

**В.А. Рудніцький, к.ф.-м.н., доц.
П.П. Москвін, д.ф.-м.н., проф.**

Житомирський державний технологічний університет

ОСОБЛИВОСТІ СИНТЕЗУ СТРУКТУР НА ОСНОВІ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ $ZnCdTe$ МЕТОДОМ ВАКУУМНОГО АНОДНОГО НАПИЛЕННЯ

Описаний ефективний метод отримання надтонких шарів – вакуумне анодне випаровування. Промислову установку для вакуумного напилення УРМ 3.279.014 адаптовано для синтезу надтонких шарів напівпровідникових твердих розчинів системи $ZnCdTe$. Досліджено умови функціонування випаровувача, який формує потоки речовини до зони синтезу. Розглянуто випадки, коли електрони діють безпосередньо на його робочу поверхню і є джерелом основного матеріалу, та випадок, коли емітовані електрони розігрівають стінки випаровувача (випаровувач працює як комірка Кнудсена). Також отримані дані за параметрами функціонування випаровувачів у цих умовах. Досліджені потоки пари в напрямі підкладки. Кількісна характеристика поверхні шарів здійснювалася з використанням методів мультифрактального аналізу. В роботі доводиться, що використання квазірівноважних умов випаровування призводить до стабілізації товщини шарів, які синтезуються, та надаються рекомендації щодо використання досліджених умов роботи випаровувачів.

Ключові слова: анодне напилення; комірка Кнудсена; діаграми направленості; телурид кадмію; мультифрактальний аналіз.

Постановка проблеми. Твердий розчин $Zn_xCd_{1-x}Te$ є перспективним матеріалом для датчиків рентгенівського та ядерного випромінювання [1], а також основним компонентом композитних структур для приладів сучасної нелінійної оптоелектроніки [2] та сучасних сонячних батарей. Одним із найбільш ефективних методів отримання надтонких шарів такого класу слід вважати методи напилення із середовища, стан якого близький до вакууму. Дуже мала густина середовища, з якого здійснюється формування плівок, сприяє незначній величині потоку речовини від джерела до підкладки. Останнє обумовлює малу швидкість росту шарів. Це відкриває перспективи отримання шарів товщиною від часток мікрону до сотень ангстрем. Дана робота присвячена дослідженню особливостей проведення технологічного процесу отримання надтонких шарів вказаного твердого розчину методом вакуумного анодного напилення при використанні різних умов випаровування речовини.

Викладення основної частини досліджень. Для проведення процесів синтезу шарів у системі $ZnCdTe$ була використана промислова установка УРМ 3.279.014. Саме ця вакуумна установка та її основні системи були модифіковані в роботі для розв'язання сформульованої задачі. Ефективність технологічного процесу вакуумного напилення та електрофізичні властивості шарів, що в ньому отримують, суттєво залежать від вибору та умов функціонування системи випарників. Дійсно, саме ці системи обладнання відповідальні за формування необхідних потоків речовини до підкладок та забезпечують задану швидкість напилення, кристалографічні та фізичні параметри поверхні шарів, які вирощуються.

Досягнення однорідного випаровування халькогенідів цинку чи халькогенідів кадмію з подальшою їх епітаксіальною конденсацією простіше забезпечити при випаровуванні з анода. Нами доведено [3], що в такому випадку на швидкість випаровування впливає лише один технологічний параметр процесу синтезу – анодний струм. Збільшення величини анодного струму, іншими словами, – величини потоку електронів до аноду (джерела матеріалу, що випаровується), викликає збільшення кількості електронів, що досягають анода. Останні, поглинаючись чи матеріалом анода, чи безпосередньо матеріалом-джерелом викликають розігрів і стимулюють процес випаровування та формування потоку речовини до підкладки. Істотним є те, що, керуючи швидкістю випаровування речовини на джерелі, маємо можливість впливати на швидкість конденсації (росту) шарів на підкладці.

Наведені міркування стимулювали розробку оснастки для наявного обладнання та реалізацію в установці системи з випаровуванням матеріалу анода. Оскільки функцію утворення електронів провідності для розрядного проміжку бере на себе катод, а для анода залишається лише функція генерування парів робочої речовини, отже задача однорідного випаровування робочої речовини розв'язується на практиці простіше, ніж при випаровуванні матеріалу з катода. Тому в модернізованому обладнанні джерело речовини для синтезу було розташовано на аноді.

