

УДК 620.2:621.9.048

ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА СОСТАВ ПОВЕРХНОСТИ САПФИРА

Р.Р. Нагаплежева, А.М. Кармоков, Б.Н. Нагоев, М.М. Уянаева, В.К. Люев
ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет
имени Х.М. Бербекова»
360004, Россия, КБР, Нальчик, ул. Чернышевского, 173
nrizanna16@mail.ru

Аннотация: Проведена плазменная обработка поверхности сапфира. Исследован состав поверхности сапфира до и после плазменной обработки методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС).

Ключевые слова: плазма, сапфир, РФЭС.

Исследования влияния плазменного воздействия на свойства оксидных материалов представляют интерес с технической и научной точки зрения. Например, изменяя только поверхностные свойства материала, плазменная обработка не затрагивает структуру материала [1-3].

В настоящей работе в качестве объекта исследования был выбран сапфир. Сапфировые подложки используются для эпитаксии полупроводниковых (*GaN*, *Si*, *AlGaN* и многих других) пленок и изготовления интегральных схем. Поэтому исследование поверхностных свойств сапфира представляет большой интерес.

Целью данной работы является исследование состава поверхности сапфира после плазменной обработки методом РФЭС.

Плазменная обработка проводилась в реакторе емкостного типа. Стекланный цилиндр с внутренним диаметром $D=120$ мм и высотой $L=40$ см фиксировал разрядный объем между плоскими электродами. Система поддержания плазмы состоит из высоковольтного источника питания и электродов, расположенных непосредственно в рабочей камере. Перед напуском рабочего газа (водорода) камера реактора предварительно откачивалась до давления остаточных паров $P=10^{-2}$ мм рт. ст., с помощью форвакуумного насоса.

Исследуемые образцы подвергались плазменной обработке в течение 60 с, на электроды подавалось высокое напряжение $U=1,5$ кВ.

РФЭС исследования проводились на современном рентгеновском фотоэлектронном спектрометре K-Alpha производства фирмы Thermo Fisher Scientific [4].

После загрузки образца в камеру анализатора спектрометра, посредством шлюзового устройства, с помощью высокоточных видеокамер выбиралась точка на поверхности для анализа. Сечение

сфокусированного пятна рентгеновского пучка было выбрано 200 мкм. Энергия пропускания анализатора для данного эксперимента – 200 эВ. Спектр записывался с шагом 1 эВ, что для обзорного спектра проводящей поверхности вполне достаточно.

На рис. 1 и 2 показаны спектры образцов до и после обработки в плазме водорода соответственно.

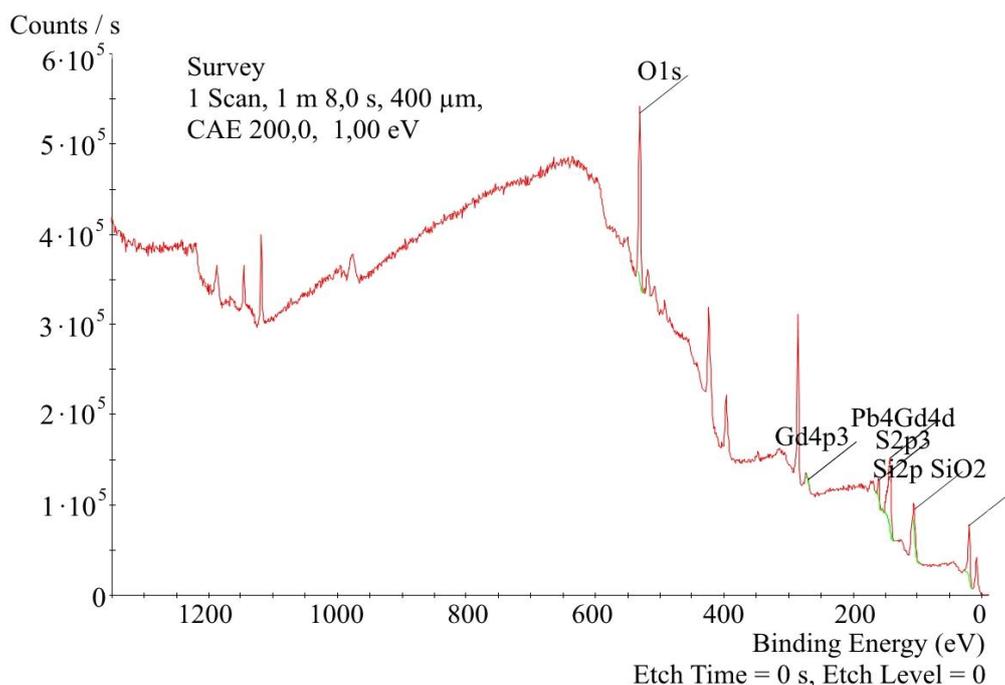


Рис. 1. Спектр поверхности сапфира до обработки.

