

В.В. Прокопів (мол.)

Область гомогенності та квазіхімія власних точкових дефектів у тонких плівках станум телуриду, вирощених з парової фази

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна

Запропонована модель квазіхімічних реакцій утворення власних точкових дефектів у плівках станум телуриду при їх вирощуванні з парової фази методом гарячої стінки в припущенні утворення двократно йонізованих дефектів за Шотткі ($V_{Sn}^{2-} - V_{Te}^{2+}$) і чотиризарядних вакансій стануму V_{Sn}^{4-} . Одержано аналітичні вирази для визначення концентрацій дірок (р), вакансій стануму $[V_{Sn}^{2-}]$, $[V_{Sn}^{4-}]$ і телуру $[V_{Te}^{2+}]$ через константи квазіхімічних реакцій їх утворення К і парціальний тиск пари телуру P_{Te_2} . Встановлено залежності концентрацій вільних носіїв заряду та переважаючих точкових дефектів від технологічних факторів: температури підкладки $T_{п}$, температури випаровування $T_{в}$, парціального тиску пари телуру P_{Te_2} . Знайдено співвідношення між вакансіями стануму $[V_{Sn}^{2-}]$ та $[V_{Sn}^{4-}]$ в плівках станум телуриду одержаних за різних технологічних факторів.

Ключові слова: тонкі плівки, станум телурид, точкові дефекти, квазіхімічні рівняння.

Стаття постуила до редакції 05.01.2011; прийнята до друку 15.03.2011.

Вступ

Плівки сполук $A^{IV}B^{VI}$ – перспективні матеріали для детекторів і джерел інфрачервоного діапазону оптичного спектра випромінювання і термоелектричних приладів.

Основним фактором, що визначає робочі характеристики приладових структур є дефекти кристалічної будови базового матеріалу які в свою чергу визначаються технологічними факторами процесу вирощування. На даний час недостатньо вивчена природа атомних дефектів у тонкоплівковому матеріалі [1]. Так, зокрема, при вивченні процесів дефектоутворення у плівках сполук $A^{IV}B^{VI}$ виникає необхідність в одночасному врахуванні більш широкого спектра зарядових станів власних точкових дефектів [2]. Наукова сторона питання потребує належної систематизації експериментальних результатів та їх теоретичного обґрунтування. Таким чином, проблеми, пов'язані з дослідженням дефектоутворення в тонких плівках станум телуриду і розробкою фізичних основ керування їх видом та концентрацією за умов вирощування, є актуальними. Їх розв'язання може відкрити нові можливості ефективного використання халькогенідів свинцю і олова в мікрооптоелектроніці.

Формування дефектної підсистеми матеріалу в значній мірі визначається особливостями його

області гомогенності. Досліджуючи область гомогенності стануму телуриду методами мікроструктурного рентгенівського аналізу, а також методом вимірювання мікротвердості було встановлено, що область гомогенності стануму телуриду лежить цілком на стороні надлишку телуру відносно стехіометричного складу і має максимальну протяжність від $50,1 \pm 0,1$ до $50,9 \pm 0,1\%$ атомного вмісту телуру при 673 К. Максимум на кривій ліквідусу був встановлений прецизійним термічним аналізом і не співпадає зі стехіометричним складом, а відповідає складу 50,4% атомного вмісту телуру і температурі $1079,05 \pm 0,3$ К [3] (рис. 1).

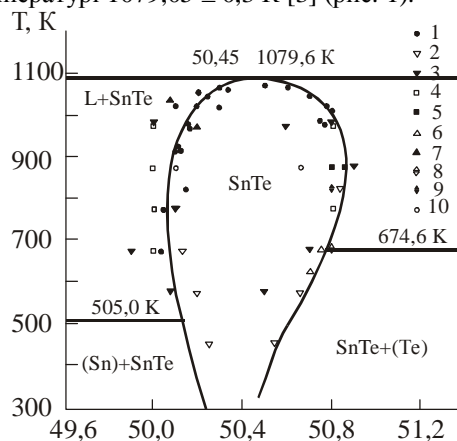


Рис. 1. Область гомогенності SnTe [3].

Надлишковий телур спричиняє р-тип провідності матеріалу. Таким чином, при вирощуванні плівок SnTe будуть утворюватись дефекти переважно акцепторного типу.

