

Смирнов Александр Вячеславович

инженер

Васильев Алексей Иванович

инженер-исследователь

Кочергин Артем Владимирович

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный

университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ ПЛЕНОК ОКСИДА НИКЕЛЯ С ЛИНЕЙНО-ЦЕПОЧЕЧНЫМ УГЛЕРОДОМ

***Аннотация:** в работе получены пленки оксида никеля с последующим осаждением пленок линейно-цепочечного углерода. Определен механизм взаимодействия Ni-пленок с линейно-цепочечным углеродом после термообработки в атмосфере воздуха для получения композитных металл-оксид-углеродных пленок. Проведен структурный анализ композитов методом рентгеновской спектроскопии. Полученный материал является перспективным для применения в качестве чувствительного элемента сенсоров угарного газа.*

***Ключевые слова:** сенсоры угарного газа, оксид никеля, наноструктуры, линейно-цепочечный углерод, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.*

Введение

Оксид никеля (NiO) представляет собой полупроводник p-типа с энергией запрещенной зоны (3,5–4,0 эВ). Notovy et al [1] предположил, что пленки NiO, осажденные с использованием реактивного магнетронного распыления могут быть многообещающим материалом для газовых сенсоров. В исследовании [2] предположили, что модифицированные пленки TiO_x / NiO демонстрируют высокую чувствительность к газу H₂. Исследователи [3] изучали чувствительного к газу и H₂, нанокристаллического NiO и Co₃O₄ в пористых золь-гелевых

пленках. Lee et. al [4] подготовили сенсоры СО на основе NiO наноструктурированных пленок с помощью импульсного лазерного осаждения (PLD) и золь-гель-метода.

Проблема получения композитных материалов на основе оксидной пленки и углеродной матрицы является важным направлением в газовой сенсорике, поскольку применение высокоупорядоченной гексагональной структуры углеродных нитей может существенно повлиять на увеличение поверхности и соответственно на чувствительность сенсора.

В настоящей работе образцы пленок Ni с линейно-цепочечным углеродом (ЛЦУ) синтезировались следующим образом. На подложки из стекла марки К-8 терморезистивным испарением в вакууме на вакуумной установке «УВР-3М» осаждались пленки никеля, затем ионно-плазменным синтезом наносились пленки ЛЦУ, затем в печи МИМП-ВМ образцы отжигались в атмосфере воздуха при различных температурах и времени обжига.

Экспериментальные результаты и их обсуждение.

Проведен структурный анализ методом РФЭС на приборе LAS – 3000 («Riber»), оснащенном полусферическим анализатором с задерживающим потенциалом ОРХ – 150. Для возбуждения фотоэлектронов использовали рентгеновское излучение алюминиевого анода ($AlK_{\alpha} = 1486,6$ эВ) при напряжении на трубке 12 кВ и токе эмиссии 20 мА. Калибровку фотоэлектронных пиков проводили по линии углерода C 1s с энергией связи ($E_{св}$) 285 эВ. Энергия связи никеля в металлическом состоянии $Ni^0 2p_3 = 852,6$ эВ. На рис. 1 приведены спектры титана и никеля после термообработки при 450°C.

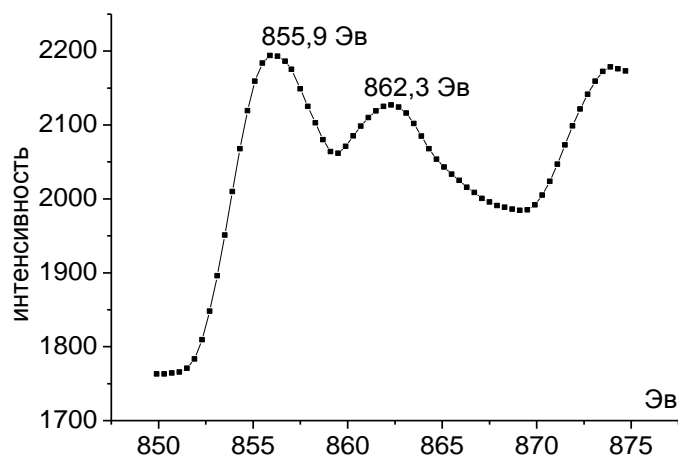


Рис. 1. Спектры РФЭС титана и никеля после термообработки с ЛЦУ

Анализ показывает, что имеет место сдвиг значений энергии связи никеля в модифицированной пленке по сравнению с чистым металлом $+\Delta E = 3,3$ Эв системы Ni-ЛЦУ появилась связь C-O-Me.

