

Сведения о ходе выполнения проекта
на тему: «**Разработка арсенид галлиевых сенсоров для матричных
рентгеновских детекторов, используемых в цифровой маммографии и
макромолекулярной кристаллографии**»

Руководитель проекта д-р физ.-мат. наук, профессор Тобанов О.П.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 17.09.2014г. № 14.587.21.0003 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 3 в период с 01.07.2015 г. по 31.12.2015 г. выполнялись следующие работы:

1 Изготовление опытной партии детекторных структур в виде пластин диаметром 3 дюйма при толщине 500-900 мкм в количестве не менее 20 шт.

2 Измерение электрофизических характеристик и конструктивно - технологических параметров опытной партии детекторного материала и полупроводниковых структур диаметром 3 дюйма.

3 Разработка базового технологического маршрута изготовления матричных сенсоров.

4 Экспериментальные исследования влияния режимов сплавления индия (In) в Ni контакты на электрические характеристики pad GaAs<Cr> сенсоров.

5 Исследование вольт-амперных характеристик, чувствительности к воздействию рентгеновского излучения, эффективности сбора заряда, энергетического разрешения pad GaAs<Cr> с Ni контактами.

6 Разработка технологического маршрута изготовления матричных сенсоров с металлизацией чувствительных элементов на основе пленок никеля (Ni) совместимых с Pilatus ASIC.

7 Сборка GaAs <Cr> Pilatus матричных сенсоров с толщиной чувствительного слоя 500 мкм и Ni контактами со специализированными микросхемами Pilatus методом «флип-чип».

8 Тестирование GaAs <Cr> Pilatus сборок с Ni контактами.

9 Сборка микрополосковых GaAs<Cr> сенсоров с толщиной чувствительного слоя 500 мкм и Ni контактами со специализированными микросхемами Mythen методом ультразвуковой (УЗ) микросварки.

10 Исследование характеристик микрополосковых GaAs <Cr> Mythen сенсоров при воздействии рентгеновского излучения.

Основные результаты

Показано, что наиболее полное соответствие основным тенденциям

развития современных детекторов рентгеновского излучения для цифровой маммографии и макромолекулярной кристаллографии имеют характеристики матричных полупроводниковых сенсоров на основе арсенида галлия, компенсированного хромом ($\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$), работающих в режиме прямого счета единичных квантов.

На основе патентных исследований установлено, что технология изготовления высокоомного арсенида галлия, компенсированного хромом, и матричных $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ сенсоров на его основы обладают новизной.

Предложены варианты технических решений по созданию многоэлементных сенсоров на основе $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$, обеспечивающих последующую сборку и работу с ASIC типа Pilatus, Eiger и Mythen.

Сформулированы требования к характеристикам высокоомных $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ структур: удельное сопротивление не менее $500 \text{ Мом}\times\text{см}$, время жизни электронов не менее 15 нс, шероховатость поверхности не более 2 нм.

Разработано техническое предложение на матричный $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ с активной площадью до $50\times 50 \text{ мм}^2$ с шагом пикселей 75 и 172 мкм;

Разработаны топологические варианты сенсоров совместимых с ASIC: Pilatus с шагом 172 мкм, с Mythen с шагом 50/100 мкм, с Eiger с шагом 75 мкм.

Разработаны технологические маршруты сенсоров: Pilatus $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ с металлизацией на основе ванадия, Mythen $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ с контактами на основе никеля.

Сформулированы требования к электрофизическим характеристикам 3 и 4 дюймовых пластин исходного низкоомного GaAs.

Исследованы закономерности распределения темнового тока и скорости счета фотонов. Предложены физические модели формирования вольт-амперных характеристик и распределения напряжённости электрического поля в $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ структурах.

За счёт внебюджетных средств иностранного партнера разработаны: технические предложения для топологических вариантов $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ сенсоров, совместимых с ASIC: “Pilatus”, “Mythen”, “Eiger”; основы технологии сборки $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ сенсоров с ASIC “Pilatus”, “Mythen”, “Eiger”;

Выполнены: разработка топологии $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ Pilatus сенсоров; «флип-чип»-сборка $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ Pilatus сенсоров с толщиной 500 мкм с Pilatus ASIC; тестирование $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ Pilatus сборок с толщиной чувствительного слоя 500 мкм. Изготовлен прототип $\text{GaAs}\langle\text{Cr}\rangle$ Pilatus детектора. Характеристики разрабатываемых сенсоров рентгеновского излучения и детекторов на их основе превосходят наиболее близкие аналоги.