

Л.Р. Павлюк, М.О. Галушак

## Квазіхімія дефектів у телуриді свинцю, легованого індієм

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 25, м. Івано-Франківськ, 76000 Україна*

На основі квазіхімічного підходу проаналізовано механізми процесу легування індієм кристалів і плівок РbТе, збагачених телуром. Встановлено основні закономірності процесів, що відбуваються при легуванні кристалів телуриду свинцю і при вирощуванні легованих епітаксійних плівок телуриду свинцю. Визначено константи рівноваги квазіхімічних реакцій та ентальпії власних і домішкових дефектів.

**Ключові слова:** дефекти, телурид свинцю, квазіхімічні реакції.

*Стаття поступила до редакції 11.12.2005; прийнята до друку 15.03.2006*

### Вступ

Телурид свинцю характеризується двосторонньою областю гомогенності [1]. Домінуючими дефектами в телуриді свинцю є двозарядні вакансії в обох підгратках [1], які є електрично активними: у підгратці свинцю – акцептори, а у підгратці телуру – донори [2, 3]. Ефективним способом впливу як на дефектну атомну підсистему кристалів телуриду свинцю, так і на енергетичний спектр носіїв заряду є легування домішками [4]. Встановлено, що домішка Іn в РbТе володіє слабкою донорною дією [12]. Крім того, домішка індію у РbТе стабілізує рівень хімічного потенціалу [5]. Це пов'язано із існуванням частково заповнених квазілокальних домішкових станів, розміщених, при низьких температурах, вище від дна зони провідності.

Незважаючи на детальне вивчення енергетичного спектру домішки індію у РbТе, квазіхімічний аспект проблеми залишається до кінця не розв'язаним.

У даній роботі визначено константи рівноваги і ентальпії утворення дефектів у кристалах і тонких плівках РbТе<Те>:Іn та пояснено вплив індію на їх електричні властивості на основі квазіхімічного підходу [8, 9].

### I. Методика експерименту та його результати

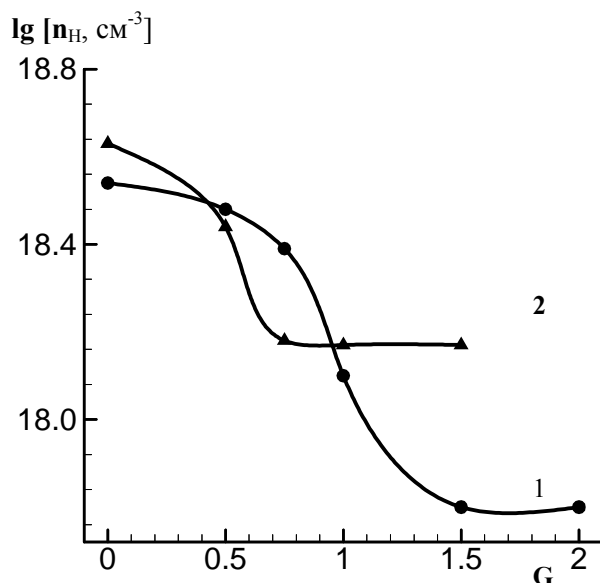
Зразки для досліджень являли собою полікристали з розміром зерна  $d \cong 0,1$  мм, виготовлені металокерамічним методом [12]. Їх

піддавали гомогонізуючому відпалу при температурі 920 К на протязі 100 год. Склад зразків відповідав хімічній формулі  $Pb_{1-x}In_xTe_{1+y}$ . Вміст індію варіювалося в межах від 0,1 до 0,75 ат.%. Для досягнення максимальної компенсації до складу шихти вводився надлишок телуру (у) у кількості до 2,5 х.

Для всіх зразків з фіксованим вмістом домішки Іn визначалася залежність концентрації носіїв струму, на основі визначеного коефіцієнта Холла за формулою  $n = 1/eR$ , від кількості надлишкового телуру. Отримані типові залежності приведені на рис. 1. Встановлено, що всі зразки з вмістом індію 0,25 ат.% і більше мали електронний тип провідності. У серії зразків з 0,1 ат.% індію спостерігалася зміна типу провідності з електронного на дірковий (при надлишках телуру  $u/x \geq 0,5$ ). На залежностях концентрації носіїв струму від кількості введеного надлишку Те спостерігається виражена тенденція до насичення концентрації носіїв, що свідчить про досягнення границі області гомогенності РbТе:Іn з боку надлишку халькогена (рис. 1).

Тонкі плівки телуриду свинцю, леговані індієм, вирощували із парової фази методом гарячої стінки на сколах (111) кристалів ВаF<sub>2</sub> [6]. Крім основного випарника із сполукою РbТе, використовували ще два додаткових випарники із чистими телуром (Те) і індієм (Іn). Вибрана технологія, згідно [7], забезпечувала незалежне варіювання у широких границях концентрації власних дефектів і домішкових атомів у матеріалі осаджених плівок. Температура додаткового джерела індію підтримувалася в інтервалі  $T_{In}=1100-900$  К.

