

В.С. Савенко, О.М. Остриков, В.В. Углов // Кристаллография. – 1999. – Т. 44. – № 6. – С. 1–6.

12. Способ повышения пластичности проводящих материалов на основе эффекта: патент Российской Федерации на изобретение / В.С.Савенко, А.И. Пинчук: №2052514, опубл. 1996 // Способ повышения пластичности деталей. РФ, 1669.

**В.В. Сидский¹, И.Ю. Осипова¹, А.В. Семченко¹,
В.Б. Залесский², В.В. Малютина-Бронская²**

**¹Проблемная научно-исследовательская
лаборатория перспективных материалов,
УО «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», Беларусь,**

**²Лаборатория фотоэлектрических преобразователей,
ГНУ «Институт физики имени Б.И. Степанова НАН Беларуси»,
Беларусь**

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ АКТИВНЫЕ СЛОИ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Введение

Оксид цинка – универсальный материал, имеющий потенциальное использование в солнечных элементах, в качестве прозрачного проводящего электрода, светоизлучающих диодах, ультрафиолетовой и синей области, лазерных диодов, тонкопленочных транзисторов и газовых сенсорах. Этот материал имеет высокую радиационную, химическую и термическую стойкость и в перспективе может широко использоваться при создании элементов прозрачной электроники. Благодаря соединению уникальных оптических, электрических и пьезоэлектрических свойств, ZnO может применяться в газовых сенсорах, устройствах генерации поверхностных акустических волн, фотонных кристаллах, фотодиодах. На основе этих материалов возможно также создание эффективных светоизлучающих (LEDs) и лазерных диодов.

Относительно небольшое несоответствие постоянных решетки

ZnO:Al (4,4 %) позволяет изготавливать на их основе гетеропереходы со свойствами, близкими к идеальным. Пленки ZnO:Al также привлекают внимание исследователей как оконные, антиотражающие, защитные и токосъемные слои дешевых солнечных элементов (СЭ) большой площади [1, 2].

Золь-гель процесс является одним из привлекательных методов осаждения тонких пленок ZnO из-за низкой стоимости оборудования, низкой температуры обработки, а также возможностью подготовки покрытия на большой площади. Кроме того, тонкие золь-гель пленки обладают высокой однородностью, имеют приемлемые электрические и оптические параметры.

1. Методика эксперимента

Для получения золь-гель-методом слоёв на основе плёнок ZnO:Al за основу был взят метод центрифугирования (spin-coating). Для изучения влияния концентрации алюминия на структурные свойства тонких слоёв оксида цинка были использованы образцы с различным значением концентрации алюминия (0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 масс. %). Плёнкообразующий раствор был приготовлен следующим образом. Требуемое количество ацетата цинка, заливали абсолютным изопропиловым спиртом, и перемешивали. Затем растворы помещали в ультразвуковую ванну на 30 мин. Для созревания раствора его выдерживали при температуре окружающей среды (22 ± 2) °C в течение 2-3 дней.

После нанесения золь на поверхность подложек (стекла, монокристаллического кремния) методом центрифугирования, образцы помещали в печь, и нагревали до температуры 350 °C. Процесс нанесения и сушки повторялся до получения нужной толщины. На последней стадии подложки помещали в печь и нагревали пошагово с интервалом в 20 °C до температуры 550°C.

2. Результаты и обсуждение

На рисунке 1 приведены дифрактограммы слоёв ZnO:Al на основе изопропилового спирта в зависимости от концентрации алюминия. Для пленок оксида цинка с примесью алюминия различной концентрации на рентгенограммах регистрируется наличие трех четко выраженных дифракционных пиков при $2\theta = 31,76, 34,47$ и $36,240$.

При этом доминирующим по интенсивности пиком во всех случаях является пик (002), что свидетельствует о наличии в полученных пленках ярко выраженной текстуры роста. Тонкая пленка оксида цинка с 0,6 масс.% примеси алюминия имеет дифракционный пик (002) наибольшей интенсивности. Обнаружено,

что интенсивность данного пика уменьшалась с увеличением концентрации примеси в пленках. Это указывает на то, что увеличение концентрации примеси приводит к повреждению кристаллической структуры пленок из-за давления, причиной которого служит разница между размерами ионов цинка и примеси, а также сегрегация примесей в границах зерен. На рентгенограммах преобладает пик, соответствующий плоскости (002) оксида цинка, что свидетельствует о наличии соответствующей текстуры. Из рисунка можно заметить, что относительная интенсивность пика (002) уменьшается с увеличением концентрации примеси алюминия.