Перший етап адаптації установки УРМ 3.279.014 до виконання процесу синтезу був пов'язаний з розробкою та виготовленням вузла випарника. Фотографія розробленого та виготовленого випарника наведена на рисунку 1. До складу цього вузла входить інваровий тигель (позиція 1 на рис. 1), що водночас виконує функцію анода системи. Внутрішня частина анода виконує функцію комірки

Кнудсена, отвір якої формує потік атомів до підкладки. Інварова поверхня комірки знаходиться в умовах бомбардування потоком електронів, що емітуються з нагрітого кільцевого катода. Кільцевий термокатод 3 був виготовлений із вольфрамового дроту діаметром $d = 0,3 \pm 0,5$ мм та закріплений навколо анода. Така геометрія електродів системи забезпечувала необхідні умови бомбардування потоком електронів поверхні комірки, а при розміщенні кільця термокатада над анодом з'являлася можливість спрямувати електрони безпосередньо на зразок матеріалу, що випаровується. У роботі виконані дослідження швидкості випаровування матеріалу в кожному з двох вказаних умов бомбардування анода електронами. Електрична схема, що забезпечувала задані умови функціонування вузла випарника, мала деякі особливості. Один із катодотримачів (2) заземлявся, а до другого від трансформатора змінного струму 50 Гц подавалась напруга, що могла змінюватись від 0 до 6,3 В. Саме керування напругою (чи струмом) розжарення катода є одним із методів, що дозволяв керувати ефективністю випаровування речовини. Типові значення струму розжарення катода були на рівні $15 \div 19$ А.

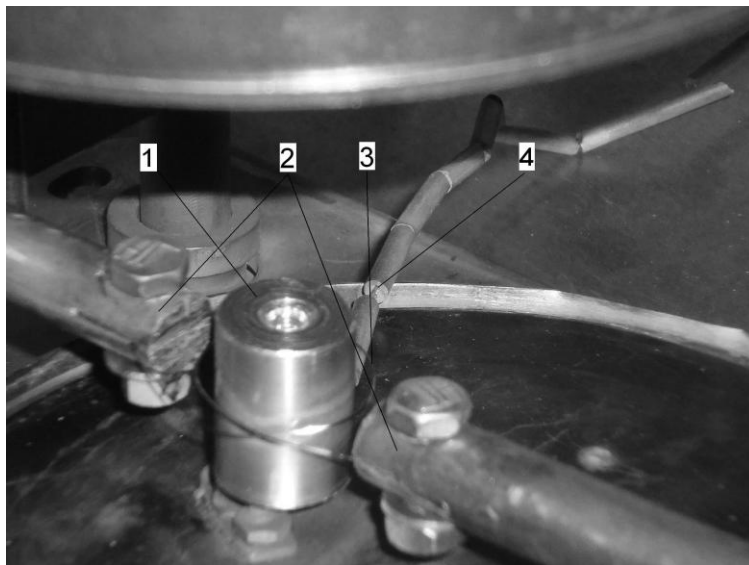


Рис. 1. Вузол анодного випарника:

1 – інваровий анод – теплове джерело атомів матеріалу, що випаровується (комірка Кнудсена); 2 – мідні електроди, що забезпечують подачу робочої напруги на вольфрамовий катод; 3 – вольфрамовий катод прямого розігріву; 4 – термопара, що забезпечує визначення температури в комірни Кнудсена

Типовий діаметр вольфрамового катодного кільця мав величину 20 мм. Напруга на аноді змінювалася в межах 630÷1050 В. При роботі пристрою тиск залишкових газів у вакуумній камері не перевищував $2 \cdot 10^{-3}$ Па. Керована подача газу в розрядний пристрій, якщо це було потрібно, відбувалась через трубку під підкладкою.

