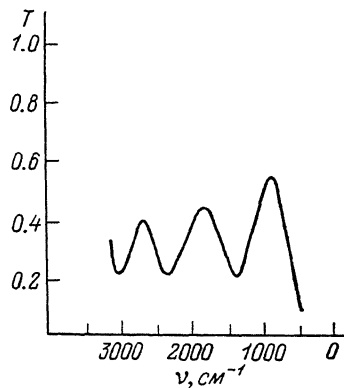


# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ ТОНКИХ ПЛЕНОК GeS, ПОЛУЧЕННЫХ ИМПУЛЬСНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИСПАРЕНИЕМ

Киндяк В. В., Моисеенко В. В., Киндяк А. С.,  
Гременок В. Ф., Корень Н. Н., Григорьев К. П.

В последние годы возросло внимание к новым полупроводниковым материалам на основе  $A^{IV}B^{VI}$ . Среди них особый интерес для оптоэлектроники представляют как объемные кристаллы, так и тонкие фоточувствительные пленки моносulfида германия. Однако необходимо отметить, что если процесс роста кристаллов GeS исследован довольно подробно, то процесс кристаллизации тонких слоев GeS остается практически не изученным в связи с тем, что традиционными способами испарения не удается получать кристаллические пленки моносulfида германия.

В данном сообщении для наращивания на различных подложках совершенных тонких пленок GeS был использован метод импульсного лазерного испарения. Высокие скорости испарения позволяют снизить требования к вакуумному технологическому оборудованию в виду увеличения так называемого эквивалент-



Спектральное распределение коэффициента пропускания системы пленка—подложка GeS—BaF<sub>2</sub> в инфракрасной области.

ного вакуума. Известно, что высокая степень пересыщения, когда зародышем критического размера может стать отдельный атом, благоприятно влияет на начальные стадии роста, а за счет значительного энергетического возбуждения атомов конденсирующего пара снижается температура эпитаксии [1, 2].

Напыление совершенных тонких кристаллических пленок GeS проводилось в вакуумной камере при давлении  $4 \cdot 10^{-6}$  мм рт. ст. с помощью лазера ГОС-1001, работающего в режиме свободной генерации с длиной волны 1.06 мкм и длительностью импульса 1.1 мс.

Результаты комплексного исследования кристаллической структуры пленок GeS и их физических свойств приведены нами в работах [3, 4]. Необходимо отметить, что в литературе практически отсутствуют сведения об оптических константах пленок GeS, а данные о диэлектрической проницаемости GeS рассчитаны в [5] только для объемных кристаллов.

Задачей настоящей работы являлось определение оптических констант (показателя преломления  $n$ , показателя поглощения  $k$ , коэффициента поглощения  $\alpha$  и диэлектрической проницаемости  $\epsilon$ ) монокристаллических пленок GeS на прозрачной подложке BaF<sub>2</sub> по интерференционным спектрам пропускания  $T(\nu)$ , снятым на спектрофотометре «Perkin-Elmer-280» в области частот 350—3200 см<sup>-1</sup> (см. рисунок). Спектральное разрешение было порядка 2—4 см<sup>-1</sup>. Толщина пленки составляла 2.5, подложки — 250 мкм.

Расчеты оптических констант пленки GeS проводились по интерференционным спектрограммам методом последовательных приближений [6], основным соотношением которого является

$$T_{\text{экстр}} = 16n_2^2 n_3 / [(n_2 + 1)^3 (n_3^2 + n_2) e^{\gamma_2} - (n_2 - 1)^3 (n_3^2 - n_2) e^{-\gamma_2} + (-1)^m 2(n_2^2 - 1)(n_3^2 - n_2^2)],$$

где  $T_{\text{экстр}}$  — экстремальное значение коэффициента пропускания системы пленка—подложка,  $n_2$  и  $n_3$  — показатели преломления пленки и подложки со-

ответственно, а  $\gamma_2 = (4\pi/\lambda) k_2 d_2$ ,  $k_2$  — показатель поглощения пленки,  $d_2$  — толщина пленки.

Отметим, что первое приближение для  $n_2$  находится при пренебрежении поглощением в экстремуме с нечетным порядком интерференции  $m$ . Поскольку определяются константы  $n_2$  и  $k_2$  при четных  $m$ , а нечетным  $m$  соответствуют другие длины волн, при расчете пользовались интерполяционной кривой, плавно соединяющей экстремумы с нечетным  $m$ .

Расчет оптических констант по интерференционным спектрам пропускания методом последовательных приближений проводился численно на персональной ЭВМ РС/ХТ. Полученные значения  $n$ ,  $k$ ,  $\alpha$ , а также вещественной  $\epsilon_1$  и мнимой  $\epsilon_2$  составляющих комплексной диэлектрической проницаемости тонких пленок на подложке  $\text{BaF}_2$  приведены в таблице.

$\nu$ , см <sup>-1</sup>	$m$	$n$	$k$	$\alpha = 4\pi k/\lambda \cdot 10^3$ , см <sup>-1</sup>	$\epsilon_1 = n^2 - k^2$	$\epsilon_2 = 2nk$
900	2	5.23	0.22	2.49	27.1	2.3
1800	4	4.33	0.15	3.39	18.6	1.3
2680	8	4.13	0.09	3.03	17.00	0.7

Таким образом, впервые определены оптические константы  $n$ ,  $k$  и  $\alpha$  монокристаллических слоев  $\text{GeS}$ , а значения диэлектрической проницаемости тонких пленок  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  хорошо совпадают с приведенными в [5] данными для объемных кристаллов.

#### Список литературы

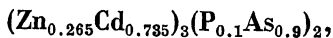
- [1] Пилянкевич А. Н., Быковский Ю. А., Лощинин М. Б. Лазерное напыление тонких пленок. Киев, 1980. 84 с.
- [2] Koren N. N., Gremenok V. F., Kindyak V. V. // Phys. St. Sol. (a). 1985. V. 90. P. K121—K123.
- [3] Корень Н. Н., Моисеенко В. В., Киндяк В. В., Иванов В. А. // Тез. докл. Всес. конф. по халькогенидам германия. Ужгород, 1988. С. 349.
- [4] Корень Н. Н., Моисеенко В. В., Киндяк В. В., Гременок В. Ф. // Тез. докл. Всес. совещ. по фотоэлектрическим явлениям в полупроводниках. Ташкент, 1989. С. 105.
- [5] Wiley J. D., Buckel W. J., Schmidt R. L. // Phys. Rev. B. 1976. V. 13. N 6. P. 2489—2495.
- [6] Раков А. В. Спектрофотометрия тонкопленочных полупроводниковых структур. М., 1975. 175 с.

Институт физики твердого тела  
и полупроводников АН БССР  
Минск

Получено 18.12.1990  
Принято к печати 14.05.1991

ФТП, том 25, вып. 9, 1991

### ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК



### ПОЛУЧЕННЫХ ИМПУЛЬСНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИСПАРЕНИЕМ

Матяс Э. Е., Гременок В. Ф., Трухан В. М.

Соединения группы  $\text{A}_3^{\text{IV}}\text{B}_2^{\text{V}}$  обладают рядом уникальных физических свойств и используются в полупроводниковой и квантовой электронике [1]. В частности, на арсениде кадмия изготовлены датчики Холла и ИК приемники.

Практическое применение материалов и растущие требования промышленности вызывают особый интерес к твердым растворам  $\text{A}_3^{\text{IV}}\text{B}_2^{\text{V}}$ , где непрерывное