

2. GPTZero and ZeroGPT: A Critical Look at AI Text Detection - 33rd Square. URL:

<https://www.33rdsquare.com/gptzero/#:~:text=Rival%20platform%20ZeroGPT%20employs%20similar,on%20certain%20corpora> (дата звернення: 30.04.2024).

УДК 621.794.4 : 546.47/49'24

Чайка Микола,

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка

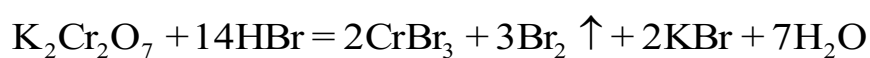
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИДАЛЕННЯ ТОНКИХ ШАРІВ З ПОВЕРХНІ CdTe ТА $Zn_xCd_{1-x}Te$

Хімічне полірування поверхні напівпровідникових матеріалів типу $A^{IV}B^{VI}$ – найважливіший технологічний етап під час обробки напівпровідників при виробництві робочих елементів електронних приладів на їх основі. Метою роботи є розробка методики видалення тонких шарів з поверхні CdTe та твердих розчинів $Zn_xCd_{1-x}Te$ та складів повільних полірувальних травників $K_2Cr_2O_7 - HBr$ – розчинник, дослідження впливу природи органічного розчинника на основні параметри хімічного полірування поверхні напівпровідникових матеріалів.

Для експериментальних досліджень обрано розчини таких органічних кислот: тартратна ($C_4H_6O_6$), лактатна ($C_3H_6O_3$), оксалатна ($C_2H_2O_4$), ацетатна ($C_2H_4O_2$) та спирту – етиленгліколь ($C_2H_6O_2$).

Дослідження виконували на монокристалічних зразках: CdTe та $Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$ - нелегованих, вирощених методом Бріджмена та $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$, який теж нелегований та отриманий із газової фази. Зразки, що були площею близько $0,5 \text{ см}^2$ та мали товщину 1,5-2 мм спочатку клеїли на кварцеві підкладки піцеїном, його залишки відмивали органічним розчинником (використовували етиловий спирт або ацетон). Порушений під час попередніх етапів обробки шар, товщиною понад 100 мкм, спочатку частково видаляли за допомогою механічного шліфування застосовуючи

водні суспензії абразивних порошків марок М10, М5 та М1, далі зразки промивали теплою водою із додаванням поверхнево-активних речовин, а на завершення великою кількістю дистильованої води та висушували на повітрі. Перед проведенням хіміко-динамічного полірування (ХДП) із поверхні досліджуваних матеріалів видаляли 80-100 мкм порушеного під час різки та шліфування шару розчином складу $\text{HNO}_3 - \text{HBr} - \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$. Процес ХДП поверхні CdTe та твердих розчинів на його основі $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ травильними розчинами досліджуваної системи $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{HBr}$ – розчинник виконували на установці для ХДП із використанням методики диску, що обертається, при цьому контролювали щоб температура $T = 285 \text{ K}$, а швидкість перемішування розчину $\gamma = 82 \text{ хв}^{-1}$, процес виконували протягом 5 хвилин. Швидкість хімічного полірування визначали за зменшенням товщини напівпровідникового зразка до та після виконання полірування за допомогою годинникового індикатора 1-МИГП, що має точність $\pm 0,5 \text{ мкм}$. Під час експерименту одночасно полірували 4 зразки, які кріпили у фторопластовий тримач – для того, щоб всі напівпровідники знаходились в одній площині, рівномірно полірувалися, уникаючи турбулентних потоків травильного розчину. Для приготування розчинів використовували 10,9 % водний розчин $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (х.ч.), 40 % HBr (ос.ч), 27 % $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ (ч.д.а), 80 % $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ (х.ч.), 9 % $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ (ч.д.а), 100 % (льодяна) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (х.ч.) та $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ (х.ч.). Перед проведення процесу ХДП всі розчини витримували близько двох годин для встановлення рівноваги хімічної реакції :



Після закінчення процесу полірування напівпровідники спочатку промивали 0,1 М водним розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, для того щоб видалити з поверхні залишки розчинів, що не прореагували, а потім великою кількістю дистильованої води і на завершення висушували потоком теплового сухого повітря. Мікроструктуру поверхні напівпровідникових матеріалів після ХДП досліджували в білому світлі металографічним мікроскопом МИМ-7 з цифровою відеокамерою eTREK DCM800 (8Mpix).

