

Е.В. Гера¹, О.М. Дуркот¹, В.М. Мар'ян¹, О.А. Михайло², М.М. Поп²,
В.М. Рубіш¹, П.П. Штець¹

Вплив лазерного випромінювання на оптичні характеристики плівок $As_{40}S_{60-x}Se_x$ ($0 \leq x \leq 15$)

¹ Ужгородський науково-технологічний центр матеріалів оптичних носіїв інформації ІПРІ НАН України вул. Замкові
сходи, 4, Ужгород 88000, center.uzh@gmail.com

² Ужгородський національний університет, Україна, пл. Народна, 3, м. Ужгород 88000

Наведені результати досліджень оптичного пропускання тонких плівок $As_{40}S_{60-x}Se_x$ ($0 \leq x \leq 15$) у залежності від товщини плівок, довжини хвилі та потужності лазерного випромінювання, режимів відпау. Встановлено, що опромінення та відпал плівок призводять до зсуву краю поглинання у довгохвильову область. Визначені значення показника заломлення n та ширини псевдозаборононої зони E_g плівок. Показано, що максимальні зміни оптичних характеристик при лазерному опроміненні відбуваються в плівках $As_{40}S_{48}Se_{12}$.

Ключові слова: аморфні халькогенідні плівки, край поглинання, фотоіндуковані ефекти, фотоструктурні перетворення.

Стаття постуила до редакції 07.07.2014; прийнята до друку 15.09.2014.

Вступ

Завдяки високій світлочутливості аморфні плівки $As_{40}S_{60-x}Se_x$ широко використовуються в якості неорганічних резистивів для оптичного запису інформації, виготовлення голографічних дифракційних ґраток та дифракційних оптичних елементів різноманітного призначення [1-8]. При цьому слід відмітити, що світлочутливі характеристики плівок залежать від їх хімічного складу, технологічних умов приготування, товщини, умов опромінення і термообробки [1, 5, 6, 9-12]. Шляхом зміни вищеназваних чинників, а також конструктивних форм реалізації можна видозмінювати величини чутливості в широкому діапазоні. Наприклад, дія гостросфокусованого лазерного випромінювання високої інтенсивності обумовлює зростання світлочутливості шарів As_2S_3 на один-два порядки у порівнянні з результатами експонування при низькій інтенсивності опромінення. Чутливість плівок сульфиду і селеніду миш'яку на довжині хвилі 514 нм при дії імпульсного вакуумного ультрафіолету підвищується приблизно на три порядки у порівнянні з величинами, характерними для неперервного опромінення [6].

В системі As_2S_3 - As_2Se_3 найбільш вивченими в цьому плані є плівки із значним вмістом селену. Однак, як показали дослідження [13-16], плівки $As_{40}S_{60-x}Se_x$ з $x > 20$ характеризуються термочасовою нестабільністю оптичних параметрів і меншими

значеннями адгезійної міцності.

Дана робота присвячена дослідженню впливу хімічного складу, товщини, лазерного випромінювання та умов термообробки на оптичні характеристики аморфних плівок As_2S_3 - As_2Se_3 з малим вмістом селену.

I. Експериментальна частина

Стекля $As_{40}S_{60-x}Se_x$ готувались шляхом синтезу з попередньо одержаних бінарних сполук As_2S_3 та As_2Se_3 у вакуумованих (~1,5-10 Па) кварцових ампулах. Маса наважок складала 10 - 20 г. Сульфід та селенід миш'яку готувались шляхом прямого синтезу з особливо чистих As, S і Se. Температура гомогенізації розплавів As_2S_3 і As_2Se_3 складала 780 і 800 К відповідно. Час гомогенізації розплавів – 48 год. Розплави періодично перемішували. Охолодження розплавів проходило на повітрі. При таких же умовах одержувались і скла потрібної системи.

