

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4037809号  
(P4037809)

(45) 発行日 平成20年1月23日(2008.1.23)

(24) 登録日 平成19年11月9日(2007.11.9)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 N	1/28	(2006.01)	GO 1 N	1/28	G
GO 1 N	1/32	(2006.01)	GO 1 N	1/28	F
HO 1 J	37/317	(2006.01)	GO 1 N	1/32	B
			HO 1 J	37/317	D

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2003-296332 (P2003-296332)	(73) 特許権者	000004271
(22) 出願日	平成15年8月20日(2003.8.20)		日本電子株式会社
(65) 公開番号	特開2005-62131 (P2005-62131A)		東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号
(43) 公開日	平成17年3月10日(2005.3.10)	(73) 特許権者	000232324
審査請求日	平成18年3月27日(2006.3.27)		日本電子エンジニアリング株式会社
			東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号
		(72) 発明者	吉岡 忠則
			東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本
			電子エンジニアリング株式会社内
		(72) 発明者	渡邊 榮一
			東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本
			電子エンジニアリング株式会社内
		審査官	野田 洋平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオンミーリング試料作製装置用マスクおよび試料作製装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料面上にイオン照射領域とイオン非照射領域を形成するために、イオンビームが照射される試料面上に移動可能に配置されるイオンミーリング試料作製装置用マスクであって、次の(a)~(c)の特徴を備えたイオンミーリング試料作製装置用マスク

(a) イオン照射領域とイオン非照射領域の境界を前記試料面上に規定するエッジ部分には、エッジeに近づくにつれて厚みが大きくなるような傾斜がつけられている

(b) 前記エッジeと前記傾斜部分の間には上面が形成されていて、その上面は前記試料面にほぼ平行である

(c) 前記エッジ部分のマスク側面は、前記試料面にほぼ垂直な平面である。

【請求項2】

試料にイオンビームを照射するためのイオン銃と、試料面上にイオン照射領域とイオン非照射領域を形成するために、前記イオンビームが照射される試料面上に移動可能に配置されるマスクと

を備えた試料作製装置において、

次の(a)~(c)の特徴を有するマスクを備えた試料作製装置

(a) イオン照射領域とイオン非照射領域の境界を前記試料面上に規定するエッジ部分には、エッジeに近づくにつれて厚みが大きくなるような傾斜がつけられている

(b) 前記エッジeと前記傾斜部分の間には上面が形成されていて、その上面は前記試料面にほぼ平行である

10

20

(c) 前記エッジ部分のマスク側面は、前記試料面にほぼ垂直な平面である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イオンミーリング試料作製装置においてイオン銃と試料間に配置されるマスク、およびそのイオンミーリング試料作製装置に関する。

【背景技術】

【0002】

これまで、走査電子顕微鏡 (SEM) や透過電子顕微鏡 (TEM) で観察される試料を作製する装置として、たとえば特許第3263920号公報 (特許文献1) に記載されているようなイオンミーリング試料作製装置が知られている。

10

【0003】

特許文献1のイオンミーリング試料作製装置においては、図1に示すように、直線状のエッジを有する板状マスク (遮蔽材) が試料上に配置され、そのエッジを境界として試料に照射されたイオンビームによって試料がエッチングされるように構成されている。図1中の斜線部分が、試料断面Sを得るためにエッチングしたい試料部分である。

【0004】

【特許文献1】特許第3263920号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

さて、図2は図1の装置において試料がエッチングされていく過程を示した図である。エッチング初期の図2(a)に示すように、試料は角の方からエッチングされる。これと共に、イオンビームが照射されるマスクも試料同様に角の方からエッチングされる。

【0006】

こうしてマスクの角がエッチングされて丸くなると、その丸くなった部分に当たったイオンは図2「イオンパス説明図」に示すようにマスク側面を滑り落ち、そのイオンのパス (移動距離) は長くなる。このため、マスク側面は1個のイオンでも長い距離にわたって多くエッチングされる。一方、マスク上面に当たったイオンはそこで止まり、そのイオンパスはきわめて短い。この結果、丸くなったマスク側面のエッチング量は、マスク上面よりもかなり多くなる。

30

【0007】

そして、図2(b)の状態を経て、試料とマスクは最終的に図2(c)のようにエッチングされる。図2(c)に示すようにマスク側面がかなりエッチングされたために、試料のマスクに近い部分は必要以上にエッチングされている。すなわち、上述した所望の試料断面Sを含む試料部分がエッチングされている。

【0008】

本発明はこのような点に鑑みて成されたものであり、その目的は、所望の断面を有する試料を作製することができるイオンミーリング試料作製装置用マスクおよび試料作製装置を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成する本発明のイオンミーリング試料作製装置用マスクは、試料面上にイオン照射領域とイオン非照射領域を形成するために、イオンビームが照射される試料面上に移動可能に配置されるイオンミーリング試料作製装置用マスクであって、次の(a)~(c)の特徴を備えたイオンミーリング試料作製装置用マスク

