

Федеральная целевая программа

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы»

Информационно-телекоммуникационные системы

Тема: Разработка конструктивно-технологических решений, анализ и исследование элементов перспективных типов памяти нового поколения большой емкости типа фазовой (PCM), сегнетоэлектрической (FRAM), магниторезистивной (MRAM)

Соглашение 14.575.21.0096
на период 2014 - 2016 гг.

Руководитель проекта: профессор, Тимошенков С.П.

Получатель субсидии: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

"Национальный исследовательский университет "Московский институт электронной техники»

Цели и задачи проекта

Разработка комплекса научно-технических решений по созданию энергонезависимой памяти нового поколения типа MRAM, FRAM и PCM большой емкости.

Ожидаемые результаты проекта

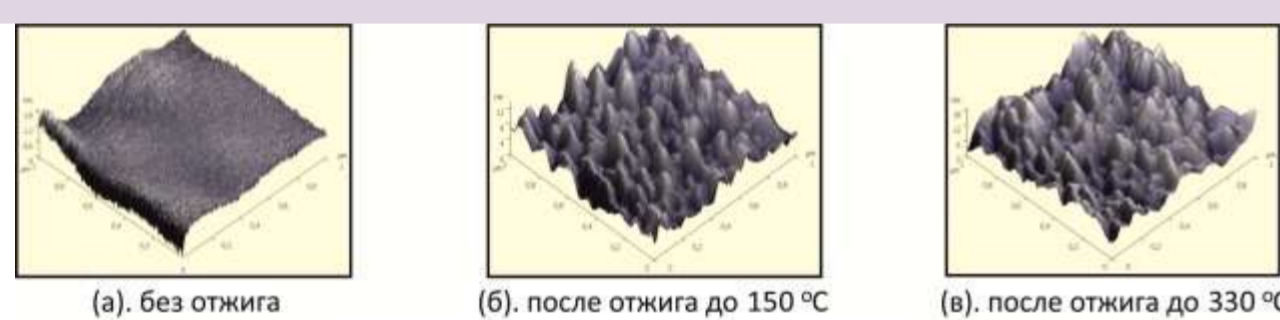
1. Аналитический обзор состояния разработок и достижений в области фазовой памяти и патентные исследования.
2. Конструктивно-технологические решения создания энергонезависимой памяти нового поколения типа PCM, FRAM и MRAM большой емкости.
3. Лабораторный технологический регламент изготовления многослойных структур ячеек памяти типа PCM для создания энергонезависимой памяти нового поколения большой емкости.
4. Технологические решения по изготовлению энергонезависимой памяти нового поколения типа PCM.
5. Лабораторный технологический регламент изготовления энергонезависимой памяти нового поколения типа PCM.
6. Программа и методики проведения экспериментальных исследований экспериментальных образцов энергонезависимой памяти большой ёмкости типа PCM.
7. Технологические решения по интеграции технологии изготовления многослойных структур ячеек памяти типа PCM в КМОП КНИ в технологический процесс уровня 0,18 мкм и выше
8. Технические требования и предложения по разработке, производству и эксплуатации продукции с учетом технологических возможностей и особенностей промышленного партнера - организации реального сектора экономики
9. Сформулированные технические требования в виде Проекта технического задания на проведение ОТП по теме: «Разработка технологии изготовления энергонезависимой памяти нового поколения типа PCM, FRAM и MRAM большой емкости».
10. Рекомендации по использованию результатов проведенных ПНИ в реальном секторе экономики, а также в дальнейших исследованиях и разработках

