

審決

不服 2016- 5019

東京都港区西新橋一丁目24番14号
請求人 株式会社日立ハイテクサイエンス

東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階
代理人弁理士 特許業務法人栄光特許事務所

特願2011-268875「薄膜試料作製装置及び方法」拒絶査定不服
審判事件〔平成25年 6月17日出願公開、特開
2013-120714、請求項の数（5）〕について、次のとおり審決す
る。

結 論

原査定を取り消す。
本願の発明は、特許すべきものとする。

理 由

第1 手続の概要

本願は、平成23年12月8日の出願であって、平成27年7月1日付けで拒絶理由が通知され、同年9月4日付けで意見書が提出されるとともに、同日付けで手続補正書が提出されたが、同年12月21日付けで拒絶査定（以下、「原査定」という。）がなされた。

本件は、これに対して、平成28年4月5日に拒絶査定に対する審判請求がなされ、同時に手続補正がなされたものである。その後、同年5月24日付けで前置報告がなされた。

第2 平成28年4月5日付けの手続補正（以下、「本件補正」という。）の適否

1 補正の内容

本件補正により、本件補正前の（平成27年9月4日付けの手続補正により補正された）特許請求の範囲である、

「【請求項1】

集束イオンビーム鏡筒から照射する集束イオンビームにより試料を加工し、薄膜試料を作製する薄膜試料作製装置において、

前記薄膜試料を載置する試料台と、

前記薄膜試料に電子ビームを照射する電子ビーム鏡筒と、

前記電子ビームの照射により前記薄膜試料から放出される反射電子又は二次電子を検出する荷電粒子検出器と、

前記荷電粒子検出器の検出信号から形成される前記薄膜試料の観察像を表示する表示部と、

前記観察像において、前記薄膜試料の上部側に第一の測定領域と、底部側に第二の測定領域とを設定する入力部と、

前記電子ビームを照射することにより前記第一の測定領域と前記第二の測定領域から発生した前記反射電子又は二次電子の検出量と、前記第一の測定領域と前記第二の測定領域との距離から前記薄膜試料の傾斜角度を計算する傾斜角度計算部と、からなる薄膜試料作製装置。

【請求項2】

前記入力部は、前記薄膜試料周辺で前記電子ビームが透過しない厚さを有する前記試料の一部に参照領域を設定可能であり、

前記傾斜角度計算部は、前記第一の測定領域と前記第二の測定領域から発生した前記反射電子又は二次電子の検出量を前記参照領域から発生した前記

反射電子又は二次電子の検出量で規格化する請求項 1 に記載の薄膜試料作製装置。

【請求項 3】

集束イオンビームにより試料を加工し、薄膜試料を作製する薄膜試料作製方法において、

前記薄膜試料に電子ビームを照射し、観察像を形成する工程と、

前記観察像において、前記薄膜試料の上部側に第一の測定領域を、底部側に第二の測定領域を設定する工程と、

前記第一の測定領域と前記第二の測定領域とに前記電子ビームを照射し、発生する反射電子又は二次電子を検出する工程と、

前記第一の測定領域で検出した前記反射電子又は二次電子の検出量と、前記第二の測定領域で検出した前記反射電子又は二次電子の検出量と、前記第一の測定領域と前記第二の測定領域との距離から前記薄膜試料の傾斜角度を計算する工程と、

前記集束イオンビームに対し、前記薄膜試料を前記傾斜角度だけ傾斜させる工程と、

前記薄膜試料に前記集束イオンビームを照射し、仕上げ加工を行う工程と、からなる薄膜試料作製方法。

【請求項 4】

前記薄膜試料周辺で前記電子ビームが透過しない厚さを有する前記試料の一部に参照領域を設定し、前記参照領域に前記電子ビームを照射し、発生する反射電子又は二次電子を検出する工程と、を有し、

前記傾斜角度は、前記第一の測定領域と第二の測定領域から発生した前記反射電子又は二次電子の検出量を前記参照領域から発生した前記荷電粒子の検出量で規格化することにより計算する請求項 3 に記載の薄膜試料作製方法。

【請求項 5】

前記薄膜試料は、TEM 観察用試料である請求項 3 または 4 に記載の薄膜試料作製方法。」

から、本件補正後の特許請求の範囲である、

「【請求項 1】

集束イオンビーム鏡筒から照射する集束イオンビームにより試料を加工し、100nm 以下の膜厚の薄膜試料を作製する薄膜試料作製装置において、

前記薄膜試料を載置する試料台と、

前記薄膜試料に電子ビームを照射する電子ビーム鏡筒と、

前記電子ビームの照射により前記薄膜試料から放出される反射電子又は二次電子を検出する荷電粒子検出器と、

前記荷電粒子検出器の検出信号から形成される前記薄膜試料の観察像を表示する表示部と、

前記観察像において、前記薄膜試料の上部側に前記電子ビームの一部が透過する厚さの第一の測定領域と、底部側に前記電子ビームの一部が透過する厚さの第二の測定領域とを設定する入力部と、

前記電子ビームを照射することにより前記第一の測定領域と前記第二の測定領域から発生した前記反射電子又は二次電子の検出量と、前記第一の測定領域と前記第二の測定領域との距離から前記薄膜試料の傾斜角度を計算する傾斜角度計算部と、からなる薄膜試料作製装置。

【請求項 2】

前記入力部は、前記薄膜試料周辺で前記電子ビームが透過しない厚さを有する前記試料の一部に参照領域を設定可能であり、

前記傾斜角度計算部は、前記第一の測定領域と前記第二の測定領域から発生した前記反射電子又は二次電子の検出量を前記参照領域から発生した前記反射電子又は二次電子の検出量で規格化する請求項 1 に記載の薄膜試料作製装置。

【請求項 3】

集束イオンビームにより試料を加工し、100nm 以下の膜厚の薄膜試料を作製する薄膜試料作製方法において、

前記薄膜試料に電子ビームを照射し、観察像を形成する工程と、

前記観察像において、前記薄膜試料の上部側に前記電子ビームの一部が透過する厚さの第一の測定領域を、底部側に前記電子ビームの一部が透過する厚さの第二の測定領域を設定する工程と、

前記第一の測定領域と前記第二の測定領域とに前記電子ビームを照射し、発生する反射電子又は二次電子を検出する工程と、

前記第一の測定領域で検出した前記反射電子又は二次電子の検出量と、前記第二の測定領域で検出した前記反射電子又は二次電子の検出量と、前記第一の測定領域と前記第二の測定領域との距離から前記薄膜試料の傾斜角度を計算する工程と、

前記集束イオンビームに対し、前記薄膜試料を前記傾斜角度だけ傾斜させる工程と、

前記薄膜試料に前記集束イオンビームを照射し、仕上げ加工を行う工程と、からなる薄膜試料作製方法。

【請求項 4】

前記薄膜試料周辺で前記電子ビームが透過しない厚さを有する前記試料の一部に参照領域を設定し、前記参照領域に前記電子ビームを照射し、発生する反射電子又は二次電子を検出する工程と、を有し、

前記傾斜角度は、前記第一の測定領域と第二の測定領域から発生した前記反射電子又は二次電子の検出量を前記参照領域から発生した前記荷電粒子の検出量で規格化することにより計算する請求項 3 に記載の薄膜試料作製方法。

【請求項 5】

前記薄膜試料は、TEM 観察用試料である請求項 3 または 4 に記載の薄膜試料作製方法。」

に補正された。（下線は、請求人が付したものである。）

2 補正の適否

本件補正は、本件補正前の請求項 1 及び 3 の「薄膜試料」に「100nm 以下の膜厚の」、同「第一の測定領域」及び「第二の測定領域」に「前記電子ビームの一部が透過する厚さの」という限定を、それぞれ、付加するものであって、特許法第 17 条の 2 第 5 項第 2 号の特許請求の範囲の減縮を目的とするものに該当する。

また、特許法第 17 条の 2 第 3 項、第 4 項に違反するところはない。

そこで、本件補正後の請求項 1～5 に係る発明（以下、それぞれ、「本願補正発明 1」～「本願補正発明 5」、といい、「本願補正発明 1」～「本願補正発明 5」をまとめて「本願補正発明」という。）が特許法第 17 条の 2 第 6 項において準用する同法第 126 条第 7 項の規定に適合するか（特許出願の際独立して特許を受けることができるものであるか）について、以下に検討する。

3 独立特許要件

（1）本願補正発明

本願補正発明 1～本願補正発明 5 は、本件補正により補正された特許請求の範囲の請求項 1～5 に記載された事項により特定されるものと認められるところ、本願補正発明 1～5 は、上記「1」で本件補正後の請求項 1～5 として記載されたとおりのものである。

