

Установлено, что ионная очистка поверхности арсенида галлия перед нанесением диэлектрика существенно повышает адгезию и качество изоляции мезаструктур. Однако следует отметить, что применение диоксида кремния не обеспечивает необходимого качества изоляции по сравнению с Al_2O_3 . Это может быть связано с большим отличием температурных коэффициентов расширения SiO_2 и GaAs .

Для сравнения было осуществлено формирование изоляции мезаструктур слоем из фторида магния, полученного резистивным термическим испарением. Анализ внешнего вида образцов показал, что использование термического испарения не позволяет сформировать качественную изоляцию.

Установлено, что при распылении кварцевой мишени может происходить задубливание фоторезистивной маски из-за нагрева излучением вольфрамовой нити термокомпенсатора. Поэтому предпочтительно формирование диэлектрического слоя реактивным ионно-лучевым распылением.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ГЕТЕРОСТРУКТУР «ДИЭЛЕКТРИК – GaAs»

Е. В. Телеш

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, eteleshe@mail.ru

В технологии микроэлектронных устройств на арсениде галлия гетероструктуры «диэлектрик-GaAs» применяют для изолирующих слоев, для защитных покрытий при отжиге ионноимплантируемых слоев, для диэлектриков в МДП структурах, в качестве пассивирующих слоев для активных структур, для изоляции мезаструктур и в многоуровневых системах металлизации, для вспомогательных технологических слоев. Гетероструктуры «диэлектрик-арсенид галлия» должны иметь высокую адгезию диэлектрика к GaAs, низкую плотность поверхностных состояний на границе раздела, воспроизводимость свойств границы раздела «диэлектрик-арсенид галлия», низкий уровень механических напряжений, высокую термостабильность и термостойкость, стойкость к воздействию влаги, радиации.

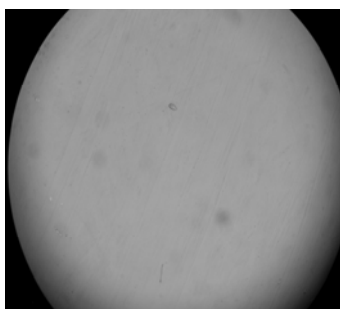
Термостабильность и термостойкость гетероструктуры «диэлектрик/арсенид галлия» является важным фактором, обеспечивающим высокую надежность гетероструктуры при последующей эксплуатации и при высокотемпературных технологических обработках. Поэтому были проведены эксперименты по исследованию термостойкости гетероструктур « SiO_2/GaAs », полученных ионно-лучевым распылением кварцевой и кремниевой мишеней.

Формирование пленки SiO_2 распылением кварцевой мишени проводили при следующих режимах: остаточное давление в камере – $2,4 \cdot 10^{-3}$ Па; парциальное давление кислорода – $9,33 \cdot 10^{-3}$ Па; давление аргона – $6,6 \cdot 10^{-2}$ Па; ускоряющее напряжение U_a – 2 и 3 кВ; ток компенсатора – 13 А. Температура подложки не превышала 100 °С (нагрев от излучения вольфрамовой нити термоэлектронного компенсатора). Перед нанесением диэлектрика проводилась химическая очистка поверхности арсенида галлия, а непосредственно в камере – очистка ионами аргона с энергией 1 кэВ. Толщина диэлектрика составила ~ 0,3 мкм.

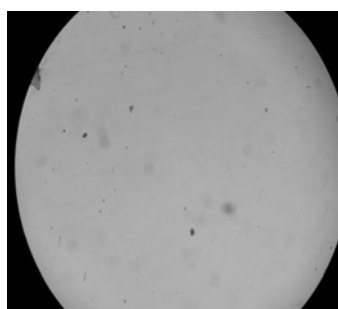
Были проведены испытания полученных гетероструктур на воздействие 500 термоциклов 20–200 °С. Затем структуры прошли термообработку в вакууме при 450 °С в течение 5 мин. Внешний вид гетероструктур изучался на оптическом микроскопе. На рисунке 1 приведены фотографии поверхности образцов до и после испытаний. Установлено, что воздействие термоциклов не привело к существенному изменению поверхности образцов. Однако термообработка при 450 °С привела к растрескиванию и шелушению диэлектрической пленки, полученной при $U_a = 2$ кВ.

Увеличение ускоряющего напряжения до 3 кВ способствовало повышению термостойкости гетероструктуры.

