

УДК 621.794.4 : 546.47'23

© 2013 Томашик З.Ф.¹, Кравцова А.С.¹, Стратійчук І.Б.¹, Томашик В.М.¹, Галкін С.Н.²

¹Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України,
03028 м. Київ, пр. Науки, 41, e-mail: tomashyk@isp.kiev.ru

²Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України,
61001, м. Харків, пр. Леніна, 60

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДІВ ТРАВІЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ H_2O_2 – HBr –ОКСАЛАТНА КИСЛОТА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПОЛІРОВАНОЇ ПОВЕРХНІ КРИСТАЛІВ НЕЛЕГОВАНОГО ТА ЛЕГОВАНОГО $ZnSe$

Досліджено процес хімічної взаємодії поверхні кристалів нелегованого та легованого алюмінієм і телуром $ZnSe$ з бромвиділяючими розчинами H_2O_2 – HBr –оксалатна кислота. Вивчено залежності швидкості розчинення напівпровідникових матеріалів від складу травників, їх перемішування і температури, а також їх легування. Побудовано діаграми "склад травника - швидкість травлення" і встановлені концентраційні межі поліруючих розчинів та визначено концентраційні межі поліруючих розчинів. Розроблено і оптимізовано склади поліруючих композицій і режими хіміко-динамічного полірування цих матеріалів. Досліджено стан поверхні кристалів селеніду цинку методом мікроструктурного аналізу після механічної і хімічної обробки.

Ключові слова: кристал, цинк селенід, поверхня, травник, швидкість травлення, хіміко-механічне полірування, хіміко-динамічне полірування.

Вступ

Хімічна обробка поверхні кристалів і плівок напівпровідникових матеріалів є невід'ємною частиною технології виробництва робочих елементів різноманітних напівпровідникових приладів. Для отримання високоякісної полірованої та структурно досконалої і бездефектної поверхні використовують як хіміко-механічне (ХМП), так і хіміко-динамічне (ХДП) полірування. Однак існують технологічні проблеми пошуку оптимальних складів поліруючих травильних композицій для ХМП і ХДП. Хімічне травлення напівпровідників базується на процесах розчинення напівпровідника. Тому знання кінетичних закономірностей, механізму та характеру процесу розчинення напівпровідника є важливою умовою підбору відповідних складів розчинів для полірування.

Кристали $ZnSe$ на даний час – найбільш перспективні матеріали для застосування в сцинтиляційних болометрах при реєстрації подвійного бета-розпаду. Розробку нових ефективних методик хімічної обробки поверхні цих напівпровідників необхідно проводити на базі систематичних і комплексних досліджень процесів хімічного травлення, яким передують процеси механічної обробки кристалів $ZnSe$. Вибір компонентів травника необхідно здійснювати із загальних хімічних міркувань та з огляду на їх роль у травильних композиціях і взаємодії з поверхнею кристала. З аналізу літературних даних, присвячених

проблемам різних видів обробки напівпровідникових кристалів цинк селеніду (механічного і хімічного полірування, селективного травлення), не виявлено систематичних досліджень закономірностей ХДП та ХМП кристалів нелегованого і легованого $ZnSe$.

Так, автори [1] для хімічного травлення кристалів $ZnSe$ використовували 30 %-ний водний розчин $K_2Cr_2O_7$ ($T = 363$ К, $t = 1$ хв), при цьому на площині (111) спостерігали утворення трикутних ямок травлення. Водні розчини $K_2Cr_2O_7$ з мінеральними кислотами також часто використовують для хімічного травлення напівпровідників. У роботі [2] перед хімічною обробкою кристалів $ZnSe$ проводили механічне шліфування алюмінієвою пастою зернистістю 0,3 мкм, а далі травили їх розчином $H_2SO_4 : K_2Cr_2O_7$ в мольному співвідношенні 3 : 7. Оскільки в роботі не наведено технологічних характеристик процесу обробки, це ставить під сумнів застосування його, як ефективного травника. Травильну композицію складу $H_2SO_4 : K_2Cr_2O_7 = 4 : 6$ використовували [2] для хімічного полірування механічно полірованих кристалів $ZnSe$ з орієнтацією (111) при $T = 369$ К і $t = 1$ хв. Потім проводили хімічне травлення в киплячому 25 %-ному розчині $NaOH$ і повторно очищали поверхню травленням у 35 %-ному розчині $NaOH$.

