

**Міністерство освіти і науки України
Дніпровський національний університет
імені Олеся Гончара**

**Перспективні напрямки
сучасної електроніки,
інформаційних і комп'ютерних
систем**

Тези доповідей

**на II Всеукраїнській
науково-практичній конференції
MEICS-2017**

м. Дніпро
22-24 листопада 2017 р.

**МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ ДЕФЕКТНОЇ ПІДСИСТЕМИ
У ПАРОФАЗНИХ КОНДЕНСАТАХ КАДМІЙ ТЕЛУРИДУ****В. Прокопів, Л. Никируй,****Т. Мазур, Р. Яворський, І. Малярська***ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»,
prkvv@i.ua*

Кадмій телурид, завдяки особливому комплексу фізико-хімічних властивостей є перспективним матеріалом для використання у перетворювачах сонячної енергії, детекторів X- та γ-випромінювання, що функціонують при кімнатних температурах

Тонкі плівки кадмій телуриду одержували з парової фази методом гарячої стінки [1]. Процес утворення власних точкових дефектів при вирощуванні плівок з парової фази описується системою рівнянь квазіхімічних реакцій наведених у таблиці.

Квазіхімічні реакції утворення власних точкових дефектів у тонких плівках кадмійтелуриду

№п/п	Рівняння реакції	Константа рівноваги	K^0 , (см ⁻³ , Па)	ΔH, еВ
I	$CdTe^S = Cd^V + 0,5Te_2^V$	$K_{CdTe} = P_{Cd} P_{Te_2}^{1/2}$	$1,2 \cdot 10^{10}$	3,03
II	$Cd^V = Cd_{Cd}^0 + V_{Te}^0$	$K_{Cd,V} = [V_{Te}^0] \cdot P_{Cd}^{-1}$	$6,61 \cdot 10^{25} \cdot T^{-5/2}$	3,24
III	$0,5Te_2 = Te_{Te}^0 + V_{Cd}^0$	$K_{Te_2,V} = [V_{Cd}^0] \cdot P_{Te_2}^{-1/2}$	$1,01 \cdot 10^{39} \cdot T^{-17/4}$	2,67
IV	$V_{Te}^0 = V_{Te}^+ + e^-$	$K_a = [V_{Te}^+] \cdot n / [V_{Te}^0]$	$3,5 \cdot 10^{14} \cdot T^{3/2}$	0,38
IVa	$V_{Te}^0 = V_{Te}^{2+} + 2e^-$	$K'_a = [V_{Te}^{2+}] \cdot n^2 / [V_{Te}^0]$	$3,06 \cdot 10^{28} \cdot T^3$	0,84
V	$V_{Cd}^0 = V_{Cd}^- + h^+$	$K_b = [V_{Cd}^-] \cdot p / [V_{Cd}^0]$	$2,44 \cdot 10^{15} \cdot T^{3/2}$	0,05
Va	$V_{Cd}^0 = V_{Cd}^{2-} + 2h^+$	$K'_b = [V_{Cd}^{2-}] \cdot p^2 / [V_{Cd}^0]$	$2,14 \cdot 10^{29} \cdot T^3$	0,47
VI	"0" = $e^- + h^-$	$K_i = n \cdot p$	$5 \cdot 10^{39} \cdot T^3$	1,5
VII	$n + [V_{Cd}^-] + 2[V_{Cd}^{2-}] = p + [V_{Te}^+] + 2[V_{Te}^{2+}]$			

Тут $K = K_0 \exp(-\Delta H / kT)$ – константи рівноваги; P_{Cd} , P_{Te_2} – парціальні тиски пари кадмію і телуру відповідно; e^- – електрони; h^+ – дірки; n і p – концентрації електронів і дірок відповідно; „V” – пара.

Реакція (I) описує сублімацію твердого кадмій телуриду із розкладом на компоненти, (II)–(III) – проникнення атомів кадмію та телуру з парової фази у плівку з утворенням нейтральної металічної V_{Cd}^0 та аніонної V_{Te}^0 вакансій відповідно. (IV)–(V) – реакції йонізації утворених дефектів; (IV) – збудження власної провідності. Слід відмітити, що реакції (II)–(VI) проходять на підкладці і їх константи рівноваги є функціями температури підкладки $T_{п}$, а реакція (I) відбувається у випарнику і її константа рівноваги є функцією температури випаровування $T_{в}$.

