

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МОРФОЛОГИЯ ПЛЕНОК FILMTRONICS, ОБЛУЧЕННЫХ ЛЕГКИМИ ИОНАМИ

А.В. Леонтьев¹, Н.А. Крекотень², Д.Е. Ещик²

¹ Белорусский государственный университет, Минск

² ОАО «ИНТЕГРАЛ» Филиал «Белмикросистемы», Минск

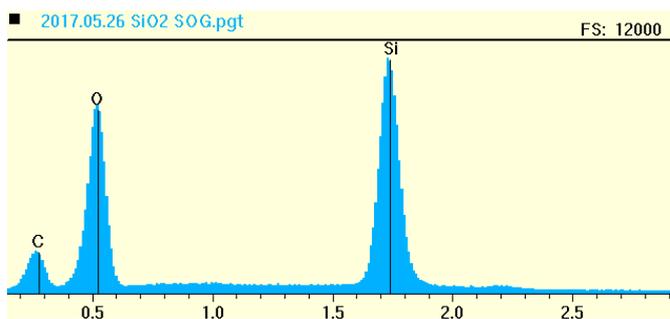
В настоящей работе рассматривается влияние ионного облучения на оптические свойства и морфологию кремнийорганических пленок, широко используемых в современной микроэлектронике для планаризации поверхности и ряда других практически важных применений. Для эксперимента использовали продукт фирмы «*FILMTRONICS*» (*SOG SF*) серии метилсилоксанов, содержащий 10–15 вес % CH_3 групп, связанных с атомами кремния. Пленки наносились на кремниевые подложки методом центрифугирования. Полученные образцы облучались протонами, ионами гелия и азота дозами в диапазоне от $1 \times 10^{13} \text{ см}^{-2}$ до $5 \times 10^{16} \text{ см}^{-2}$.

Коэффициенты преломления и поглощения определялись при помощи компенсационного лазерного эллипсометра ЛЭФ-3М с использованием высокоточной 4-зонной схемы измерения при трех углах падения ($69^\circ, 70^\circ$ и 71°) лазерного луча ($\lambda = 0,6328 \text{ мкм}$) на образец. Для решения обратной задачи эллипсометрии использовалась программа *Ellips* [1]. Спектральные измерения проводились на эллипсометре *Uvisel 2 (Horiba)*, диапазон (200–2100 нм), который позволяет проводить измерения на многослойных структурах (до 30 слоев).

Данные лазерной и спектральной эллипсометрии показали, что облучение пленок *FILMTRONICS* выше перечисленными ионами позволяет увеличить величину показателя преломления n на 10–20 % в зависимости от типа используемых ионов, их энергии и дозы.

Результаты исследования облученных пленок методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) показали наличие областей, содержащих трещины и выделений, количество которых по площади сильно варьируется. Примерный состав полученных пленок, определенный с использованием спектрометра Princeton Gamma-Tech, приведен ниже на рис. 1.

На рис. 2 и рис. 3 видны области трещин на поверхности облученной пленки, связанные с выходом газов из объема образца, что может приводить к повышению коэффициента экстинкции пленок и снижает их качество.



Element	Wt%	At%
Si	56.27	40.56
O	33.99	43.02
C	9.74	16.43
Total	100.00	100.00

Рис. 1. Примерный состав исследуемых пленок SOG

Протяженность областей локализации трещин варьируется от 500 нм до 1 мкм. Длина трещин в данных областях изменяется в пределах от 100 до 800 нм и имеют ширину до 30 нм. Количество избыточных газов можно снизить изменением условий предварительной термообработки.

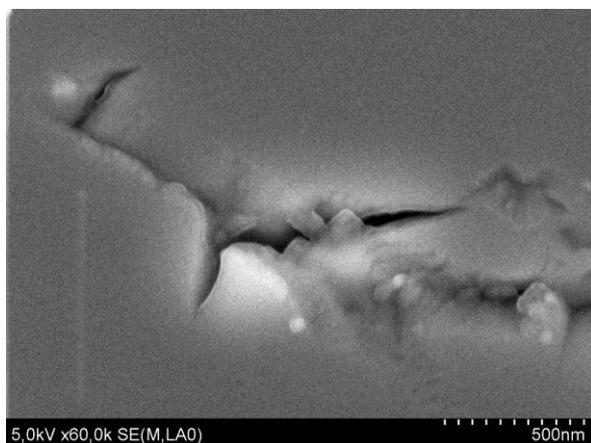


Рис. 2. ПЭМ-микрофотографии от образца пленки SOG, облученной ионами гелия ($E = 1$ МэВ, $D = 5 \times 10^{15} \text{ см}^{-2}$)

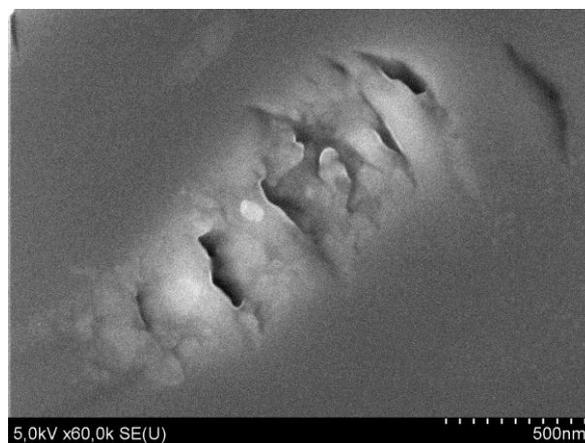


Рис. 3. ПЭМ-микрофотографии от образца пленки SOG, облученной ионами гелия ($E = 1$ МэВ, $D = 1 \times 10^{16} \text{ см}^{-2}$)

Таким образом, при облучении протонами, ионами гелия и азота наблюдается рост коэффициентов преломления и экстинкции исследованных пленок. Наличие областей локализации трещин свидетельствует о необходимости изменений условий предварительной термообработки образцов или снижении плотности тока пучка ионов на мишень. Данный эффект отличен от определения понятия блистеринга, так как трещины формируются газами, образующимися при деструкции образца.

1. Белявский Д.И., Леонтьев А.В., Леоньев Ю.А., Крекотень Н.А. // Электроника-инфо. 2016, № 8. С. 58–63.