Температура основного випарника складала  $T_B=920$  К, а стінок –  $T_C=950$  К. Температура



**Рис. 1.** Залежність концентрації носіїв струму  $n_n$  в кристалах PbTe:In від вмісту надлишкового телуру  $G$  ( $G = N_{Te}/N_{In}$ ).  $N_{In}$ , ат. %: 1 – 0.25; 2 – 0.5 [12].

осадження (підкладки)  $T_{II}=620-700$  К забезпечувала формування структурно досконалих плівок товщиною 2-5 мкм. Швидкість росту плівок була у межах  $3-6$  нмс<sup>-1</sup>.

Дослідження плівок проводили методами двокристалльної рентгенівської спектроскопії та оже-електронної спектроскопії. Їх електричні властивості визначалися компенсаційним методом у постійних електричних і магнітних полях.

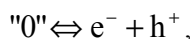
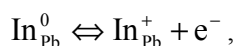
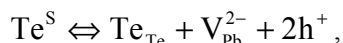
У результаті досліджень встановлено, що плівки PbTe мають мозаїчну структуру із величиною блоків  $b = 0,1-0,5$  см. Кути розорієнтації складають  $15-30^\circ$ . Значення електричних параметрів плівок суттєво залежать від умов осадження. За відсутності компенсуючих парів телуру та індію формуються плівки PbTe тільки n-типу. Підвищення  $T_{II}$  обумовлює деяке зменшення концентрації електронів. Збагачення пари на телур у зоні осадження за допомогою додаткового джерела сприяє формуванню матеріалу p-типу. Концентрація дірок визначається в основному  $T_{Te}$ .

Зміною температури додаткового джерела пари індію  $T_{In}$  можна керувати рівнем легування плівок і, таким чином, їх електричними параметрами.

Донорний характер легуючої дії індію PbTe дає можливість не тільки зменшувати концентрацію дірок, але при певних значеннях  $P_{In}$  реалізувати p-n-перехід, і подальше зростання концентрації електронів (рис. 2). При цьому значення тиску пари індію, що відповідає n-p-переходу  $P_{In,p-n}$  суттєво залежить від парціального тиску пари телуру в зоні осадження. А саме, із зростанням останнього ( $P_{Te}$ )  $P_{In,p-n}$  збільшується (рис. 2).

## II. Квазіхімічні рівняння утворення дефектів у кристалах

Рівноважний стан дефектної підсистеми у кристалах n-PbTe, збагачених телуром і легуваних індієм, можна описати такими квазіхімічними співвідношеннями:



$$K_{V,Pb} = [V_{Pb}^{2-}] \cdot p^2 / [Te^S]; \quad (1)$$

$$K_{In} = [In_{Pb}^+] \cdot n / [In_{Pb}^0]; \quad (2)$$

$$K_i = n \cdot p. \quad (3)$$

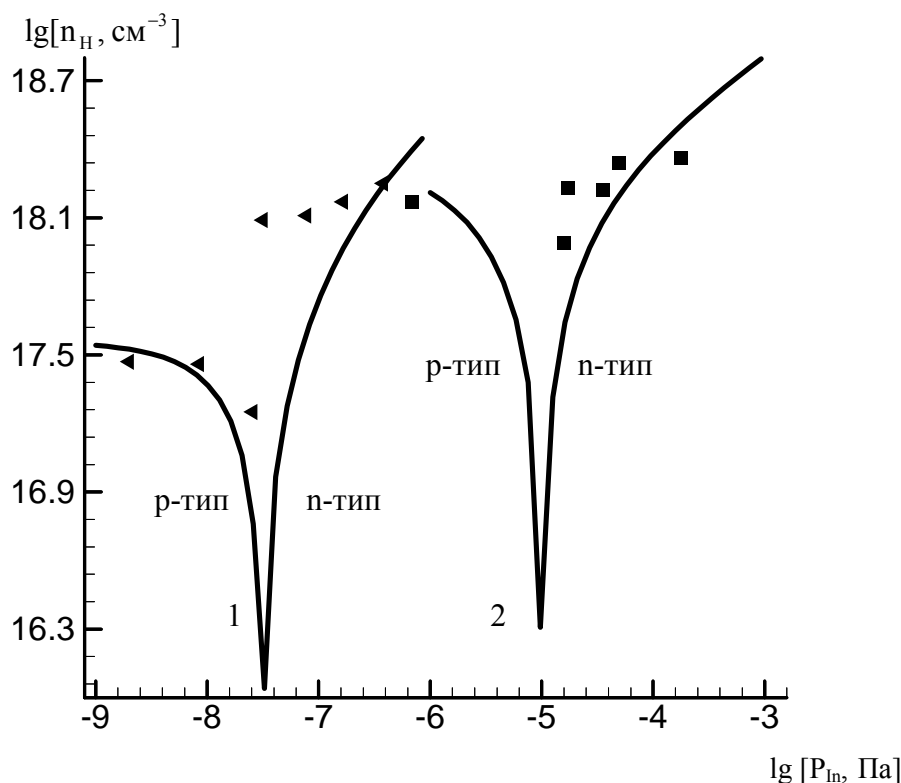
Реакція (1) описує перехід надлишкового телуру в аніонну підгратку PbTe і утворення вакансій свинцю ( $V_{Pb}^{2-}$ ) і дірок. Реакція (2) описує утворення домішкових донорів ( $In_{Pb}^+$ ) і електронів  $e^-$ . Реакція (3) описує власну провідність. Рівняння електронейтральності, за умов даної дефектної підсистеми, буде мати вигляд:

