

© Левченко І.В., Стратійчук І.Б., Томашик В.М., Маланич Г.П.,
Кравецький М.Ю., Корчовий А.А., 2016

Інститут фізики напівпровідників ім. В.С. Лашкарьова Національної академії наук України, пр.
Науки, 41, м. Київ, 03028, Україна, т. (044) 525-57-55
e-mail: tomashyk@isp.kiev.ua

ХІМІЧНЕ ТРАВЛЕННЯ ПОВЕРХНІ InAs, InSb, GaAs ТА GaSb

Досліджено вплив концентрації $C_3H_6O_3$ на особливості процесу хіміко-динамічного полірування кристалів InAs, InSb, GaAs та GaSb травильними розчинами $(NH_4)_2Cr_2O_7$ -HBr- $C_3H_6O_3$. Встановлено, що при збільшенні вмісту $C_3H_6O_3$ в травильному розчині, швидкість травлення кристалів зменшується. Побудовано залежності "швидкість травлення – склад травника", а також встановлено склади поліруючих і неполіруючих розчинів. Визначено, що процес розчинення досліджуваних напівпровідників лімітується стадією дифузії.

Ключові слова: напівпровідник, лактатна кислота, травник, дифузія, хіміко-динамічне полірування

Вступ

Максимальне вилучення дефектних шарів і очищення поверхні підкладок відіграють важливу роль у якості та тривалості роботи отриманих приладів електронної техніки. Відомо, що хімічне полірування поверхні напівпровідників забезпечує отримання високоякісної поверхні матеріалу. Однак труднощі хімічного полірування, пов'язані з властивостями досліджуваних матеріалів, є однією з основних проблем для розвитку технології напівпровідників типу $A^{III}B^V$.

Найбільш ефективними вважаються такі травильні розчини, які забезпечують дифузійно-лімітований процес розчинення матеріалу. Ці умови сприяють відтворюваності експериментальних результатів.

Травильні композиції для напівпровідникових матеріалів мають відповідати таким вимогам [1]:

- 1) згладжувати пошкоджені поверхневі шари матеріалу;
- 2) мінімізувати утворення власних оксидів на поверхні кристалів, а отже, контролювати швидкість поверхневої рекомбінації;
- 3) виявляти найменшу кількість приповерхневих дефектів та площини низького індексу;
- 4) вилучати приповерхневі шари, які містять органічні забруднення.

На даний момент не існує універсального травильного розчину, який забезпечував би всі необхідні параметри підкладок, що застосовуються в різних галузях напівпровідникової техніки.

Широкий спектр результатів хімічного полірування кристалів GaSb галогеновмісними травильними композиціями представлено в [2]. Автори [3] відзначають, що вихідна шорсткість поверхні матеріалу може впливати на ступінь розподілу фаз. Якість поверхні після обробки залежить від гладкості поверхні підкладок GaSb до етапу полірування. Середньоквадратична шорсткість підкладок при цьому коливається в межах 0,14-0,22 нм.

Як відомо, органічні кислоти поліпшують не лише поліруючі властивості травильних розчинів, але й здатні каталізувати швидкість хімічної взаємодії реагентів. У [4, 5] зазначено, що лактатна кислота ефективно взаємодіє з іонами металів, утворюючи добре розчинні у воді хелатні комплекси. Травильні композиції на її основі забезпечують також однорідність травлення та формують хорошу площинність і гладкість поверхні оброблюваних матеріалів [6]. Встановлено, що травильні композиції на основі $C_3H_6O_3$ характеризуються невисокими швидкостями травлення (2,15-8,77 мкм/хв). Додатковою перевагою введення лактатної кислоти є той факт, що такий комплексоутворюючий агент не заважає розчиненню In і Ga.

У [7] указано, що розведення вихідного травильного розчину H_2O_2 (3 %-ний) + HF (2,5 %-на) + лактатна кислота (85 %-на) у співвідношенні 6:3:1 відповідно, в 20 разів зменшує швидкість травлення InSb із 860 Å/с до 138 Å/с.

При застосуванні 90% розчину $C_3H_6O_3$ на поверхні InSb (111) утворюються мезоканавки. Збільшення вмісту органічного компонента значно мірі пригнічує ефект

траншей. Кінетичні дослідження процесу розчинення кристалів InSb у травильному розчині на основі 90% $C_3H_6O_3$ свідчать про дифузійно-лімітований характер взаємодії [8]. Однак автори [9] вказують, що збільшення вмісту лактатної кислоти призводить до підвищення шорсткості поверхні досліджуваних кристалів.