Метою роботи є аналіз дефектів у плівках SnTe, вирощених із парової фази, встановлення залежності їх концентрацій від технологічних факторів для вибору оптимальних умов технологічного процесу.

I. Експеримент

Тонкі плівки вирощували із парової фази методом гарячої стінки на монокристалічних підкладках із BaF_2 , сколотих по площині (111) [4].

При дослідженні епітаксійних плівок станум телуриду встановлено діркову провідність матеріалу для всіх використовуваних температурних режимів вирощування (рис. 2). Це пов'язано із повним зміщенням на Т-х-діаграмі Sn-Te області гомогенності в сторону телуру (рис. 1). Із збільшенням температури осадження зменшується концентрація дірок (рис. 2,а).

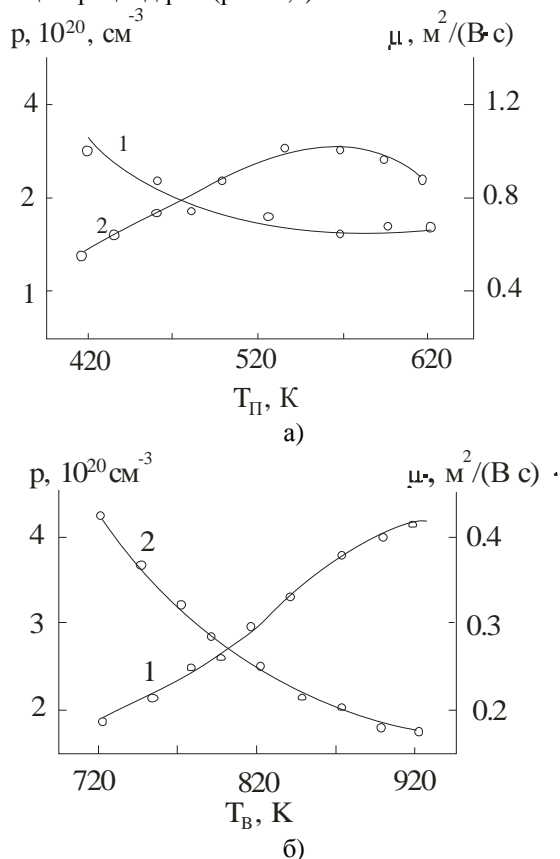


Рис. 2. Залежність концентрації дірок p (1) і рухливості μ (2) в плівках станум телуриду від: а) температури осадження T_{II} , (температура випаровування $T_V = 810 \text{ K}$) б) температури випаровування T_V , (температура осадження $T_{II} = 610 \text{ K}$) [4].

Епітаксійні плівки, одержані при оптимальних температурах осадження ($T_{II} = 570 \text{ K}$) мають мінімальне значення концентрації дірок ($\sim 7 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)

і характеризуються найбільшими рухливостями носіїв заряду ($0,1 \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ при 300 K).

Підвищення температури випаровування наважки ($T_V = 710\text{-}898 \text{ K}$), при постійній температурі осадження ($T_{II} = 610 \text{ K}$), призводить до збільшення концентрації дірок (рис. 2,б).

Тиск пари стануму при використовуваних температурах випаровування SnTe незначний ($P_{Sn} < 10^{-10} \text{ Па}$). Тому у процесах осадження плівок SnTe металічна компонента суттєвої ролі відігравати не буде. На формування атомної дефектної структури плівок впливатиме телур, який є у парі поряд із молекулами станум телуриду та їх димерами [6].

II. Квазіхімічні рівняння

За умови, що при вирощуванні плівок станум телуриду з парової фази методом гарячої стінки утворюються двократно йонізовані дефекти за Шоттки ($V_{Sn}^{2-} - V_{Te}^{2+}$) і чотиризарядні вакансії стануму V_{Sn}^{4-} . Таке припущення правомірне у зв'язку з тим, що при утворенні вакансії в SnTe релаксація навколо вузла, що звільняється, має великий енергетичний ефект і цей процес проходить досить легко [5]. Про це свідчать і експериментальні результати вивчення концентраційної залежності параметра ґратки і порівняння пікнометричної і рентгенівської густини [6]. Природно припустити, що переважаючим в даному матеріалі є дефектоутворення за Шоттки.