Для вимірювання температури випаровування та конденсації використовувались хромель-алюмелеві термопари. В установці передбачено, що підкладку можна розігрівати інфрачервоними молібденовими нагрівниками або охолоджувати водоохолоджуваним мідним диском. Це дає можливість підтримувати температуру підкладки за допомогою блока термостабілізації із заданою температурою з точністю $\pm 5^\circ$. До іншого блока термостабілізації підключено термопару на аноді. Його розігрів, як описано вище, відбувався потоком електронів від термокатада, а термопарою проводився контроль температури випаровування. Керування температурою тигля здійснювалось анодним струмом, який залежав як від анодної напруги, так і від струму розжарення термокатада.

При дослідженнях як швидкостей випаровування речовини з отвору випарника, так і швидкості наплення була здійснена серія експериментів зі знаходження оптимальних умов взаємного розміщення електродів та вузлів системи. Аналіз напрямів поширення потоків електронів від термокатада до анода показав технічну можливість здійснення як безпосереднього електронного бомбардування поверхні речовини, тобто самого джерела основних компонентів твердого розчину, так і створення умов бомбардування поверхні анода (комірка Кнудсена). В останньому випадку електронне бомбардування викликало розігрів комірки. Це стимулювало ефекти термічного випаровування матеріалу. В роботі були досліджені кожний з вказаних режимів функціонування випарника.

Аналіз експериментальних результатів за швидкістю напilenня шарів ZnCdTe на кремнієву підкладку довів, що ефективність випаровування речовини у випадку безпосереднього бомбардування речовини (джерела матеріалу плівки) є значно вищою, порівняно з умовами, коли здійснюється електронний розігрів комірки. У той же час виконані експерименти показали, що режим безпосереднього бомбардування джерела матеріалу призводить до невисокої відновлюваності технологічного процесу за швидкістю напilenня шарів. У виконаних експериментах з синтезу шарів було використано кожний із вказаних режимів випаровування. При цьому у випадках, коли якісні параметри шарів, що осаджувалися, не мали великого значення, перевага віддавалася режиму роботи випарувача з безпосереднім розігрівом матеріалу джерела. Коли швидкість напilenня була строго контрольованим параметром процесу, катодний вузол працював в умовах розігріву анода (опосередкований розігрів). Були знайдені геометричні параметри взаємного розташування електродів, які забезпечують вказані умови проходження процесу синтезу. Вони використовувалися при синтезі плівок в системі ZnCdTe із заданими параметрами.

Значна частина роботи була присвячена пошуку найбільш сприятливих умов взаємного розміщення джерела випаровування та підкладки для формування плівки із заданими параметрами. Зрозуміло, що при використанні значної відстані між підкладкою та випарником потік речовини від точкового джерела стає все більш неоднорідним. Це призводить до отримання плівок зі змінною товщиною та складом по площині поверхні підкладки, небажаних втрат речовини, забруднення внутрішнього активного об'єму установки, зниження рівня вакууму в системі тощо. Розміщення підкладки близько до джерела викликало значне та погано контрольоване зростання швидкості напilenня. Останнє відобразалося на відтворюваності процесу синтезу плівки із заданою товщиною. Цикл експериментів, які виконані в роботі, дозволив знайти вказані геометричні параметри активної системи обладнання, що забезпечували можливість проведення відтворюваних процесів синтезу шарів зі швидкістю напilenня в межах $20 \div 30$ нм/хв. Результати таких технічних досліджень наведено на рисунках 2 та 3, де надані результати досліджень за діаграмами направленості поширення потоку атомів від випарувача до підкладки. Діаграма отримана за даними відповідних експериментів з дослідження розподілу маси напленої плівки за площею поверхні підкладки. Наведені результати відповідають струмам анода 1 мА (рис. 2) та 4,5 мА (рис. 3). З рисунків видно, що в обох випадках діаграма направленості є достатньо вузькою. Вважаючи, що оптимальний діаметр анода випарника, що використовувався в технологічному процесі, знаходиться в межах $8 \div 10$ мм, та те, що оптимальна відстань між поверхнею, що випаровується, та підкладкою знаходиться на рівні 120 мм, така геометрія системи дозволяє вважати це джерело речовини точковим. Саме такі геометричні умови були визнані задовільними для проведення наступних експериментів з отримання напівпровідникових структур.