Тонкі плівки $As_{40}S_{60-x}Se_x$ одержувались на непідігріваних скляних підкладках шляхом вакуумного випаровування стекел відповідних складів із квазізамкнених ефузійних комірок на удосконаленій вакуумній установці ВУП-5, оснащеної системою контролю товщини. Товщина плівок складала 0,2-2,0 мкм. Сталість товщини шарів у робочій зоні забезпечувалась планетарним

обертанням підкладок.

Засвітка плівок здійснювалася розфокусованим випромінюванням синього ($\lambda = 406$ нм) та зеленого ($\lambda = 530$ нм) лазерів. Потужність випромінювання (P) змінювалася в межах 7 - 100 мВт.

Дослідження спектрів пропускання плівок в області 400-800 нм проводились при кімнатній температурі за методикою, приведеною в [17], з використанням дифракційного монохроматора МДР-3. Спектральне розділення складало не більше 10^{-3} еВ. Дослідження залежностей фотопотемніння плівок від часу опромінення проводились на довжинах хвиль 520 нм (при дослідіах з синім лазером) і 510 нм (при дослідіах із зеленим лазером) з використанням спектрофотометра "Ocean optics USB - 4000".

II. Результати і їх обговорення

На рис. 1 (крива 1) приведений типовий для всіх досліджених матеріалів спектр пропускання свіжоприготованої плівки (товщиною 2 мкм) $As_{40}S_{45}Se_{15}$. Із збільшенням вмісту селену у складі плівок край поглинання зміщується у довгохвильову область спектру, засвідчуючи зменшення їх ширини псевдозабороненої зони E_g . Нахил краю при цьому змінюється в невеликих межах. Це означає, що тип структурної сітки плівок при переході від сульфїду миш'яку до селенїду миш'яку практично не змінюється. В [5, 6, 9, 16, 19, 20] було показано, що як стекла $As_{40}S_{60-x}Se_x$, так і тонкі плівки на їх основі мають наногетерогенну будову. Їх матриця побудована в основному тригональними пірамідами AsS_3 , $AsSe_3$, $AsSSe_2$, пов'язаними між собою двічі координуваними атомами халькогену, але містить і значну кількість структурних фрагментів з гомополярними зв'язками $As-As$, $S-S$, $Se-Se$ ($As_4S(Se)_4$, $S(Se)_n$). Концентрація таких фрагментів (залежить від хімічного складу та технологічних умов одержання) для плівок вища.

Величину E_g можна визначити із співвідношення [21]:

$$\alpha(h\nu) = B \frac{(h\nu - E_g)^2}{h\nu}, \quad (1)$$

яке справедливе в області високих енергій при значеннях коефіцієнта поглинання $\alpha > 10^4$ cm^{-1} . В (1) $h\nu$ – енергія фотона, а B – константа, яка залежить від матеріалу і характеризує нахил тауцівського краю поглинання. Значення E_g плівок $As_{40}S_{60-x}Se_x$, визначались шляхом екстраполяції залежностей $[\alpha(h\nu) \cdot h\nu]^{1/2} \sim f(h\nu)$ до $\alpha=0$ (рис. 2, крива 1). Для плівок з $x=0, 5, 12, 15$ і 60 значення ширини псевдозабороненої зони складають 2.385, 2.271, 2.219, 2.158 і 1.789 еВ, відповідно. Відмітимо, що одержані нами значення E_g для плівок $As_{40}S_{60}$ і $As_{40}Se_{60}$ добре узгоджуються з даними інших авторів [6, 9, 10, 21].

Показники заломлення плівок визначалися із залежності [22]:

$$N = [N + (N^2 - s^2)^{1/2}]^{1/2}, \quad (2)$$

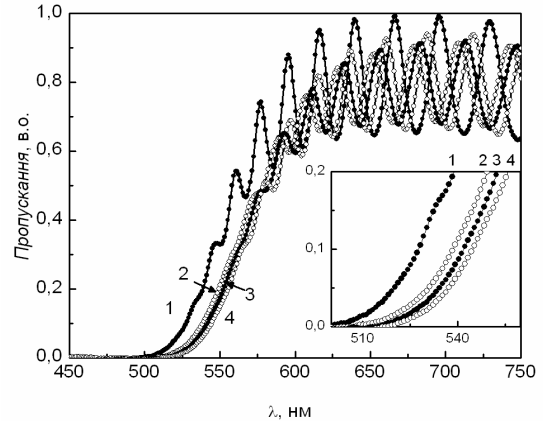


Рис. 1. Спектри пропускання плівок $As_{40}S_{45}Se_{15}$ у залежності від часу опромінення. Час t , хв.: 1 – 0, 2 – 5, 3 – 10, 4 – 20.

