

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК n-Ag<sub>4</sub>SeTe

Ш.М.АЛЕКПЕРОВА, А.А.АЛИЕВ, Л.Н.АЛИЕВА, И.А.АХМЕДОВ,

Г.С. ГАДЖИЕВА, Х.Д. ДЖАЛИЛОВА

Институт Физики НАН Азербайджана,

Баку, пр.Г.Джавида 33, AZ1143

İlk dəfə olaraq n-Ag<sub>4</sub>SeTe maddənin kinetic və optic sabitləri tədqiq edilmişdir. Fundamental optic funksiyanın tam kompleksi 6-25 mк intervalında sərbəst yükdaşıyıcılarda 0,05÷0,06 eV intervalında selektiv udulması tədqiq edir. Plazma hüdudundakı kənarada R(λ) əks olunması, spektrin dalğa uzunluğunun uzun hissəsində, ion əlaqələrinin mövcudluğu səbəbindən “qalıq şüa” xüsusiyyətlərinə malik olur.

Впервые изучены кинетические и оптические постоянные n-Ag<sub>4</sub>SeTe. Полный комплекс фундаментальных оптических функций в области 6-25 мк указывает на наличие селективного поглощения свободными носителями в интервале 0,05÷0,06 эВ. Отражение R(λ) за плазменным краем, в длинноволновой части спектра из-за наличия ионной связи имеет особенности в виде «остаточных лучей».

The fundamental optics functions of n-Ag<sub>4</sub>SeTe has been investigated for the first time.. At the spectral absorption the are the selective absorption peaks, are stipulated by free carriers of current. The reflection spectrum occurs peculiarities such as “relict beam”, connected with ionic fraction of conductivity.

Впервые нами установлено, что в квазибинарной системе n-Ag<sub>2</sub>Se-n-g<sub>2</sub>Te анионным замещением компонентов образуется тройное соединение n-Ag<sub>4</sub>SeTe по перитетической реакции (1043К) На венгерском дериватографе Паулик, Паулк, Эрдей проведен термический анализ соединения. На кривой нагревания наблюдаются два эндотермических (130; 870°С) и один слабый экзо-

термический эффект при 380°С. Эндотермический эффект при 130°С обусловлен фазовым α↔β переходом [1]. Из Холловских измерений при 77-600К определены кинетические параметры поликристаллического n-Ag<sub>4</sub>SeTe (таблица), который использован как исходный материал для получения тонких пленок n-Ag<sub>4</sub>SeTe

Т-ра, К	σ Om <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup>	α мкВ/гр	R cm <sup>3</sup> /К	n cm <sup>-3</sup>	μ cm <sup>2</sup> /Все к	m* эф.масс а
77	2,0·10 <sup>3</sup>	20	2,24	3,12·10 <sup>18</sup>	4480	0,056
300	1,4·10 <sup>3</sup>	70	2,21	2,8·10 <sup>18</sup>	3136	0,05
600	2,3·10 <sup>2</sup>	150	2,20	2,84·10 <sup>18</sup>	506	0,05

Тонкие пленки n-Ag<sub>4</sub>SeTe (0,35-0,45 мкм) получены вакуумным напылением (10<sup>-5</sup> мм.рт.ст.), на свежесколотые поверхности NaCl, KCl и оптическое стекло на установке ВУП-4. Идентичность пленок с исходной шихтой определялась электронографически и микроанализатором IXA-5Å. Экспериментальные спектры отражения R(λ) и пропускания T(λ) сняты в неполяризованном свете на двулучевом спектрофотометре ИКС-31 в интервале длин волн 6–25 мк при нормальном падении луча. Из экспериментальных спектров R(λ), T(λ) по номограмме [2] определен спектр поглощения α(hν).

