

КОНДЕНСАТОРНЫЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СЛОИ НА ОСНОВЕ $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$

А. А. Маевский, К. Д. Данильченко, А. В. Семченко, В. В. Сидский

*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
Республика Беларусь, alina@gsu.by*

На сегодняшний день рынок запоминающих устройств с произвольной выборкой (ЗУПВ) (DRAM) представляет собой большой и стремительно развивающийся сектор изделий микро- и нанoeлектроники (не менее 70 % составляет рынок электронных устройств для различных применений). Конкуренция на этом секторе рынка, сопровождающаяся постоянным увеличением степени интеграции и уменьшением стоимости бита информации, и определяет одно из лидирующих положений отрасли на рынке микроэлектронных устройств.

Тенденция увеличения емкости ЗУПВ обеспечивается следующими основными факторами:

- уменьшение топологического разрешения;
- увеличением размера кристалла;
- уменьшением площади ячейки.

Дальнейшее увеличение размеров кристалла сдерживается экономическими причинами повышения стоимости на рынке, что делает данную технологию невостребованной, а уменьшение топологического разрешения ограничено физическими пределами существующего оборудования, как в Беларуси, так и за рубежом. В связи с этим микроэлектронная промышленность столкнулась с необходимостью внесения существенных изменений в технологические процессы создания ЗУПВ. Площадь, занимаемая ячейкой памяти, состоящая из транзистора и конденсатора, непрерывно уменьшается, в то время как емкость конденсатора должна оставаться неизменной для обеспечения необходимой чувствительности и помехозащищенности. Решение этой проблемы возможно двумя путями. Первый путь – увеличение площади конденсаторного элемента, т.е. увеличение ячейки, что снижает количество элементов на единицу площади, а, следовательно, конкурентоспособность устройства, и второй путь – применение материала диэлектрика с высокой диэлектрической проницаемостью. Среди таких материалов наибольший интерес представляют активные диэлектрики, в частности сегнетоэлектрики. Одно из уникальных физических свойств сегнетоэлектрических материалов (высокая диэлектрическая проницаемость, изменяемая под действием внешнего поля) позволяет создать новый тип конденсаторных элементов для ЗУПВ на основе структур металл-диэлектрик-металл (МДМ), в которых активным элементом является тонкая сегнетоэлектрическая пленка. Разработка высокоэффективных и надежных конденсаторных элементов на основе МДМ структур, в которых активным элементом является тонкая сегнетоэлектрическая пленка, может стать одним из основных направлений в области создания конкурентоспособных промышленных отечественных производств ЗУПВ.

Полученные растворы наносились методом центрифугирования на поверхность пластин монокристаллического кремния с подслоем платины. После нанесения каждого слоя плёнка предварительно высушивалась в печи в течение 5 минут при температуре 250 °С. После нанесения пятого слоя проводился отжиг при температуре 550 °С в течение часа. Поверхность пленок исследовали с помощью металлографического микроскопа XJM500, а фотографии делали с помощью цифровой камеры Levenhuk M1400 PLUS.

Исследование сегнетоэлектрических свойств проводилось осциллографическим методом, в зависимости от напряженности внешнего электрического поля.

В результате применения раздельного гидролиза наблюдается уменьшение количества дефектов на поверхности пленок и увеличение остаточной поляризации полученных пленок BST и BT. Золи, полученные раздельным гидролизом, приводят к образованию более однородных пленок. Это связано с тем, что при раздельном гидролизе каждое исходное соединение реагирует индивидуально со своей скоростью. В случае общего гидролиза реакции не доходят

до конца, так как протекают с разной скоростью, что приводит к увеличению эффективности внешних воздействий, приводящих к растрескиванию пленки. При неполном гидролизе металлов наблюдается нарушение целостности поверхности пленки BST. При формировании (с использованием раздельного гидролиза) тонких сегнетоэлектрических пленок $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ происходит релаксация механических напряжений за счет перехода от послойного механизма роста к островковому, благодаря чему снижается растрескивание пленки.

Как сегнетоэлектрические свойства, так и топография поверхности существенно зависят от содержания Ba, что может быть связано с эффектом размера зерна. Установлено влияние восстановительного отжига на сегнетоэлектрические характеристики тонких золь-гель пленок BST.

Список литературы

1. Semchenko A., Sidsky V., Gaishun V., Kovalenko D. Nanoscale Piezoelectric Properties and Phase Separation in Pure and La-Doped BiFeO_3 Films Prepared by Sol–Gel Method. Materials. – V.14 – №7. – P. 1694.
2. Effects of Additional Vacuum Annealing on the Structure? Electrical and Optical Properties of $\text{ZnO}:\text{Al}$ Films Synthesized by Sol-Gel Method// V. V. Sydsky, A. V. Semchenko, V. E. Gaishun, D. L. Kovalenko, A. S. Khanna. Problems of Physics, Mathematics and Technics. – 2018. – № 4 (37). – P. 44-46.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ СЛОЕВ $\text{ZnO}:\text{MgO}$ НА КРЕМНИИ, ПОЛУЧЕННЫХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

**В. В. Малютина-Бронская¹, А. В. Семченко², В. В. Сидский², А. С. Кузьмицкая¹,
А. Н. Петлицкий³, Т. В. Петлицкая³**

¹ Государственное научно-производственное объединение
«Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника»,
Республика Беларусь, malyutina@oelt.basnet.by;

² Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
Республика Беларусь, alina@gsu.by;

³ ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ», Республика Беларусь

В настоящее время активно ведутся исследования, направленные на поиск новых материалов для датчиков с чувствительностью к ультрафиолетовому (УФ) излучению. Одним из кандидатов для подобных датчиков является оксид цинка (ZnO). Данный материал отличается высокой подвижностью электронов, хорошей теплопроводностью, широкой и прямой запрещенной зоной ($E_g \sim 3,37$ эВ) и относительно высоким значением оптического пропускания [1]. Нелегированные тонкие пленки ZnO обладают фоточувствительностью в видимой области спектра из-за наличия собственных дефектов. Для варьирования оптических и электрических свойств ZnO легируют металлами из периодической таблицы группы III, такими как B, Al, Mg, Ca, Cd и Ga [2]. При этом, для обеспечения образования соединения с небольшими искажениями кристаллической решетки важно, чтобы радиус легирующего элемента был приблизительно равен радиусу замещаемого элемента. В этом аспекте радиус иона Mg^{2+} (0,57 Å) сравним с радиусом иона Zn^{2+} (0,60 Å), что делает Mg подходящим для замены в решетке Zn и облегчения увеличения запрещенной зоны [3].

Слои на основе пленок $\text{ZnO}:\text{MgO}$ были получены золь-гель методом с использованием раздельного гидролиза. В качестве исходных материалов использовали дигидрат ацетата