

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОПОРОШКА ФЕРРОМОЛИБДАТА СТРОНЦИЯ

Петров А.В., Каланда Н.А., Ярмолич М.В.

ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», Минск, Беларусь

К наиболее перспективным материалам для спинтроники относятся полуметаллические ферримагнетики $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_{6-\delta}$ с упорядоченной структурой двойного перовскита ввиду высокой химической стабильности в восстановительной атмосфере, большими значениями температуры Кюри (~ 420 К), высокой степени спиновой поляризации электронов проводимости ($\sim 100\%$), а также низкими значениями управляющих магнитных полей ($B < 0,5$ Тл) [1]. Одной из главных проблем спинтроники является совершенствование метода их получения.

Однофазные порошки $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_{6-\delta}$ были синтезированы из исходных реагентов $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ и моногидрата лимонной кислоты $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ марки “ОСЧ” модифицированным цитрат-гель методом [2, 3]. На основании результатов сканирующей электронной и атомно-силовой микроскопии, а также данных по динамическому рассеянию света было установлено, что в полученном порошке ферромолибдата стронция наблюдалась агломерация размерами от $\sim 0,7$ мкм до 1,2 мкм.

Для получения высокодисперсных частиц ($d_{\text{ср}} < 100$ нм) использовалось ультразвуковое диспергирование. В качестве жидкой среды был выбран этиловый спирт в виду того, что он не вступал в химическое взаимодействие и в нем не обнаружено химического разложения двойного перовскита. Для оптимизации процесса диспергирования порошка $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_{6-\delta}$, подверженного ультразвуковому воздействию необходимо было изучить влияние времени и мощности излучения ультразвукового гомогенизатора на дисперсность исследуемых частиц.

В ходе исследований проводилось варьирование мощности ультразвукового воздействия от 1% до 100% номинальной мощности (P_N) с шагом 25% при частоте $\nu = 22$ кГц и времени воздействия от 15 до 60 мин с шагом 15 мин в спиртовом растворе. Объем жидкой суспензии составлял $V = 25$ мл. При изучении влияния мощности ультразвукового воздействия на дисперсность порошка ферромолибдата стронция обнаружено, что постепенный рост мощности вводимых ультразвуковых колебаний до $P = 75\%P_N$ ведет к увеличению дисперсности частиц $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_{6-\delta}$. Кроме того, при временах воздействия до 45 минут идет эффективное диспергирование частиц во всем объеме до $d_{\text{ср}} \sim 240$ нм, что препятствует процессам коагуляции и осаждения частиц. Замечено, что дальнейшее увеличение мощности ультразвукового излучения до $P = 100\%P_N$ при увеличении длительности ультразвукового излучения до 60 минут средний размер частиц возрастает до 450 нм. Несмотря на позитивные результаты, тем не менее, следует указать на их неустойчивость, что указывает на необходимость использования поверхностно активных веществ. Обнаружено, что наиболее подходящим оказался неионогенный Tween 20 ПАВ, на котором и были получены основные результаты. Таким образом установлено, что размеры агломератов порошка ферромолибдата стронция после ультразвукового воздействия при $P = 75\%P_N$ в течение 60 минут, плавно уменьшаются и зерна достигают 69,3 нм.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов №29–2021 и БРФФИ № Ф21У-003.

Библиографические ссылки

1. Serrate D. et. al. / J. Phys.: Condens. Matter. 2007. Vol. 19. P. 1–86.
2. Yarmolich M. et. al. / Beilstein J. Nanotechnol. 2016. Vol.7. P. 1202–1207.
3. Yarmolich M. et. al. / Inorg. Mater. 2017. Vol.53(1). P. 96–102.