(a) イオン照射領域とイオン非照射領域の境界を前記試料面上に規定するエッジ部分には、エッジeに近づくにつれて厚みが大きくなるような傾斜がつけられている

(b) 前記エッジeと前記傾斜部分の間には上面が形成されていて、その上面は前記試料面にほぼ平行である

50

(c) 前記エッジ部分のマスク側面は、前記試料面にほぼ垂直な平面である。

【発明の効果】

【0010】

したがって本発明によれば、所望の断面を有する試料を作製することができるイオンミリング試料作製装置用マスクおよび試料作製装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。

【0012】

図3は、本発明のイオンミリング試料作製装置の一例を示した図である。

10

【0013】

図3において1は真空チャンバであり、真空チャンバ1の上部にはイオン銃2が取り付けられている。このイオン銃2としてガスイオン銃が用いられており、たとえばArガスを放電によりイオン化させてArイオンを放出させるガスイオン銃が用いられている。

【0014】

3はステージであり、ステージ3上にはx y 移動機構4が配置されている。このx y 移動機構4はxおよびy軸方向に移動可能に構成されている。そして、x y 移動機構4上には試料ホルダ5がセットされており、試料ホルダ5は試料6を保持している。

【0015】

また、図3において7はマスク移動機構である。このマスク移動機構7は前記ステージ3上に配置されており、y軸方向に移動可能に構成されている。そして、マスク(遮蔽材)8を保持したマスク保持部9が、x軸に平行な軸aの周りに傾倒可能に前記マスク移動機構7に取り付けられている。図3の状態においては、マスク保持部9は試料6の方に倒されており、マスク8は試料6上に密接配置されている。また、図3において10は排気装置であり、排気装置10は真空チャンバ1の内部を排気するためのものである。

20

【0016】

さて、図4は、図3において試料6上に置かれたマスク8を説明するために示した図である。図4(a)はマスク8を横(-x軸方向)から見た図であり、図4(b)はマスク8の斜視図である。

【0017】

図4において、8aは、前記イオン銃2からのイオンビーム $I_B$ が照射される照射面である。この照射面8aの1つのエッジ部分8bは図4に示すように他の部分より厚くなっており、そのエッジ部分8bは、エッジeに近づくほど厚くなっている。

30

【0018】

そして、エッジ部分8bの斜面8b'はx軸に平行であり、その斜面8b'とz軸との成す角度は30度程であって、その斜面8b'部分の厚さ $h_1$ は0.5mm程である。また、エッジ部分8bの上面8b''はx y 平面に平行であり、その上面8b''の横幅(y軸方向の長さ) $d_1$ は50 $\mu$ m程である。また、マスクを試料面に密着させたとき、マスク側面8cは試料面に対してほぼ垂直な平面となるように加工されている。そのマスク側面8cの厚さ $h_2$ は1.5mm程であり、エッジ部分8bの厚さ1.5mmは平坦部の厚さ1mm( $h_2 - h_1$ )よりも厚くされている。

40

【0019】

なお、マスク8の作り方としては、たとえばスーパーインバー(Co-Ni合金)のような磁性材料を図4に示した形に加工した後、その表面にニッケル-リン(リン10%以上)無電解メッキ等によって非晶質金属を固着させる方法がとられる。前記スーパーインバーが利用される理由は、スーパーインバーは熱膨張率が非常に小さく、イオンビーム照射により温度が上昇しても熱変形が少なく、エッジ位置の変化が起こりにくいことと、またニッケル-リンのメッキが付きやすいためである。また、非晶質金属を用いるのは、エッチングされる際に特定の方向にエッチングが進行するようなことがなく、エッチングが均一に進むためである。また、マスク8の別の作り方として、たとえばサファイアのよう

50

な単結晶材料を図4に示した形に加工する方法がとられる。

【0020】

以上、図3の試料作製装置の構成と、図3の試料作製装置におけるマスク8の形状を図4を用いて説明した。

【0021】

次に、図3の試料作製装置における試料6のイオンビーム加工について説明する。なお、図3中の斜線部分b(加工部分b)が、所望の試料断面Sを得るためにエッチングしたい試料部分である。また、前記マスク側面8cがイオンビーム $I_B$ の中心軸O上に位置するように、マスクとイオンビームの相対位置合わせが行われている。

【0022】

まず、真空チャンバ1内が排気装置10によって所定の真空度に排気される。その後、イオン銃2からイオンビーム $I_B$ が放出され、試料6およびマスク8にまたがってイオンビームが照射されると、マスク8で遮られなかったイオンビーム $I_B$ によって試料6の表面がエッチングされる。すなわち、マスク8のエッジeを境界として試料6に照射されたイオンビーム $I_B$ によって、試料6の前記加工部分bがエッチングされる。

