

ОТЗЫВ

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

В диссертации Соловьёва Я.А. систематизированы теоретические и экспериментальные результаты процессов быстрой термической обработки (БТО) структур Cr/Si, Ni/Si, Ni-Pt-V/Si, Ni-V/Pt/Si для получения диодов Шоттки с улучшенными характеристиками энергоэффективности. Выбранная автором тематика работы является востребованной и актуальной для производства изделий микро- и нанoeлектроники.

Соловьёвым Я.А. получены оригинальные научные результаты, как путём физико-математического моделирования, так и на основе экспериментальных исследований разработанных процессов, дополняющих и подтверждающих теорию. Выводы и рекомендации, представленные в работе, логично вытекают из полученных результатов. Результаты работы опубликованы в одной коллективной монографии, в 17-ти отечественных и зарубежных научных журналах (соответствующих требованиям п.19 Положения о присуждении учёных степеней), а также в других рецензируемых изданиях. Результаты работы докладывались на научных конференциях различного уровня, а также защищены 18-ю патентами евразийского патентного ведомства и Республики Беларусь.

Следует отметить следующие важные научные теоретические и экспериментальные результаты, приведённые в диссертации:

- Разработана модифицированная модель нагрева высоколегированных кремниевых пластин импульсом некогерентного источника излучения.
- Установлено, что БТО системы Cr/Si при температуре 400–550 °C приводит к волнообразной морфологии поверхности, обусловленной генерацией вакансий за счет эффекта Киркендалла и их последующей деформационно-стимулированной диффузией.
- Показано, что выполнение БТО системы 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 ~ 0,63 В.
- Выявлено, что проведение БТО системы Ni-Pt-V/Si при температуре 450–500 °C обуславливает образование фазы NiSi на эпитаксиальных к подложке доменах β -Ni₃₁Si₁₂, содержащих атомы Pt, внедрённые в зародыши растущей фазы силицида на ранних стадиях формирования с сегрегацией силицида платины на межзеренных границах, включая границу раздела с кремнием;
- 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_xPt_ySi соответственно, приводит к формированию на границе раздела с Si структурно-однородного слоя Ni_xPt_ySi со сглаженной морфологией и уменьшенной дефектностью границы раздела.

Необходимо отдельно отметить, что диссертация Соловьёва Я.А. имеет экономическую значимость, которая заключается во внедрении результатов в производство на ОАО «ИНТЕГРАЛ».

Автореферат оформлен в соответствии с требованиями ВАК Республики Беларусь, материал структурирован, представленные в автореферате выводы логически обоснованы, описанные методы исследований многократно апробированы, а их результаты достоверны.

По работе имеются некоторые замечания:

1. Из автореферата не ясно чем при разработке технологии формирования силицидов обусловлен выбор толщины пленок исследуемых металлов 30–40 нм? В то же время в системе Ni-V/Pt/Si использованы пленки сплава Ni-V толщиной 20, 40 и 60 нм.
2. В автореферате не представлены результаты исследований морфологии слоев методами растровой электронной микроскопии и (или) атомно-силовой микроскопии, которые были бы весьма полезными для оценки шероховатости поверхности и границ раздела.

Вместе с тем указанные недостатки не снижают научной и практической значимости диссертационной работы.

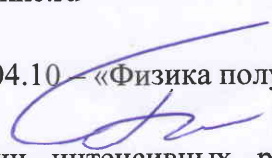
Считаем, что соискатель Соловьёв Ярослав Александрович заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

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

доктор физико-математических наук (01.04.10 – «Физика полупроводников»)

 **Файзрахманов Ильдар Абдулкабирович**
главный научный сотрудник Лаборатории радиационной физики, Казанский физико-технический институт им.Е.К.Завойского – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», 420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт, д. 10/7,
Тел.: +7 (843) 272-1241, эл. почта: fiak@kfti.knc.ru

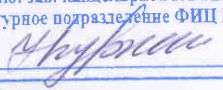
кандидат физико-математических наук (01.04.10 – «Физика полупроводников»)

 **Баталов Рафаэль Ильясович**
старший научный сотрудник Лаборатории интенсивных радиационных воздействий, Казанский физико-технический институт им.Е.К.Завойского – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», 420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт, д. 10/7,
Тел.: +7 (843) 231-9102, эл. почта: batalov@kfti.knc.ru

20 ноября 2024 г.

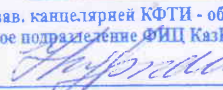
Подпись

Заверяю: зав. канцелярией КФТИ - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН

 Куркина Н.Г.

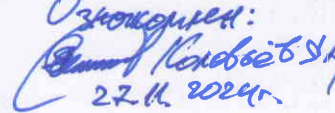
Подпись

Заверяю: зав. канцелярией КФТИ - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН

 Куркина Н.Г.

Совет по защите диссертаций при БГУИР
« 27 » ноября 20 24 г.
Вх. № 05.02-12/155



Озвучен:
 Соловьёв Я.
27.11.2024г.