

ВЗАЄМОДІЯ МОНОКРИСТАЛІВ CdTe, Cd_{1-x}Zn_xTe і Cd_xHg_{1-x}Te З ЙОДОВИДІЛЯЮЧИМИ ТРАВІЛЬНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ НА ОСНОВІ HNO₃ – HI

Томашик* В.М., Серіцан М.В., Томашик* З.Ф., Денисюк Р.О.
Житомирський державний університет ім. І.Я. Франка, Житомир, Україна
*Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ, Україна
e-mail: mseritsan@gmail.com

Напівпровідникові матеріали типу A^{II}B^{VI}, зокрема кадмію телурид та тверді розчини на його основі Cd_{1-x}Zn_xTe та Cd_xHg_{1-x}Te широко використовуються для виготовлення фотоприймачів, чутливих в ІЧ-області спектра, детекторів іонізуючого випромінювання, сонячних елементів. Вони також використовуються як антивідбивні покриття, в оптоволоконних модуляторах, оптичних лінзах, виготовленні напівпрозорих дзеркал, як підкладки для епітаксії та в інших напівпровідникових приладах і пристроях. Тверді розчини Cd_xHg_{1-x}Te є основним матеріалом для виготовлення ІЧ-фотоприймачів, включаючи багатоелементні лінійки та матриці. Незважаючи на широке практичне використання вказаних матеріалів існують значні технологічні проблеми, зумовлені складністю технології вирощування, недосконалою обробкою та складними умовами роботи в різних режимах.

В даній роботі вивчено процеси хіміко-динамічного (ХДП) полірування поверхні монокристалів CdTe і твердих розчинів на його основі: Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te, Cd_{0,96}Zn_{0,04}Te і Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te йодовиділяючими травниками на основі HNO₃ – HI – тартратна кислота. Також досліджено залежність швидкості розчинення даних монокристалів від складу травильного розчину та вивчено закономірності хімічного травлення цих напівпровідникових матеріалів.

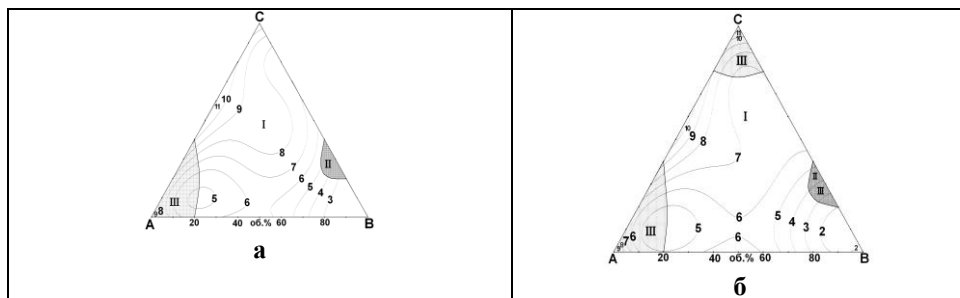
На відміну від інших органічних кислот, тартратна кислота, яка сприяє комплексоутворенню, значно покращує поліруючі властивості травильних композицій внаслідок пригнічення гідролізу продуктів реакції. Аніони тартратної кислоти виконують роль лігандів при комплексоутворенні, тому введення її до складу травників широко застосовується при обробці поверхні напівпровідникових монокристалів CdTe і твердих розчинів на їх основі.

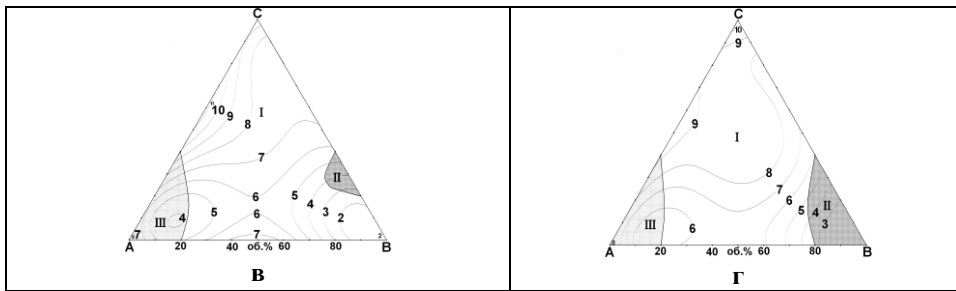
Експерименти проводили з використанням методики диску, що обертається, на установці для ХДП при температурі 293 К та швидкості обертання диску $\gamma = 80 \text{ хв}^{-1}$. Перед початком дослідження травлення з поверхні пластин видаляли порушений при механічній обробці шар товщиною 100-120 мкм універсальним травильним розчином. Під час експерименту швидкість розчинення визначали за зменшенням товщини кристалу до і після травлення за допомогою багатообертового індикатора ІМІГП з точністю $\pm 0,5 \text{ мкм}$. Процес травлення проводили на протязі 3 хв. Травильні розчини готували з 55 %-ої HI, 70 %-ої HNO₃ і тартратної кислоти (40 і 27 %-ої). Травильні розчини перед початком травлення витримували протягом двох годин для встановлення хімічної рівноваги. Після проведення травлення зразки промивали спочатку 0,1 М розчином натрій тіосульфату, а потім великою кількістю дистильованої води з наступним просушуванням в потоці повітря.

