

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Захарова Павла Сергеевича «Эффект обратимого переключения электрической проводимости в тонких плёнках нестехиометрического оксида кремния», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Высокая актуальность диссертации Захарова П.С. «Эффект обратимого переключения электрической проводимости в тонких пленках нестехиометрического оксида кремния» обусловлена двумя факторами. Первый из них связан с отсутствием к началу диссертационного исследования модельных представлений, которые с единых позиций могли бы объяснить широкий спектр закономерностей, связанных с переключением электрической проводимости в тонких пленках нестехиометрического оксида кремния (SiO_x). Среди таких закономерностей особо следует отметить зависимость проводимости SiO_x от крутизны заднего фронта импульса стирания, не наблюдающуюся ранее при переключении проводимости тонких пленок других материалов, например, оксидов переходных металлов. С другой стороны, актуальность темы диссертации обусловлена максимальной совместимостью оксида кремния, в том числе и нестехиометрического, с другими материалами современной кремниевой микроэлектроники. Таким образом, SiO_x представляет собой перспективный материал, на основе которого может быть создан востребованный и конкурентоспособный класс приборов микроэлектроники – энергонезависимая резистивная память.

Несмотря на всестороннее и интенсивное исследование эффекта обратимого переключения в тонких плёнках SiO_x , его непосредственное использование в приборных структурах резистивной памяти затруднено слабым пониманием механизма эффекта. В диссертационной работе Захарова П.С. предпринята успешная попытка построения оригинальных феноменологических модельных представлений, которые позволили по-новому взглянуть на резистивное переключение и объяснить многочисленные экспериментальные факты, включая зависимость проводимости активного слоя от длительности заднего фронта импульса перезаписи. Автор справедливо отмечает, что при построении феноменологии нестехиометрический оксид кремния следует рассматривать как многокомпонентный пересыщенный твердый раствор подвижных точечных дефектов, взаимодействующих с кремниевыми кластерами в резко выраженных неизотермических процессах.

При построении количественной модели фазовых превращений, обуславливающих резистивное переключение, диссертант корректно применяет численные методы решения трехмерного неоднородного уравнения теплопроводности, а также уравнения массового баланса на поверхности кремниевого кластера.

Среди других положений, обладающих научной новизной и практической значимостью, следует отметить впервые установленный комплекс геометрических и электрофизических характеристик структур резистивной памяти на основе исходно нестехиометрического оксида кремния, а также оригинальную конструкцию элемента резистивной памяти с вакуумированной полостью.

К недостаткам диссертационной работы Захарова П.С. следует отнести отсутствие экспериментально установленных сведений о степени нарушения стехиометрии активного слоя вблизи вакуумированной торцевой поверхности после проведения электроформовки. Кроме того, при построении количественной модели автор необоснованно полагает, что концентрация компонентов твердого раствора от переключения к переключению остается неизменной.

Тем не менее, перечисленные выше недостатки не снижают ценности выполненной работы и не влияют на её главные теоретические и практические результаты. Автореферат отражает все этапы исследования Захарова П.С. и позволяет сделать вывод о том, что диссертация «Эффект обратимого переключения электрической проводимости в тонких плёнках нестехиометрического оксида кремния» представляет собой научно-квалификационную работу, выполненную на высоком уровне. Кроме того, диссертация Захарова П.С. соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а её автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

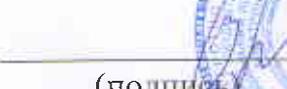
Доктор физ.-мат. наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников и диэлектриков, начальник Лаборатории радиационных методов технологии и анализа Национального исследовательского университета «МИЭТ»

Профессор  Герасименко Николай Николаевич
(подпись)

Дата: 09.12.2016

Лаборатория радиационных методов технологии и анализа, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»
Телефон: +7(499)7343011; email: rmta@miee.ru, nng1938@mail.ru
Адрес: 124498, г. Москва, Зеленоград, дом 5, проезд 4806

Подпись Герасименко Н.Н. подтверждаю

Начальник отдела кадров  Заболотный С.В.
(подпись)