（2）引用文献の記載事項

ア 原査定 of 拒絶の理由に引用された特開平 7-333120 号公報（以下、「引用文献 1」という。）には、以下の事項が記載されている。

（ア）「【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体素子などの特定個所を透過電子顕微鏡で観察するための試料作製方法に係り、特に集束イオンビーム加工による試料作成方法、及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子などの特定のメモリセルのゲート部分の解析や、特定のコンタクトホール部の金属接合界面の解析など、特定個所の透過電子顕微鏡（以下 TEM と称する）用試料の作成には、近年集束イオンビーム

（以下、FIB と略称）加工が用いられるようになった。この一例を図面にしたがって説明すると、例えば図 2 に示すように試料 42 の表面を研磨機により削り、幅 30～100 μm （典型的には 50 μm ）、高さ 10～100 μm （典型的には 50 μm ）の突起部 1 を残し、この突起部の

ほぼ中央に観察したい個所があるようにする。

【0003】次に、図3に示すように、集束イオンビーム2にて突起部1の両側に深さ $d=3\sim 10\mu\text{m}$ 、幅 $w=4\sim 15\mu\text{m}$ の加工を施し、中央部に厚さ t の薄膜部3を残す。この薄膜部3に観察したい個所があるようにする。この薄膜部3はTEM観察を行なうため、その厚さ t は 100nm 程度以下である必要がある。このわずかな厚さを残すため、初めはビーム径 $0.5\sim 1\mu\text{m}$ 程度の集束イオンビームにより、膜厚 $1\mu\text{m}$ 程度を残すように加工し、さらにビーム径を $0.1\mu\text{m}$ 程度以下のより細かいビームを用いて、薄膜部3の厚さ t を徐々に追い込んでいき、TEMの観察用試料として必要とされる最終的な厚さ 100nm 程度以下に仕上げるようにする。

【0004】なお、これに関連する第1の従来技術としては、例えば特開平5-15981号公報が挙げられ、断面SEM観察用の試料の加工方法として最終的に得たい断面の位置を規定できるマークを加工し、これの走査イオン像(SIM像)を利用して仕上げ加工位置を設定する方式が知られている。」

(イ) 「【0015】また、集束イオンビームにより被加工物を加工するに際しては、加工中に被加工物の加工面をわずかに傾け、この傾きをモニタするようにしてもよい。これは集束イオンビームの電流密度分布がテールを持つため、ビームを細く絞ってもテールの影響で被加工物の加工端面がわずかに傾くことがあり、これを補償するためである。したがって、この場合の被加工物の加工面の傾斜角度は、使用する集束イオンビームの特性(電流密度分布のテール)に見合ったものとする。この加工面の傾きをモニタする方法としては、例えば加工面に照射した光の反射角度を計測する方法等で容易に対応することができる。」

(ウ) 「【0029】

【実施例】以下、図面にしたがって本発明の一実施例を説明する。

〈実施例1〉この例は、本発明に係るイオンビーム加工による試料作成方法の一例を説明するものであり、以下、図5～図7にしたがいイオンビームの位置のドリフトを測定するためのマーク観察方法およびビーム位置のドリフト補正を含め、被加工物の加工の進め方に即して具体的に詳細に説明する。

【0030】先ず、図5において、試料42の突起部1に形成する薄膜部3が $2\mu\text{m}$ 前後と最終加工仕上げ厚さである $100\sim 200\text{nm}$ に比べれば十分厚い厚さになるように粗加工を行なう。仕上げ加工に入る前に、図5に示した観察領域4のSIM像をその左端が、薄膜部3の目標とする仕上げ面に一致するようにとる。そして、図6に示すSIM像をとり、画面の左端(即ち、目標とする仕上げ加工面)とマーク6との x 方向の距離 x_0 を測定しておく。同時に画面の中心線とそれぞれのマークとの距離 x_1 、 y_1 も、それぞれのマークについて測定しておく。

【0031】次に、図6に示すSIM像上で、切り込みを $1\mu\text{m}$ 程度にした加工領域を設定し加工を行なう。加工が終わったならば再度SIM像を観察する。この際、図7に示すように、マーク6の位置が x_2 、 y_2 (ただし $x_2\neq x_1$ 、 $y_2\neq y_1$)となっている場合は、 x_2-x_1 、 y_2-y_1 がビームの位置ずれ(ドリフト)であるから、観察領域4を、それぞれ x_2-x_1 と y_2-y_1 だけ x 方向、 y 方向に平行移動する。すると、画面の左端が目標とする仕上げ加工面に一致する。そして、その仕上げ加工面とマークの距離が x_0 であることを再確認する。

【0032】そして、切り込みを更に $0.5\mu\text{m}$ に設定する。すなわち、残膜厚さにすると、 $2\mu\text{m}-1\mu\text{m}-0.5\mu\text{m}=0.5\mu\text{m}$ になる。そして加工を行なう。この操作を繰り返すことにより、次第に切り込みを小さくして行き、目標とする仕上げ加工面に到達する。このように観察領域4を薄膜部3にかけないようにすることで、薄膜部3が削られる心配がなくなり、かつ、加工途中でマークのずれを測定することで、ビームのドリフトを補正しつつ高精度な加工ができる。

【0033】〈実施例2〉この例は、薄膜部3の厚さ、更には厚さ分布をモニタする方法に関するものであり、以下、図1と図8～図19により説明する。図1は、集束イオンビーム2で加工中の薄膜部3の膜厚を測定する光学系の概略断面図を示したものである。図示のように、試料42の薄膜部3の

厚さを測定するために加工面に観察光 7 を照射し、薄膜部 3 の表面で反射した光 8 と反対側の表面で反射した光 9 とを干渉させ、加工が進むにつれての干渉の変化を干渉計 11 にて観察することで薄膜部の厚さを測定するものである。

【0034】図 8 も、同じく集束イオンビーム 2 で加工中の薄膜部 3 の膜厚を測定する光学系の概略断面図を示したものである。図示のように、観察光 7 を薄膜部 3 に透過させ、薄膜部を通らない参照光 10 と干渉させ、薄膜部 3 による観察光の位相ずれを検出することで厚さを測定するものである。図 1 と図 8 の場合、観察光 7 は薄膜部を透過する必要があるので、試料が Si である場合は、赤外光が望ましい。

【0035】図 9 も、同じく集束イオンビーム 2 で加工中の薄膜部 3 の膜厚を測定する光学系の概略断面図を示したものである。図示のように、薄膜部 3 にて吸収される波長の観察光 7 を薄膜部 3 に当て、透過してきた光の強度をホトマルなどの測定器 12 で測定し、厚さを測定するものである。この場合は波長は短い方がよく、具体的には試料の材質により決めるべきである。

【0036】また、薄膜部 3 は図 10 に示したように側壁が斜めになる傾向がある。この角度は、後述するようにイオンビームの電流分布のテール形状によるものであり、精度の高い加工を行なうためには、このテール形状および薄膜部 3 の側壁傾き角度を知ることが重要である。そこで観察光 7 に集束したレーザビームを用い、これが薄膜部 3 の側壁で反射されたビーム 8 をアレイ状の検出器 12 で検出することで、反射光 8 の位置を求め薄膜部 3 の側壁の角度を求めることができる。

【0037】図 11 は、図 10 と同様の方法であるが、観察光 7 をシート光としアレイ状の測定器 12 により強度分布を測定し、薄膜部 3 の厚さの分布、多くの場合頂上部が薄くなっていることを検出するものである。

【0038】また、図 9 において観察光 7 に集束したレーザビームを用い、これを薄膜部 3 の領域で走査して走査透過光像を得ることもできる。

【0039】図 12 は、集束電子銃 13 より電子ビーム 14 を薄膜部 3 に当て、透過した電子ビームをファラデーカップやシンチレータなどの電子ビーム検出器 16 で検出し、厚さを図るものである。電子ビーム 14 のエネルギーを調節することにより適切な透過量を得ることができる。薄膜部 3 は電子ビーム 14 の透過率の大きく異なる複数の材質からなる場合があり、この場合は薄膜部の平均的な透過量を計測するのでは不十分となる。そこで電子ビーム 14 を走査できるようにすることにより膜厚の分布を計ることが可能となる。また、透過電子顕微鏡と同じ構造とすることで、集束イオンビーム加工中に TEM 像を観察することもできると云う効果がある。

【0040】図 13～図 15 は、薄膜部 3 にパルスレーザ光 15 を当てこれにより薄膜部 3 を加熱し、図 14 もしくは図 15 に示すような熱膨張による変位 δ を起こさせるとこの変位 δ は厚さの関数となる。予め材質と薄膜部の形状とレーザの吸収係数等から厚さと変位を計算しておき、あるいは実験で確かめておくことで、変位から厚さを推定することができる。変位 δ の測定には観察光 7 を薄膜部 3 の表面で反射させ、他の固定部で反射させた参照光（図示せず）と干渉させる。