【0023】

さて、図5は、試料6の加工部分bがエッチングされていく過程を示した図である。エッチング初期の図5(a)に示すように、試料6の加工部分bは角の方からエッチングされる。

【0024】

この試料エッチングと共に、イオンビーム $I_B$ が照射されるマスク部分もエッチングされる。しかし、エッジ部分8bにエッジeから離れるにつれて厚みが減少する方向の傾斜がついているため、エッジ部分の頂部に照射されたイオンは、主にエッジから離れる方向に反射され、図2のイオンパス説明図に示されるようにマスク側面が主にエッチングされることが起こりにくくなる。そのため、点線で示されるイオンビーム照射前のマスク形状に対して、図5(a)に示すように、イオンビーム $I_B$ が照射されるマスク8のエッジ部分8bは、イオンビーム照射前の元の形状をほぼ保ちながらエッチングされる。

【0025】

そして、図5(b)は、図5(a)の状態からある時間経過した後の状態を示した図である。図5(b)に示すように、マスク8のエッジ部分8bは図5(a)の状態より更にエッチングされている。しかし、そのマスク8のエッジ部分8bは、イオンビーム照射前の元の形状(点線で示された元の形状)をほぼ保ちながらエッチングされている。すなわち、イオンエッチングによってマスク側面8cの厚さ $h_2$ は少し低くなっているが、マスク側面8cはそれまで通りイオンビーム $I_B$ の中心軸O上に位置している。この結果、図5(b)に示すように、所望の試料断面Sが現れるように試料6はエッチングされる。

【0026】

そして、試料6とマスク8は最終的に図5(c)のようにエッチングされる。図5(c)に示すように、マスク8のエッジ部分8bはイオンビーム照射前の元の形状をほぼ保ちながらエッチングされており、マスク側面8cはそれまで通りイオンビーム $I_B$ の中心軸O上に位置している。この結果、所望の試料断面Sを有する試料が作製され、この試料断面Sは後で走査電子顕微鏡などで観察される。

【0027】

以上、図3の試料作製装置における試料6のイオンビーム加工について説明した。図3の試料作製装置においては、図4に示した本発明のマスクが使用されるため、上述したように所望の断面を有する電子顕微鏡用試料を作製することができる。

【0028】

以上、本発明の一例を説明したが、本発明は上記例に限定されるものではない。たとえば、図4に示したマスクは上面8b''を有しているが、図6に示すように、上面8b''のない尖ったエッジeを有するマスクを用いるようにしてもよい。この図6に示したマスクは、上面8b''を有しない以外は図4に示したマスクと同じである。

10

20

30

40

50

## 【0029】

なお、本発明者の実験によれば、図6に示したマスクにイオンビームを照射した場合、図7に示すようにマスクのエッジ部分はエッチングされ、マスク側面は徐々にエッチングされることがわかった。この実験から、図4に示したようにマスクに上面8b”を設けることには効果があることがわかった。また、この実験から、図6のマスクの側面は図7に示したようにエッチングされるものの、イオンビーム照射前のマスク側面が完全にエッチングされるまでの時間は、マスクのエッジ部分を厚くした分だけ、図6のマスクの方が図2の従来のマスクよりかなり長いことがわかった。

## 【0030】

また、本発明は、図8に示すような形状のエッジ部分を有するマスクも含むものである。図8のマスクのエッジ部分の断面dの形状は四角形であるのに対して、上記例におけるその断面形状は三角形である。

10

## 【0031】

なお、本発明の目的を達成するために、マスク全体の厚みを従来より厚くすることも考えられるが、そのようなマスクを作製するとコストが非常に高くなってしまう。そこで、本発明のマスクではエッジ部分だけが厚くされている。

