

# ВПЛИВ ВМІСТУ БРОМУ У БРОМВИДІЛЯЮЧИХ ТРАВІЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЯХ НА ЯКІСТЬ ПОЛІРОВАНОЇ ПОВЕРХНІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МОНОКРИСТАЛІВ

*Мудрак В.В., Чайка М.В.*

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна,  
[vikamudrak25@gmail.com](mailto:vikamudrak25@gmail.com)

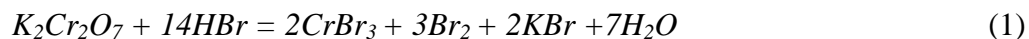
Напівпровідникові матеріали  $A^{IV}B^{VI}$  мають широкий спектр фізичних і хімічних властивостей і використовуються у виготовленні детекторів рентгенівського та гамма-випромінювання, приймачів світла. Такі матеріали застосовують в якості робочих елементів приладів, що діють в інфрачервоній області спектра, оптоелектронних приладах, сонячних батареях, лазерах, інтегральних мікросхемах, високотемпературних випрямлювачах, лавинних фотодіодах, транзисторах, сонячних батареях [1,2].

Якість і чистота обробки поверхні підкладки має вирішальне значення для продуктивності робочих елементів на її основі. Однак різноманітність використовуваних матеріалів вимагає різних технік полірування. Вивчення закономірностей і механізмів розчинення напівпровідників у рідких середовищах є важливим ключем до формування бездефектних і полірованих поверхонь підкладок із потрібними електрофізичними і структурними властивостями [3].

Хімічне травлення використовують для належної підготовки поверхні підкладок, видалення р- або n-шарів, створення канавок і мезоструктуру плитах і багатошарових структурах, травлення вікон із заданим нахилом стінок в шарах напівпровідника і діелектрика, а також для оцінки дефектів (виявлення властивостей і розподілу щільності дислокацій, домішок, р-n переходів тощо).

Тому отримання високоякісної поверхні напівпровідникової підкладки з максимальною структурою і геометрією, рівномірними хімічними властивостями і чистотою є однією з найактуальніших проблем сучасного напівпровідникового матеріалознавства [4].

Концентрація  $Br_2$  у бромвиділяючих травильних композиціях суттєво впливає на якість полірованої поверхні напівпровідникових монокристалів. Травильні розчини, що мають у своєму складі дихромат-іони і  $HBr$  (система на основі водних розчинів  $K_2Cr_2O_7-HBr$ ) виконують високоякісне полірування поверхні і відзначаються невеликими швидкостями розчинення напівпровідників типу  $A^{III}B^{V}$  і  $A^{IV}B^{VI}$ . Що дозволяє контролювати товщину пластин монокристалів та знімати тонкі шари матеріалу. Також можливо проводити хімічну обробку тонких плівок, що є надзвичайно важливим, адже напівпровідникові монокристали мають практичне використання саме у такому вигляді.

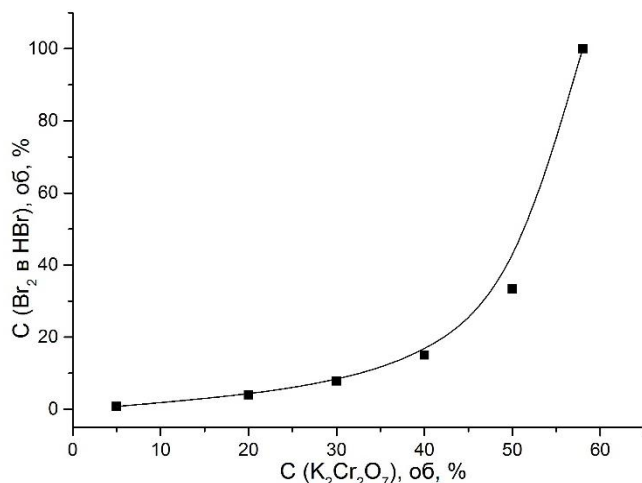


Бром ( $Br_2$ ), який виділяється у результаті цієї реакції, розчиняється у надлишку бромідної кислоти ( $HBr$ ) і є активним компонентом травника. Він реагує з поверхнею напівпровідникових монокристалів, переводячи їх в розчинний стан.

