイオンビーム装置は、その視軸が試料台の表面法線に対して45度になるようにそれぞれ配置され、マニピュレータは、観察装置の視軸とイオンビーム装置の視軸とが同軸となるように試料台を回転させるものでも良い。

【 0 0 1 3 】

また、観察装置とイオンビーム装置は、その視軸が試料台の表面法線に対して0度になるようにそれぞれ配置され、マニピュレータは、観察装置の視軸とイオンビーム装置の視軸とが同軸となるように試料台を平行移動させるものでも良い。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明のイオンビーム照射位置決め装置には、非破壊で且つ高精度にイオンビームの照射位置の位置決めが可能であるという利点がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明のイオンビーム照射位置決め装置を説明するための概略ブロック図である。

【 図 2 】 図 2 は、図 1 に示される状態から試料台を180度回転させた後の状態の概略ブロック図である。

【 図 3 】 図 3 は、本発明のイオンビーム照射位置決め装置により実際に得られた顕微鏡像である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明のイオンビーム照射位置決め装置の他の例を説明するための概略ブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明を実施するための形態を図示例と共に説明する。図 1 は、本発明のイオンビーム照射位置決め装置を説明するための概略ブロック図である。本発明のイオンビーム照射位置決め装置は、試料へのイオンビーム照射位置を決定するものであり、図示の通り、試料台 10 と、観察装置 20 と、イオンビーム装置 30 と、マッピング処理部 40 と、位置決め部 50 と、マニピュレータ 60 とから主に構成されている。

【 0 0 1 7 】

試料台 10 には、固体の試料が配置される。試料台 10 は真空チャンバ内に提供され、真空状態に置かれれば良い。

【 0 0 1 8 】

観察装置 20 は、試料に電子ビームを照射し、試料の顕微鏡像を出力するものである。観察装置 20 としては、試料をなるべく被破壊観察できるものが好ましい。また、広範囲に且つ高精細な顕微鏡像を出力するものが好ましい。観察装置 20 としては、高倍率のビデオカメラ等であっても良いし、より分解能の高いものとしては、例えば走査型電子顕微鏡 (SEM) 等、非破壊で試料を走査して走査電子顕微鏡像を出力するものが利用可能である。また、走査型プローブ顕微鏡 (SPM) 等であっても良い。このように、観察装置 20 は、一般に入手可能なものを用いることができる。

【 0 0 1 9 】

10

20

30

40

50

ここで、広範囲に且つ高詳細な顕微鏡像を得るためには、例えば試料台 10 を移動させて試料を走査しながら観察装置 20 により観察すれば良い。そして、観察装置 20 は、走査された画像をスティッチング処理により広範囲の走査顕微鏡像として出力するように構成されれば良い。観察装置 20 による試料の観察は、非破壊で行われるものであるため、複数回撮影してこれを合成し、広範囲に且つ高詳細な画像を得るように構成することも可能である。なお、試料台 10 ではなく観察装置 20 を移動させて試料を広範囲に走査するように構成しても良い。また、試料を広範囲に走査可能なように試料台 10 又は観察装置 20 を移動させるのは、後述のマニピュレータ 60 で行えば良い。

【0020】

イオンビーム装置 30 は、試料にイオンビームを照射するものである。イオンビーム装置 30 としては、例えば集束イオンビーム (FIB) 装置等、一般に入手可能なものを用いることができる。例えば、液体金属のガリウムイオン源からイオンビームを取り出し、集束させた上で、ナノスケールの精度で試料に直流又はパルス状に照射させられるのであれば良い。

10

【0021】

マッピング処理部 40 は、観察装置 20 により得られる顕微鏡像を用いて試料を座標にマッピングするものである。即ち、観察装置 20 により試料を撮像し、これにより得られた顕微鏡像に対して、例えば x y 座標系にマッピングする。マッピングされた顕微鏡像を用いれば、その中の所望の位置をマッピング座標系で表すことが可能となる。なお、マッピング座標は絶対座標であっても相対座標であっても構わない。

20

【0022】

位置決め部 50 では、このようにしてマッピング処理部 40 により得られたマッピング座標を用いて、イオンビーム装置 30 のイオンビームの照射位置座標を決定する。例えば、操作者が観察装置 20 により得られた顕微鏡像を確認し、その中の所定の位置を指定すると、マッピング処理部 40 により得られたマッピング座標を用いて照射位置座標が決定される。

