

**Температурные зависимости электрических свойств полупроводниковых тонких пленок  $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Zn}_{1-x})\text{Se}_2$** <sup>1</sup>Иванов В. А., <sup>2</sup>Гременок В. Ф.<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,<sup>2</sup>ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»

Полупроводниковое соединение  $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Zn}_{1-x})\text{Se}_2$  является перспективным материалом для создания эффективных солнечных элементов и имеет ширину запрещенной зоны 1.04-2.67 эВ ( $0 \leq x \leq 1$ ). Для оптимального фотопреобразования в наземных условиях ширина запрещенной зоны поглощающего слоя солнечного элемента должна составлять 1.3-1.5 эВ, что выше соответствующего значения для применяемого в настоящее время в солнечных элементах  $\text{CuInSe}_2$ , равного 1.04 эВ. Это предполагает возможное использование исследуемых пленок в тонкопленочных солнечных элементах как в качестве оптически активного слоя, так и в качестве широкозонного окна.

Целью настоящей работы было исследование температурных в интервале 100-400К зависимостей электропроводности полученных методом двухстадийной селенизации пленок с концентрацией атомов цинка  $N_{\text{Zn}} = 4,7$  ат.% и обогащенных атомами индия (соотношение между атомами металлов  $\text{Cu}/\text{In} = 0,57$ ).

Установлено, что электропроводность пленок при изменении температуры изменяется в соответствии с известной зависимостью  $\sigma = \sigma_0 \exp(-\Delta E_a/kT)$ , где  $\Delta E_a$  – энергия активации соответствующего энергетического уровня в запрещенной зоне, определяющего изменение электропроводности в заданном температурном интервале.

Энергии активации для исследованных пленок с концентрацией атомов цинка  $N_{\text{Zn}} = 4,7$  ат.% составляла  $\Delta E_{a1} = 74$  мэВ в температурном интервале  $\Delta T = 200-400$  К и  $\Delta E_{a2} = 15$  мэВ в температурном интервале  $\Delta T = 100-150$  К. Так как исследовались пленки с избытком атомов индия, то наиболее вероятными дефектами в пленках являются вакансии меди ( $V_{\text{Cu}}$ ) и дефекты замещения типа атом индия на месте атома меди ( $\text{In}_{\text{Cu}}$ ) и атом цинка на месте атома меди ( $\text{Zn}_{\text{Cu}}$ ). Учитывая данные о существующих дефектах в пленках  $\text{CuInSe}_2$  можно предположить, что энергия активации  $\Delta E_{a1}$  соответствует дефектам  $\text{Zn}_{\text{Cu}}$  а энергия активации  $\Delta E_{a2}$  соответствует дефектам  $V_{\text{Cu}}$ .

Полученные результаты могут быть использованы в технологии создания тонкопленочных солнечных элементах.