$$n + 2[V_{Pb}^{2-}] = p + [In_{Pb}^+]. \quad (4)$$

Беручи до уваги, що концентрація надлишкового телуру у зразку  $N_{Te}$  чисельно дорівнює сумі концентрації телуру у вільній фазі  $[Te^S]$  і концентрації вакансій свинцю  $[V_{Pb}^{2-}]$ :

$$N_{Te} = [Te^S] + [V_{Pb}^{2-}], \quad (5)$$

а концентрація індію у зразку  $N_{In}$  чисельно



**Рис. 2.** Залежність холлівської концентрації носіїв струму ( $n_H$ ) у плівках PbTe:In від тиску джерела індію  $P_{In}$  для різних значень температури додаткового джерела телуру  $T_{Te}$ : 1 – 640, 2 – 680. ▲, ■ – експеримент; суцільні лінії – розрахунок згідно (1-11).

дорівнює сумі концентрації неіонізованого  $[In_{Pb}^0]$  та іонізованого індію  $[In_{Pb}^+]$ :

$$N_{In} = [In_{Pb}^0] + [In_{Pb}^+]. \quad (6)$$

Отже, одержимо для концентрацій вакансій свинцю і іонізованого індію:

$$[V_{Pb}^{2-}] = N_{Te} / (1 + K_i^2 / K_{V_{Pb}} \cdot n^2), \quad (7)$$

$$[In_{Pb}^+] = N_{In} / (1 + n / K_{In}). \quad (8)$$

На основі одержаних співвідношень (7) і (8) рівняння електронейтральності (4) набуде остаточного вигляду:

$$n + 2 \cdot N_{Te} / (1 + K_i^2 / K_{V_{Pb}} \cdot n^2) = N_{In} / (1 + n / K_{In}) + K_i / n. \quad (9)$$

Отриманий вираз є рівнянням п'ятого степеня відносно  $n$  і визначає залежність концентрації електронів від концентрації надлишкового телуру та індію.

Оскільки холлівська концентрація носіїв струму пов'язана із концентраціями електронів і дірок спів відношенням

$$n_H = n - p, \quad p = K_i / n, \quad (10)$$

то

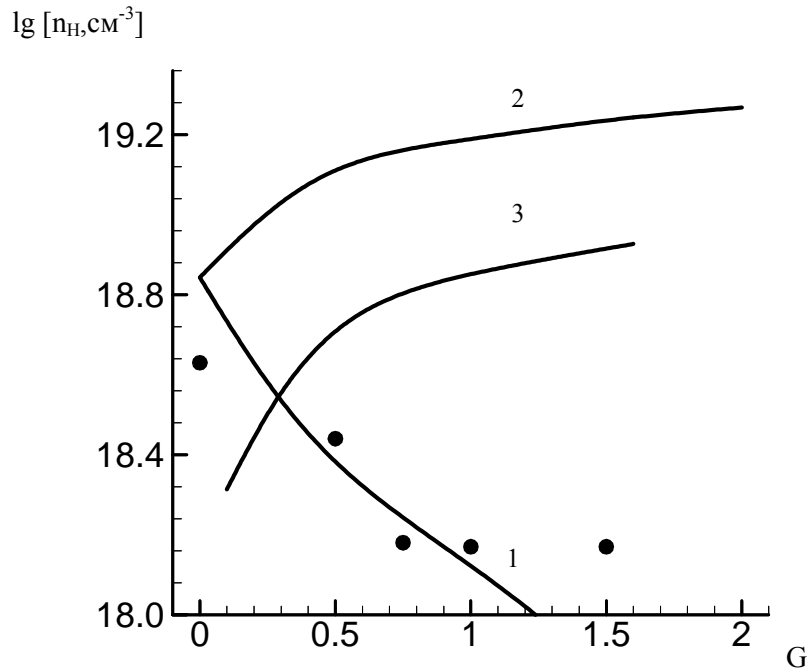
$$n_H = n \cdot (1 - K_i n^{-2}). \quad (11)$$

