

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ПЛЕНОК Cu-Si МЕТОДОМ УЛЬТРАМЯГКОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ СПЕКТРА ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

Керсновский Е.С.¹, Барков К.А.¹, Польшин И.В.¹, Нестеров Д.Н.¹, Ивков С.А.¹, Терехов В.А.¹, Ситников А.В.²

¹ Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия
² Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия
 e-mail: kersnovsky@phys.vsu.ru

Актуальность

Система Cu-Si имеет широкий спектр технологических применений, однако нанокompозиты Cu-Si характеризуются сложными межфазными взаимодействиями внутри системы с сильным изменением электронного строения валентной зоны. Метод ультрамягкой рентгеновской эмиссионной спектроскопии детектирует даже незначительные изменения электронного строения валентной зоны исследуемых образцов, благодаря чему можно легко идентифицировать изменения фазового состава исследуемых образцов, кроме того, получить представление об изменениях фазового состава в объеме образца.

Объекты исследований

Нанокompозитные пленки Cu-Si, различного содержания меди Cu ~15-70 вес. % полученные методом ионно-лучевого распыления составной мишени, на кремниевые подложки Si (111).

Методы исследований

Элементный анализ исследуемых пленок осуществлялся методом энергодисперсионной спектроскопии с помощью приставки INCA250 к сканирующему электронному микроскопу JEOL JSM-6380LV.

Электронное строение валентной зоны исследовалось методом ультрамягкой рентгеновской эмиссионной спектроскопии (УМРЭС) на рентгеновском спектрометре монохроматоре РСМ-500.

Оценка локального окружения атомов кремния производилась методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) на спектрометре SPECS с использованием высокоэффективного источника XR-50 рентгеновского излучения MgK α (1253.64 eV).

Таблица 1 - фазовый состав пленок Cu-Si различного состава

Содержание меди, вес. %	Фазовый состав, %							«x» в SiO _x
	a-Si	Cu ₃ Si	SiO _{0,47}	SiO _{0,8}	SiO _{1,3}	SiO _{1,7}	SiO ₂	
15	70	-	30	-	-	-	-	0,47
36	30	35	25	-	-	-	10	0,9
51	40	35	15	-	-	-	10	1,08
65	-	45	-	30	-	-	25	1,34
70	15	35	-	-	-	30	20	1,82