【0041】図 16 に示すように、集束イオンビーム加工においては、同図 (a) に示すように電流密度分布が曲線 50 のようにテールを持つため、ビーム 2 を細く絞ってもテールの影響で被加工物の加工端面が同図 (b) の 51 に示すように数度傾くことがある。例えば傾きが 2° とし、薄膜部 3 の高さを $6\mu\text{m}$ とすれば、その上部と下部では $6\mu\text{m} \times \tan 2^\circ \times 2 = 0.4\mu\text{m}$ 程度の厚さの違いがでてしまう。これでは均一な厚さの TEM 試料を作ることができないので、試料を加工する際、図 17 に示すように試料を予め前記の例の場合なら $\theta = 2^\circ$ 傾けておくとよい。ところが、観察光 7 を水平に入射させると反射光は 2θ だけ傾くので、試料から離れたところに固定した反射光の干渉検出器には反射光が入らなくなる問題がある。また、透過光を用いる場合でも薄膜部 3 を通る光路長が $1/\cos\theta$ だけ長くなってしまいう問題がある。また、試料を傾けなくとも $10\mu\text{m}$ 程度の薄膜部 3 に観察光 7 を合わせるの難しい作業となる。

【0042】そこで、図 18 に示すように試料ステージ 39 に観察光照射のレンズ部 52 や、透過光の干渉検出器の受光部 53 を取付け、ここへ光ファイバ 54 や出力ケーブル 55 をつなぐとよい。観察光照射部 52 と受光部 53 は予め大気中で、薄膜部を作りたい位置に対して位置合せしておいてもよい。あるいは試料室真空チャンバ内に入れてからでも、位置の微調整がで

きるようにしておいてもよい。なお、図18では、照射部52と受光部53とが左側と右側に分かれている場合を示したが、反射光の検出系の場合はこれらを同一側に置くこともできる。」

（エ）「【0068】〈実施例8〉図25は、集束イオンビーム加工装置に、図12に示した透過電子ビームを測定する装置を取り付けた本発明装置の要部断面概略図である。図示のように、試料室チャンバ40には、集束イオンビーム光学系21と電子銃13と2次電子検出器56と試料を透過した電子ビームの検出器16とステージ39が設けられている。ステージ39の上には図3に示したように加工される試料42が載っている。試料42を加工するための集束イオンビーム25は偏向コントローラ30からの信号を偏向電極31に印加することで偏向走査される。電子ビーム14は電子ビーム偏向コントローラ57からの信号を偏向電極58に印加することで偏向走査される。

【0069】集束イオンビーム25の照射より得られる2次電子と、電子ビーム14の照射により得られる2次電子は、2次電子検出器56により検出され、集束イオンビーム25の照射より得られる2次電子像は、試料42の平面観察に、また、電子ビーム14の照射により得られる2次電子像は加工された試料薄膜部の断面観察にそれぞれ供せられる。

【0070】また、試料42の薄膜部を透過した電子ビームは電子ビーム検出器16により検出され、薄膜部の膜厚もしくは膜厚分布の測定に供される。

【0071】2次電子検出器56の出力と電子ビーム検出器16の出力は、電子ビーム出力切り換え器59に入力される。この切り換え器59の中にはあとに述べるように、低周波パスフィルタと高周波パスフィルタも備えられている。電子ビーム偏向信号と集束イオンビーム偏向信号は偏向信号切り換え器60に入力される。

【0072】これらの切り換え器59、60により走査イオン像（SIM像）を見る場合は、イオンビーム偏向信号と2次電子検出出力を画像表示モニタ37に入力する。

【0073】走査電子像（SEM像）を見る場合には、電子ビーム偏向信号と2次電子検出出力を画像表示モニタ37に入力する。

【0074】透過電子ビーム強度分布を見る場合は、電子ビーム偏向信号と透過電子ビーム検出器出力を画像表示モニタ37に入力する。

【0075】もちろん走査イオン像を得るための検出器としては、図20などに示したようにマイクロチャネルプレート35でもよい。また、図25では装置構成を安価なものにするために画像表示モニタ37を1台としたが、これに限る必要はなく、2台以上設置し、走査イオン像と走査電子像と透過電子ビーム像とを、それぞれ専用の画像表示モニタに映し出すこともできる。

【0076】集束イオンビーム25と電子ビーム14との2つのビームの照射の方法については、同時あるいは時間を区切って別々に照射することが可能である。同時に照射すると、イオンビームにより加工しながら加工断面の走査電子像（SEM像）を同時に観察することができる。

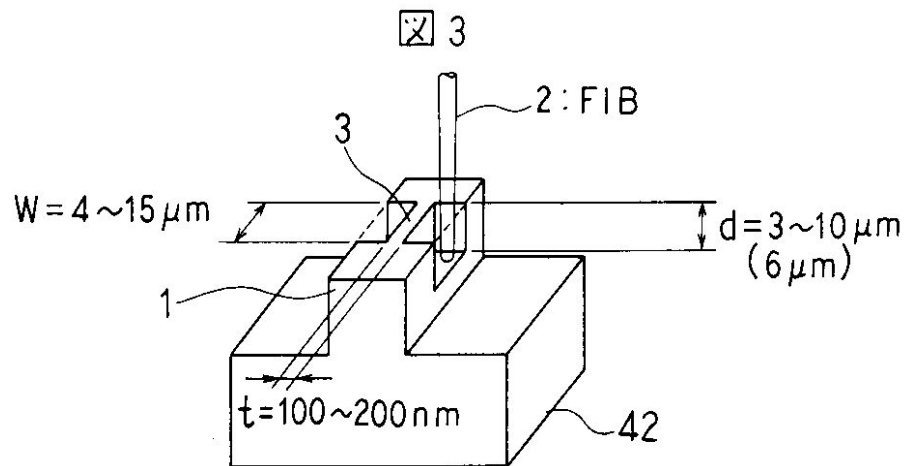
【0077】画像表示モニタ37が2台ある場合は、SEM像と走査イオン像（SIM像）を同時に観察することができる。しかし、同時走査の場合は、2次電子検出器56が捉える2次電子信号は、図26（a）に示すように電子ビームによる2次電子信号66と集束イオンビームによるもの67とが重なったものとなり、そのままこの信号を用いてSEM像やSIM像を映し出すとノイズの多い画面となる。

【0078】走査速度に関しては、集束イオンビーム加工では走査速度を速くした方が加工面が平らに仕上がるので、1面を走査する時間を例えば1ms程度の速い速度で集束イオンビームを走査し、一方1面を走査する時間を例えば1s程度の遅い速度で電子ビームを走査するとよい。すると、図26（b）に示したように、電子ビームによる信号66は低い周波数成分が主体となり、イオンビームによる信号67は高い周波数成分が主体となる。

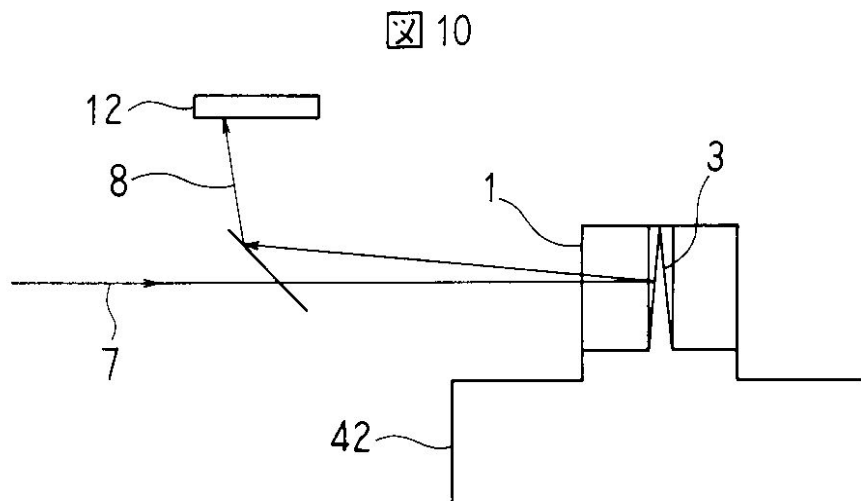
【0079】そこで、切り換え装置59内に設けられたフィルタ（図示せず）を用い、SEM像を得る場合は、2次電子信号を低周波パスフィルタに通したのを用い、SIM像を得る場合は、2次電子信号を高周波パスフィルタに通したのを用いると、SEM像とSIM像とも良好な像が得られる。

