

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОПОРОШКА В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В СЛАБОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Ижойкин Д.А.¹, Гуксов И.В.², Кейних Д.Д.²

Научный руководитель: Мышкин В.Ф.², д.ф.-м.н., профессор

¹ Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, пл. Соляная, 2

² Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: whirlpool94@yandex.ru

Моноизотопные кристаллы при 20-50К имеют более 100 раз большую теплопроводность, чем кристаллы, содержащие смесь изотопов. При комнатной температуре теплопроводность моноизотопных кристаллов до 2-3 раз больше теплопроводности смеси, содержащей более 5% примесного изотопа. Это объясняется тем, что формируются термодинамически равновесные кластеры изотопов [1, 2], которые влияют на теплопроводности кристаллов [3], теплоемкость [4], коэффициента упругости [5], пластичность [6].

Формирование термодинамически неравновесных кластеров изотопов в твердых телах (ТТ), имеющих природное соотношение изотопов, связано с дальнейшим развитием материаловедения, а также методов разделения изотопов. Поэтому актуальны исследования по формированию термодинамически неравновесных кластеров изотопов в ТТ и исследованию их свойств, в том числе в ТТ природного изотопного соотношения.

Ранее показано, что плазменные процессы при неполном окислении атомарного углерода во внешнем постоянном магнитном поле 70 мТл селективны по изотопу ¹³C. Магнитный изотопный эффект индуцируются постоянными магнитными полями и связан со спиновой селективностью радикальных реакций в жидкостях, находящихся в магнитном поле [7, 8].

Нами впервые экспериментально показано, что при конденсации из плазменного потока в магнитном поле минимальный размер наночастиц Zn изменяется с 40 нм (0 мТл) до 10 нм (44-76 мТл). Максимум моды смещается с 150 нм до 190 нм при увеличении величины поля от нуля до 76 мТл. При конденсации паров Си в магнитном поле 30 мТл сужается распределение частиц по размерам, относительно его значения без поля.

Цель исследования - формирование заданного распределения по размерам кластеров изотопов. В докладе приводятся новые данные экспериментальных исследований по формированию кластеров изотопов в наночастицах при их зарождении и росте в постоянном магнитном поле 1-200 мТл из сырья природного изотопного состава из низкотемпературной плазмы. Магнитное поле увеличивает скорость формирования ядер конденсации и нуклеации. Получены наночастицы SiO₂, C, ZrO₂, Al₂O₃, содержащие области с повышенным содержанием примесного изотопа относительно природного значения, путем испарения оксидов с помощью лазерного излучения и высокочастотной плазмы и формирования дисперсных частиц во внешнем магнитном поле, задаваемом в диапазоне 1-200 мТл.

Экспериментальные исследования связаны с формированием пространственно зависимого постоянного магнитного поля для триплет-синглетного преобразования спиновых пар на растущей поверхности наночастиц, содержащих целевую изотопную модификацию.

Получены закономерности зависимости распределения размеров кластеров изотопов в наночастицах SiO₂, C, ZrO₂, Al₂O₃ в магнитном поле 1-200 мТл, от концентрации, температуры гетерогенной плазмы и распределения внешнего постоянного магнитного поля вдоль оси.

Концентрация изотопов и размеры кластеров оценены из данных рентгенодифракционного анализа и спектров рамановского рассеяния, а концентраций изотопов в наночастицах - из данных масс-спектрометрического анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клочихин А.А., Давыдов В.Ю., Сеель Е.Р. // ФТТ, 49(1) 43-51 (2007).
2. Frank O., Kavan L., Kalbac M. // Nanoscale, 6(12) 6363-6370 (2014).
3. Жернов А.П. // ФТТ, 40(10) 1829-183 (1998).
4. Berman R., Bounds C. L., Rogers S.J. // Proc. R. Soc. Lond. A, 289, 66-80 (1965).
5. Clerc Daryl G., Ledbetter Hassel // Computational Condensed Matter 2017, 1-9
6. Бучаченко А.Л. // Письма в ЖЭТФ, 84(9) 590-591.
7. Turro N.J. / Proceed. NAS of USA, 80(2) 609-662 (1983).
8. Зельдович Я.Б., Бучаченко Ф.Л., Франкевич Е.Л. // УФН 155(1) 3-45 (1988).