

DOI: 10.17223/9785946217408/265

**СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ИЗ КРЕМНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ  
ОБРАЗЦОВ ИЗ НИКЕЛИДА ТИТАНА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ  
ПЛАЗМЕННО-ИММЕРСИОННОЙ ИОННОЙ ОБРАБОТКИ**

<sup>1</sup>Кашин О.А., <sup>1</sup>Круковский К.В., <sup>1</sup>Лотков А.И., <sup>2</sup>Слабодчиков В.А.,  
<sup>1</sup>Гирсова С.Л., <sup>1</sup>Шулепов И.А.

<sup>1</sup>*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

<sup>2</sup>*НИ Томский государственный университет, Томск, Россия*

Тонкие плёнки и покрытия из кремния широко применяются в полупроводниковой промышленности, в микроэлектромеханических системах, при создании солнечных элементов. Одним из перспективных направлений является использование покрытий из пористого кремния на медицинских имплантатах в качестве контейнерного материала для размещения терапевтических препаратов. Для создания покрытий из кремния на различных подложках используют методы плазмохимического осаждения, газовой, жидкофазной или молекулярно-лучевой эпитаксии, сублимационное осаждение, золь-гель технологию, магнетронное распыление, вакуумное дуговое испарение, ионно-лучевое распыление и импульсное лазерное осаждение покрытий [1, 2]. При этом структура и свойства получаемых покрытий весьма чувствительна к используемым методам и технологическим параметрам.

В настоящей работе для получения покрытия из кремния использовали метод плазменно-иммерсионной ионной имплантации и осаждения на установке SPRUT с несбалансированной магнетронной системой распыления [3]. В качестве катода применяли кремний высокой чистоты (99,999). В качестве подложки использовали модельные образцы из никелида титана размером 10×10 мм и толщиной 1 мм. Основным варьируемым параметром в процессе обработки было напряжение смещения на образце. При этом контролировали изменение температуры образца. Для исследования микроструктуры и свойств получаемых покрытий использовали методы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, микрорентгеноспектрального анализа, оже-электронной спектроскопии, атомной силовой микроскопии, интерференционной профилометрии, скретч-тестирования.

При использованных технологических режимах на поверхности образцов из никелида титана были получены покрытия толщиной до 2 мкм. Полученные покрытия были двухслойными. В поверхностном слое покрытия толщиной 10-20 нм имелся чистый кремний и оксид кремния, в более глубоких слоях оксид кремния отсутствовал. Мы предполагаем, что окисление поверхности покрытия было на этапе остывания образцов, когда источники плазмы были отключены и не происходило процесса распыления. Средняя шероховатость поверхности покрытий находилась на уровне 1,2 – 1,8 мкм. При проведении скретч-тестирования покрытие начинало растрескиваться при нагрузках около 20 Н, однако отслоения не происходило, что свидетельствует о достаточно высокой адгезии покрытия к подложке.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 18-48-700013 и Программы фундаментальных исследований государственных академий наук Российской Федерации на 2013-2020 годы, направление III.23.

**Литература**

1. Ключева В.А. Обзор методов нанесения кремниевых покрытий // Молодой учёный. 2016. № 10 (114) С. 236-245.
2. Величко, Р.В., Гусев Е. Ю., Гамалеев В.А., Михно А.С., Бычкова А.С. Исследование режимов плазмохимического осаждения пленок нано- и поликристаллического кремния // Фундаментальные исследования. 2012. №11. С. 1176-1179.
3. A.I. Lotkov, O.A. Kashin, D.P. Borisov, M.G. Ostapenko, A.A. Neiman, K.V. Krukovskii, E.Yu. Gudimova. Effect of plasma immersion ion beam processing on the structure–phase state and the properties of the surface layers in titanium nickelide samples // Journal Russian Metallurgy (Metally), 2017(4), 250-254