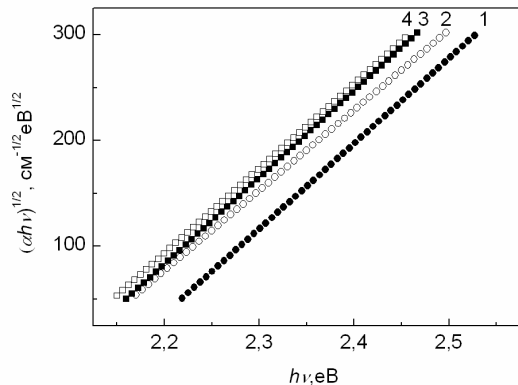


Рис 2. Залежність краю поглинання $[\alpha(h\nu) \cdot h\nu]^{1/2}$ від енергії фотонів для неопроміненої (1) та опроміненої 5 (2), 10 (3) та 20 (4) хв. плівок $As_{40}S_{48}Se_{15}$.

де

$$N = 2s \frac{T_M - T_m}{T_M T_m} + \frac{s^2 + 1}{2} \quad (3)$$

В цих виразах s – показник заломлення підкладки; T_M і T_m – інтерференційні максимуми та мінімуми спектрів пропускання в області довжин хвиль, де відсутня дисперсія показника заломлення. Значення показника заломлення стекл $As_{40}S_{60-x}Se_x$ з $x = 0, 5, 12$ і 15 на довжині хвилі 710 нм складають 2,271, 2,312, 2,361 і 2,384, відповідно. В області довжин хвиль 550 – 750 нм виявлена дисперсія показника заломлення плівок. Наприклад, значення n плівок $As_{40}S_{60}$ і $As_{40}S_{48}Se_{12}$, визначені на $\lambda = 630$ нм, складають 2,286 і 2,427, відповідно.

При лазерній засвітці ($\lambda = 530$ нм, $E = 95$ мВт/см²) плівок спостерігається зсув спектрів пропускання в область більших довжин хвиль (рис. 1, криві 2-4) (проходить фотопотемніння плівок). Однак, цей зсув при однакових умовах експозиції в плівках $As_{40}S_{60-x}Se_x$ значно більший, ніж в плівках $As_{40}S_{60}$. Так, зсув краю поглинання плівки $As_{40}S_{48}Se_{12}$ на рівні пропускання 0,2 при засвітці протягом 5 хв. складає 15 нм, а плівки $As_{40}S_{60}$ – тільки 0,6 нм. Це свідчить

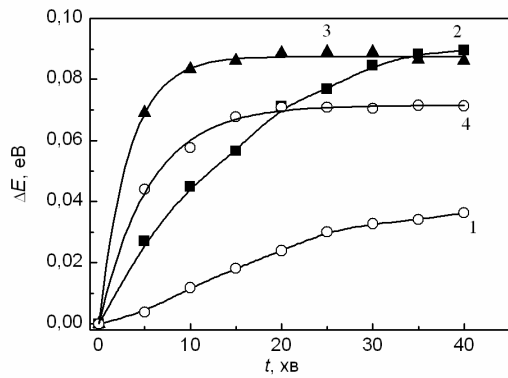


Рис. 3. Залежність зсуву краю пропускання плівок $As_{40}S_{60-x}Se_x$ на рівні пропускання 0.2 від часу опромінення. x , ат. %: 1 - 0, 2 - 5, 3 - 12, 4 - 15.

