

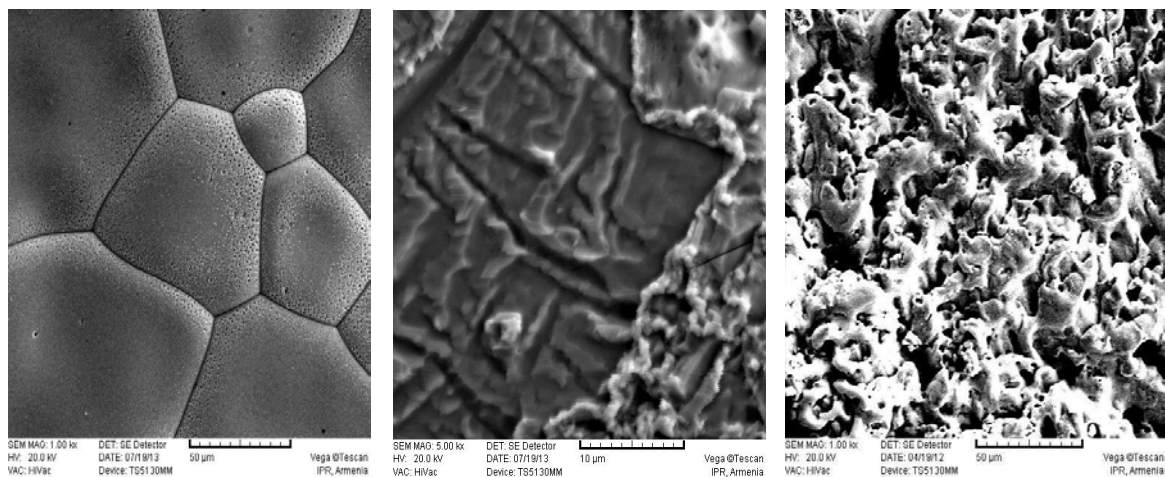
ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИКИ CuO/Ag

С. Т. Пашаян

Институт физических исследований НАН Армении, Аштарак
E-mail: svetlana1207@yahoo.com

Лазерное облучение поверхности твердых тел является одним из широко используемых способов получения новых материалов с необычными физическими свойствами [1]. Данная статья продолжает наши работы по исследованию влияния лазерного излучения на микроструктуру, элементный состав и физические свойства оксидов меди [2-4]. В ней рассматривается влияние излучения третьей гармоники YAG:Nd³⁺ лазера (с длиной волны 355 нм, плотностью энергии 1 Дж/см², длительностью импульса 20 нс и частотой 15 Гц) в зависимости от параметров предварительной термообработки на микроструктуру, химический состав и электропроводящие свойства керамических образцов CuO и CuO/Ag.

Образцы в виде таблеток диаметром 8 мм и высотой 3 мм спекались из порошка CuO чистотой 99.9 % термообработкой на воздухе в муфельной печи в интервале температур спекания 700–1100°C (T_{сп.}). Лазерное облучение их продолжалось 10 минут, затем процедура повторялась при повороте образцов на 90° с целью получения на поверхности образцов перекрестия двух лазерных треков.



A5 (T_{сп.}=1100°C+закалка)

A6 (T_{сп.}=1100°C)

A2 (T_{сп.}=700°C+лазер)

Рис. 1. Микрофотографии образцов CuO, спеченных при разных температурах.

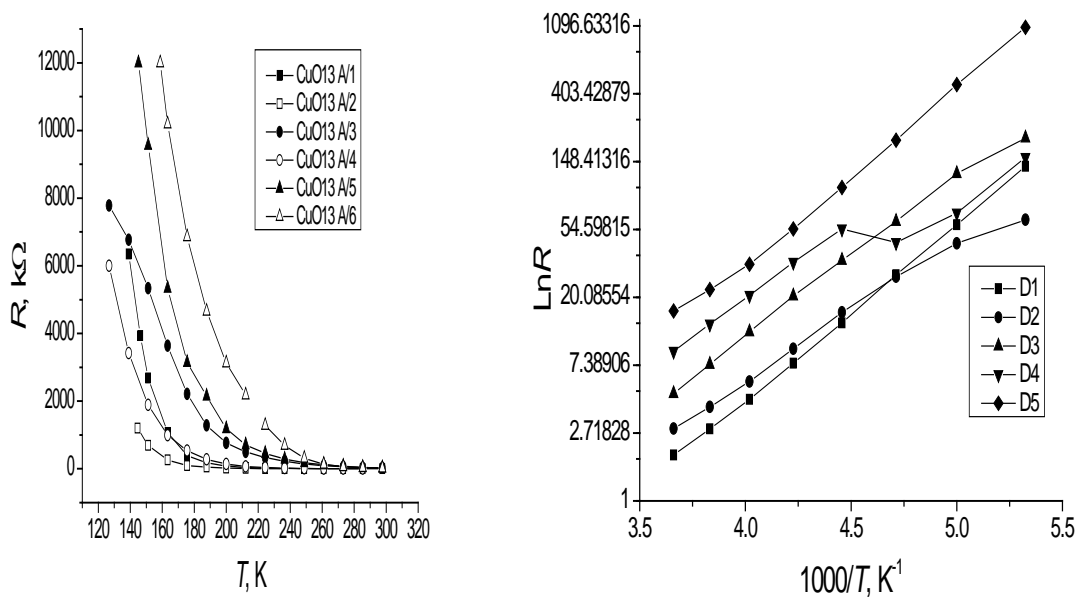
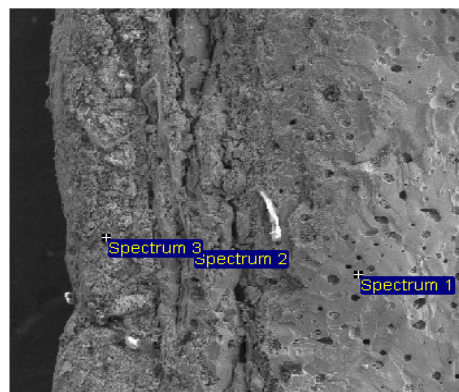


