

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Соловьёва Ярослава Александровича «Формирование методом быстрой термообработки барьерных слоев для кремниевых диодов Шоттки с улучшенной энергоэффективностью», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро – и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Диссертация Соловьёва Я.А. посвящена разработке новых технологических процессов формирования быстрой термообработкой (БТО) контактно-барьерных структур с заданными свойствами для создания кремниевых диодов Шоттки с улучшенной энергоэффективностью, что является концептуальным вкладом в быстро развивающееся научно-техническое направление «фотонные технологии для создания микроэлектронных устройств». В этой связи не вызывает сомнений её своевременность и актуальность.

В ходе выполнения диссертационной работы проведены сложные комплексные исследования и получены следующие основные научные результаты, содержащие новизну:

- предложена модифицированная модель нагрева высоколегированных кремниевых пластин импульсом некогерентного источника излучения;
- установлено, что быстрая термообработка Cr/Si при температуре 400–550 °C приводит к волнообразной морфологии поверхности, обусловленной генерацией вакансий за счет эффекта Киркендала и их последующей деформационно-стимулированной диффузией;
- показано, что выполнение процесса БТО Ni/Si в диапазоне температур от 400 до 450 °C вызывает формирование структурно-однородного слоя NiSi с размерами кристаллитов от 100 до 200 нм, сглаженной границей раздела с кремнием и высотой барьера  $\sim 0,63$  В, а проведение БТО системы Ni-Pt-V/Si при температуре 450–500 °C обуславливает образование фазы NiSi на эпитаксиальных к подложке доменах  $\beta$ -Ni<sub>31</sub>Si<sub>12</sub>, содержащих атомы Pt, инкорпорированные в зародыши растущей фазы силицида на ранних стадиях формирования с сегрегацией силицида платины на межзеренных границах, включая границу раздела с Si;
- доказано, что БТО системы Ni-V/Pt/Si за счет диффузии Si при температуре 400 °C, Ni при температуре 450 °C и Pt при температуре выше 500 °C в результате последовательности переходов PtSi → NiSi → Ni<sub>x</sub>Pt<sub>y</sub>Si соответственно, приводит к формированию на границе раздела с Si структурно-однородного слоя Ni<sub>x</sub>Pt<sub>y</sub>Si со сглаженной морфологией и уменьшенной дефектностью границы раздела.

Особо следует подчеркнуть проведенный соискателем критический и глубокий анализ результатов при выполнении работы, фундаментальность проведенных исследований, объективность и обоснованность выводов по полученным ре-

зультатам, использование современного теоретического и математического аппарата.

В то же время, в тексте автореферата имеется ряд опечаток и стилистических погрешностей, не снижающих общего положительного впечатления от работы и не умаляющие заслуг соискателя, например:

- на странице 1 в первом абзаце опечатка в слове «энергосберегающих»;
- на странице 11 во втором абзаце более корректнее писать: «...при максимально допустимых значениях прямого тока и обратного напряжения...»;
- на странице 29 в пункте 7 лишняя запятая после слова «электрофизических».

Следует отметить так же то, что разработанные структуры кремниевых диодов Шоттки обладают значительно большей радиационной стойкостью и быстрым действием, чем кремниевые р-п-переходные диоды. Это обусловлено спецификой системы металл-полупроводник, а также тем, что в диодах Шоттки ток проходит только по механизму дрейфа носителей и отсутствует необходимость накопления и устранения избыточных носителей тока.

В целом, анализ материалов автореферата свидетельствует о том, что диссертационное исследование выполнено на высоком научно-техническом уровне, имеет большое прикладное значение и соответствует требованиям ВАК Беларуси, предъявляемым к докторским диссертациям по указанной специальности и отрасли. Автор диссертации, Соловьёв Я.А., заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро – и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Выражаю согласие на размещение данного отзыва на сайте учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Заведующий лабораторией элионики  
НИУ «Институт прикладных физических  
проблем имени А.Н. Севченко» БГУ  
доктор физ.- мат. наук, профессор  
академик НАН Беларуси



Ф. Ф. Комаров