Результати полірування поверхні CdTe та твердих розчинів $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$, $Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$ в травильних розчинах системи $K_2Cr_2O_7 - HBr$ – розчинник представлено в таблиці.

Таблиця 1.

Склад полірувального розчину	Об'ємний вміст компонентів (об.%)	Швидкість полірування (мкм/хв) та стан поверхні після ХДП		
		CdTe	$Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$	$Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$
$K_2Cr_2O_7 - HBr - C_4H_6O_6$	20 : 20 : 60	0,8	0,6	0,75
		Блиск, місцями плівка	Блиск	Блиск, місцями плівка
$K_2Cr_2O_7 - HBr - C_3H_6O_3$	20 : 30 : 50	0,7	0,9	1,1
		Блиск	Блиск	Блиск
$K_2Cr_2O_7 - HBr - C_2H_2O_4$	20 : 20 : 60	2,5	2,6	2,9
		Блиск, ямки травлення	Блиск, ямки травлення	Блиск, місцями ямки травлення
$K_2Cr_2O_7 - HBr - C_2H_4O_2$	20 : 20 : 60	2	1,9	1,4
		Дзеркальний блиск	Дзеркальний блиск	Дзеркальний блиск
$K_2Cr_2O_7 - HBr - C_2H_6O_2$	20 : 20 : 60	0,4	0,5	0,7
		Білий осад	Тонка біла плівка	Тонка біла плівка

Встановлено, що використання органічних розчинників призводить до зростання швидкості полірування в ряду: етиленгліколь → тартратна кислота → лактатна кислота → оцтова кислота → оксалатна кислота. Дана закономірність пояснюється збільшенням константи іонізації в ряду та різним співвідношенням кількості $COOH$ - та OH - груп у молекулах речовин. Виявлено, що чим більшою є кількість карбоксильних груп, тим більше значення кислотності розчину та вища швидкість полірування.

Експериментально встановлено, що на швидкість ХДП впливає і в'язкість органічних речовин, адже у етиленгліколю, тартратної кислоти та лактатної кислоти, що характеризуються більшою в'язкістю – швидкість полірування напівпровідникових матеріалів менша при однаковому об'ємному співвідношенні компонентів травника. Виявлено закономірність зміни швидкості полірування від вмісту цинку у складі твердих розчинів $Zn_xCd_{1-x}Te$: у всіх розчинах, крім системи $K_2Cr_2O_7 - HBr$ – оцтова кислота швидкість полірування збільшується із зростанням вмісту цинку у складі напівпровідника.

Перевагою розробленої методики є те, що додаванням різної кількості органічного розчинника до складу бромвиділяючих травників можна частково регулювати процес хімічної взаємодії між $K_2Cr_2O_7$ та HBr а також розчиняти токсичний Br_2 , що виділяється, переводячи в розчинну форму продукти їх взаємодії. Розроблені нами полірувальні розчини мають низьку швидкість ХДП (0,4-2,9 мкм/хв) та рекомендовано використовувати для контрольованого зменшення товщини напівпровідникових пластин до необхідних розмірів, хімічного полірування тонких плівок та фінішної обробки поверхні $CdTe$ та твердих розчинів $Zn_xCd_{1-x}Te$.

УДК 378

Чистяков Володимир,

здобувач 3 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальність 015.39 «Професійна освіта (Цифрові технології)»

Горобець Сергій (науковий керівник),

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Житомирський державний університет імені Івана Франка

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ “КОМП’ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ”

Постановка проблеми. У сучасних реаліях виникає необхідність у використанні спеціалізованого програмного забезпечення для проведення