На основі вищевикладеного аналізу літературних даних ми намагались дати власне тлумачення особливостей процесу хіміко-динамічного полірування (ХДП) напівпровідників InAs, InSb, GaAs і GaSb травильними розчинами складу $(NH_4)_2Cr_2O_7-HBr-C_3H_6O_3$. Основна увага була приділена встановленню впливу концентрації $C_3H_6O_3$ на параметри хімічного полірування кристалів, побудові залежностей “швидкість травлення – склад травника”, визначенню областей поліруючих і неполіруючих розчинів і дослідженню кінетики процесу розчинення досліджуваних напівпровідників.

Експериментальна частина

Для дослідження фізико-хімічних характеристик процесу хіміко-динамічного полірування застосовували кристали n-типу: InAs, InSb, GaAs, GaSb. Як вихідні реагенти травильних розчинів $(NH_4)_2Cr_2O_7-HBr-C_3H_6O_3$ використовували 26% $(NH_4)_2Cr_2O_7$, 42% HBr і $C_3H_6O_3$. Перед проведенням експерименту травильні композиції витримували протягом 2 годин для проходження повної взаємодії між реагентами.

Окисно-відновна реакція між компонентами травильного розчину супроводжується утворенням вільного броду, що формує так звані бромвідділяючі травники. Оскільки швидкість розчинення оксиду As більша, ніж оксидів Ga і Sb, тому має місце реакція хелатування органічною кислотою.

Отже, процес хімічного травлення поверхні напівпровідника охоплює дифузійно-адсорбційну та реакційну частину, комплексотворення та розчинення, а також дифузійно-комплексуючу частину реакції у травильний розчин.

Різка монокристалічних злиwkів на пластини супроводжується деформацією приповерхневих шарів матеріалу. Тому з метою створення максимально відтворених результатів експерименту кристали піддавали попередній обробці. Підкладки розміром $5 \times 5 \times 2$ мм піддавали механічному шліфуванню водними

суспензіями абразивних порошоків марок (АСМ 10/7, АСМ 5/3 та АСМ 1/0). Після чого проводили хіміко-механічне полірування універсальним бромвідділяючим травником, розробленим у нашій лабораторії.

Дослідження процесу розчинення напівпровідників в травильних композиціях складу $(NH_4)_2Cr_2O_7-HBr-C_3H_6O_3$ вивчали за допомогою методу хіміко-динамічного полірування у відтворених гідродинамічних умовах. Дані умови реалізували за допомогою методики диска, що обертається [10]. Процедуру ХДП проводили при $T = 294-298$ К і швидкості перемішування розчину $\gamma = 78$ хв⁻¹.

Швидкість розчинення кристалів визначали за допомогою електронного індикатора TESA DIGICO 400 з точністю $\pm 0,02$ мкм. Для точності експериментальних результатів одночасно розчиняли 4 кристали, а зміну товщини виміряли в кількох точках кристала.

Мікроструктуру поверхні кристалів після ХДП досліджували методом металографічного аналізу. Використовували мікроскоп MIM-7 з цифровою відеокамерою eTREK DCM800 (кратність збільшення 25 - 1600 \times).

Мікропрофілі поверхні зразків та визначаючі характеристики шорсткості, отримані на базовій довжині 0,25 мм (при довжині трасування – 1,5 мм і швидкості трасування – 0,15 мм/с) з використанням профілометра марки HOMMEL-ETAMIC W5, який дозволяє визначати висоту мікронерівностей ≥ 5 нм в інтервалі вимірювань $-210/+110$ мкм. Якість полірованих поверхонь оцінювали за допомогою скануючого зондового мікроскопа NanoScope IIIa Dimension 3000TM (Digital Instruments, США) методом атомно-силової мікроскопії (АСМ) в режимі періодичного контакту на повітрі.

Результати та їх обговорення

На основі досліджень ХДП напівпровідників InAs, InSb, GaAs і GaSb у травильних композиціях $(NH_4)_2Cr_2O_7-HBr$ були встановлені склади поліруючих розчинів у концентраційному діапазоні 2–22 об.% $(NH_4)_2Cr_2O_7$ в HBr зі швидкостями травлення 0,9–8,4 мкм/хв. Такий інтервал обрали як базовий для підбору необхідної кількості третього компонента – $C_3H_6O_3$.

