

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гревцова Никиты Леонидовича
«Пленки твердых растворов кремний германий на основе нанопористого
кремния для термоэлектрических преобразователей»,
представленной на соискание степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.08 – нанотехнологии и наноматериалы
(материалы для электроники и фотоники)

Работа Гревцова Н.Л. посвящена синтезу твердых растворов кремний-германий путем электрохимического осаждения индия и германия в слои нанопористого кремния, а также оценке возможности использования полученных твердых растворов в составе термоэлектрических преобразователей. Обнаружено, что заполнение пор слоев пористого кремния путем электрохимического осаждения германия и последующей высокотемпературной обработки позволяет формировать пленки $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$. Установлена корреляция между пористостью исходной матрицы нанопористого кремния и количественным соотношением двух полупроводников в готовом твердом растворе, позволяющая контролировать количество германия в получаемых пленках $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$. Показана возможность формирования наночастиц индия, частично или полностью локализованных в донной части пор нанопористого кремния, с применением электрохимического осаждения из водных растворов сульфата индия.

В качестве интересного результата нужно отметить подробный поэтапный анализ структуры формируемых пленок, что позволило обеспечить последующее эффективное заполнение поровых каналов германием. При этом количество германия x может варьироваться в значительных пределах путем изменения пористости исходного слоя кремния. Важным результатом также является экспериментальное подтверждение изначального предположения о том, что наночастицы индия в донной части пор способствуют зарождению и росту кристаллитов германия и заполнению пор германием снизу-вверх.

Проведена оценка основных электрофизических характеристик полученных пленок, подтверждающая наличие выраженных термоэлектрических свойств. На основе сформированных пленок изготовлены и исследованы экспериментальные образцы лабораторного прототипа термоэлектрического преобразователя.

К замечаниям по автореферату необходимо отнести следующее:

Разработанный новый способ получения пленок $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ сравнивается с традиционными методами химического осаждения из газовой фазы и эпитаксией. Сравнение делается поверхностно с упором на необходимость иметь технологическое оборудование для роста. Однако хотелось бы иметь более полное сравнение, затрагивающее, в частности, то, какое влияние присутствующие нанокристаллы индия оказывают на свойства получаемых слоев, и не сужает ли более сложная структура пленок $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ возможности их последующего использования.

Указанное замечание не влияет на общую положительную оценку диссертационной работы.

Выводы и научные положения, представленные в диссертации, обоснованы и достоверны. Результаты работы широко представлены на международных и всероссийских научных конференциях и опубликованы в виде 11 статей в журналах и ряда статей в конференционных сборниках. Представленные результаты создают научно-технологическую основу для дальнейшей разработки и практического применения тонкопленочных термоэлектрических преобразователей, основанных на предложенной технологии получения пленочных твердых растворов кремний–германий, в связи с чем обладают как научной, так и практической значимостью.

Считаю, что диссертационная работа Гревцова Н. Л. представляет собой завершённое научное исследование, содержащее новые теоретические и практические результаты, имеющие ценность для области формирования термоэлектрических материалов, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.08 — «Нанотехнологии и наноматериалы (материалы для электроники и фотоники)».

Даю согласие на размещение настоящего отзыва в сети Интернет.

Ведущий научный сотрудник
Лаборатории физики и технологии трехмерных наноструктур
Института физики полупроводников им А.В. Ржанова
Сибирского отделения РАН,
доктор физико-математических наук,
профессор

И.В. Антонова

Подпись И.В. Антоновой

Заверяю

Уч. секретарь ИФП СО РАН

“ 17 ” марта 2026 г.