У той же час експерименти доводять, що на форму діаграми направленості досить суттєво впливає величина анодного струму. Причому, зі збільшенням анодного струму діаграма направленості стає більш широкою, а поблизу головного напрямку на підкладку починає поширюватися область із постійною величиною потоку маси до підкладки. Такі дані були використані при проведенні процесу синтезу плівок із більш однорідним розподілом товщини шару за площею підкладки.

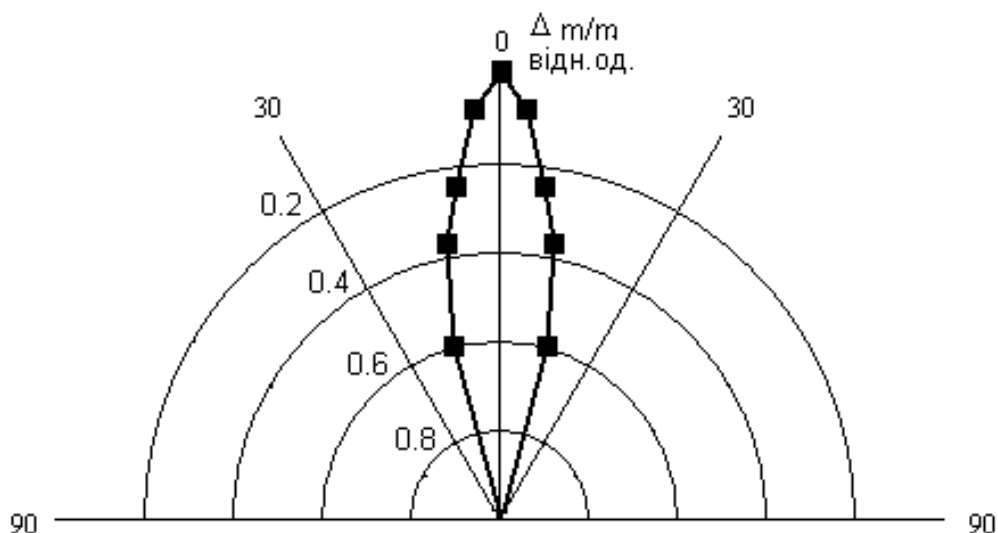


Рис. 2. Діаграма направленості потоку маси компонентів від випарника до підкладки при анодному струмі в системі 1 мА

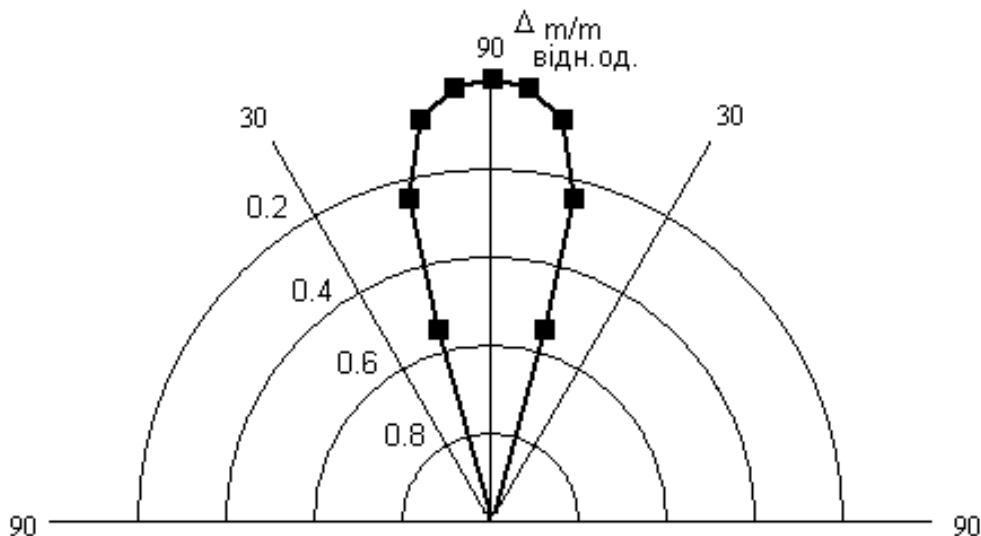


Рис. 3. Діаграма направленості потоку маси компонентів від випарника до підкладки при анодному струмі в системі 4.5 мА

Вузол випарника, який забезпечував випаровування з анода при безпосередньому електронному бомбардуванні зразка основного матеріалу, що напилюється, зображено на рисунку 4. Розігрів робочої речовини (ZnCdTe), яка завантажувалась у кварцовий тигель дрібною фракцією (до 0,1 мм), проводився електронним струмом із термокатода. Величину швидкості випаровування та її стабільність протягом процесу синтезу також контролювали, підтримуючи сталою потужність струму, тобто значення сили струму та різницю потенціалів на проміжку катод–анод.



