

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана
по научно-исследовательской работе



А. А. Столяров

2016 г.

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.

Исследовательская работа, отраженная в автореферате диссертации Захарова П.С., актуальна в рамках современных тенденций развития микро- и наноэлектроники. Фазовые перестройки, происходящие в нестехиометрическом оксиде кремния под действием различных воздействий и приводящие к появлению кремниевых нанокристаллитов, позволяют создавать не только перспективные приборы оптоэлектроники, но и указывают на возможность изготовления сверхплотных элементов энергонезависимой памяти, обладающих высокой совместимостью с распространенной технологией кремниевой микроэлектроники. Как было показано ранее Yao et al., элементы резистивной памяти (ReRAM) на основе тонких пленок SiO_x обладают не только низким энергопотреблением и высокой скоростью записи, но и позволяют реализовать многоуровневую логику, что особенно актуально в свете стремительного развития вычислительных устройств и систем на основе искусственных нейронных сетей. Кроме того, сравнительно простая конструкция элемента памяти ReRAM позволяет интегрировать её в многоуровневую металлизацию современных интегральных схем, создавая при этом трехмерные массивы энергонезависимых запоминающих устройств.

Тем не менее, не смотря на всестороннее исследование эффекта обратимого переключения электрической проводимости, лежащего в основе принципа работы

ReRAM, до сих пор остается не ясным механизм образования и исчезновения локализованных каналов проводимости в тонких пленках SiO_x . Разработанные другими авторами модели резистивного переключения не способны адекватно объяснить, например, наблюдаемую зависимость проводимости тонкой пленки SiO_x от параметров прикладываемых электрических импульсов.

Основным результатом диссертационного исследования, безусловно, обладающим научной новизной, следует считать феноменологическую и количественную модель фазовых перестроек, происходящих в нестехиометрическом оксиде кремния, рассматриваемом как пересыщенный твердый раствор кремния в матрице стехиометрического SiO_2 . Разработанная модель позволила не только описать эволюцию системы кремниевых включений в матрице оксида, но и предугадать состояние электрической проводимости активного материала в зависимости от характеристик воздействующих электрических импульсов.

Положения диссертации, выносимые на защиту, обладают научной новизной и практической значимостью.

Среди недостатков, выявленных при изучении автореферата, считаю необходимым отметить следующие:

1. В разработанной модели эволюции размеров Si-нанокристаллитов (кластеров) используются концентрации предполагаемых типов точечных дефектов. Однако в автореферате не обсуждаются способы оценки величин свободной энергии их образования, что абсолютно необходимо для вычисления концентраций в квазихимическом приближении. Не совсем ясно, почему стало возможным также пренебрежение зарядовыми состояниями отобранных типов точечных дефектов.

2. Из изложения в автореферате трудно понять, насколько воспроизводимыми являются наблюдаемые в работе эффекты (см., например, данные рис.7).

Тем не менее, указанные недостатки несколько не снижают ценности представленного исследования. Надлежащее качество автореферата позволяет высоко оценить диссертацию Захарова П.С., отвечающую всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах. Сам автор несомненно заслуживает присвоения искомой ученой степени.

Профессор кафедры «Материаловедение»
Калужского филиала федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана), доктор технических наук,
доцент, старший научный сотрудник



С. С. Стрельченко

e-mail: stas40@kaluga.ru

248000, г. Калуга, ул. Баженова, 2
КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

8-(920)-613-3456