Лазерное формирование регулярных массивов нанокapель железа на подложках кремния для каталитических применений

Новодворский О.А.¹, Паршина Л.С.¹, Храмова О.Д.¹, Лотин А.А.¹, Чербыло Е.А.¹, Михалевский В.А.¹, Егоров А.В.², Путилин Ф.Н.², Савилов С.В.²

¹ ИППИТ РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, 140700, Московская область, Шатура, ул. Святоозерская, 1

² Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1

DOI 10.34077/Semicond2019-121

Регулярные массивы нанокapель высокочистого железа на подложках кремния могут быть использованы в качестве катализаторов роста углеродных нанотрубок (УНТ). Нанотрубки углерода, покрытые аморфной оболочкой могут быть использованы в качестве автоэлектронных эмиттеров с узкой областью испускания [1,2]. Эмиттеры на основе углеродных наноматериалов отличаются рядом преимуществ по сравнению с металлическими, а именно высокой яркостью и стабильностью эмиссии в течении длительного времени [3]. Углеродные нанотрубки можно использовать как в механических конструкциях, так и в электромеханических системах нового типа в качестве нанодиодов, транзисторов, микроэлектрических двигателей и соединительных электропроводов [4].

В настоящей работе методом импульсного лазерного осаждения были выращены пленки железа толщиной от 0,5 до 68 нм, при лазерной абляции мишени железа 99,99 излучением эксимерного KrF лазера (248 нм, 10 Гц, $E_{\text{имп}} = 150$ мДж) на подложке кремния (001) при различной температуре подложки. Полученные пленки железа были исследованы методами АСМ, РЭМ и РФЭС. Толщина пленок железа, получаемых методом лазерного осаждения, задавалась предварительной калибровкой по скорости роста и дополнительно методом АСМ. Наблюдалось совпадение результатов. Пленки толщиной менее 10 нм после отжига имели вид массива капель, размер которых зависел от толщины исходной пленки. На Рис.1 для исходной пленки толщиной 7 нм приведено распределение капель железа по размеру после отжига при температуре 700 °С. На таком массиве нанокapель железа получен массив вертикально ориентированных углеродных нанотрубок диаметром 15-20 нм в аморфной оболочке, толщина которой составляла 5-10 нм (Рис.2).

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках выполнения работ по Государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН в части «выращивания нанокapель железа», Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-29-03032, 17-07-00615) в части «исследования массивов нанокapель».

[1] A. L. Musatov et al., *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*, **19**, 69 (2011).

[2] A. L. Musatov et al., *Appl. Phys. Lett.*, **87**, 1 (2005).

[3] N. A. Kiselev et al., *Carbon N. Y.*, **43**, 3112 (2005).

[4] X. Wang et al., *Nano Letters*, **9**, 3137 (2009).

Рис.1. – Дисперсия наночастиц железа по поперечным размерам для исходной пленки толщиной 7 нм.

Рис.2. – Микрофотография вертикально ориентированного массива УНТ.