

Исследование электронных свойств аморфных DLC<Ir> пленок

Бекмурат Ф.¹, Немкаева Р.Р.¹, Гусейнов Н.Р.¹, Асембаева А.Р.^{1,2}, Рягузов А.П.¹, Ерсайын Р.³

zh.fariza1@mail.ru

¹ ННЛОТ КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

² Satbayev University, Алматы, Казахстан

³ Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского, Алматы, Казахстан

Введение металлов в качестве модификатора в структуру DLC могут повысить их каталитическую активность и уменьшить внутренние напряжения [1]. Такой модификатор, как иридий формирует не связанные наночастицы в углеродной матрице и таким образом влияют на электронные свойства синтезируемых DLC пленок.

В работе синтезированы DLC пленки с различной концентрацией иридия (X_{Ir}) методом магнетронного распыления в плазме аргона. Пленки были получены на кварцевых подложках при мощностях 17.5, 19.25, 21 Вт. Состав DLC<Ir> пленок определялся ЭДС методом, концентрация иридия изменялась от 0 до 3.46 ат.%.

В результате исследования рамановской спектроскопии с использованием разных лазеров (473 нм и 633 нм) была рассчитана дисперсия G пика (dispG) [2]. Изменение dispG указывает на изменение соотношения sp^2/sp^3 гибридизации. Расчет dispG показал, что, увеличение концентрации иридия приводит к его уменьшению от 0.38 до 0.25 $см^{-1} \times нм^{-1}$, и подобное изменение наблюдается при разных мощностях синтеза. Максимальное изменение dispG наблюдается при мощности синтеза 21 Вт. Такое изменение значения dispG связано с ростом графитовой фазы [3].

Изучение оптических свойств были исследованы спектром пропускания в диапазоне от 190 нм до 1100 нм. В области $\alpha \sim 10^5 \text{ см}^{-1}$ фундаментального поглощения была рассчитана ширина запрещенной зоны (E_g) [4]. В чистых образцах E_g изменялась от 1.5 эВ до 1.3 эВ при изменении мощности разряда от 17.5 Вт до 21 Вт, соответственно. Введение иридия приводит к уменьшению ширины запрещенной зоны до 0.75 эВ и 0.4 эВ при 17.5 Вт и 21 Вт, соответственно.

Также, были проведены исследования проводимости (σ) при 300К. Зависимость σ от концентрации иридия до ~ 0.9 ат.% показало изменение в 10^4 раз при мощности синтеза 17.5 эВ. Увеличение мощности разряда в процессе синтеза приводит к изменению σ в 10^3 раз. Дальнейшее увеличение X_{Ir} до 3.5 ат.% приводит к плавному линейному изменению проводимости. Такое изменение наблюдается в узком диапазоне изменении концентрации иридия.

Из выше сказанного, можно заключить, что наночастицы иридия существенно влияют на распределение электронной плотности состояний и как следствие на электронные свойства DLC пленок.

Ссылки

1. R. Hatada, S. Flege, M.N. Ashraf, A. Timmermann, Ch. Schmid, W. Ensinger, The influence of preparation conditions on the structural properties and hardness of diamond-like carbon films, prepared by plasma source ion implantation, Coatings V. 10 (2020), P. 1-11,
2. J. Robertson, Diamond-like amorphous carbon, Mater. Sci. Eng. R V. 37 (2002), P. 129-281
3. F. Bekmurat, R.R. Nemkayeva, N.R. Guseinov, M.M. Myrzabekova, A.P. Ryaguzov Structure and properties of a-C films modified with Ir nanoparticles: Materials today: Proceedings, V. 25 (2019), P. 13-16
4. J. Tauc, R. Grigorovici, A. Vancu, Optical properties and electronic structure of amorphous germanium, Phys. Stat. Sol. (b) V. 15 (1966) P. 627-637.