Числовий розрахунок енергетичного спектра вакансій металу і халькогену, виконаний у [7] показав, що для сполук $A^{IV}B^{VI}$ вакансії металу є двократними акцепторами, а вакансії халькогену – двократними донорами. Про міжвузловий атом стануму в SnTe є суперечливі дані, а міжвузловий Te, скоріше, електронейтральний. За даними мессбауерівської спектроскопії частина атомів стануму може бути в чотирихвалентному стані Sn^{4+} [8]. Вилучення таких атомів з кристалічної ґратки може призвести до утворення чотирикратно йонізованих вакансій стануму V_{Sn}^{4-} .

Згідно Крегеру [9], процес дефектоутворення можна описати системою квазіхімічних реакцій наведених у таблиці. Тут $K = K_0 \exp(-\Delta H/kT)$ – константа рівноваги реакції, де K_0 – передехпоненційний множник, що мало залежать від температури, ΔH – ентальпія реакції; P_{Te_2} –

парціальний тиск пари телуру; e^- – електрон; h^+ – дірка; n і p – концентрації електронів і дірок відповідно, "S" – тверде тіло, "V" – пара.

Метод квазіхімічних реакцій був успішно застосований для опису процесів дефектоутворення у кристалах SnTe в роботах [10–12].

Реакція (I) описує утворення нейтральних вакансій за Шоттки, (II) – проникнення атомів телуру з парової фази у плівку з утворенням нейтральної V_{Sn}^0 металічної вакансії, (III)-(V) – йонізацію

Таблиця

Квазіхімічні реакції утворення власних точкових дефектів у кристалах телуриду свинцю

№ п/п	Рівняння реакції	Константа рівноваги	K^0 , (см^{-3} , Па)	ΔH , еВ	Література
I	"0" = $V_{\text{Te}}^0 + V_{\text{Sn}}^0$	$K_S = [V_{\text{Sn}}^0] \cdot [V_{\text{Te}}^0]$	$1,1 \cdot 10^{48}$	2,38	[13]
II	$\frac{1}{2} \text{Te}_2^V = V_{\text{Sn}}^0 + \text{Te}_{\text{Te}}^0$	$K_{\text{Te}_2, V} = [V_{\text{Sn}}^0] \cdot P_{\text{Te}_2}^{-1/2}$	$4,0 \cdot 10^{17}$	-0,38	[13]
III	$V_{\text{Te}}^0 = V_{\text{Te}}^{2+} + 2e^-$	$K'_a = [V_{\text{Te}}^{2+}] \cdot n^2 / [V_{\text{Te}}^0]$	$1,46 \cdot 10^{32} \cdot T^3$	0,02	[12]
IV	$V_{\text{Sn}}^0 = V_{\text{Sn}}^{2-} + 2h^+$	$K'_b = [V_{\text{Sn}}^{2-}] \cdot p^2 / [V_{\text{Sn}}^0]$	$1,46 \cdot 10^{32} \cdot T^3$	0,02	[12]
V	$V_{\text{Sn}}^0 = V_{\text{Sn}}^{4-} + 4h^+$	$K''_b = [V_{\text{Sn}}^{4-}] \cdot p^4 / [V_{\text{Sn}}^0]$	$2,14 \cdot 10^{64} \cdot T^6$	0,04	
VI	"0" = $e^- + h^+$	$K_i = n \cdot p$	$3,66 \cdot 10^{31} \cdot T^3$	0,18	[12]
VII	$\text{SnTe}^S = \text{Sn}^S + \frac{1}{2} \text{Te}_2^V$	$K_{\text{SnTe}} = P_{\text{Te}_2}^{1/2}$	$1,75 \cdot 10^7$	1,53	[12]
VIII	$4[V_{\text{Sn}}^{4-}] + 2[V_{\text{Sn}}^{2-}] + n = 2[V_{\text{Te}}^{2+}] + p$				

утворених дефектів. Реакція (VI) описує збудження власної провідності. Реакція (VII) описує сублімацію твердого стану телуриду із розкладом на компоненти. (VIII) – рівняння повної електронейтральності. Слід відмітити, що реакції (I)-(VI) проходять на підкладці і їх константи рівноваги є функціями температури підкладки $T_{\text{П}}$, а реакція (VII) відбувається у випарнику і її константа рівноваги є функцією температури випаровування $T_{\text{В}}$.

