

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ ПОСТОЯННЫХ $\text{Ag}_{0.6}\text{Cu}_{0.4}\text{Se}$

Ш.М. АЛЕКПЕРОВА, Н.Н. АБДУЛ-ЗАДЕ, Р.Г. АХМЕДЗАДЕ, И.А. АХМЕДОВ,
Г.С. ГАДЖИЕВА, Н.Н. МУРСАГУЛОВ

Институт Физики АН Азербайджана
370143, г. Баку, пр. Г. Джавида, 33

Исследованы спектральные зависимости оптических постоянных (α , n , k , ϵ_1 и ϵ_2) тонких пленок сплава $\text{Ag}_{0.6}\text{Cu}_{0.4}\text{Se}$, полученного методом термического испарения в вакууме. На основе полученных спектров отражения и пропускания определены спектральные зависимости функции энергетических потерь $-\Delta \ln \tau(\omega)$.

Впервые тройные смешанные сплавы $\text{Ag}_x\text{X}-\text{Cu}_y\text{X}$ с катионным замещением компонентов в бинарных халькогенидах серебра были изучены в [1,2], в частности, исследовано краевое поглощение эквимолярного состава AgCuSe . Установлено, что в системах $\text{Ag}_x\text{X}-\text{Cu}_y\text{X}$ ($\text{X} = \text{S}$, Se , Te) при эквимолярном соотношении компонентов по перитектической реакции образуются тройные соединения, определяемые формулой AgCuX .

В данной работе приведены результаты исследования оптических свойств тонких пленок $\text{Ag}_{0.6}\text{Cu}_{0.4}\text{Se}$.

1. Исходный сплав был получен из бинарных селенидов серебра и меди подбором нужных соотношений и имел π -тип проводимости, концентрацию носителей тока $\sim 6.2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$, проводимость $\sim 2 \cdot 10^3 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$, подвижность $\sim 2 \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. Слон толщиной 0,1–0,5 мкм напылялись в вакууме $\sim 10^{-5} \text{ мм.рт.ст.}$ на оптическое стекло и свинец-золотые подогретые до 373–425 К поверхности NaCl и KCl . Термическое испарение производилось на установке ВУП-5. Концентрации образцов определялись холловскими измерениями. Спектры оптического пропускания и отражения снимались при 300 К на спектрометрах ИКС-29 и "Specord M-40" при нормальном падении луча на образец.

2. На рис. 1(1) представлен спектр пропускания тонких пленок $\text{Ag}_{0.6}\text{Cu}_{0.4}\text{Se}$. Как видно из рисунка, спектр имеет некоторые особенности: в интервале 4000–1200 cm^{-1} наблюдается монотонный рост пропускания с 42 до 86 % с особенностью в виде небольшого провала при 1562 cm^{-1} . Начиная с максимума при 1205 cm^{-1} , пропускание убывает до 81 % с некоторыми особенностями при 840 cm^{-1} . Спектры образцов разных толщин отличались только по интенсивности.

На рис. 1(2) показан спектр отражения $\text{Ag}_{0.6}\text{Cu}_{0.4}\text{Se}$. Характер спектра отражения присущ полупроводникам с высокой концентрацией носителей. Плазменный минимум соответствует длине волн 10,0 мкм (0,124 зВ). В сильно легированных полупроводниках положение плазменного минимума зависит от концентрации носителей тока: чем больше концентрация носителей тока, тем при меньших длинах волн происходит плазменный резонанс [2,4]. Исследуемый сплав является частично компенсированным. Несколько смешанный пик при 2325 cm^{-1} видимо обусловлен примесным уровнем меди. При 1950 cm^{-1} наблюдается глубокий минимум. Наблюдаются особенности при 2325 cm^{-1} и широкий максимум при 1240 cm^{-1} с особенностями как на коротковолновом (1600, 1530 cm^{-1}), так и на длинноволновом (1140, 1095 cm^{-1}) склонах. В

максимуме коэффициент отражения составляет 71 %. Имеют место второй минимум отражения при 1000 cm^{-1} , и ряд особенностей при 909 cm^{-1} , 700, 633, 588, 530 cm^{-1} . Наблюдается крутой рост отражения в области 650–550 cm^{-1} .