【0080】この方式はTEM観察用試料を作成する場合のみならず、断面SEM観察用試料の加工時にも断面SEM像を見ながら集束イオンビーム加工ができるので、より精度よく加工状態を把握し、仕上がりのよい加工効果を得ることができる効果がある。」

(オ) 「【図3】

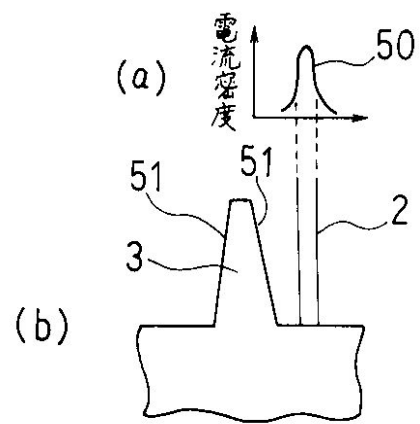


【図10】



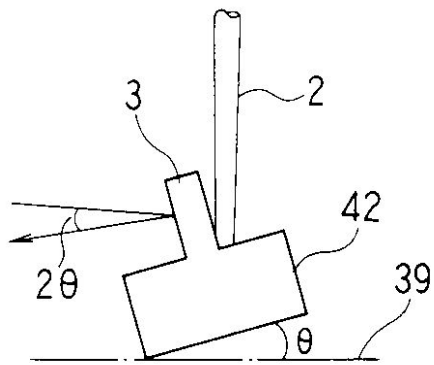
【図16】

図 16



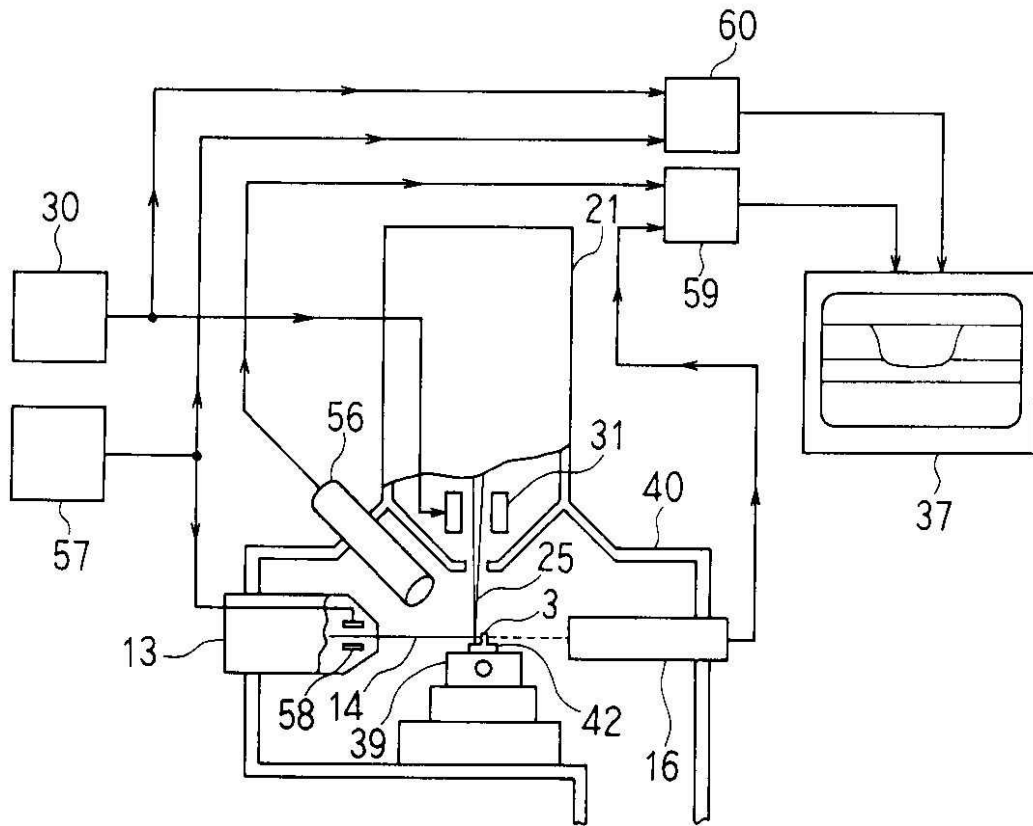
【図 17】

図 17



【図 25】

図 25



すると、上記引用文献 1 には、以下の発明（以下「引用発明」という。）が記載されている。

「透過電子ビームを測定する装置を取り付けた、最終加工仕上げ厚さが 100～200nm である薄膜部を有する試料を作成する集束イオンビーム加工装置であって、

試料室チャンバ 40 には、集束イオンビーム光学系 21 と電子銃 13 と 2 次電子検出器 56 と試料を透過した電子ビームの検出器 16 とステージ 39 が設けられていて、ステージ 39 の上には加工される試料 42 が載っており、

2 次電子検出器 56 の出力と電子ビーム検出器 16 の出力は、電子ビーム出力切り換え器 59 に入力され、また、電子ビーム偏向信号と集束イオンビーム偏向信号は偏向信号切り換え器 60 に入力されて、これらのこの切り換え器 59、60 により走査イオン像（SIM 像）を見る場合は、イオンビーム偏向信号と 2 次電子検出出力を画像表示モニタ 37 に入力し、走査電子像（SEM 像）を見る場合には、電子ビーム偏向信号と 2 次電子検出出力を画像表示モニタ 37 に入力し、透過電子ビーム強度分布を見る場合は、電子ビーム偏向信号と透過電子ビーム検出器出力を画像表示モニタ 37 に入力し、

集束イオンビーム 25 の照射より得られる 2 次電子と、電子ビーム 14 の照射により得られる 2 次電子は、2 次電子検出器 56 により検出され、集束イオンビーム 25 の照射より得られる 2 次電子像は、試料 42 の平面観察に、また、電子ビーム 14 の照射により得られる 2 次電子像は加工された試料薄膜部の断面観察にそれぞれ供せられ、また、試料 42 の薄膜部を透過した電子ビームは電子ビーム検出器 16 により検出され、薄膜部の膜厚もしくは膜厚分布の測定に供される、

集束イオンビーム加工装置。」

また、上記引用文献 1 には、以下の技術事項（以下「引用文献 1 の技術事項」という。）が記載されている。

「イオンビームの電流分布のテール形状により、薄膜部 3 は側壁が斜めになる傾向があるあるが、精度の高い加工を行なうためには、このテール形状および薄膜部 3 の側壁傾き角度を知ることが重要であるところ、観察光 7 に集束したレーザビームを用い、これが薄膜部 3 の側壁で反射されたビーム 8 をアレイ状の検出器 1 2 で検出することで、反射光 8 の位置を求め薄膜部 3 の側壁の角度を求めることができる。」

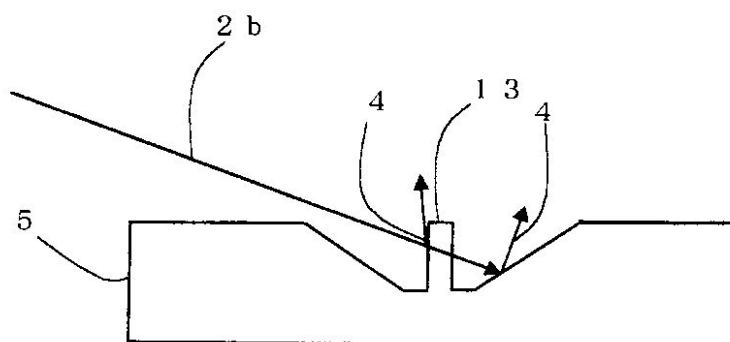
イ 原査定の拒絶の理由に引用された国際公開第 2 0 0 6 - 0 7 3 0 6 3 号（以下、「引用文献 2」という。）には、以下の事項が記載されている。