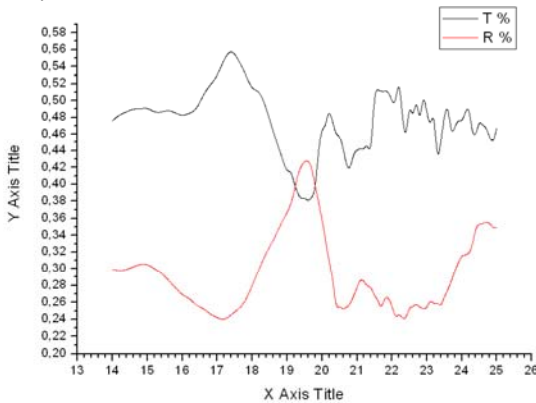
Спектры длинноволнового отражения R(λ) и пропускания T(λ) представлены на рис.1. Край фундаментального отражения и пропускания совпадает с λ=19,2мк. На спектре отражения имеет место плазменный резонанс, характерный для сильнолегированных полупроводников. Плазменный резонанс возникает при достаточно больших концентрациях свободных носителей заряда. Вклад свободных носителей заряда приводит к тому, что R(ω) убывает с возрастанием частоты, а затем начинает возрастать. При частоте ω=ω<sub>p</sub> на кривой отражения имеет место резкий излом. Вблизи частоты ω~ω<sub>p</sub> наблюдается плазменный минимум отражения (20,5 мк. Сильно выраженный острый пик отражения до 44% при имеет место при 19,6

мк, который спадает до 24,5%. Сильное отражение, имеющее место в узкой спектральной области с максимумом при 19,6 мкм, можно использовать для монохроматизации света, соответствующей области длин волн. Склон пика к плазменному резонансу (длинноволновый) более круг. Особенности на спектре отражения при 21,2, 21,9 22,8, 24,0, 24,5 мкм проявляют себя по типу «остаточных лучей» т.е. за счет. однофоновных процессов, что, по-видимому, связано с заметной долей ионной связи в n-Ag<sub>4</sub>SeTe.

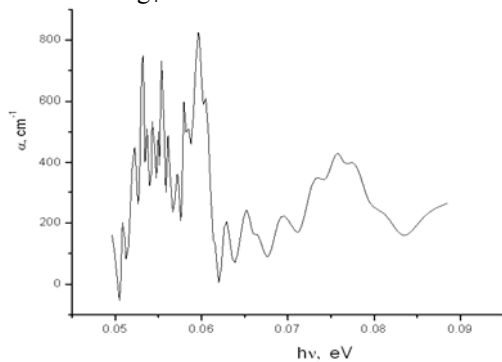
Коэффициент отражения в точке плазменного минимума равно 26%, что соответствует действительной части показателя преломления n=3 и диэлектрической проницаемости ε<sub>o</sub>=n<sup>2</sup>=9±0,5, отсюда ω<sub>p</sub>=ω<sub>mn</sub>/(ε<sub>o</sub>/ε<sub>o</sub>-1)<sup>2</sup>=6,8·10<sup>13</sup>сек<sup>-1</sup>. Время жизни плазменных колебаний рассчитано из общей ширины главного пика зависимости -Imε<sup>-1</sup>(ω), на уровне ½ максимального значения Δω/ω=2/ω<sub>p</sub>·τ. Время релаксации оказалось τ=1,6·10<sup>-14</sup>сек.

Спектральная зависимость коэффициента поглощения (рис.2) имеет структурные особенности в виде чередующихся максимумов и минимумов за краем поглощения в инфракрасной области спектра, что говорит о селективном внутризонном (зона проводимости) поглощении свободными носителями.

Менее интенсивные пики в области 23,5-25,0 мкм, видимо, обусловлены фоновым поглощением, связанным с переходом световой энергии в энергию колебаний решетки.



**Рис. 1** Спектры пропускания и отражения тонких пленок n-Ag<sub>4</sub>SeTe



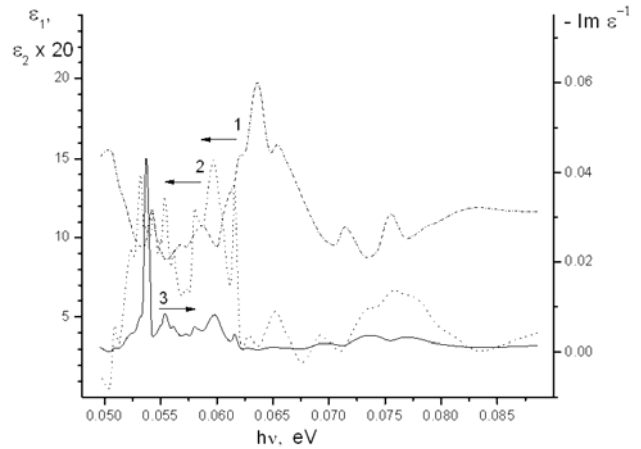
**Рис.2** Спектр поглощения тонкой пленки n-Ag<sub>4</sub>SeTe

Фоновое поглощение возникает в спектральном интервале, соответствующем энергии фононов, т.е. в сравнительно далекой ИК области. Эта область частично перекрывается с областью поглощения свободными носителями заряда.

