

УДК 621.315.592

О.Я. Довгий
Тришарова модель електричних властивостей плівок халькогенідів свинцю

Прикарпатський університет імені Василя Стефаника 76000 м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57

На основі тришарової моделі Петріца зроблена оцінка внеску поверхні у значення рухливості носіїв струму для плівок р-PbTe, р-PbS.

Ключові слова: телурид свинцю, сульфід свинцю, модель Петріца, шарувата структура.

Стаття постуила до редакції 22.02.2001; прийнята до друку 16.04.2001

Стійкий інтерес до тонких напівпровідникових плівок пов'язаний із впливом на їх властивості поверхневих явищ. У залежності від технологічних умов вирощування, а також зовнішніх впливів можна модифікувати параметри плівки. У роботі визначено внесок поверхні у електричні властивості плівок PbTe і PbS діркової провідності.

BaF₂ з температурою 520-570 К, що забезпечувала малий коефіцієнт дифузії халькогену [1]. Товщина зразків плівок складала 0,1-2 мкм. Концентрація носіїв заряду у вирощуваних плівках була постійною, що задавалося шляхом використання наважки, склад якої відповідав конгруентному випаровуванню [2]. Вимірювання проводилися у постійному

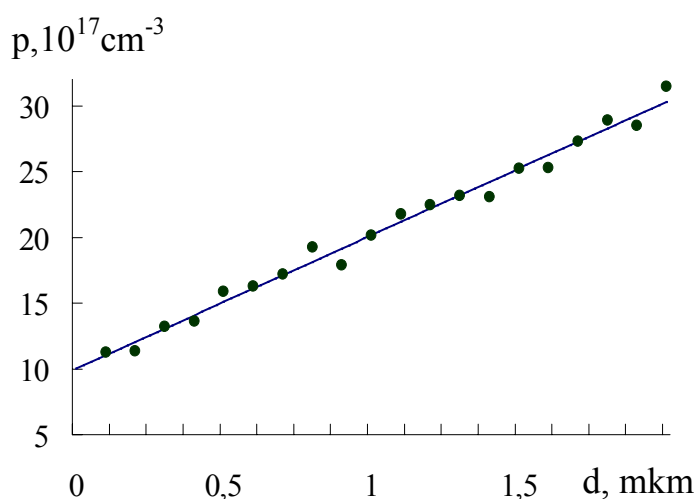


Рис. 1. Залежність концентрації дірок плівок р-PbS від товщини.

Плівки р-PbTe, р-PbS вирощувались методом гарячої стінки на підкладках (111)

електричному і магнітному полях з використанням індієвих контактів.

Встановлено, що концентрація дірок у плівках змінюється у межах $(3-1) \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ із зменшенням їх товщини. Це обумовлено збідненням поверхні на халькоген [3] (рис. 1). Питома електро-провідність плівок р-PbTe, р-PbS зростає із товщиною (рис.2).

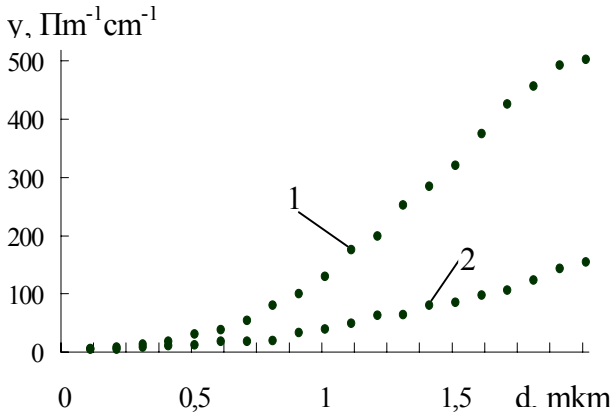


Рис. 2. Залежність питомої електропровідності плівок р-PbTe (1), р-PbS (2) від товщини.