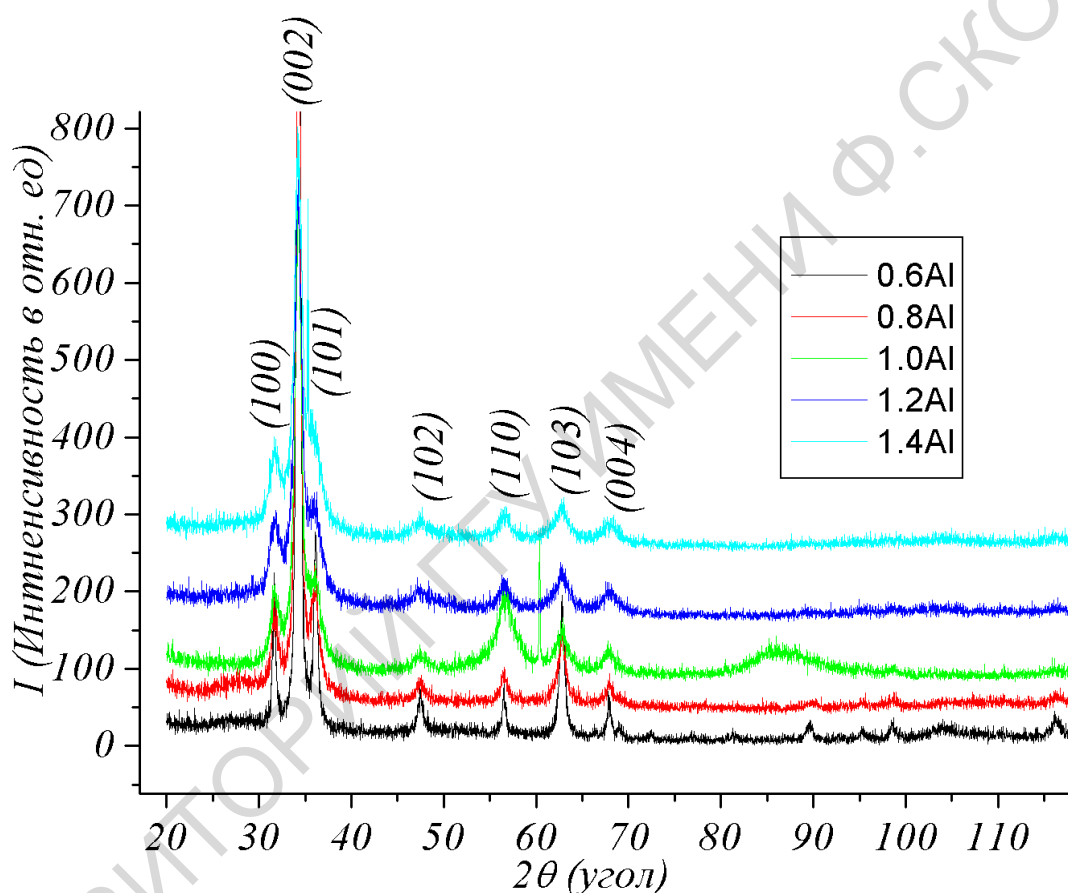


Рисунок 1 – Дифрактограммы слоёв ZnO в зависимости от концентрации алюминия

С целью определения влияния концентрации алюминия на оптические свойства слоёв оксида цинка, измеряли коэффициент пропускания от длины волны. Все плёнки, отожжённые при температуре 750 °С, прозрачны в видимом и ближнем УФ-диапазоне (коэффициент пропускания более 80 %) (см. рисунок 2). На рисунке 2 представлены спектры пропускания как функция длины

волны для образцов оксида цинка, полученных при разном содержании алюминия (0,6-1,4 масс. %).

Исследования оптических характеристик плёнок ZnO:Al показали, что пленки оксида цинка имеют высокий коэффициент пропускания $T(\lambda)=80-94\%$, что свидетельствует о том, что данный материал является вполне приемлемым для использования его в качестве оконного слоя в однопереходных tandemных и солнечных элементах.