Рис. 4. Вузол анодного випарника з кварцовим тиглем в положенні катода, який забезпечує безпосередній розігрів матеріалу, що випаровується:
 1 – мідні електроди (катодотримачі); 2 – вольфрамовий термокатод;
 3 – поверхня анода, з якого випаровується робоча речовина;
 4 – кварцовий тигель; 5 – керамічний екран

Пройдення анодного струму крізь ростову систему відбувалося від центрального вольфрамового електрода, який був впаяний у нижній частині кварцового тигля. Система кріплення анода забезпечувала подачу позитивного потенціалу на цей електрод.

Робочий матеріал завантажувався у верхню частину анода таким чином, щоб він контактував з невеликою частиною поверхні вольфрамового електрода. Її діаметр 0,6 мм та виступає із кварцу на 3 мм. Невелика поверхня електрода забезпечувала приварювання до нього найближчих порошочок робочої речовини за перші секунди роботи випарника. У подальшому стан робочого матеріалу навколо електрода не змінювався (це контролювалося візуально після проведення експериментів), а частина, що випаровувалася, поповнювалася у верхній частині тигля. Такий стан робочої речовини забезпечував стабільний контакт між порошинками та електродом. Це забезпечило сталу величину падіння потенціалу на цій частині електричного кола.

У процесі синтезу були виконані спостереження за можливістю запилення кварцового тигля на рівні центрального електрода. Експерименти показали, що вона відсутня. Тому можна стверджувати про неможливість проникнення парів робочої речовини в цю частину системи та про незначний розігрів кварцової арматури. Це забезпечило відсутність небажаних хімічних реакцій, які могли б змінити чистоту матеріалу, що випаровується, та впливати на оптичні властивості структури напиленої плівки.

Навколо кварцового тигля в конструкції випарника було розміщено керамічний екран, що має зазор із тиглем ~ 1 мм (рис. 4). Цей екран закриває від запилення зовнішню частину тигля. Очищення системи від залишків матеріалу, що випаровується, у такому випадку здійснювати простіше, ніж відчищати поверхню тигля. Вкажемо, що необхідність у цьому очищенні обумовлена наступним явищем. Дійсно, плівка, яка осаджена із парів робочого матеріалу, має значну провідність. Це може бути причиною неконтрольованого стікання анодного струму по зовнішній поверхні тигля, що змінює картину проходження струму в системі тигель–порошинки робочої речовини. Останнє призводить до зміни електричного струму, який визначає випаровування речовини, та відображається на швидкості випаровування й осадження шарів на підкладку.

У роботі були проведені експерименти з вивчення впливу стану матеріалу, що випаровується, на швидкість випаровування. Вони показали, що при випаровуванні суцільного матеріалу (використовувалися таблетки із ZnCdTe) забезпечити прецизійний контроль швидкості осадження на підкладку не вдається. Це було доведено виконанням ряду експериментів, що проводилися в однакових умовах. При цьому контролювалися як стан поверхні робочої речовини, так і швидкість напилення шару. У виконаних дослідах із таблетками робочої речовини поверхня, з якої здійснювалося випаровування, не залишалася плоскою. На ній з'являлися заглиблення, що швидко змінювалися (збільшувалися) впродовж кількох експериментів. Для забезпечення відтворюваності процесу напилення та умов проведення експериментів було вирішено перейти до використання сипучого дисперсного робочого матеріалу.

