

В УО «ГГУ им. Ф. Скорины» совместно с ОАО «ИНТЕГРАЛ» предложена схема технических условий (рисунок) получения наноструктурированных сегнетоэлектрических пленок танталата ниобата висмута-стронция (технические условия 400011099.010-2011)

Полученная золь-гель методом сегнетоэлектрическая пленка соответствует требованиям, предъявляемым к ее использованию в качестве конденсаторного слоя для FRAM Проведены испытания золь-гель композиции Sr-Bi-Ta в производственных условиях ОАО «ИНТЕГРАЛ». Структуры обладали остаточной поляризацией до  $8 \text{ мкКл/см}^2$ , что соответствует требованиям аналогов. С использованием указанной золь-гель композиции были изготовлены тестовые структуры типового представителя запоминающих устройств типа FeRAM.

**А.С. Русыкин** (ГГУ имени Ф.Скорины, Гомель)  
Науч. рук. **В.Е. Гайшун**, канд. физ.-мат. наук, доцент

### **ОПТИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ $\text{TiO}_2$ И $\text{SiO}_2$ ПОКРЫТИЙ, ЛЕГИРОВАННЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

В последние годы достаточно активно развивается новое научное направление, связанное с синтезом и исследованием наноматериалов и тонких покрытий, к которым можно отнести наносистемы на основе редкоземельных металлов и флуоресцентных элементов. В Беларуси в последние годы резко повысился интерес к этой проблеме. Среди тонкопленочных и дисперсных систем перспективными являются материалы, полученные на основе редких окислов оксидов ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  и др.) [1].

Функциональные материалы, синтезируемые золь-гель методом, получили широкое распространение в современной оптике и микроэлектронике. Использование золь-гель метода позволяет получать не только простые системы, но и сложные многокомпонентные системы, легированные частицами металлов, редкоземельных элементов. Пленки на основе диоксида титана имеют высокий потенциал применения в оптоэлектронике, в качестве просветляющих покрытий и прозрачных контактов при изготовлении солнечных элементов, в том числе за счет прозрачности в видимой области спектра и высокого коэффициента преломления. В связи с этим достаточно актуальным направлением сейчас является исследование оптических и структурных свойств тонких  $\text{TiO}_2$  пленок, легированных некоторыми редкоземельными металлами [2].

Как известно, химические и некоторые другие свойства элементов определяются преимущественно строением внешних электронных уровней. Близость свойств редкоземельных металлов объясняется особенностями их электронного строения. По мере увеличения заряда ядра (увеличения порядкового номера) структура двух внешних электронных уровней (оболочки O и P) у атомов лантаноидов почти не изменяется, так как дополнительные электроны заполняют более глубоко лежащий 4f-уровень [3].

TiO<sub>2</sub> золь-гель пленки были получены из этоксида титана [Titan (IV) etoxide Ti(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>]. Частицы Ce и Ag вводили в золь в виде солей до концентрации частиц Ce – 1% и Ag – 1%. Пленки были сформированы на стеклянных и кремниевых подложках методом центрифугирования.

Отжиг полученных пленок производили в печи на воздухе при температурах от 200 °C до 800 °C в течении 60 минут.

Результаты исследования показателя преломления и толщины в зависимости от температуры отжига свидетельствуют об уменьшении показателя преломления (от 2.11 до 1.97) и толщины (от 160 нм до 90 нм) с повышением температуры, что обусловлено уплотнением пленочного покрытия и формированием кристаллической структуры. Добавление Ag приводит к увеличению показателя преломления до n = 2.24.

Исследование оптических характеристик полученных TiO<sub>2</sub> (Ce1%) и TiO<sub>2</sub> (Ce1%+Ag0.5%) показывает, что полученные пленки обладают высоким коэффициентом пропускания в видимой области спектра. Использование Ce позволяет получить коэффициент пропускания в области 430 нм близкий к 96%. Добавление серебра (Ag) приводит к смещению данного пика в область 400 нм (рисунок 1).