Отже, можна знайти залежності експериментально визначеної концентрації носіїв

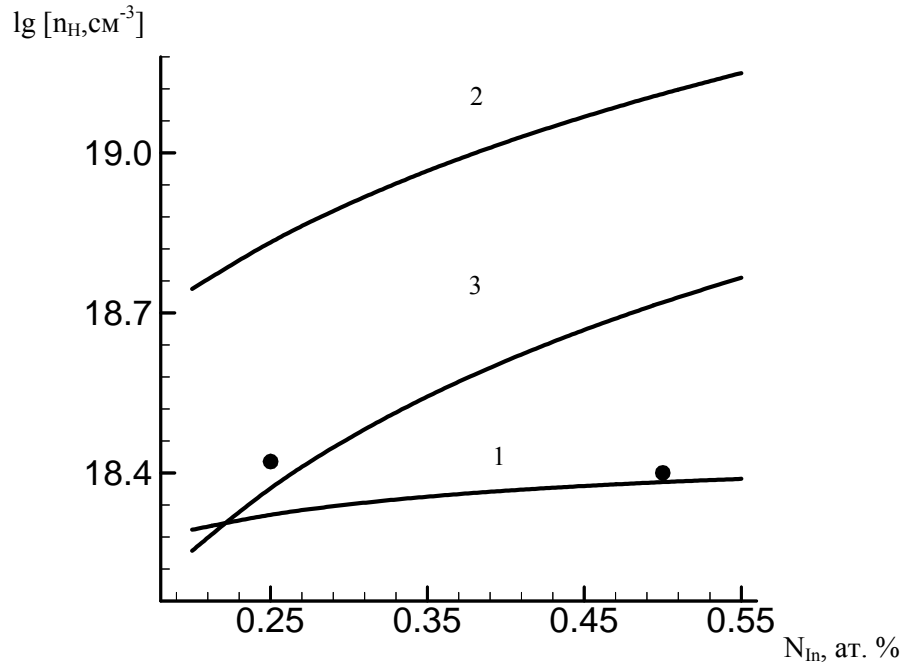
струму  $n_H$ , а також концентрації дефектів  $[V_{Pb}^{2-}]$  і  $[In_{Pb}^+]$  від відношення  $G = N_{Te} / N_{In}$  (рис. 3), і концентрації легуючої домішки  $N_{In}$  (рис. 4).

### III. Квазіхімічні рівняння утворення дефектів у плівках

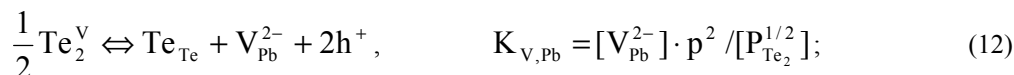
Рівноважний стан дефектної підсистеми у плівках PbTe, збагачених телуром і легованих індієм можна описати такими квазіхімічними співвідношеннями:



**Рис. 3.** Залежність холлівської концентрації носіїв струму (1 –  $n_H$ ) і концентрації дефектів (2 –  $[In_{Pb}^+]$ , 3 –  $[V_{Pb}^{2-}]$ ) у кристалах PbTe:In від вмісту надлишкового телуру G ( $G = N_{Te}/N_{In}$ ).  
 • – експеримент (холлівська концентрація носіїв струму).  $N_{In} = 0.5$  ат. %,  $T = 973$  К.



**Рис. 4.** Залежність холлівської концентрації носіїв струму (1 –  $n_H$ ) і концентрації дефектів (2 –  $[In_{Pb}^+]$ , 3 –  $[V_{Pb}^{2-}]$ ) у кристалах PbTe:In від концентрації легуючої домішки талію ( $N_{In}$ ).  
 • – експеримент (холлівська концентрація носіїв струму).  $G = 0.5$  ( $G = N_{Te}/N_{In}$ ).  $T = 923$  К.



Тут реакція (12) описує перехід надлишкового телуру з пари  $\text{Te}_2^{\text{V}}$  у аніонну підгратку  $\text{Te}_{\text{Te}}$ . При цьому утворюються негативні двозарядні вакансії свинцю ( $\text{V}_{\text{Pb}}^{2-}$ ) і дірки. Реакція (13) описує перехід індію з пари  $\text{In}^{\text{V}}$  у кристалічну гратку  $\text{PbTe}$  із утворенням однозарядних донорів ( $\text{In}_{\text{Pb}}^+$ ) і електронів  $e^-$ . Реакція (14) описує власну провідність.

Рівняння електронейтральності, за умов запропонованої дефектної підсистеми, буде мати вигляд:

$$n + 2 \cdot [\text{V}_{\text{Pb}}^{2-}] = p + [\text{In}_{\text{Pb}}^+]. \quad (16)$$

На основі рівнянь (12) – (14) одержимо для концентрацій вакансій свинцю і легуючого індію:

