

Нанокристаллы кремния и германия в плёнках аморфного гидрогенизированного кремния: формирование и оптические свойства

Г.К. Кривякин¹, В.А. Володин^{1,2}, Г.Н. Камаев¹, С.А. Кочубей¹,
А.А. Шкляев^{1,2}, J. Stuchlik³, А.В. Двуреченский^{1,2}

¹ ИФП СО РАН, Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 13

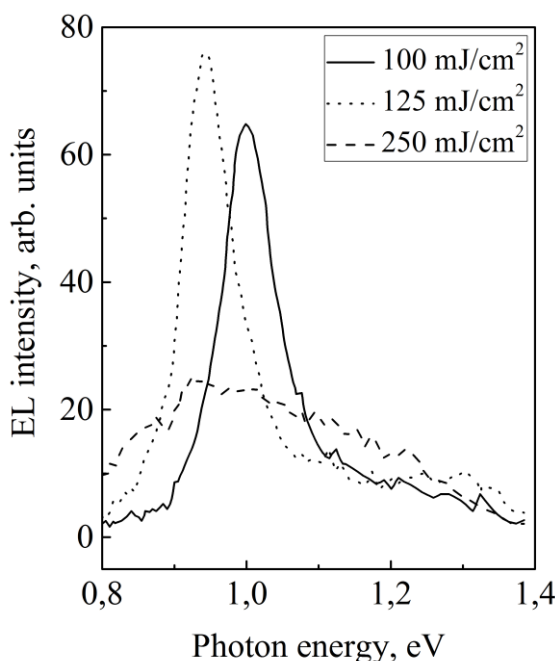
² НГУ, Новосибирск, 630090, ул. Пирогова, 2

³ Institute of Physics ASCR, Czech Republic, Praha, 162 00 6, v. v. i., Cukrovarnická 10/112

тел: (383) 333-2470, факс: (383) 333-2771, эл. почта: grisha992@gmail.com

Нанокристаллы (НК) Ge и Si в аморфных плёнках, интересны как с фундаментальной точки зрения, так и для применения в нано- и оптоэлектронике. Ввиду непрямозонности Si и Ge, способом повышения квантовой эффективности может быть использование структур, в которых они смогут проявить квантоворазмерные свойства. Нами были сформированы и исследованы два типа структур: 1- Ge/Si гетро-система; 2- *p-i-n*-структуры с включениями НК Si в *i*-слой.

В первом случае фокусом исследования было влияние режимов роста германия на кремнии и импульсных лазерных отжигов (ИЛО) на фазовый и элементный состав системы Ge/Si. Основной мето-



дикой исследования плёнок являлась спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС). Показано, что управляя температурой роста плёнки a-Ge на a-Si:H, можно сформировать НК Ge на поверхности аморфного кремния. Анализ спектров КРС показал, что ИЛО с плотностью энергии 120 мДж/см² в импульсе ХеСl лазера (15 нс, длина волны 308 нм), приводит к перемещению Ge и Si с последующей полной кристаллизацией германия и частичной кремния, итогом стала трёхфазная система НК Ge_{0.7}/Si_{0.3}, НК Si и a-Si:H.

Второй изучаемой структурой была *p-i-n*-структура на основе аморфного кремния с нанокристаллическими включениями в *i*-области. Структура имеет следующий вид: Стекло/ITO/a-Si:H(*n*-*thin*)/a-Si:H(*i*-*thin* с НК Si)/a-Si:H(*p*-*thin*)/Al. Плёнки аморфного кремния выращивались методом плазмохимического осаждения (ПХО), а НК в *i*-области формировались с применением ИЛО в трёх режимах: 100 мДж/см² (до порога плавления Si), 125 мДж/см² (на границе плавления) и 250 мДж/см² (выше порога плавления).

Структуры обладали диодной ВАХ, в образцах с ИЛО было зафиксировано проявление электролюминесценции (ЭЛ), вид которой приведён на рисунке. Наибольший сигнал ЭЛ проявил образец с ИЛО 100 мДж/см², в котором ТЭМ и КРС спектроскопия *i*-области не показали наличия НК или каких либо структурных изменений после ИЛО в отличие от других образцов. Исходные структуры (без ИЛО) не проявили заметной ЭЛ. Излучательные переходы с энергией ~ 0.9 эВ в гетерофазной системе a-Si:H/НК-Si предположительно связаны с состояниями на границе НК Si [1].

Итак, развит способ формирования НК кремния и германия в структурах на основе аморфного гидрогенизированного кремния на нетугоплавких подложках с использованием наносекундных ИЛО.

Литература

Г.К. Кривякин и др. // ФТП. 2016. Т.50, вып.7. С.952-957.