

В.В. Мурашов (студ., 4 курс, Новосибирский ГТУ, каф. ПШ и МЭ),
 А.Р. Туктамышев (асп., 3 год, ИФП СО РАН),
 А.А. Блошкин (к.ф.-м.н., н.с., ИФП СО РАН)

РАЗРЫВЫ ВАЛЕНТНОЙ ЗОНЫ В НАПРЯЖЕННЫХ СЛОЯХ SiGeSb/Si С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОЛОВА

Реализация фотонных ИК фотоприемников на базе чистого кремния вызывает проблемы. В качестве альтернативного пути рассматривается использование тройного соединения SiGeSn на подложках Si. Для сплава GeSn предсказывалась теоретически и наблюдалась экспериментально смена характера фундаментального поглощения с непрямозонного на прямозонный при малых содержаниях олова. На данный момент имеется множество работ экспериментального характера, посвященных формированию тройных соединений SiGeSn, измерению оптических свойств этих полупроводников. Однако в большинстве таких работ рассматривается лишь вопрос о ширине запрещенной зоны в гетероструктурах и совсем не затрагивается проблема установления разрыва зон на гетероинтерфейсе Si/SiGeSn. Между тем, величина разрыва зон на границе Si/SiGeSn имеет важное значение для формирования приборных структур: характеристики фотоприемников находятся в сильной зависимости от величины разрыва зон.

В данной работе рассматривается проблема установления разрыва зон на гетероинтерфейсе Si/SiGeSn с помощью метода спектроскопии адмигганса, суть которого состоит в измерении проводимости системы на переменном токе, возникающей при изменении концентрации дырок в слое SiGeSn вследствие эмиссии носителей заряда и пленки в матрицу Si и их обратного захвата. В работе были исследованы гетероструктуры с квантовыми ямами (КЯ) $\text{Si}_{0.7-y}\text{Ge}_{0.3}\text{Sn}_y$, сформированными в матрице Si в диапазоне составов олова $y = 0.04 - 0.1$ и определены энергии локализации дырок и разрыв валентной зоны. В рамках 6-ти зонного $k\Gamma$ -метода определены энергии размерного квантования дырок в структурах, содержащих псевдоморфный слой $\text{Si}_{0.7-y}\text{Ge}_{0.3}\text{Sn}_y$ в матрице Si. Из комбинации результатов математического моделирования и экспериментальных данных определена величина разрыва валентной зоны на гетерогранице $\text{Si}/\text{Si}_{0.7-y}\text{Ge}_{0.3}\text{Sn}_y$.

Эксперимент показал, что при увеличении содержания олова в слое твердого раствора величина разрыва валентной зоны ΔE_V^{exp} растет и описывается зависимостью от состава линейной функцией: $\Delta E_V^{\text{exp}} = (0.21 \pm 0.01) + (3.35 \pm 7.8 \times 10^{-1})y$, эВ.

Опираясь на известные из литературы значения разрыва валентных зон для гетеросистемы Si/Ge и Ge/Sn, можно восстановить теоретическое значение разрыва валентных зон в гетеросистеме $\text{Si}/\text{Si}_{0.7-y}\text{Ge}_{0.3}\text{Sn}_y$. Данный разрыв, рассчитанный литературных данных, аппроксимируется выражением:

$$\Delta E_V^{\text{calc}} = (0.21 \pm 0.0025) + (4.45 \pm 0.05)y, \text{ эВ.}$$

И.М. Бавтович (студ., 5 курс, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», каф. МНЭ),
 Д.Д. Фирсов (к.ф.-м.н., асс., СПбГЭТУ «ЛЭТИ», каф. МНЭ),
 О.С. Комков (к.ф.-м.н., доц., СПбГЭТУ «ЛЭТИ», каф. МНЭ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ АРСЕНИДОВ ОПТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Современные достижения в области эпитакциального роста позволяют создавать новые и модифицировать известные конструкции гетероструктур. Благодаря высокой подвижности носителей заряда, тройной твердый раствор $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ используется в качестве материала канала в НЕМТ структурах. Для создания данных транзисторов необходимо вырабатывать структуры высокого качества. Это требует развития бесконтактных и неразрушающих методов исследования таких гетероструктур.

В настоящей работе было проведено исследование гетероструктур на основе тройных твердых растворов $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ и $\text{Al}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$. Образцы были выращены молекулярно-лучковой эпитаксией. Исследование проводилось методами фотолюминесценции (ФЛ), отражения и поглощения в ИК диапазоне. Регистрация спектров ФЛ проводилась при температуре 8 К, а спектров отражения и пропускания при комнатной температуре.

Измеренные спектры отражения и пропускания представляют собой осциллирующие кривые, по положению экстремумов которых была определена суммарная толщина нескольких эпитакциальных слоев, нанесенных на подложку.

Расчитанные по спектрам отражения и пропускания спектры поглощения исследованных структур были описаны корневой зависимостью. Это позволило определить оптическую ширину запрещенной зоны самого узкозонного слоя одного из образцов. Отличие оптической ширины запрещенной зоны от справочной величины [1] для этого слоя гетероструктуры трактуется эффектом Бурштейна-Мосса.

Исследование области канала проводилось по спектрам низкотемпературной ФЛ. Интенсивные пики на спектрах ФЛ связаны с излучательными переходами с уровня размерного квантования в квантовой яме, образованной слоем $\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As}$. Длинноволновый максимум ФЛ одного из образцов, связан с излучательной рекомбинацией связанных экситонов на примесных центрах или дефектах. Исходя из этого, была определена глубина залегания примеси в канале. Для части образцов была проведена проверка отклонения состава слоя канала от технологических данных, путем сопоставления положения максимумов ФЛ измеренных спектров и значения межзонного перехода с учетом ванно-размерных эффектов.

Авторы выражают благодарность А. Л. Дудину за предоставленные образцы.

1. M. Levinstein et al., Handbook Series on Semiconductor Parameters, 2, pp. 62-88 (1999)