Перспективы практического использования

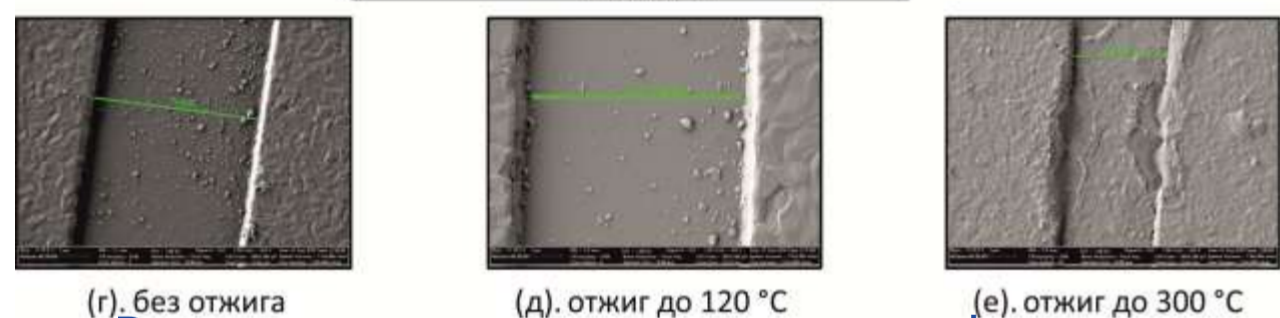
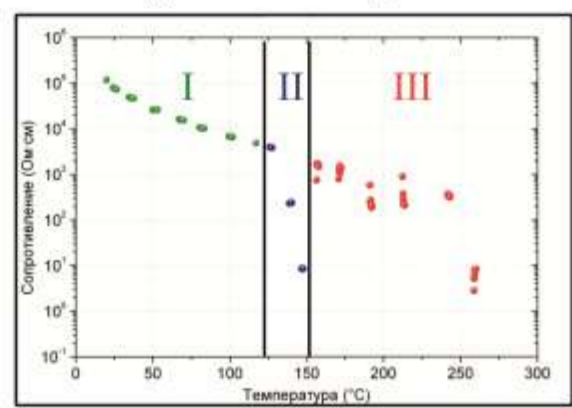
Разработка технологии создания энергонезависимой памяти нового поколения и запуск ее производства должно обеспечить не только замещение уже используемой NAND-флэш на рынке, но и заполнение новых секторов, где NAND-флэш в силу своих недостатков не может применяться, например, из-за низкой радиационной стойкости в космической технике и атомной промышленности, или из-за низкой скорости записи информации в качестве динамической памяти. Широта практического применения результатов работы определяется тем, что фазовая память подходит для целого спектра применений: от электронной техники массового потребления (мобильные телефоны, плееры, цифровые фото- и видеокамеры, ноутбуки, смартфоны, планшеты и т.д.) до приборов, предназначенных для авиационной, космической отрасли и т.д. При этом за счет высокой скорости записи информации, устройства фазовой памяти могут быть использованы не только как постоянные запоминающие устройства, но и как оперативные.

Устройства фазовой памяти, в отличие от широко распространенного вида памяти DRAM, является энергонезависимой и поэтому может использоваться в качестве архивной. По сравнению с широко распространенной флэш-памятью фазовая память имеют большее число циклов запись/стирание, скорость обработки данных, радиационную стойкость масштабируемость и меньшую стоимость.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

