

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Хомца Александра Леонидовича «Кристаллическая структура и решёточная теплопроводность свободных слоистых плёнок Si/Ge нанометровой толщины», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.16.08 - нанотехнологии и наноматериалы (материалы для электроники и фотоники)

Хомец Александр Леонидович активно занимался научными исследованиями в области теоретического моделирования решёточной теплопроводности наноструктур с целью повышения эффективности преобразования тепловой энергии в электрическую. Эти исследования соответствуют одному из утвержденных Указом Президента Республики Беларусь № 156 от 7 мая 2020 г. приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь на 2021–2025 гг., а именно п. 4. Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы: микро-, опто- и СВЧ-электроника, фотоника, микросенсорика; композиционные и многофункциональные материалы; наноматериалы и нанотехнологии, нанодиагностика». Диссертационная работа выполнялась в рамках научной программы «Перспективные материалы на основе кремния для преобразования энергии» в ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии» подпрограммы «Наноструктурные материалы, нанотехнологии, нанотехника («Наноструктура»)» на 2021–2025 годы (№ гос. рег. 20211111).

По теме диссертации Хомцом А.Л. подготовлено и опубликовано 10 работ, включающих 4 статьи в рецензируемых научных журналах, соответствующих пункту 18 «Положения о присуждении учёных степеней и присвоении учёных званий в Республике Беларусь (общим объёмом 5,1 авторского листа)», а также 3 статьи в сборниках материалов научных конференций и 3 тезиса.

Научная достоверность и практическая полезность результатов и выводов диссертационной работы подтверждена хорошим соответствием с известным экспериментальными данными, а также внедрением в учебный процесс на кафедре микро- и наноэлектроники факультета радиотехники и электроники БГУИР в курсе лекций «Современные проблемы физики конденсированного состояния» (имеется 1 акт о практическом использовании результатов).

За время работы над диссертацией Александр Леонидович проявил себя ответственным и грамотным специалистом, способным активно работать как индивидуально, так и в команде исследователей. Считаю необходимым отметить, что

не все результаты работы Хомца А.Л. вошли в диссертационную работу. Помимо исследования теплопроводности тонких плёнок Si/Ge, также были исследованы особенности теплопереноса в одномерныхnanoструктурах Si/Ge и сделаны выводы об основных механизмах рассеяния, включая сравнение с тонкими пленками Si/Ge.

Считаю, что подготовленная и представляемая к защите диссертационная работа Хомца А.Л. отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Республики Беларусь к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.16.08 - «Нанотехнологии и наноматериалы» (материалы для электроники и фотоники) за новые научно-обоснованные результаты, включающие:

- выявление роли морфологии слоистых плёнок Si/Ge с резкими интерфейсамина поперечную и продольную решёточную теплопроводность и определение структур, которым свойственна наименьшая поперечная ($0,55\text{--}5,44$ Вт/(м·К)) для ориентации (111) и продольная ($5,12\text{--}19,7$ Вт/(м·К)) для направления (001)/[110] и ($8,9\text{--}15,7$ Вт/(м·К)) для направления (110)/[001] теплопроводность за счёт интенсивного рассеяния фононов поверхностью и интерфейсами;
- проведенное обобщение механизмов рассеяния фононов слоистых плёнках Si/Ge с резкими и диффузионно-перемешанными интерфейсами в случае поперечного и продольного теплопереноса;
- установление толщины диффузионно-перемешанных интерфейсов, равной 4 монослоя, при которой достигается наиболее низкая поперечная теплопроводность (до $1,10\text{--}1,28$ Вт/(м·К)) слоистых плёнок Si/Ge с ориентациями (001), (110) и (111), что на $7,9\text{--}17,3$ % ниже предела сплава (плёнок со структурой неупорядоченного твёрдого раствора $\text{Si}_{0,5}\text{Ge}_{0,5}$) вследствие более эффективного рассеяния фононов;
- обнаружение и объяснение аномальной зависимости в слоистых плёнках Si/Ge с диффузионно-перемешанными интерфейсами, выраженной в снижении продольной решёточной теплопроводности при увеличении толщины плёнки с 2 до 20 нм и более (за исключением кристаллографического направления (001)/[110]) из-за уменьшения роли поверхности в рассеянии фононов и повышения фонон-фононного рассеяния.

Научный руководитель

заведующий кафедрой микро- и наноэлектроники

Белорусского государственного университета

информатики и радиоэлектроники

доктор физико-математических наук, доцент

Д.Б. Мигас