У процесі підбору оптимального вмісту органічного компонента в травильній суміші нами встановлено вплив зміни концентрації лактатної кислоти на швидкість процесу розчинення напівпровідникових кристалів

(рис. 1). За результатами графічних залежностей можна стверджувати про те, що висока концентрація лактатної кислоти є причиною значного зниження загальної швидкості розчинення кристалів. При вихідній концентрації $C_3H_6O_3$ 80 % швидкість травлення підкладок мінімальна – 0,05-0,2 мкм/хв. Подальше розведення вихідного розчину лактатної кислоти до 16 % поступово збільшує швидкість травлення кристалів до 2,1-3,4 мкм/хв.

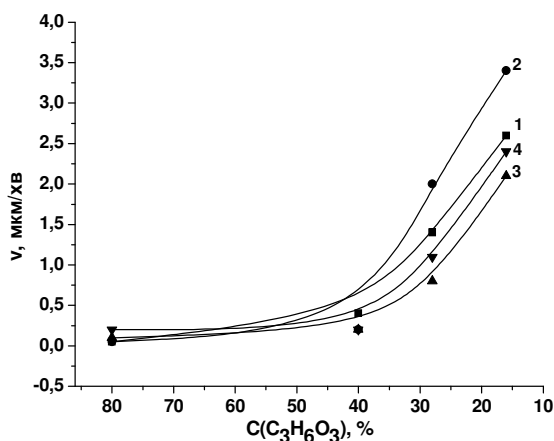


Рис. 1. Залежність швидкості розчинення (мкм/хв) (1) – InAs, (2) – InSb, (3) – GaAs, (4) – GaSb від вихідної концентрації $C_3H_6O_3$ у складі травильних розчинів $(NH_4)_2Cr_2O_7$ -HBr- $C_3H_6O_3$

З урахуванням отриманих експериментальних результатів дослідження характеру взаємодії напівпровідників з травильними композиціями $(NH_4)_2Cr_2O_7$ -HBr- $C_3H_6O_3$ проводили при використанні 16 %-ного вихідного розчину $C_3H_6O_3$.

Діапазон досліджень визначали за допомогою методу математичного планування експерименту на симплексі [11]. Концентраційний інтервал обмежений таким вмістом вихідних реагентів (в об. %): (2-22) $(NH_4)_2Cr_2O_7$: (10-98) HBr : (0-80) $C_3H_6O_3$ (рис. 2).

Тенденція зміни швидкостей травлення та характеристики травильних розчинів від складу травильних композицій зображені на рис. 3. Відзначимо, що концентраційні залежності процесу розчинення InAs та GaAs мають аналогічний характер. Така ж подібність спостерігається у випадку розчинення кристалів InSb і GaSb.

Згідно з [6], за умов високої швидкості взаємодії реагентів продуктам реакції може не вистачати часу на їх відведення від місця взаємодії. Це призводить до зменшення швидкості травлення кристалів.

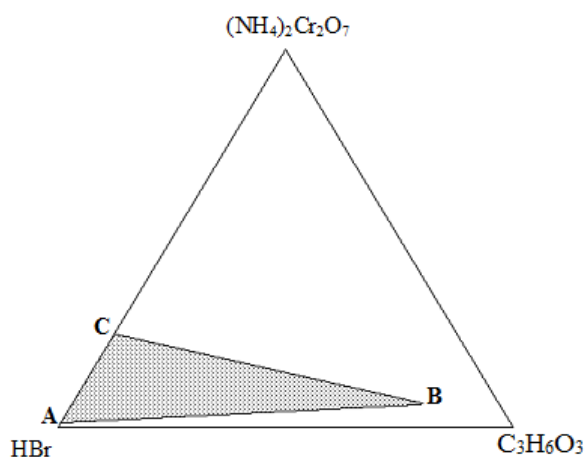


Рис. 2. Концентраційний інтервал травильних композицій (в об. %): (2-22) $(NH_4)_2Cr_2O_7$: (10-98) HBr : (0-80) $C_3H_6O_3$

Максимальний ефект впливу $C_3H_6O_3$ спостерігається при насиченні розчину органічною кислотою. При зменшенні вмісту лактатної кислоти в складі травника загальна швидкість травлення збільшується в напрямку насичення розчину $(NH_4)_2Cr_2O_7$ та HBr. Максимальні значення швидкостей травлення InAs і GaAs – 5,6 та 7,5 мкм/хв – досягаються при найбільшому вмісті $(NH_4)_2Cr_2O_7$ в травильній суміші (22 об. %). Для InSb та GaSb найшвидше процес травлення відбувається в точці з вмістом 17 об. % $(NH_4)_2Cr_2O_7$ в розчині.