Таблиця 1
Залежність E_g (eV) плівок $As_{40}S_{60-x}Se_x$ від часу опромінення

x , ат.%	Час опромінення, хв				
	0	5	10	15	20
0	2,385	2,380	2,364	2,352	2,347
5	2,271	2,229	2,213	2,201	2,192
12	2,219	2,153	2,136	2,133	2,131
15	2,158	2,116	2,099	2,088	2,083

про більшу світлочутливість селеновмісних плівок. Залежності величини зсуву ΔE краю поглинання на рівні пропускання 0,2 плівок системи As-S-Se від часу опромінення t наведені на рис. 3. Видно, що максимальний зсув краю при засвітці проходить у плівці з вмістом селену 12 ат. %.

Розраховані із залежностей $[\alpha(h\nu) \cdot h\nu]^{1/2} \sim f(h\nu)$ (рис.2, криві 2-4) значення E_g для опромінених плівок $As_{40}S_{60-x}Se_x$ наведені в табл. 1. Видно, що при лазерній засвітці E_g зменшується. При цьому найменша зміна ширини псевдозабороненої зони ΔE_g виявлена для плівки $As_{40}S_{60}$ (при засвітці протягом 10 хв. $\Delta E_g = 0.021$ eV). Слід відмітити, що рівень фотоіндукованих змін E_g плівок $As_{40}S_{60-x}Se_x$ при збільшенні часу опромінення суттєво зменшується (табл. 1).

Показник заломлення плівок при опроміненні зростає. Наприклад, для опроміненої протягом 10 хв. плівки $As_{40}S_{48}Se_{12}$ значення n на $\lambda = 710$ нм рівне 2,384. Для інших досліджених плівок системи $As_2S_3-As_2Se_3$ при таких же умовах експозиції величина Δn менша (наприклад, для плівок $As_{40}S_{55}Se_5$ і $As_{40}S_{45}Se_{15}$ величини Δn рівні 0,013 і 0,017, відповідно).

Зміна оптичних параметрів плівок обумовлена структурними перетвореннями, що проходять в них при дії лазерного випромінювання. Як уже відмічалось, матриця плівок $As_{40}S_{60-x}Se_x$ побудована переважно структурними угрупованнями AsX_3 (X-S, Se), пов'язаними між собою двічі координованими атомами X, але містить і молекулярні фрагменти з гомополярними зв'язками As-As та X-X. Опромінення плівок призводить до розриву і

перемикання зв'язків As-As та X-X в структурних фрагментах As_4X_4 і X_n з утворенням структурних угруповань з гетерополярними зв'язками (AsX_3) [6, 16, 18, 20].

В [5, 6, 23, 24] було показано, що руйнування одних і виникнення інших хімічних зв'язків може супроводжуватися генерацією структурних дефектів над- і недокоординованих атомів As та X (As_2^- і As_4^+ , X_3^+ і X_1^-). При розриві зв'язків As-As та X-X утворюються пари координаційних дефектів (As_2^- , X_3^+) і (As_4^+ , X_1^-). У подальшому ці заряджені дефектні стани трансформуються (релаксують) у структуру пірамідальних AsX_3 одиниць. Можлива і бездефектна фотополімеризація молекулярних фрагментів As_4X_4 і X_n в структурну сітку $AsX_{3/2}$ [5, 23]. Однак, такі трансформації можливі тільки при високій концентрації вихідних молекул, оскільки для їх проходження необхідно, щоб при одночасному розриві двох гомополярних зв'язків As-As та X-X всі чотири атоми були в позиції, яка задовольняє утворенню двох зв'язків As-X. Генерація ж пари заряджених дефектів (As_2^- , X_3^+) або (As_4^+ , X_1^-) вимагає виконання даної умови всього для двох атомів. У зв'язку з цим ймовірність такого процесу полімеризації плівки при її опроміненні значно вища. Очевидно, що бездефектний процес полімеризації плівки є домінуючим у випадку термозбудження [5, 6, 23], оскільки при цьому зростає ймовірність міграції атомів структурного остову.

