

Светоизлучающие нанокристаллы Si, Ge и GeSi в различных матрицах: формирование, структурные и оптические свойства

В.А. Володин^{1,2}, М.П. Гамбарян^{1,3}, Г.К. Кривякин^{1,3}, Г.Н. Камаев¹, С.А. Кочубей¹,
А.Г. Черков^{1,3}, В.И. Вдовин^{1,3}, М. Vergnat⁴, J. Stuchlik⁵, А.В. Двуреченский^{1,2}

¹Институт физики полупроводников СО РАН, пр. академика Лаврентьева, 13,
Новосибирск, 630090, Россия

²Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2,
Новосибирск, 630090, Россия

³Новосибирский государственный технический университет, пр. К.Маркса, 20,
Новосибирск, 630073, Россия

⁴Université de Lorraine, Institut Jean Lamour UMR CNRS 7198, B.P. 70239, 54506
Vandœuvre-lès-Nancy Cedex, France

⁵Institute of Physics ASCR, v. v. i., Cukrovarnická 10/112, 162 00 Praha 6, Czech Republic
тел: (383)333-24-70, факс: (383)333-27-71, эл. почта: volodin@isp.nsc.ru

Нанокристаллы (НК) кремния и германия в диэлектрических плёнках, интересны как с фундаментальной точки зрения (квантовые точки), так и для применения в нано- и оптоэлектронике.

Были исследованы НК Si, Ge в матрицах a-Si:H, SiO_x, SiN_x и Al₂O₃, полученные различными способами – со-испарением и осаждением на подложку мишеней Ge и Al₂O₃, плазмохимическими методами, импульсными лазерными отжигами (ИЛО). НК GeSi были получены путём отжига многослойных нано-структур GeO/SiO₂, закрытых защитным слоем SiO₂ (100 нм) [1]. Образцы исследовали методами ИК- спектроскопии, электронной микроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС), фотолюминесценции (ФЛ) и электролюминесценции (ЭЛ).

Была обнаружена интенсивная ФЛ в видимой и ближней ИК спектральных областях от НК Ge в матрице Al₂O₃. Обнаружено, что в многослойных структурах GeO/SiO₂, после отжигов слои SiO₂ и GeO перемешиваются, и образуется стекло Ge_xSi_yO_z, содержащее НК GeSi, их размер и состав зависят от параметров отжига. Образование НК GeSi ведёт к появлению ФЛ в ИК- диапазоне, наблюдаются пики с положением от 0.9 до 0.65 эВ. Была исследована температурная зависимость интенсивности пиков ФЛ, обнаружено, что она не является зависимостью вида Аррениуса $\exp(-T_a/T)$. Предполагается, что НК могут представлять собой структуру Ge ядро и оболочка GeSi.

В p-i-n структурах на основе a-Si:H были с применением ИЛО сформированы НК Si в нелегированной области. Обнаружен сигнал ЭЛ в ИК- диапазоне от p-i-n структур с НК Si, положение пика (0.9-1 эВ) варьировалось с параметрами ИЛО, по-видимому вследствие изменения средних размеров НК и растягивающих деформаций в них. Оценка размеров НК проводилась из анализа спектров КРС с использованием улучшенной модели локализации фононов [2].

Итак, структуры содержащие НК Si, Ge и GeSi имеют перспективы для создания светоизлучающих диодов видимого и ИК- диапазона на их основе.

Литература

- [1] V.A. Volodin et. al., J. Phys. D: Appl. Phys. **46** 275305, (2013).
- [2] В.А.Володин, В.А. Сачков, ЖЭТФ **143** 100, (2013).