

СТРУКТУРА ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫХ МЕДНЫХ НАНОПРОВОЛОК ПОСЛЕ ОТЖИГА В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР

Конькова Т.Н.^{1,2}, Миронов С.Ю.³, Ке И.⁴, Онуки Д.¹

¹Университет Ибараки, Департамент материаловедения, Хитачи, Япония

²Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, Уфа

³Университет Тахоку, Сендай, Япония

⁴Университет Ибараки, Хитачи, Япония

tnkonkova@mx.ibaraki.ac.jp; konkova_05@mail.ru

Современная тенденция уменьшения габаритов электронных приборов проявляется и в стремлении сократить размеры полупроводников вплоть до нанодиапазона. Для получения таких полупроводников обычно используется процесс электроосаждения меди. Однако с сокращением ширины медных нанопроволок их электросопротивление существенно возрастает [1,2], что связывается с рассеянием электронов на боковых стенках и границах зерен, так как размер зерен в нанопроволоках достигает длины свободного пробега электронов (~40 nm). Одним из путей решения этой проблемы является отжиг, который приведет к формированию крупнозернистой структуры. В связи с ограниченностью данных на сегодняшний день исследование структуры электроосажденной меди представляет большой интерес. Необходим более систематический анализ для понимания механизма роста зерен и обеспечения контроля формирования структуры в медных полупроводниках. В данном контексте в работе представлено детальное исследование зеренной структуры и текстуры электроосажденных нанопроволок после отжига в широком диапазоне температур.

Предварительно электроосажденные в специальные тренчи (рис. 1а) медные нанопроволоки (ширина ~80 nm) подвергнуты часовому отжигу при температуре 200-500°C в вакууме. Анализ микроструктуры проведен в верхней и нижней части тренча (после полирования высота тренча ~200 и 50 nm соответственно), а также в осажденном слое (рис.1б) посредством EBSD метода на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-4300SE.

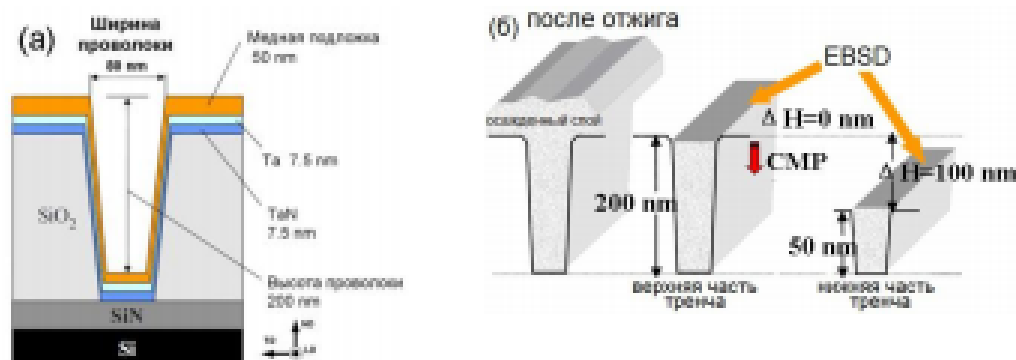


Рис. 1. Схема поперечного сечения транча до электроосаждения (а); подготовка образцов для EBSD (б).

Результаты анализа показали, что зеренная структура в осажденном слое характеризуется существенно большим размером зерен после отжига 200°C. Однако термическая обработка при более высокой температуре не привела к значительным изменениям в зеренной структуре ни в осажденном слое, ни внутри проволок. Анализ текстуры свидетельствует о росте зерен как “сверху вниз” - из осажденного слоя в проволоку, так и “снизу вверх” - из нижней части проволоки. Зеренная структура как в осажденном слое, так и в самих проволоках стабилизировалась по достижении одинаковой поверхности границ зерен (длины границ зерен отнесенной к площади EBSD карты). Это является косвенным признаком того, что рост зерен в осажденных медных нанопроволоках контролировался частицами второй фазы, являющимися следствием процесса электроосаждения.

Литература

[1] W. Steinhogl, G. Schindler, G. Steinlesberger, M. Traving, M. Engelhardt, Comprehensive study of the resistivity of copper wires with lateral dimensions of 100 nm and smaller, *J. Appl. Phys.*, 97, №2 023706, 2005.

[2] V. Carreau, S. Maîtrejean, M. Verdier, Y. Bréchet, A. Roule, A. Toffoli, V. Delaye, G. Passemard, Evolution of Cu microstructure and resistivity during thermal treatment of damascene line: influence of line width and temperature, *Microelectron. Eng.*, 84, №11, 2007, pp. 2723-2728.