【0023】

そして、イオンビーム装置 30 によるイオンビームの照射前に、位置決め部 50 により決定される照射位置座標に対して、観察装置 20 の視軸とイオンビーム装置 30 の視軸とが同軸となるように、マニピュレータ 60 を用いて試料台 10 を移動させる。即ち、イオンビーム装置 30 によるイオンビーム照射前後で、観察装置 20 の視軸とイオンビーム装置 30 の視軸を一致させるようにする。これにより、試料表面に凹凸や傾斜がある場合であっても、同じ視軸 (方向) から試料を観察することになるため、観察装置 20 により観察される位置と、イオンビームが照射される位置が一致することになる。

30

【0024】

具体的には、まず、図 1 に示される例では、観察装置 20 とイオンビーム装置 30 の視軸が、試料台 10 の表面法線に対して 45 度になるようにそれぞれ配置されている。また、図示例では観察装置 20 とイオンビーム装置 30 は、試料を挟んで対向配置されている。そして、試料台 10 が少なくとも 180 度回転可能なように構成されている。まず、電子ビーム装置で構成される観察装置 20 を用いて試料表面を斜め 45 度から観察し、電子顕微鏡像を得る。この際、イオンビーム装置 30 からのイオンビームの照射は行わないため、試料がイオンビームにより破壊されることはない。そして、電子顕微鏡像をマッピング処理部 40 にてマッピングする。操作者は、この電子顕微鏡像を操作画面等で確認しながら画面をスクロールして、イオンビームを照射すべき位置を決定する。この作業は電子顕微鏡像のみを用いて行えるため、観察装置 20 を動作させる必要もないし、勿論、イオンビーム装置を動作させる必要もない。位置決め部 50 では、イオンビームを照射すべき位置が決定されると、マッピング処理部 40 により得られたマッピング座標を用いてイオンビームの照射位置座標を決定する。

40

【0025】

そして、電子顕微鏡像を得た後に、マニピュレータ 60 により試料台 10 を 180 度回

50

転させる。図2は、図1に示される状態から試料台を180度回転させた後の状態の概略ブロック図である。図中、図1と同一の符号を付した部分は同一物を表わしている。観察装置20とイオンビーム装置30とは、対向配置されているため、試料台を180度回転させると、試料に対するイオンビーム装置30の視軸は、電子顕微鏡像を得たときの観察装置20の視軸と同軸となる。即ち、試料台10の回転によって、観察装置20とイオンビーム装置30の視軸が一致することになる。したがって、例えばマッピング座標と試料台10の制御座標を連動させておけば、電子顕微鏡像に示される所定位置が実際のイオンビーム照射位置と一致することになる。

【0026】

ここで、図示例では、観察装置20とイオンビーム装置30が、その視軸がそれぞれ試料台10の表面法線に対して45度となるように対向配置（表面法線方向から見て180度となるように配置）されているものであるため、試料台10を180度回転させることで視軸を一致させるように制御しているが、本発明はこれに限定されず、例えば視軸が表面法線方向から見て90度となるように観察装置とイオンビーム装置が配置されれば、試料台は90度だけ回転させれば良い。即ち、マニピュレータ60は、イオンビーム装置の視軸が観察装置の視軸と同軸となるように、試料台を移動させ、試料台からみた視軸の位置や方向が、イオンビーム照射前後で一致するように制御可能なものであれば良い。

【0027】

図3に、本発明のイオンビーム照射位置決め装置により実際に得られた顕微鏡像を示す。図3(a)は観察装置により得られる試料全体の広範囲な顕微鏡像を、図3(b)は観察装置により得られる顕微鏡像の特定個所を探索している状態の像を、図3(c)は図3(b)の特定個所に対してイオンビームを照射したときに得られるイオン顕微鏡像を、それぞれ表している。図示の通り、視軸が一致するように回転させて撮像したものであるため、図3(b)と図3(c)の像は略一致していることが分かる。

【0028】

このように、本発明のイオンビーム照射位置決め装置によれば、観察装置とイオンビーム装置の視軸を一致させて観察とイオンビーム照射を行うことが可能となる。したがって、イオンビームを照射することなく、イオンビームを照射すべき所望の位置を決定することが可能となるため、イオンビームにより試料が破壊されることがない。

【0029】

ここで、理想的には正確に45度に対向配置し、マニピュレータにより180度回転させれば視軸を完全に一致させることが可能であるが、位置決めした位置と実際にイオンビームが照射される位置がずれる場合もある。位置決め誤差要因としては、例えば観察装置やイオンビーム装置の光学系の収差や配置位置の精度、マニピュレータの位置再現性が挙げられる。したがって、このような位置決め誤差を補償するために、本発明のイオンビーム照射位置決め装置には、図1に破線で示されるような、キャリブレーション部70を設けても良い。キャリブレーション部70は、イオンビーム装置30により得られるイオン顕微鏡像と観察装置20により得られる顕微鏡像とを比較して、マニピュレータ60の較正を行うものである。

