

Будзинский М. д.ф.-м.н.,
Институт физики Университета М. Кюри-Склодовской, Люблин,
Польша

Барайшук С.М. к.ф.-м.н., доцент
Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ ОБЛАСТЕЙ КРЕМНИЯ ПРИ РАБОТЕ РАДИОИЗОТОПНОГО ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВЕ ^{60}Co

Введение. Одним из видов альтернативных источников энергии для автономных систем, невысокой мощности и нуждающихся в длительной работе без обслуживания являются радиоизотопные термоэлектрические генераторы [1]. Такие источники применяются для обеспечения питания в навигационных маяках, радиомаяках, метеостанциях и подобном оборудовании, установленном в местности, где по техническим или экономическим причинам нет возможности воспользоваться другими источниками электропитания, кроме того имеют широкое применение в космической отрасли, радио медицине. Применяются для активации посевного материала (для стимуляции роста и урожайности зерновых и овощных культур. Использование изотопа ^{60}Co в качестве действующего вещества потенциально интересно высокой удельной эффективностью таких систем, но сопряжено с активным воздействием его на конструкционные элементы, что представляет интерес для исследований [2, 3]. В работе приведены результаты исследования кремниевых элементов после облучения ионами Co в условиях самооблучения.

Результаты и обсуждение. Кремниевые пластины облученные кобальтом исследовались при помощи сканирующей электронной микроскопии в сочетании с анализом обратного энергодисперсионного рассеяния электронов с энергией 10 кВ (глубина анализа 1,3 мкм). Проводился анализ результатов Резерфордского обратного рассеяния с послойным моделированием RUMP. На снимках СЭМ (рисунок 1) с наложенной картой рассеяния видно присутствие включений кобальта, в том числе и в виде микрокапельной фракции размерами от 0,1 до 1 мкм.

На рисунке 1 так же видно наличие повреждений на поверхности, и отслоений, вызванных внешними воздействиями. Анализ спектров показывает, что в приповерхностной области концентрация кобальта достигает 5,1 ат%. Результаты послойного моделирования состава образцов приведены на рисунке 2.

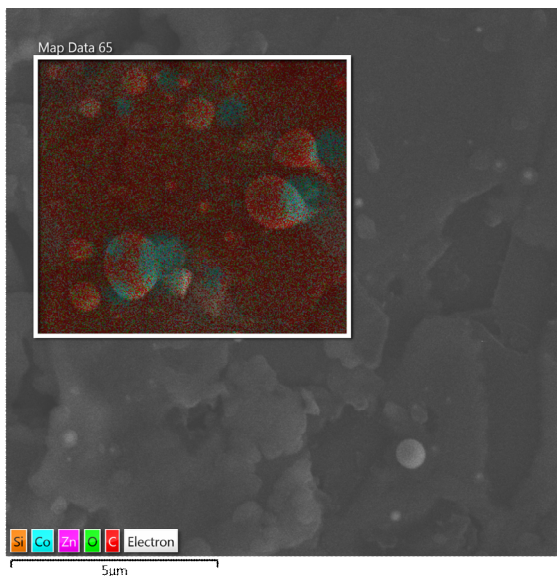


Рисунок 1 – Снимки СЭМ поверхности кремния с наложением результатов анализа распределения Co по поверхности.

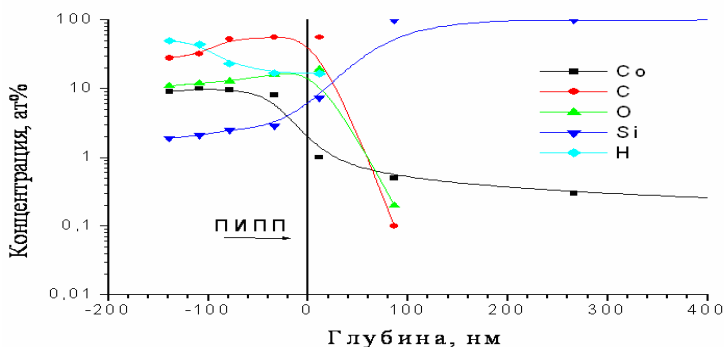


Рисунок 2– Профили компонентов в системе Co/Si после ионно-ассистированного воздействия Co на кремний.

РОР подтверждает наличие кобальта в осаждаемом покрытии на кремний и свидетельствует о присутствии в приповерхностной области атомов углерода и кислорода. Кроме того моделирование показала наличие там и водорода, аналогично ранее изученным системам. Появление в изучаемых

покрытиях кислорода, углерода и водорода мы связываем, с осаждением этих элементов совместно с частицами металла из рабочего пространства камеры. Распределение Co на профилях пространственного распределения компонентов конструкции, характеризуется концентрацией, снижающейся от 8.5 ат. % на поверхности, до 1 ат. % в области межфазной границы системы. Атомы Co, идентифицируются в кремнии на глубине более 100 нм с концентрацией ~ 0.04 ат. %.

Из экспериментально измеренных профилей следует, что водород содержится только в приповерхностных областях, не входит в кремний, что согласуется с результатам работы [4], в то время как для всех остальных идентифицированных элементов наблюдается радиационно - стимулированная диффузия в кремний.

Заключение. Установлено, что в процессе облучения ионами Co происходит формирование тонких слоев на поверхности кремния и радиационно - стимулированная диффузия по глубине не только самого металла, но и сопутствующих элементов, что будет влиять на физические, механические, а значит и эксплуатационные свойства приборов на кремниевой основе при эксплуатации в условиях облучения ионами ^{60}Co .

Список использованных источников

1. ГОСТ 18696-90 Генераторы радионуклидные термоэлектрические. Типы и общие технические требования. Госстандарт СССР, 13.06.1990.
2. А.А. Бурков / влияние концентрации кобальта на фазовый состав WC-Co электроискровых покрытий на низкоуглеродистой стали/ Приволжский научный вестник №8(36) ч. 1.– 2014. С. 25-30.
3. Sani A.S., Aliyu I., Polycarp E./ Effect of chromium and cobalt additions on the corrosion resistance of aluminium silicon iron alloy (Al Si Fe) // International Journal of Scientific & Engineering Research. 2012. V. 3. Issue 12. P. 1–10.
4. О.Г. Бобрович, И.С. Ташлыков и др./ Изучение ядерно-физическими методами металлосодержащих (Ti, Co) – покрытий, осажденных методом ионного ассистирования на кремний// Физика и химия обраб. мат. – 2006. – №1. – С. 54–58.