Рис. 2. Температурная зависимость сопротивления образцов: CuO серии А и CuO/Ag серии D (после лазерной обработки).

Морфология поверхности изучалась с помощью сканирующего электронного микроскопа “VEGA TS5130MM”, а рентгеновский микроанализ проводился с использованием анализатора INCA Energy 300. Исследование химического состава образцов проводилось на лазерных треках и вне их, на поверхности и по сечению образцов. Измерение сопротивления производилось четырехконтактным методом в атмосфере азота. Полученные результаты представлены на рисунках (1-3). Установлено, что температурная зависимость сопротивления всех образцов в интервале 180–300 К имеет полупроводниковый характер, а рассчитанная по данным этой зависимости энергия активации сопротивления варьируется в пределах 0.19–0.48 эВ. Изучена взаимосвязь энергии активации и химического состава исследуемых образцов. По данным рентгеновского микроанализа величина отношения Cu/O возрастает с увеличением температуры спекания и в результате охлаждения в режиме закаливания. Наблюдалось значительное изменение морфологии поверхности образцов, спеченных при P00 (Рис.3). В этих образцах по сечению изменяется и морфология, и химический состав. Показано, что лазерное облучение изменяет микроструктуру образцов, приводит к возрастанию отношения Cu/O и внедрению атомов серебра в решетку оксидов меди. Напыление слоя серебра перед лазерной обработкой не оказывает явного влияния на величину энергии активации. Короткие лазерные импульсы создают большие скорости охлаждения и, соответственно, позволяют получить еще большие значения отношения Cu/O.

Spectrum	O	Cu	Ag	Cu/O
Spectrum 1	29.62	70.38		2.4
Spectrum 2	6.7	91.00	2.3	13.6
Spectrum 3	10.67	44.92	40.9	4.2



Spectrum	O	Cu	Ag	Cu/O
Spectrum 1	18.61	81.39		4.4
Spectrum 2	21.04	78.96	2.3	3.8
Spectrum 3	29.82	70.18	40.9	2.4

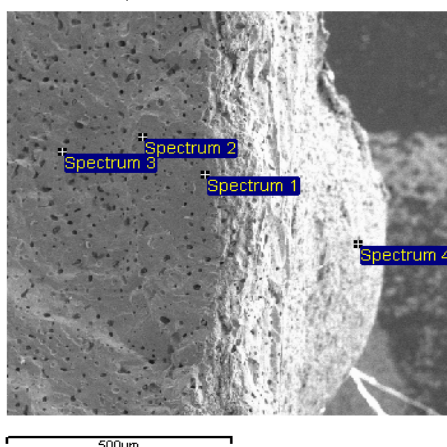


Рис.3. Морфология поверхности и химический состав образца CuO A5 по сечению (Тсп.=1100 °С)

С повышением температуры спекания образцов происходит уменьшение энергии активации сопротивления. Закаливанию от температуры синтеза приводит к повышению энергии активации, а лазерная обработка уменьшает эту зависимость. Полученные данные могут быть использованы для направленного изменения физических свойств соединений, образующихся в системе Cu-O-Ag с целью их практического применения в различных электронных устройствах.

1. Ogale S. B., Bilurkar P. G., Mate N. et al. // J. Appl. Phys. 1992. V. 72, P. 3765–3769.
2. Kuzanyan A. S., Badalyan G. R., Kuzanyan V.S. et al. // Quantum Electronics. 2011. V. 41. P. 619–625.
3. Kuzanyan A. S., Pashayan S. T., Tatoyan V. T. et al. // Int. J. Mod. Phys. Conf. Ser. 2012. V. 15, P. 161–169.
4. Кузаян А. С., Пашаян С. Т., Татоян В. Т. // Изв. НАН РА, Физика. 2014. №1 (в печати).