Відмітність поведінки напівпровідників при хімічному травленні може бути пов'язана з фізичними та хімічними властивостями досліджуваних матеріалів. Атом In має більші розміри в порівнянні з Ga, тому утворення комплексів між індієм і $C_3H_6O_3$ відбуватиметься повільніше [12].

При високих концентраціях HBr знижуються градієнти концентрації, що спричиняє зменшення дифузії продуктів і, як наслідок, зменшення загальної швидкості процесу розчинення. Але з врахуванням результатів проведених досліджень можна стверджувати, що основна роль у зміні швидкості травлення досліджуваних кристалів належить лактатній кислоті. Завдяки здатності активно зв'язувати іони металів у розчинні хелатні комплекси $C_3H_6O_3$ є основним детермінуючим фактором швидкості процесу розчинення кристалів InAs, InSb, GaAs та GaSb.

Аналізуючи стан поверхні кристалів, отриманої після ХДП, ми визначили концентраційні області поліруючих і неполіруючих розчинів. На діаграмах залежностей

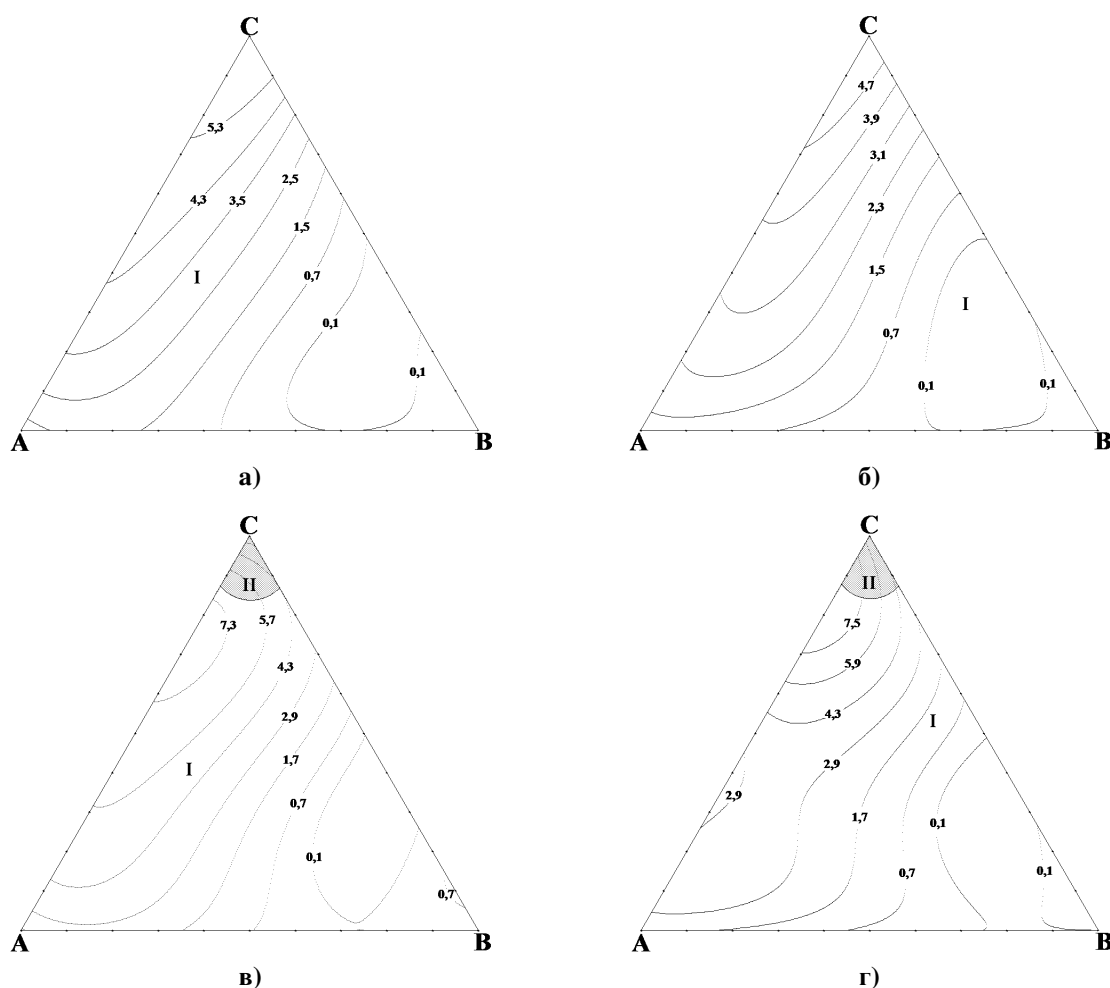


Рис. 3. Концентраційні залежності швидкості травлення (мкм/хв) (а) – InAs, (б) – GaAs, (в) – InSb, (г) – GaSb у розчинах складу $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{--HBr--C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ при об'ємному співвідношенні компонентів у вершинах А, В, С (в об. %): А – (2:98:0); В – (10:10:80); С – (22:78:0); області I – поліруючих та II – неpolіруючих розчинів ($T = 294\text{--}306\text{ K}$, $\gamma = 78\text{ хв}^{-1}$)

