



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85149** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
B82B 1/00
G01B 11/06 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 06270	(72) Винахідник(и): Левандовський Борис Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 21.05.2013	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Левандовський Борис Іванович, вул. Командарма Уборевича, 30-а, кв. 39, м. Харків, 61660 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.11.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.11.2013, Бюл.№ 21	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ АБСОЛЮТНОЇ ТОВЩИНИ МІЖЗЕРЕННОГО ПРОШАРКУ В ГОЛЧАСТИХ ЗРАЗКАХ З БАМБУКОВОЮ СТРУКТУРОЮ

(57) Реферат:

Спосіб визначення абсолютної товщини міжзеренного прошарку в голчастих зразках з бамбуковою структурою включає вимірювання параметрів діючого електричного поля на зразок під час його атомного випаровування. Здійснюють його об'ємне сканування за допомогою польового іонного мікроскопа. Розраховують шукану величину.

UA 85149 U

Корисна модель належить до галузі металознавства, а саме до способів визначення властивостей полікристалічних матеріалів.

Міжзеренні включення (прошарки) та інші межі у полікристалах впливають на цілу низку різноманітних властивостей цих матеріалів. Тому проблема визначення абсолютної товщини міжзеренних прошарків досить актуальна у металознавстві [Гляйтер Г., Чалмерс Б. Большеугловые границы зёрен. - М.: Мир, 1975.-375 с; Ксенофонов В.А., Саданов Е.В., Михайловский И.М., Великодня О.А. Полева ионная микроскопия объектов микрометрового масштаба, 2005, том 31, вып. 20]. Тому проблема визначення абсолютної товщини міжзеренних прошарків досить актуальна у металознавстві. Недоліком знаходження товщини міжзеренних прошарків стандартними методами металознавства є те, що вимірювання є досить приблизним у мікронному усередненому діапазоні, і його результат не завжди відповідає реальній товщині міжзеренних прошарків.

Найбільш близьким за своєю суттю є спостереження подібних об'єктів на атомному рівні в польовому іонному мікроскопі (ПІМ), яке вперше було опубліковано в роботі [Гарбер Р.И., Афанасьев В.И., Михайлов А.Ф., Левандовский Б.И. Автоионномикроскопическое исследование межзеренной прослойки в вольфраме. //Известия ВУЗов. Физика.-1971. - № 2. - с. 122-123.]. В цій роботі зазначалось, що в процесі випаровування електричним полем вольфрамового голчастого зразка в ПІМ спостерігався міжзеренний прошарок, площа якого була нормальна (перпендикулярна) осі голчастого зразка, а це також свідчило про його бамбукову структуру.

В основу запропонованої корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу визначення абсолютної товщини міжзеренного прошарку в голчастих зразках з бамбуковою структурою.

Задачу вирішують шляхом спостереження на атомному рівні в ПІМ завдяки об'ємному скануванню голчастого зразка з бамбуковою структурою із застосуванням атомного випаровування поверхні діючим електричним полем.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 схематично зображений голчастий зразок з бамбуковою структурою: 1 - перший мікрокристал; 2 - міжзеренний прошарок; 3 - другий мікрокристал. Спосіб визначення товщини H міжзеренного прошарку стає можливим здійснити після допоміжних геометричних побудов, які наведені на фіг. 2. На фіг. 2 голчастий зразок подають у вигляді конуса з трьома послідовними півсферичними вершинами: R_1 - для першого мікрокристала, R_2 - для другого, R_3 - для третього і уявної вершини P за побудовою, а радіуси цих півсферичних поверхонь мікрокристалів R_1 , R_2 , R_3 виявляються у процесі атомного випаровування в ПІМ. На фіг. 2 зазначені центри O_1 , O_2 , O_3 півсферичних вершин зразка та кути α однакові, бо вони утворені радіусами, які нормальні до поверхні сфери та січними площинами, які нормальні осі PO_3 зразка. Також під час здійснення цього процесу визначають товщину h шару першого мікрокристала по кількості видалення атомних шарів. За допомогою зазначених геометричних позначень отримують формулу для знаходження абсолютної товщини H міжзеренного прошарку чи міжфазної межі:

$$H = \frac{h(R_3 - R_2)}{R_2 - R_1},$$

де h - товщина шару першого мікрокристала, яку визначають за кількістю атомних шарів, що випаровуються;

R_1, R_2, R_3 - радіуси півсферичних поверхонь мікрокристалів (фіг. 2).