【0030】

より具体的には、例えば試料の中心付近ではなく、分析には用いない周辺部に対して、まず観察装置20の顕微鏡像を用いてイオンビームの照射位置座標を決定する。そして、視軸が同軸となるように試料台を移動させた後、この位置に対してイオンビームを照射する。このとき得られるイオン顕微鏡像を確認し、決定された照射位置と実際に照射された位置とを比較して、ずれの有無やずれ量を検出する。そして、ずれがあった場合には、このずれ量を基にキャリブレーション部70にてマニピュレータ60の較正を行えば良い。

【0031】

また、マニピュレータ60を用いて走査や視軸合わせを行う場合、位置再現性が高いことが望まれるため、このため、マニピュレータに用いられるギアの遊びが同じように表れるように、例えば一定方向に向かって走査するように制御されれば良い。これにより、マ

10

20

30

40

50

ニピューレータ60の機械的な誤差が一定の傾向を示すようになるため、位置再現性を高めることが可能となる。

【0032】

次に、本発明のイオンビーム照射位置決め装置の他の例について説明する。図4は、本発明のイオンビーム照射位置決め装置の他の例を説明するための概略ブロック図である。図中、図1と同一の符号を付した部分は同一物を表わしているため、詳説は省略する。図1に示される例では、観察装置20とイオンビーム装置30は、その視軸が試料台10の表面法線に対して45度になるように配置されている。一方、図4に示される例では、その視軸が試料台10の表面法線に対して0度になるように、即ち、視軸が試料台10の表面に対して垂直方向になるようにそれぞれ平行に並べて配置されている。そして、マニピューレータ65は、観察装置20の視軸とイオンビーム装置の視軸とが同軸となるように、試料台10を平行移動させるものである。このような配置であっても、図1に示される例と同様に、観察装置とイオンビーム装置の視軸を一致させて観察とイオンビーム照射を行うことが可能となる。

10

【0033】

このように、本発明のイオンビーム照射位置決め装置では、観察装置とイオンビーム装置の視軸が一致するように試料台を移動させれば良いため、観察装置及びイオンビーム装置の試料台に対する角度や位置は如何なるものであっても良い。

【0034】

なお、本発明のイオンビーム照射位置決め装置は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。例えば、観察装置とイオンビーム装置の視軸が、試料台からみて一致するように制御可能なものであれば良いため、試料台を移動させるものに限らず、観察装置の視軸の位置にイオンビーム装置の視軸が来るように、観察装置とイオンビーム装置の位置を入れ替えて、視軸を一致させるようにしても良い。

