

К.Д. Данильченко

УО «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
ОБРАБОТКИ НА ОПТИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ
СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК
ZnO:Al.**

Введение

Оксид цинка ZnO, который обладает исключительными электрическими, оптическими и акустическими свойствами, обширно применяется в ряде оптоэлектронных устройств (лазерные отражатели, жидкокристаллические дисплеи, преобразователи акустических волн, оптические волноводы, солнечные элементы, а также широкополосные фильтры). ZnO-пленки получают такими методами, как: вакуумное испарение, химическое осаждение, магнетронное напыление и спрей-пиролиз. Сильный интерес вызывает исследование возможности получения пленок ZnO путем легирования различными металлами, в частности, алюминием, с управляемыми физическими характеристиками, используя золь-гель осаждение.

Данный метод сочетает в себе простоту процесса и низкую стоимость оборудования и материалов. В этой работе рассмотрена допустимость воздействия температуры обработки на оптические и структурные свойства нано-структурированных пленок ZnO:Al .

1. Методика и материалы и эксперимента

Для получения слоев на основе пленок ZnO:Al золь-гель методом за основу взят метод центрифугирования. Для получения хорошей

однородности и требуемой толщины пленок установлена корреляция между параметрами коллоидного раствора и методом получения слоев на основе ZnO:Al-пленок. Пленки ZnO:Al синтезированы на основе изопропилового спирта с содержанием 1,5 ат. % нитрата алюминия по нижеприведенной схеме (Рисунок 1).

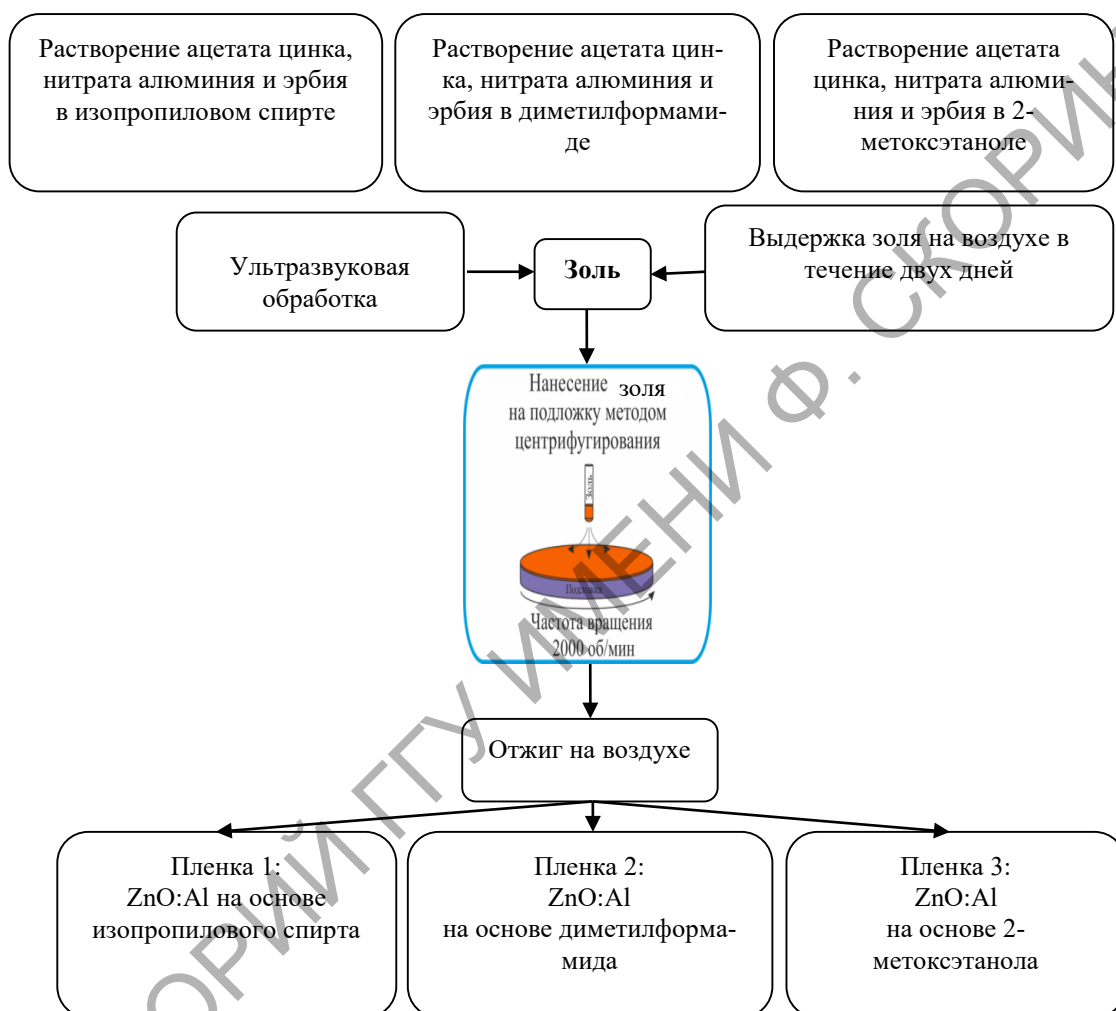


Рисунок 1 – Блок-схема синтеза слоев на основе ZnO:Al-пленок

2. Методика приготовления пленкообразующего раствора

Требуется залить абсолютным изопропиловым спиртом, деметилформамидом, 2-метоксиэтанолом (зависит от вида золя) нужное количество ацетата цинка и перемешать. После чего поместить растворы в ультразвуковую ванну на 30 минут. Для «созревания» раствора необходимо выдержать его около 2-3 дней при температуре окружающей среды (22 ± 2) °С.