Авторами [3] розроблено травник складу: 200 г хромової кислоти + 15 г Na_2SO_4 + 50 мл HNO_3 + 900 мл H_2O , проте після травлення в

ньому на поверхні кристалів ZnSe утворюються ямки травлення розміром до 150 мкм. У [4] проводили хімічне полірування кристалів ZnSe водним розчином KMnO_4 H_2SO_4 в еквімолярному співвідношенні 5 : 7 при $T = 315 \text{ K}$, при цьому спостерігали лінійну залежність видаленого шару з поверхні від часу травлення. Обробку проводили в декілька циклів тривалістю від 4 хв до 30 с (в загальному не довше 7–8 хв), швидкості травлення при цьому були в межах від 1 до 8–14 мкм/хв.

Для хімічного полірування ZnSe застосовано [4] лужні травильні композиції, а саме водні розчини 30 %-, 50 %- та 66,6%-ного NaOH, проте дуже високі температури проведення процесу (від 353 до 423 K) і мала ймовірність відтворюваності результатів через недосконалість самого технологічного процесу та відсутність відомостей про умови промивки поверхні ускладнюють їх використання. Застосування аміачного водного розчину з гідроген пероксидом в мольному співвідношенні $\text{NH}_4\text{OH} : \text{H}_2\text{O}_2 = 2 : 1$ до $6 : 1$ наведено в [4], однак, хоча процес хімічного травлення відбувається при $T \approx 293 \text{ K}$, малі швидкості травлення (0,2 мкм/хв) обмежують використання цих травників.

Автори [5] полірували кристали ZnSe розчином HCl при кімнатній температурі. Хімічне травлення сумішшю кислот $\text{HNO}_3 : \text{HCl} = 1 : 4$, за даними [2], дозволяє видаляти з поверхні ZnSe порушений шар. Однак після вилучення блискучого кристала з травильного розчину він мутніє і набуває темно-бурого кольору. Хімічне травлення розчином $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2 : \text{H}_2\text{O} = 4 : 1 : 1$ дає хороші результати при поліруванні поверхні ZnSe, а швидкість травлення складає 2–3 мкм/хв [1], але процес полірування проводиться при високих температурах, що значно ускладнює використання таких травильних композицій.

Утворення ямок травлення є великим недоліком вищезазначених травильних композицій, оскільки найчастіше для подальшого застосування напівпровідника необхідно досягти максимально гладкої, ідеально полірованої поверхні. Застосування вказаних травників також обмежують великі швидкості травлення, високі температури проведення процесу, складні технологічні операції та відсутність в літературі умов міжопераційних очищень поверхні та фінішних відмивок.

Хімічну модифікацію поверхні напівпровідникових сполук типу $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$ часто про-

водять з використанням бромовмісних сумішей [6–11]. Зокрема, для одержання більш досконалої полірованої поверхні кристалів ZnSe використовують бромовмісні травильні композиції, такі як Br_2 в метанолі або етанолі з різною варіацією концентрацій [2, 12–17]. Проте висока токсичність та незручність умов проведення процесу спонукає здійснювати пошук нових, менш токсичних та більш технологічних травильних композицій з низькими швидкостями розчинення поверхні напівпровідників. Альтернативною заміною бромовмісних травників є бромовиділяючі композиції, зокрема, на основі розчинів H_2O_2 –HBr: їх можна використовувати навіть при 291–298 K.

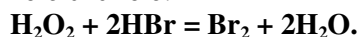
В науково-технічній літературі відсутні дані про використання бромовиділяючих травників для хімічної обробки поверхні кристалів ZnSe, тому метою даної роботи є дослідження закономірностей хімічного травлення кристалів нелегованого та легованого алюмінієм і телуrom цинк селеніду травильними композиціями H_2O_2 – HBr – оксалатна кислота, вивчення залежностей швидкості розчинення напівпровідників від складу травників, їх перемішування, температури, легування кристалів, визначення концентраційних меж поліруючих розчинів, дослідження морфології поверхні після травлення та оптимізація складів травників і технологічних режимів хіміко-динамічного полірування для застосування їх при виготовленні робочих елементів оптичних приладів.

