

# ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК $\text{Cu}_x\text{In}_x\text{Zn}_{2-2x}\text{Se}_2$ НА ГИБКИХ ПОДЛОЖКАХ

СЕРЕДА А.С., ГОРБАЧ А.П.

## БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Рассмотрены аспекты и требования, предъявляемые к гибким подложкам. На основе исследования адгезии и фазового состава сделан вывод о материалах, которые можно применять в качестве гибких подложек.

Силикатное стекло (*Soda lime glass*) является наиболее интересным, и соответственно, предпочтительным материалом для промышленного производства жестких модулей тонкопленочных солнечных элементов, поскольку полностью удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к подложке. Главным и наиболее серьезным недостатком стеклянных подложек является их низкая механическая прочность и негибкость, что значительно ограничивает область применения.

Одной из важнейших задач при формировании слоев на гибких подложках является согласование коэффициента термического расширения материала подложки и наносимых слоев.

Важным аспектом альтернативных материалов для подложек является их поверхностная морфология. Особенностью металлических фольг является зависимость их морфологии от типа процесса их прокатки, приводящего к образованию глубоких канавок, выступов и каверн. Все неоднородности, препятствующие росту сплошной пленки, могут приводить к образованию сквозных отверстий между фронтальным и тыльным контактами. Таким образом, процесс очистки должен быть включен в технологический цикл создания подложек.

Для гибких подложек предъявляются следующие требования:

- высокая адгезия к металлу и адгезия CIZS к оксидному покрытию;
- высокая механическая прочность тонких слоев при механических воздействиях, в том числе на изгиб;
- устойчивость всей системы с чувствительными элементами при термообработке до 550 °С;
- к пайке при сборке модулей.

Для определения возможности использования металлических фольг не только как несущей подложки, но и тыльного контакта к солнечному элементу на основе полупроводников CIZS исследовались качество адгезии данных материалов, синтезированных при температурах при 400 °С и 500 °С к различным металлическим фольгам. При температуре селенизации 500 °С плёнки CIZS не отслаивались с подложек из Мо, анодированного алюминия, титана, нержавеющей стали. Для этих подложек адгезия сохранилась и при температуре синтеза 400 °С. Для проверки методов улучшения адгезии поглощающих слоёв к металлическим подложкам, на поверхность подложки из нержавеющей стали напылялась плёнка Мо, обеспечивающая низкоомные контакты к CIZS плёнке.

На рисунке 1 приведены дифракционные рентгеновские спектры поглощающих слоёв, синтезированных на фольгах из Тi, анодированного алюминия, Мо, нержавеющей стали с подслоем молибдена (фольга/поглощающий слой).

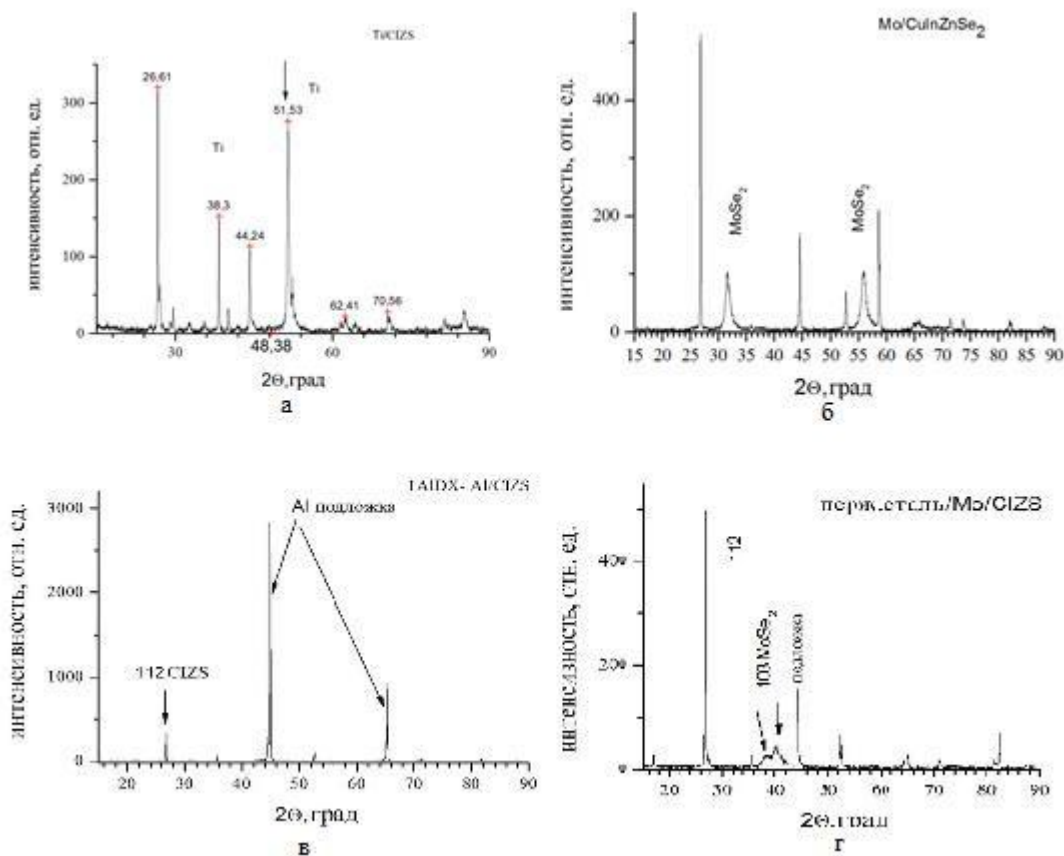


Рисунок 1 – Рентгеновские дифракционные спектры CIZS плёнок на гибких подложках: а– Тi фольга; б– Мо фольга; в- алюминиевая фольга с подслоем оксида алюминия; г– на нержавеющей стали с подслоем молибдена.

Температура селенизации во всех случаях 500 °С

Исследования фазового состава поглощающих слоёв, синтезированных на фольгах из Ti, анодированного алюминия, Mo, нержавеющей стали с подслоем молибдена показали, что материалы подложек химически инертны в процессе синтеза в атмосфере Se (селенизация).

Качественные однородные пленки полупроводниковых твердых растворов  $Cu_xIn_xZn_{2-2x}Se_2$  можно получать на таких материалах как фольга титана, молибдена, алюминиевые фольги с подслоем АОА, нержавеющая сталь. Определяющим фактором при формировании пленок является температура синтеза. Нанесение пленок молибдена улучшает адгезию материалов к подложке.

### **Список использованных источников**

[1] Гременок В.Ф., М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2007.– 222 с.

[2] В.Ю Рудь, Ю.В. Рудь, Р.Н. Бекимбетов, В.Ф. Гременок, И.В. Боднар, Л.В. Русак. Фоточувствительность тонкопленочных структур на основе твердых растворов  $(CuInSe)_2-(2ZnSe)_{1-x}$ . /Физика и техника полупроводников, 2000, т.34, в.5

[3] Пленки халькопиритных полупроводников I-III-VI<sub>2</sub>: получение, исследование и применение / В.Ф. Гременок [и др.] // Актуальные проблемы физики твердого тела: сб. науч. ст. / Бел. наука; под науч. ред. Н.М. Олехновича. – Минск, 2003. - С. 298-305.