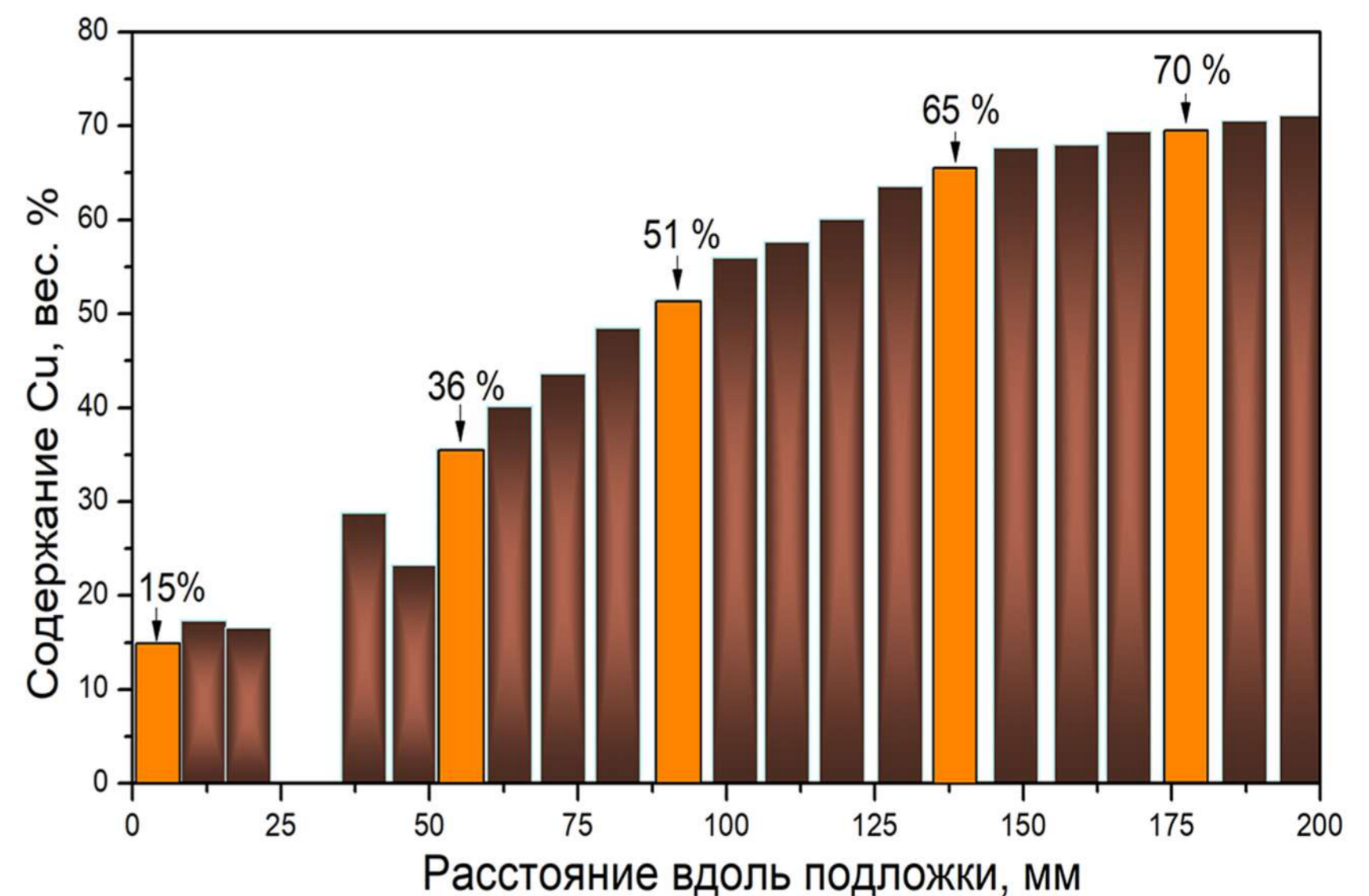


Рис. 1 - Относительное содержание меди в пленке вдоль поверхности пластины

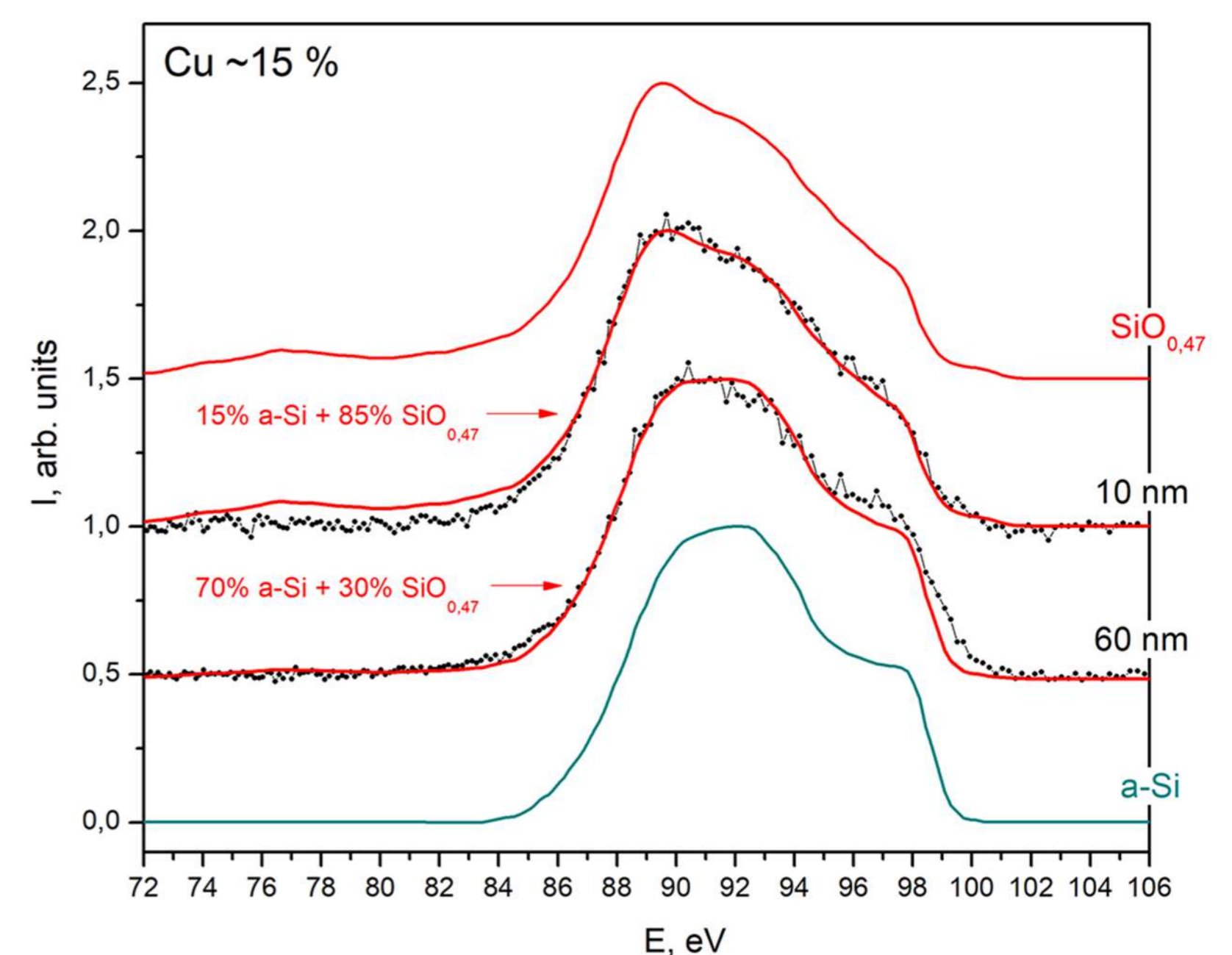


Рис. 2 - Si L_{2,3}-спектры пленки Cu-Si с содержанием меди ~15 вес. % полученные при глубинах анализа 10 и 60 нм, а также эталонные спектры субоксида SiO_{0,47} и аморфного a-Si