Рівняння (VII) – загальна умова електронейтральності. Рівняння (I)–(VII) дають можливість визначити концентрацію електронів n через константи рівноваги K та парціальний тиск пари кадмію P_{Cd} .

Знаючи концентрацію електронів, користуючись співвідношеннями (I)–(VI), можна знайти холлівську концентрацію вільних носіїв заряду n_H , концентрацію дірок p , одно- та двозарядних вакансій кадмію $[V_{Cd}^-]$, $[V_{Cd}^{2-}]$, та телуру $[V_{Te}^+]$, $[V_{Te}^{2+}]$.

Ефективні значення перед експоненційних множників K^0 і ентальпій реакцій ΔH для констант реакцій (табл.) взяті ті ж, що і для кристалів [2].

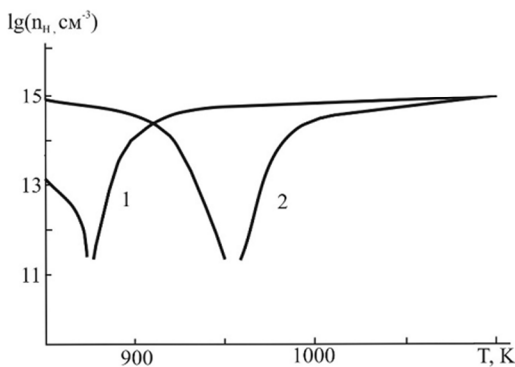


Рис. 1. Залежності холлівської концентрації вільних носіїв заряду n_n від температури випаровування T_v при температурі підкладки T_{Π} , К: 1 – 700, 2 – 800.

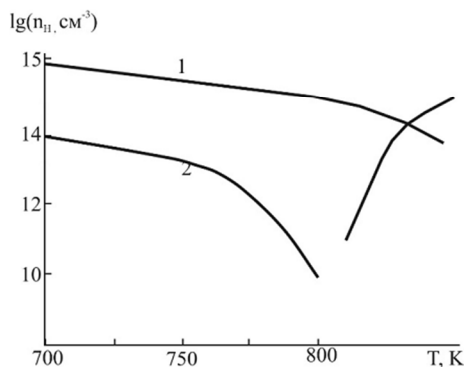


Рис. 2. Залежності холлівської концентрації вільних носіїв заряду n_n від температури підкладки T_{Π} при температурі випаровування T_v , К: 1 – 1100, 2 – 850.

Деякі результати розрахунку залежностей концентрації вільних носіїв заряду від температури підкладки T_{Π} і температури випаровування T_v наведено на рис. 1–2.

З графіків видно, що при низьких температурах випаровування T_v і високих підкладки T_{Π} одержуємо плівки р-типу провідності. При цьому з підвищенням температури випаровування T_v , при постійній температурі підкладки T_{Π} концентрація дірок p зменшується, при деякій температурі T_{Π} настає інверсія провідності з р- на n-тип та в подальшому зростає концентрація електронів (рис. 1).

При високих температурах випаровування T_v одержуємо плівки тільки n-типу провідності для всієї області зміни температури підкладки T_{Π} . При цьому, зі збільшенням температури підкладки, при постійній температурі випаровування T_v концентрація електронів спадає і якщо $T_v < 900$ К настає інверсія провідності з n- на р-тип (рис. 2).

[1] Фреїк Д.М., Галушак М.А., Межиловская Л.И. Физика и технология полупроводниковых пленок. Львов: Вища школа. (1988). 152 с.

[2] Фреїк Д.М., Прокопів В.В., Писклинець У.М. Атомні дефекти та їх компенсація у чистому і легваному телуриді кадмію. Фізика і хімія твердого тіла. Т.4, № 3. (2004). С. 547–555.

MECHANISMS FORMATION OF THE DEFECTIVE SUBSYSTEM IN THE PARROPHASE CONDENSATES CdTe

V. Prokopiv, L. Nykyruy, T. Mazur, R. Yavorskiy, I. Malyarska

Vasyl Stefanyk Prekarpathian National University

prkvv@i.ua

In the work by the method of quasi-chemical reactions defect formation in thin CdTe films grown from the vapor phase is described. The dependences of the prevailing own atomic defects and the concentration of free charge carriers on the temperature of the substrate and the temperature of evaporation are established.