## 【0032】

また、本発明の試料作製装置を、透過電子顕微鏡や電子プローブマイクロアナライザやオージェマイクロプローブなどで観察される試料の作製に用いるようにしてもよい。

## 【図面の簡単な説明】

20

## 【0033】

【図1】従来のイオンミリング試料作製装置を説明するために示した図である。

【図2】図1の装置における試料エッチングの過程を説明するために示した図である。

【図3】本発明のイオンミリング試料作製装置の一例を説明するために示した図である。

【図4】図3におけるマスクを説明するために示した図である。

【図5】図3の装置における試料エッチングの過程を説明するために示した図である。

【図6】本発明のマスクの一例を説明するために示した図である。

【図7】図6のマスクのエッチングの過程を説明するために示した図である。

【図8】本発明のマスクの一例を説明するために示した図である。

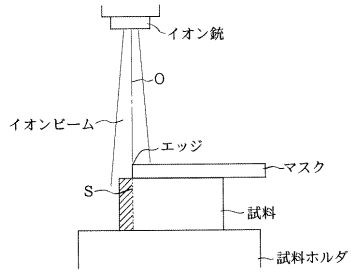
30

## 【符号の説明】

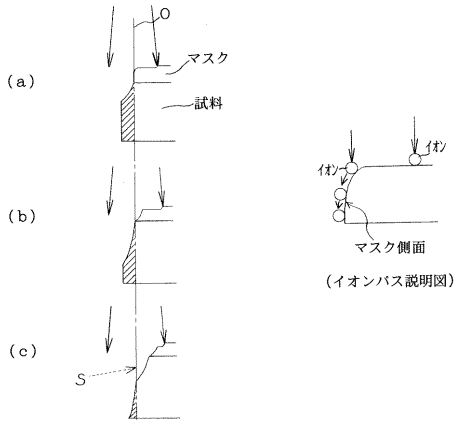
## 【0034】

1...真空チャンバ、2...イオン銃、3...ステージ、4...x y 移動機構、5...試料ホルダ、6...試料、7...マスク移動機構、8...マスク、9...マスク保持部、10...排気装置

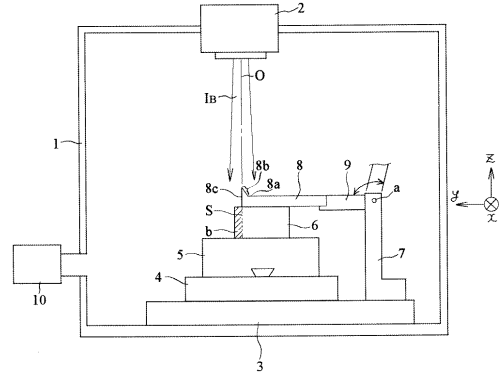
【図1】



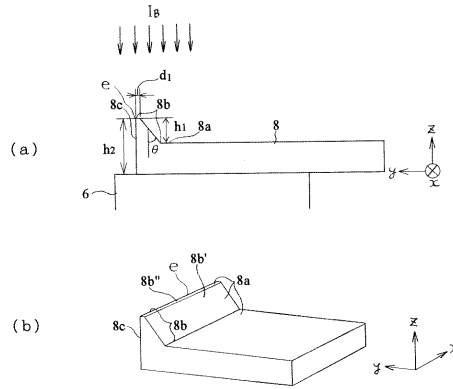
【図2】



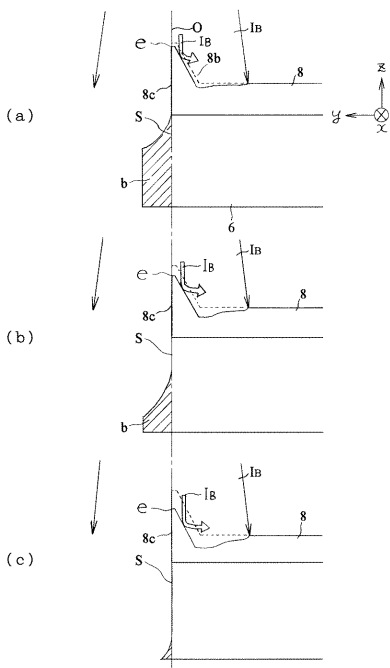
【図3】



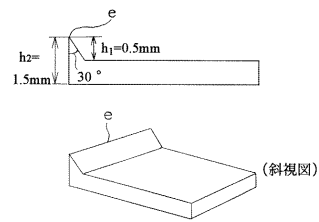
【図4】



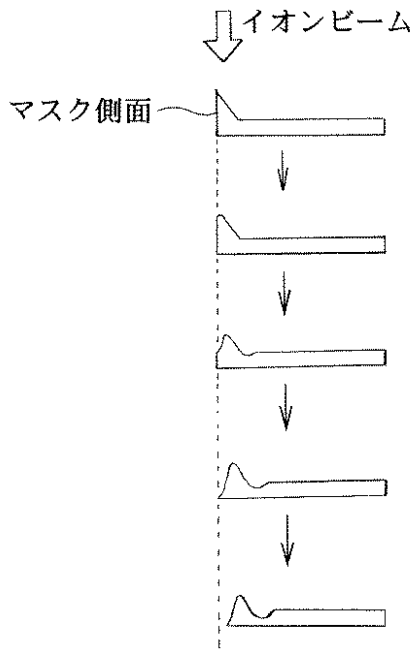
【図5】



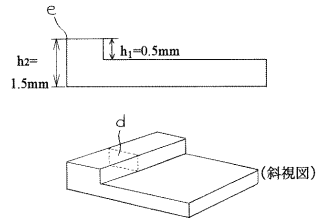
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特許第3263920(JP, B2)  
特開平06-349779(JP, A)  
特開昭62-279633(JP, A)  
特開2005-026359(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 1/28  
G01N 1/32  
H01J 37/317