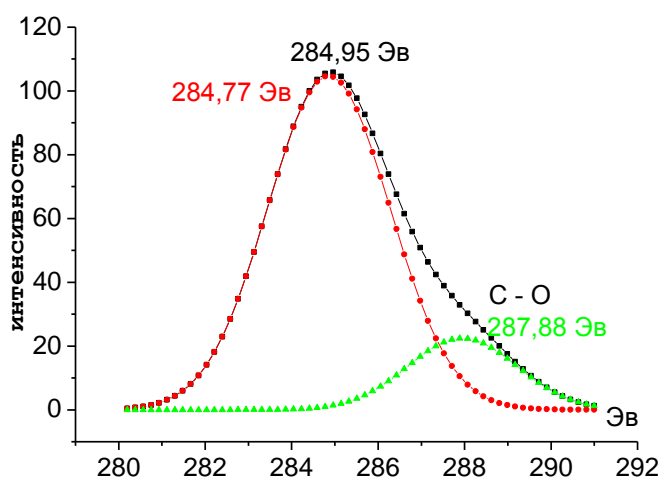


Рис. 2. Спектры РФЭС углерода в системе Ti – ЛЦУ и Ni – ЛЦУ

Элементный состав системы Ni – ЛЦУ после отжига приведен в табл. 1, из которой видно, что вероятно никель присоединился к углероду через кислород.

Таблица 1

Элементный состав никель-углеродного материала

элемент	C	O	Ni
концентрация	45,2	40,6	14,2

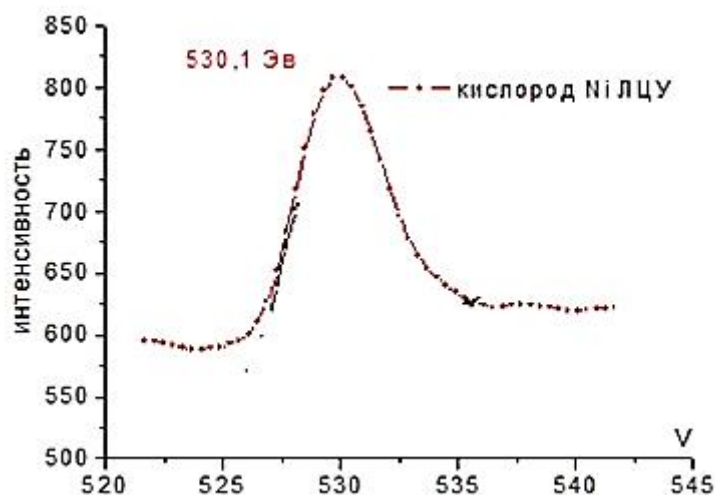


Рис. 3. Спектры РФЭС кислорода в системе Ti – ЛЦУ и Ni – ЛЦУ

Синтезированные материалы обладали чувствительностью к определению газа CO в окружающей среде.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №17-42-210604 -p_a.

Список литературы

1. Hotovy I. Preparation of nickel oxide thin films for gas sensors applications / I. Hotovy, J. Huran, L. Spiess, S. Hascik, V. Rehacek. Sens. Actuators B 57,147 (1999).
2. Imawan C. TiOx-modified NiO thin films for H₂ gas sensors: effects of TiOx-overlayer sputtering parameters / C. Imawan, F. Solzbacher, H. Steffes, E. Obermeier. Sens. Actuators B 68,184 (2000).
3. Hotovy I. The influences of preparation parameters on NiO thin film properties for gassensing application / I. Hotovy, J. Huran, P. Siciliano, S. Capone, L. Spiess, V. Rehacek. Sens. Actuators B, 78, 126 (2001).
4. Dirksen J. NiO thin-film formaldehyde gas sensor / J. Dirksen, K. Duval, T. Ring. Sens. Actuators B 80, 106 (2001).