ФІЗИКА І ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА
Т. 6, № 3 (2005) С. 382-386

PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLID STATE
V. 6, № 3 (2005) P. 382-386

PACS: 72.80Jc;61.82.Fk;61.72.Ji

ISSN 1729-4428

К.В. Савченко

Гамма-індукована провідність Ga_2Se_3

Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна, Національна академія наук України
просп. Леніна, 47, Харків, 61103, Україна, E-mail: konstantin@kharkov.com

Представлено результати досліджень гамма-індукованої провідності крупнокристалічних зразків Ga_2Se_3, що є перспективним матеріалом для робочих елементів у датчиках іонізуючих випромінювань з аномально високим радіаційним ресурсом [V.M. Koshkin, L.P. Gal'chinetskii, V.N. Kulik, B.G. Minkov, U.A. Ulmanis // *Solid State Communications,* 13, p.1, (1973)]. Проведено виміри мікротвердості, температурної залежності електропровідності та мас-спектрометричні дослідження.

Ключові слова: Ga_2Se_3, гамма-індукована провідність, провідність, мікротвердість, мас-спектрометрія

Стаття поступила до редакції 11.10.2004; прийнята до друку 10.05.2005.

Вступ

Ефект аномально високої радіаційної стійкості кристалів In_2Te_3, Ga_2Te_3 і Ga_2Se_3 дозволяє використовувати ці напівпровідникові сполуки як робочі елементи детекторів для дозиметрії великих доз і інтенсивностей іонізуючих випромінювань [1-4]. Опромінення швидкими нейтронами (~10^{18} нейтр. см$^{-2}$), швидкими електронами (~10^{18} електр.см$^{-2}$) чи γ-квантами (~10^{18} квант. см$^{-2}$) не змінює фізичні властивості цих кристалів [3], у той час як деградація фізичних параметрів, наприклад, кремнію л-типу має місце при флюєнсі швидких нейтронів ~10^{12} нейтр. см$^{-2}$ [5]. Характерна риса сполук типу $A_2^{IV}B_3^{VI}$ полягає в тому, що різна валентність катіонів і аніонів і тетраедрична координація атомів у кристалічній структурі цинкової обманки (сфалерит, група симетрії $F\bar{4}3m$ [6]) приводить до відсутності катіонів у 1/3 позицій катіонної підгратки. Ці структурні дефекти (стехіометричні вакансії) мають концентрацію ~10^{21} см$^{-3}$ і визначають аномальні властивості цих сполук. Як було показано в роботах [7-9], можливість утворення в кристалічних ґратах зон нестійкості взаємодіючих дефектів, можливість існування дефектів з нестійких пар вакансія - атом між вузлами, а також можливість каналювання і припинення атомного фокусування при поглинанні часток і квантів високих енергій є властивостями, що визначають аномально високий радіаційний ресурс речовин.

В останні роки вивчення властивостей Ga_2Se_3 також стимульовано перспективою його використання для зниження щільності поверхневих станів GaAs [10,11], на границі розділу переходу ZnSe/GaAs і в інших оптоелектроних пристроях [12,13]. Був проведений теоретичний розгляд структурних і електронних властивостей орторомбічної β-модифікації Ga_3Se_3 [13], вивчена дефектна структура кристалів Ga_2Se_3, легованих ітербієм і марганцем [14], виконані теоретичні розрахунки електронної структури кристалів Ga_2Se_3, легованих домішками p - і n - типу [15,16]. Електричні властивості фаз високого тиску Ga_2Se_3, In_2Te_3 і Ga_2Te_3, а також фазові переходи під тиском у Ga_2Se_3 розглянуті в роботах [17-19].

У теперішній роботі представлені результати досліджень гамма-Індукованої провідності зразків Ga_2Se_3 у у-потоках з різною потужністю дози, результати виміру мікротвердості, температурної залежності електропровідності і мас-спектрометричного аналізу.