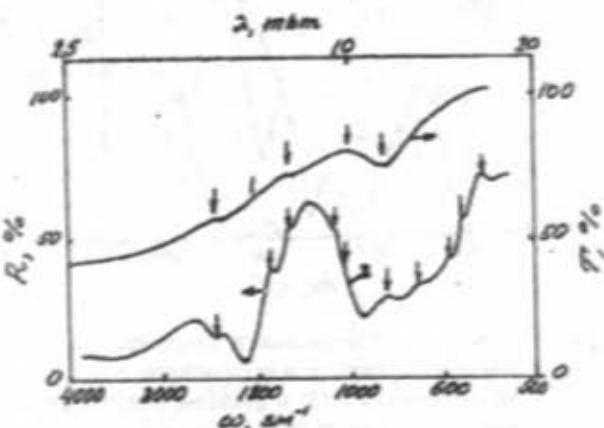


Рис. 1. Спектральная зависимость коэффициента пропускания T (1), и отражения R (2) $\text{Ag}_{0.6}\text{Cu}_{0.4}\text{Se}$.

На рис. 2 (1) представлен спектр поглощения $\text{Ag}_{0.6}\text{Cu}_{0.4}\text{Se}$ в интервале 0,2–0,5 зВ. Коэффициент поглощения (α) определяется с учетом отражения (R) и пропускания (T) образца по известной формуле:

$$T = \frac{(1-R)^2 \exp(-\alpha d)}{1 - R^2 \exp(-2\alpha d)} \quad (1)$$

Характер спектральной зависимости коэффициента поглощения показывает, что имеют место два процесса поглощения: основной край поглощения, и за краем fundamentalной полосы при более длинных волнах обнаруживается добавочное поглощение до 10^4 см^{-1} . Крутой рост поглощения, начиная с энергии 0,35 зВ, обусловлен переходами зона-зона. От края собственного поглощения в сторону длинных волн наблюдаются две четкие полосы поглощения с максимумами при 0,335 и 0,25 зВ. Как показали дополнительные исследования, полоса поглощения с максимумом при 0,25 зВ обусловлена свободными носителями. Полоса поглощения с максимумом при 0,335 зВ может быть вызвана примесными уровнями. Если оптические переходы происходят между ионизиро-

ванным примесным уровнем и дальней зоной, то полоса такого примесного поглощения будет лежать непосредственно вблизи края собственного поглощения [5]. Более широкая полоса, по-видимому, обусловлена поглощением далеко расположенным донорно-акцепторными парами, или же глубокими примесными состояниями. Известно, что если в примесном поглощении участвуют глубокие примесные состояния, то такие переходы будут давать вклад в поглощение за краем поглощения в более длинноволновой области.

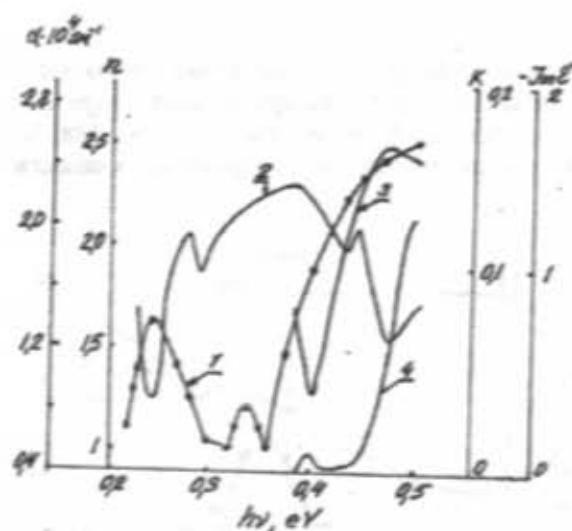


Рис.2. Спектральные зависимости коэффициента поглощения α (1), показателя преломления n (2), показателя поглощения K (3) и функции энергетических потерь $-Jme^{-1}(\omega)$ (4) для $Ag_{0.5}Cu_{0.5}Se$.

3. Оптические постоянные n, k описывают поведение плоской электромагнитной волны в твердом теле [6]. Поведение вещества в электромагнитном поле описывается диэлектрической проницаемостью ϵ_1 , электропроводностью σ , магнитной проницаемостью μ . Связь между оптическими постоянными и параметрами материала отражается как $n^2 - k^2 = \epsilon_1$ и $2nk = \epsilon_2 = \frac{4\pi\sigma}{\omega}$. Все эти параметры могут быть вычислены из дисперсионного соот-

ношения и определены из спектральной зависимости коэффициента поглощения и отражения. На рис.3 представлены спектральные зависимости диэлектрических постоянных ϵ_1 и ϵ_2 , а на рис.2 показаны зависимости k и n и функции энергетических потерь $-Jme^{-1}(\omega)$, определенные по формуле:

$$-Jme^{-1}(\omega) = \frac{\epsilon_2(\omega)}{\epsilon_1^2(\omega) + \epsilon_2^2(\omega)} = \frac{2nk}{(n^2 + k^2)^2} \quad (2)$$

Из спектральной зависимости функции энергетических потерь рассчитано время жизни плазменных колебаний свободных носителей заряда $\tau \sim 5 \cdot 10^{-13}$ с, предполагая, что представленные зависимости обусловлены плазменными колебаниями, возбужденными заряженными частицами, проходящими через твердое тело [6].