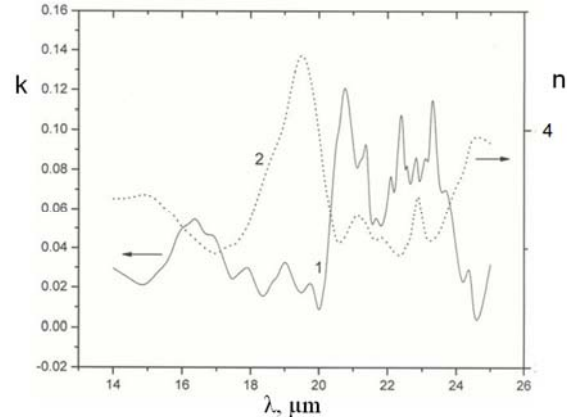
Расчет спектров фундаментальных оптических функций: реальной и мнимой частей диэлектрической проницаемости  $\epsilon_1(\omega)$  и  $\epsilon_2(\omega)$ , коэффициентов преломления  $n(\omega)$  и поглощения  $k(\omega)$  сделан по дисперсионным соотношениям Крамерса-Кронига по экспериментально снятым спектрам  $R(\lambda)$ ,  $T(\lambda)$  (рис.3,4). Из спектральных зависимостей оптических постоянных  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$  по формуле  $-\text{Im} \epsilon^{-1}(\omega) = \epsilon_2(\omega) / \epsilon_1^2(\omega) + \epsilon_2^2(\omega)$  рассчитаны характеристические электронные потери  $-\text{Im} \epsilon^{-1}(\omega)$ , вызванные возбуждением колебаний плазмы [3,4], по пику которой более корректно можно определить частоту плазменного минимума ( $\omega_{\text{mn}} = 8,2 \cdot 10^{13} \text{с}^{-1}$ ), обычно более размытого на спектральной зависимости коэффициента отражения.

Незначительное смещение главного пика  $-\text{Im} \epsilon^{-1}(\omega)$ , (0,054 эВ) относительно пика  $\epsilon_2(\omega)$  (0,0534 эВ) говорит о малости продольно-поперечного расщепления уровней.

На спектральной зависимости  $-\text{Im} \epsilon^{-1}(\omega)$ , кроме основного пика при 0,054 эВ имеют место более слабые пики при 0,055; 0,056; 0,058; 0,060 эВ, обусловленные плазмонами валентных состояний. Характер спектров  $\epsilon_2(\omega)$ ,  $k(\omega)$ ,  $\alpha(\omega)$  (поглощение) схож во всем интервале длин волн.



**Рис.3** Спектры диэлектрических проницаемостей  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$  и электронных потерь  $-\text{Im} \epsilon^{-1}$  тонких пленок n-Ag<sub>4</sub>SeTe



**Рис.4** Спектры коэффициентов преломления  $n$ , поглощения  $k$  тонкой пленки n-Ag<sub>4</sub>SeTe

Таким образом, полный комплекс рассмотренных фундаментальных оптических функций в области 6÷25 мкм указывает на наличие селективного поглощения свободными носителями в длинноволновой ветви спектра в интервале 0,05÷0,06 эВ.

Наблюдаемые на длинноволновой части спектра отражения (21÷25 мкм) особенности в виде «остаточных лучей» связаны, по-видимому, с заметной долей ионной связи n-Ag<sub>4</sub>SeTe.

Сильное отражения в узкой спектральной области (19,6 мкм) можно использовать для монохроматизации света.

[1]. Ш.М.Алекперова, Г.С.Гаджиева, И.А.Ахмедов. НИР Физика.Баку,1985  
 [2]. A.Kahan, H.G.Upson, " Report on Determination of Optical Absorption Coefficient"5621, Cambridge Research Labor, office of Aerospace ,US, (1971).

[3]. Я. Тауц, Оптические свойства полупроводников. Изд-во "Мир", М.1967.  
 [4]. В.В.Горбачев, Л.Г.Спицына. Кн."Физика полупроводников и металлов". Москва, "Металлургия" 1976.