Система рівнянь (I)-(VIII) (табл.) дозволяє розрахувати концентрацію носіїв струму і дефектів, якщо відомі значення констант рівноваги реакцій K_a , K_b , K_i , K_S , $K_{\text{Te}_2, V}$, K_{SnTe} . Знайдемо концентрацію дірок розв'язуючи систему рівнянь (I)-(VIII). Для цього з рівнянь (I)-(VII) знайдемо вирази для вакансій стану $[V_{\text{Sn}}^{2-}]$, $[V_{\text{Sn}}^{4-}]$ і телуру $[V_{\text{Te}}^{2+}]$ через константи рівноваги K і концентрацію дірок p :

$$[V_{\text{Sn}}^{2-}] = K'_b K_{\text{Te}_2, V} K_{\text{SnTe}} \cdot p^{-2}; \quad (1)$$

$$[V_{\text{Sn}}^{4-}] = K''_b K_{\text{Te}_2, V} K_{\text{SnTe}} \cdot p^{-4}; \quad (2)$$

$$[V_{\text{Te}}^{2+}] = K'_a K_S (K_i^2 K_{\text{Te}_2, V} K_{\text{SnTe}})^{-1} \cdot p^2. \quad (3)$$

Вираз для концентрації електронів знайдемо з (VI):

$$n = K_i / p \quad (4)$$

Підставляємо одержані вирази в рівняння електронейтральності (VIII), при цьому одержимо рівняння п'ятого степеня:

$$Ap^5 + Bp^4 - Cp^2 - Dp + F = 0. \quad (5)$$

Тут

$$\begin{aligned} A &= 2K'_a K_S (K_i^2 K_{\text{Te}_2, V} K_{\text{SnTe}})^{-1}; \\ B &= 1; \quad C = K_i + K_{\text{Te}_2, V} K_{\text{SnTe}} K_b; \\ D &= 2K'_b K_{\text{Te}_2, V} K_{\text{SnTe}}; \\ F &= 4K''_b K_{\text{Te}_2, V} K_{\text{SnTe}}. \end{aligned} \quad (6)$$

Холлівську концентрацію дірок p_X знайдемо з виразу:

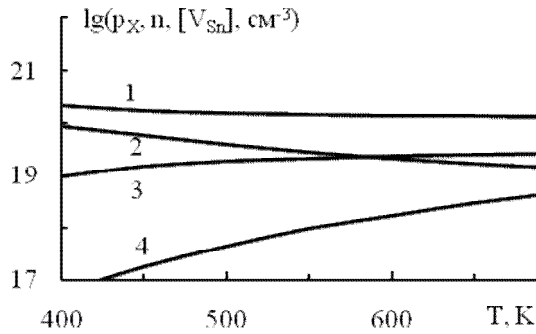
$$p_X = p - K_i / p. \quad (7)$$

III. Обговорення результатів

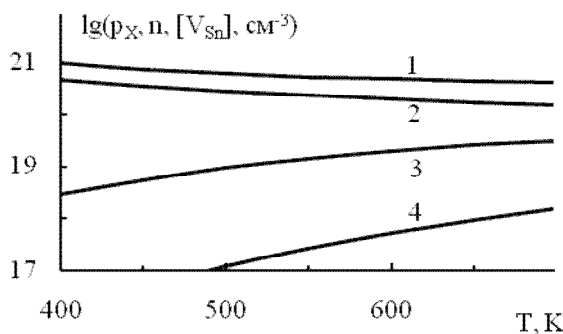
Деякі результати розрахунку залежностей концентрації носіїв струму і дефектів від температури підкладки $T_{\text{П}}$, температури випаровування $T_{\text{В}}$ і парціального тиску пари телуру P_{Te_2} наведено на рис. 3-9.

З рисунків видно, що з підвищенням температури підкладки $T_{\text{П}}$, при постійній температурі випаровування $T_{\text{В}}$ і парціальному тиску пари телуру P_{Te_2} додаткового джерела, концентрація дірок p зменшується (рис. 3), що якісно узгоджується з експериментом (рис. 2,а). Розрахунок концентрації дефектів показав, що у плівках SnTe вакансії телуру V_{Te}^{2+} утворюються у незначних кількостях (на рисунках не показано) і концентрація носіїв струму

визначається в основному концентрацією вакансій стануму $[V_{Sn}^{2-}]$ та $[V_{Sn}^{4-}]$. При цьому, зі збільшенням



а)



б)

Рис. 3. Залежності концентрації дірок p (1), електронів (4), вакансій стануму $[V_{Sn}^{2-}]$ (2) та $[V_{Sn}^{4-}]$ (3) у плівках станум телуриду від температури підкладки T_{Π} при температурі випаровування $T_B = 800$ К і парціальному тиску пари телуру додаткового джерела телуру P_{Te_2} , Па: а) 10^{-3} , б) 10 .

