

Гидротермальный синтез порошков и пленок диоксида ванадия

Иванов А.В.

студент

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет наук о материалах, Россия, Москва, Ленинские горы, 1

E-mail: ivanov_alexey13@mail.ru

Диоксид ванадия (VO_2) при температуре 68°C демонстрирует переход полупроводник-металл, сопровождающийся резким изменением удельного сопротивления и коэффициента пропускания в ИК, ТГц и СВЧ диапазонах. Электрический переход сопровождается фазовым превращением первого рода с изменением кристаллической структуры из моноклинной (M_1) в тетрагональную (R) [1]. Уникальные свойства диоксида ванадия позволяют использовать его для создания электронных и оптических переключателей, полевых транзисторов, электронных осцилляторов, термических датчиков, визуализаторов ИК излучения и пр.

Для практического применения диоксид ванадия необходимо синтезировать в виде тонких пленок, известные методы получения которых требуют создания технически сложных установок, работающих в условиях высокого вакуума. В случае синтеза порошков диоксида ванадия широкое применение приобрели различные варианты гидротермального метода, в котором можно варьировать множество параметров, таких как концентрация, время выдержки, степень заполнения автоклава, температура, давление, pH [2]. Используя данные методики, получают наноструктурированные порошки диоксида ванадия при сравнительно низких температурах и давлениях при помощи легко доступных, недорогих и нетоксичных прекурсоров. Полученные порошки метастабильной ($\text{VO}_2(B)$) фазы обладают хорошей диффузией ионов лития и широко применяются в качестве катодного материала для литий-ионных батарей [3]. В настоящее время гидротермальный метод находит все большее применение и в синтезе пленочных материалов [4]. Целью данной работы является исследование возможности получения эпитаксиальных пленок диоксида ванадия на монокристаллических подложках методом гидротермального синтеза с использованием в качестве прекурсоров карбоксилатов ванадия.

В работе рассмотрено два подхода к гидротермальному синтезу порошков и пленок диоксида ванадия, основанные на использовании растворов двух различных прекурсоров, полученных путем взаимодействия источника ванадия(V) и органической кислоты. Первый получали смешиванием растворов метаванадата аммония и щавелевой кислоты, второй – смешиванием растворов пентаоксида ванадия и моногидрата лимонной кислоты. Состав твердых продуктов, полученных при концентрировании растворов прекурсоров, исследовали методами РФА, ИК спектроскопии и ТГА.

Гидротермальный синтез проводили в автоклавах с тефлоновыми вставками объемом 10 мл при температурах $200\text{--}220^\circ\text{C}$ в течение 1-8 ч. Полученные продукты исследовали методами РФА, КР-спектроскопии и СЭМ. Установлено, что варьирование соотношения и состава компонентов в прекурсорной смеси оказывает значительное влияние на фазовый состав продуктов синтеза, при этом можно получить однофазные образцы, содержащие только фазу $\text{VO}_2(B)$. Для получения пленок на монокристаллических подложках проводили исследование влияния температуры синтеза, времени выдержки и концентрации растворов на кинетику роста пленок.

Литература

1. Nag J., Haglund R.F. // J. Phys. Cond. Matt. 2008. № 26 (20).
2. Popuri S.R. et al. // Inorg. Chem. 2013. № 9 (52). С. 4780–4785.
3. Wang Q. et al. // J. Mater. Scien. Tech. 2015. № 6 (31). С. 630–633.
4. Zhang J. et al. // Chem. Mater. 2015. № 21 (27). С. 7419–7424.