**Получение плёнок диоксида ванадия методом  
сольвотермального синтеза в среде этилового спирта**

***Чендев В.Ю.1,2, Татаренко А.Ю.2***

*Аспирант, 2 год обучения*

*1Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия*

*E-mail: 4endeff@gmail.com*

Для диоксида ванадия (VO2) свойственен сверхбыстрый обратимый переход при температуре 68 °С между высокотемпературной проводящей R-фазой с высоким ИК и ТГц поглощением и отражением и низкотемпературной диэлектрической M1-фазой с высокой прозрачностью для ИК и ТГц волн. Широкий спектр видов воздействия (термический нагрев, изменение механического напряжения и т.д.), вызывающих фазовый переход, делает материалы на основе VO2 перспективными для использования в болометрах, термохромных приборах, ИК и ТГц-модуляторах и т.п. [1-3].

Для использования этого материала в данных устройствах требуется получение VO2 в виде покрытий на кристаллических или гибких носителях. Повышенный интерес к растворным методам получения плёнок VO2 (струйная печать, золь-гель, гидротермальное осаждение и т.д.) [4] делает задачу по отработке сольвотермального метода для роста покрытий в «неводных» растворах весьма актуальной. Для систем на основе VO2, модифицированных катионами тантала, необходимы такие условия.

Целями работы стали постановка методики получения плёночных покрытий с фазовым переходом в спиртосодержащих средах и сравнение характеристик полученных образцов с плёнками, полученными ранее иными методами.

Впервые была синтезирована серия плёнок VO2 на монокристаллических сапфировых подложках методом сольвотермального осаждения из растворов этилового спирта с различной концентрацией ионов ванадия (5 ÷ 50 ммоль/л). В качестве источника V использовался V2O5, в качестве восстановителя - щавелевая кислота. Синтез проходил в течение 20 часов при температуре 180 °С, после чего плёнки подвергались двухстадийной термической обработке в среде аргона.

Согласно данным РФА и КР-спектроскопии полученные образцы являются однофазными плёнками VO2 М1-фазы, на поверхности которых на изображениях РЭМ наблюдаются частицы предположительно того же состава.

Зависимости электрического сопротивления от температуры демонстрируют медленное уменьшение удельного сопротивления диэлектрической фазы ниже критической температуры и резкое уменьшение при переходе диэлектрик-металл, что характерно для монокристалла моноклинного VO2. Образцы претерпевают фазовый переход в диапазоне температур от 65,3 до 68,1 °С. Максимальное изменение сопротивления при фазовом переходе достигает 8×104 Ом.

**Литература**

1. Cui Y., Ke Y., Liu C, Chen Z., Wang N., Zhang L., Zhou Y., Wang S., Gao Y., Long Y. Thermochromic VO2 for energy-efficient smart windows // Joule. 2018. 2. № 9. P. 1707-1746.

2. Ma H., Wang Y., Lu R., Tan F., Fu Y., Wang G., Wang D., Liu K., Fan S., Jiang K., Zhang X. A flexible, multifunctional, active terahertz modulator with an ultra-low triggering threshold // Journal of Matererials Chemistry C. 2020. 8. P. 10213 – 10220.

3. Chen C., Yi X., Zhao X., Xiong B. Characterizations of VO2-based uncooled microbolometer linear array // Sensors and Actuators A Physical. 2001. 90. № 3. P. 212 - 214

4. Ivanov A.V., Makarevich O.N., Boytsova O.V., Tsymbarenko D.M., Eliseev A.A., Amelichev V.A., Makarevich A.M. Citrate-assisted hydrothermal synthesis of vanadium dioxide textured films with metal-insulator transition and infrared thermochromic properties // Ceramics International. 2020. 46. № 12. P. 19919-19927.