

СТРУКТУРА И ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОК ТВЕРДОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ

В. Б. Малков¹, А. В. Малков², О. В. Малков², В. Г. Пушин³, Б. В. Шульгин⁴

¹Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН

²ЗАО НПЦ «РОСНА»

³Институт физики металлов УрО РАН

⁴Уральский государственный технический университет, Екатеринбург, 620219, Россия

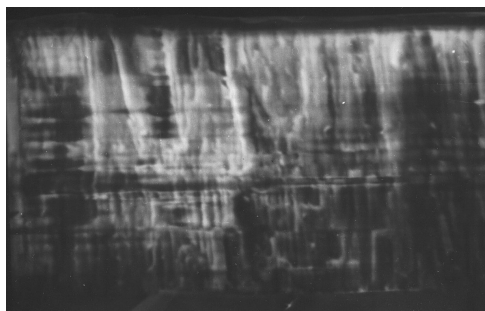
e-mail: myb@ihte.uran.ru

Введение

Методами растровой и просвечивающей электронной микроскопии проведено исследование структуры и формирования пленок твердого электролита на основе диоксида циркония, полученных методом ионно-плазменного напыления.

Результаты и обсуждение

С помощью растровой электронной микроскопии изучена структура пленок твердых электролитов на основе диоксида циркония. Выяснено, что как однослойные, так многослойные пленки (рис.1, 2) стабилизированного в кубическую модификацию диоксида циркония, толщина которых достигает 10 мкм, имеют столбчатую структуру, то есть состоят из примыкающих друг к другу кристаллитов, ориентированных, как правило, перпендикулярно поверхности пленки. Наблюдаемые отклонения ориентации кристаллитов от направления перпендикулярного плоскости пленки не превышают 15° и объясняются взаимной разориентировкой мишени и подложки.



x 5000

Рис.1 Электронно - микроскопическое изображения скола многослойной пленки твердого электролита на основе диоксида циркония.

Обнаружено практически значимое свойство многослойных пленок - структурная «независимость» соседних слоев. Данное свойство проявляется в несовпадении элементов структуры и межзеренных границ между слоями, что дает возможность управления структурно - чувствительными параметрами пленок твердых электролитов.

Полученные экспериментальные данные позволяют предложить модель формирования пористой структуры пленок твердых электролитов на основе диоксида циркония. Модель основывается на положении об образовании пор и субмикропор в процессе выхода захватываемых при напылении пленки твердого электролита вакансий (напыление проводится при $T_n < 0,3 T_{пл}$) к стокам, с последующей их конденсацией [1]. Местами стока будут служить границы между образующими структуру пленки кристаллитами

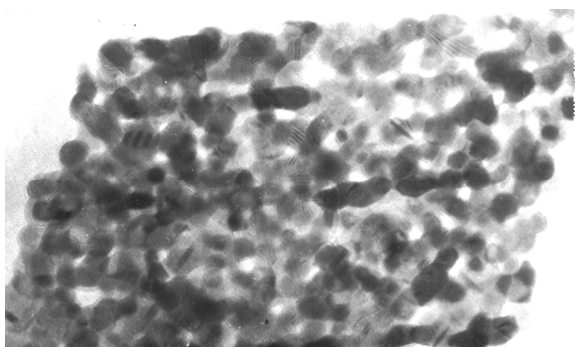


x 5000

Рис. 2 Электронно - микроскопическое изображения скола однослойной пленки твердого электролита на основе диоксида циркония.

Методами просвечивающей электронной микроскопии исследована начальная стадия формирования пленок твердых электролитов на основе диоксида циркония, полученных методом ионно – плазменного напыления на ситалловую подложку, предварительно покрытую тонким (~10 нм.) слоем аморфного углерода.

Установлено, что на начальной стадии формирования пленки твердого электролита на основе диоксида циркония состоят из нанокристаллитов, расположенных или хаотично, или упорядоченно. Нанокристаллиты имеют неправильную, округлую форму. Их средний размер ~ 40 нм. Обнаружено, что при упорядоченном расположении нанокристаллиты образуют, как правило, прямоугольные формы, но иногда наблюдаются нанокристаллические образования в виде параллелограмма (рис. 3). Имеет место своеобразная самоорганизация нанокристаллитов.



x 150000

Рис.3 Упорядоченная нанокристаллическая структура пленки твердого электролита на основе диоксида циркония, имеющая форму параллелограмма.

Электроннографические исследования упорядоченных нанокристаллических образований показали, что получаемые электронограммы сходны с электронограммами от блочных кристаллов (Рис. 4). При этом, в отличие от блочных кристаллов в упорядоченных нанокристаллических образованиях имеют место нарушения сплошности между образующими их нанокристаллитами. Характер электронограмм от упорядоченных нанокристаллических образо-

ваний указывает на высокую координацию ориентировки нанокристаллитов их составляющих.

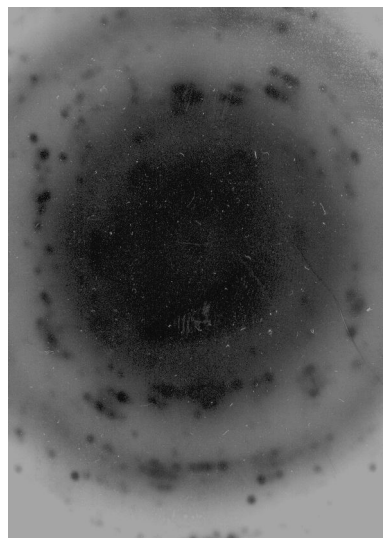


Рис. 4 Электронограмма, полученная от упорядоченного нанокристаллического образования.

Поскольку нанокристаллиты отделены от подложки слоем аморфного углерода, постольку можно предположить, что упорядоченное расположение нанокристаллитов обусловлено наличием автоориентационного механизма, действующего на всех стадиях формирования нанокристаллических упорядоченных форм роста пленки твердого электролита на основе диоксида циркония.

Выводы

Совместный анализ результатов исследования структуры и формирования пленок твердого электролита на основе диоксида циркония позволяет сделать вывод: нанокристаллическая структура пленки твердого электролита на начальной стадии образования пленки предопределяет формирование ее столбчатой структуры при напылении.

Литература

1. Палатник Л.С., Фукс М.Я., Косевич В.М. Механизм образования и субструктура конденсированных пленок. – М.: Наука. 1972, 320 с.