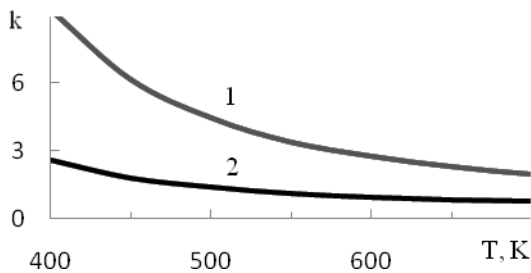
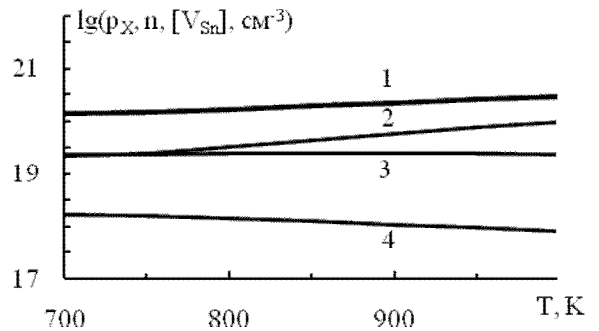


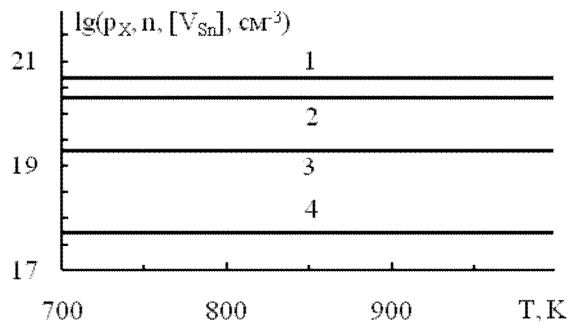
Рис. 4. Залежності відношення концентрації вакансій стануму $k = [V_{Sn}^{2-}]/[V_{Sn}^{4-}]$ у плівках станум телуриду від температури підкладки T_{Π} при температурі випаровування $T_B = 800$ К і парціальному тиску пари телуру P_{Te_2} , Па: 1 – 10 , 2 – 10^{-3} .

температури підкладки, при постійній температурі випаровування T_B і парціальному тиску пари телуру P_{Te_2} , концентрація двократно йонізованих вакансій стануму $[V_{Sn}^{2-}]$ спадає, а чотирикратно йонізованих

$[V_{Sn}^{4-}]$ зростає (рис. 3), тому й їх відношення $k = [V_{Sn}^{2-}]/[V_{Sn}^{4-}]$ зменшується (рис. 4).



а)



б)

Рис. 5. Залежності концентрації дірок p (1), електронів (4), вакансій стануму $[V_{Sn}^{2-}]$ (2) та $[V_{Sn}^{4-}]$ (3) у плівках станум телуриду від температури випаровування T_B при температурі підкладки $T_{\Pi} = 600$ К і парціальному тиску пари телуру додаткового джерела телуру P_{Te_2} , Па: а) 10^{-3} , б) 10 .

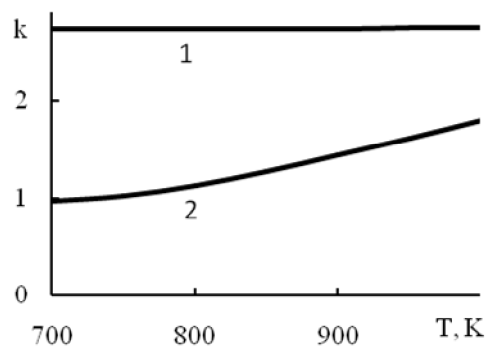


Рис. 6. Залежності відношення концентрації вакансій стануму $k = [V_{Sn}^{2-}]/[V_{Sn}^{4-}]$ у плівках станум телуриду від температури випаровування T_B при температурі підкладки $T_{\Pi} = 600$ К і парціальному тиску пари телуру додаткового джерела телуру P_{Te_2} , Па: 1 – 10 , 2 – 10^{-3} .