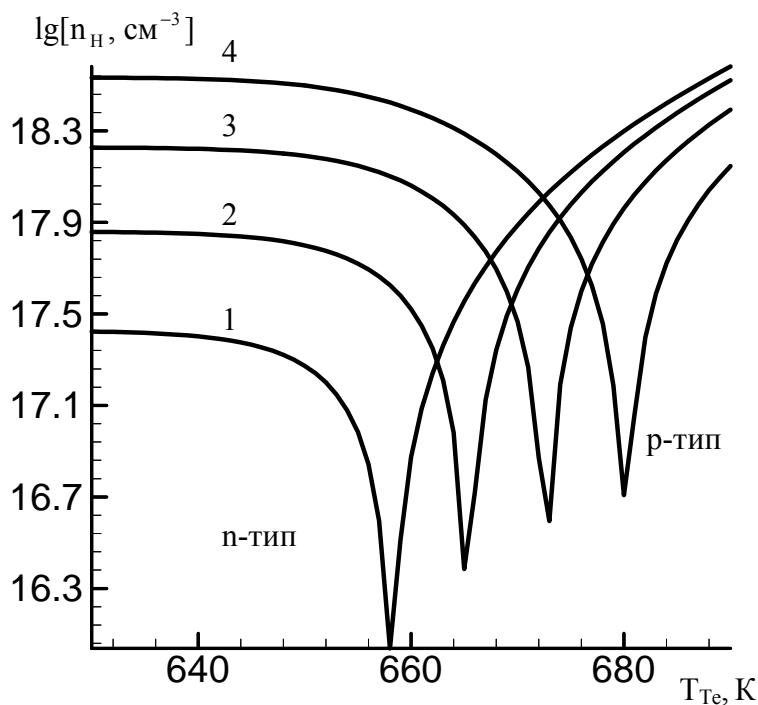
$$[\text{V}_{\text{Pb}}^{2-}] = n^2 \cdot K_{\text{V,Pb}} \text{P}_{\text{Te}_2}^{1/2} / K_i^2, \quad (17)$$

$$[\text{In}_{\text{Pb}}^+] = K_{\text{In}} \cdot \text{P}_{\text{In}} / n. \quad (18)$$

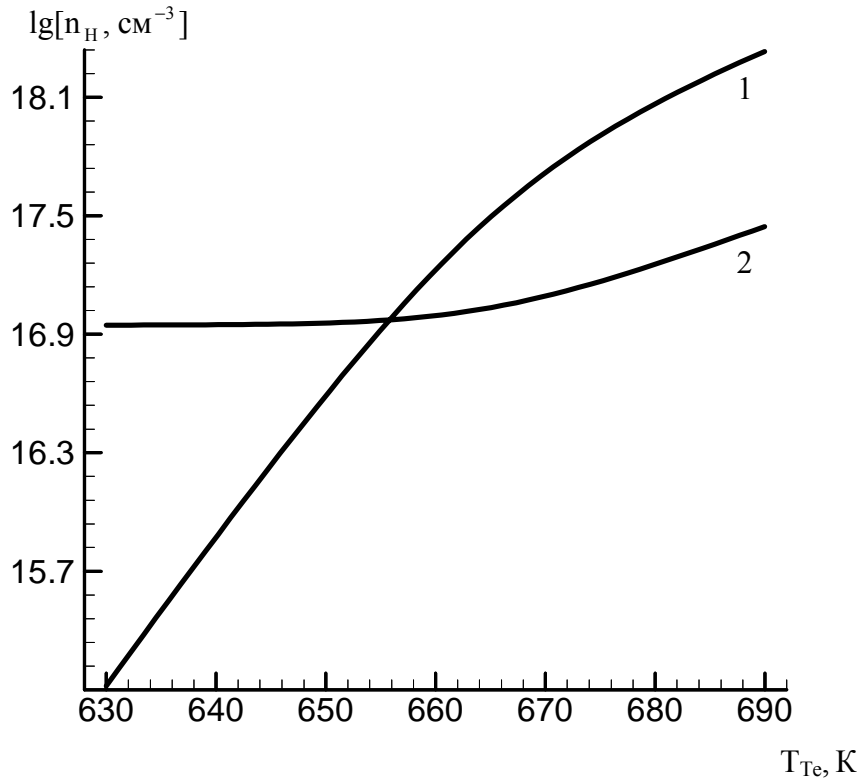
Зауважимо, що рівноважні концентрації  $[\text{V}_{\text{Pb}}^{2-}]$  і  $[\text{In}_{\text{Pb}}^+]$  визначають при температурі осадження  $T_{\text{П}}$ , а значення парціальних тисків телуру  $\text{P}_{\text{Te}_2}$  і індію  $\text{P}_{\text{In}}$  – температурами додаткових випарників  $T_{\text{Te}}$  і  $T_{\text{In}}$  відповідно.

