

Как видно из представленных зависимостей, изменяя условия нанесения пленки, тем самым варьируя толщиной пленки, можно управлять шероховатостью поверхности и ее смачиваемостью в пределах от 22° до 65°.

Заключение. Таким образом метод осаждение покрытий в условиях ассистирования собственными ионами позволяет получать покрытия для тыльных контактов солнечных элементов с хорошо воспроизводимым составом и заданными свойствами.

Список использованных источников

1. И.С. Ташлыков, И.М. Белый. Патент РБ №2324. 1С1 ВУ, С23 С4/12. С4/18, С14/16. Оpubл. 1999. офиц. бюл. гос. пат. ведом. РБ №1.
2. С.М. Барайшук, В.Ф. Гременок, В.В. Тульев, И.С. Ташлыков. // ФХОМ. – 2011. – 1. – С. 66.

**Рагимов Р.Н. д.ф.-м.н., Д.Г. Араслы, А.А. Халилова к.ф.-м.н.,
Институт Физики НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан**

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

ТОПОГРАФИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТОНКИХ ПЛЕНОК ЭВТЕКТИЧЕСКОГО КОМПОЗИТА GaSb-CrSb

Аннотация. В работе представлены результаты изучения микроструктуры, рельефа поверхности; подтверждена равномерность нанесения покрытий, оценена толщина наносимого покрытия методом атомно - силовой микроскопии тонких пленок полупроводникового эвтектического композита GaSb-CrSb.

Введение. Эвтектические композиты состоящие из полупроводниковой матрицы основе соединений III-V групп и включений переходных металлов, представляют интерес из-за сохранения микроструктуры до температуры плавления, повторяемости и стабильности характеристик. Такие эвтектические композиты ведут себя как неоднородные и вырожденные полупроводники, а их физические свойства существенно зависят от электронной конфигурации и геометрии включений и особенностей формирования межфазных зон и перспективны для создании инжекторов спин-поляризованных электронов.

Результаты и обсуждение. Тонкие пленки эвтектического композита GaSb-CrSb получены методом «мгновенного испарения» и имели толщину в пределах 0.4÷1.0 мкм.

Исследованная микроструктура (рис.1 а) и элементный состав (рис. 1 б) тонких пленок GaSb-CrSb, выполненный сканирующим микроскопом FEI Quanta FEG в сочетании со спектрометрией EDS system - Oxford Inca X-act позволили не только определить элементный состав приповерхност-

ного слоя толщиной 1 мкм. Полученные данные указывают на идентичность состава пленочных покрытий и массивных образцов, чей состав изучали ранее в работе [1].

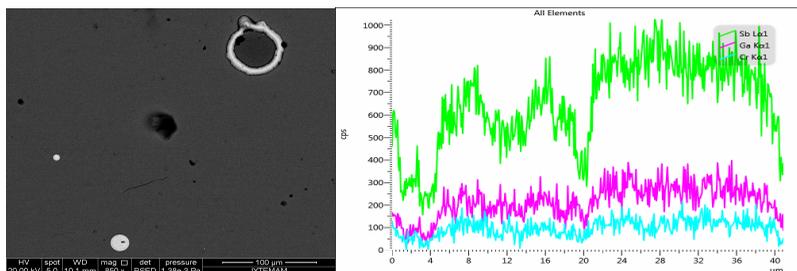


Рис.1. Микроструктура (а) и элементный состав (б) тонкой пленки композита GaSb-CrSb

Топография поверхности исследуемых тонких пленок изучена на многофункциональном атомном силовом микроскопе Nt-206 Microtestmachines в контактном режиме. Обработка полученных данных произведена с помощью программы «SurfaceXplorer» по методике, описанной в [2].

АСМ-исследования показали, что поверхность тонких пленок эвтектического композита GaSb-CrSb имеет развитый рельеф. На поверхности АСМ-изображений наблюдаются равномерно распределенные структурные образования округлой формы, диаметр которых, составляет 0,3-0,5 мкм в основании, при высоте от 50 до 100 нм, что хорошо согласуется с данными СЭМ (рис. 2). Концентрация поверхностных элементов достигает 50 мкм^{-2} .

