

Формирование и свойства наночастиц аморфного кремния, получаемых методом лазерного электродиспергирования

А. В. Кукин, С. А. Гуревич, В. М. Кожевин, Д. А. Явсин, Е. И. Теруков, В. Ю. Давыдов

ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 297-2245, эл. почта: post@mail.ioffe.ru

Нанoeлектроника — стремительно развивающаяся область современной электроники, занимающаяся созданием приборов и микросхем с размером элементов менее 100 нм. Исследования в этой области направлены не только на разработку новых устройств с одноэлектронными принципами работы, но и на создание приборов, на основе уже существующих, например, за счет изменения свойств пленок и структур при введении в них нанокристаллов и нанокластеров.

Фундаментальный научный интерес в области нанoeлектроники представляют

- исследования по формированию объектов с размерами около нескольких нанометров и контролируемым распределением;
- изучение квантовых свойств этих объектов, обусловленных ограничением в пространстве волновой функции;
- изучение свойств структур, содержащих нанобъекты.

На данный момент существуют множество методов формирования нанокристаллов кремния в пленках. В случае диэлектрических пленок, таких как SiN_x , SiO_x , применяются различные радиационно-термические обработки при избыточном содержании кремния. Известен, методом получения нанокристаллов Si в аморфных пленках кремния (a-Si) является эксимерный лазерный отжиг. Менее изучен вопрос поведения пленок, состоящих из нанокластеров кремния. В настоящей работе, впервые с использованием метода лазерного электродиспергирования получены такие пленки и представлены экспериментальные данные по ряду их свойств.

При получении пленок методом лазерного электродиспергирования были получены пленки с размером нанокластеров ~ 2 нм, о чем свидетельствуют результаты полученные с помощью просвечивающей микроскопии. В тоже время кремний остается в аморфном состоянии, на что указывают спектры полученные с помощью рамановской спектроскопии. Оптические измерения показали, что ширина оптической запрещенной зоны в этом материале составляет порядка 3 эВ. Измерения спектров фотолюминесценции при возбуждении азотным лазером с энергией 3.7 эВ, показало наличие фотолюминесценции при комнатной температуре с максимумом в районе 2 эВ. Наблюдаемые свойства свидетельствуют о проявлении квантовых свойств, обусловленных ограничением в пространстве волновых функций аморфных кремниевых кластерных квазичастиц в твердом теле. Полученные экспериментальные данные анализируются на основании моделей, основанных на таком подходе.

Литература

1. Тысченко И. Е. , Попов В. П. , Талочкин А. Б. и др. // ФТП. 2004. Т. 38. Вып. 1. С. 111-116.
2. K. Shimakawa //Percolation-controlled electronic properties in microcrystalline silicon: effective medium approach//J. Non-Cryst. Solids, 2000, v. 266-269, p. 223-226
3. Nayfen M. H. , Rao S. , Barry N. et al. // Appl. Phys. Lett. 2002. V. 80. N 1 P. 121-123.
4. Герасименко Н. Н. , Пархоменко Ю. Н. // Кремний — материал наноэлектроники // Москва: Техносфера, 2007. — 352с.