（ア）「[0 0 5 7] 図 2 は従来の膜厚測定方法を示す試料模式図である。薄膜部分 1 3 の膜厚が薄い場合、図 2 (a) のように、電子ビーム 2 b は薄膜部分 1 3 を透過して試料 5 に入射される。このとき、薄膜部分 1 3 の表面と試料 5 から二次電子 4 が発生する。一方、薄膜部分 1 3 の膜厚が厚い場合、図 2 (b) のように電子ビーム 2 b は薄膜部分 1 3 を透過できない。このとき試料の表面からのみ二次電子 4 が発生する。図 3 は従来の膜厚測定方法を示す膜厚と二次電子量の関係図である。図 3 (a) は薄膜部分 1 3 の膜厚と検出する二次電子量のグラフである。膜厚が小さいほど、二次電子量が多くなることがわかる。これは、図 2 にあるように、膜厚が薄い場合は、電子ビーム 2 b が薄膜部分 1 3 を透過して試料 5 に入射して、二次電子が試料 5 と薄膜部分 1 3 のから発生するために検出する二次電子量が増加すると考えられる。ここで膜厚に対して二次電子量はリニアに減少しないことを実験で確認している。これは、薄膜部分 1 3 を電子ビームが透過するとき、エネルギー損失があるため、試料 5 に入射する電子のエネルギーが薄膜部分 1 3 の膜厚によって変化することが原因であると考えられる。ところで、電子ビーム 2 b の電流量が異なると膜厚と二次電子量の関係は図 3 (b) のようになることがわかる。図中の A は電子ビーム電流量が大きい場合、B は電子ビーム量が小さい場合である。これより検量データに基いて所望試料の膜厚測定を行う場合、検量データを測定した電子ビームの電流量と同じ電流量で所望試料の膜厚測定も行わなければ測定した膜厚に誤差が生じてしまうことがわかる。」

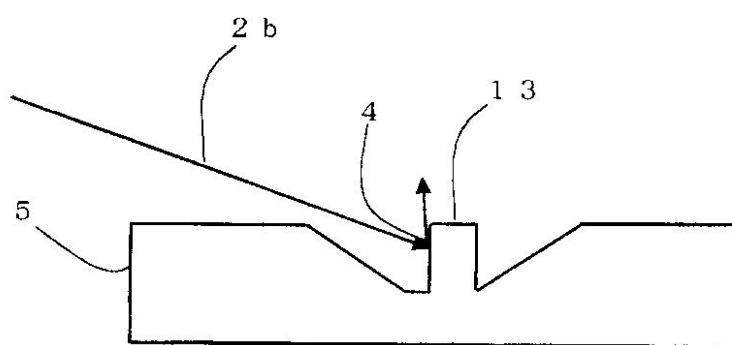
[0 0 5 8] 図 4 は本発明の実施形態を示す試料模式図で、図 4 (a) は試料模式図、図 4 (b) は図 4 (a) の電子ビーム 2 b の照射方向から見た上面図である。電子ビーム 2 b が薄膜部分 1 3 を透過したときには、透過した電子ビーム 2 b が衝突する部分は、ここでは図示していないが存在する。図 5 の本発明の実施形態を示す薄膜試料測定のプロチャートに従って、膜厚測定方法について説明する。まず、膜厚測定をする薄膜試料と同じ材質または同じデバイスの同一部分であり、かつ、膜厚が明らかな標準薄膜試料を用いて検量データを作成する。標準薄膜試料の薄膜部分を含む領域に電子ビーム 2 b を照射し、発生する二次電子 4 を二次電子検出器 6 で検出する。薄膜部分内の膜厚測定領域と参照領域で発生した二次電子量を用いて、前記膜厚測定領域で検出した二次電子量と参照領域で検出した二次電子量から構成される計算値を第 1 の計算手段 1 1 で算出する。これを複数の膜厚の標準薄膜試料で行う。算出された前記計算値と標準薄膜試料の膜厚の関係から検量データを作成する。次に試料の薄膜部分 1 3 の膜厚測定を行う場合、薄膜部分 1 3 を含む領域に電子ビーム 2 b を照射し、発生する二次電子 4 を二次電子検出器 6 で検出する。薄膜部分 1 3 内の膜厚測定領域 1 4 a と試料 5 の厚い部分内の参照領域 1 5 a で発生した二次電子量を用いて、膜厚測定領域 1 4 a で検出した二次電子量と参照領域 1 5 a で検出した二次電子量から構成される計算値を第 1 の計算手段 1 1 で算出する。ここで、膜厚測定領域 1 4 a で検出した二次電子量と参照領域 1 5 a で検出した二次電子量の計算値は、同じビーム電流量の電子ビーム 2 b によって発生した二次電子量の関数である。つまり、この関数は照射する電子ビームの電流量には依存しない膜厚測定領域 1 5 a の膜厚によって一義的に決まる関数である。従って、薄膜測定試料と標準薄膜試料に照射した電子ビームのビーム電流量が異なっても、膜厚が同じであれば計算値は同じ値になる。よって、照射する電子ビーム 2 b の電流量が変動しても、計算値はその影響を受けない。標準薄膜試料の計算値と標準薄膜試料の膜厚との関係を示す検量データと、試料 5 で求めた計算値力も膜厚測定領域 1 4 a の膜厚を算出することができる。ここで、二次電子検出器 8 の配置は検出する二次電子量に影響を与えることか

ら、標準薄膜試料の測定と薄膜試料の測定では、二次電子検出器 8 の配置を変化させないようにする。」

(イ) 「[図 2]

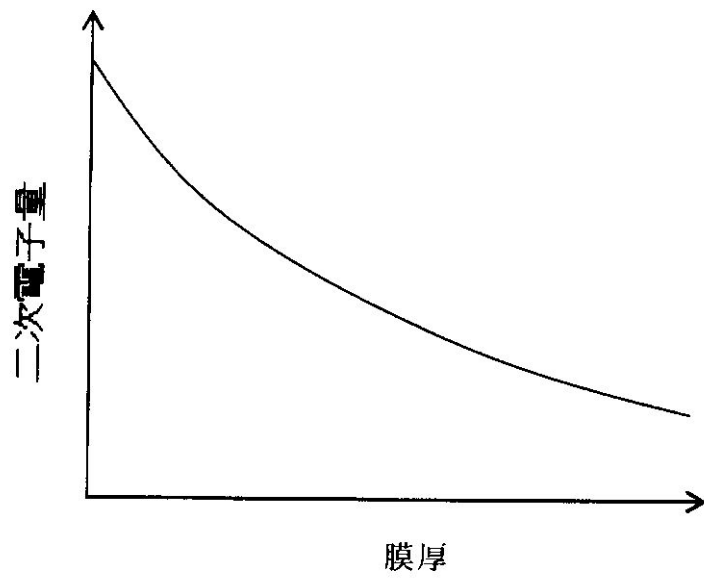


(a)

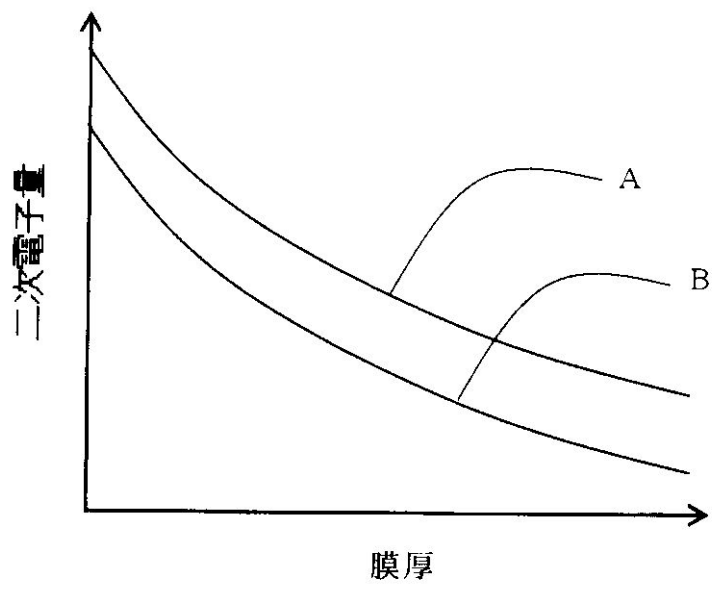


(b)

[図 3]

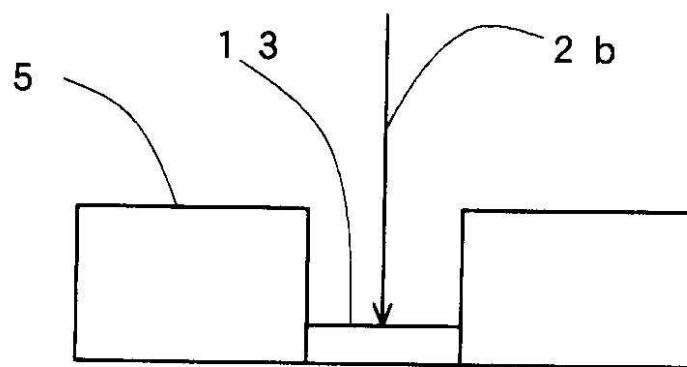


(a)

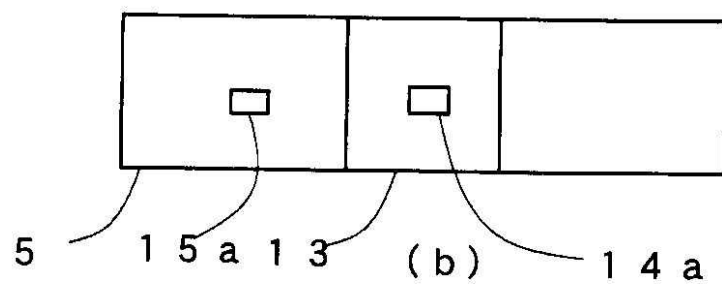


(b)