Средняя арифметическая шероховатость поверхности, усредненная по 5 различным площадкам, при указанном выборе площадки составляет $R_a=5.4 \text{ нм}$, среднеквадратичная $R_q=9.8 \text{ нм}$. Отношение полной площади поверхности к проективной составляет 1.16. По АСМ данным вычислена мультифрактальная размерность поверхности методом горизонтальных сечений (площадь–периметр). При вычислении фрактальной размерности учитывалось систематическое отклонение, характерное для метода горизонтальных сечений [3]. Анализ исследованных площадок по 500 подслоям дает среднее значение фрактальной размерности 2.78.

На больших площадях сканирования – $20 \times 20 \text{ мкм}^2$, характерно отсутствие сколь либо значительных по размеру периодических структур, однако наблюдается появление отдельных вкраплений размером от 0.3 до 1.5 мкм и высотой до 150 нм (рис.2). Значения средней арифметической и среднеквадратичной шероховатости для данного размера площадок $R_a=17.3 \text{ нм}$ и $R_q=22.2 \text{ нм}$, соответственно. Значение фрактальной размерности исследованных площадок несколько выше в сравнении с основным рельефом и достигает 2.92, что говорит о развитой «объемной» поверхно-

сти. Это подтверждает высокое качество поверхности и достаточно высокую равномерность нанесения покрытий.

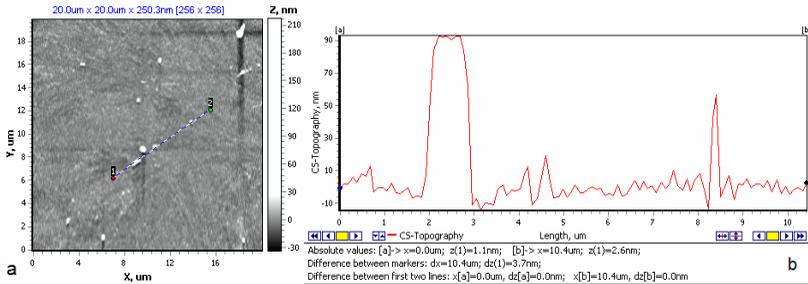


Рис.2. Топография поверхности (а), профиль сечения вдоль линии 1-2 (б) пленки композита GaSb-CrSb.

Заключение. Изучены микроструктура, рельеф поверхности тонких пленок полупроводникового эвтектического композита GaSb-CrSb. При помощи АСМ проведена оценка толщины нанесенного покрытия 0.8-0.9 мкм, что согласуется с ранее полученными данными. Низкая средняя шероховатость поверхности позволяет говорить о высоком качестве и равномерности наносимого покрытия.

Список использованных источников

1. Rahimov R.N., Kazimov M.V. et al., Features of Thermal and Electrical Properties of GaSb-CrSb eutectic composite. Journal Ovonic Research, 2017, Vol.13, No. 3, pp. 113 – 118.
2. Tashlykov I.S., Baraishuk S.M. Elemental composition, topography, and wettability of the surface of graphite modified by ion-assisted deposition of chromium coatings, Russian Journal of Non-Ferrous Metals. 2008, V. 49. N 4, P. 303-307.
3. Almqvist N. Fractal analysis of scanning probe microscopy images. Surface Science. –1996 (355), 221-228.

Stanchik A.V.,

SSPA «Scientific-Practical Materials Research Centre of National Academy of Sciences of Belarus», Minsk, Belarus

Baraishuk² S.M., PhD,

Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus

Wiertel M., PhD, Budzynski M., Doctor of Science

Maria Curie-Skłodowska University, Lublin, Poland

PROGRESS IN THIN-FILM Cu₂ZnSnSe₄ SOLAR CELLS

Photovoltaic (PV) is a very promising field amount various renewable energies. But solar cells can only establish themselves durable on the market, if they