

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Шугурова Константина Юрьевича «Нитевидные нанокристаллы нитрида галлия на кремнии: свойства и приборное применение», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики»

Нитрид галлия (GaN) и его полупроводниковые многокомпонентные соединения являются основой промышленного производства светоизлучающих диодов и ярких экранов белого свечения. Помимо областей оптоэлектроники GaN перспективен с точки зрения силовой электроники. В частности, на рынке сейчас доступны зарядные устройства на основе данного материала, чьи характеристики по ряду показателей превосходят аналогии на основе Si технологии. При этом следует отметить, что себестоимость производства приборных структур на основе GaN пока заметно превышает стоимость традиционных кремниевых технологий, что сдерживает массовое внедрение данной материальной системы для производства электронных компонент и расширения номенклатуры элементной базы. Данные ограничения, не в последнюю очередь, связаны с высокой технологической сложностью синтеза высококачественных планарных гетероструктур GaN на рассогласованных по параметру решетки подложках. Современный уровень технологий не позволяет в полной мере решить эту проблему. Одним из альтернативных подходов является переход от планарных слоев к массивам нитевидных нанокристаллов (ННК), которые за счет своей уникальной геометрической формы могут быть синтезированы с высоким кристаллическим качеством на коммерчески доступных подложках (например, Si).

Диссертация Шугурова К.Ю. посвящена исследованию свойств нитевидных нанокристаллов GaN, синтезированных на кремниевых подложках, а также созданию приборных структур на их основе. В частности, в работе рассматриваются методы создания и результаты исследований характеристик диода Шоттки на основе GaN ННК. Актуальность проведенных исследований, с одной стороны, обуславливается интеграцией полупроводниковых материалов на Si платформе, а с другой стороны - преимуществами материальных характеристик GaN над Si, в частности при коммутации тока большой плотности.

В представленной работе получены значимые научные и технологические результаты, в частности созданы экспериментальные образцы диодов Шоттки на основе одиночных GaN ННК, демонстрирующие частоты отсечки в суб-ТГц диапазоне. Результаты численного моделирования показывают перспективы расширения диапазона рабочих частот подобных приборов до ТГц области.

К работе можно предъявить следующие замечания:

1) Из текста автореферата не совсем ясно, каким образом проводилось высвобождение (вскрытие) вершин нитевидных нанокристаллов от полимера SU-8 (глава 3)?

2) Также следовало бы привести непосредственное изображение эквивалентной схемы, которую использовал автор в рамках исследований частотных характеристики диодов Шоттки (глава 6).

Представленные замечания не являются принципиальными, носят, скорее, частный характер, и не умаляют общей высокой оценки диссертационной работы К.Ю. Шугурова.

Полученные научные результаты исследований представлены в ряде публикаций в высокорейтинговых журналах и апробированы на всероссийских и международных конференциях.

В заключение следует отметить, что представленное исследование выполнено на высоком научно-технологическом уровне и является завершённой научно-квалифицированной работе, полностью соответствующей требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Тематика диссертационной работы в полной мере соответствует специальности 1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики», а ее автор, Шугуров Константин Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Профессор Санкт-Петербургского политехнического  
Университета Петра Великого, д.ф.-м.н.



Д.А. Фирсов

“10” января 2023 г.

Санкт-Петербургский политехнический Университет Петра Великого  
Адрес: ул. Политехническая, д. 29, Санкт-Петербург, 195251  
Электронная почта: firsov.da@spbstu.ru  
Телефон: (921)798 82 31