[图 4]

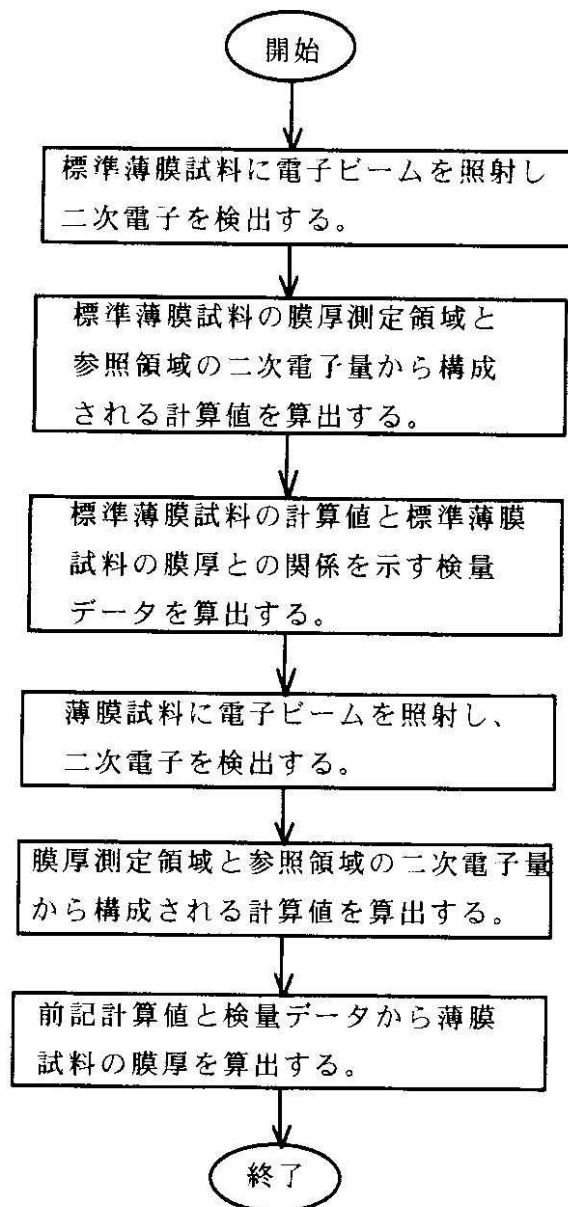


(a)



(b)

[図 5]



」

すると、上記引用文献2には、以下の技術事項（以下「引用文献2の技術事項」という。）が記載されている。

「試料の薄膜部分13の膜厚測定を行う場合、薄膜部分13を含む領域に電子ビーム2bを照射し、発生する二次電子4を二次電子検出器6で検出し、薄膜部分13内の膜厚測定領域14aと試料5の厚い部分内の参照領域15aで発生した二次電子量を用いて、膜厚測定領域14aで検出した二次電子量と参照領域15aで検出した二次電子量から構成される計算値を第1の計算手段11で算出する。ここで、膜厚測定領域14aで検出した二次電子量と参照領域15aで検出した二次電子量の計算値は、同じビーム電流量の電子ビーム2bによって発生した二次電子量の関数である。つまり、この関数は照射する電子ビームの電流量には依存しない膜厚測定領域15aの膜厚によって一義的に決まる関数である。」

ウ 原査定の拒絶の理由に引用された特開2005-30799号公報（以下、「引用文献3」という。）には、以下の事項が記載されている。

（ア）「【0023】

【発明の実施の形態】

本発明の装置の一実施例を図1に示して説明する。

【0024】

液体金属イオン源から発生するイオンを集束イオン光学系で集束し、試料表面に焦点を合わせて走査照射する第一の集束イオンビーム鏡筒1と、液体金属イオン源から発生するイオンを集束イオン光学系で集束し、試料表面に焦点を合わせて走査照射する第二の集束イオンビーム鏡筒2と、アルゴンなどの不活性イオンビームを発生して試料に照射する不活性イオンビーム鏡筒3が試料室4に取り付けられている。試料室内は、真空ポンプ5によって真空排気され、高真空状態を保持している。試料室4の内側には、試料6を載置して移動する試料ステージ7が設置されている。

【0025】

第一の集束イオンビーム鏡筒1と、第二の集束イオンビーム鏡筒2と、不活性イオンビーム鏡筒3は、同一平面上に配置されている。そして、第一の集束イオンビーム鏡筒1から発射される第一の集束イオンビームと、第二の集束イオンビーム鏡筒2から発射される第二の集束イオンビームと、不活性イオンビーム鏡筒3から発射される不活性イオンビームは、試料ステージ7に載置された試料6の表面一箇所で交差するように調整されている。このとき、第一の集束イオンビーム鏡筒1、第二の集束イオンビーム鏡筒2、不活性イオンビーム鏡筒3の配置は、入れ替えても良い。

【0026】

試料ステージ7は、複数の駆動軸を持っていて、試料6を載置して三次元空間を移動可能となっているが、図2に示すように、第一の集束イオンビーム鏡筒1、第二の集束イオンビーム鏡筒2、不活性イオンビーム鏡筒3を含む第一の平面8に対して直交する第二の平面9を基準とし、その交差角度が変更可能な構造になっている。その交差角度の変更可能範囲は、少なくとも±1度あれば良い。これは、試料の側壁を試料表面に対して垂直に立てるために設けられる傾斜角度である。実験的にこの程度の角度より傾斜することができれば、目的を達成できる。すなわち、試料の側壁面の傾斜を補正することができる。

【0027】

第一の集束イオンビーム鏡筒1から発射されて試料表面を走査照射される第一の集束イオンビームは、試料6の表面の被加工領域をスパッタリングエッチング加工する。同時にまたは第一の集束イオンビームを停止して、第二の集束イオンビーム鏡筒2から発射されて試料表面を走査照射される第二の集束イオンビームは、試料6の表面の被加工領域を含む領域に走査照射される。そして、試料6表面から発生する電子などの二次荷電粒子を図1には図示されていない二次荷電粒子検出器にて検出し、同じく図示されていない装置制御システムにて走査電子顕微鏡像となる。また、第一の集束イオンビーム鏡筒1と第二の集束イオンビーム鏡筒2の役割は入れ替えることもできる。さらに、第一の集束イオンビーム鏡筒1と第二の集束イオンビーム鏡筒2は試料表面の同一箇所または異なった場所を同じスパッタリングエッチング加工することもできる。

【0028】

本装置を用いて薄片試料を作製する場合、一方の集束イオンビームにてスパッタリングエッチング加工している状態を他方の集束イオンビーム走査照射による走査イオン顕微鏡像で観察し、薄片の厚さが設定された厚さになったところで、装置制御システムは第一及び第二の集束イオンビームの試料への照射を終了する。

【0029】

また、集束イオンビームにて薄片を所定の厚さに加工した後に、不活性イオンビーム鏡筒3から発射される不活性イオンビームを試料6表面の薄片周辺に照射してスパッタリングエッチング加工を行うのと同時に、第一または第二いずれか一つの集束イオンビームを走査照射して薄膜周辺を走査イオン顕微鏡像で観察し、薄片の厚さが設定された厚さになったところで、装置制御システムは集束イオンビーム及び不活性イオンビームの試料への照射を終了する。

【0030】

図3に本発明による方法一実施例を説明する。

【0031】

図3aに示すように、試料表面の薄片として残す領域11の両側に、加工枠12aおよび12bを設定する。そして、加工枠12aを第一の集束イオンビーム101でスパッタリング

エッチング加工すると同時に加工枠 1 2 b を第二の集束イオンビーム 1 0 2 でスパッタリングエッチング加工する。

続いて、図示されていないが、加工枠 1 2 b を第一の集束イオンビームで、加工枠 1 2 a を第二の集束イオンビームでスパッタリングエッチング加工する。

このとき、第一の集束イオンビームと第二の集束イオンビームは試料表面に対して直交する平面上にあり、試料表面の同一箇所に異なる角度で入射する位置に配置されている。そして、いずれも加速電圧が高く、エッチング速度の速い第一の集束イオンビーム条件にてスパッタリングエッチング加工を行う。

