

ПОЛІРУВАННЯ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ $Zn_xCd_{1-x}Te$ ТА $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ В ТРАВНИКАХ СИСТЕМИ $HNO_3 - KI$ (ДМФА)

Досліджено процес хімічної взаємодії монокристалів $CdTe$ і твердих розчинів $Zn_xCd_{1-x}Te$ ($x = 0,04$ та $0,1$) та $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ в йодвиділяючих розчинах системи HNO_3-KI -диметилформамід (ДМФА). Визначено концентраційні межі розчинів за їх дією на поверхню вказаних провідників. Розроблено та оптимізовано, травильні композиції для полірування поверхні монокристалів і вибрано технологічні режими обробки оптимізованими травильними сумішами вище перерахованих напівпровідникових матеріалів для формування якісної поверхні при виготовленні робочих елементів напівпровідникових приладів.

Ключові слова: травлення, хімічне розчинення, полірування, поверхня, тверді розчини, травильні композиції, йодвиділяючі розчини.

Исследовано процесс химического взаимодействия монокристаллов $CdTe$ и твердых растворов $Zn_xCd_{1-x}Te$ ($x = 0,04$ та $0,1$) и $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ в иодвыделяющих растворах системы HNO_3-KI -диметилформамид (ДМФА). Определено концентрационные области растворов по их действию на поверхность указанных полупроводников. Разработаны и оптимизированы травительные композиции для полирования поверхности монокристаллов и предложены технологические режимы обработки выше перечисленных полупроводниковых материалов для формирования качественной поверхности при изготовлении рабочих элементов полупроводниковых приборов.

Ключевые слова: травление, химическое растворение, полирование, поверхность, твердые растворы, травительные композиции, иодвыделяющие растворы.

The chemical interaction of $CdTe$ single crystals and $Zn_xCd_{1-x}Te$ ($x = 0.04$ and 0.1) and $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ solid solutions in iodine-educing solutions HNO_3-KI -dimethylformamide (DMFA) was investigated. The concentration limits of solutions were determined. Their action on the surface of the semiconductors designed and optimized etching compositions for polishing the surface of mono-crystals. There are selected technological modes of treatment with optimized etching mixtures of the above-mentioned semiconductor materials for forming a quality surface in the manufacture of working elements of semiconductors instruments.

Key words: etching, chemical dissolutions, polishing, surface, solid solutions, etchant compositions, iodine-educing solutions

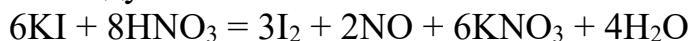
Напівпровідникові матеріали типу $A^{II}B^{VI}$, а зокрема кадмій телурид і тверді розчини на його основі широко застосовуються для виготовлення фотоприймачів, чутливих в інфрачервоній (ІЧ) області спектра, детекторів радіаційного і рентгенівського випромінювання, сонячних елементів та інших напівпровідни-

кових приладів і пристроїв. Тому формуванню якісної поверхні монокристалічних підкладок таких напівпровідникових матеріалів надається особливе значення [1]. Хімічне травлення напівпровідників є одним з найпоширеніших операцій при хімічній обробці в виробництві напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем, воно також використовується при дослідженні і практичному використанні напівпровідників для очистки поверхні від забруднень і оксидів, видалення з поверхні порушеного шару. Процес забезпечує швидке проведення і достатньо надійне отримання кінцевих результатів, що робить його універсальним для обробки різноманітних напівпровідникових матеріалів [2].

Для хімічної обробки поверхні монокристалів часто використовуються галогенвмісні та галогенвиділяючі травильні композиції, що володіють низькими швидкостями полірування [3-5]. Такі травники використовуються на фінішних етапах хімічної обробки, але часто вони містять порівняно дорогі кислоти, у порівнянні із запропонованими компонентами.

Для дослідження використовували монокристалічні зразки напівпровідників $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$ та $\text{Zn}_{0,1}\text{Cd}_{0,9}\text{Te}$ загальною площею $\approx 0,5 \text{ см}^2$, і товщиною – 1,5-2 мм. Швидкість розчинення визначали використовуючи метод диску, що обертається [6], за зменшенням товщини кристалу до і після травлення годинниковим індикатором ІЧ-1 з точністю $\pm 0,5 \text{ мкм}$, причому розходження в вимірюваній товщині, як правило, не перевищувало 5 %.

Травильні розчини готували використовуючи калій йодид (KI), який розчиняли в диметилформаміді (ДМФА) майже до насичення при 20°C (21 мас.%). До отриманого розчину додавали невеликими порціями нітратну кислоту (HNO_3) для виділення йоду.



Йод що виділяється в результаті реакції розчиняється в ДМФА та окиснює поверхню напівпровідника. Додавання нітратної кислоти більше 15 об.% призводить до випадання осаду солі та утворення драглистого розчину. Свіжоприготовлені розчини витримували приблизно 2 години для встановлення хімічної рівноваги в системі. Після розчинення монокристалів поверхню промивали 0,4 н розчином натрій тіосульфату ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) та великою кількістю дистильованої води.