20

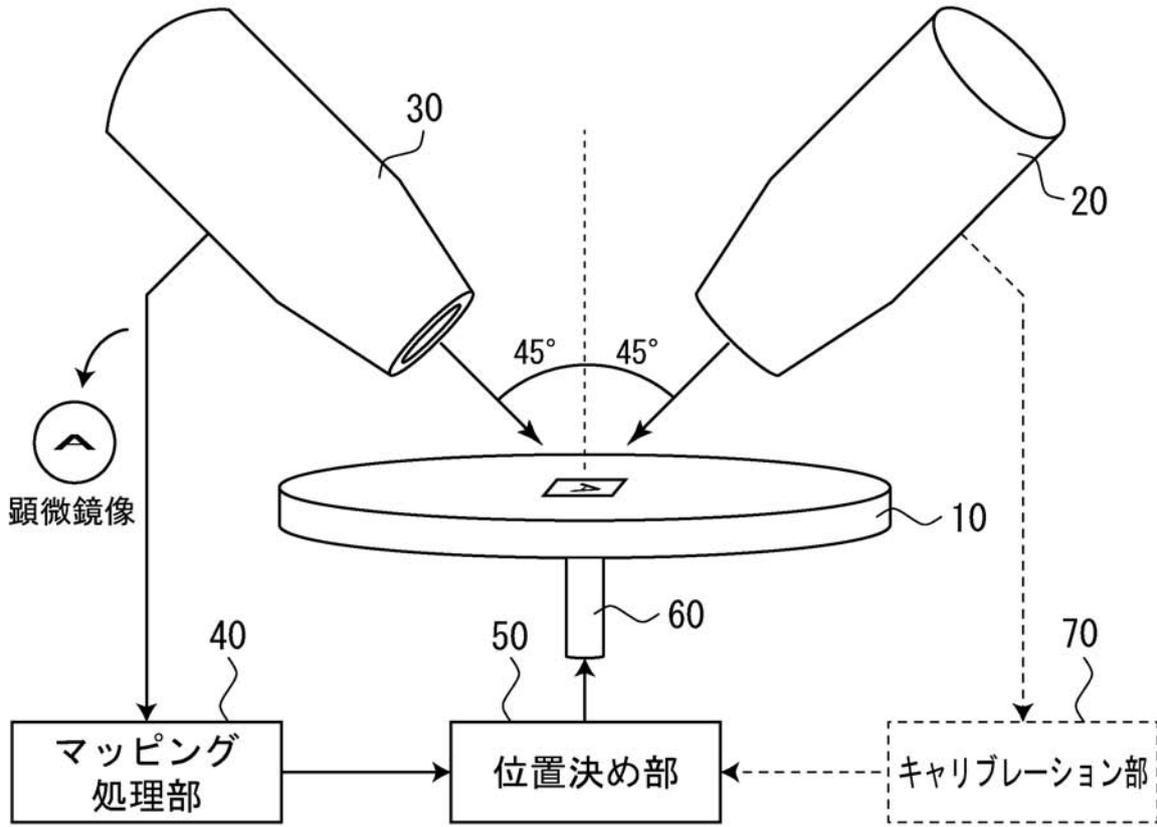
【符号の説明】

【0035】

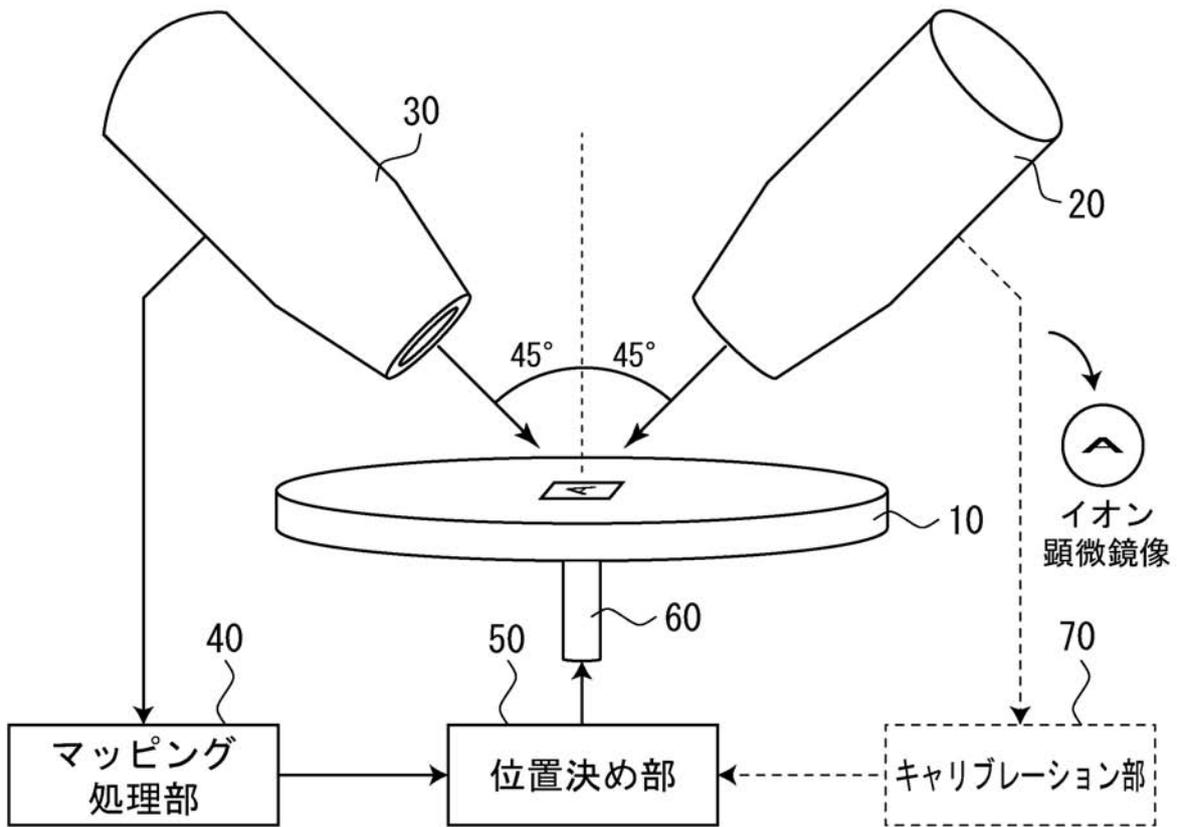
- 10 試料台
- 20 観察装置
- 30 イオンビーム装置
- 40 マッピング処理部
- 50 位置決め部
- 60, 65 マニピューレータ
- 70 キャリブレーション部