その結果、薄片として残す領域 1 1 を含んだ領域の両側がエッチング加工される。

【0032】

続いて、図 3 b に示すように、薄片として残す領域 1 1 の一方の側壁側に加工枠 1 3 を設定する。そして、試料を傾斜させて、第一の集束イオンビーム条件と比較してビーム径の小さい第二の集束イオンビーム条件にて第一の集束イオンビーム 1 0 1 を走査照射してスパッタリングエッチング加工を行う。傾斜角度は、薄片の側壁が試料表面に対して垂直になるように設定するものとする。このとき第一の集束イオンビームを照射しながら、または第一の集束イオンビームを停止して、第二の集束イオンビームを第三の集束イオンビーム条件にて走査照射して、薄片の表面を走査イオン顕微鏡観察する。そして、薄片の厚さが所定の厚さになったところで、第一及び第二の集束イオンビームの照射を終了する。

【0033】

続いて、図 3 c に示すように、薄片として残す領域 1 1 のもう一方の側壁側に加工枠 1 4 を設定する。そして、試料を傾斜させて、第二の集束イオンビーム条件にて第一の集束イオンビーム 1 0 1 を走査照射してスパッタリングエッチング加工を行う。このときの傾斜角度は他方の傾斜と同じ条件で決定する。図 3 b の工程と同様に、第三の集束イオンビーム条件で第二の集束イオンビームを走査照射して、薄片の表面を走査イオン顕微鏡観察する。そして、薄片の厚さが所定の厚さになったところで、第一及び第二の集束イオンビームの照射を終了する。

【0034】

そして、ここで、薄片の周囲を第一乃至第二の集束イオンビームによるスパッタエッチング加工にて加工して、薄片を試料から切り離しても良い。

【0035】

薄片に残る集束イオンビームによるスパッタリングエッチング加工による損傷が、透過電子顕微鏡による観察に影響する場合、第二の集束イオンビーム条件において、加速電圧を 1 0 k V 以下の低い電圧に設定して行なっても良い。

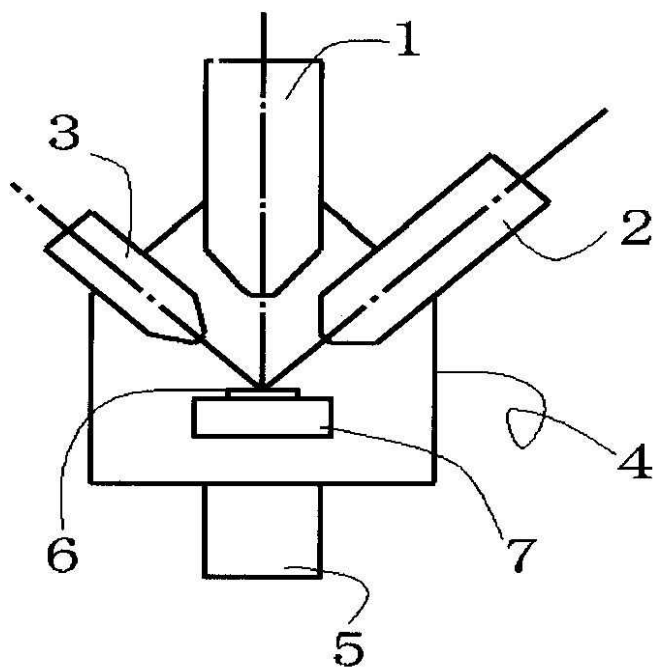
【0036】

また、図 3 d に示すように、試料を水平に戻し、薄片を含む領域 1 5 に不活性イオンビームを照射する。そして、薄片周辺をスパッタリングエッチング加工しても良い。そのとき、薄片周辺に第一乃至第二の集束イオンビームを第三の集束イオンビーム条件で走査照射して、薄片の表面を走査イオン顕微鏡観察し、薄片の厚さが所定の厚さになったところで、集束イオンビーム及び不活性イオンビームの照射を終了する。