Для оцінки внеску поверхні на електричні властивості плівок використано модель Петріца [4], у відповідності з якою вважається, що зразок складається з паралельно ввімкнених шарів із відмінними по глибині електричними параметрами. У нашому випадку ми запропонували тришарову модель (рис. 3).

Застосуємо цю модель для рухливості. Локальна рухливість у шарах описуватиметься системою рівнянь:

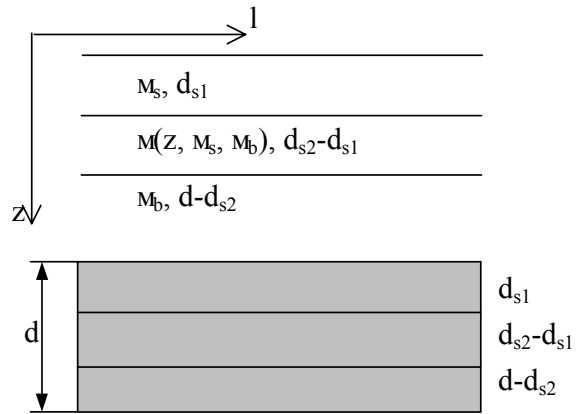


Рис. 3. Тришарова модель плівки.

$$\mu(z) = \begin{cases} \mu_s, & 0 < z < d_{s1} \\ Az + B, & d_{s1} < z < d_{s2} \\ \mu_b, & d_{s2} < z < d \end{cases} \quad (1)$$

де z – координата осі перпендикулярної до поверхні плівки, d_{s1} , $d_{s2}-d_{s1}$ – товщини поверхневого і перехідного шарів відповідно, μ_s , μ_b – рухливості поверхневого і об'ємного шарів відповідно, $Az+B$ – зміна рухливості перехідного шару. Сталі A , B визначаються наступним чином:

$$A = \frac{\mu_b - \mu_s}{d_{s2} - d_{s1}}; \quad B = \mu_s - \frac{\mu_b - \mu_s}{d_{s2} - d_{s1}} d_{s1} \quad (2)$$

У загальному випадку для шаруватої плівки товщиною d рухливість визначається:

$$\mu(d) = \left(\int_0^d \mu(z) dz \right) / d \quad (3)$$

Взявши інтеграл (3) із врахуванням системи рівнянь (1), отримаємо систему (4):

$$\mu(d) = \begin{cases} \mu_s, & d < d_s \\ \left[\mu_s d_{s1} + \frac{A}{2} (d^2 - d_{s1}^2) + B(d - d_{s1}) \right] / d, & d_{s1} < d < d_{s2} \\ \left[\mu_s d_{s1} + \frac{A}{2} (d_{s2}^2 - d_{s1}^2) + B(d_{s2} - d_{s1}) + \mu_b (d - d_{s2}) \right] / d, & d > d_{s2} \end{cases} \quad (4)$$

Експериментальні значення рухливості плівок і їх апроксимація модельними представленнями подані на рис. 4.

Значення параметрів знайдені методом

найменших квадратів для плівок р-PbTe – $d_{s1}=0.5 \text{ mkm}$, $d_{s2}=1.6 \text{ mkm}$, $\mu_s=18.4 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \text{ c}^{-1}$ і $\mu_b=1058 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \text{ c}^{-1}$; р-PbS – $d_{s1}=0.5 \text{ mkm}$, $d_{s2}=2.1 \text{ mkm}$, $\mu_s=12 \text{ cm}^2 / \text{V}^{-1} \text{ c}^{-1}$ і

