

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ $\text{Cu}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Zn}_{2x}\text{Se}_2$

Хорошко В.В., Мишутко В.А., Струц А.М., Цырельчук И.Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Цырельчук И.Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: khoroshko1986@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены полупроводниковые соединения $\text{Cu}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Zn}_{2x}\text{Se}_2$, исследовано образование соединений этого типа.

1. Введение

Прогресс современной полупроводниковой электроники во многом определяется как соответствующим выбором исходных материалов для изготовления приборов, так и технологическими методами их получения. Использование тройных $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{III}}\text{C}_2^{\text{VI}}$ и более сложных фаз с халькопиритной структурой уже позволило получить тонкопленочные солнечные элементы (СЭ) на основе $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ (CIGS) с рекордной эффективностью до 21% [1].

В докладе приводятся методики получения $\text{Cu}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Zn}_{2x}\text{Se}_2$.

2. Основная часть

Тройные соединения $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{III}}\text{C}_2^{\text{VI}}$ образуются на разрезах $\text{A}_2^{\text{IV}}\text{C}_2^{\text{VI}}-\text{B}_2^{\text{III}}\text{C}_3^{\text{VI}}$ тройных систем $\text{A}^{\text{IV}}-\text{B}^{\text{III}}-\text{C}^{\text{VI}}$ [2]. Здесь $\text{A}_2^{\text{IV}}\text{C}_2^{\text{VI}}$ — избыточные тетраэдрические фазы, имеющие структуры, близкие к типу антифлюорита. $\text{B}_2^{\text{III}}\text{C}_3^{\text{VI}}$ — дефектные полупроводниковые соединения, кристаллизующиеся в основном в решетке сфалерита с одной третьей пустых узлов в катионной подрешетке. Образование соединений этого типа является процессом растворения халькогенида одновалентного металла $\text{A}_2^{\text{IV}}\text{C}_2^{\text{VI}}$ в халькогениде трехвалентного металла $\text{B}_2^{\text{III}}\text{C}_3^{\text{VI}}$ [3]. Система $\text{Cu}_2\text{Se}-\text{In}_2\text{Se}_3$ подробно изучена в работе [2]. На рис. 1 видно образование фаз переменного состава γ и ϵ соответственно с межкатионным (структура халькопирита) и катион-вакансионным (тиогаллат структура) упорядочением.

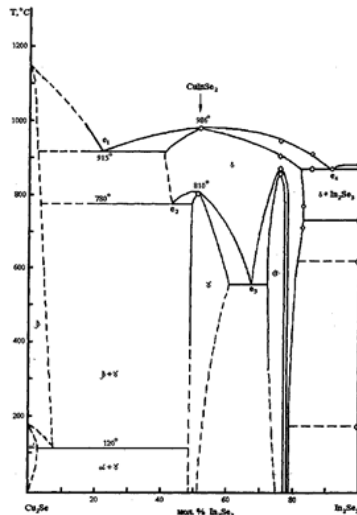


Рис. 1

Исследования полупроводниковых систем $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{III}}\text{C}_2^{\text{VI}}-\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{VI}}$ начаты еще в 70-е годы: селениды $\text{CuInSe}_2-2\text{ZnSe}$ получали сплавлением элементарных компонентов и ZnSe в графитовых лодочках при температурах около 1200°C с избытком селена в 4 атм [4]. В системе были обнаружены широкие области существования твердых растворов со структурами халькопирита (α) и сфалерита (β).

По сравнению со своими бинарными аналогами $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{VI}}$ тройные соединения $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{III}}\text{C}_2^{\text{VI}}$ обладают следующими структурными особенностями:

1) так как структура халькопирита содержит две катионные подрешетки, то это приводит к тому, что длины химических связей «металл — халькоген» различны, т.е. $l_{\text{AC}} \neq l_{\text{BC}}$;

2) структура халькопирита характеризуется тетрагональным искажением ($\delta = 2 - c/a \neq 0$), что является следствием разности электроотрицательностей катионов А и В, окружающих анион С в кристаллической решетке;

3) атомы халькогена смещаются со своих идеальных позиций с тетраэдрической координацией, в связи с чем вводится позиционный параметр a , который для сфалерита равен $1/4$, а для халькопирита $\delta \neq 1/4$.

3. Заключение

Таким образом, рассматриваемое соединение является перспективным для использования в качестве фотопреобразователей и солнечных элементов.

4. Список литературы

- [1] Ward J.S. A 21.5 % Efficient $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ Thin-Film Concentrator Solar Cell / J.S. Ward, K. Ramanathan, F.S. Hasoon [et. al.] // Prog. Photovolt. Res. Appl. — 2002. — Vol. 10. — P. 41 — 46.
- [2] Палатник Л.С. Диаграммы равновесия и структура некоторых полупроводниковых сплавов $\text{A}_2^{\text{IV}}\text{C}_2^{\text{VI}}-\text{B}_2^{\text{III}}\text{C}_3^{\text{VI}}$ / Л.С. Палатник, Е.И. Рогачева // Доклады АН СССР. — 1967. — Т. 174, № 1. — С. 80 — 83.
- [3] Shay J.L. Ternary Chalcopyrite Semiconductors: Growth, Electronic Properties and Applications / J.L. Shay, J.H. Wernick. — New York: Pergamon Press, 1975. — 244 p.
- [4] Lambrecht V.G. Preparation and crystal growth of materials in the pseudobinary $\text{CuInSe}_2-2\text{ZnSe}$ and $\text{CuGaSe}_2-2\text{ZnSe}$ systems / V.G. Lambrecht // Mat.Res.Bull. — 1973. — Vol. 8, № 7. — P. 1383 — 1387.

SEMICONDUCTOR COMPOUNDS

$\text{Cu}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Zn}_{2x}\text{Se}_2$

Khoroshko V.V., Mishuto V.S., Struts A.M., Tsyrelchuk I.N.

Scientific adviser: Tsyrelchuk I.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract— The semiconductor compounds $\text{Cu}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Zn}_{2x}\text{Se}_2$ are considered. The formation of compounds of this type is investigated.