Враховуючи одержані співвідношення (17) і (18), рівняння електронейтральності (16) набуде вигляду:

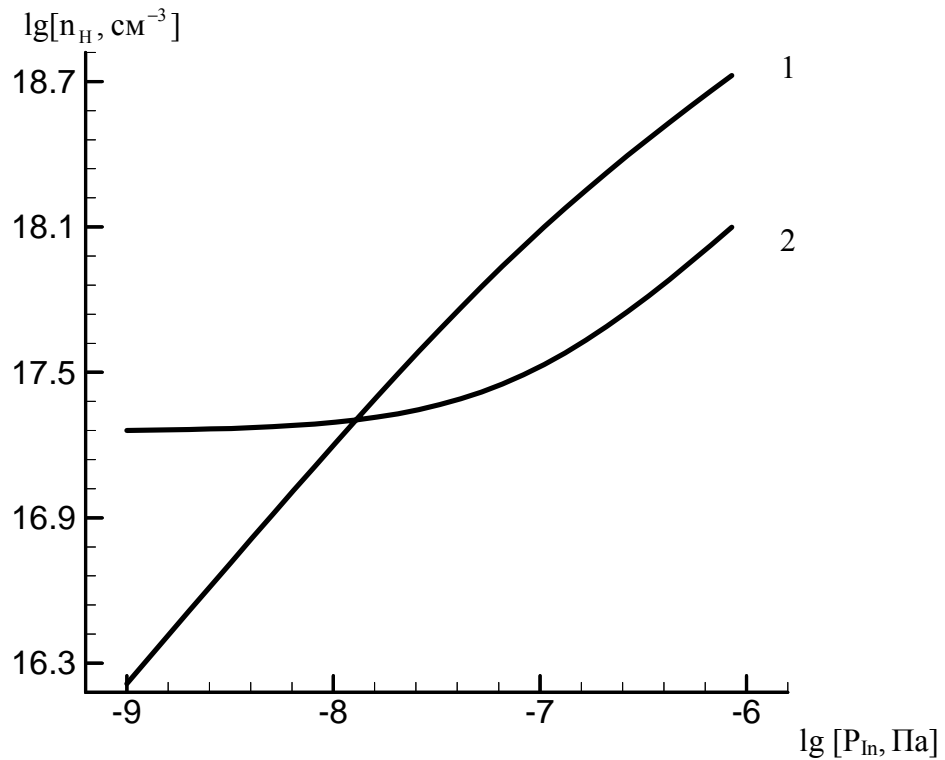
$$n + 2 \cdot n^2 \cdot K_{\text{V,Pb}} \text{P}_{\text{Te}_2}^{1/2} / K_i^2 = K_i / n + K_{\text{In}} \cdot \text{P}_{\text{In}} / n. \quad (19)$$



**Рис. 5.** Залежність холлівської концентрації носіїв струму ( $n_n$ ) у плівках  $\text{PbTe}:\text{In}$  від температури джерела додаткового телуру  $T_{\text{Te}}$  для різних значень парціального тиску парів індію  $\text{P}_{\text{In}}$ , Па: 1 –  $10^{-3.5}$ ; 2 –  $10^{-4.0}$ ; 3 –  $10^{-4.5}$ ; 4 –  $10^{-4}$ . (розрахунок згідно (12-20)).



**Рис. 6.** Залежність концентрації дефектів ( $[V_{\text{Pb}}^{2-}]$  – 1,  $[In_{\text{Pb}}^+]$  – 2) у плівках  $\text{PbTe}:\text{In}$  від температури джерела додаткового телуру  $T_{\text{Te}}$ . ( $T_{\text{II}} = 623 \text{ K}$ ,  $P_{\text{In}} = 10^{(-5.5)} \text{ Па}$ ) (розрахунок згідно (12-20)).



**Рис. 7.** Залежність концентрації дефектів ( $[In_{\text{Pb}}^+]$  – 1,  $[V_{\text{Pb}}^{2-}]$  – 2) у плівках  $\text{PbTe}:\text{In}$  від тиску джерела індію  $P_{\text{In}}$ . ( $T_{\text{II}} = 623 \text{ K}$ ,  $T_{\text{Te}} = 640 \text{ K}$ ) (розрахунок згідно (12-20)).

Таблиця 1

Квазіхімічні рівняння утворення дефектів і їх константи рівноваги  $K = K_0 \exp(-\Delta H/kT)$  та ентальпії  $\Delta H$  у кристалах  $PbTe<Te>:In$ .

№	Реакція	Константа	$K_0$	$\Delta H$ , eВ
1	$Te^S \Leftrightarrow Te_{Te} + V_{Pb}^{2-} + 2h^+$	$K_{V,Pb} = [V_{Pb}^{2-}] \cdot p^2 / [Te^S]$	$2,5 \cdot 10^{36}, \text{см}^{-6}$	0,2
2	$In_{Pb}^0 \Leftrightarrow In_{Pb}^+ + e^-$	$K_{In} = [In_{Pb}^+] \cdot n / [In_{Pb}^0]$	$2,8 \cdot 10^{18}, \text{см}^{-3}$	0,1
3	"0" $\Leftrightarrow e^- + h^+$	$K_i = n \cdot p$	$1,06 \cdot 10^{41}, \text{см}^{-6}$	0,58

Отриманий вираз (19) є рівнянням третього степеня відносно  $n$  і визначає залежність концентрації електронів від концентрації надлишкового телуру та індію. Маючи на увазі, що холлівська концентрація носіїв струму пов'язана із концентраціями електронів і дірок співвідношенням  $n_H = n - p$ ,  $p = K_i / n$ , остаточно дістанемо

$$n_H = n(1 - K_i n^{-2}). \quad (20)$$

Отже, можна знайти залежності концентрації носіїв струму  $n_H$  від температури джерела додаткового телуру  $T_{Te}$  (рис. 5), а також концентрації дефектів  $[V_{Pb}^{2-}]$  і  $[In_{Pb}^+]$  від температури джерела додаткового телуру  $T_{Te}$  (рис. 6) і від тиску джерела індію  $P_{In}$  (рис. 7).