Методика експерименту

Для досліджень використовували зразки вирощені методом Бріджмена: ZnSe (I) – кристали без термічного відпалу; ZnSe(II) – кристали після термічного відпалу; ZnSe(Al) – кристали, леговані алюмінієм, після термічного відпалу; ZnSe(Te) – кристали, леговані телуrom, без термічного відпалу. Їх вирізали з монокристалічних зливків за допомогою струнної різки з алмазним напиленням при змочуванні струни в процесі різки дистильованою водою. В [18] зазначено, що порушений шар в результаті різки алмазним кругом із внутрішньою ріжучою кромкою для ZnSe становить 100–150 мкм, тому необхідно проводити попереднє механічне шліфування. Механічне шліфування зразків ZnSe (I), ZnSe (II), ZnSe(Al), ZnSe(Te) здійснювали з використанням абразивних порошків М 10 та

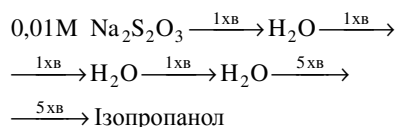
М 5. Шліфувальні суміші готували у вигляді водних суспензій абразивних порошків із водою. Процес проводили на скляному шліфувальнику, почергово обробляючи пластини з обох сторін протягом 1 хв кожним абразивом, після чого їх ретельно промивали теплою водою з додаванням невеликої кількості миючого засобу, потім – декілька разів дистильованою водою та висушували на повітрі. Після механічного шліфування нелегованого і легovanого ZnSe товщина порушеного шару становить близько 10–30 мкм [18] і його можна видалити за допомогою ХМП.

Травильні суміші готували, використовуючи HBr, H₂O₂ і насичений розчин оксалатної кислоти, та витримували їх перед початком травлення упродовж двох годин для повної взаємодії компонентів, що проходить за наступною схемою:



Органічний компонент обрано для контролю швидкості процесу травлення, оскільки при проведенні експериментальних досліджень із сумішшю таких компонентів одержано гарні результати з ХДП кристалів ZnSe.

Для ХМП досліджуваних зразків нами розроблено поліруючий розчин складу (в об. %): 10H₂O₂ : 10 HBr : 80 етиленгліколь (ЕГ), що характеризується високою поліруючою здатністю та невеликими швидкостями травлення ($V \approx 13$ мкм/хв). Процес ХМП пластин проводили протягом 5 хв при $T = 298$ К з використанням скляного полірувальника, обтягнутого батистовою тканиною. Після ХМП зразки промивали 0,01 М водним розчином Na₂S₂O₃, дистильованою водою та ізопропіловим спиртом (ІПС) з використанням ультразвуку (УЗ) при $T = 308$ К за схемою:



Процес ХДП проводили на установці для дослідження кінетики розчинення напівпровідників з використанням методики диска, що обертається. Закріплені у фторопластовому диску на скляних підкладках кристали оберталися в ємності з травником зі швидкістю 86 хв⁻¹ при 298 К впродовж 2 хв. Після кожної операції хімічного травлення

зразки промивали за вказаною вище методикою, після чого висушували на повітрі.

Швидкість розчинення кристала фіксували за зменшенням його товщини до і після травлення за допомогою електронного індикатора TESA DIGICO 400 з точністю $\pm 0,2$ мкм. Мікроструктуру отриманої поверхні кристалів після ХДП досліджували за допомогою універсального контрольного мікроскопа ZEISS JENATECH INSPECTION із цифровою відеокамерою при збільшенні від 25× до 1600×.

Результати та їх обговорення

При вивченні закономірностей ХДП нелегованих і легovanаних кристалів ZnSe в розчинах H₂O₂ – HBr встановлено, що найбільш перспективними для створення поліруючих травників з середніми швидкостями зняття матеріалу (12–22 мкм / хв) є розчини, що містять 10–16 об. % H₂O₂ в HBr. Введення розчинника в такий травник сприяє зменшенню концентрації активного компонента в розчині, в результаті чого можна досягти менших значень швидкості полірування і значного покращення полірувальних властивостей.

