



# VII Українська наукова конференція з фізики напівпровідників

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Дніпро, Україна  
26-30 вересня 2016 р.

**Національна академія наук України  
Міністерство освіти та науки України  
Наукова рада з проблеми «Фізика напівпровідників  
та напівпровідникові пристрої» при Відділенні фізики і астрономії  
Національної академії наук України  
Українське фізичне товариство  
Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України  
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара  
Інститут оптоелектроніки**

**VII УКРАЇНСЬКА НАУКОВА  
КОНФЕРЕНЦІЯ З ФІЗИКИ  
НАПІВПРОВІДНИКІВ**

**УНКФН–7**

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

**Дніпро, Україна  
26 - 30 вересня 2016**

**УДК 537.311.322(063)**

**ББК 22.379я431**

**П 26**

**7-ма Українська наукова конференція з фізики напівпровідників. Матеріали конференції. – Кременчук: Видавець ПП Щербатих О. В., 2016. – 556 с.**

Дана збірка містить тези доповідей 7-ї Української наукової конференції з фізики напівпровідників (УНКФН-6) за участі зарубіжних науковців. Матеріали відображають зміст доповідей конференції, у яких викладені нові результати, стан і перспективи досліджень в області фізики напівпровідників за основними напрямками: нові фізичні явища в об'ємі та на поверхні напівпровідників, фізичні явища у низькорозмірних структурах, фізика напівпровідникових приладів, проблемні питання мікро- та наноелектроніки, сучасні фізико-технічні аспекти напівпровідникової сенсорики та оптоелектроніки, надвисокочастотна та терагерцова електроніка, матеріалознавство, технології та діагностика напівпровідникових матеріалів.

У збірці надруковані тези пленарних, запрошених, усних та стендових секційних доповідей. Більша частина відповідних повних доповідей за рекомендацією програмного комітету і редакційної колегії конференції буде опублікована в тематичних випусках наукових журналів: "Український фізичний журнал", "Журнал фізичних досліджень", "Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics", "Функціональні матеріали", "Технология и конструирование в электронной аппаратуре", "Фотоелектроніка", "Сенсорна електроніка і мікросистемні технології".

Видання тез доповідей здійснено з авторських оригіналів, підготовлених до друку Програмним комітетом і редакційною колегією конференції.

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України (протокол № 7 від 8 червня 2016 р.).

**ББК 22.379я431**

**УДК 537.311.322(063)**

Редакційна колегія:

Головний редактор О.Є. Беляєв

Члени редколегії:

В.О. Кочелап

В.Г. Литовченко

О.В. Стронський

М.В. Поляков

О.В. Коваленко

**ISBN 978-617-639-108-1**

© Видавництво ПП Щербатих О.В.

© Дніпропетровський національний університет  
імені Олеся Гончара, 2016

# Рентгенофотоелектронні спектри та спектри фотолюмінесценції нанопористого $c\text{-GeS}_2$ ( $T_i, V_j$ ) при природному старінні

О.Кондрат<sup>1</sup>, Р.Голомб<sup>1</sup>, Г.Ловас<sup>1</sup>, В.Мица<sup>1</sup>, А.Чік<sup>2</sup>, М.Вереш<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна  
[o.b.kondrat@gmail.com](mailto:o.b.kondrat@gmail.com)

<sup>2</sup> Institute for Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences, H-4001 Debrecen, Hungary.

<sup>3</sup> Wigner Research Centre for Physics, Hungarian Academy of Sciences, 1121 Budapest, Hungary.

В даний час аморфні наноструктуровані халькогеніди є перспективними матеріалами для надшвидких фотонних систем для передачі і обробки інформації [1]. Неабиякий інтерес представляє використання стекол на основі  $\text{GeS}_2$ , якого відносять до матеріалів з високим вмістом нанопор для адсорбції водню і радіоактивного йоду [2].

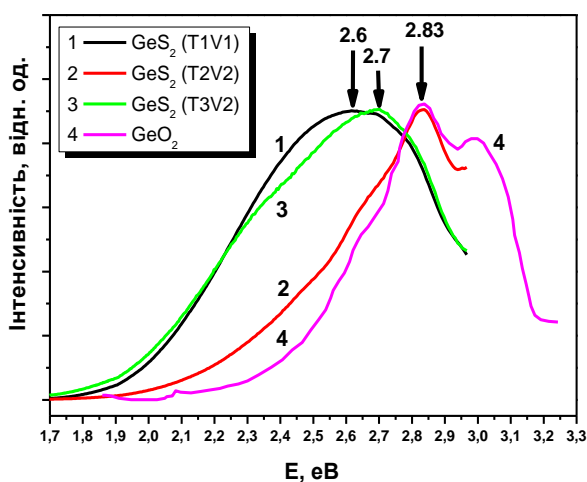


Рис.1. Спектри ФЛ  $c\text{-GeS}_2(T_iV_j)$  та розчину  $\text{GeO}_2$  у воді.