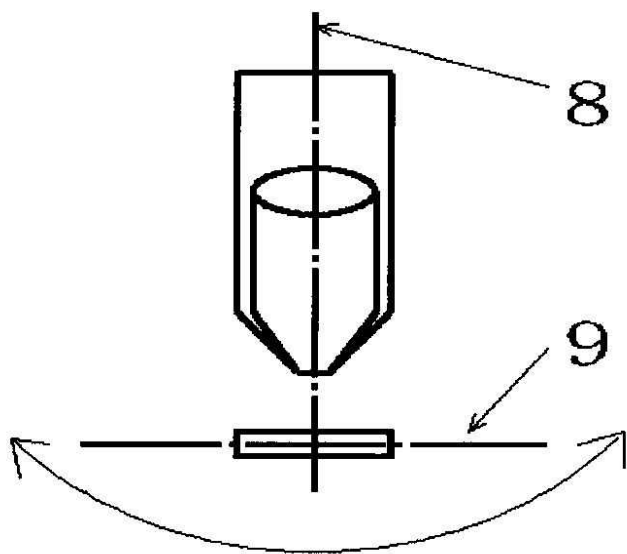
【0037】

その後、上述したのと同様に、薄片の周囲を集束イオンビームによるスパッタリングエッチング加工にて加工して、薄片を試料から切り離す。」

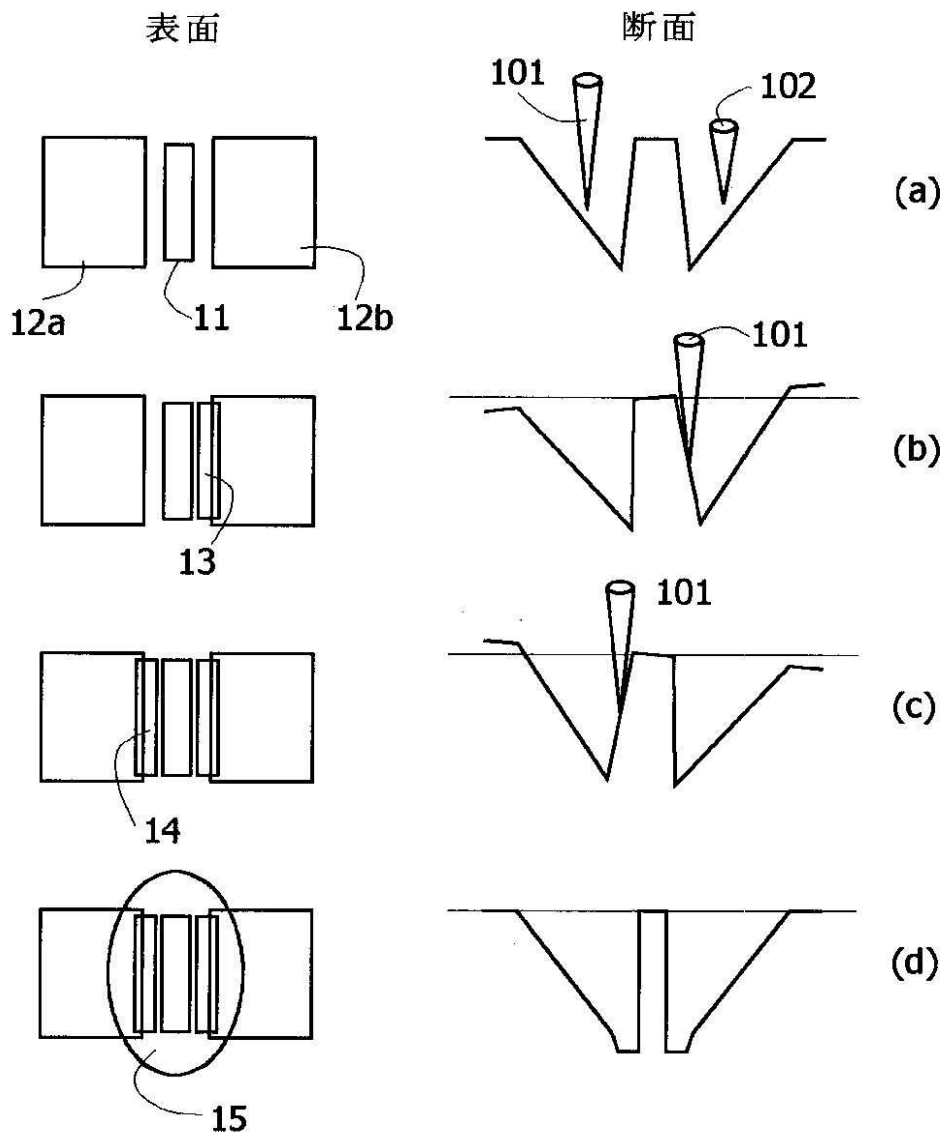
(イ) 「【図 1】



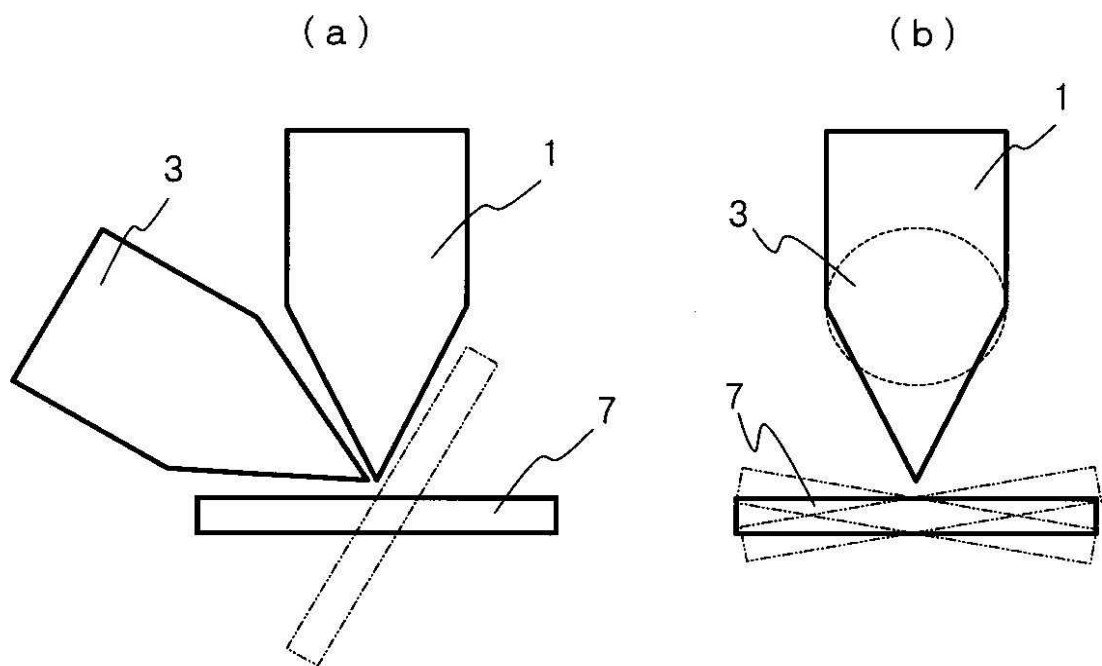
【図 2】



【図 3】



【図 4】



」

すると、上記引用文献 3 には、以下の技術事項（以下「引用文献 3 の技術事項」という。）が記載されている。

「第一の集束イオンビーム鏡筒 1、第二の集束イオンビーム鏡筒 2、不活性イオンビーム鏡筒 3 を含む第一の平面 8 に対して直交する第二の平面 9 を基準とし、その交差角度が変更可能な構造になっている。その交差角度の変更可能範囲は、少なくとも ± 1 度あれば良い。これは、試料の側壁を試料表面に対して垂直に立てるために設けられる傾斜角度である。実験的にこの程度の角度より傾斜することができれば、目的を達成できる。すなわち、試料の側壁面の傾斜を補正することができる。」

(3) 対比

本願補正発明 1 と引用発明を対比すると、両者は、
「集束イオンビーム鏡筒から照射する集束イオンビームにより試料を加工し、薄膜試料を作製する薄膜試料作製装置において、
前記薄膜試料を載置する試料台と、
前記薄膜試料に電子ビームを照射する電子ビーム鏡筒と、
前記電子ビームの照射により前記薄膜試料から放出される反射電子又は二次電子を検出する荷電粒子検出器と、
前記荷電粒子検出器の検出信号から形成される前記薄膜試料の観察像を表示する表示部と、からなる薄膜試料作製装置。」
で一致し、次の各点で相違する。

(相違点ア)

本願補正発明 1 では、「100 nm 以下の膜厚の薄膜試料を作製する」のに対して、引用発明では、「最終加工仕上げ厚さが 100 ~ 200 nm である薄膜部を有する試料を作成する」点。

(相違点イ)

本願補正発明 1 は、「前記観察像において、前記薄膜試料の上部側に前記電子ビームの一部が透過する厚さの第一の測定領域と、底部側に前記電子ビームの一部が透過する厚さの第二の測定領域とを設定する入力部」を備えるのに対して、引用発明は、膜厚の測定領域を設定する入力部を備えることが特定されない点。

(相違点ウ)

本願補正発明 1 は、「前記電子ビームを照射することにより前記第一の測定領域と前記第二の測定領域から発生した前記反射電子又は二次電子の検出量と、前記第一の測定領域と前記第二の測定領域との距離から前記薄膜試料の傾斜角度を計算する傾斜角度計算部」を備えるのに対して、引用発明は、「薄膜部の膜厚もしくは膜厚分布の測定」についての特定はあるものの、「薄膜部」の傾斜角度の計算についての特定はない点。

(4) 判断

上記相違点ウについて検討する。

引用文献 1 には、引用文献 1 の技術事項として、「観察光 7 に集束したレーザビームを用い、これが薄膜部 3 の側壁で反射されたビーム 8 をアレイ状の検出器 12 で検出することで、反射光 8 の位置を求め薄膜部 3 の側壁の角度を求めること」、

引用文献 2 には、引用文献 2 の技術事項として、「薄膜部分 13 内の膜厚測定領域 14 a と試料 5 の厚い部分内の参照領域 15 a で発生した二次電子量を用いて、膜厚測定領域 14 a で検出した二次電子量と参照領域 15 a で検出した二次電子量から構成される計算値を第 1 の計算手段 11 で算出する」こと、

引用文献 3 には、引用文献 3 の技術事項として、「少なくとも ± 1 度あれば良い。これは、試料の側壁を試料表面に対して垂直に立てるために設けられる傾斜角度である。実験的にこの程度の角度より傾斜することができれば、目的を達成できる」こと
が、それぞれ、開示されているが、2 つの測定領域の反射電子又は二次電子の検出量（膜厚に対応する量）と該 2 つの領域の距離から薄膜部の傾斜角度を求めることについては、開示も示唆もない。

また、他に、本願補正発明 1 の上記相違点ウに係る構成が公知であること

を示す証拠もない。

すると、引用発明に加えて、引用文献 1～3 に記載された技術事項等を参照しても、上記相違点ウに係る本願補正発明 1 の構成を、当業者が適宜なし得る設計事項であるとはいえない。

そして、上記相違点ウにより、本願補正発明 1 は、本願の明細書に記載された効果を奏する。

よって、本願補正発明 1 は、少なくとも上記相違点ウにより、引用発明に加えて、引用文献 1～3 に記載された技術事項等を参照しても、当業者が容易に発明をすることができたものであるとはいえない。

(5) 小括

したがって、本願補正発明 1 は、当業者が引用発明に加えて、引用文献 1～3 に記載された技術事項等を参照しても、当業者が容易に発明をすることができたものであるとはいえない。

また、他に、本願補正発明 1 を独立特許要件違反とする理由はない。

よって、本願補正発明 1 は、特許法第 17 条の 2 第 6 項において準用する同法第 126 条第 7 項の規定に適合する。

(6) 本願補正発明 2～5 について

本願補正発明 2 は本願補正発明 1 をさらに限定したものであり、本願補正発明 3～5 は本願補正発明 1 と同様の特定事項を含む「薄膜試料作成方法」に関する発明であるので、本願補正発明 1 と同様に、当業者が引用発明に加えて、引用文献 1～3 に記載された技術事項等を参照しても、当業者が容易に発明をすることができたものであるとはいえない。

また、他に、本願補正発明 2～5 を独立特許要件違反とする理由はない。

よって、本願補正発明 2～5 は、特許法第 17 条の 2 第 6 項において準用する同法第 126 条第 7 項の規定に適合する。

4 むすび

本件補正は、特許法第 17 条の 2 第 3 項ないし第 6 項の規定に適合する。

第 3 本願発明

本件補正は上記のとおり、特許法第 17 条の 2 第 3 項ないし第 6 項の規定に適合するから、本願の請求項 1～5 に係る発明は、本願補正発明 1～5 である。

そして、本願補正発明 1～5 は、上記「第 2」「第 3」で検討したとおり、当業者が引用発明に加えて、引用文献 1～3 に記載された技術事項等を参照しても、当業者が容易に発明をすることができたものであるとはいえない。

したがって、本願については、原査定の拒絶理由を検討しても、その理由によって拒絶すべきものとすることはできない。

また、他に本願を拒絶すべき理由を発見しない。

よって、結論のとおり審決する。

平成 28 年 11 月 1 日

審判長	特許庁審判官	森 竜介
	特許庁審判官	伊藤 昌哉
	特許庁審判官	松川 直樹

審判長	特許庁審判官	森 竜介	8805
	特許庁審判官	松川 直樹	8804
	特許庁審判官	伊藤 昌哉	8808