

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ НИКЕЛЯ В СТРУКТУРУ НАНОТУБУЛЯРНОГО ДИОКСИДА ТИТАНА

Силенков С.Е., Камалов Р.В., Вохминцев А.С.,
Мартемьянов Н.А., Вайнштейн И.А.

НОЦ НАНОТЕХ, Уральский федеральный университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: rvkamalov@urfu.ru

ELECTRODEPOSITION OF NICKEL ON THE STRUCTURE OF NANOTUBULAR TITANIUM DIOXIDE

Silenkov S.E., Kamalov R.V., Vokhmintsev A.S., Martemyanov N.A., Weinstein I.A.

Nanotech Center, Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Titanium dioxide nanotubes array TiO₂-NT decorated with Ni nanoparticles was prepared by anodization-electrodeposition technique. Highly-ordered TiO₂-NT arrays with 40-70 nm diameter and 600 nm length of nanotubes was obtained using anodization of Ti foil. Ni nanoparticles with the range of sizes 10-70 nm were galvanostatically deposited on TiO₂-NT structure using different current density.

Нанотубулярная структура на основе диоксида титана TiO₂-NT является перспективной матрицей для синтеза композитных материалов с целью создания конверторов солнечной энергии, фотокатализаторов, мемристоров и др. [1, 2]. Такие структуры получают методом анодирования металлического Ti в органических электролитах, содержащих фтор-ионы. В настоящей работе представлен способ синтеза TiO₂-NT с последующим электролитическим осаждением Ni для получения композита Ni/TiO₂-NT, представляющего интерес и как функциональная среда, и как твердотельная матрица для создания композита с углеродными нанотрубками [3].

Синтез TiO₂-NT осуществлялся в двухэлектродной ячейке в потенциостатическом режиме при напряжении 20 В и температуре 20 °С. Анодом служила пластина Ti размером 4×4 см² толщиной 150 мкм, катодом – пластина из стали. Образец предварительно промывался водой, подвергался УЗ обработке в ацетоне в течение 10 мин, а затем промывался H₂O_{дист} и сушился на воздухе. Первый этап анодирования проводился в электролите на основе этиленгликоля с добавками фторида аммония и воды (NH₄F 1 мас. %, H₂O 5 мас. %) в течение 2 ч. После удаления первичного оксидного слоя в ультразвуковой ванне проводилось вторичное анодирование в том же электролите в течение 15 мин. Полученный образец с оксидной пленкой промывался H₂O_{дист} и сушился на воздухе.

Для осаждения никеля использовалась та же двухэлектродная ячейка, однако в этом случае катодом являлся образец со слоем TiO₂-NT, противоэлектродом — пластина Ti. Электроосаждение происходило в гальваностатическом режиме с плотностью тока $J_{\min} = 0.5 \text{ mA/cm}^2$ и $J_{\max} = 50 \text{ mA/cm}^2$ и температуре 20 °С в

электролите на основе сульфата никеля, хлорида никеля и борной кислоты (300 г/л $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 45 г/л $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 37 г/л H_3BO_3) в течении 5, 10, 15 и 30 мин. Полученные образцы промывались дистиллированной водой и затем подвергались сушке.

Морфологические параметры синтезированной нанокompозитной структуры Ni/TiO₂-NT изучались на растровом электронном микроскопе SIGMA VP Carl Zeiss. Полученные структуры представляют собой массив вертикально ориентированных на подложке нанотрубок TiO₂-NT с длиной 600 нм и внутренним диаметром 40-70 нм. В зависимости от параметров электролитического осаждения Ni были получены наноструктуры с различной морфологией. При плотности тока J_{\max} получен образец TiO₂-NT с осажденным на ее поверхности сплошным слоем Ni толщиной 20-40 нм. При J_{\min} на поверхности и внутри нанотрубок TiO₂-NT наблюдаются сферические наночастицы Ni диаметром 10-70 нм. Полученные результаты могут быть использованы для разработки технологии синтеза металлических наностержней Ni.

Исследование выполнено при поддержке инициативного научного проекта № 16.5186.2017/8.9 Минобрнауки РФ, а также при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-01072.

1. A.A. Valeeva et al., Sci. Rep., 8, 1 (2018).
2. I.B. Dorosheva et al., Proc. USBEREIT, p. 279-282, (2018).
3. R.V. Kamalov et al., Adv. Sci. Lett., 22, 3 (2016).