Для експериментів обрано концентраційний інтервал розчинів, обмежений три кутником ABC, де об'ємне співвідношення компонентів H₂O₂ : HBr : C₂H₂O₄ у вершинах ABC складає відповідно (в об. %): **A** – 10 : 90 : 0, **B** – 10 : 10 : 80, **C** – 16 : 84 : 0. З досліджень залежностей швидкості травлення нелегованого та легovanого ZnSe від складу травильних композицій H₂O₂ – HBr – C₂H₂O₄ ($T = 298$ К, $\gamma = 86$ хв⁻¹) побудовано діаграми “склад травника – швидкість травлення” (рис. 1), а також встановлено концентраційні межі поліруючих (область I) та неполіруючих (область II) розчинів.

З рисунка видно, що мінімальні швидкості розчинення напівпровідникових кристалів ZnSe (I), ZnSe (II), ZnSe (Al) та ZnSe (Te) спостерігаються в травильних розчинах збагачених розчином оксалатної кислоти (кут **B** трикутника ABC), а максимальні – в композиціях, з максимальним вмістом гідроген пероксиду (кут **C**). Якщо порівнювати наведені на рис. 1 діаграми, можна помітити, що вони схожі між собою і характеризуються подібним розташуванням ізоліній однакових швидкостей травлення, а також розмірами і положенням областей поліруючих розчинів.