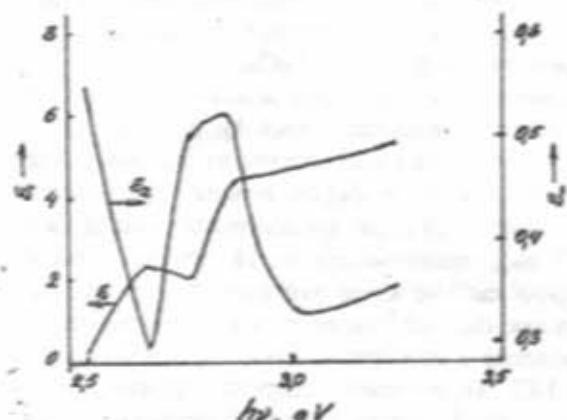


Рис.3. Спектральные зависимости ϵ_1 и ϵ_2 для $Ag_{0.5}Cu_{0.5}Se$.

Таким образом, в данной работе показана возможность получения тонких пленок $Ag_{0.5}Cu_{0.5}Se$ методом термического испарения в вакууме массивных образцов $AgCuSe$. На основании исследования спектральных зависимостей оптических параметров определены механизмы взаимодействия электромагнитного излучения с тонкими пленками $Ag_{0.5}Cu_{0.5}Se$ в диапазоне длин волн 2-20 мкм.

-
- [1] М.И. Агаев, Ш.М. Александрова, М.И. Заргарова. ДАН Азерб. ССР, 1971, 20, № 6.
 - [2] В.И. Фистуль. Сильнолегированные полупроводники. Изд. "Наука", М., 1967.
 - [3] Ш.М. Александрова, И.А. Ахмедов, Л.Н. Алиева, Г.С. Гаджиева, Х.А. Халилов. Неорганические материалы, 1982, т. 28, № 8, 1803.
 - [4] Дж. Филипс. Оптические спектры твердых тел. Изд. "Мир", М., 1960.
 - [5] В.В. Горбачев, Л.Г. Спирина. Физика полупроводников и металлов. Изд. "Металлургия", М., 1976.
 - [6] D. Pinek. Rev. Mod. Phys., 28, 1184, 1956.

Ш.М. АЛЕКПЕРОВА, Н.Н. АБДУЛ-ЗАДЕ, Р.Г. АХМЕДЗАДЕ, И.А. АХМЕДОВ, Г.С. ГАДЖИЕВА, Н.Н. МУРСАГУЛОВ

Ag_{0.5}Cu_{0.5}Se OPTİK SABİTLƏRİNİN SPEKTRAL ASILILIĞI

Təqdim olunan işdə ilk dəfə $Ag_{0.5}Cu_{0.5}Se$ xələtinin nazik təbəqələrində optik sabitlərin (α, n, k, ϵ_1 və ϵ_2) spektral asılılığı tədqiq edilmişdir. ϵ_1 və ϵ_2 spektrlerinin əsasında xarakteristik elektron itkişinin funksiyaları $-Jme^{-1}(\omega)$ təyin olunmuşdur.

Sh.M. Alekperova, N.N. Abdulzade, R.G. Ahmedzade, I.A. Ahmedov, G.S. Hajiyeva, N.N. Mursagulov

SPECTRAL DEPENDENCES OF OPTICAL CONSTANS OF $\text{Ag}_{0.6}\text{Cu}_{0.4}\text{Se}$

For the first time spectral dependences of optical constants (absorption coefficient, reflection index and others) of polycrystalline thin films of $\text{Ag}_{0.6}\text{Cu}_{0.4}\text{Se}$ have been investigated in the range 2.5-25 μm . Functions of characteristics electron losses ($-J_{\text{ms}}^{-1}(\omega)$) have been founded from ε_1 and ε_2 spectra.

Дата поступления: 18.09.96

Редактор: Ч.О. Каджар