Підтвердженням даного висновку є результати досліджень впливу температури відпалу на фотоіндуковані зміни оптичних параметрів плівок $As_{40}S_{60-x}Se_x$. На рис. 4 (крива 3) приведений спектр пропускання відпаленої протягом 1 години при 423 К плівки $As_{40}S_{48}Se_{12}$. Видно, що у порівнянні зі спектром свіжоприготованої плівки (рис. 4, крива 1) він зміщений в ділянку більших довжин хвиль. При нижчих температурах відпалу T_v (323 і 373 К) величина цього зсуву менша. Це означає, що з ростом T_v ширина псевдозабороненої зони E_g плівок зменшується. Значення E_g відпалених протягом 1 год. При $T_v = 323, 373$ і 423 К плівок $As_{40}S_{48}Se_{12}$ складають

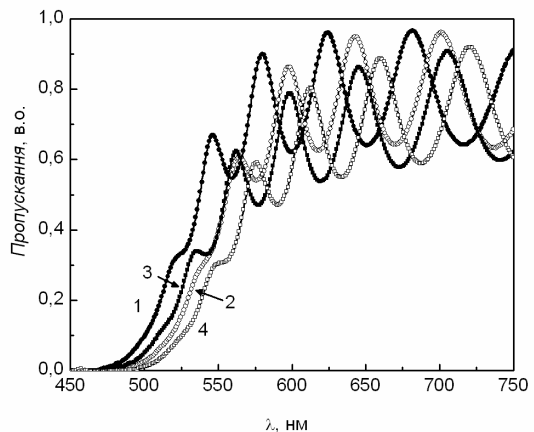


Рис. 4. Спектри пропускання плівок $As_{40}S_{48}Se_{12}$: 1 – свіжоприготована; 2 – опромінена; 3 – відпалена; 4 – опромінена після відпалу.

2.215, 2.190 і 2.188 eВ, відповідно. Показник заломлення плівок при збільшенні температури відпалу зростає. Наприклад, значення n плівок $As_{40}S_{48}Se_{12}$, визначених на $\lambda = 710$ нм, для тих же T_B складають 2,390, 2,436 і 2,50, відповідно.

Як і у випадку лазерного опромінення, зміна оптичних характеристик плівок при відпалі обумовлена структурними перетвореннями. При термозбудженні в структурних фрагментах AsX_4 та X_n , які приймають участь у побудові матриці плівок, проходить розрив і перемикання гомополярних зв'язків $As-As$ і $X-X$ і формування структурних одиниць AsX_3 . Як вже відмічалось, термолімеризація молекулярних фрагментів AsX_4 та X_n в структурну сітку типу $AsX_{3/2}$ проходить як по бездефектному (домінуючому) механізму, так і з утворенням структурних дефектів As_2^- , As_4^+ , X_3^+ і X_1^- [5, 16, 23, 24].

На рис. 4 (крива 4) приведений спектр пропускання опроміненої (протягом 10 хв.) після відпалу (при 423 К) плівки $As_{40}S_{48}Se_{12}$. На цьому ж рисунку (крива 2) приведений спектр пропускання опроміненої (при тих же умовах), але невідпаленої плівки. Видно, що зсув краю поглинання, а, відповідно, і зміна ширини псевдозабороненої зони під дією лазерного випромінювання у відпалених плівках значно менші (табл. 2), ніж у свіжоприготованих (табл. 1). Наприклад, для невідпаленої плівки зміна ΔE_g після опромінення протягом 10 хв. складає 0,083 eВ. Для відпаленої при 423 К плівки $\Delta E_g = 0.061$ eВ. Зміни показника заломлення Δn при опроміненні відпалених плівок теж менші (0,023 і 0,019 для невідпаленої і відпаленої при 423 К, відповідно).

Нижчий рівень фотоіндукованих змін оптичних характеристик відпалених плівок свідчить про нижчий рівень фотоструктурних перетворень в них. Це обумовлено тим, що після відпалу матриця плівок містить значно меншу кількість структурних фрагментів з гомополярними зв'язками $As-As$ і $X-X$, які можуть полімеризуватися при лазерному опроміненні.