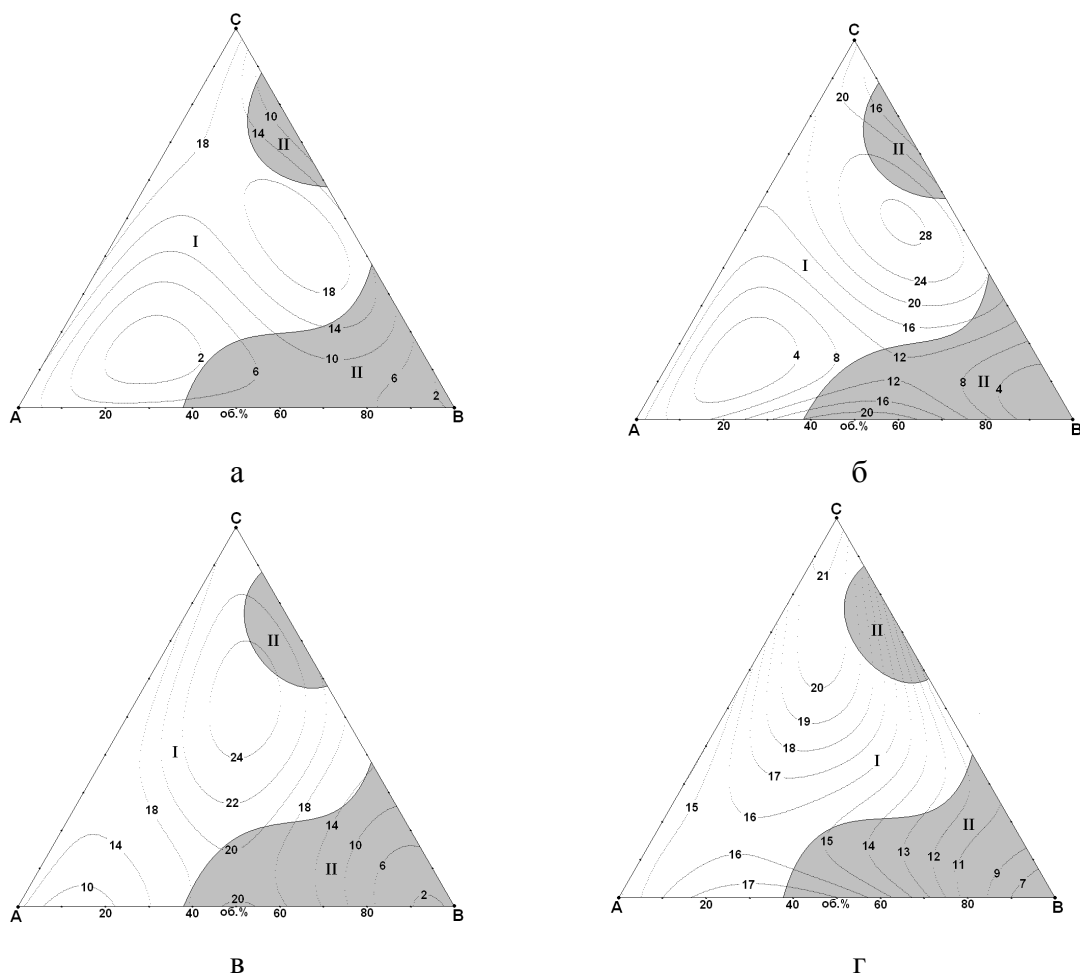


Рис. 1. Концентраційна залежність ($T=293\text{ K}$ та $\gamma = 86\text{ хв}^{-1}$) швидкості травлення (мкм/хв):
(а) – ZnSe (I), **(б)** – ZnSe (II), **(в)** – ZnSe (Al), **(г)** – ZnSe (Te) при об'ємному співвідношенні $\text{H}_2\text{O}_2 : \text{HBr} : \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ у вершинах **A, B, C** відповідно: **A** – 10 : 90 : 0, **B** – 10 : 10 : 80, **C** – 16 : 84 : 0
 (I – область поліруючих і II – неpoliруючих розчинів)

Це свідчить про однотипний механізм взаємодії як нелегованих, так і легованих кристалів цинк селеніду з досліджуваними травильними композиціями. Встановлено, що поліруючі суміші формуються в двох концентраційних інтервалах при співвідношенні компонентів (в об.%): (10–16) H_2O_2 : (38–90) HBr : (0–49) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ – інтервал I, зі швидкостями ХДП в межах 8–21 мкм/хв та (10–12) H_2O_2 : (10–60) HBr : (30–80) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ – інтервал II, при $v_{\text{ХДП}} = 2\text{--}20$ мкм/хв.

Дослідження залежностей швидкості розчинення (v) від температури і швидкості обертання диска (γ) проводили в поліруючому розчині складу (в об.%): 10 H_2O_2 : 70 HBr : 20 $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$. Графічні залежності швидкостей травлення від швидкості обертання диска, побудовані в координатах $v^{-1} \sim \gamma^{-1/2}$ при $\gamma = 36\text{--}120\text{ хв}^{-1}$ ($T = 298\text{ K}$), та від температури $\ln v \sim 1/T$ в інтервалі $T = 283\text{--}308\text{ K}$ (при $\gamma = 86\text{ хв}^{-1}$), зображені на рис. 2.

Як видно з рис. 2, а, прямі 1–4 можна екстраполювати в початок координат, що, згідно з [19], свідчить про лімітування процесів взаємодії ZnSe (I), ZnSe (II), ZnSe (Al), ZnSe (Te) з досліджуваними розчинами $\text{H}_2\text{O}_2 - \text{HBr} - \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ стадіями дифузії. При цьому значення уявної енергії активації (E_a) та логарифму передекспоненційного множника ($\ln C_E$), які визначено з результатів дослідження залежності v від температури (рис. 2, б), підтверджують лімітування процесу розчинення дифузійними стадіями, оскільки для всіх досліджуваних матеріалів значення E_a не перевищують 35 кДж/моль (таблиця 1).

Мікроструктурним аналізом поверхні досліджуваних зразків встановлено, що розчини складу (в об.%): (10–16) H_2O_2 : (38–90) HBr : (0–49) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ найбільш перспективні для формування на їх основі поліруючих травників для ХДП кристалів цинк селеніду