Під час спостереження зображення зразка на екрані ПІМ існує зв'язок напруги U з напруженістю E_0 електричного поля біля півсферичної поверхні зразка з радіусом R [Ван Оострем А. Анализ поверхности методами автономной микроскопии и атомного зонда. В книге "Новое в исследовании поверхности твёрдого тела". Выпуск 2. - М.: Мир, 1977.-371 с]:

$$E_0 = U/kR,$$

де k - геометричний фактор;

U - напруга;

R - радіус.

Врахування останнього співвідношення дає можливість одержати вираз для розрахунку абсолютної товщини H міжзеренного прошарку за параметрами спостереження голчастих зразків з бамбуковою структурою в ПІМ:

$$H = \frac{h(U_3 - U_2)}{U_2 - U_1},$$

де h - товщина шару першого мікрокристала, яку визначається за кількістю атомних шарів;
 U_1 , U_2 , U_3 - відповідні напруги, при яких спостерігались зображення півсферичних
 поверхонь голчастих зразків з радіусами R_1 , R_2 , R_3 (фіг. 2).

5 Врахування даних спостережень зразка в роботі [Гарбер Р.И., Афанасьев В.И., Михайлов А.Ф., Левандовский Б.И. Автоионномикроскопическое исследование межзеренной прослойки в вольфраме. //Известия вузов. Физика.-1971. - № 2. - с. 122-123] дало товщину міжзеренного прошарку близько 41 нм.

10 Запропонований спосіб дає можливість не тільки визначати абсолютні товщини міжзеренних прошарків на атомному рівні в голчастих зразках з бамбуковою структурою, але й дозволяє визначати хімічний склад цих прошарків, якщо є можливість використовувати ПІМ у поєднанні з атомним зондом [Ван Оострем А. Анализ поверхности методами автономной микроскопии и атомного зонда. В книге "Новое в исследовании поверхности твёрдого тела". Выпуск 2. - М.: Мир, 1977.-371 с].

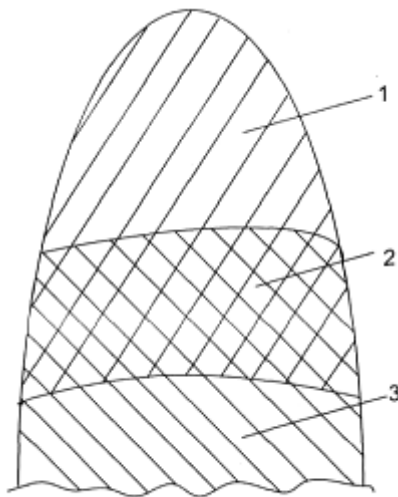
15

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

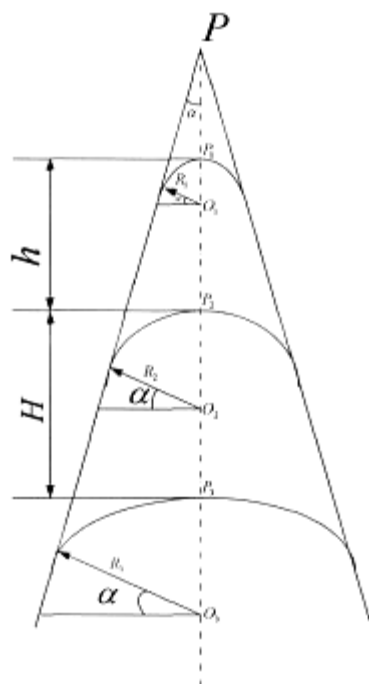
Спосіб визначення абсолютної товщини міжзеренного прошарку в голчастих зразках з бамбуковою структурою, який **відрізняється** тим, що вимірюють параметри діючого
 20 електричного поля на зразок під час його атомного випаровування, здійснюючи його об'ємне сканування за допомогою польового іонного мікроскопа, після цього шукану величину розраховують за формулою $H = \frac{h(U_3 - U_2)}{U_2 - U_1}$,

де h - товщина шару першого мікрокристала, яку визначають за кількістю атомних шарів, що випаровуються;

25 U_1 , U_2 , U_3 - відповідні напруги, при яких спостерігають зображення півсферичних поверхонь голчастих зразків з радіусами R_1 , R_2 , R_3 .



Фіг. 1



Фиг. 2