Залежність концентрацій теоретично розрахованої автором [5] кількості  $Br_2$  у  $HBr$  відповідно до рівняння реакції між компонентами травника зображена на мал. 1.

Склади вихідних розчинів (мас. %):  $K_2Cr_2O_7$  – 10,9 % водний розчин;  $HBr$  – 40%; Промивка полірованих монокристалів здійснювалась згідно такої технологічної схеми: 30 сек. 0,1 М  $Na_2S_2O_3$  + 1 хв.  $H_2O$  + 2 хв.  $H_2O$  + 1 хв.  $H_2O$

Автори [5] досліджували хімічну взаємодію  $CdTe$  з цими травниками в діапазоні  $K_2Cr_2O_7$  (5-60 об.%) у  $HBr$  [6], що підтверджено даними розрахункового вмісту  $Br_2$  у  $HBr$  за реакцією (1). У складі (об.%): суміші 59  $K_2Cr_2O_7$  + 41  $HBr$  вихідний розчин прореагував повністю, і виділення  $Br_2$  припинилося. В діапазоні концентрацій 30-50 об. %  $K_2Cr_2O_7$  в розчині утворювалися повільні полірувальні травники з малим швидкостями хімічного полірування (4-7,3 мкм/хв), а розрахований у них склад відповідав розчинам з вмістом 7,8-33 об.%  $Br_2$  у  $HBr$ . Після хіміко-динамічного полірування поверхня  $CdTe$  була відполірована до дзеркального блиску цією травильною сумішшю.



**Рис.** Залежність концентрацій кількості Br<sub>2</sub> в HBr (об. %) у водних розчинах K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>–HBr (T=295 K, γ = 82 хв<sup>-1</sup>)

Отже, отримання гладкої поверхні напівпровідників з максимальною досконалою структурою і геометрією є однією з найактуальніших проблем сучасного напівпровідникового матеріалознавства, а вміст бромоводню, як активного компонента травника, у бромовиділяючих травильних композиціях є вирішальним для досягнення цієї мети.

1. Чайка М.В. Фізико-хімічна взаємодія монокристалів CdTe та твердих розчинів Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te і Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te з травильними композиціями K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> – мінеральна кислота – розчинник : дис... канд. хім.наук: 02.00.04. Київ. 2019. 190 с.

2. Чернюк О. С. Взаємодія GaSb та GaAs з водними розчинами HNO<sub>3</sub>–HNaI–органічна кислота : дис... канд. хім.наук: 02.00.01. Житомир. 2006. 193 с.

3. Левченко І.В. Взаємодія InAs, InSb, GaAs, GaSb з водними розчинами (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>–HBr–розчинник : дис... канд. хім.наук: 02.00.01. Львів. 2019. 176 с.

4. Кусяк Н. В. Взаємодія InAs, InSb та GaAs з бромовиділяючими травильними композиціями: дис... канд. хім.наук: 02.00.01. Житомир. 2002. 211 с.

5. Чайка М.В. Особливості формування бромовиділяючих травильних композицій для хімічної обробки поверхні CdTe /М.В. Чайка, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик // П'ятеукраїнська наукова конференція «Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи», 16 травня 2018 р. : Збір. матер. конф. – Житомир, 2018. – С. 194-197

6. Чайка М.В. Хімічна взаємодія CdTe, Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te та Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te з водними розчинами K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>–HBr (HCl) // М.В. Чайка, Р.О. Денисюк, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик / Питання хімії та хімічної технології. – 2018. – №1. – С. 51-56.