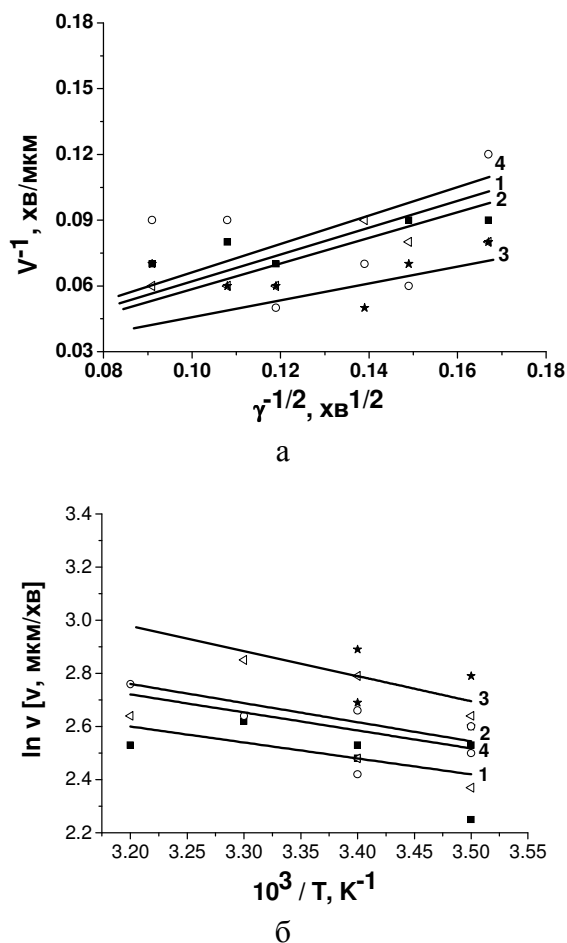


Рис. 2. Залежність швидкості розчинення (мкм/хв) поверхні кристалів (1) – ZnSe (I), (2) – ZnSe (II), (3) – ZnSe (Al) и (4) – ZnSe (Te):
 а – від швидкості перемішування травника ($T = 293\text{ K}$); б – від температури ($\gamma = 86\text{ хв}^{-1}$) в розчині складу (об. %):
 $11,5\text{H}_2\text{O}_2 - 48,5\text{HBr} - 40\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$

Таблиця 1

Уявна енергія активації (E_a) і логарифм передекспоненційного множника ($\ln C_E$) хімічного розчинення ZnSe в розчинах системи $\text{H}_2\text{O}_2\text{--HBr--C}_2\text{H}_2\text{O}_4$

Напівпровідник	E_a , кДж/моль	$\ln C_E$
ZnSe (I)	5 ± 4	4 ± 2
ZnSe (II)	6 ± 6	5 ± 2
ZnSe (Al)	6 ± 4	–
ZnSe (Te)	6 ± 3	5 ± 1

при 298 K. На рис. 3 подано результати електронної мікроскопії кристалів ZnSe (I), ZnSe (II), ZnSe (Al) та ZnSe (Te), які обробили методом ХДП в розчині складу (в об. %) $10\text{H}_2\text{O}_2 : 70\text{HBr} : 20\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$.

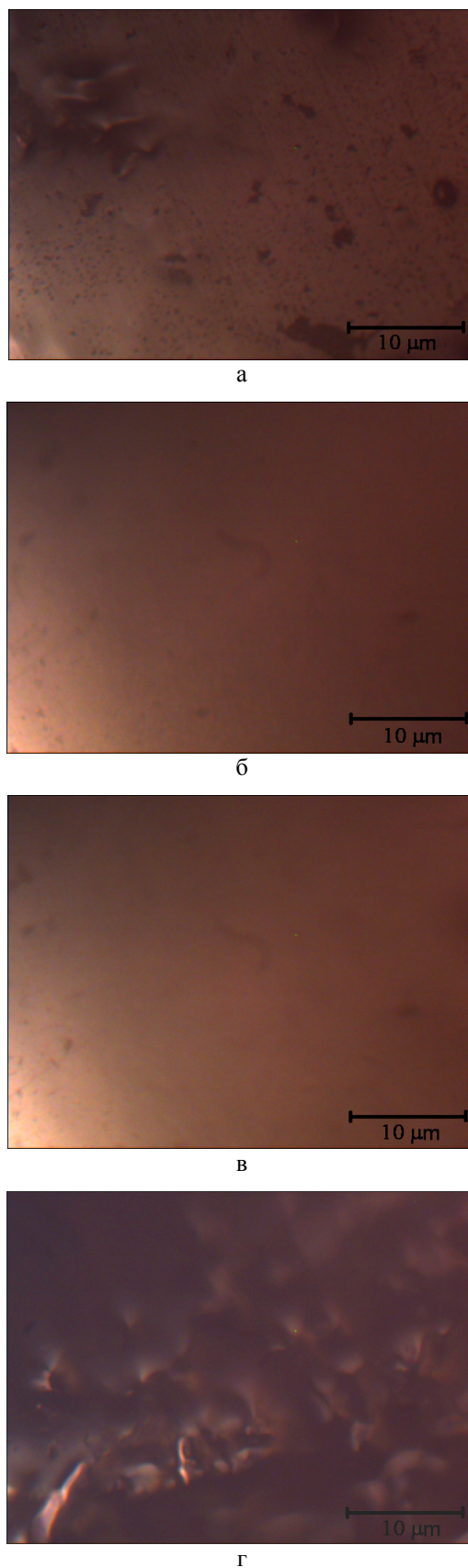


Рис. 3. Морфологія поверхні кристалів: а – ZnSe (I); б – ZnSe (II); в – ZnSe (Al); г – ZnSe (Te) після ХДП розчином складу (в об. %): $10\text{H}_2\text{O}_2 - 70\text{HBr} - 20\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$