Збільшення температури випаровування T_B , при низьких значеннях парціального тиску пари телуру P_{Te_2} і незмінній температурі підкладки T_{Π} ,

призводить до незначного зростання концентрації дірок p (рис. 5, а), що також якісно узгоджується з експериментом (рис. 2,б). Концентрації вакансій стануму при цьому зростають, а концентрації вакансій телуру $[V_{Te}^{2+}]$ і електронів n спадають (рис. 5, а). Причому, концентрація вакансій стануму $[V_{Sn}^{2-}]$ зростає в більшій мірі ніж чотирикратно йонізованих $[V_{Sn}^{4-}]$ тому й їх відношення $k = [V_{Sn}^{2-}]/[V_{Sn}^{4-}]$ зростає (рис. 6, крива 2).

Зміна температури випаровування T_B , при високих значеннях парціального тиску пари телуру P_{Te_2} і сталій температурі підкладки T_{Π} , істотно не впливає на концентрацію як дефектів (вакансій $[V_{Sn}^{2-}]$, $[V_{Sn}^{4-}]$, $[V_{Te}^{2+}]$), так і вільних носіїв заряду (дірок p і електронів n) (рис. 5, б). Зрозуміло, що і відношення $k = [V_{Sn}^{2-}]/[V_{Sn}^{4-}]$ при цьому залишається незмінним (рис. 6, крива 1)

Зміна парціального тиску пари телуру P_{Te_2} , при постійній температурі підкладки T_{Π} і температурі випаровування T_B та при малих значеннях тиску телуру ($P_{Te_2} < 10^{-3}$ Па), не впливає на концентрацію вільних носіїв заряду і дефектів (рис. 7). Подальше ж збільшення P_{Te_2} призводить до зростання концентрації дірок p та двократно йонізованих вакансій стануму $[V_{Sn}^{2-}]$ і спадання концентрації чотирикратно йонізованих вакансій стануму $[V_{Sn}^{4-}]$, вакансій телуру $[V_{Te}^{2+}]$ та електронів n . Відношення концентрації вакансій стануму $k = [V_{Sn}^{2-}]/[V_{Sn}^{4-}]$ також залишається незмінним при малих значеннях тиску телуру P_{Te_2} і зростає при дальнішому його збільшенні (рис. 8).

Область, де концентрації вільних носіїв заряду і дефектів не залежать від парціального тиску пари телуру P_{Te_2} додаткового джерела телуру розширюється із збільшенням температури випаровування T_B (рис. 7).

Такі особливості баричних залежностей для плівки SnTe пояснюються тим, що при низьких тисках телуру P_{Te_2} додаткового джерела, тиск телуру в системі визначається температурою випаровування T_B (рівняння VI, табл.).

Таким чином, у плівках станум телуриду, вирощених при низьких значеннях температури підкладки T_{Π} і високих значеннях парціального тиску пари телуру P_{Te_2} додаткового джерела телуру, переважаючими дефектами будуть двократно йонізовані вакансії стануму $[V_{Sn}^{2-}]$. У плівках вирощених при високих значеннях температури

підкладки T_{Π} і низьких значеннях парціального тиску пари телуру P_{Te_2} будуть переважати чотирикратно