“склад травника – швидкість травлення” досліджуваних сполук вони позначені як область I та область II, відповідно. Для напівпровідників InAs і GaAs усі склади травильних композицій у досліджуваному діапазоні формували область поліруючих розчинів. Область I (рис. 3а, б) для арсенідів знаходиться в концентраційному діапазоні (в об. %): (2-22) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: (10-98)HBr : (0-80) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$. Поверхня кристалів після ХДП була дзеркальною з характерним металічним блиском.

У випадку застосування травильних композицій для кристалів InSb та GaSb формувалися два типи морфології поверхні: полірована дзеркальна (I) та неpolірована з білою рихлою плівкою (II). Для цих кристалів область поліруючих розчинів знаходилась у межах (об. %): (2-19) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: (10-98)HBr : (0-80) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ (рис. 3в, г). Відповідно, область II обмежувалася травильними

композиціями, що містили (в об. %): (19-22) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, (69-81) HBr та (0-11) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

Важливим чинником ефективності методу ХДП є якість отриманої поверхні кристалів. На рис. 4 наведено результати металографічного аналізу поверхні напівпровідника InAs після різних етапів механічної і хімічної обробки: чітко видно покращення стану поверхні після ХМП і ХДП. Морфологія поверхні досліджуваних пластин підтверджує хороші поліруючі властивості травильних композицій $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{--HBr--C}_3\text{H}_6\text{O}_3$. Параметри шорсткості поверхні представлено також на прикладі кристала InAs і наведено в табл. 1. З отриманих результатів видно, що найкращими параметрами шорсткості характеризується ХМП. За результатами АСМ встановлено, що середня шорсткість поверхні R_a всіх досліджених зразків не перевищує 6 нм. ХМП поверхні досліджуваних кристалів розробленими травильними сумішами приз-