#### IV. Аналіз результатів дослідження

Результати квазіхімічного аналізу дають можливість розрахувати залежності холлівської концентрації носіїв струму і концентрації дефектів  $[V_{Pb}^{2-}]$ ,  $[In_{Pb}^+]$  у кристалах і плівках  $PbTe:In$  від технологічних факторів. На рис. 3-7 представлено деякі із них.

Константи рівноваги квазіхімічних реакцій утворення вакансій свинцю  $K_{V,Pb}$  (1,12) і заміщення індієм свинцю  $K_{In}$  (2,13), одержані методом найменших квадратів на основі апроксимації експериментальних даних (рис. 1, 2) теоретичними залежностями.

Зауважимо, що константу рівноваги реакції  $K_i$  (3,14), що відповідає реалізації власної провідності визначено теоретично [5].

Всі константи рівноваги, що необхідні для проведення квазіхімічних розрахунків, наведені в таблицях 1 і 2.

Порівняльний аналіз результатів експерименту і розрахунків дає можливість зробити ряд

узагальнень відносно характеру процесів дефектоутворення у легованих індієм кристалах і плівках  $PbTe<Te>:In$ .

Так, збільшення вмісту телуру у сполуці  $PbTe<Te>:In$  обумовлює зменшення концентрації електронів (рис. 1,3,5) при зростанні концентрації вакансій свинцю  $[V_{Pb}^{2-}]$  і легуючого елемента  $[In_{Pb}^+]$  (рис. 3 – криві 2, 3).

Збільшення концентрації домішки індію обумовлює різке збільшення концентрації дефектів (рис. 4,7). При цьому донорна дія індію пов'язана із збільшенням у матеріалі атомних дефектів заміщення індієм вакансій свинцю у кристалічній ґратці  $PbTe$   $[In_{Pb}^+]$  (рис. 7 – крива 1). Звертає на себе увагу характер зміни вакансій свинцю  $[V_{Pb}^{2-}]$  (рис. 7 – крива 2). Видно, що концентрація  $[V_{Pb}^{2-}]$  зростає аналогічно до концентрації індію  $[In_{Pb}^+]$ . Останнє вказує на те, що має місце явище самокомпенсації, при якому утворення дефектів, пов'язаних із легуючою домішкою компенсується власними атомними дефектами. Зауважимо, що у роботах [10, 11] явище самокомпенсації виявлено при легуванні телуриду і селеніду свинцю талієм.

Таким чином, одержані результати визначають технологічні умови і аналітичні залежності, що забезпечують як вирощування тонкоплівкового матеріалу, так і виготовлення кристалічних зразків із наперед заданими співвідношеннями концентрацій електрично активних власних і домішкових дефектів, а також типом провідності.

#### Висновки

1. Виконано квазіхімічний розрахунок залежності рівноважної концентрації носіїв струму та атомних дефектів у кристалічному  $PbTe<Te>:In$  від вмісту надстехіометричного телуру та легуючої домішки індію.

Таблиця 2

Квазіхімічні рівняння утворення дефектів і їх константи рівноваги  $K = K_0 \exp(-\Delta H/kT)$  та ентальпії  $\Delta H$  у плівках  $PbTe<Te>:In$ .

№	Реакція	Константа	$K_0$	$\Delta H$ , eВ
1	$\frac{1}{2}Te_2^V \Leftrightarrow Te_{Te} + V_{Pb}^{2-} + 2h^+$	$K_{V,Pb} = [V_{Pb}^{2-}] \cdot p^2 / [P_{Te_2}^{1/2}]$	$1,6 \cdot 10^{56} \text{см}^{-9} \text{Па}^{-1/2}$	0,2
2	$In^V \Leftrightarrow In_{Pb}^+ + e^-$	$K_{In} = [In_{Pb}^+] \cdot n / [P_{In}]$	$9,0 \cdot 10^{42} \text{см}^{-3} \text{Па}^{-1/2}$	0,1
3	"0" $\Leftrightarrow e^- + h^+$	$K_i = n \cdot p$	$1,06 \cdot 10^{41}, \text{см}^{-6}$	0,58

2. Визначено константи рівноваги та ентальпії утворення вакансій свинцю і йонізації індію на основі порівняння результатів експерименту і розрахунків.  
3. Показано вплив домішки індію на електричні властивості епітаксialних плівок  $\text{PbTe}\langle\text{Te}\rangle:\text{In}$ .  
4. Запропоновані квазіхімічні реакції утворення дефектів у плівках  $\text{PbTe}\langle\text{Te}\rangle:\text{In}$  і визначено їх константи рівноваги.  
5. Виконано квазіхімічний розрахунок залежності холлівської концентрації носіїв струму  $n_H$ , а також дефектів – вакансій свинцю  $[\text{V}_{\text{Pb}}^{2-}]$ , домішки індію  $[\text{In}_{\text{Pb}}^+]$  – від технологічних факторів у методі гарячої стінки.