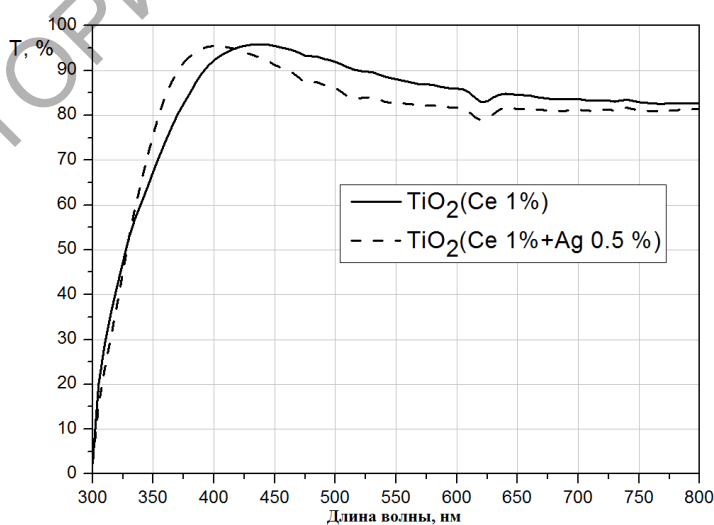


Рисунок 1 – Спектр пропускания легированных TiO<sub>2</sub> плёнок

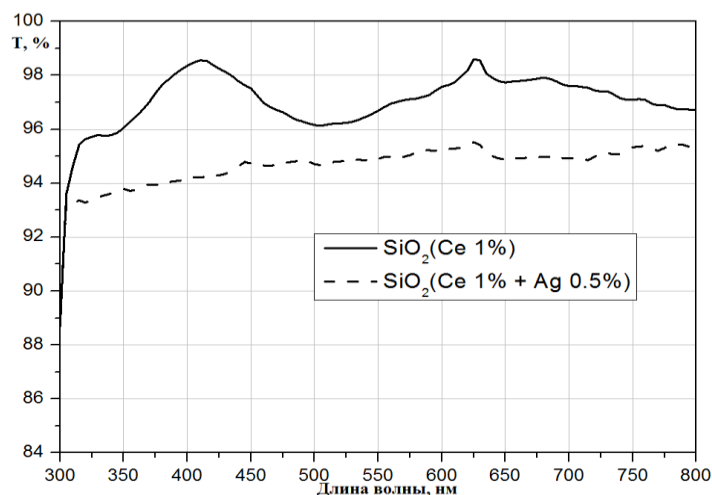


Рисунок 2 – Спектр пропускания легированных SiO<sub>2</sub> плёнок

Методом АСМ проведены исследования морфологии поверхности полученных легированных TiO<sub>2</sub> золь-гель покрытий. Поверхность образцов гладкая без видимых включений, имеет низкую шероховатость – 4–10 нм, что свидетельствует об оптической однородности полученных материалов.

### Литература

1. Основы золь-гель технологии нанокompозитов / А.И. Максимов, В.А. Мошников, Ю.М. Таиров, О.А. Шилова. – СПб.: ООО «Техномедиа», изд-во «Элмор», 2008. – С.255.
2. Sumio Sakka, Hiromitsu Kosuka. Sol-gel science and technology // Processing characterization and applications. – Vol. 1: Sol-Gel processing. – P. 59-65, 331-334.
3. Haxel G., Hedrick J., Orris J. (2006). "Rare earth elements critical resources for high technology". Reston (VA): United States Geological Survey. USGS Fact Sheet: 087-02. Retrieved 2012-03-13.

**М.И. Москвичёв** (ГГУ имени Ф.Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В.Е. Гайшун**, канд. физ.-мат. наук, доцент

## **ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ НАНОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ КРЕМНИЯ И ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Быстрое развитие в сфере высокотехнологичных керамических изделий с новыми и многообещающими применениями в широких областях привело к созданию различных способов и технологий получения порошков с новыми функциональными возможностями.