

Анализ формирования фазы Mo_5Si_3 в пленке Mo-Si по данным ультрамягкой рентгеновской эмиссионной спектроскопии и рентгеновской рефлектометрии

М.И. Гайворонская¹, Е.И. Гайворонская¹, И.В. Польшин¹, Е.С. Керсновский¹, С.А. Ивков¹, Я.А. Пешков¹, А.И. Чукавин^{1,2}, Г.П. Потуданский^{1,3}, Н.В. Пермяков¹, Н.А. Борщ¹, А.Е. Никонов⁴, А.В. Ситников⁴, К.А. Барков¹

¹Воронежский государственный университет, Воронеж, Университетская пл. 1, 394018

²УдмФИЦ УрО РАН, Ижевск, ул. Татьяны Барамзиной, 34, 426067

³АО «РТ Лабс», г. Москва, пр. Вернадского, 41, 119415

⁴Воронежский государственный технический университет, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, 394006

Пленки на основе Mo-Si подходят для создания сверхпроводниковых однофотонных детекторов, поскольку некоторые фазы соединения Mo-Si переходят в сверхпроводящее состояние при криогенных температурах [1], при условии их однофазности. Также такие тонкие пленки аморфны, что затрудняет их исследование. В данной работе представлены результаты комплексных исследований фазового состава пленки Mo-Si с использованием методов ультрамягкой рентгеновской эмиссионной спектроскопии (УМРЭС) и рентгеновской рефлектометрии.

Была получена пленка Mo-Si с атомным составом $\text{Mo}_{65}\text{Si}_{35}$ методом ионно-лучевого распыления составной мишени. Методом УМРЭС анализировали фазовый состав пленки $\text{Mo}_{65}\text{Si}_{35}$ по эмиссионным $\text{Si } L_{2,3}$ спектрам, полученным на уникальной научной установке «Рентгеновский спектрометр монохроматор РСМ-500». Рентгеновская рефлектометрия использовалась для определения толщины, плотности и шероховатости пленки.

Спектры УМРЭС пленки $\text{Mo}_{65}\text{Si}_{35}$, полученные на глубине анализа 10 нм показали, что основа пленки сформирована фазой Mo_5Si_3 , с небольшим окислением кремния (~10% SiO_2), что хорошо коррелирует с результатами работы [2]. На глубине 20 нм пленка представляет собой только фазу Mo_5Si_3 . Экспериментальный УМРЭС спектр пленки $\text{Mo}_{65}\text{Si}_{35}$ хорошо согласуется с теоретически рассчитанным в рамках

теории функционала плотности спектром фазы Mo_5Si_3 .

По данным рентгеновской рефлектометрии была получена плотность (8.11 г/см^3) тонкой пленки $\text{Mo}_{65}\text{Si}_{35}$, которая соотносится с табличными данными плотности для фазы Mo_5Si_3 (8.19 г/см^3), что подтверждает полученный результат анализа УМРЭС спектров.

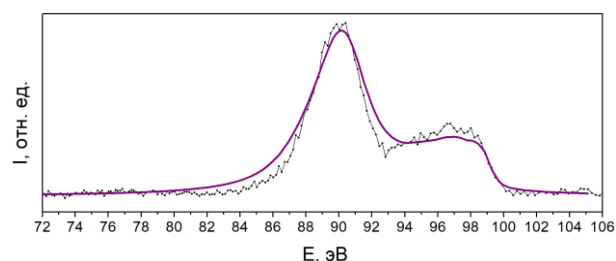


Рис. 1. Рентгеновский эмиссионный $\text{Si } L_{2,3}$ пленки $\text{Mo}_{65}\text{Si}_{35}$ (точки) и рассчитанный спектр фазы Mo_5Si_3 (сплошная линия).

1. Banerjee A. et al. Characterisation of amorphous molybdenum silicide (MoSi) superconducting thin films and nanowires //Superconductor Science and Technology. – 2017. – Т. 30. – №. 8. – С. 084010.
2. Miyata N. et al. Buried Interfaces of Heat-Loaded Mo/Si Multilayers Studied by Soft-X-Ray Emission Spectroscopy //Surf.