I. Методика експерименту

Кристали Ga_2Se_3 були вирощені методом Бриджмена-Стокбаргера й ідентифіковані за допомогою рентгенофазового аналізу, як це було описано раніше в роботі [17]. Синтез Ga_2Se_3 був проведений з високочистих елементів галію (99,9997%) і селену (99.9999%, ОСЧ 22-4), надстехіометричний вміст селену складав 0,2 ат. %. Тому більш точна формула сполуки: $Ga_2Se_{3,025}$ Температура у печі під час синтезу і росту кристалів була стабілізована за допомогою високоточного регулятора температури типу ВРТ.-3 (И-102 і Р-111) з точністю ±0.05 К. Мікроструктуру злитків контролювали за допомогою металографічного мікроскопа МИМ-8М. Контроль однорідності був проведений з використанням методу абсолютного виміру термо-е.р.с. (-1,1±0,1 мВ·К$^{-1}$) за допомогою гарячого зонда-

термопари [20] і електрометра типу В5-8. Виміри мікротвердості за методом Вікерса були проведені на приладі типу ПМТ-3 з автоматичним навантаженням і вибором оптимального навантаження, що складало 30 г (294 Н).

Кристали $Ga_2Se_{3,025}$ для дослідження електричних властивостей були вирізані зі злитка за допомогою алмазного диска і являли собою правильної форми зразки розміром приблизно 4x4x2 мм^3 з напаяними контактами з індію на попередньо нанесеш методом термічного випару у вакуумі (вакуумна установка типу ВУП-5) металеві шари з золота, срібла, алюмінію, міді чи індію. Виміри вольтамперних характеристик зразків показали омічність контактів. Виміри електричного опору проводили на постійному струмі після витримки зразків у темряві близько 12 годин при кімнатній температурі. Був використаний метод спадання напруги на еталонному опорі. Виміри малих струмів до 10^{-13} - 10^{14} А проводили за допомогою приладу ИМТ-05, вихід якого був підключений до цифрового вольтметра типу В7-21. Як джерело стабілізованої напруги був використаний блок живлення типу ТВ-1 (5-500 В). Виміри температурної залежності електропровідності були проведені за допомогою спеціального кріостата в інтервалі температур 240 - 380 К. Проведення вимірів при більш низьких температурах було обмежено струмами витоку ~10^{-15} А.

γ-індукована провідність зразків $Ga_2Se_{3,025}$ була вивчена за допомогою установки типу МРХ-100-γ із джерелом γ-випромінювання Co^{60} з потужністю дози γ-потоку 3,394 Грей·с$^{-1}$ (Е = 1,2 МеВ), установки типу МЛБ-γ-1М с джерелом γ - випромінювання Cs^{137} з потужністю дози γ-потоку 0,3752 Грей·с$^{-1}$ (Е = 0,66 МеВ) і за допомогою еталонного джерела γ-випромінювання Co^{60} з потужністю дози γ-потоку 0,03024 Грей·с$^{-1}$ (Е = 1,2 МеВ). Виміри вольтамперних характеристик зразків при γ-опроміненні підтвердили омічність контактів досліджуваних зразків. Потужність дози γ-потоку була визначена з урахуванням коефіцієнта поглинання γ-випромінювання досліджуваних зразків.

Мас-спектрометр "LAMMA-1000" (Leybold-Heraeus, Німеччина) з неодим-ітрій-алюміній-гранатовим лазером потужністю 8 мДж був використаний для проведення мас-спектрометричного дослідження. Залишковий тиск у камері складав ~10^{-6} Па.

II. Результати експерименту і їх обговорення

На рис. 1 представлені залежності відносної зміни питомої γ-індукованої провідності (Δσ/σ) від потужності дози γ-потоку *(D)* у логарифмічному масштабі для декількох зразків $Ga_2Se_{3,025}$ (у тому числі для зразка №17, вирощеного по методу Бриджмена-Стокбаргера в атмосфері аргону з

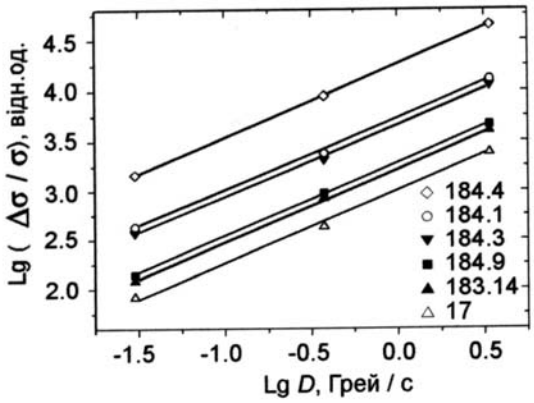

Рис. 1. Залежності відносної зміни питомої γ-індукованої провідності (Δσ/σ) від потужності дози γ-потоку (D) у логарифмічному масштабі для зразків $Ga_2Se_{3,025}$ при кімнатній температурі.