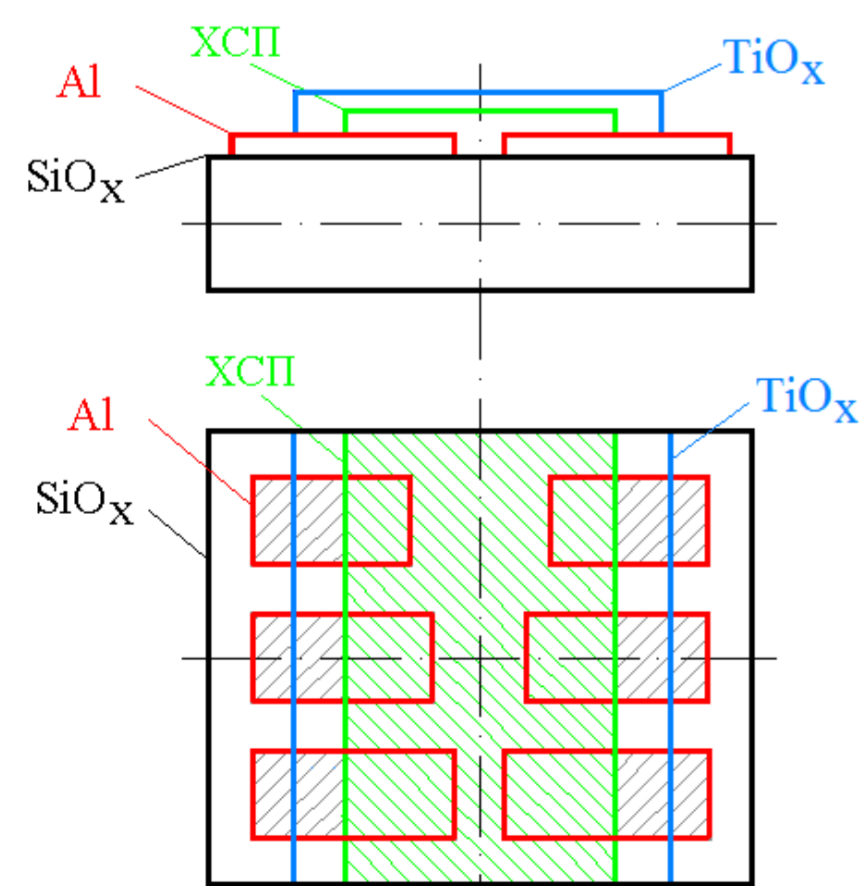


(а), без отжига (б), после отжига до 150 °С (в), после отжига до 330 °С



(г), без отжига (д), отжиг до 120 °С (е), отжиг до 300 °С

Результаты исследования морфологии поверхности с помощью АСМ и РЭМ



Вид планарной структуры со сформированной поверхностной защитной пленкой TiO_x

1. Сделан выбор перспективных материалов для энергонезависимой памяти нового поколения типа FRAM и MRAM по результатам аналитического обзора научно-технической литературы перспективных материалов и их структур. Выбрана наиболее оптимальная конструкция.

2. Проведены экспериментальные исследования перспективных материалов и экспериментальных структур на их основе для создания энергонезависимой памяти типа PCM, в том числе исследованы свойства тонких пленок, включая термические, электрофизические, структурные свойства, исследованы морфология поверхности и химический состав. Исследование термических свойств тонких пленок Ge₂Sb₂Te₅ показало, что температура кристаллизации слоев имеет высокую воспроизводимость (не хуже ±0,8%) и составляет 140,4 °С, что отвечает требованиям Технического задания Соглашения (120 – 170 °С). Исследование электрофизических характеристик тонких пленок показало, что соотношение удельных сопротивлений слоев Ge₂Sb₂Te₅ в аморфном и кристаллическом состояниях превышает 10⁴, что отвечает требованиям Технического задания Соглашения (более 10³). Установлены фазовые превращения при нагреве осажденных пленок Ge₂Sb₂Te₅. Исследовано влияние термообработки на морфологию поверхности тонких пленок Ge₂Sb₂Te₅. Установлено, что состав осаждаемых пленок близок к требуемому составу Ge₂Sb₂Te₅.

3. Установлены принципы эффективного управления свойствами материалов PCM, определены оптимальные свойства и состав материалов.

4. Изготовлены специализированные структуры с нанометровой шириной межэлектродного расстояния для исследования электрофизических свойств и прогнозирования характеристик ячеек памяти типа PCM.

5. Изготовлен специализированный стенд, предназначенный для прогнозирования параметров ячеек фазовой памяти типа PCM по результатам исследования ВАХ тонкопленочных образцов материалов фазовой памяти в диапазоне температур от минус 196 до 600 °С.

6. Изготовлены специальные структуры с вертикальным расположением электродов для исследования процесса переключения и прогнозирования характеристик ячеек памяти типа PCM.

7. Изготовлен специализированный стенд для прогнозирования параметров ячеек фазовой памяти по результатам исследования температурных зависимостей термо-ЭДС тонкопленочных образцов материалов PCM.

6. Проведены дополнительные патентные исследования.

7. Подготовлены и оформлены 2 заявки в Роспатент на регистрацию РИД.

Показатели результативности предоставления субсидии за 2015г		
Наименование	Запланировано	Достигнуто
Индикаторы		
Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей-участников проекта, %	51	65,4
Объем привлеченных внебюджетных средств, млн. руб.	1,2	1,2
Число патентных заявок, поданных по результатам проекта	2	2
Число публикаций по результатам проекта в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus или в базе данных "Сеть науки" (WEB of Science)	3	1
Показатели		
Количество мероприятий по демонстрации и популяризации результатов и достижений науки, в которых приняла участие и представила результаты проекта организация - исполнитель проекта	1	1
Средний возраст исследователей – участников проекта (не более), лет	41	37,8
Число диссертаций на соискание ученых степеней, защищенных по результатам проекта	1	0
Количество использованных при проведении исследований и разработок в рамках проекта уникальных научных установок	2	1
Количество центров коллективного пользования научным оборудованием, научное оборудование которых использовалось при проведении исследований и разработок в рамках проекта	2	2

Партнеры проекта

Индустриальный партнер: Акционерное общество «Зеленоградский нанотехнологический центр» (АО «ЗНТЦ»)

В 2015 году индустриальным партнером были подготовлены и поданы 2 заявки в Роспатент на регистрацию РИД

Всего 2014 г. 2015 г. 2016 г.