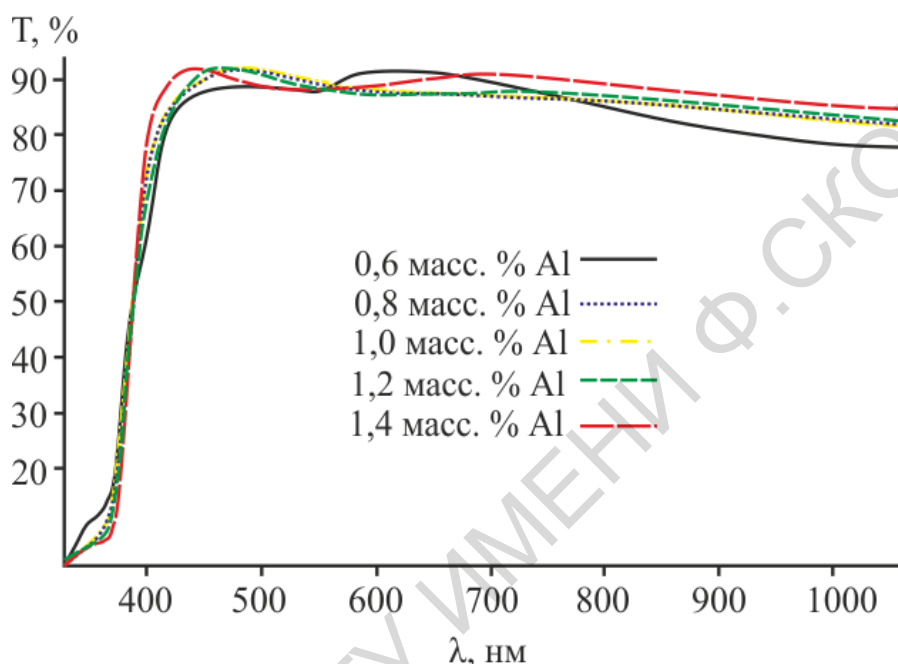


Рисунок 2 – Пропускание слоёв ZnO в зависимости от концентрации алюминия

Выводы

Золь-гель методом синтезированы слои состава ZnO:Al с различным значением концентрации алюминия (0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 масс.%). В качестве методик изучения структурных и оптических свойств пленок применялись методы рентгеновской дифракции, УФ-видимой спектроскопии.

Результаты исследования структурных и оптических свойств показали, что данный материал является вполне приемлемым для использования его в качестве оконного слоя в однопереходных tandemных и солнечных элементах.

Литература

1. Transport phenomena in high performance nanocrystalline ZnO :Ga films deposited by plasma-enhanced chemical vapor deposition / J.J.Robbins [et al.] // Thin solid films. – 2005. – Vol. 473. – P. 35–40.

2. Sliva, L.M. Study of structural, electrical, optical and magnetic properties of ZnO based films produced by magnetron sputtering / L.M.Sliva. – M.Sc. Thesis: University of Puertorico. – San-Juan, 2006. – P. 139.

А.В. Хомченко, И.У. Примак, А.Н. Василенко

Белорусско-Российский университет, Беларусь

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ЗАКАЛЕННЫХ СТЕКЛАХ

Введение

Остаточные напряжения обеспечивают прочность закаленного стекла и обуславливают безопасную эксплуатацию изделий из такого стекла в автомобиле. Проблема контроля параметров закаленных стекол традиционно решается применением сложных программно-аппаратных комплексов, относящихся к классу систем технического зрения, разработка которых ведется в ряде стран мира. В то же время стекло при наличии в нем механических напряжений становится анизотропным, и поляризационно-оптические методы исследования позволяют оценить величину двулучепреломления в образце, а следовательно и механических напряжений [1].

1. Методика эксперимента

Измеряя интенсивность света можно анализировать и оценивать величину механических напряжений в отдельной точке стекла [2], и достаточно сложно это выполнить для протяженных анизотропных объектов. В данной работе анализируется метод контроля механических напряжений в автомобильных закаленных стеклах. Схема установки, реализующей такой подход, приведена на рисунке 1.

В данном устройстве линейно поляризованный свет, пройдя через исследуемое стекло, в котором присутствуют механические напряжения, меняет состояние поляризации, проходит через анализатор и попадает в фоторегистрирующее устройство.