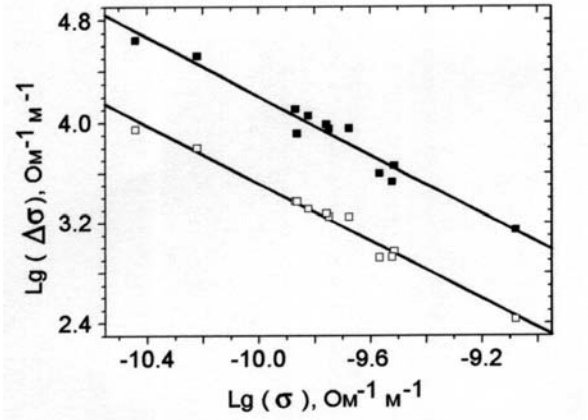

Рис. 2. Залежності зміни питомої γ-індукованої провідності (Δσ) від питомої електропровідності при відсутності γ-потоку (σ) у логарифмічному масштабі для зразків $Ga_2Se_{3,025}$ при потужності γ-випромінювання 3,394 Грей·с$^{-1}$ (■) і 0,03024 Грей·с$^{-1}$ (□).

попередньо синтезованої в двозонній печі шихти того ж складу [3,4]). Абсолютна зміна питомої γ-індукованої провідності Δσ досліджуваних зразків було визначено як $\Delta\sigma = \sigma_\gamma - \sigma$, де σ_γ і σ – питомі електропровідності в γ-потоці і при його відсутності. Отримані залежності добре відповідають залежностям, наведеним авторами в роботі [3]. Для всіх зразків тангенс кута нахилу прямих, отриманих за допомогою лінійної апроксимації по методу найменших квадратів, близький до величини 0,74.

На рис.2 представлена залежність Δσ від σ у логарифмічному масштабі для 12 зразків $Ga_2Se_{3,025}$, величина σ яких лежить у межах від $8{,}3\cdot10^{-12}$ Ом$^{-1}$·м$^{-1}$ до $6{,}0\cdot10^{-13}$ Ом$^{-1}$·м$^{-1}$, що відповідає зміні величини питомого електричного опору ρ від $1{,}2\cdot10^{9}$ Ом·м до $1{,}6\cdot10^{10}$ Ом·м. У результаті лінійної апроксимації отриманих даних по методу найменших квадратів були отримані величини тангенса кута нахилу прямих; $tg\alpha_1 = -1{,}16$ (R = -0,98) і $tg\alpha_2 = -1{,}15$ (R = -0,99) для потужності дози γ-потоку $D_1 = 3{,}394$ і $D_2 = 0{,}3752$ Грей·с$^{-1}$ відповідно. Таким чином, для потужності дози D_1 і D_2 залежності мають вид:

$\Delta\sigma_1 = 4\cdot10^{-8}\sigma^{-1,16}$ і $\Delta\sigma_2 = 4\cdot10^{-8}\sigma^{-1,15}$ відповідно.

Відсутність у складі зразків $Ga_2Sc_{3,025}$ домішок, що могли б впливати на властивості цих зразків, було встановлено за допомогою мас-спектрометричного аналізу. Типова діаграма мас-спектра для поверхні зразка $Ga_2Sc_{3,025}$ після різання алмазним диском представлена на рис. 3,А. Як і слід було очікувати, мало місце звичайне забруднення поверхні. Типова діаграма мас-спектра, отримана за допомогою другого лазерного імпульсу, що випаровує речовину зразка в тій же точці, що відповідає глибині близько 5 мікронів під поверхнею, представлена на рис. 3,В і показує відсутність яких-небудь сторонніх атомів. Однак у верхній області злитка, останньої за часом росту частини кристала, що складає приблизно 1/10 частину і відрізняється більш темним відтінком коричневого кольору, навіть на глибині близько 100 мікронів під поверхнею зразка, були виявлені атоми калію, натрію і кальцію. Останні, ймовірно, дифундували при високій температурі зі стінок кварцової ампули під час синтезу кристала.