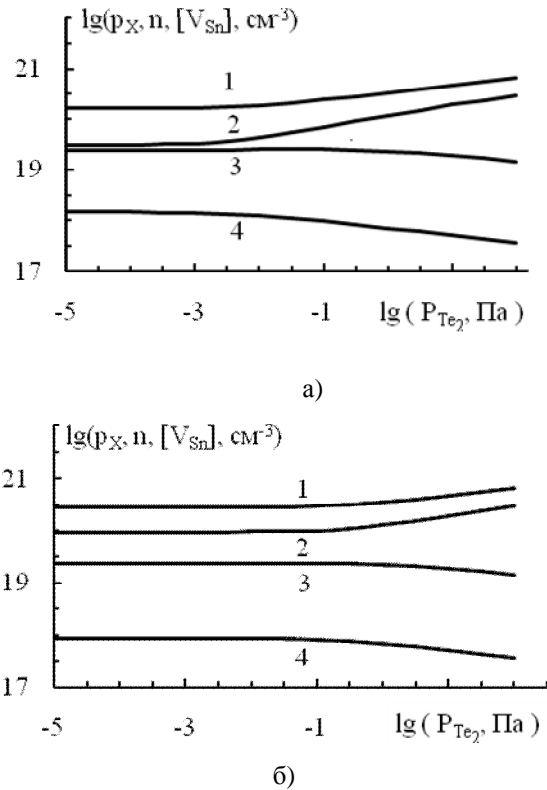


Рис. 7. Залежності концентрації дірок p (1), електронів n (4), та вакансій стануму $[V_{Sn}^{2-}]$ (2) та $[V_{Sn}^{4-}]$ (3) у плівках станум телуриду від парціального тиску пари телуру P_{Te_2} додаткового джерела телуру при температурі підкладки $T_{\Pi} = 600$ К і температурі випаровування T_B , К: а – 800, б – 1000.

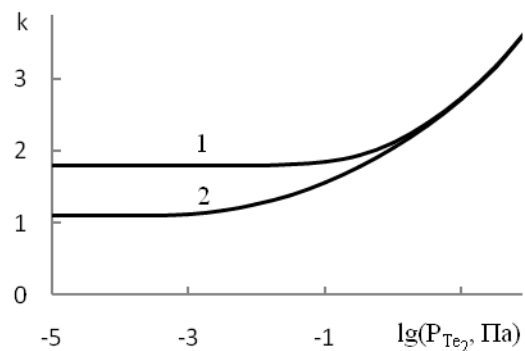


Рис. 8. Залежності відношення концентрації вакансій стануму $k = [V_{Sn}^{2-}]/[V_{Sn}^{4-}]$ у плівках станум телуриду від парціального тиску пари телуру P_{Te_2} додаткового джерела телуру при температурі підкладки $T_{\Pi} = 600$ К і температурі випаровування T_B , К: 1 – 1000, 2 – 800.

йонізовані вакансії стануму $[V_{Sn}^{4-}]$. Области переважання чотирикратно $[V_{Sn}^{4-}]$ чи двократно $[V_{Sn}^{2-}]$ йонізованих вакансій стануму при температурі випаровування $T_B = 800$ К показані на рис. 9.

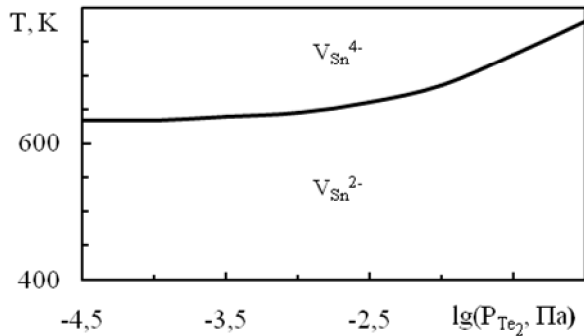


Рис. 9. Области переважання чотирикратно $[V_{Sn}^{4-}]$ і двократно $[V_{Sn}^{2-}]$ йонізованих вакансій стануму на $T - P_{Te_2}$ діаграмі. Температура випаровування $T_B = 800$ К.

Висновки

За допомогою квазіхімічних реакцій утворення точкових дефектів описано дефектоутворення в

плівках станум телуриду при їх вирощуванні з парової фази методом гарячої стінки. Одержано аналітичні вирази залежностей концентрації дірок (р), вакансій стануму $[V_{Sn}^{2-}]$, $[V_{Sn}^{4-}]$ і телуру $[V_{Te}^{2+}]$ від технологічних факторів: температури підкладки T_{II} , температури випаровування T_B та парціального тиску пари телуру P_{Te_2} .

Показано, що в плівках SnTe вирощених при низьких значеннях температури підкладки T_{II} і високих значеннях парціального тиску пари телуру P_{Te_2} додаткового джерела телуру переважаючими дефектами будуть двократно йонізовані вакансії стануму $[V_{Sn}^{2-}]$, а у плівках вирощених при інших значеннях цих технологічних факторів будуть переважати чотирикратно йонізовані вакансії стануму $[V_{Sn}^{4-}]$.

Автор висловлює вдячність проф. Фреїку Д.М. за постановку задачі та обговорення результатів дослідження.

