

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТРАВІЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ХІМІЧНОГО ПОЛІРУВАННЯ ПОВЕРХНІ МОНОКРИСТАЛІВ $Zn_xCd_{1-x}Te$

Климчук П.О.¹, Тимов Ю.О.², Чайка М.В.¹

¹Житомирський державний університет імені Івана Франка, klim4ukpeta@gmail.com

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Напівпровідникові матеріали типу $A^{II}B^{VI}$ володіють широким комплексом фізико-хімічних властивостей і є надзвичайно важливими елементами виробництва сучасних електронних пристроїв на їх основі. Зокрема, монокристали $Zn_xCd_{1-x}Te$ є перспективним матеріалом для детекторів рентгенівського і γ -випромінювання. При створенні робочих елементів приладів сучасної електроніки особливо важливим є етап хімічної обробки монокристалів, головною метою якого є видалення порушеного шару, що утворюється в результаті попередніх механічних обробок, а також одержання полірованої, структурно досконалої та бездефектної поверхні. Для успішного вирішення цих проблем застосовуються різні методи хімічного травлення, одним із найбільш перспективних є хіміко-динамічне полірування (ХДП). На стабільність та відтворюваність процесу ХДП поверхні пластин з необхідним мікрорельєфом впливають такі технологічні чинники як: тривалість полірування, температура розчину, використовуваний пристрій для ХДП, гідродинамічні умови, відношення площі кристалу до об'єму травника, промивка, сушка та збереження. Важливою умовою отримання високоякісних, структурно досконалих поверхонь напівпровідникових підкладок є правильний вибір травільних композицій як для проміжних етапів хімічної обробки поверхні, так і для фінішного ХДП. Можна сформулювати дві головні вимоги до складу травників та техніки хімічного полірування поверхні напівпровідникових пластин [1]:

1. До складу травільного розчину обов'язково повинно входити такі компоненти кожен з яких має відповідну роль:

– окисник (HNO_3 , H_2O_2 , $Cr_2O_7^{2-}$, галогени), необхідний для розриву ковалентних зв'язків напівпровідникового матеріалу;

– середовище (водні розчини кислот, лугів), що легко розчиняє продукти реакції;

– розчинник (розчини органічних кислот та модифікатори в'язкості), необхідний для утворення добре розчинних продуктів реакції.

Важливо підібрати таке співвідношення між компонентами травника, яке б забезпечувало стаціонарне розчинення у дифузійному або змішаному режимі з досягненням полірованої поверхні високого класу чистоти ($R_z \leq 0,05$ мкм)

2. Техніка ХДП повинна забезпечувати лише пошарове та плоскопаралельне видалення поверхневих шарів, не погіршувати геометричних параметрів пластин, що можливо при використанні для ХДП методики диску, що обертається. Для розробки оптимальних гідродинамічних умов хімічного полірування напівпровідникових підкладок у розроблених розчинах найкращим є складання матриці планування експерименту з використанням методів математичного моделювання.

Для приготування травників необхідно поступово та послідовно додавати невеликими порціями компоненти з більшою густиною до розчинів з меншою густиною, швидко перемішуючи їх при цьому, та не допускати надмірного росту температури. Як правило, травільні розчини готують безпосередньо перед початком хімічного полірування і використовують після витримки протягом певного часу для дегазації розчину. Це необхідно для того, щоб уникнути утворення на полірованій поверхні різних дефектів (ямок, виступів).

Температура травника при хімічному поліруванні повинна бути постійною. Найкраще проводити травлення за кімнатної температури з точністю ± 3 К, оскільки швидкість розчинення при цьому найчастіше лімітується дифузійними стадіями. Варто зауважити, що під час полірування вона може зростати за рахунок теплоти, яка виділяється внаслідок гетерогенної хімічної взаємодії. Саме тому потрібно контролювати температуру розчину і за необхідності забезпечувати тепловідведення та підтримку ізотермічних умов.

Практично встановлено, що для уникнення впливу накопичених у розчині продуктів реакції та для підтримання ізотермічних умов і створення необхідних гідродинамічних умов для ламінарного руху потоку травника необхідно, щоб на 1 см^2 поверхні припадало не менше $10\text{-}15 \text{ см}^3$ розчину, а діаметр реакційної посудини був більший за діаметр пластини хоча б у 2-3 рази [1].