Ймовірною причиною залежності $\Delta\sigma$ від σ (рис. 2) може бути різна концентрація дефектів упаковки, наявність яких було встановлено авторами роботи [21] і підтверджено результатами наших рентгеноструктурних досліджень, що будуть представлені окремо.

Для контролю однорідності вирощеного злитка Ga2Se3 02s був проведений вимір мікротвердості H_μ, питомої електропровідності σ і енергії активації електропровідності ΔE_σ для чотирьох його областей (Табл. 1). Злиток спочатку був розрізаний алмазним диском по довжині на дві частини. Сама нижня область (перша під час росту) кристала в ампулі далі позначена як I область злитка, а сама верхня – як IV область злитка (остання під час росту і, як вже було відзначено, відрізняється більш темним відтінком кольору).

У роботі [22] наведена залежність зміни мікротвердості H_μ для зразків, близьких по складу до Ga_2Se_3 (від $Ga_{2,2}Se_3$ до $Ga_2Se_{3,2}$), у залежності від вмісту селену. Було встановлено різке збільшення значень величини H_μ від 290 кГс·мм$^{-2}$ до 370 кГс·мм$^{-2}$ при зміні складу зразків від Ga_2Se_3 до $Ga_2Se_{3,03}$ тобто при збільшенні змісту надстехіометричного селену від 0 до 0,24 ат.%. За даними досліджень інших авторів для зразків стехіометричного складу Ga_2Se_3 величина H_μ складає 305±20 кГс·мм$^{-2}$ [23] і 250±10 кГс·мм$^{-2}$ [24]. Останнє значення величини H_μ для

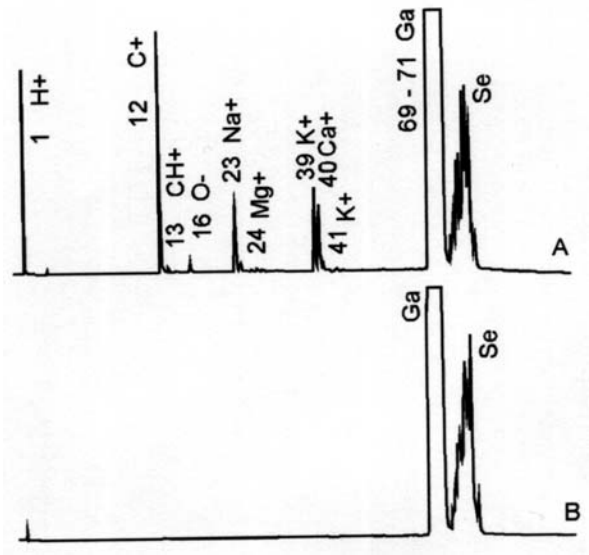

Рис. 3. Типові діаграми мас-спектрів для злитка $Ga_2Se_{3,025}$: (А) – для поверхні після різання алмазним диском; (В) – у тій же точці, що й у випадку (А), але для глибини близько 5 мікронів під поверхнею.

зразків, вирощених в атмосфері аргону, є найбільш низьким навіть у порівнянні з мінімальним значенням H_μ = 284±6 кГс·мм$^{-2}$, наведеним у роботі [23].

Величина H_μ для IV області злитка займає проміжне положення між значеннями H_μ для I, П, Ш областей $Ga_2Se_{3,025}$ і значенням H_μ для стехіометричного складу Ga_2Se_3, отриманим авторами робіт [22-24]. Знижений вміст Se у IV області злитка було якісно підтверджене даними нашого мас-спектрометричного дослідження.

З кожної області злитка $Ga_2Se_{3,025}$ були вирізані зразки для виміру питомої електропровідності і її температурної залежності. Результати вимірів наведені в Таблиці 1. Енергія активації електропровідності ΔE_σ була визначена з отриманої експериментальної залежності $\ln\sigma$ від (10^3/T) з використанням співвідношення: $\sigma = \sigma_0 \cdot \exp\left[-\Delta E/2kT\right]$ де k – постійна Больцмана, T – абсолютна температура, σ_0 – питома електропровідність зразка при температурі T = 0 K.