Робота виконана в рамках проекту МОНУ (державний реєстраційний номер 0107U000768) і проекту державного агентства з питань науки, інновацій та інформації України (д.р.н. 0110U007675)

Прокопів В.В. (мол.) – аспірант кафедри фізики і хімії твердого тіла.

- [1] 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. 164 с. (2000).
- [2] *Фізико-хімічні проблеми напівпровідникового матеріалознавства. Том II. Тонкі плівки $A^{IV}B^{VI}$* . За заг. ред. Д. Фреїка. Плай, Івано-Франківськ. 296 с. (2009).
- [3] Кузнецов В.Л. Критическая оценка, оптимизация фазовой диаграммы и термодинамических свойств в системе Sn-Te // *Неорганические материалы*, **32**(3), сс. 261-272 (1996).
- [4] Д.М. Фреїк, М.А. Галушак, Л.И. Межиловская. *Физика и технология полупроводниковых пленок*. Вища школа, Львов. 152 с. (1988).
- [5] Д.М. Заячук, В.А. Шендеровський. Власні дефекти та електронні процеси в $A^{IV}B^{VI}$ // *УФЖ*, **36**(11), сс. 1692-1713 (1991)
- [6] Н.Х. Абрикосов, Л.Е. Шелимова. *Полупроводниковые материалы на основе соединений $A^{IV}B^{VI}$* . Наука, М. (1975).
- [7] Б.А. Волков, О.А. Панкратов. Кристаллические структуры и симметрия электронного спектра полупроводников группы $A^{IV}B^{VI}$ // *Ж. эксперим. и теор. физики*. 75(4), сс. 1362-1379 (1978).
- [8] В.Ф. Мастеров, Ф.С. Насрединов, С.А. Немов, П.П. Серегин, А.В. Ермолаев, С.М. Иркаев Электрическая активность изоэлектронной примеси германия в халькогенидах свинца // *ФТП*, **31**(3), сс. 381-383 (1997)
- [9] Ф. Крегер. *Химия несовершенных кристаллов*. Мир, М. 654 с. (1969).
- [10] Д.М. Фреїк, В.В. Прокопів, В.В. Борик, Я.І. Дроняк. Кристалохімія власних атомних дефектів у кристалах телуриду олова // *Фізика і хімія твердого тіла*, **2**(4), сс. 543-548 (2001).
- [11] Д.М. Фреїк, В.В. Прокопів. Квазіхімічний опис нестехіометрії телуриду олова // *Фізика і хімія твердого тіла*, **2**(2), сс. 223-227 (2001).
- [12] В.В. Прокопів Квазіхімічний опис власних атомних дефектів телуриду олова // *Фізика і хімія твердого тіла*, **3**(2), сс. 281-284 (2002).
- [13] В.П. Зломанов, А.М. Гаськов. Собственные и примесные дефекты в соединениях группы $A^{IV}B^{VI}$ // *Рост полупроводниковых кристаллов и пленок: Новые методики, легирование, критерии функциональной пригодности материалов*. Новосибирск, Ч.П. сс. 116-133 (1984).

V.V. Prokopiv (Jr.)

Homogeneity Field and Quasichemistry of Own Point Defects in Tin Telluride Thin Films Growing from Vapor Phase

*Vasyl Stefanyk PreCarpathian National University,
57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine*

The model of quasichemical reactions for formation of own point defects in tin telluride films that growing from vapor phase by hot-wall method under assumption of double-ionizing Schottky defects ($V_{\text{Sn}}^{2-} - V_{\text{Te}}^{2+}$) and four-ionizing tin vacancy V_{Sn}^{4-} are proposed. Formulas for determining the concentrations of holes (p), tin vacancies $[V_{\text{Sn}}^{2-}]$, $[V_{\text{Sn}}^{4-}]$ and tellurium $[V_{\text{Te}}^{2+}]$ through constants of quasichemical reactions of their formation K and partial vapor pressure of tellurium (P_{Te_2}). There are receive the dependences of both the free carriers concentration and prevailing defects from technological factors, as substrate temperature (T_s), control of temperature evaporation (T_E), partial vapor pressure of tellurium (P_{Te_2}). It is receive the correspondence between tin vacancies $[V_{\text{Sn}}^{2-}]$ and $[V_{\text{Sn}}^{4-}]$ in tin telluride films at growing from vapor phase at different technology modes.