Наведені вище результати показують, що деякими світлочутливими характеристиками плівок системи $As-S-Se$ з малим вмістом Se можна керувати зміною складу, умов опромінення та відпалу. Це робить дані матеріали (в першу чергу плівки складу $As_{40}S_{48}Se_{12}$) перспективними для застосування в якості неорганічних фоторезистів для надщільного запису інформації. Однак, для фоторезистів, які б забезпечували запис інформації на диски-оригінали з високою швидкістю, важливим параметром є не стільки величина зміни оптичних характеристик, скільки швидкість їх зміни [5, 8, 16]. Вона ж, у свою чергу, в значній мірі визначається товщиною плівки та умовами експонування.

На рис. 5 наведені результати досліджень кривих фотопотемніння плівок $As_{40}S_{48}Se_{12}$ у залежності від їх товщини (d), довжини хвилі та потужності лазерного випромінювання. Видно, що з ростом P рівень змін оптичних характеристик плівок зростає. Максимальні зміни відбуваються при дії лазерного

випромінювання високої інтенсивності ($P=100$ мВт) і при малих часах засвітки. Світлочутливість плівок при дії випромінювання з $\lambda=406$ нм підвищується по мірі зменшення їх товщини і є максимальною для $d=200$ нм (рис. 5, а). Це пов'язано з сильним поверхневим поглинанням випромінювання даної довжини хвилі. При дії зеленого лазера ($\lambda=530$ нм, $P=100$ мВт) найбільші зміни T/T_0 виявлені для плівок

Таблиця 2
Залежність E_g та n плівок $As_{40}S_{48}Se_{12}$ від t та T_B .

Параметр	t, хв	T_B, K	
		373	423
E_g, eV	10	2.126	2.127
	20	2.124	2.119
n	10	2.451	2.519
	20	2.476	2.530

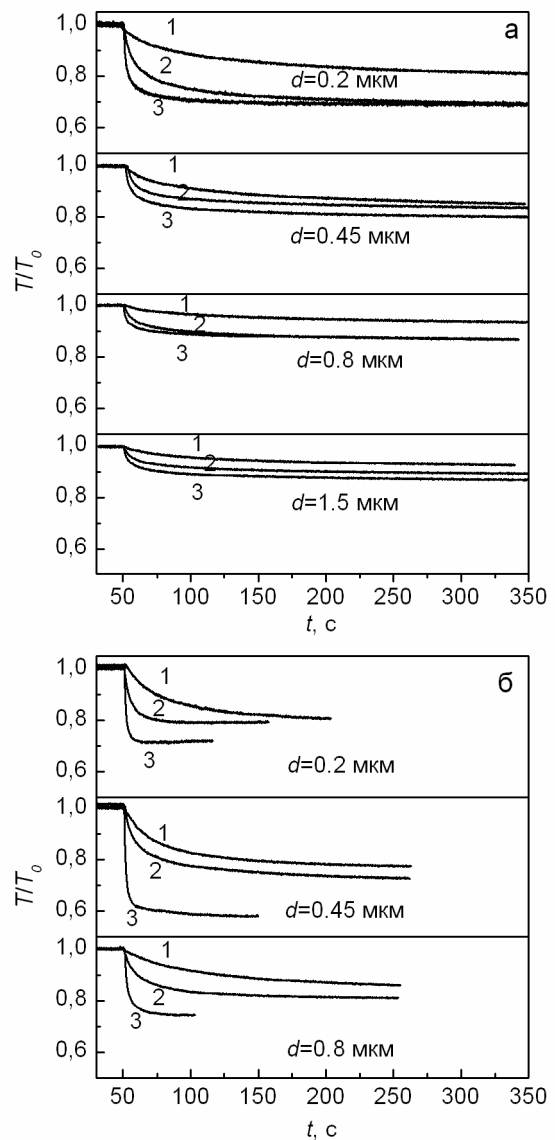


Рис. 5. Криві фотопотемніння плівок $As_{40}S_{48}Se_{12}$ при опроміненні лазерами з $\lambda = 406$ нм (а) і 530 нм (б). Потужність випромінювання, мВт: 1 – 7; 2 – 31; 3 – 100.