Оптимізовано склади поліруючих розчинів і розроблено серію травників на основі сумішей $\text{H}_2\text{O}_2 - \text{HBr} - \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ для контрольованого видалення тонких шарів з поверхні кристалів цинк селеніду із середніми швидкостями травлення ($v_{\text{ХДП}} = 8-21$ мкм/хв). Показано, що для хімічного полірування поверхні цих напівпровідників можна використовувати розчини із вмістом компонентів (в об.%): (10–16) H_2O_2 ; (38–90) HBr ; (0–49) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$. Виявлено, що досліджувані травники стабільні в часі протягом 24 год. Аналіз отриманих експериментальних результатів свідчить про те, що розроблені травники характеризуються високою поліруючою здатністю і можуть бути рекомендовані для хімічного полірування вказаних напівпровідників методом ХДП.

Висновки

Досліджено процес хімічної взаємодії поверхні кристалів нелегованого та легovanого алюмінієм і телуrom ZnSe з бромовиділяючими травниками $\text{H}_2\text{O}_2 - \text{HBr} - \text{оксалатна кислота}$. Визначено, що механізм розчинення даних матеріалів – дифузійний, це підтверджується малими значеннями уявної енергії активації ($E_a \leq 6$ кДж/моль). Показано, що діаграми “склад травника – швидкість травлення” характеризуються подібним розташуванням ізоліній, розмірами і положенням областей поліруючих розчинів, що свідчить про однотипний механізм розчинення, як нелегованих, так і легованих кристалів цинк селеніду. Встановлено, що поліруючі розчини формуються в межах (в об.%): (10-16) H_2O_2 ; (38-90) HBr ; (0-49) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$. Методом мікроструктурного аналізу підтверджена висока якість поверхні напівпровідникових зразків після проведення процесу ХДП.

Список літератури

1. Etch pit studies of II-VI wide bandgap semiconductor materials ZnSe , ZnCdSe and ZnCdMgSe grown on InP / F. Semendy, N. Bambha, M.C. Tamargo, A. Cavus; L. Zeng // US Army Res. Lab. ADELPHI MD – 1999.
2. Tenne R. Photoelectrochemical etching of ZnSe and nonuniform charge flow in Schottky barriers / R. Tenne, H. Flaisher, R. Triboulet // Phys. Rev. B.: Condens. Matter. – 1984. Vol. 29. – № 10. – P. 5799-5804.
3. Salem J.A. Mechanical characterization of ZnSe windows for use with the flow enclosure accommodating novel investigations in combustion of solids (FEANICS) module / S.A. Jonathan. // National Aeronautics and Space Administration. Glenn Research Center. – 2006.
4. Пат. 5445706 США МКИ³ В 44 С 122, Н 01 L 21306. Wet treatment adapted for mirror etching ZnSe / Okuno Y., Tamura H., Maruyama T. Kanagawa; заявитель и патентообладатель Academy of Science and Technology. - № 896963; Заявлено 11.04.94; Опубл. 29.08.95. – 11 с.
5. Травление CVD-селенида цинка растворами неорганических кислот / Е.М. Гавришук, Е.Ю. Вилкова, О.В. Тимофеев, У.П. Боровских, Е.Л. Тихонова // Неорган. материалы. – 2007. – Т. 43. – № 6. – С. 579-583.
6. Томашик В.Н. Химическое травление полупроводниковых соединений типа $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$ / В.Н. Томашик, З.Ф. Томашик // Неорган. материалы. – 1993. – Т. 29. – № 5. – С. 717-718.
7. Томашик В.Н. Механическая и химико-механическая обработка полупроводниковых соединений типа $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$ / В.Н. Томашик, З.Ф. Томашик // Неорган. материалы. – 1994. – Т. 30. – № 12. – С. 1498-1503.
8. Жидкофазное травление полупроводниковых соединений типа $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$ и физико-химические процессы на границе раздела (обзор) / В.Н. Томашик, З.Ф. Томашик, А.В. Любченко, А.В. Фомин // Оптоэлектроника и полупроводниковая техника. – 1994. – Вып. 28. – С. 3-15.
9. Томашик В.Н. Селективное травление халькогенидов цинка, кадмия и ртути / В.Н. Томашик // Неорган. материалы. – 1995. – Т. 31, № 3. – С. 313-317.
10. Томашик В.Н. Полирующее травление полупроводниковых соединений типа $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$ / В.Н. Томашик, З.Ф. Томашик // Неорган. материалы. – 1997. – Т. 33. – № 12. – С. 1451-1455.
11. Томашик З.Ф. Физико-химическое взаимодействие полупроводников типа $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$ и $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}$ с жидкими травильными композициями / З.Ф. Томашик, В.Н. Томашик // Конденсир. среды и межфаз. границы. – 2002. – Т. 4. – № 4. – С. 336-341.
12. Surface preparation of ZnSe substrates for MBE growth of V-VI light emitters / W.C. Hughes, C. Boney, M.A.L. Johnson,