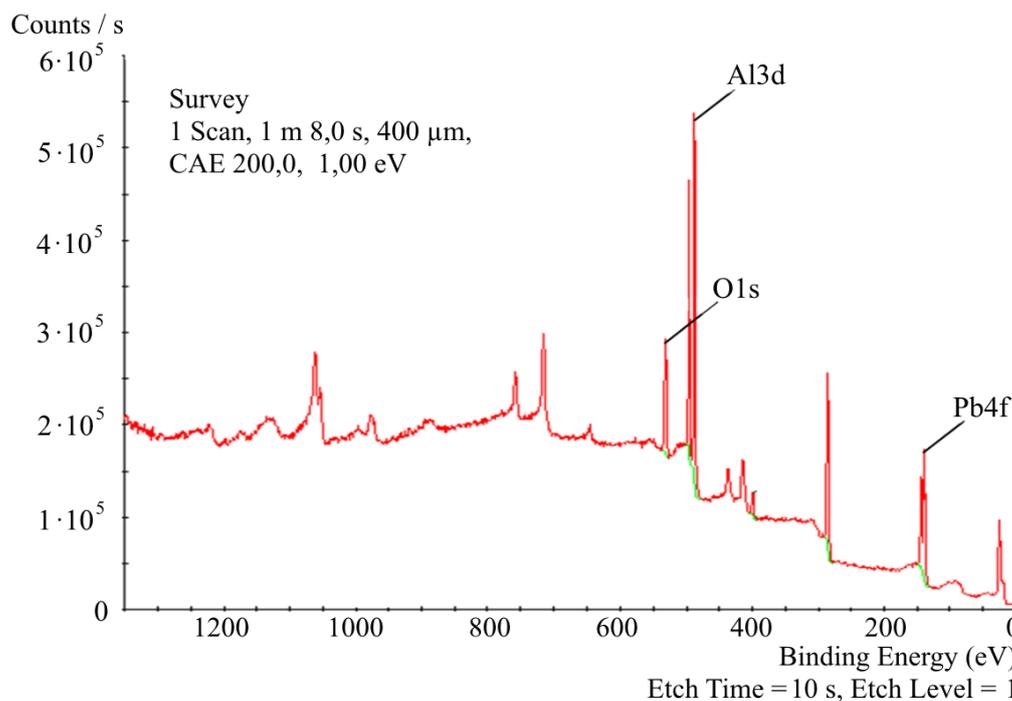


Рис. 2. Спектр поверхности сапфира после плазменной обработки.

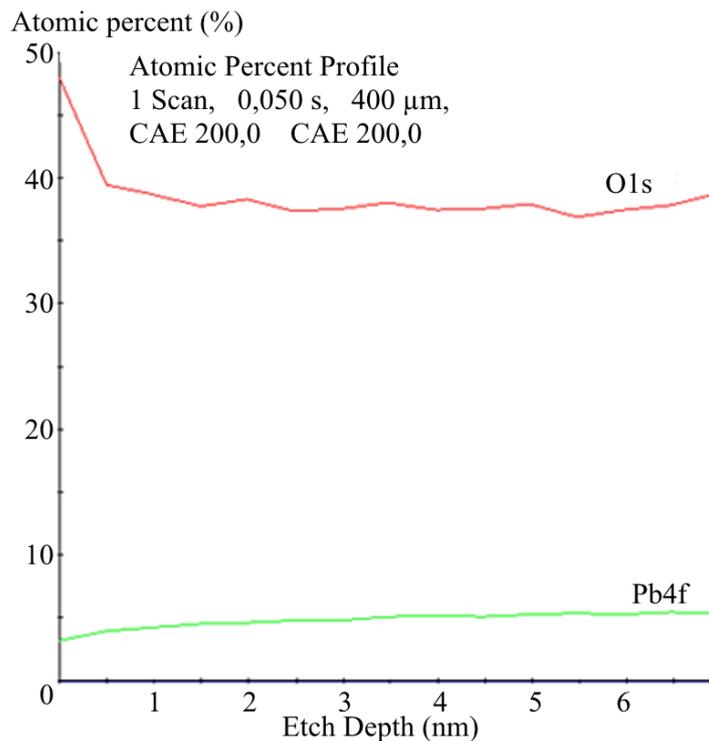


Рис. 3. Распределение элементов по глубине образца до обработки.

