

## НАНЕСЕНИЕ ПЛЕНОК ЦИРКОНАТА-ТИТАНАТА СВИНЦА МЕТОДОМ ВЧ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

М.В. ЕВСТАФЬЕВА, Д.А. ГОЛОСОВ, С.М. ЗАВАДСКИЙ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
szavad@bsuir.by*

В последнее время бурное развитие микроэлектроники поставило перед технологами новую проблему – необходимость поиска новых диэлектрических материалов для создания конденсаторных структур. Одним из перспективных решений является использование в качестве диэлектриков сегнетоэлектрических материалов.

*Ключевые слова:* сегнетоэлектрики, цирконат-титанат свинца, ВЧ магнетронное распыление.

Среди материалов для интегрированных сегнетоэлектриков основное место занимают твердые растворы титаната бария стронция и цирконата-титаната свинца, цирконата-титаната свинца-лантана, обладающие, с точки зрения практических приложений, наилучшими характеристиками. Одним из базовых материалов для таких применений являются твердые растворы цирконата-титаната свинца (ЦТС).

Структуры Pt/ЦТС/Pt могут быть использованы как сегнетоэлектрические конденсаторы для сегнетоэлектрической памяти с произвольной выборкой (ferroelectric random access memory (FeRAM)) для ряда устройств функциональной электроники, таких как пьезоэлектрические детекторы, устройства энергонезависимой и динамической памяти с произвольной выборкой (RAM), конденсаторов высокой емкости, микроактюаторов, приемников инфракрасного излучения и др. [1].

В данной работе исследовались пленки ЦТС, полученные методом ВЧ магнетронного распыления сегнетоэлектрической керамики состава  $\text{PbZr}_{0.54}\text{Ti}_{0.46}\text{O}_3$ . В ходе проведения эксперимента камера вакуумной установки откачивалась до остаточного давления  $1.5 \times 10^{-2}$  Па. Предварительно производилась очистка подложек ионным пучком. Время очистки, энергия ионов и ток разряда во всех экспериментах были постоянными и составляли соответственно 3 мин, 700 эВ, 40 мА.

Были получены зависимости скорости нанесения слоев ЦТС от процентного содержания кислорода в  $\text{Ar}/\text{O}_2$  смеси газов. Пленки наносились при следующих условиях: общий расход рабочих газов поддерживался постоянным и составлял 60 мл/мин. Содержание кислорода изменялось от 0 до 50 %. При этом давление в камере составляло 0.8 Па. Прямая мощность поддерживалась постоянной и составляла 75 или 130 Вт. Мощность отраженной волны зависела от содержания кислорода и составляла 4 – 11 Вт. Расстояние мишень – подложка составляло 77 мм. В процессе нанесения температура подложки составляла от 100 °С до 500 °С. Установлено, что скорость нанесения уменьшается при увеличении содержания кислорода в  $\text{Ar}/\text{O}_2$  смеси газов. При мощности разряда 130 Вт и содержании кислорода 30 % в  $\text{Ar}/\text{O}_2$  смеси газов скорость нанесения составляла 0.05 нм/с.

Для исследований влияния параметров процесса ВЧ магнетронного распыления на элементный состав нанесенных слоев ЦТС пленки наносились на Si подложки до толщины 400 – 600 нм. Для распыления использовалась мишень, изготовленная из исходного промышленного порошка ЦТС-46. Элементный состав нанесенных пленок

анализировался методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). На рис. 1 представлен типичный спектр рентгеновской флуоресценции пленок ЦТС на Si подложке.

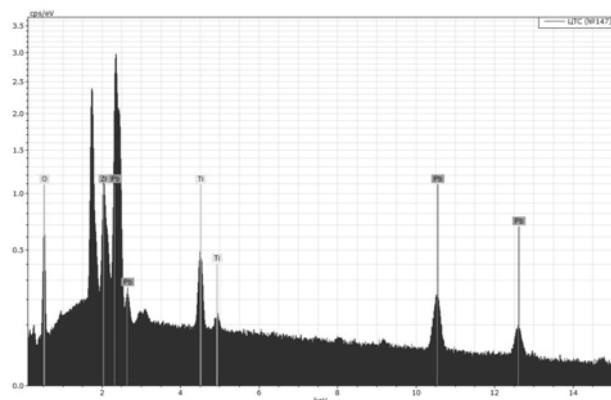


Рис. 1. Спектр рентгеновской флуоресценции пленок ЦТС на Si подложке

На рис. 2 представлена зависимость атомной концентрации элементов в нанесенной пленке от содержания кислорода в Ar/O<sub>2</sub> смеси газов. В составе стехиометрической пленки должно присутствовать Pb – 20 ат. %, Zr – ат. 10.8 %, Ti – ат. 9.2 % и O<sub>2</sub> – 60 ат. %. Анализ элементного состава нанесенных слоев показывает, что в пленках наблюдается недостаток свинца (содержание около 2 – 5 ат. %), и недостаток Zr (содержание около 10 – 15 ат. %). Содержание кислорода в нанесенных пленках превышает содержание в исходной мишени, даже при содержании кислорода около 17 % в Ar/O<sub>2</sub> газов.

При увеличении содержания кислорода в Ar/O<sub>2</sub> смеси газов отмечено уменьшение содержания Pb увеличение содержания циркония относительно титана. Содержание свинца в нанесенных пленках практически не зависит от процентного содержания кислорода в Ar/O<sub>2</sub> смеси газов.

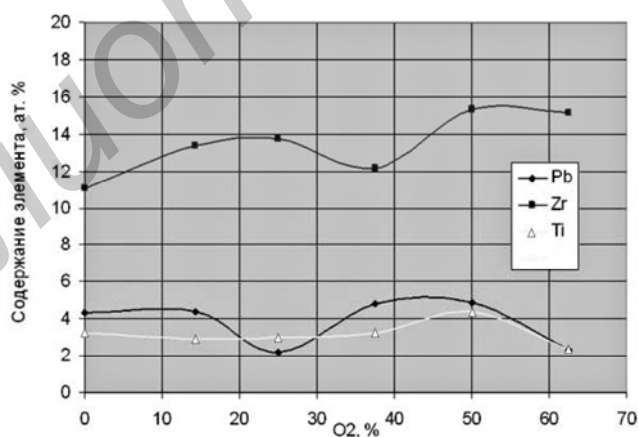


Рис. 2. Зависимость атомной концентрации элементов в нанесенной пленке ЦТС от содержания кислорода в Ar/O<sub>2</sub> смеси газов

#### Список литературы

1. Тентилова И.Ю., Кукишин С.А., Каптелов Е.Ю. и др. // Письма в ЖТФ. 2011. Т. 37, № 4. С. 37-43.