Побудована залежність швидкості хімічної взаємодії поверхні досліджуваних напівпровідників з травильними композиціями системи $\text{HNO}_3\text{--KI}$ –диметилформамід (ДМФА) представлена на рис. 1. Встановлено, що збільшення концентрації нітратної кислоти в травильній композиції призводить до підвищення швидкості розчинення $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ від 0,5 до 2,5 мкм/хв. Розчини з 3-6 об.% HNO_3 розчиняють напівпровідник, але поверхня вкрита сірим нальотом. Більш концентровані розчини володіють поліруючими властивостями по відношенню до всіх монокристалів з швидкостями травлення 1,6-2,5 мкм/хв.

Встановлено, що збільшення вмісту Zn у твердому розчині $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ призводить до зростання швидкості обробки поверхні монокристалу, що може бути пов'язано з більшою активністю атомів цинку у порівнянні з кадмієм.

Температурна залежність процесу полірування в травильній композиції з вмістом нітратної кислоти 12 об.%, дала можливість розрахувати значення уявної енергії активації (E_a) з рівняння Арреніуса. Обрахована E_a для досліджува-

них напівпровідників знаходиться в межах 3-15 кДж/моль, що свідчить про лімітування процесу дифузійними стадіями.

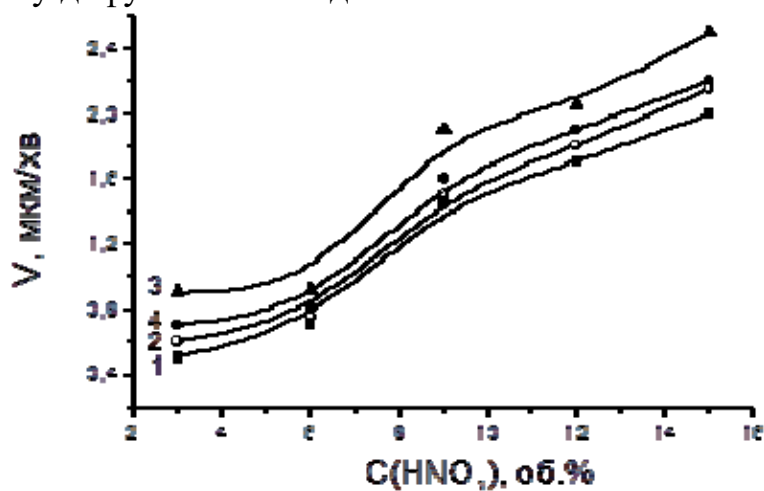


Рис. 1. Концентраційні залежності швидкості травлення (мкм/хв) CdTe (1), Cd_{0.96}Zn_{0.04}Te (2), Cd_{0.9}Zn_{0.1}Te (3), Cd_{0.2}Hg_{0.8}Te (4) в розчинах HNO₃ – KI – DMFA (T = 293 K, γ = 82 хв⁻¹).

Розчини системи HNO₃ – KI – ДМФА можуть бути використані для травлення Zn_xCd_{1-x}Te з формуванням якісної полірованої поверхні та низькими швидкостями. Поверхню монокристалів необхідно після травлення обробляти розчином натрій тіосульфату та великою кількістю дистильованої води.

Список використаних джерел:

1. Chayka M. V. Chemical interaction of CdTe, Zn_xCd_{1-x}Te and Cd_xHg_{1-x}Te with K₂Cr₂O₇-HBr (HCl) aqueous solutions / M. V. Chayka, R. O. Denysyuk, Z. F. Tomashyk, V. M. Tomashyk // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. – 2018. – № 1. – P. 51–56.
2. Луфт Б. Д., Перевошиков В. А., Возмилова Л. Н., Свердлин И. А., Марин К.Г. Физикохимические методы обработки поверхности полупроводников / Б.Д. Луфт, В.А. Перевошиков, Л.Н. Возмилова, И.А. Свердлин, К. Г. Марин – М.: Радио и связь, 1982. – 136с.
3. Хімічне розчинення монокристалів CdTe та твердих розчинів Cd_{1-x}Mn_xTe в травильних сумішах I₂ – HI / Р.О. Денисюк, З.Ф. Томашик, О.С. Чернюк, В.М. Томашик, І.І. Гнатів // *Фізика і хімія твердого тіла*. – 2009. – Т. 10, № 1. – С. 134-137.
4. Денисюк Р.О., Томашик В.М., Гвоздієвський Є.Є. Взаємодія монокристалів твердих розчинів Zn_xCd_{1-x}Te та Cd_{0.2}Hg_{0.8}Te з травильними композиціями I₂–HI/ Р.О. Денисюк, В.М. Томашик, Є.Є. Гвоздієвський // *Вопросы химии и химической технологии*. – 2016. – Т. 2 (106). – С. 51-55 (52-56)
5. Chayka M. V. Chemical-mechanical polishing of CdTe, Zn_xCd_{1-x}Te and Cd_xHg_{1-x}Te single crystal surfaces by K₂Cr₂O₇—HBr—solvent etchants / M. V. Chayka, Z. F. Tomashyk, V. M. Tomashyk, G. P. Malanych, A. A. Korchovyi // *Functional Materials*. — 2019. — Volume 26, № 2. — P. 412–418.
6. Чайка М. В. Хімічне травлення монокристалів CdTe, Zn_xCd_{1-x}Te та Cd_xHg_{1-x}Te водними розчинами K₂Cr₂O₇ – HBr – ацетатна кислота / Чайка М. В., Томашик З. Ф., Томашик В. М., Маланич Г. П., Денисюк Р. О. // *Науковий вісник Чернівецького університету*. – 2018. Вип. 805.: Хімія. – С. 46-52.