

УДК 537.9

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ ZnO,  
СФОРМИРОВАННЫХ ИЗ АКТИВНОЙ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

А. М. МИХАЛКО

Научный руководитель А. А. РОГАЧЕВ, д-р техн. наук, проф.  
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины  
Гомель, Беларусь

Получение тонких покрытий с управляемыми структурой и свойствами является важной научно-практической задачей.

Нами были сформированы покрытия ZnO толщиной  $d = 52, 100$  и  $165$  нм из активной газовой фазы, образованной низкоэнергетичным электронно-лучевым диспергированием ацетата цинка и последующим отжигом при  $T_{отж} = 200$  °C и  $t_{выд} = 60$  мин.

Анализ морфологии по оптическим микроснимкам показал, что у всех покрытий ZnO наблюдаются структуры до  $10$  мкм произвольной формы. Для толщины  $52$  нм характерны включения менее  $40$  мкм. На поверхности покрытия  $d = 100$  нм обнаружены хаотично расположенные трубчатые структуры длиной от  $50$  мкм и шириной до  $10$  мкм. Поверхность покрытия ZnO  $d = 165$  нм представляет собой крупные зерновидные пластины размерами более  $60$  мкм. При помощи АСМ было установлено, что наносероховатость для покрытия  $d = 52, 100$  и  $165$  нм составила  $22,7, 56,6$  и  $21,1$  нм соответственно.

Данные УФ-ВИД-спектроскопии позволили установить значительное уменьшение пропускания покрытия ZnO толщиной  $165$  нм в сравнении с более тонкими. Также из графиков виден рост поглощения в области  $500...700$  нм, что характерно и для покрытий оксида цинка, полученных другими методами [1].

Ширина запрещенной зоны, определенная на основании данных из УФ-ВИД-спектров поглощения, составила  $3,11, 3,07$  и  $3,02$  эВ для покрытий толщиной  $52, 100$  и  $165$  нм соответственно. С ростом толщины покрытий уменьшается ширина запрещенной зоны, упрощая переход электронов в зону проводимости.

Методом импедансной спектроскопии в частотном диапазоне  $25 \div 10^6$  Гц установлено, что проводимость с ростом толщины покрытий существенно увеличивается и составляет при постоянном напряжении  $0,279, 0,352, 18$  мСм/см для покрытия  $d = 52, 100$  и  $165$  нм соответственно. Годограф импеданса имеет вид пересекающихся окружностей, смещенных относительно оси абсцисс, что свидетельствует о достаточно сложной структуре проводящих слоев.

Развитая морфология, высокая прозрачность при длинах волн от  $400$  до  $1100$  нм, особенно для покрытий толщиной  $100$  нм, и сравнительно высокая электропроводность дают возможность применения покрытий в сенсорных, оптоэлектронных устройствах, получения «умных» стекол.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Efficient dye-sensitized solar cells composed of nanostructural ZnO doped with Ti / M. U. Rahman [et al.] // Catalysts. – 2019.