

ХІМІКО-МЕХАНІЧНА ВЗАЄМОДІЯ ПОВЕРХНІ $Zn_xCd_{1-x}Te$ З БРОМВИДІЛЯЮЧИМИ ТРАВІЛЬНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ

Андріюк Т.В.¹, Чайка М.В.¹, Денисюк Р.О.¹, Тітов Ю.О.²

¹Житомирський державний університет імені Івана Франка, tania1909@i.ua

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Хімічна обробка поверхонь напівпровідникових матеріалів є невід'ємною складовою технології виготовлення різноманітних приладів сучасної електроніки. Наявність на поверхнях дислокацій, забруднень або мікротріщин призводить до утворення структурних дефектів в епітаксійних шарах, що впливає на надійність роботи приладів та їх якість [1].

Важливу роль у сучасних технологіях виробництва електронних приладів відіграють напівпровідникові матеріали типу $A^{II}B^{IV}$, оскільки володіють широким комплексом фізико-хімічних властивостей, тому є невід'ємними елементами виробництва сучасних електронних пристроїв. Зокрема доволі цікавим є використання $Zn_xCd_{1-x}Te$, оскільки він є вигідним та перспективним матеріалом для детекторів χ - і γ - випромінювання, $CdTe$ застосовують в нелінійній оптиці. Створення ідеально відполірованої і структурно досконалої поверхні вище зазначених монокристалів є невід'ємною складовою технології виробництва таких електронних пристроїв [2].

Тверді розчини $Cd_xHg_{1-x}Te$ є основним матеріалом для виготовлення ІЧ-фотоприймачів, включаючи багатоелементні лінійки та матриці. Однак незважаючи на широке практичне використання вказаних матеріалів та виготовлених на їх основі приладів, існують значні технологічні проблеми, зумовлені їх нестабільністю, складністю технології вирощування, недосконалою обробкою та складними умовами роботи в різних режимах [3].

Метою роботи є вивчення особливостей хіміко-механічної взаємодії монокристалів $CdTe$ та $Zn_xCd_{1-x}Te$ з бромвиділяючими водними розчинами на основі $K_2Cr_2O_7$ – HBr – розчинник, виявлення впливу природи в'язких компонентів при розведенні базового травника на швидкість хіміко-механічного полірування (ХМП) та якість полірованої поверхні.

Для досліджень використовували вирощені методом Бріджмена монокристали $CdTe$, та $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$, отриманий із газової фази. Пластини площею $0,5 \text{ см}^2$ та товщиною 1,5-2 мм, які були вирізані струною різкою з алмазним напиленням. Порухений шар, що утворився під час різки видаляли механічним шліфуванням із застосуванням абразивних порошоків марок М10, М5 та М1 у вигляді водних суспензій, після чого проводили механічне полірування зразків алмазними пастами із поступовим зменшенням розміру зерна абразиву.

Перед проведенням ХМП з поверхні прошліфованих і механічно відполірованих зразків видаляли порушений шар товщиною 80-100 мкм універсальним травником на основі HNO_3 – HBr – $C_4H_6O_6$ ($V = 35 \text{ мкм/хв}$) і промивали 0,25 М розчином $Na_2S_2O_3$ та великою кількістю дистильованої води. Травильні суміші готували з 40 % HBr (ос.ч), 10,9 %-го водного розчину $K_2Cr_2O_7$ і ЕГ (х.ч) та витримували 2 години для встановлення рівноваги хімічної реакції :



Для проведення процесу ХМП використовували скляний полірувальник, обтягнутий батистом. Полірувальну суміш подавали на полірувальник крапельним методом з ділильної лійки із вмонтованим дозатором зі швидкістю 2-3 мл/хв. ХМП проводили упродовж 2-10 хв при температурі $293 \text{ K} \pm 0,5 \text{ K}$ та тиску 2-3 кПа, після чого для видалення залишків реагентів з поверхні кристалів їх промивали 0,1 М розчином натрій тіосульфату, великою кількістю дистильованої води та висушували в струмені сухого повітря. Швидкість ХМП визначали за зменшенням товщини кристалу до і після процесу ХМП за допомогою годинникового індикатора 1-МИГП з точністю $\pm 0,5 \text{ мкм}$. [2]

Для експериментальних досліджень було обрано базовий поліруючий розчин (БР) складу (об. %): 35 $K_2Cr_2O_7$ – 50 HBr – 15 ЕГ, який характеризується швидкістю хіміко-динамічного полірування (ХДП) 3,4-4,5 мкм/хв. З метою розробки повільних поліруючих травників та покращення якості обробленої поверхні $CdTe$ та $Zn_xCd_{1-x}Te$ перед проведенням процесу ХМП до БР додавали додатково певну кількість модифікатора в'язкості – ЕГ.