товщиною 450 нм (рис. 5, б).

Висновки

На основі дослідження спектрів пропускання плівок $As_{40}S_{60-x}Se_x$ ($0 \leq x \leq 15$) встановлено, що при зростанні x , експонуванні та відпалі край поглинання зсувається у довгохвильову область, засвідчуючи зменшення їх ширини псевдозабороненої зони E_g . Показник заломлення n при цьому зростає. Відбувається фотопотемніння плівок. Показано, що при однакових умовах опромінення свіжоприготованих плівок найбільші зсув краю поглинання, зміна E_g та n відбуваються в плівках з $x=12$. Встановлено, що рівень фотоіндукованих змін оптичних характеристик у відпалених плівках нижчий, ніж у свіжоприготованих. Це свідчить про зменшення кількості структурних угруповань з гомополярними зв'язками As-As, S-S і Se-Se, які

можуть полімеризуватися при лазерному опроміненні та відпалі. Максимальне фотопотемніння виявлено для тонких плівок $As_{40}S_{48}Se_{12}$ при малих часах засвітки і великих потужностях ($P = 100$ мВт) випромінювання синього ($d = 200$ нм) і зеленого ($d = 450$ нм) лазерів.

Гера Е.В. – молодший науковий співробітник, пошукач

Дуркот О.М. – головний інженер проекту

Мар'ян В.М. – молодший науковий співробітник, пошукач

Микайло О.А. – старший науковий співробітник, кандидат фізико-математичних наук

Поп М.М. – науковий співробітник, пошукач

Рубіш В.М. – професор, доктор фізико-математичних наук, директор

Штець П.П. – старший науковий співробітник, кандидат фізико-математичних наук.