Особливу увагу було приділено дослідженню дисперсійного стану матеріалу (полікристалічні порошинки твердого розчину ZnCdTe), що бомбардується електронами в умовах його безпосереднього розігріву. Виконані експерименти довели існування суттєвої залежності між швидкістю випаровування речовини та станом поверхні порошочок і ступенем дисперсності робочого матеріалу. Аналіз стану поверхні кристалітів, що використовувалися як матеріал для випаровування, після проведення процесу показав присутність на поверхні дефектної структури. При цьому об'єм порошку залишався практично незмінним. Це дозволило стверджувати, що саме поверхневі процеси відповідають за випаровування компонентів матеріалу, і контроль її стану слід вважати важливою частиною всього процесу формування плівки. Виконані в роботі експерименти з вивчення впливу стану поверхні матеріалу, що випаровується, дозволили знайти розміри порошочок матеріалу, які забезпечували проведення процесів синтезу з високою відтворюваністю товщини шарів.

Вибір температурних умов отримання шарів ґрунтувався на даних P-T-x діаграми стану системи ZnCdTe. Ці дані отримані нами за допомогою розробленої в [4] моделі поліасоційованих розчинів. Така теоретична інформація дозволила без проведення складних трудомістких експериментів визначити інтервали параметрів проведення ростових експериментів з синтезу шарів твердого розчину ZnCdTe.

Кількісна характеристика поверхні шарів здійснювалася з використанням методів мультифрактального аналізу. Математичне та програмне забезпечення з застосування цього аналізу щодо напівпровідникових плівок розроблено нами в [5–6]. Вхідними даними для такого способу обробки даних були фотографії, отримані методами атомно-силової мікроскопії (AFM-спектроскопії).

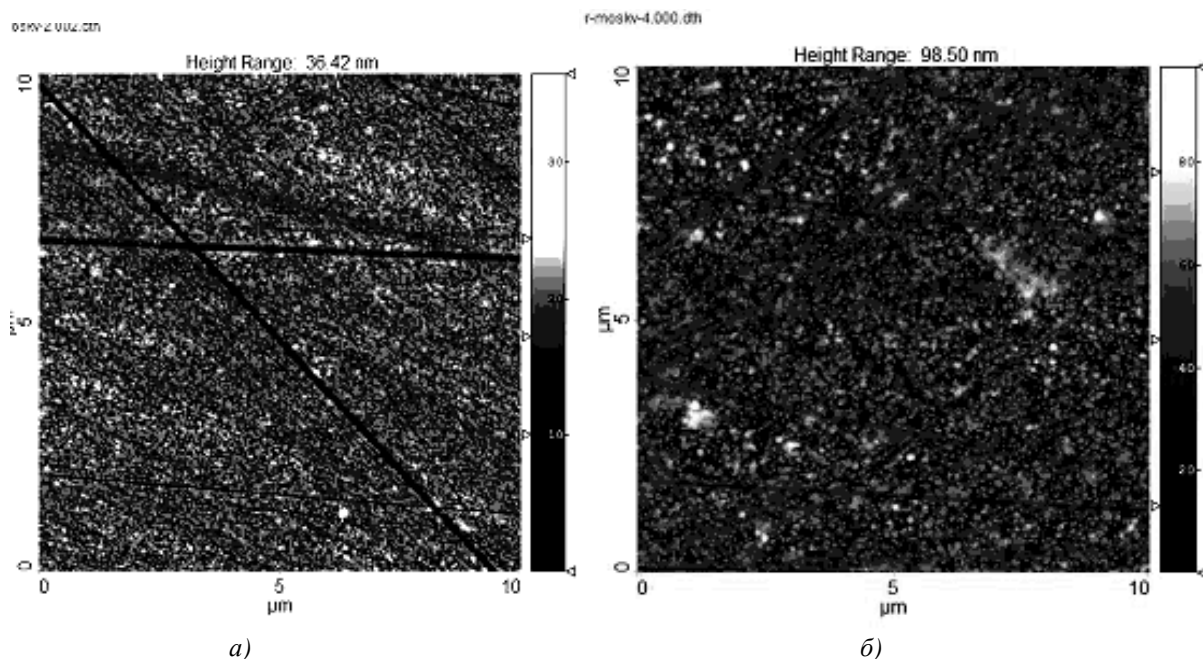


Рис. 5. AFM зображення поверхні шарів твердого розчину $Zn_xCd_{1-x}Te$, осадженого на Si підкладку методом анодного наплення:
 а) опосередкований розігрів матеріалу, що випаровується, $V_{нап} = 18$ нм/хв.;
 б) безпосереднє бомбардування поверхні матеріалу, що випаровується, $V_{нап} = 120$ нм/хв.