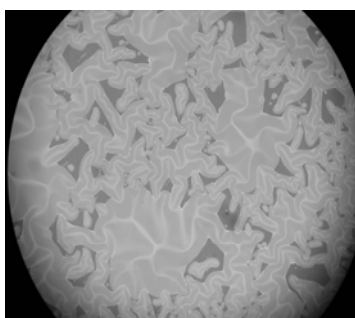
Формирование пленки SiO_2 реактивным ионно-лучевым распылением кремневой мишени осуществлялось при следующих режимах: остаточное давление в камере – $2,6 \cdot 10^{-3}$ Па; парциальное давление кислорода – $2,66 \cdot 10^{-2}$ Па; давление аргона – $5,3 \cdot 10^{-3}$ Па; ускоряющее напряжение – 3 кВ; ток мишени – 60 мА, температура подложки – 40 °С. Перед нанесением диэлектрика также проводилась химическая очистка поверхности арсенида галлия, а непосредственно в камере – очистка ионами аргона. Толщина диэлектрика составила $\sim 0,25$ мкм.



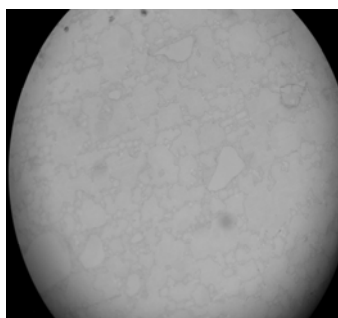
$U_a=2$ кВ, до испытаний и после
500 термоциклов 20–200 °С



$U_a=3$ кВ, до испытаний и после
500 термоциклов 20–200 °С



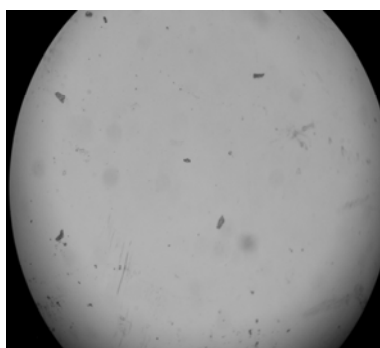
$U_a=2$ кВ, после
термообработки 450 °С – 5 мин



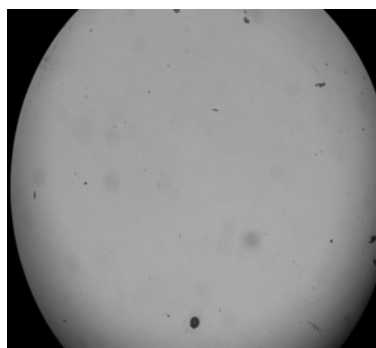
$U_a=3$ кВ, после
термообработки 450 °С – 5 мин

**Рисунок 1. – Внешний вид гетероструктур « SiO_2/GaAs »,
полученных распылением кварцевой мишени**

Были проведены аналогичные испытания на термостойкость полученных гетероструктур «SiO₂/GaAs». Установлено, что диэлектрическое покрытие, полученное реактивным ионно-лучевым распылением кремниевой мишени, обладает лучшей термостойкостью, т.к. внешний вид гетероструктур не претерпел видимых изменений (рис. 2).



До испытаний и после
500 термоциклов 20–200 °C



После термообработки
при 450 °C – 5 мин

**Рисунок 2. – Внешний вид гетероструктуры «SiO₂/GaAs»,
полученной распылением кремниевой мишени**

Таким образом, полученные результаты показали, что применение ионно-лучевого распыления и ионной очистки позволяют сформировать термостойкие гетероструктуры «SiO₂/GaAs» при низкой температуре подложки.

О КОРРЕКТНОСТИ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРЯМОЗОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ МЕТОДАМИ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ

Д. В. Туртин¹, М. А. Степович², А. Н. Поляков²

¹*Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Ивановский филиал,
Иваново, Россия, turtin@mail.ru*

²*Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, Калуга, Россия,
m.stepovich@rambler.ru, andrei-polyakov@mail.ru*

Исследованы качественные свойства двумерной математической модели диффузии экситонов, возбуждаемых низкоэнергетическим электронным зондом в монокристаллическом нитриде галлия. Показано, что рассмотренная математическая модель может быть применена для оценки электрофизических параметров экситонов по результатам времяпролётных измерений катодолюминесценции.

Значительное число физических процессов описывается начальными или краевыми задачами для уравнений с частными производными. При математическом моделировании таких процессов необходимо не только адекватно описать физическую суть изучаемых явлений, но и исследовать проблемы существования решения рассматриваемых задач, доказать единственность решения, обосновать непрерывную