

Исследование влияния условий формирования верхнего электрода на сегнетоэлектрические свойства функционального слоя $\text{Hf}_{0,5}\text{Zr}_{0,5}\text{O}_2$ в элементе памяти FeRAM

А.О. Лебедев^{1,2}, Р.А. Измайлов^{1,2}, О.М. Орлов², М.Г. Козодаев¹, А.Г. Черникова¹, А.М. Маркеев¹

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²АО «НИИМЭ»

В ходе развития микроэлектроники возникают различные прикладные и теоретические задачи, связанные с разработкой новых технологий, устройств и компонент. Одним из важных направлений деятельности является поиск новых решений в области энергонезависимой памяти [1]. До сих пор ведутся споры относительно технологии «универсальной» памяти, которая отвечала бы сразу всем предъявляемым требованиям в части быстродействия, энергонезависимости, ресурса и способности к масштабированию.

В последнее время концепция сегнетоэлектрической памяти получила толчок в развитии, связанный с обнаружением сегнетоэлектрических свойств в тонких плёнках на основе легированного оксида гафния [2]. В настоящей работе рассматриваются некоторые аспекты создания прототипов ячеек энергонезависимой сегнетоэлектрической памяти на основе таких плёнок. Объектами исследования являются сегнетоэлектрические конденсаторы на основе функционального слоя $\text{Hf}_{0,5}\text{Zr}_{0,5}\text{O}_2$. Данный материал был выбран за счет достаточно низкой температуры кристаллизации (около 400°C). Однако, характеристики данного материала (например, величина остаточной поляризации) во многом зависят от способа, которым производится его кристаллизация.

В исследуемых сегнетоэлектрических конденсаторах кристаллизация пленки $\text{Hf}_{0,5}\text{Zr}_{0,5}\text{O}_2$ достигалась в процессе высокотемпературного формирования верхнего электрода из нитрида титана. При этом рассматривались два процесса формирования верхнего электрода: атомно-слоевое осаждение (ALD – atomic layer deposition) и химическое осаждение из газовой фазы (CVD – chemical vapor deposition). Температура обоих процессов составляла 400°C, однако в случае процесса CVD общее время осаждения (а значит и время отжига пленки) было значительно меньше.

В настоящей работе была поставлена следующая задача: на основании электрофизического исследования изготовленных сегнетоэлектрических конденсаторов сделать вывод о преимуществах того или иного способа формирования верхнего электрода. Как показали результаты измерений, параметры сегнетоэлектрических конденсаторов, изготовленных при помощи различных методов (CVD TiN или ALD TiN), оказались примерно аналогичными. При этом, использование процесса CVD позволяет значительно сократить время изготовления. К тому же данный процесс является типовым для КМОП технологии уровня 0,18 мкм, что является существенным плюсом и способствует дальнейшей интеграции технологии создания FeRAM элементов памяти в базовый технологический процесс.

Таким образом, использование процесса CVD при формировании верхнего электрода сегнетоэлектрического конденсатора видится перспективным при разработке решений по созданию энергонезависимой памяти на основе сегнетоэлектрического переключения.

Литература

1. Красников Г.Я., Шелепин Н.А. Состояние и перспективы развития технологий элементной базы СБИС с энергонезависимой памятью // Проектирование систем на кристалле: тенденции развития и проблемы. Тезисы докладов. 2010. С. 55.
2. Johannes Müller, Tim S. Börscke, Uwe Schröder et al. Ferroelectricity in Simple Binary ZrO_2 and HfO_2 // Nano Letters. 2012. V 12, N 8. P. 4318-4323.