**Синтез пористых пленок Ag со структурой инвертированного опала при различных условиях**

***Ян Вэньсинь***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,   
Факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E-mail: 358488868@qq.com*

Металлические инвертированные опалы (ИО) — это пористые материалы с искусственной созданной системой пор, обычно синтезируемый из прямого опала (ПО). Одним из применений металлических подложек с структурой ИО является спектроскопия гигантского комбинационного рассеяния (ГКР). ГКР-спектроскопия обычно проводится с использованием коллоида серебра или золота или на подложке, содержащей наноразмерное серебро или золото. Поверхностные плазмоны серебра и золота возбуждаются лазером, что приводит к увеличению электрического поля вокруг металла. Поскольку интенсивность комбинационного рассеяния пропорциональна электрическому полю, измеряемый сигнал значительно возрастает (до 1011 раз) [1].

Целью данной работы является синтез и исследование пленок Ag со структурой инвертированного опала, а также изучение влияния на свойства синтезированных пленок варьирования условий. Методы исследования включают сканирующую электронную микроскопию (СЭМ), спектроскопию зеркального отражения (СЗО), спектроскопию гигантского комбинационноого рассеяния (ГКР) и другие методы.

Синтезированы микросферы полистирола диаметром 350 нм. В электрическом поле получены шаблоны ПО. В процессе приготовления материалов пористых пленок ИО присутствуют три переменные: 1. концентрация полистирола, используемого для приготовления шаблонов ПО; 2. концентрация электролита Ag, используемое в электроосаждении для получения пленок ИО; 3. нормализованная толщина пленок со структурой ИО.

Шаблоны ПО были синтезированы на Au/ITO после напыления Au с использованием различных концентраций коллоидных растворов полистирола (0,025%, 0,05%, 0,1%, 0,14%). Затем методом электроосаждения были получены серебряные пленки ИО с нормированной толщиной (толщина серебряной пленки/диаметр полистирольных микросфер) k=0,3. ГКР-спектроскопия была проведена как на 0,025%, на 0,05% и на 0,14% этих образцов. Результат расчета коэффициента усиления на основе образца (пик 1626 см-1) и метиленового синего дает EF0,14% ≈ 6,7·105, EF0,05% ≈ 5,5·105, EF0,025% ≈ 4,2·104. Были измерены СЗО синтезированного ПО в различных условиях и соответствующих ИО, и было обнаружено, что чем больше концентрация микросфер полистирола, тем меньше зеркальное отражение.

Серебряные ИО были получены методом электроосаждения из двух электролитов Ag с концентрациями 0,056 моль/л и 0,112моль/л. Сравнивали изображения СЭМ пленок ИО, полученных с различными концентрациями электролита Ag. Было обнаружено, что фактическая толщина kэксп, полученной с электролитом 0,112 моль/л, более точно соответствует теоретической толщине kтеор, а пористая структура более четко выражена. Это объясняется тем, что чем выше концентрация электролита, тем больше ионов Ag в нем и тем равномернее происходит электроосаждение Ag на анод ITO.

Изучалась зависимость СЗО для образцов серебряных ИО с расчетными k=0,2- 0,8. Измерение их СЗО показало, что у пленок с k=0,2-0,5 наблюдается уменьшение зеркального отражения с увеличением нормированной толщины, а у пленок с k=0,5-0,8 наблюдается увеличение зеркального отражения с увеличением нормированной толщины.

**Литература**

1. Lombardi J. R. et al. A Unified Approach to Surface-Enhanced Raman Spectroscopy, Journal of Physical Chemistry C, 2008, 112, 14, 5605—5617.