



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005137928/28, 05.12.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
05.12.2005

(45) Опубликовано: 10.06.2007 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 721867 A1, 15.03.1980. US  
2005035302 A1, 17.02.2005. JP 2002319365 A,  
31.10.2002. US 2002005492 A, 17.01.2002.

Адрес для переписки:

630090, г.Новосибирск, пр. Акад. Лаврентьева,  
5, Институт катализа им. Г.К. Борескова, Т.Д.  
Юдиной, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Абросимов Олег Геннадиевич (RU),  
Мороз Элла Михайловна (RU),  
Чувиллин Андрей Леонидович (RU),  
Кайзер Уте (DE)

(73) Патентообладатель(и):

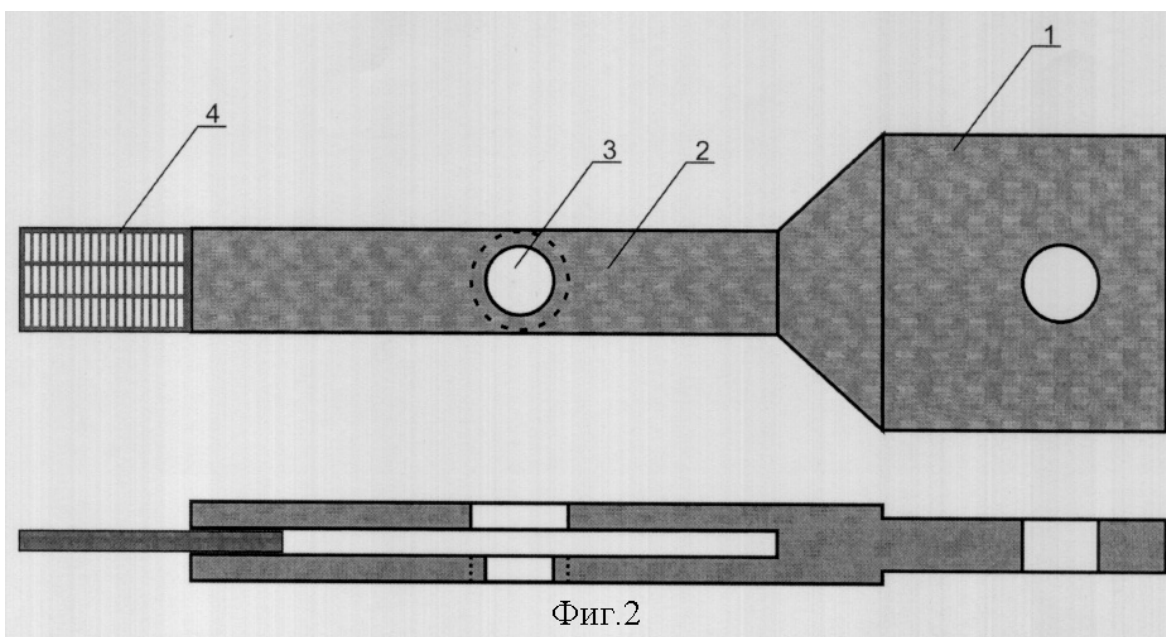
Институт катализа им. Г.К. Борескова  
Сибирского отделения Российской академии  
наук (RU)

## (54) НАКОНЕЧНИК ДЕРЖАТЕЛЯ И СЕТКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТОМОГРАФИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области научного приборостроения и может быть использовано при выпуске просвечивающих электронных микроскопов. Наконечник держателя для электронного микроскопа, состоящий из основания, за которое он крепится к держателю, зажима с отверстием для зажимающего винта и томографической сетки, сетка закреплена в

наконечнике сбоку. Сетка для наконечника держателя для электронного микроскопа, допускающая ее вращение в диапазоне углов до  $\pm 80^\circ$ , представляющая собой тонкую пластину с длинными узкими отверстиями в направлении, перпендикулярном оси держателя. Технический результат - увеличение разрешения просвечивающих электронных микроскопов. 2 н.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг.2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

*H01J 37/20* (2006.01)*H01J 37/26* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005137928/28, 05.12.2005**(24) Effective date for property rights: **05.12.2005**(45) Date of publication: **10.06.2007 Bull. 16**

Mail address:

**630090, g.Novosibirsk, pr. Akad. Lavrent'eva,  
5, Institut kataliza im. G.K. Boreskova, T.D.  
Judinoj, patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Abrosimov Oleg Gennadievich (RU),  
Moroz Ehlla Mikhajlovna (RU),  
Chuvilin Andrej Leonidovich (RU),  
Kajzer Ute (DE)**