Для зразків стехіометричного складу Ga_2Se_3 при кімнатній температурі в роботах різних авторів приведені наступні дані: $\sigma = 10^{-6} \div 10^{-7}$ Ом$^{-1}$·м$^{-1}$ [25];

Таблиця 1

Середні значення мікротвердості H_μ, питомої електропровідності σ (питомого електричного опору ρ) при температурі 293 К та енергії активації електропровідності ΔE_σ (в інтервалі температур 240-380 К) для різних частин злитка $Ga_2Se_{3,025}$.

№ області злитка	H_μ,Н·м^2(кГ·мм$^{-2}$)	σ, Ом$^{-1}$·м$^{-1}$ (ρ, Ом·м)	ΔE_σ, еВ
I	$3{,}67\cdot10^4$ (360±8)	$1{,}54\cdot10^{-10}$ ($6{,}5\cdot10^9$)	0,71
II	$3{,}67\cdot10^4$ (360±8)	$2{,}36\cdot10^{-10}$ ($4{,}24\cdot10^9$)	0,72
III	$3{,}60\cdot10^4$ (353±9)	$2{,}17\cdot10^{-10}$ ($4{,}6\cdot10^9$)	0,74
IV	$3{,}31\cdot10^4$ (325±11)	$1{,}05\cdot10^{-10}$ ($9{,}5\cdot10^9$)	0,35

$\sigma = 10^{-8}$ Ом$^{-1}$·м$^{-1}$ [26]; $\sigma = 10^{-9}$ Ом$^{-1}$·м$^{-1}$, $\Delta E_\sigma = 0{,}304$ еВ (в інтервалі температур від 300 до 465 К) [27,28]; $\sigma = 10^{-10}$ Ом$^{-1}$·м$^{-1}$ [29]; $\sigma = 10^{-11}$ Ом$^{-1}$·м$^{-1}$ [24]. Останнє значення величини σ для зразків стехіометричного складу, вирощених в атмосфері аргону, є найбільш низьким, як і значення величини H_μ для цих зразків, наведене вище.

Для порівняння був проведений синтез зразків стехіометричного складу Ga_2Se_3 у тих же умовах, що і синтез $Ga_2Se_{3,025}$, але без протягання ампули через температурний градієнт. Піч була виключена після стабілізації температури перед протяганням ампули, а зразок був залишений у печі до її повного охолодження протягом 24 годин. Величина σ при кімнатній температурі для Ga_2Se_3 дорівнює $5\cdot10^{-10}$ Ом$^{-1}$·м$^{-1}$, а енергія активації електропровідності $\Delta E_\sigma = 0{,}66$ еВ в інтервалі температур від 300 до 370 К.

Таким чином, у результаті проведених досліджень: (1) отримана залежність зміни питомої γ-індукованої провідності (Δσ/σ) зразків $Ga_2Se_{3,025}$ від потужності дози γ-потоку (D), що добре відповідає даним роботи [3]; (2) встановлено, що для потужності дози γ-потоку 3,394 і 0,3752 Грей·с$^{-1}$ питома γ-індукована провідність Δσ залежить від питомої провідності σ зразків ($\Delta\sigma = \text{const}\ \sigma^{-n}$), що може бути пов'язане з різною концентрацією дефектів упаковки, що утворюються під час росту кристала; (3) встановлено, що властивості IV області злитка відмінні від властивостей іншої його частини через наявність сторонніх домішок і зниженого змісту селену.

Подяки

Автор дякує проф. В.М. Кошкіну за постановку задачі досліджень і підтримку, О.Є. Овечкіної за допомогу в проведенні вимірів мікротвердості і контролю мікроструктури зразків на металографічному мікроскопі, Л.П. Гальчинецькому за надання зразка № 17 $Ga_2Se_{3,025}$ (вирощеного в атмосфері аргону за методом Бриджмена-Стокбаргера) для проведення порівняльних вимірів гамма-індукованої провідності, В.В. Олейкіну за допомогу при проведенні вимірів гамма-індукованої провідності на установках із джерелами гамма-випромінювання й О.К. Кузакову за допомогу в проведенні мас-спектрометричних досліджень.

