

ОТЗЫВ на автореферат

диссертации С.Э. Тягинова

«Моделирование процессов деградации, вызываемых горячими носителями, в современных кремниевых транзисторах»,

представленной на соискание ученой степени доктора физ.-мат. наук
(специальность: 1.3.11 – физика полупроводников)

В структуре метал-диэлектрик-полупроводник (МДП), представляющей собой подзатворную секцию полевого транзистора (ПТ), транспорт носителей возможен как в направлении, перпендикулярном границе раздела полупроводник/диэлектрик, так и в плоскости, параллельной этой границе. Перенос носителей заряда является причиной двух паразитных явлений: (1) туннельной утечки через слой подзатворного диэлектрика и (2) встраивания дефектов на указанной границе. Туннельная утечка приводит к значительному росту мощности, потребляемой единичным ПТ, и, соответственно, всей СБИС, на основе миллиардов ПТ. Во втором случае происходит искажение транзисторных характеристик – а значит, потеря прибором его функциональности и, возможно, полный отказ ПТ или даже СБИС. Такой режим называется «деградацией, вызываемой горячими носителями» (ДВГН). Данная работа посвящена моделированию обоих паразитных явлений с учетом разогрева носителей. Модели диссертанта основаны на физических принципах и претендуют на количественную точность.

Отмечу наиболее интересные результаты. Во-первых, разработанные модели включают аккуратное моделирование транспорта носителей. Функции распределения носителей по энергии используются для расчетов туннельных токов. Показывается, насколько разогрев носителей увеличивает токи туннельной утечки. Во-вторых, заслуживает внимания сравнение результатов расчетов туннельных токов в МДП-структурах с SiO_2 и CaF_2 . Анализ статистического разброса токов позволяет оценить, сколь резко толщина диэлектрика меняется с координатой. В-третьих, дается обширный обзор особенностей протекания ДВГН в совершенно различных приборах – от миниатюрных ПТ для логических СБИС до мощных приборов с длиной канала в несколько мкм.

Все выводы работы подтверждены результатами расчетов, а модели были апробированы с использованием обширных массивов экспериментальных данных, что позволяет заявить о достоверности результатов.

В качестве замечания отмечу, что из текста автореферата не ясно, учитывался ли в модели эффект генерации горячими носителями новых локализованных состояний в объеме двуокиси кремния и захват на эти центры как горячих, так и термализованных носителей заряда.

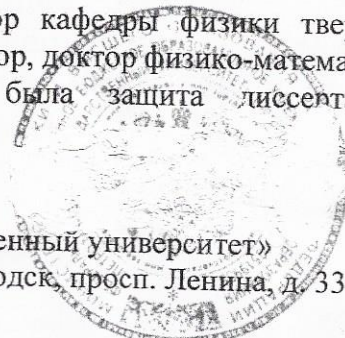
Диссертация С.Э. Тягинова является законченным исследованием, в рамках которого были получены новые для физики полупроводников и полупроводниковых приборов результаты. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», и Тягинов С.Э. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.11 «физика полупроводников».

Гуртов В.А., д.ф.-м.н., профессор
28.10.2022 г.

Гуртов Валерий Алексеевич, профессор кафедры физики твердого тела Петрозаводского государственного университета, профессор, доктор физико-математических наук, шифр специальности, по которой была защита диссертации, 01.04.10 – Физика полупроводников
+7(8142)711-096

vgur@petrsu.ru

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, просп. Ленина, д. 33
8 (814-2) 71-10-01, rectorat@petrsu.ru



Подпись Гуртов В.А. Взаверяю
Проректор по НИР

В.С. Сюнёв
«28» октября 2022 г.