На рисунку 5 а, б надані AFM зображення поверхні гетероструктури $Zn_xCd_{1-x}Te - Si$, що були сформовані при використанні різних режимів роботи випарників. Мультифрактальні параметри поверхонь для рисунку 5, а $D_0 = 2,65$, $\Delta = 0,376$; для рисунку 5, б $D_0 = 2,61$, $\Delta = 0,343$.

Так використання випарника з квазірівноважним розігрівом матеріалу джерела забезпечувало меншу швидкість росту шару і, відповідно, більш високу структурну досконалість поверхні. Це знайшло своє кількісне відображення у величинах мультифрактальних параметрів їх поверхні. Структура, що зображена на рисунку 5, а, характеризується меншими розмірами кристалітів та їх більш щільною упаковкою. Тому узагальнене число Рен'ї D_0 для цього стану поверхні більш наближено до «двох», що відповідає більш досконалій плоскій поверхні. Отримані дані кількісно доводять важливість прецизійного керування умовами роботи випаровувача для забезпечення заданих кристаліграфічних параметрів шарів, що отримуються методом вакуумного наплення.

Висновки. Таким чином, за результатами виконання роботи з реалізації методу вакуумного наплення напівпровідникових сполук A^2B^6 слід зробити наступні висновки:

1. Виконане технічне переоснащення та модернізації активної зони установки УРМ 3.279.014 для реалізації синтезу структур на основі напівпровідникових сполук A^2B^6 та їх твердих розчинів.
2. Здійснені дослідження умов функціонування випарників у різних умовах їх роботи при проведенні технологічного процесу синтезу твердих розчинів сполук A^2B^6 .
3. Виконані цикли експериментів з пошуку умов наплення твердих розчинів $ZnCdTe$ на підкладку із кварцевого скла та на підкладки із монокристалічного кремнію. Знайдені сприятливі умови проведення технологічного процесу отримання плівок вказаної системи. Отримані плівки твердого розчину $ZnCdTe$ товщиною $0,1 \div 1,0$ мкм. Стан поверхні отриманих шарів досліджений за методами AFM-спектроскопії та кількісно описаний методами мультифрактального аналізу.

Список використаної літератури:

1. Когерентные фазовые равновесия в системе Zn-Cd-Te и жидкофазная эпитаксия упругодеформированных слоев твердых растворов $Zn_xCd_{1-x}Te$ / П.П. Москвин, Л.В. Раишовецкий, Ф.Ф. Сизов та ін. // Физика и техника полупроводников. – 2011. – Вып. 7. – Т. 45. – С. 865–873.
2. Mid-IR impurity absorption in As₂S₃ chalcogenide glasses doped with transitions metals / P.Paiuk, A.V. Stronski, N.V. Vuichyk at al. // Semiconductor Physics, Opto- & Quantum Electronics. – 2012. – № 2. – V. 15. – P. 152–156.

3. Vacuum Deposition of the thin Laves of ZnCdTe Solid Solutions on Nonoriented Substrates / V.A. Rudnitskiy, L.V. Rashkovetskiy, P.P. Moskvina et al. // Physics and Technology of thin films and Nanosystems : Materials of XIV International Conference ICPTTFN-XIV (Ivano-Frankivsk, Ukraine). – 2013. – P. 147.
4. Moskvina P.P. Application of the polyassociative solutions model to determine phase equilibrium in multicomponent A₂B₆ semiconductor systems and ternary magnetic oxide systems / P.P. Moskvina, G.Olchowik, J.M. Olchowik // Journal of Crystal Growth. – 2013. – V. 363. – P. 195–204.
5. Мультифрактальная параметризация пространственных форм на поверхности гетерокомпозиций Zn_xCd_{1-x}Te – Si (111) и ее взаимосвязь с условиями синтеза слоев / П.П. Москвин, В.Б. Крыжановский, Л.В. Рашковецкий та ін. // Журн. физич. химии. – 2014. – № 7–8. – Т. 88. – С. 1194–1200.
6. Multifractal analysis of areas of spatial forms on surface of Zn_xCd_{1-x}Te–Si (111) heterocompositions / P.Moskvina, V.Kryzhanivskyy, L.Rashkovetskiy // J. Crystal Growth. – 2014. – V. 404. – P. 204–209.
7. Математичне моделювання мультифрактальних станів поверхні напівпровідникових структур ZnCdTe – кремнійова підкладка / П.П. Москвін, В.Б. Крижанівський, С.А. Омелянчук та ін. // Вісник ЖДТУ ; Серія : Технічні науки. – 2013. – № 2 (65). – С. 106.

