

УДК 621.793.18

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ БОРОСИЛИКАТНОГО СТЕКЛА

Цедрик Н.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Телеш Е.В. – старший преподаватель кафедры ЭТТ

**Аннотация.** Проведено исследование влияния добавки кислорода к рабочему газу и температуры подложки на оптическое пропускание и электрофизические характеристики покрытий из боросиликатного стекла. Установлено, что добавка кислорода позволила повысить пропускание до 92 % даже при относительно невысокой температуре подложки.

**Ключевые слова:** ионно-лучевое распыление, боросиликатные пленки, пропускание, электрофизические характеристики

**Введение.** Одним из перспективных веществ для микроэлектроники являются соединения бора. Прежде всего борная кислота ( $H_3BO_3$ ) и ее соединения. Боросиликатные тонкие пленки (БСС) используются в качестве источника диффузии бора в полупроводниковых материалах при изготовлении интегральных схем, мощных биполярных транзисторов, кремниевых мембран и кремниевых модулей солнечных элементов, межслойной изоляции, пассивации и стабилизации полупроводниковой поверхности, планаризации развитого рельефа [1,2]. Ранее автор исследовал характеристики пленок БСС, полученных распылением в аргоне мишени из боросиликатного стекла [3]. Было установлено, что оптическое пропускание снижалось при температуре подложки  $\sim 550$  К, что объяснялось десорбцией кислорода из покрытия.

В данной работе будет исследовано влияние добавки кислорода в рабочий газ на пропускание покрытий, полученных при разных температурах подложки, а также измерены электрофизические характеристики полученных покрытий.

**Основная часть.** Для нанесения пленок на подложку 4 применялся ионный источник 1 на основе ускорителя с анодным слоем (рисунок 1, а). Для компенсации положительного заряда на мишени 2 применялся термокатод 3 из вольфрама. Ток через термокатод составлял 14 А. В качестве рабочих газов использовались аргон газообразный, чистый марки «А», ГОСТ 10157-73 и кислород ГОСТ 6331-78. В качестве материалов мишеней использовалось боросиликатное стекло. Диаметр мишени составлял 70 мм, толщина – 10 мм (рисунок 1, б).

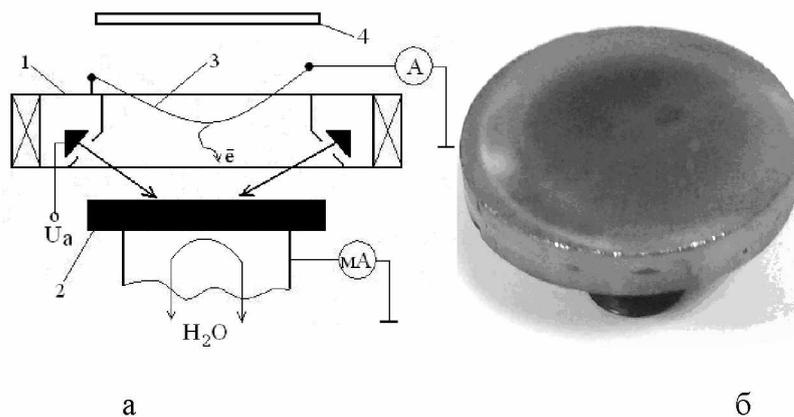


Рисунок 1 – Схема ионно-лучевого распыления (а) и внешний вид распыляемой мишени (б)

Электрофизические параметры пленок (диэлектрическая постоянная  $\epsilon$ , тангенс угла диэлектрических потерь  $\text{tg}\delta$ , удельное объемное сопротивление  $\rho_v$ ) определялись путем измерения характеристик структуры металл/диэлектрик/металл (МДМ) с помощью прибора E7-20 на частоте 1 МГц. Для исследования оптических параметров осуществлялось нанесение на подложки из оптического стекла К8. Толщина пленок составляла 180 нм. Исследование оптического пропускания покрытий осуществлялось с помощью спектрофотометра PROSCAN. В таблице 1 представлены режимы нанесения покрытий и результаты измерений электрофизических характеристик и пропускания на  $\lambda = 555$  нм.

Таблица 1 – Режимы нанесения и результаты измерений электрофизических характеристик и пропускания

№ обр.	$P_{O_2}$ , Па	$T_{\text{п}}$ , К	$\epsilon$	$\text{tg}\delta$	$\rho_v$ , Ом·м	$T$ , %
1	–	553	–	–	–	87
2	$2 \cdot 10^{-2}$	423	8,7	0,056	$3,7 \cdot 10^4$	86
3	$2 \cdot 10^{-2}$	478	6,6	0,027	$1,5 \cdot 10^5$	92
4	$2 \cdot 10^{-2}$	538	9,9	0,077	$2,4 \cdot 10^4$	88
5	$2 \cdot 10^{-2}$	603	9,5	0,033	$3,7 \cdot 10^4$	89

Добавка кислорода в рабочий газ позволила повысить пропускание до 92 % даже при относительно невысокой температуре подложки  $T_{\text{п}}$ . Дальнейшее повышение  $T_{\text{п}}$  привело к снижению прозрачности, что можно связать с десорбцией кислорода из растущей пленки. При  $T_{\text{п}}=478$  К также были получены покрытия и с лучшими диэлектрическими характеристиками.

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что для получения качественных покрытий из боросиликатного стекла необходимо осуществлять добавку к рабочему газу некоторое количество кислорода, т.к. при распылении оксидной мишени происходит неконтролируемое обеднение последним потока распыленных частиц. Оптимальная температура подложки должна составлять  $\sim 478 - 480$  К.

### Список литературы

1. Perova, T. Borosilicate glass nanolayer as a spin-on dopant source/ T. Perova et. al. // *Physics. J. of Material Science.* – 2016. – V. 3. – P. 231 – 237.
2. Баранов, И.Л. Синтез и особенности использования анодных боросиликатных диффузантов / И.Л. Баранов, Л. В. Табулина, Л. С. Становая, Т. Г. Русальская, Ю. А. Шостак // *Микроэлектроника.* – 2008. – Т. 37. – № 5. – С. 344 – 351.
3. Цедрик, Н.В. Формирование тонкопленочных покрытий из боросиликатного стекла/ Н.В. Цедрик, науч. рук. Е.В. Телеш // *Электронные системы и технологии: сборник материалов 59-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования образования БГУИР.* – С. 542 – 543.

UDC 621. 793.18

## CHARACTERISTICS OF THIN FILM BOROSILICATE GLASS COATINGS

*Tsedryk N.V.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Telesh E.V. – Senior Lecturer at the Department of ETT*

**Annotation.** A study was carried out of the influence of the addition of oxygen to the working gas and the substrate temperature on the optical transmission and electrical characteristics of borosilicate glass coatings. It was found that the addition of oxygen made it possible to increase transmission to 92% even at a relatively low substrate temperature.

**Keywords.** ion beam sputtering, borosilicate films, transmission, electrical characteristics