Завершальний етап хімічної обробки – відмивання підкладок у деіонізованій воді, стабілізація стану поверхні (обробка розчинами $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, лугів, органічних розчинників тощо), та висушування в потоці чистого і сухого повітря.

1. Луфт Б.Д. Физико-химические методы обработки поверхности полупроводников // Б.Д. Луфт, В.А. Перовищikov, Л.Н. Возмилова, и др. – М. : Радио и связь, 1982. – 136 с.

ФАЗОВІ РІВНОВАГИ У СИСТЕМАХ {Gd, Dy}–Cr–Ge ПРИ 1070 К

Коник М.Б., Ромака Л.П., Яцків Ю.І., Стадник Ю.В.

Львівський національний університет ім. Івана Франка, mariya.konyk@lnu.edu.ua

Дослідження взаємодії компонентів у потрійних системах дозволяє отримати відомості про взаємні розчинності компонентів за високих температур, склад і кристалічну структуру тернарних сполук, їхні області гомогенності та температурні межі існування. Отримані експериментальні дані є основою наукового пошуку нових матеріалів з унікальними і придатними для практичного використання фізико-хімічними властивостями.

Відомості про дослідження діаграм фазових рівноваг потрійних систем на основі рідкісноземельних металів (R) за участю хрому і германію небагаточисельні. Результати дослідження кристалічної структури і магнітних властивостей двох серій ізоструктурних германідів: RCr_6Ge_6 ($R = \text{Y}, \text{Tb}\text{--}\text{Er}$) та RCr_xGe_2 ($R = \text{Sm}, \text{Y}, \text{Gd}\text{--}\text{Er}$) наведено у працях [1–4]. Методами рентгенофазового, рентгеноструктурного і рентгеноспектрального аналізів досліджено взаємодію компонентів та побудовано ізотермічні перерізи діаграм стану потрійних систем $\text{Y}\text{--}\text{Cr}\text{--}\text{Ge}$ [5] і $\text{Er}\text{--}\text{Cr}\text{--}\text{Ge}$ [6] при 1070 К у повному концентраційному інтервалі. В обох системах утворюються по дві тернарні сполуки: YCr_6Ge_6 , ErCr_6Ge_6 (структурний тип MgFe_6Ge_6) та $\text{YCr}_{0,23}\text{Ge}_2$, $\text{ErCr}_{0,28\text{--}0,38}\text{Ge}_2$ (структурний тип CeNiSi_2). Метою нашого дослідження є встановлення фазових рівноваг у потрійних системах {Gd, Dy}–Cr–Ge за температури 1070 К.

Синтез сплавів проводився методом електродугового сплавлення шихти вихідних компонентів (вміст основного компонента не нижчий за 99,9 мас. %) в атмосфері очищеного аргону з титановим гетером на мідному водоохолоджуваному поді. Для кращої гомогенізації зразки переплавлялись двічі. Втрати вихідної шихти після плавки не перевищували 1%. Термічна обробка сплавів полягала у гомогенізуючому відпалі при 1070 К у вакуумованих кварцових ампулах впродовж місяця. Після відпалу сплави гартували в холодній воді без розбивання ампули. Рентгенівський фазовий аналіз синтезованих зразків проводили за дифрактограмами, знятими на порошковому дифрактометрі ДРОН-4,0 (Fe $K\alpha$ -випромінювання) методом порівняння з теоретичними дифрактограмами. Хімічний і фазовий склад виготовлених зразків контролювали методом енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії (ЕДРС) у поєднанні з растровим електронним мікроскопом-мікроаналізатором РЭММА-102-02 (використані K - і L -спектральні лінії). Розрахунок кристалографічних параметрів і теоретичних дифрактограм проводився з використанням комплексу програм WinCSD.

Фазові рівноваги у потрійних системах {Gd, Dy}–Cr–Ge при 1070 К досліджені за допомогою рентгенофазового і енергодисперсійного рентгеноспектрального аналізів. За температури дослідження в обох системах підтверджено існування сполук, які належать до структурних типів MgFe_6Ge_6 і CeNiSi_2 . Розраховані періоди ґратки узгоджуються з літературними даними [1, 3]. У системі з гадолінієм вперше виявлено існування тернарної