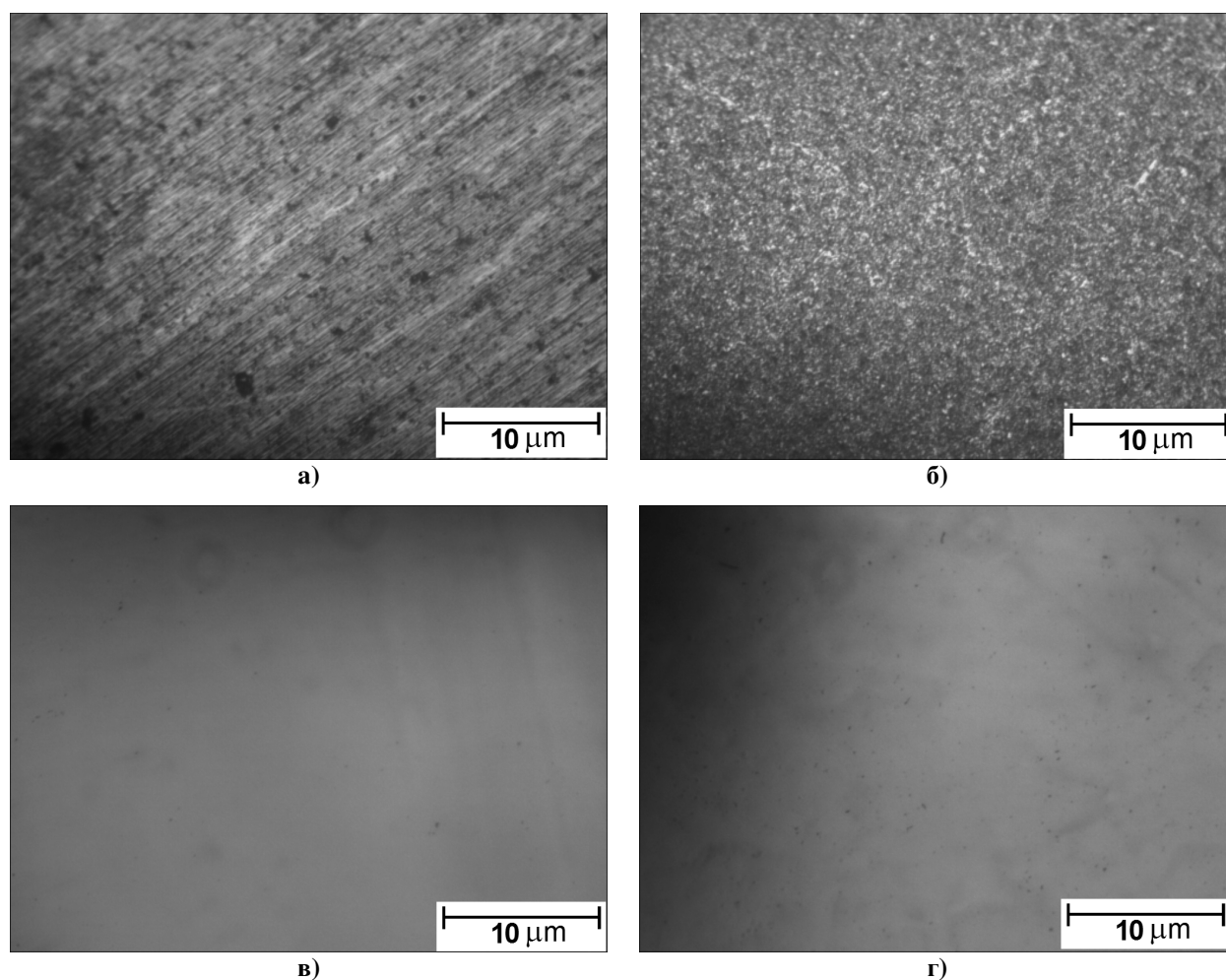


Рис. 4. Мікроструктура поверхні InAs після (а) – різки, (б) – шліфування абразивом АСМ 5/3, (в) – ХМП обробки та (г) – ХДП у травильній композиції складу (в об. %): 13 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ –27 HBr –60 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$

Таблиця 1

Параметри шорсткості поверхні InAs після різних етапів механічної та хімічної обробки

Етапи обробки	R_a , нм	R_{max} , нм	Стан поверхні
струнна різка	1200 ¹	7500 ¹	рельєфна поверхня зі слідами різки (повздовжні смуги, невеликі виступи)
струнна різка → шліфування вільним абразивом АСМ 1/0	30 ¹	1500 ¹	шорстка
струнна різка → шліфування вільним абразивом АСМ 1/0 → ХМП	0,2 ²	0,4 ²	рівна, дзеркально-гладка
струнна різка → шліфування вільним абразивом АСМ 1/0 → ХМП → ХДП травником $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - HBr - $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$	0,9 ²	1,3 ²	рівна, дзеркально-гладка

¹профілометр HOMMEL-ETAMIC W5

²метод АСМ

водить до формування поверхні з середньою арифметичною шорсткістю R_a в діапазоні значень 0,2-0,3 нм, а після ХДП розчином $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - HBr - $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ значення параметра $R_a \approx 1$ нм. Зазначимо, що згідно з вимогами до надгладких полірованих поверхонь напів-

провідників [13] значення R_a не повинні перевищувати 10 нм.

Отже, можна стверджувати, що введення лактатної кислоти до складу травильних розчинів $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - HBr - $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ сприяє формуванню низькошвидкісних травників. Такі

травильні композиції забезпечують контрольоване зняття порушеного приповерхневого шару напівпровідників InAs, InSb, GaAs та GaSb і формують поліровану поверхню.

Оскільки хід ізолінії на діаграмах Гіббса має подібний напрямок, це свідчить про однотипність механізму розчинення напівпровідників в досліджуваних розчинах. Крім того, малі швидкості розчинення підкладок сприяють рівномірному травленню і формуванню практично плоскопаралельної поверхні.

При виконанні експериментальних досліджень особливої уваги заслуговує питання кінетичних закономірностей процесу розчинення кристалів InAs, InSb, GaAs та GaSb. Тому були проведені додаткові дослідження залежності швидкості травлення кристалів від температури та швидкості перемішування розчину.

Графічна залежність швидкості розчинення кристалів від швидкості перемішування розчину, побудована в координатах $v^{-1} - \gamma^{-1/2}$, представлена на рис. 5. У досліджуваному інтервалі (32-116 хв^{-1}) при збільшенні швидкості обертання диска швидкість розчинення всіх кристалів збільшується, а відповідні залежності мають лінійний характер. На основі отриманих даних можна стверджувати, що гідродинамічні умови контролюють кількісну взаємодію реагентів. Розташування екстраполяційних ліній залежностей указує на змішаний (дифузійно-кінетичний) механізм процесу розчинення досліджуваних напівпровідників.