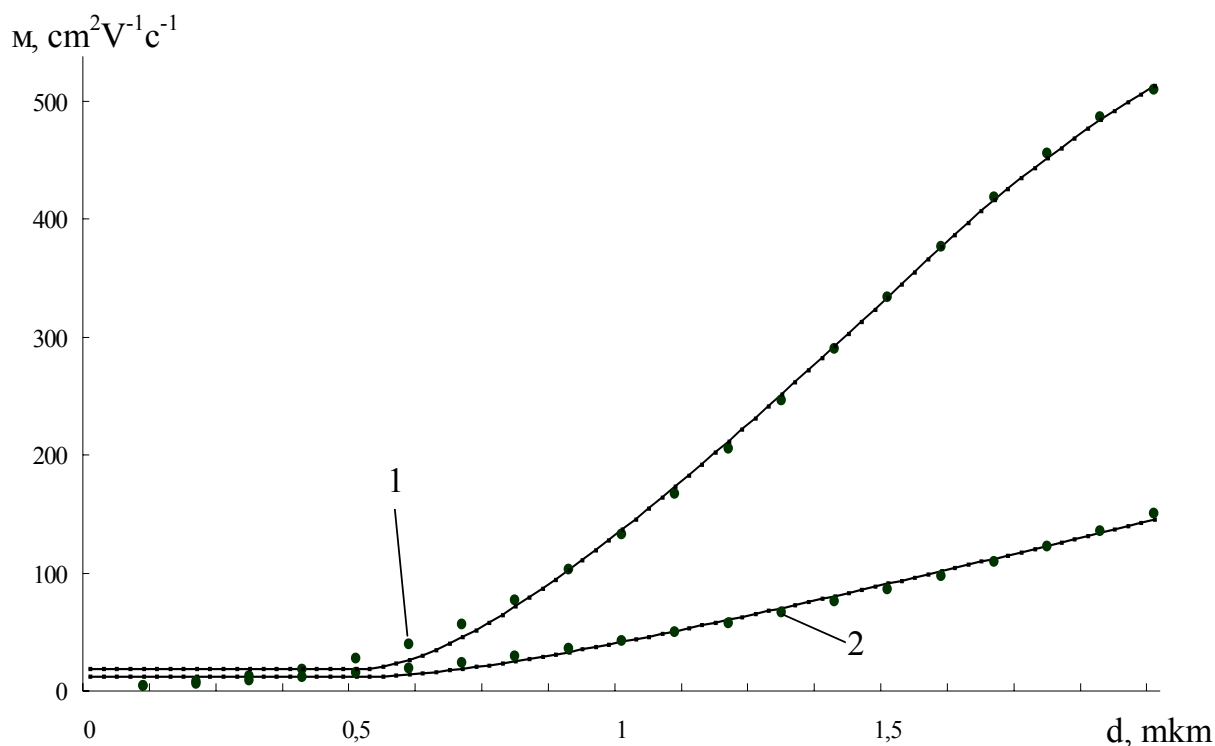


Рис. 4. Залежність рухливості плівок p-PbTe (1), p-PbS (2) від товщини; • – експеримент; — - теоретична апроксимація.

$\mu_b = 390 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{c}^{-1}$ (рис. 4).

Автор висловлює вдячність проф. Фрейку Д.М. за постановку задачі

дослідження і доц. Салію Я.П. за наукові консультації.

- [1] С.С. Борисова, И.Ф. Михайлов, Л.С. Палатник, А.Ю. Сипатов, А.И. Федоренко, Л.П. Шпаковская // *Кристаллография*. **34**(716) (1989).
- [2] В.П. Зломанов, А.В. Новоселова *P – T – x-диаграммы состояния систем металл-халькоген*. М.: Наука. (1987).
- [3] В.И. Левченко, Л.И. Постнова, В.В. Дикарева, Т.Л. Черная, И.В. Пуляева // *Неорганические материалы*. **29**(11) сс. 1470-1473 (1993).
- [4] R.L. Petriz // *Phys. Rev.* **116**, pp. 1254-1256 (1958).

O.Ya. Dovgij

Three Layers Model of Lead Chalkogenides Films Electrical Properties

Vasyl Stefanyk Precarpathian University, Shevchenko Str., 57, Ivano-Frankivsk, 76000

On the bases of three layers Petric model was made estimation of surface contribution on value carrier mobility for films p-PbTe, p-PbS.