[1] Л.П. Гальчинецкий, В.М. Кошкин, В.М. Кулаков, В.Н. Кулик, М.И. Руденко, П.М. Рябка, У.А. Улманис, В.И. Шаховцов, В.М. Шиндич. Эффект радиационной устойчивости полупроводников со стехиометрическими вакансиями // *Физика Твердого Тела*, **14**, сс. 646-648 (1972).

[2] V.M. Koshkin, L.P. Gal'chinetskii, V.N. Kulik, B.G. Minkov, U.A. Ulmanis. Unstable Equilibrium and Radiation Defects in Solids // *Solid State Communications*, **13**, p. 1 (1973).

[3] В.М. Кошкин, Л.П. Гальчинецкий, В.Н. Кулик, Г.К. Гусев. Детекторы ионизирующих излучений на основе радиационно-стойких кристаллических полупроводников типа In_2Te_3 // *Атомная энергия*, **42**(4), сс. 290-294 (1977).

[4] Л.П. Гальчинецкий, К.А. Катрунов, В.М. Кошкин, В.Н. Кулик. Радиационная стойкость оптического пропускания кристаллов Ga_2Se_3 в ИК-области спектра // *Атомная энергия*, **50**(2), сс. 144-145 (1981).

[5] А.П. Долголенко, П.Г. Литовченко, А.П. Литовченко, В.Ф. Ластовецкий. Зависимость электрофизических свойств высокоомного n-Si, полученного различными методами, от флюенса быстрых нейтронов реактора // *Збірник наукових праць Інституту ядерних досліджень (Scientific papers of the Institute for Nuclear Research)*. ІЯД НАНУ, Київ. **8**(2), с. 105-109 (2002).

[6] H. Hahn, W. Klingler. Ueber die Kristallstrukturen von Ga_2S_3, Ga_2Se_3 und Ga_2Te_3 // *Zeitschrift Juer Anorganische undAltgemeine Chemie*, 259, pp.135-142 (1949).

[7] В.М. Кошкин, Б.И. Минков, Л.П. Гальчинецкий, В.Н. Кулик. Термодинамика неустойчивых пар вакансия-атом в междоузлии // *Физика Твердого Тела*, **15**, сс. 128-132 (1973).

[8] V.M. Koshkin, Yu.N. Dmitricv, in *Chemistry and Physics of Compounds with Loose Crystal Structure, Ser.: Chemistry Reviews*, Ed. M.E. Vol'pin, **19**(2), Harwood Acad. Publishers, Switzerland (1994).

[9] В.М. Кошкин. Зоны неустойчивости и короткоживущие дефекты в физике кристаллов // *Физика низких температур*, **28**(8/9), сс. 963-977 (2002).

[10] Б.Л. Агапов, И.Н. Арсентьев, Н.Н. Безрядин, Г.И. Котов, МП. Сумей, Реконструкция и электронные состояния гетерограницы Ga_2Se_3-GaAs // *Физика и техника полупроводников*, **33**(6), сс. 712-715 (1999)

[11] K. Ueno, M. Kawayam, Z.R. Dai, A. Koma, F.S. Ohuchi. Growth and characterization of Ga_2Se3/GaAs(100) epitaxial thin films // *Journal of Crystal Growth*, **207**(1), pp. 69-76 (1999).

[12] M. Rusu, S. Wiesner, S. Lindner, E. Strub, J. Rohrich, R. Wiirz, W. Fritsch, W. Bohne, Th. Schedel-Niedrig, MCh. Lux-Steiner, Ch. Giesen and M Heuken. Deposition and characterization of Ga_2Se_3 thin films prepared by a novel chemical close-spaced vapour transport technique // *Journal of Physics: Condensed Matter*, **15**, pp. 8185-8193 (2003).

[13] M. Peressi, A. Baldereschi. Structural and electronic properties of Ga_2Se_3 // *Journal of Applied Physics*, **83**(6), pp. 3092-3095 (1998).

[14] I.M. Askerov, S. Okuducu. Positron Annihilation Study of the Defect Structure of Ga_2Se_3 Single Crystals //*Journal of the Korean Physical Society*, **42**(6), pp. 787-790 (2003).