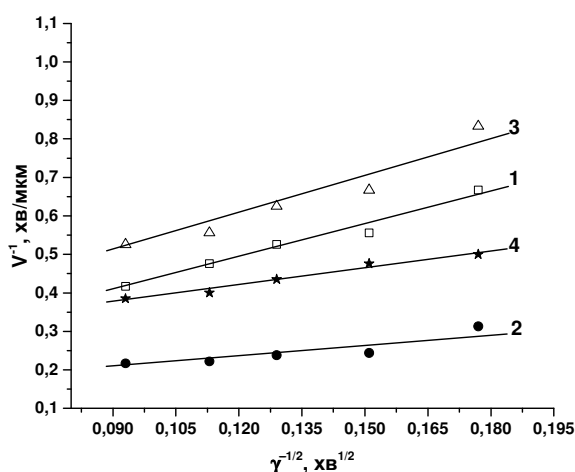


Рис. 5. Залежність швидкості травлення (мкм/хв) підкладок InAs – (1), InSb – (2), GaAs – (3), GaSb – (4) від швидкості обертання диску при $T = 300 \text{ K}$ у травильному розчині складу (в об.%): $9 (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - 71 \text{ HBr} - 20 \text{ C}_3\text{H}_6\text{O}_3$

Дещо інші результати отримані при дослідженні температурної залежності процесу розчинення напівпровідників. При побудові графічних залежностей використовували метод найменших квадратів. Отримані кінетичні криві представлені на рис. 6. Зауважимо, що збільшення температури травильного розчину спричинює збільшення загальної швидкості травлення.

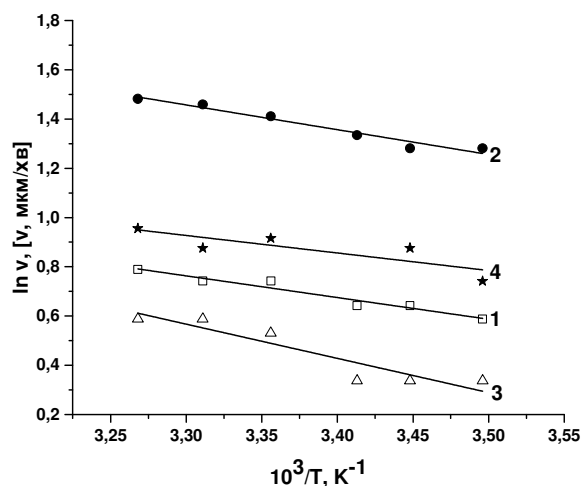


Рис. 6. Залежність швидкості розчинення (мкм/хв) підкладок InAs – (1), InSb – (2), GaAs – (3), GaSb – (4) від температури розчину в травильній композиції складу (в об.%): $9 (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - 71 \text{ HBr} - 20 \text{ C}_3\text{H}_6\text{O}_3$, $(\gamma = 78 \text{ хв}^{-1})$

Таблиця 2

Уявна енергія активації E_a та логарифм передекспоненційного множника $\ln C_E$ процесу травлення InAs, InSb, GaAs, GaSb у розчині (об.%): $9 (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - 71 \text{ HBr} - 20 \text{ C}_3\text{H}_6\text{O}_3$

Напівпровідник	E_a , кДж/моль	$\ln C_E$
InAs	7,3	3,7
InSb	8,4	4,8
GaAs	11,6	5,1
GaSb	5,9	3,3

Для підтвердження твердження щодо характеру процесу розчинення досліджуваних матеріалів нами були розраховані значення уявної енергії активації. Величини значень E_a , розрахованих графічним методом в температурному діапазоні 284-306 K, вказують на дифузійний характер процесу розчинення кристалів InAs, InSb, GaAs та GaSb (табл. 2).

Розбіжності у визначенні характеру процесу розчинення можуть бути пов'язані з тим, що в змішаному механізмі переважає дифузійна стадія. Однак, згідно з прийнятою класифікацією лімітуючих стадій процесу

розчинення [10] та результатами проведених досліджень, можна стверджувати, що процес розчинення кристалів InAs, InSb, GaAs та GaSb у травильних композиціях $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -HBr- $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ характеризується дифузійним обмеженням.

