

СОЗДАНИЕ УПОРЯДОЧЕННЫХ МАССИВОВ НАНОПРОВОЛОК ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕКТРОДОВ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Новиков В.П., Стецик А.Н., Филиппович С.Р.
ОИФТТП АН Беларуси, Минск
БГАТУ, Минск

Удельная мощность, величины максимальных разрядных токов, коэффициенты полезного действия химических источников существенно зависят от микроструктуры электродов. Оптимальной для большинства химических источников тока является структура «наношетки», представляющей собой массив ориентированных нанопроволок, имеющих общий контакт с токосъемником. В настоящее время ведется интенсивный поиск методов создания структур такого типа. Наибольшее распространение в синтезе нанопроволок получили методы, основанные на использовании вспомогательных структур (шаблонов), пространственно ограничивающих область синтеза и, тем самым, задающих толщину металлических проволок [1]. В большинстве случаев, качестве шаблонов используются пористый оксид алюминия. Синтез проволок в этом случае состоит в «заращивании» пор шаблона металлом методом электролиза. Метод получения нанопроволок с использованием шаблонов обеспечивает воспроизводимость физических характеристик объектов, однако он не пригоден для получения больших количеств материала.

Для создания упорядоченных массивов нанопроволок мы использовали обнаруженное нами явление заключающееся в том, что при определенных условиях электролиза происходит образование упорядоченного композита, представляющего собой кристалл соли, «проросший» металлическими нано- или микропроводами.

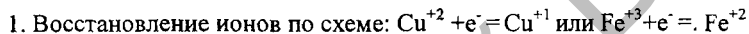
Исследование методом сканирующей электронной фотографии показало, что электролитические катодные осадки являются упорядоченными композиционными структурами, состоящими из нано- (микро-) проволок металла толщиной 50-100 нм равномерно распределенных в матрице соли. Микро- (нано-) проволоки металла в композите параллельны друг другу и ориентированы относительно граней кристаллов под определенными углами. Данное явление мы обнаружили в системах, представленных в таблице 1.

Таблица

Состав электролита	Плотность тока (мА/см ²)	Состав композиционной структуры
CuSO ₄ ·5H ₂ O, Na ₄ P ₂ O ₇ . (водный раствор)	10 до 100	Нанопроволока Cu в матрице из Cu ₄ P ₂ O ₇ ·10H ₂ O
Раствор FeCl ₃ в диметилформамиде	100-500	Нанопроволока Fe в матрице FeCl ₂
Раствор FeCl ₃ + Cu Cl ₂ в диметилформамиде	100-500	Нанопроволока Cu в матрице из FeCl ₂
Раствор FeCl ₃ + Co Cl ₂ в диметилформамиде	200-500	Нанопроволока Co в матрице из FeCl ₂ * Co Cl ₂

Микрофотография массива волокон, полученная на образце с частично удаленной растворением солевой матрицей показана на рис. 1. Варьирование режимов электролиза показало, что рост упорядоченного композита происходит при параметрах лежащих между областью роста осадка соли и областью формирования металлических дендритов (см. рисунок 1).

Необычным в обнаруженном нами электрохимическом процессе является параллельное протекание на катоде двух восстановительных электрохимических реакций:



Эта реакция инициирует образование солевой компоненты композита, поскольку растворимость солей металлов с такими степенями окисления меньше, чем исходных солей. 2. Реакции восстановления ионов до соответствующих металлов: $\text{Cu}^{+2} + 2e^- = \text{Cu}^0$, $\text{Fe}^{+3} + 3e^- = \text{Fe}^0$, $\text{Co}^{+2} + 2e^- = \text{Co}^0$ обеспечивающие формирование нанопроволок.

Оба типа приведенных процессов протекают согласованно и с одинаковой линейной скоростью роста обеих компонент. Образование пространственного порядка в данной композиции может быть объяснено минимизацией суммы межфазной энергии упругих напряжений в растущей композиции и поверхностной энергии структуры.

Таким образом, обнаруженное явление представляет собой пример процесса самоорганизации, сочетающего в себе, по-видимому, черты диссипативной самоорганизации и консервативной самоорганизации.

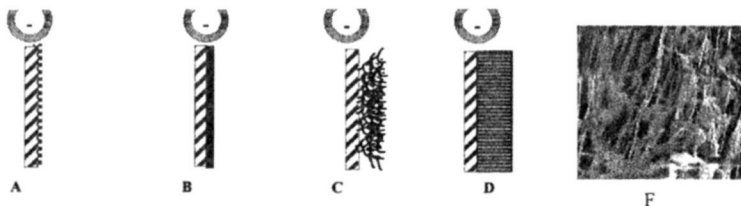


Рисунок 1

Варианты протекания электролиза в зависимости от условий электролиза

A – электроосаждение кристаллов соли при высокой концентрации компонентов.

B - осаждение металла при низких плотностях тока

C - образование дендритов металлов при высоких плотностях тока и низкой концентрации электролита.

D - образование композиционной структуры при высоких плотностях тока и высокой концентрации электролита. Рост покрытия – неограничен.

F –микрофотография массива волокон, полученных на образце с частично удаленной солевой матрицей.

Литература

1. W. Schwarzacher, O. I. Kasyutich, P. R. Evans, M. G. Darbyshire, Ge Yi, V. M. Fedosyuk//J. of Magnetism and Magnetic Materials. 1999.Vol.198-199. №1. P. 185.

СИНТЕЗ МЕТАЛЛ УГЛЕРОДНОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ АККУМУЛЯТОРОВ ВОДОРОДА

Новиков В.П., Стецик А.Н., Филиппович С.Р.,

(ОИФТТП АН Б)

(БГАТУ), Минск

Водород, как универсальное, высокоэффективное и экологически чистое топливо, имеет неоспоримые преимущества по сравнению с другими энергоносителями, что открывает перспективы использования его в качестве топлива для транспортных средств. Однако до сих пор не решена проблема его хранения и транспортировки, что препятствует широкому его использованию. Традиционные способы его хранения, такие как накопление его в гидридах переходных металлов, или в сжиженном состоянии, не удовлетворяют требованиям, предъявляемым конструкторами транспорта к системам хранения