За результатами проведених експериментів за допомогою математичного планування експерименту на симплексі побудовано діаграми “склад травника – швидкість травлення” з встановленням меж поліруючих, неполіруючих розчинів та областей селективного травлення. Досліджуваний інтервал складів розчинів було обмежено трикутником ABC при об’ємному співвідношенні HNO₃ : HI : тартратна кислота у вершинах A, B, C: A – 6 : 94 : 0; B – 9 : 31 : 60; C – 18 : 82 : 0.

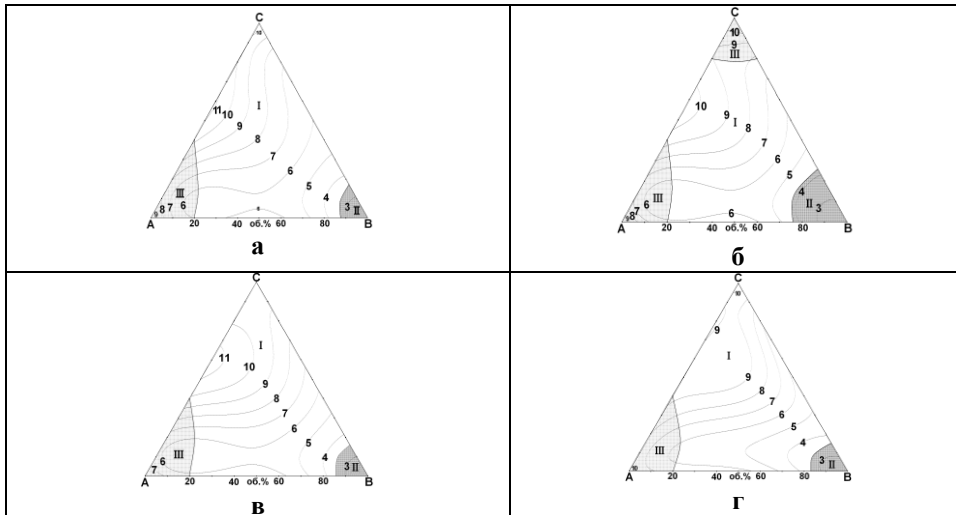
Швидкості полірування цих матеріалів при використанні 40 %-ої тартратної кислоти становлять: 3,0-11,0 мкм/хв для CdTe і Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te; 3,0-10,0 мкм/хв для Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te і Cd_{0,96}Zn_{0,04}Te. Швидкості полірування цих матеріалів при використанні 27 %-ої тартратної кислоти становлять: 2,0-11,0 мкм/хв для Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te і Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te; 3,0-10,0 мкм/хв для Cd_{0,96}Zn_{0,04}Te і 3,0-11,0 мкм/хв для CdTe.

Травильні композиції збагачені HNO₃ формують області селективного травлення з появою на поверхні ямок округлої форми. При збагаченні розчинів тартратною кислотою на поверхні з’являються півки сірого кольору.





Мал. 1. Концентраційна залежність швидкостей травлення CdTe (а), Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te (б), Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te (в), Cd_{0,96}Zn_{0,04}Te (г) в розчині HNO₃-HI-27 %-на C₄H₆O₆ (I – області поліруючих, II – неpolіруючих, III – селективних розчинів).



Мал. 1. Концентраційна залежність швидкостей травлення CdTe (а), Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te (б), Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te (в), Cd_{0,96}Zn_{0,04}Te (г) в розчині HNO₃-HI-40 %-на C₄H₆O₆ (I – області поліруючих, II – неpolіруючих, III – селективних розчинів).

З одержаних результатів видно, що застосування для травника 27%-ної C₄H₆O₆ приводить до розширення меж поліруючих травників для Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te, а для напівпровідників CdTe, Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te, Cd_{0,96}Zn_{0,04}Te кращі поліруючі властивості мають розчини збагачені 40 % C₄H₆O₆. При цьому якість полірованої поверхні цих напівпровідників в випадку CdTe і Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te висока ($R_z=0,03 \leq 0,05$ мкм). Розроблені травники можна рекомендувати для контрольованого видалення шару матеріалу з поверхні і фінішного полірування даних монокристалів.