- J.W. Cook Jr., J.F. Schetzina // *J. Cryst. Growth.* – Vol. 175/176. – 1997. – P. 546-551.
13. Tenne R. Electrochemical photocapacitance of zincselenide: effect of photoelectrochemical etching / R. Tenne, R. Haak, R. Triboulet // *Ber. Bunsen-Ges. Phys. Chem.* – 1987. – Vol. 91. – № 6. – 597-599.
14. Ternary chalcogenide – Based photo-electrochemical cells II. The *n*-CdZn₂Se₄/aqueous polysulfide system / R. Tenne, Y. Mirovsky, Y. Greenstein, D. Cahen D // *J. Electrochem. Soc.* – 1982. – Vol. 129. – № 7. – P. 1506-1512.
15. Sagar A. Etchants for ZnSe / A. Sagar, W. Lehmann, I.W. Faust // *J. Appl. Phys.* – 1968. – Vol. 39. – № 11. – P. 5336-5338.
16. Gautron J. Optical and electro-optical behaviour of polished and etched zinc selenide single crystals / J. Gautron, C. Raisin, P. Lemasson // *J. Phys. D. Appl. Phys.* – 1982. – Vol. 15. – P. 153-161.
17. Sankar N. Growth and characterization of ZnSe and phosphorus-doped ZnSe single crystals / N. Sankar, K. Ramachandran, C. Sanjeeviraja // *J. Cryst. Growth.* – 2002. – Vol. 235. – № 1-4. – P. 195–200.
18. Физико-химические методы обработки поверхности полупроводников / Б.Д. Луфт, В.А. Перевощиков, Л.Н. Возмилова, И.А. Свердлин, К.Г. Марин // М.: Радио и связь. – 1982. – 136 с.
19. Перевощиков В.А. Процессы химико-динамического полирования поверхности полупроводников / В.А. Перевощиков // *Высокочистые вещества.* – 1995. – № 2. – С. 5-29.

Summary

Z.F. Tomashyk, A.S. Kravtsova, I.B. Stratiychuk, V.M. Tomashyk, S.M. Galkin

OPTIMIZATION OF ETCHING COMPOSITIONS H₂O₂–HBr–OXALIC ACID TO FORM THE POLISHED SURFACE OF UNDOPED AND DOPED ZnSe CRYSTALS

The process of chemical interaction of undoped and doped aluminum and tellurium ZnSe crystals with bromine emerging solutions H₂O₂–HBr–oxalic acid has been studied. The depending of dissolution rate on the etching compositions, their mixing and temperature have been investigated. The phase diagrams of "etchants compositions – etching rate" have been constructed and the concentration regions of polishing solutions have been defined. The concentration regions of polishing solutions and modes of chemical dynamic polishing of these materials have been developed and optimized. The surface state of zinc selenide crystals after mechanical and chemical treatment has been investigated using microstructure analysis.

Key words: crystal, zinc selenide, surface, etchant, etching rate, chemical-mechanical polishing, chemical-dynamic polishing.