Висновки

У відтворюваних гідродинамічних умовах досліджено особливості впливу концентрації лактатної кислоти на параметри хіміко-динамічного полірування кристалів InAs, InSb, GaAs і GaSb травильними сумішами складу $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -HBr- $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$. Встановлено, що збільшення вихідної концентрації $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ призводить до зменшення швидкості взаємодії компонентів травника з кристалами. Побудовано концентраційні залежності швидкостей розчинення кристалів, виявлено області поліруючих розчинів (у об. %): (2–22) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: (10–98) HBr : (0–80) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ (для InAs та GaAs) та (2–19) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: (10–98) HBr : (0–80) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ (для InSb та GaSb). Установлено, що процес розчинення кристалів має змішаний характер з переважанням стадії дифузії. Визначено, що лактатна кислота сприяє зменшенню загальної швидкості травлення підкладок. Враховуючи низьку собівартість методу хіміко-динамічного полірування, виконані дослідження обґрунтовують як економічну, так і практичну ефективність застосування травильних композицій складу $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -HBr- $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

Список літератури

1. Kutty M. N. Novel etch studies and passivation techniques on InAs/GaSb superlattice based infrared detectors. Dis... doc. of Ph. eng. – New Mexico, 2013. – 225 p.
2. Papis E., Kudła A., Piotrowski T. T., Gołaszewska K., Kamińska E., Piotrowska A. Ellipsometric investigations of (100) GaSb surface under chemical etching and sulfide treatment // *Mater. Sci. Semicond. Proc.*, 2001, V. 4, P. 293-295.
3. Wang C. A., Shiao D. A., Lin A. Preparation of GaSb substrates for GaSb and GaInAsSb growth by organometallic vapor phase epitaxy // *J. Cryst. Growth*, 2004, V. 261, P. 385-392.
4. Patel P. B., Vadalia K. R. Effect of chelating biomolecules on solubility of calcium oxalate: An in vitro study // *J. Chem. Pharm. Res.*, 2011, V. 3 (5), P. 491-495.
5. Kakihana M., Tomita K., Petrykin V., Tada M., Sasaki S. and Nakamura Y. Chelating of titanium by lactic acid in the water-soluble diammonium tris(2-hydroxypropionato)titanate(IV) // *Inorg. Chem.*, 2004, V. 43, P. 4546-4548.
6. Bugge R., Fimland B-O. Etching of AlGaInAsSb. Patent EP, no. 1 581 668 B1, 2010.
7. Peters J. A. Ballistic magnetotransport and spin-orbit interaction InSb and InAs quantum wells. Dis...doc. of Ph. physics – Ohio, 2006. – 151 p.
8. Chang K.-M., Luo J.-J., Chiang C.-D. and Liu J. K.-C. Mesa etching characterization of InSb for high density image array applications // *J. Chin. Instit. Eng.*, 2007, V. 30 (1), P. 11-16.
9. Elias P., Cambel V., Hasenohrl S., Hudek P., Novak J. SEM and AFM characterisation of high-mesa patterned InP substrates prepared by wet etching // *Mater. Sci. Eng.*, 1999, V. B66, P. 15-20.
10. Перевошиков В. А. Процессы химико-динамического полирования поверхности полупроводников // *Высокочистые вещества*, 1995, № 2, С. 5-29.
11. Новик Ф. С. Планирование эксперимента на симплексе при изучении металлургических систем. / Ф. С. Новик. – М.: Металлургия, 1985. – 256 с.
12. Mancheno-Posso P., Muscat A. J. Surface chemistry of GaAs(100) and InAs(100) etching with tartaric acid // *Solid State Phenomena*, 2015, V. 219, P. 52-55.
13. Поп С. С. Шароді І.С. Фізична електроніка. – Львів: Євровіт, 2001. – 250 с.

Summary

**I.V. Levchenko, I.B Stratiychuk, V.M. Tomashyk, G.P. Malanych,
M.Y. Kravetskyi, A.A. Korchovi**

V. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine,
41 Nauki Ave., Kyiv, Ukraine, e-mail: tomashyk@isp.kiev.ua

THE CHEMICAL ETCHING OF InAs, InSb, GaAs AND GaSb SURFACE

The $C_3H_6O_3$ concentration influence on the features of the InAs, InSb, GaAs and GaSb chemical-dynamic polishing process in the $(NH_4)_2Cr_2O_7$ -HBr- $C_3H_6O_3$ solution have been investigated. It was established that with increasing the $C_3H_6O_3$ concentration the crystal etching rate is decreased. The «etchant composition – etching rate» dependencies were constructed and also the polishing and unpolishing compositions were established. It was found that the semiconductor dissolution process is determined by diffusion stage

Keywords: semiconductor, lactic acid, etchant, diffusion, chemical-dynamic polishing.