- [1] V.M. Rizak, I.M. Rizak, D.G. Semak, Funkcional'ni hal'kogenidni napivprovodniki (Zakarpattja, Uzhgorod, 2001).
- [2] M. Frumar, Z. Cernosek, J. Jedelsky, B. Frumarova, T. Wagner, J. of Optoelectronics and Advanced Mat. 3(2), 177 (2001).
- [3] S.O. Kostjuevich, I.Z. Indutnij, P.E. Shepeljavij, Reestracija, zberigannja i obrobka danih 1(2), 19 (1999).
- [4] J. Teteris, M. Reinfelde, J. of Optoelectronics and Advanced Mat. 5(5), 1355 (2003).
- [5] V.V. Petrov, A.A. Krjuchin, S.O. Kostjuevich, V.M. Rubish, Neorganichna fotolitografija (IMF NANU, Kiïv, 2007).
- [6] E.F. Venger, A.V. Mel'nichuk, A.V. Stronskij, Fotostimulirovannye processy v stekloobraznyh poluprovodnikah i ih prakticheskoe primenenie (Akademperiodika, Kiev, 2007).
- [7] B.J. Eggleton, B.L. Davies, K. Richardson, Nature Photonics 5, 141 (2011).
- [8] A.A. Krjuchin, V.M. Rubish, S.O. Kostjuevich, V.I. Min'ko, P.E. Shepeljavij, V.O. Lisjuk, K.V. Kostjuevich, M.A. Surmach, Reestracija, zberigannja i obrobka danih 14(3), 3 (2012).
- [9] M. Vlcek, A. Stronski, A. Sklenar, T. Wagner, S.O. Kasap, J. Non-Cryst. Solids 266-269, 964 (2000).
- [10] J.M. Gonzalez, R. Prieto-Alcon, J.A. Angel, E. Marquez, J. Non-Cryst. Solids 315, 134 (2003).
- [11] M.M. Pop, E.V. Gera, O.G. Guranich, V.M. Rubish, I.I. Shpak, D.G. Semak, Naukovij visnik Uzhgorod. un-tu. Serija Fizika 23, 110 (2008).
- [12] E.V. Gera, V.M. Maryan, M.M. Pop, M.O. Durkot, V.K. Kyrylenko, 2 th Intern. Meeting 'Clusters and nanostructured materials (CNM-2)' (Uzhgorod, Ukraine, 2012), p. 120.
- [13] S.O. Kostjuevich, I.Z. Indutnij, M.V. Sopins'kij, P.E. Shepeljavij, Reestracija, zberigannja i obrobka danih 4(1), 3 (2002).
- [14] V.I. Min'ko, P.E. Shepeljavij, P.F. Romanenko, I.Z. Indutnij, O.S. Litvin, V.A. Dan'ko, Optoelektronika i poluprovodnikovaja tehnika 38, 106 (2003).
- [15] V.V. Rubish, D.S. Leonov, V.V. Onopko, V.M. Rubish, S.O. Kostjuevich, P.E. Shepeljavij, Nanosistemi, nanomateriali, nanotehnologii 2(2), 697 (2004).
- [16] V.V. Petrov, A.A. Krjuchin, V.M. Rubish Materialy perspektivnyh optoelektronnyh ustrojstv (Naukova dumka, Kiev, 2012).
- [17] I.I. Shpak, I.P. Studenyak, M. Kranjcec, J. of Optoelectronics and Advanced Mat. 5(5), 1135 (2003).
- [18] V.M. Rubish, V.O. Stefanovich, O.G. Guranich, V.V. Rubish, S.A. Kostjuevych, A.A. Kryuchyn, Ukr. J. Phys. Opt. 8(2), 69 (2007).
- [19] O.A. Mykaylo, O.G. Guranich, V.M. Rubish, V.O. Stefanovich, G.M. Shpyrko, D.I. Kaynts, Ferroelectrics 372(1), 81 (2008).
- [20] V.M. Rubish, O.G. Guranich, V.V. Rubish, Photoelectronics 16, 41 (2007).
- [21] K. Petkov, J. of Optoelectronics and Advanced Mat. 4(3), 611 (2002).
- [22] R. Swanepoel, J. Phys E: Sci Instrum 16, 1214 (1983).
- [23] O.I. Shpotjuk, K.K. Shvarc, V.N. Korneljuk, Ju.N. Shunin, F.V. Pirogov, Destrukcionno-polimerizacionnye prevrashhenija v hal'kogenidnyh stekloobraznyh poluprovodnikah (IF Latvijskoj AN, Riga, 1991).

- [24] O. Shpotyuk, J. Filipecki, Free volume in vitreous chalcogenide semiconductors: possibilities of positron annihilation lifetime study (Wydawnictwo WSP Czestochowa, 2003).
- [25] M.M. Pop, E.V. Gera, V.M. Mar'jan, V.M. Rubish, A.A. Tarnaj, V.K. Kirilenko, D.G. Semak, M.O. Durkot, IV Ukr. Nauk. konf. z fiziki napivprovodnikov (UNKFN-4). Т. 2. (Zaporizhzhja, Ukraïna, 2009),s. 202.

E.V. Gera¹, O.M. Durkot¹, V.M. Maryan¹, O.A. Mykaylo², M.M. Pop²,
V.M. Rubish¹, P.P. Shtets¹

Laser Illumination Influence on the Optical Characteristics of As₄₀S_{60-x}Se_x (0 ≤ x ≤ 15) Films

¹*Uzhgorod Scientific-Technological Center of the Institute for Information Recording, NASU, Uzhgorod, Ukraine*

²*Uzhgorod National University, Uzhgorod, Ukraine*

The results of investigation of the As₄₀S_{60-x}Se_x amorphous films transmission spectra depending on thickness, exposure and heat treatment conditions are given. It was established that the increase of Se content in films composition, illumination and annealing of films leads to the absorption edge shift into the longwave spectral region. The values of pseudogap width E_g and refractive index n are determined. Maximum changes of optical characteristics are found for As₄₀S₄₈Se₁₂ films and take place under laser illumination of high intensity and at short illumination times. Optical characteristic changes of films are caused by photo-thermostructural transformations taking place in them under illumination and annealing.