(73) Proprietor(s):

**Institut kataliza im. G.K. Boreskova  
Sibirskogo otdelenija Rossijskoj akademii nauk (RU)**

(54) **HOLDER THIMBLE AND GRID FOR ELECTRON TOMOGRAPHY**

(57) Abstract:

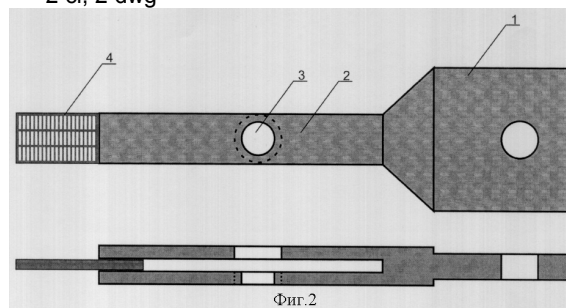
FIELD: research instrumentation engineering;  
producing transmission electron microscopes.

SUBSTANCE: proposed electron-microscope holder thimble has its mounting base attached to holder, clamp with hole to receive clamping screw, and tomographic grid; the latter is secured on thimble side. Mentioned holder thimble grid is free to rotate within range of  $\pm 80$  deg. It is made in the form of thin plate with narrow openings elongated in direction perpendicular to holder axis.

EFFECT: enhanced definition of transmission

electron microscopes.

2 cl, 2 dwg



Фиг. 2

Изобретение относится к области научного приборостроения и может быть использовано при выпуске просвечивающих электронных микроскопов.

Возможность получения информации о локальной структуре является основной особенностью метода просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) по сравнению с другими структурными методами исследования, дающими информацию, усредненную по объему образца. Будучи прямым методом, ПЭМ не требует а priori знания параметризованной модели структуры (в отличие от, например, порометрии, рентгеноструктурного анализа или рамановской спектроскопии) и позволяет исследовать материалы, в которых структура и морфология варьируются в широких пределах. Две эти особенности делают ПЭМ незаменимым, а во многих случаях и единственным возможным методом исследования микроструктуры и морфологии современных наноструктурированных материалов и наноразмерных устройств.

Изображения, получаемые методом электронной микроскопии, являются двумерными проекциями трехмерной структуры. Это обстоятельство не имеет значения при исследовании тонких образцов, однако им нельзя пренебречь в случае, когда размер подлежащих исследованию особенностей строения сопоставим с толщиной образца. Такая ситуация имеет место в биологии, где структура и морфология вирусов и макромолекул должна быть определена во всех трех измерениях, поскольку именно от пространственного строения этих объектов зависят их физические и химические свойства. Для решения этой задачи биологами с 1968 года используется метод электронной томографии (ЭТ) [D.J.de Rosier, A.Klug, Nature 217 (1968) 130]. Метод ЭТ позволяет по набору электронно-микроскопических снимков, полученных при наклоне образца в широком угловом диапазоне ( $\pm 60^\circ$  -  $\pm 80^\circ$ ) (угловая серия), реконструировать исходный трехмерный объект. Это единственный прямой метод исследования внутреннего строения микрообъектов размером в сотни нанометров с разрешением в единицы нанометров.

В последние годы в связи с бурным развитием нанотехнологий и наноэлектроники и, как следствие, уменьшением плоских размеров компонентов устройств до уровня, сопоставимого с их размером в третьем измерении, для того чтобы иметь представление о структуре устройства, возникла необходимость исследования этих объектов во всех трех измерениях. Та же тенденция имеет место и в материаловедении, где уникальные физико-химические и технологические качества новых композитных материалов зачастую обусловлены особенностями взаимного пространственного распределения компонентов, а также в катализе, где создаются гетерогенные катализаторы, в которых наноразмерные частицы активного компонента распределены во всех трех измерениях на поверхности или внутри носителя. Как ответ на этот запрос, в рамках метода электронной микроскопии был предложен ряд режимов съемки, позволяющих применять метод ЭТ для исследования особенностей пространственного строения объектов материаловедения. Это такие методы, как STEM HAADF [P.A.Midgley, M.Weyland, Ultramicroscopy 96 (2003) 413-431], EFTEM [G.Möbus, R.C.Doole, B.J.Inkson. Ultramicroscopy 96 (2003) 433-451], ADF TEM с Cs-корректором [S.Bals, B.Kabius, M.Haider, V.Radmilovic, C.Kisielowski, Solid State Communications 130 (2004) 675-680] и HACDF [U.Kaiser, A.Chuvilin, Microsc. Microanal. 9 (2003) 36-41]. Последний метод (HACDF) особенно интересен, поскольку не требует дополнительного дорогостоящего оборудования и может быть реализован в обычном приборе ПЭМ.