[15] M. Ishikawa, T. Nakayama. Doping properties of ordered-vacancy Ga_2Se_3 compounds. A theoretical study // *Phisica Status Solidi*, **B229**(l), pp. 301-304 (2002).
[16] M. Ishikawa, T. Nakayama. Doping into one-dimensional dangling-bond bands of natural quantum-wire-like Ga_2Se_3 semiconductors // *Physica E*, **17**(4), pp. 185-186 (2003).
[17] K.V. Savchenko, V.V. Shchennikov. A phase transition in Ga_2Se_3 under high pressure // *Canadian Journal of Physics*, **72**, pp. 681-682 (1994).
[18] M. Takumi, Y. Koshio, K. Nagata. X-Ray, Raman and Photoluminescencc Study of Vacancy Ordered p-Ga_2Se_3 under High Pressure // *Phisica Status Solidi*, **B211**, pp. 123-129 (1999).
[19] В.В. Щенников, К.В. Савченко, С.В. Попова. Электрические свойства фаз высокого давления теллуридов галлия и индия // *Физика Твердого Тела,* 42(6), с. 1004-1008 (2000) [20]. В. А. Кокошкин. Исследование однородности высоколегированных полупроводников с помощью нагретого зонда-термопары // *Заводская лаборатория, 4,* с. 461-463 (1965) [21]. Л.С. Палатник, Е.К. Белова, А.А. Козьма. Об аномальных эффектах на ренгенограммах селе-нида галлия и его сплавов // *Доклады Академии наук СССР, сер. Техническая физика*, **159**(1), с. 68-71 (1964).
[20] Л.С. Палатник, Е.К. Белова. Исследование полиморфизма селенида Ga_2Se_3 переменного состава // *Известия АН СССР, сер. Неорганические материалы*, **1**(11), с. 1883-1888 (1965)
[21] А.С. Борщевский, Н.А. Горюнова, Н.К. Тахтарева. Исследование микротвердости некоторых полупроводников со структурой цинковой обманки // *Журнал технической физики*, **27**(7), с. 1408-1413 (1957).
[22] Н.Г. Старжинский, Л.П. Гальчинецкий. О природе электрически активных центров в кристаллах сесквиселенида галлия // *Проблемы получения и исследования монокристаллов. Сборник научных трудов.* Вып. № 21. НПО "Монокристаллреактив", Харьков, с. 24-29 (1988).
[23] Н.А. Горюнова, В.С. Григорьева, Б.М. Коноваленко, С.М. Рыбкин. Фотоэлектрические свойства некоторых соединений со структурой цинковой обманки // *Журнал технической физики*, **25**(10), с. 1675-1682 (1955).
[24] В.П. Мушинский, М.И. Караман. *Фотоэлектрические и люминесцентные свойства халькоге-нидов галлия и индия*. Штиинца, Кишинев. 247 с. (1975).
[25] Д.Н. Наследов, И.А. Фелтиньш. К вопросу об электрических свойствах арсеноселенидов галлия // *Физика Твердого Тела*, **1**(4), с. 565-567 (1959).
[26] Д.Н. Наследов, И.А. Фелтиньш. Электропроводносгь арсеноселенидов галлия при высоких температурах // *Физика Твердого Тела*, **2**(5), с. 823-825 (1960).
[27] S. Popovic, B. Celustka, Z. Ruzic-Torofi, D. Broz. X-Ray diffraction study and semiconducting properties of the system Ga_2Se_3 - In_2Se_3 // *Phisica Status Solidi*, **A41**, pp. 255-262 (1977).

K.V. Savchenko

Gamma-Ray-Induced Conduction of Ga_2Se_3

B.I. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, The National Academy of Sciences of Ukraine
47 Lenin Ave., Kharkov, 61103, Ukraine, E-mail: konstantin@kharkov.com

The results of a study of gamma-ray-induced conduction of Ga_2Se_3 coarse-crystalline specimens are presented. Ga_2Se_3 is a challenging material for gamma-radiation detectors with anomalously high radiation stability [V.M. Koshkin, L.P. Gal'chinetskii, V.N. Kulik, B.G. Minkov, U.A. Ulmanis // *Solid State Communications,* 13, p. 1 (1973)]. The measurements of the Vickers microhardness and temperature dependence of conductivity as well as a mass-spectroscopic investigation were carried out.