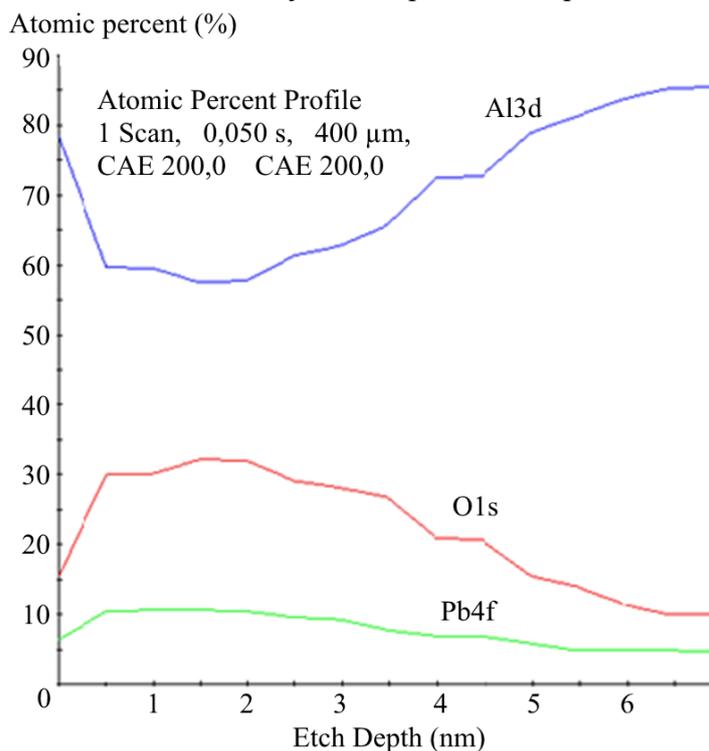


Рис. 4. Распределение элементов по глубине образца после обработки.

Согласно данным РФЭС в анализируемом поверхностном слое до обработки (см. рис. 1) присутствуют кадмий и свинец. Скорее всего, их наличие в поверхностном слое связано с длительным хранением сапфира в

лаборатории в атмосфере воздуха. В то же время, Al, входящий в объёмный состав сапфира, в поверхностном слое методом РФЭС не зарегистрирован. Мы предполагаем, что это связано с загрязнением поверхности.

После плазменной обработки поверхности сапфира (см. рис. 2), в поверхностном слое образца зарегистрирован Al. Здесь уже отсутствует кадмий, который был зафиксирован до обработки. Но содержание свинца в поверхностном слое практически не изменилось. Мы считаем, что время плазменного воздействия было недостаточным, для удаления с поверхности сапфира свинца. Следовательно, увеличив время плазменного воздействия, возможно можно будет удалить свинец.

На рис. 3 и 4 показаны распределение элементов по глубине до и после обработки соответственно.

До обработки на поверхности сапфира атомы Al (см. рис. 1, 3), не наблюдались, поверхность была загрязнена. На рис. 4 видно, что на глубине травления до 8 нм поверхность на 85% состоит из атомов Al.

По итогам РФЭС исследований состава поверхности сапфира, можно сказать, что при плазменной обработке в атмосфере водорода, поверхность была восстановлена.

Библиографический список:

1. Данилин, Б.С. Вакуумно-плазменные процессы травления микроструктур / Б.С. Данилин, В.Ю. Киреев, В.И. Кузнецов // Электронная техника. Серия 6. Материалы. – 1983. – Вып. 8 (181). – С. 3-9.
2. Данилин, Б.С. Вакуумно-плазменные методы травления микроструктур. Ч. 1. Классификация и сопоставление процессов травления / Б.С. Данилин, В.Ю. Киреев, В.И. Кузнецов // Электронная техника. Серия 6. Материалы. – 1982. – Вып. 2 (163). – С. 3-9.
3. Данилин, Б.С. Вакуумно-плазменные процессы травления микроструктур. Ч. 2. Рабочие газы / Б.С. Данилин, В.Ю. Киреев, В.И. Кузнецов // Электронная техника. Серия 6. Материалы. – 1982. – Вып. 4 (165). – С. 3-8.
4. Шафоростов, А. K-Alpha: РФЭС – система нового поколения / А. Шафоростов // Наноиндустрия. – 2009. – № 4. – С. 60-63.