

Электрофизические, оптические и газочувствительные свойства тонкопленочных структур на основе оксида никеля

Смирнов Александр Вячеславович¹

Кочергин Артем Владимирович¹, Анисимов Никита Евгеньевич¹

¹Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

В.Д. Кочаков

fizteh21@yandex.ru

Полупроводниковые оксиды металлов на протяжении последних десятилетий интенсивно исследуются для газовой сенсорики благодаря относительной простоте их получения и химической стабильности в реактивных средах. Целью настоящей работы является исследование электрофизических и оптических свойств тонкопленочных полупроводниковых структур на основе оксида никеля (NiO); анализ практического применения таких материалов в качестве активных элементов газовых сенсоров при комнатной температуре.

Особенностью заявляемого в проекте материала является то обстоятельство, что NiO представляет собой полупроводник р-типа с шириной запрещенной зоны 3.5-4.0 эВ [1]. При взаимодействии активного слоя с газовыми компонентами, обладающими донорными свойствами, его сопротивление резко возрастает. Напротив, сорбция акцепторных газов, к которым относится, например, озон [2] ведет к снижению сопротивления чувствительного слоя, что позволяет уверенно регистрировать отклик сенсора. Газовые сенсоры на основе оксида никеля используются также при регистрации паров этанола, угарного газа, углеводородов [3].

Методика изготовления образцов.

На стеклянные подложки методом терморезистивного испарения в вакууме на вакуумной установке «УВР-3М» при давлении порядка 10^{-2} Па осаждались пленки никеля, затем в печи МИМП-ВМ образцы отжигались в атмосфере воздуха при различных температурах и времени обжига.

Экспериментальные результаты.

Для измерения спектров пропускания применялся УФ-вид. спектрофотометр Lambda 25 (рис.1).

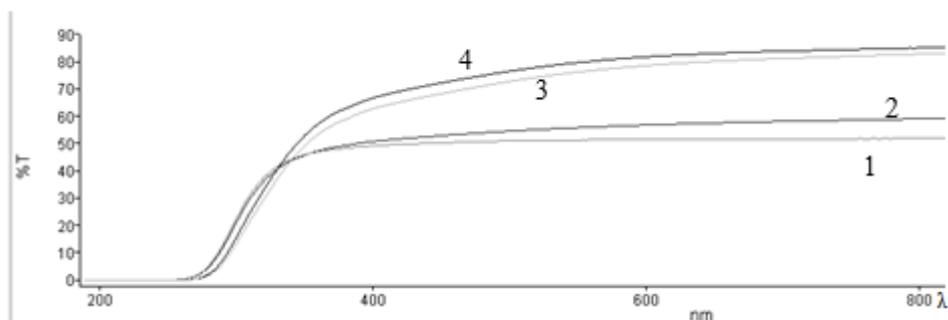


рис 1. Спектры пропускания оксида никеля при варьировании температуры и времени отжига: (1) - 250⁰С – 10 мин; (2) - 250⁰С – 30 мин; (3) - 400⁰С – 10 мин; (4) - 400⁰С – 20 мин

Для определения ширины запрещенной зоны сняты спектры поглощения, построены графики зависимости квадрата произведения оптической плотности среды $(D \cdot \hbar\omega)^2$ на энергию фотона от энергии фотона $\hbar\omega$, выделены линейные участки и экстраполированы до пересечения с осью абсцисс. Точка пересечения прямой с осью позволяет определить ширину запрещенной зоны.

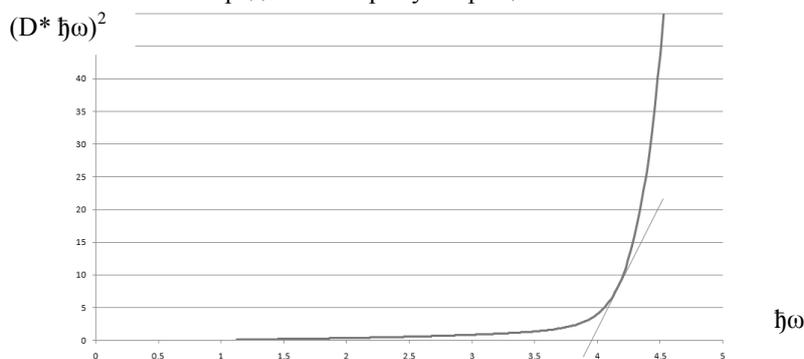


рис.2. Типичная зависимость оптической плотности $(D \cdot \hbar\omega)^2$ от энергии фотона $\hbar\omega$ для пленок NiO