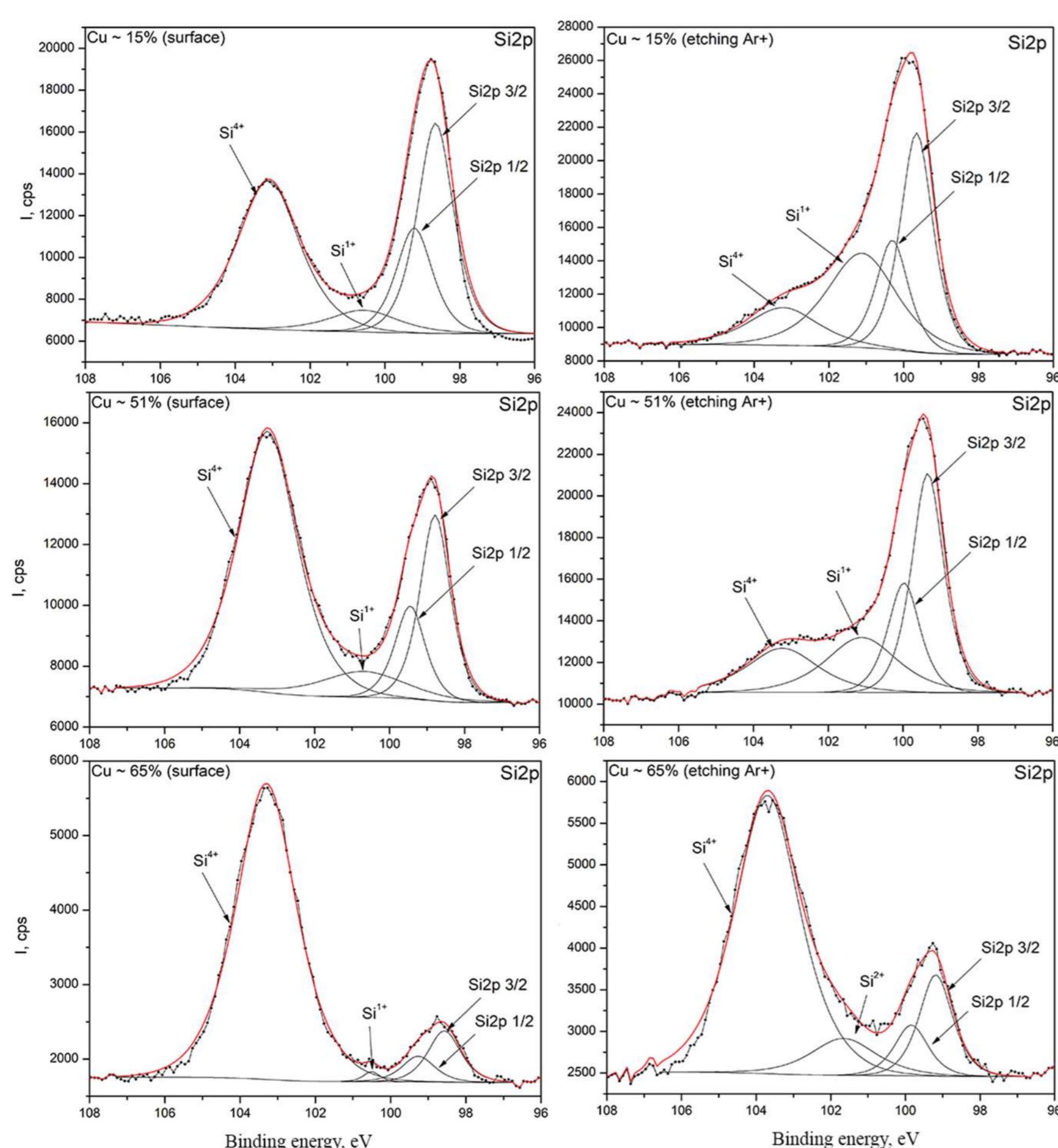
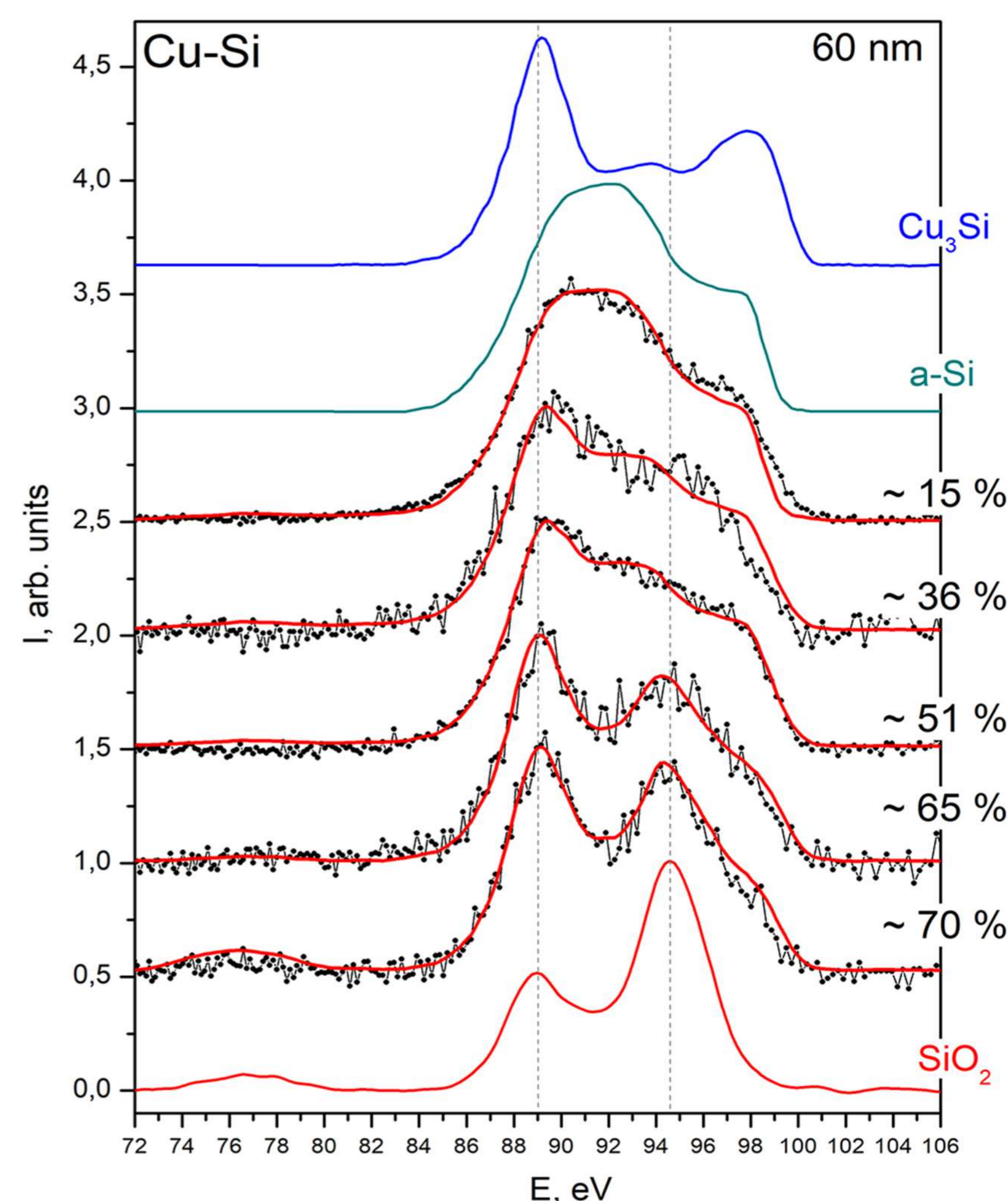


Рис. 3 - Si L_{2,3}-спектры пленок Cu-Si, различного состава, модельные спектры (сплошная красная линия). Эталонные спектры Cu₃Si, a-Si, SiO₂.

Рис. 4 - XPS Si2p спектры пленок Cu-Si различного состава до (слева) и после (справа) травления ионами аргона.



Выводы

По результатам исследований методом УМРЭС в ионно-лучевых пленках Cu-Si с содержанием меди ~15 вес. % поверхностный слой состоит преимущественно из субоксида SiO_{0,47}, в более глубоком слое данной пленки преобладает фаза аморфного кремния. В пленках с высоким содержанием меди основу пленок составляют фазы аморфного кремния и силицида меди Cu₃Si, при этом доля фазы Cu₃Si составляет ~35% и не изменяется с увеличением содержания меди в пределах от 36 до 70 вес. %.

По данным УМРЭС и XPS с ростом содержания меди в пленке с 36 до 70 вес. % степень окисления «x» субоксида кремния SiO_x возрастает с 0,9 до 1,82.