30

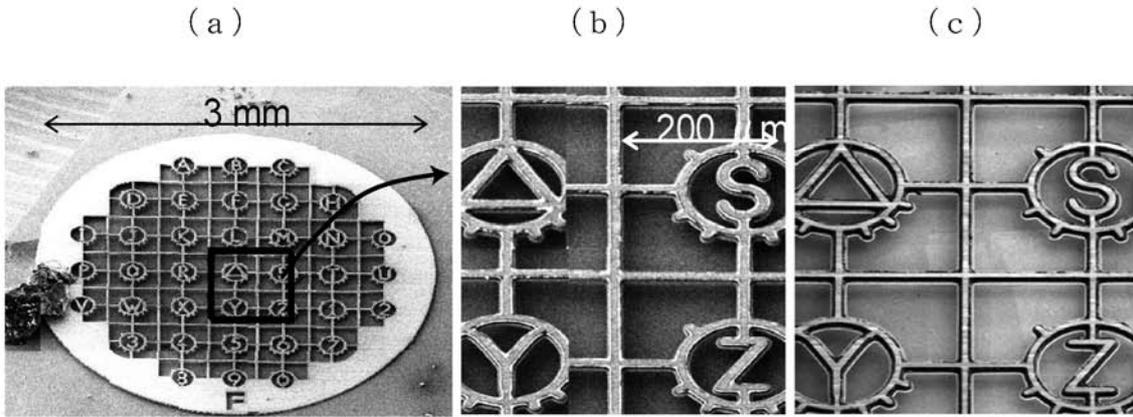
【図1】



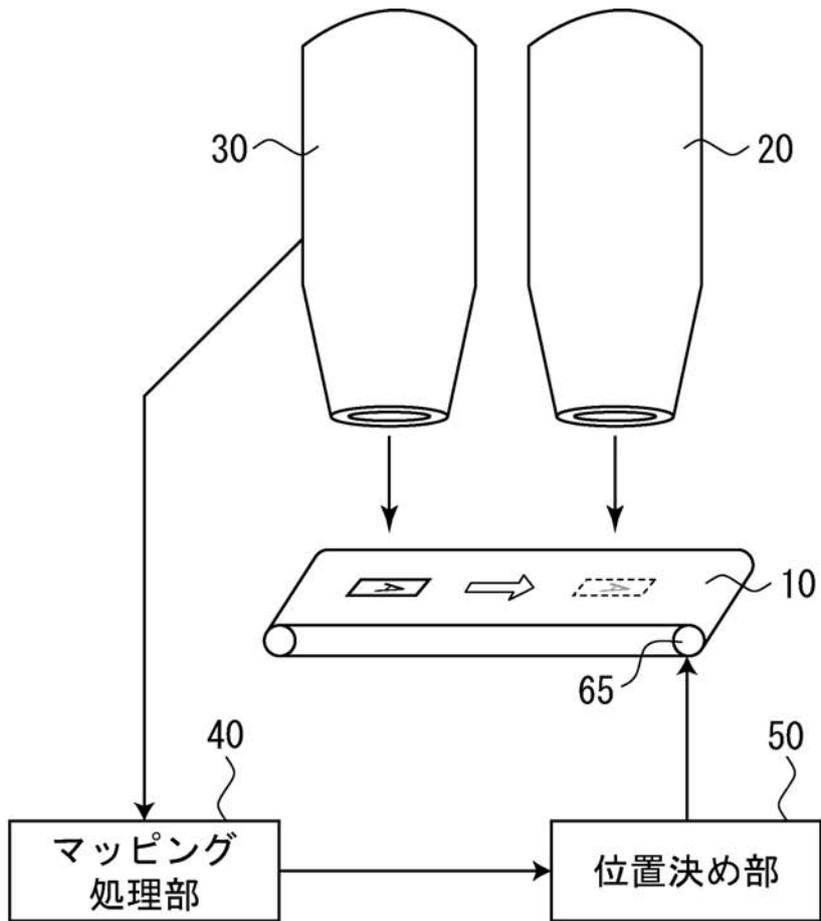
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 坂本 哲夫

東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 4 番 2 号 学校法人工学院大学内

(72)発明者 藤岡 幸平

東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 4 番 2 号 学校法人工学院大学内

(72)発明者 柏木 隆宏

神奈川県横浜市緑区長津田町 4 2 5 9 - 3 横浜ベンチャープラザW 2 0 2 株式会社トヤマ横浜
R & D センター内

Fターム(参考) 5C001 CC05 CC08

5C033 QQ05 QQ09 QQ15

5C034 DD09