Одним из основных препятствий широкому применению метода ЭТ в исследовании и охарактеризации объектов материаловедения является конструктивная особенность серийных приборов ПЭМ, ограничивающая доступный угол наклона образца в диапазоне  $\pm 40^\circ$  -  $\pm 50^\circ$ . Эта особенность заключается в малых (3-5 мм) размерах области между наконечниками объективных линз, в которую помещается образец. Увеличение размера этой области приводит к потере разрешения прибора. Другим фактором, сужающим доступный угловой диапазон, являются конструктивные особенности стандартных держателей и электронно-микроскопических сеток. На Фиг.1 приведен пример такого держателя. Он представляет собой металлическую пластину, в отверстие которой

вставляется круглая ЭМ-сетка. В такой конструкции сетка при наклоне заслоняется держателем. Максимальный угол наклона, при котором ЭМ-сетка еще не заслоняет образец, связан с величиной отверстий в сетке  $W$  и толщиной сетки  $h$  следующим образом:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = \frac{W}{2 \cdot h} \quad (1)$$

В соответствии с этим соотношением и опытными данными стандартные электронно-микроскопические (ЭМ) сетки допускают вращение образца в диапазоне  $\pm 50^\circ - \pm 60^\circ$ .

Изобретение решает задачу увеличения разрешения и снижения стоимости приборов ПЭМ.

Задача решается конструкцией томографического наконечника для держателя и конструкция томографических ЭМ - сеток, в связке дающих возможность съемки угловых серий в диапазоне углов до  $\pm 80^\circ$ .

Область применения изобретения - это дооснащение уже существующих приборов ПЭМ с тем, чтобы получить возможность проведения томографических исследований, а также снижение требований к конструкции объективных линз, а значит, увеличение разрешения и снижение стоимости приборов ПЭМ.

Описание томографического наконечника для держателя: особенностью предлагаемого томографического держателя является то обстоятельство, что ЭМ-сетка зажимается и удерживается им сбоку, а не со всех сторон, как в стандартном держателе.

Описание томографических ЭМ-сеток: особенностью предлагаемых томографических ЭМ-сеток является то обстоятельство, что вместо отверстий, как в стандартных сетках, в них сделаны длинные узкие прорезы в направлении, перпендикулярном оси держателя.

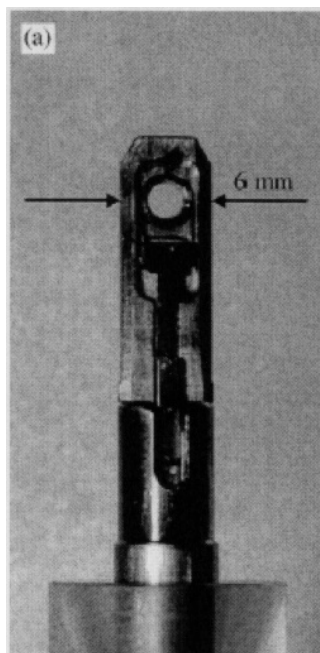
На Фиг.2 представлена схема томографического наконечника и сетки. Вверху - вид сверху, внизу - вид сбоку. Наконечник состоит из основания, за которое он крепится к держателю - 1, зажима - 2 с отверстием для зажимающего винта - 3. Томографическая ЭМ-сетка представляет собой тонкую пластину с длинными узкими отверстиями в направлении, перпендикулярном оси держателя - 4. ЭМ-сетка зажимается и удерживается наконечником сбоку, а не со всех сторон, как в стандартном держателе.

Сетка вставляется в наконечник, как показано на Фиг.2. Сам наконечник своим основанием прикрепляется к стандартному держателю и используется для получения угловых серий электронно-микроскопических изображений.

#### Формула изобретения

1. Наконечник держателя для электронного микроскопа, состоящий из основания, за которое он крепится к держателю, зажима с отверстием для зажимающего винта и томографической сетки, сетка закреплена в наконечнике сбоку.

2. Сетка для наконечника держателя для электронного микроскопа, допускающая ее вращение в диапазоне углов до  $\pm 80^\circ$ , представляющая собой тонкую пластину с длинными узкими отверстиями в направлении, перпендикулярном оси держателя.



Фиг. 1