После нанесения золя на поверхность пластин (стекла или монокристаллического кремния), поместить в печь и нагреть их до темпе-

ратуры 350 °С пошагово с интервалом в 20 °С. Процесс нанесения и сушки повторяют до получения требуемой толщины. На итоговой стадии поместить подложки в печь и нагреть до 550 °С пошагово с интервалом в 20 °С.

Чтобы определить воздействие температуры синтеза на оптические и структурные свойства ZnO:Al-пленок, полученные пленки требуется отжечь при температурах 350 °С, 450 °С, 500 °С.

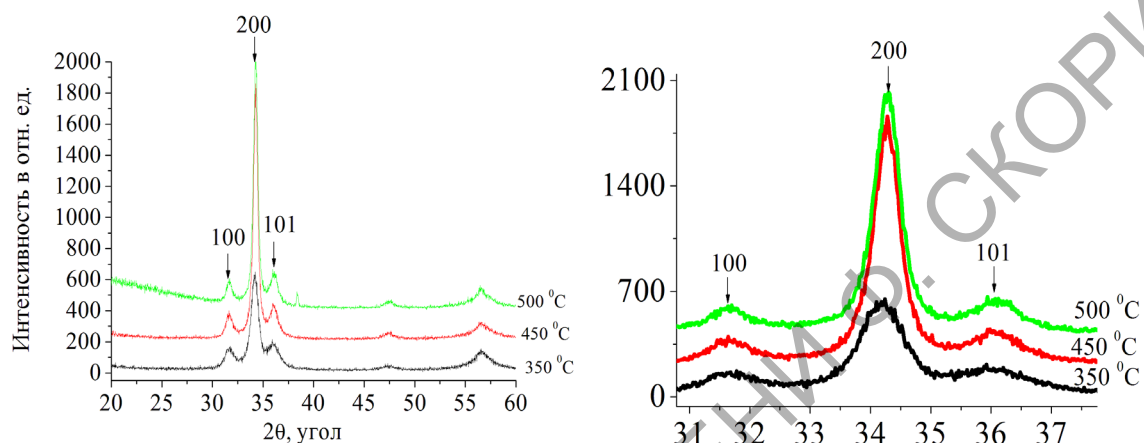


Рисунок 2 – Дифрактограммы ZnO:Al-пленок в зависимости от температуры отжига на основе изопропилового спирта

Выше (рисунок 2) приведены дифрактограммы ZnO:Al-пленок в зависимости от температуры отжига на основе изопропилового спирта. Как и до этого, в образцах ZnO:Al, которые получили при температуре отжига 350-500 °С, при углах $2\theta = 34,37^\circ$ можно обнаружить сверхструктурный пик (200). Это указывает на наличие гексагональной структуры вюрцита. Также у всех пленок наблюдались пики (100), (200) и (101), что говорит об их высокой степени кристалличности с преимущественной ориентацией вдоль перпендикулярной поверхности подложки С - оси. Как видно из дифрактограмм, в ZnO:Al-пленках при температуре 350 °С замечается начало кристаллизации.

Предположительно, зародыши кристаллической фазы начинают появляться уже при температуре 200 С (температура сушки после послойного нанесения пленок методом центрифугирования). Пленки ZnO:Al, которые получили при температуре 350 °С, имеют не так явно выраженную текстуру, о чём говорит пониженная интенсивность рефлекса (002) и большее значение его полуширины, в следствие чего можем говорить о малом размере зерен пленкообразующих покры-

тий. Так и было показано ранее при определении воздействия выбора реагентов на структурные свойства полученных пленок.

С увеличением температуры в границах от 450 до 500 °С кристалличность пленок увеличивается, а на дифрактограммах ZnO:Al-слоев проявляется доминирующий рефлекс при 34,37°, который соответствует отражению от плоскости (002) гексагональной структуры ZnO, а также рефлексы незначительной интенсивности от плоскостей (100), (101) и от плоскости (002) второго порядка отражения, что говорит о снижении в ZnO размера зерна в направлении нормали к образцу поверхности (рисунок 1). Угловое положение пиков согласуется с JCPDS-данными для номинально чистого оксида цинка.

То есть, важным фактором, который влияет на структурное упорядочение слоев, является не только выбор самих реагентов, но и температура, при которой происходит обработка.

Литература

1. Green cathodoluminescence properties of zinc oxide films prepared by excimer laser irradiation of a solgel-derived precursor / T. Nagase [et al.] // Jpn. J. Appl. Phys. – 2003. – Vol. 42. – P. 1179–1184.
2. The path to ZnO devices: donor and acceptor dynamics / D. Look [et al.] // Phys. Stat. Sol. (a). – 2003. – Vol. 195, № 1. – P. 171–177.