6. Зроблені узагальнення відносно характеру процесів дефектоутворення у легованих індієм кристалах і плівках  $\text{PbTe}\langle\text{Te}\rangle:\text{In}$ .

**Павлюк Л.Р.** – к.ф.-м.н., доцент кафедри фізики новітніх технологій;  
**Галушак М.О.** – д.ф.-м.н., завідувач кафедри фізики новітніх технологій, директор Інституту фундаментальної підготовки.

- [1] Н.Х. Абрикосов, Л.Е. Шалимова. *Полупроводниковые материалы на основе соединений  $A^{IV}B^{VI}$* . Наука, М. (1975).
- [2] Д.М. Фреїк, В.В. Прокопів, М.О. Галушак, М.В. Пиц, Г.Д. Матеїк. *Кристалохімія і термодинаміка дефектів у сполуках  $A^{IV}B^{VI}$* . Плай, Івано-Франківськ (2000).
- [3] Д.М. Заячук, В.А. Шендоровський. Власні дефекти та електронні процеси в  $A^{IV}B^{VI}$ . *Український фізичний журнал*. **32**(3), сс. 261-272 (1996).
- [4] В.Н. Кайданов, Ю.Н. Равич. Глубокие и резонансные состояния в полупроводниках типа  $A^{IV}B^{VI}$  // *Успехи физических наук*. **145**(1), сс. 51-86 (1985).
- [5] Ю.Н. Равич, С.А. Немов. Прыжковая проводимость по сильно локализованным примесным состояниям индия в  $\text{PbTe}$  и твердых растворах на его основе // *Физика и техника полупроводников*. **36**(1), сс. 3-23 (2002).
- [6] Д.М. Фреїк, М.А. Галушак, Л.И. Межиловская. *Физика и технология тонких пленок*. Вища школа, Львів (1988).
- [7] С.В. Гладкий, В.И. Руденков, И.В. Саунин, Я.В. Сергеев. Свойства пленок  $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ , легированных индием // *Неорганические материалы*. **29**(3), сс. 133-135 (1993).
- [8] Д.М. Фреїк, Л.Р. Павлюк, М.О. Галушак, Г.Д. Матеїк. Атомні дефекти і явище самокомпенсації у кристалічному  $\text{PbTe}\langle\text{Te}\rangle:\text{In}$  // *Фізика і хімія твердого тіла*. **3**(3), сс. 429-436 (2002).
- [9] Д.М. Фреїк, Л.Р. Павлюк, М.О. Галушак, В.М. Бойчук, А.М. Яцура. Атомні дефекти і електричні властивості епітаксialних плівок  $\text{PbTe}\langle\text{Te}\rangle:\text{In}$  // *Фізика і хімія твердого тіла*. **3**(2), сс. 315-324 (2002).
- [10] М.К. Житинская, В.Н. Кайданов, С.А. Немов, Л.А. Афанасьева. Особенности явления самокомпенсации в  $\text{PbTe}\langle\text{Te}, \text{Pb}_{\text{изб}}\rangle$  // *Физика и техника полупроводников*, **22**(11), сс. 2023-2025 (1988).
- [11] Л.Н. Бытинский, В.Н. Кайданов, Р.Б. Мельник, С.А. Немов, Ю.Н. Равич. Самокомпенсация акцепторов вакансиями в сульфиде и селениде свинца, легированном талием // *Физика и техника полупроводников*, **14**(1), сс. 74-79 (1980).
- [12] С.А. Немов, В.И. Прошин, Т.Г. Абдулина. Влияние квазилокальных состояний In на дефектообразование в  $\text{PbTe}$  // *Физика и техника полупроводников*, **30**(7), сс. 1285-1292 (1996).

L.R. Pavlyuk, M.O. Galuschak

## Quasichemistry of Defects on Lead Tellurides, Doped by Indium

*Ivano-Frankivsk National University of the oil and gas,  
15, Karpatska Str., Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine*

On the basis of quasichemical the approach mechanisms of process a doped by indium of crystals and films  $\text{PbTe}$ , riched a tellurium are analysed. It is erected the basic legitimacies of processes that happen at a doping of lead telluride crystals and at cultivation doped epitaxial lead telluride films. Equilibrium constants quasichemical responses and an enthalpy of natural and impurity defects are obtain.