РУДНИЦЬКИЙ Валентин Анатолійович – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- вакуумні технології отримання плівок та покриттів;
- термодинаміка процесів синтезу багатокомпонентних фаз.

МОСКВІН Павло Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- фізика напівпровідників;
- напівпровідникові кристали та плівки;
- термодинаміка багатокомпонентних напівпровідникових фаз.

Тел.: (0412) 37–46–17.

E-mail: moskvina@us.ztu.edu.ua

Стаття надійшла до редакції 25.11.2014

Рудніцький В.А., Москвін П.П. Особливості синтезу структур на основі твердих розчинів ZnCdTe методом вакуумного анодного напылення

Рудницкий В.А., Москвин П.П. Особенности синтеза структур на основе твердых растворов ZnCdTe методом вакуумного анодного напыления

Rudnitskiy V.A., Moskvina P.P. Features of synthesis of structures on the basis of solid solutions by a method of vacuum anode deposition

УДК 548.52:541.123,537.311,33

Особенности синтеза структур на основе твердых растворов ZnCdTe методом вакуумного анодного напыления/ В.А. Рудницкий, П.П. Москвин

Описан эффективный метод получения сверхтонких шаров – вакуумное анодное испарение. Промышленную установку для вакуумного напыления УРМ 3.279.014 адаптировано для синтеза сверхтонких слоев полупроводниковых твердых растворов системы ZnCdTe. Исследованы условия функционирования испарителя, который отвечает за формирование потоков вещества в зону синтеза. Рассмотрены случаи, когда электроны действуют непосредственно на его рабочую поверхность и являются источником основного материала, и случай, когда эмитированные электроны разогревают стенки испарителя (испаритель работает как ячейка Кнудсена). Также получены данные по параметрам функционирования испарителей в этих условиях. Исследованы потоки пара в направлении подложки. Количественное описание поверхности слоев осуществлялось с использованием методов мультифрактального анализа. В работе доказывается, что использование квазиравновесных условий испарения приводит к стабилизации толщины синтезированных слоев, и предоставляются рекомендации относительно использования исследованных условий работы испарителей.

Ключевые слова: анодное напыление; ячейка Кнудсена; диаграмма направленности; теллурид кадмия; мультифрактальный анализ.

УДК 548.52:541.123,537.311,33

Features of synthesis of structures on the basis of solid solutions by a method of vacuum anode deposition / V.A. Rudnitskiy, P.P. Moskvina

Vacuum anode evaporation as the effective method of reception of superthin spheres is described in the article. The plant for vacuum anode deposition УРМ 3.279.014 is adapted for synthesis of superthin layers of semi-conductor firm solutions of system ZnCdTe. Conditions of functioning of the evaporator which is responsible for formation of streams of substance for a synthesis zone are investigated. Cases when electrons get directly on a working surface and make the basic material are considered, and a case when the emitted electrons warm up evaporator walls is considered (the evaporator works as a Knudsen's cell). The given functioning of evaporators in these conditions are obtained. Vapor streams in a substrate direction are investigated. The quantitative description of a surface was carried out with use of methods of the multifractal analysis. In article it is proved, that use equilibrium evaporation conditions leads to stabilisation of a thickness of the synthesised layers, and recommendations about use of the investigated working conditions of evaporators are given.

Keywords: anode deposition; Knudsen's cell; orientation diagramme; cadmium telluride; multifractal analysis.