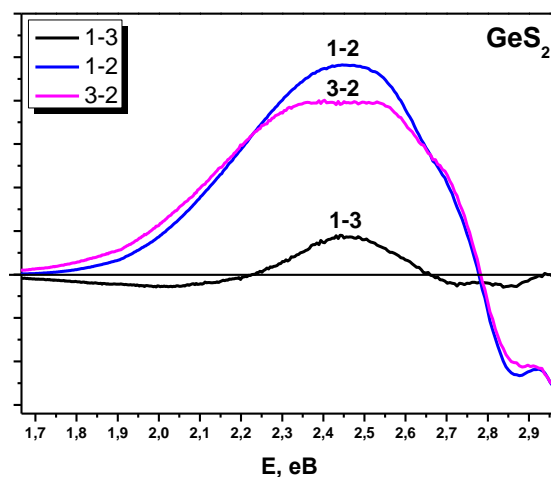


Рис.2. Різницеві спектри  $c\text{-GeS}_2$  (див.рис.1).

Синтез склоподібних матеріалів  $c\text{-GeS}_2$  здійснювався із елементарних компонент чистоти “ОСЧ” В-5 в кварцевих ампулах. Було використано три різні температури синтезу  $T_i$  ( $T_1=1173$ ,  $T_2=1273$  і  $T_3=1373$  К). Розплав витримувався на протязі 10 год. і охолоджувався з швидкостями  $1.0 \cdot 10^2$  К/с ( $V_1$ ) та  $1.5 \cdot 10^2$  К/с ( $V_2$ ). Спектри фотолюмінесценції досліджувалися на спектрофлуориметрі Fluorolog FL 3-22 (HORIBA Jobin-Yvon Inc., Франція). Рентгено-фотоелектронні дослідження були проведені за допомогою приладу Specs GmbH (Німеччина) з використанням немонохроматизованого  $\text{Al K}_\alpha$  випромінювання ( $h\nu=1486$  eV).



В рамках теорії наногетероморфного склоутворення теоретичними і експериментальними спектроскопічними методами в даній роботі дістала підтвердження гіпотеза про формування змішаного середнього порядку в  $c\text{-GeS}_2$  кільцевими фрагментами двохмірної шаруватої високотемпературної  $\beta\text{-GeS}_2$  та трьохмірної низькотемпературної  $\alpha\text{-GeS}_2$  кристалічних фаз. Квантово-механічними розрахунками із перших принципів встановлено, що енергетична перевага при формуванні кільцевих кластерів в матриці структури  $c\text{-GeS}_2$  може бути представлена рядом: 4-6 членні кільця у співвідношенні 1:2; 6-членні кільця; 4-членні кільця. На основі поєднання теоретичних розрахунків коливного спектру кільцевих кластерів та спектроскопічних досліджень виявлено, що загартування розплаву дисульфиду германію від  $T_2 = 1273 \text{ K}$  з  $V_2 = 1.5 \cdot 10^2 \text{ K/c}$  (далі умови синтезу  $T_2V_2$ ) в порівнянні з  $T_1V_1$  ( $V_1 = 10^2 \text{ K/c}$ ) та  $T_3V_2$ , приводить до зростання в матриці структури  $c\text{-GeS}_2(T_2V_2)$  долі кластерів низькотемпературної  $\alpha\text{-GeS}_2$  фази, в трьохмірному каркасі якої зв'язані кутами тетраедри  $\text{GeS}_4$  утворюють еліпсоїдально подібні пустоти [2]. При природному старінні  $c\text{-GeS}_2(T_2V_2)$  в спектрі фотолюмінесценції зі сколу домінує фіолетова емісія при 2,82 та 3.0 eV, характерна для ФЛ розчину кварцеподібного  $\text{GeO}_2$  і емісії модельного гідратованого кластеру(рис.1). На спектрах ФЛ дисульфиду германію, одержаного при  $T_1V_1$  та  $T_3V_2$ , домінує емісія в зеленій області спектру, характерна для нанодротів  $\text{GeO}_x$  (Рис.2). Виявлена кореляція між умовами загартування розплаву дисульфиду германію від  $T_3 = 1373 \text{ K}$  з  $V_2 = 150 \text{ K/c}$ , збільшенням в матриці структури  $c\text{-GeS}_2(T_3V_2)$  «дефектних» 5-ти членних кілець зі слабкими Ge-Ge зв'язками і зростанням інтенсивності «червоної» емісії зі сколу при старінні окисненої поверхні  $c\text{-GeS}_2$  ( $T_3V_2$ ) при 1.89; 1.98 та 2.1 eV (рис.1), характерної для емісії модельного дефекту типу  $(-\text{OGeX}_3$  ( $\text{X}=\text{OGeH}_3$ ) в субстехіометричному окислі  $\text{GeO}_x$ .

Вперше методом РФС виявлено, що природне старіння  $c\text{-GeS}_2(\text{Ge}_{33}\text{S}_{67})$  на протязі 10 років приводить до оксидизації і карбонізації полірованої поверхні скла, (Ge=2.3; S=1.2; C=32.8; O=63.7%). При очистці поверхні іонами аргону, концентрація вуглецю падає до 5 % лише на глибині 30 нм.

1. O. Kondrat, R. Holomb, N. Popovich, V. Mitsa at all. J. Applied Physics **118**, 225307(7) (2015).
2. Г. Й. Ловас. Автореферат кандидатської дисертації. Чернівці, 18 с (2016).