Таблица 1. Ширина запрещенной зоны пленок NiO, полученных при различных условиях

Образец	Ширина запрещенной зоны
NiO, полученный термообработкой 250 ⁰ С-10 мин	3,82 эВ
NiO, полученный термообработкой 250 ⁰ С-30 мин	3,80 эВ
NiO, полученный термообработкой 400 ⁰ С-10 мин	3,74 эВ
NiO, полученный термообработкой 400 ⁰ С-20 мин	3,71 эВ

Для измерения электросопротивления пленок в среде угарного газа и без него использовался цифровой программируемый мультиметр Kethley. Выбраны 2 образца, полученных при разных условиях. В качестве источника угарного газа использовалась тлеющая сигарета.

Таблица 2. Изменение электросопротивления пленок NiO в среде угарного газа

Образец	Сопротивление пленок в среде угарного газа	Сопротивление пленок на воздухе
NiO (250 ⁰ С-30 мин)	64 Ом	55 Ом
NiO (400 ⁰ С-10 мин)	85 Ом	79 Ом

Выводы.

Получены пленки оксида никеля методом терморезистивного испарения в вакууме с последующим отжигом в печи в атмосфере воздуха. Измерены спектры пропускания поглощения, рассчитана ширина запрещенной зоны пленок, полученных при разных условиях, проведены испытания образцов на чувствительность к угарному газу.

Список публикаций.

[1] A.V. Kadu, S.V. Jagtap, N.N. Gedam. Preparation and Gas Sensing Performance of Nanostructured Copper Doped Nickel Oxides // *International Journal of Chemical and Physical Sciences*, Vol. 4 Special Issue – NCSC Jan-2015. pp.186-194

[2] Демин В.С., Красовский А.Н., Людчик А.М., Покаташкин В.И., Григоршин И.Л., Измерительная озона в широком диапазоне концентраций с использованием полупроводниковых NiO газовых сенсоров // *Журнал «Измерительная техника»*. 2008. №9. С.67-71

[3] М.А. Гавриленко, Н.А. Филатова, М.С. Бурметьева. Сенсор на основе оксида никеля для определения углеводов в воздухе // *Известия Томского политехнического университета*. 2013. Т. 322. № 3. С.42-44

Формирование регулярных доменных структур в монокристаллах ниобата бария-стронция под действием электронного пучка

Федоровых Вячеслав Викторович

Чезанов Дмитрий Сергеевич, Власов Евгений Олегович, Васькина Екатерина Михайловна, Зеленовский Павел Сергеевич, Шихова Вера Анатольевна, Шур Владимир Яковлевич

Институт естественных наук и математики Уральского федерального университета

Чезанов Дмитрий Сергеевич, к.ф.-м.н.

Шур Владимир Яковлевич, д.ф.-м.н.

vyacheslav.fedorovih@mail.ru

Монокристаллы ниобата бария-стронция $Sr_xBa_{1-x}Nb_2O_6$ (SBNx) относятся к релаксорным сегнетоэлектрикам, особенностью которых являются наличие размытого фазового перехода, аномальная частотная зависимость диэлектрической проницаемости, неоднородность химического состава на наноуровне. В настоящее время рассматривается возможность использования релаксорных сегнетоэлектриков с регулярной доменной структурой (РДС) для преобразования частоты оптического излучения в режиме квазифазового синхронизма, генерации второй гармоники и оптического параметрического усиления [1].

Исследовано формирование доменных структур в результате облучения электронным пучком Z⁻-полярной поверхности монокристаллов SBN61. Образцы представляли собой пластины толщиной 0,5 мм, вырезанные перпендикулярно полярной оси и отполированные до оптического качества. На Z⁺ поверхность нанесён сплошной Сг электрод толщиной 50 нм, который заземлялся во время облучения, а на Z⁻ поверхность – слой фоторезиста толщиной 2,5 мкм. Для создания доменной структуры использовался сканирующий электронный микроскоп Auriga Crossbeam (Carl Zeiss) с системой электронно-лучевой литографии Elphy Multibeam (Raith). Применялись два режима облучения с различной дозой облучения: 1) точечное – двумерные