Встановлено, що при зростанні концентрації етиленгліколю від 30 до 70 (об.%) в складі БР, формуються поліруючі розчини у яких поверхня протравлених монокристалів полірована з дзеркальним блиском, а швидкість ХМП перебуває в межах 9,3 – 4 мкм/хв для CdTe і 9,7 – 4,7 мкм/хв для $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$. Розроблені травильні композиції можна використовувати для ХМП з контрольованими швидкостями хімічного розчинення. Якщо збільшувати вміст в'язкого компонента і надалі (до 90 об. % ЕГ), то це призводить до суттєвого зменшення швидкості розчинення – до 0,8-1,6 мкм/хв і формується полірована поверхня нижчої якості (“металічний блиск”). Отже, змінюючи співвідношення базового травника і ЕГ та користуючись наведеною залежністю, можна обирати необхідну швидкість ХМП в межах 0,9 – 23 мкм/хв.

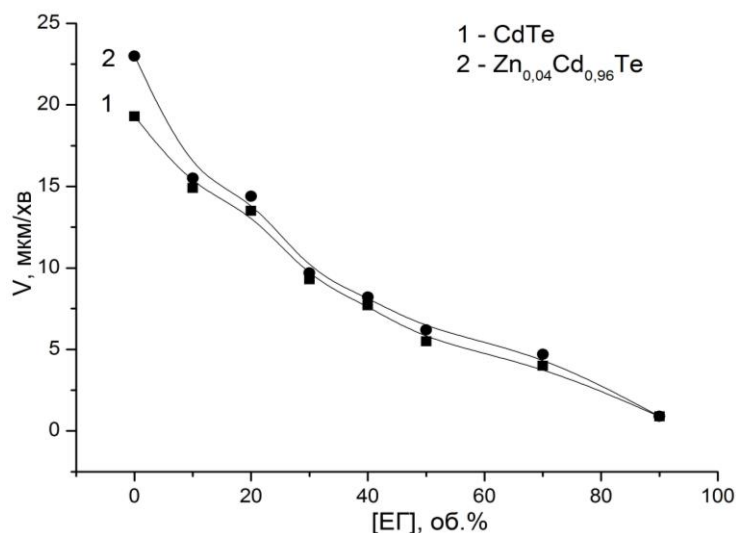


Рис. 1. Залежність швидкості ХМП монокристалів CdTe (1) та $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$ (2) від вмісту етиленгліколю в базовому травнику

Результати металографічного та профілометричного аналізів поверхні зразків після травлення показали перспективність розроблених травильних композицій для ХМП, оскільки параметри її шорсткості відповідають вимогам пред'явленим до полірованої поверхні напівпровідникових матеріалів і не перевищують значень $R_z \leq 0,05$ мкм.

На основі отриманих експериментальних даних розроблено нові повільні бромвиділяючі травники, які характеризуються високою поліруючою здатністю та низькими швидкостями травлення. Встановлено, що шляхом введення до складу травильних розчинів різної кількості етиленгліколю можна регулювати швидкість ХМП досліджуваних напівпровідників. Оптимізовані склади поліруючих травників та технологічні режими обробки поверхні можуть бути використані для контрольованого зняття тонких шарів та фінішного полірування поверхні CdTe та $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$.

1. Денисюк, Р. О., Томашик, В. М., Гвоздівський, Є. Є. (2016) Взаємодія монокристалів твердих розчинів $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ та $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ з травильними композиціями І2–НІ. Вопросы химии и химической технологии, 2 (106). pp. 51-55.

2. Чайка, М. В., Томашик, З. Ф., Томашик, В. М., Маланич, Г. П., Денисюк, Р. О. (2018) Хімічне травлення монокристалів CdTe, $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ та $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ водними розчинами $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – HBr – ацетатна кислота. Науковий вісник Чернівецького університету (805). pp. 46-52.

3. Білевич Є.О. Формування полірованої поверхні монокристалів телуриду кадмію та твердих розчинів на його основі в травильних композиціях hno_3 - hhal -комплексоутворювач для приладів електронної техніки: дис. Канд.техн.наук: 05.07.06/ є.о. Білевич – к., 2020. – 176с.