

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО**

*VII Міжнародна науково-практична конференція*

**«Напівпровідникові матеріали,  
інформаційні технології  
та фотовольтаїка»**

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

**14-16 травня 2022 р.**

**Кременчук –2022**

**VII Міжнародна науково-практична конференція «Напівпровідникові матеріали, інформаційні технології та фотовольтаїка»: Тези доповідей. – Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2022. 140 с.**

**ISSN 2222-4386**

Посвідчення УкрІНТЕІ про реєстрацію конференції № 569 від 02.11.2015.

Друкується за рішенням Вченої ради Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (протокол № 6 від 14.05.2022 р.).

Збірник публікує тези доповідей, що містять нові теоретичні та практичні результати в галузі технічних наук.

*Співголови конференції:*  
**Оксанич А. П., Ключ М. І.**

*Співголови програмного комітету:*  
**Кладько В. П., Лю Бінбін**

*Голова організаційного комітету*  
**Притчин С. Е.**  
*Відповідальний секретар*  
**Когдась М. Г.**

**Члени програмного комітету:**

|                  |                |                    |
|------------------|----------------|--------------------|
| Бахрушин В. Є.   | Ізотов В. Ю.   | Романюк А. Б.      |
| Беляєв О. Є.     | Ковтун Г. П.   | Скришевський В. А. |
| Блонський І. В.  | Корбутяк Д. В. | Сліпченко М. І.    |
| Боднар І. В.     | Лисенко В.     | Стронський О. В.   |
| Гученко М. І.    | Мельник В. П.  | Хан Вей            |
| Єрохов В. Ю.     | Неймаш В. Б.   | Хрипунов Г. С.     |
| Затовський І. В. | Рожин А. Г.    | Шевченко І. В.     |

Відповідальний за випуск: д.т.н., проф. Притчин С. Е.

---

Адреса редакції:  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,  
Кафедра автоматизації та інформаційних систем,  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук Полтавської обл., 39600, Україна.  
Тел. (05366) 30157. E-mail: kafius@kdu.edu.ua

---

## ЗМІСТ

### *ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ ОТРИМАННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МОНОКРИСТАЛІВ, ТОНКИХ ПЛІВОК ТА КВАНТОВО-РОЗМІРНИХ СТРУКТУР*

#### **STUDY OF MANGANESE INCORPORATION INTO $Zn_2TiO_4$ PRODUCED BY SOLID-STATE REACTION METHOD**

Borkovska L. \*<sup>1</sup>, Stara T.<sup>1</sup>, Vorona I.<sup>1</sup>, Nosenko V.<sup>1</sup>, Kozoriz K.<sup>1</sup>, Labbé C.<sup>2</sup>, Cardin J.<sup>2</sup>, Doualan J.-L.<sup>2</sup> ..... 10

#### **PRESSURE EFFECT ON THE ELECTRONIC SPECTRA OF CADMIUM TELLURIDE CRYSTAL CALCULATED BY DFT LEVEL**

Kashuba A.I., Semkiv I.V., Ilchuk H.A., Kashuba N.Yu., Ukrainets N.A., Petrus R.Yu. .... 12

#### **OPTICAL PROPERTIES OF $ZrO_2$ CERAMICS WITH DIFFERENT CRYSTALLINE STRUCTURE STUDIED BY MEANS OF INFRARED REFLECTION SPECTROSCOPY**

Melnichuk O.<sup>1</sup>, Korsunskaya N.<sup>2</sup>, Melnichuk L.<sup>1</sup>, Khomenkova L.<sup>2</sup>, Venger Ye.<sup>2</sup> ..... 14

#### **ОЦІНКА ВЕРХНЬОЇ МЕЖИ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОЇ ДОБРОТНОСТІ PbTe n- I p- ТИПУ**

Хшановська О.<sup>1</sup>, Паращук Т.<sup>2</sup>, Горічок І.<sup>1</sup> ..... 15

#### **AUTOMATED SYSTEM FOR MEASURING DEFORMATIONS OF SEMICONDUCTOR DEVICES GaAs WAFERS**

Bahno V. I. .... 16

#### **ВПЛИВ ХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ТОВЩИНУ ПРОСВІТЛЮЮЧОГО $SiO_2$ В КРЕМНІЄВІЙ ТЕХНОЛОГІЇ**

Кукурудзяк М. С. .... 18

#### **ELECTRONIC AND OPTICAL PROPERTIES OF HYBRID COPPER(II) CHLORIDE LAYERED PEROVSKITES FOR PHOTOVOLTAICS**

Bovgyra O.V., Kovalenko M.V., Kozachenko O.V. .... 20

#### **ІОННО-СИНТЕЗОВАНА КОМПОЗИТНА СТРУКТУРА $Ag_2O/Hg_{1-x}Cd_xTe$ ( $x \sim$ $0,223$ ) ДЛЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИХ ДЕТЕКТУЮЧИХ СИСТЕМ**

Смірнов О. Б.<sup>1</sup>, Савкіна Р. К.<sup>1,2</sup> ..... 21

#### **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛ-ДИЕЛЕКТРИЧНИХ НАНОЧАСТИНОК У ПЛАЗМОННІЙ ФОТОВОЛЬТАЇЦІ**

Смирнова Н. А.<sup>1</sup>, Коротун А. В.<sup>1</sup>, Тітов І. М.<sup>2</sup> ..... 23

#### **МЕХАНІЗМИ ПРОЦЕСІВ ЛАЗЕРНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СТРУКТУРИ ГЕТЕРОПЕРЕХОДІВ $CdSb-In_4Se_3$**

Сорокатиий М. О., Стребезев В. М., Юрійчук І. М., Євенчук П. І. .... 25

**СТРУКТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОНКОПЛІВКОВОГО КАДМІЙ СУЛЬФІДУ ДЛЯ ПОТРЕБ ФОТОЕЛЕКТРИКИ**

Яворський Р. С., Найдич Б. П., Вакалюк І. В. .... 27

**INVESTIGATION OF FRONTAL FUNCTIONAL NANOLAYERS OF SOLAR SILICON USING ELECTROCHEMICAL TECHNOLOGIES OF POROUS SILICON**

Yerokhov V., Skrypnyk I. .... 28

**МОДЕЛЬ СЕНСОРУ ГАЗУ НА ОСНОВІ ПОРУВАТИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ**

Ситнік В. Ю. .... 29

***ПРОБЛЕМИ ФОТОВОЛЬТАЇКИ, ВЛАСТИВОСТІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ ТА СТРУКТУР, ОБЛАСТІ І ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ***

**ФІЗИКОТЕХНОЛОГІЧНА БАЗА ДЛЯ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФЕКТІВ У ПІДКЛАДКАХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ МОЕМС**

Чала О. О., Невлюдов І. Ш., Невлюдова В. В. .... 32

**CHANGES IN THE PROPERTIES OF TRANSMUTATION-DOPED SILICON SUBJECTED TO HEAT TREATMENT**

Gaidar G. .... 34

**ЧАС РЕЛАКСАЦІЇ ФОТОПРОВІДНОСТІ В ДВОСТОРОННЬОМУ МАКРОПОРИСТОМУ КРЕМНІЙ ВІД ТОВЩИНИ ВХІДНОГО ПОРИСТОГО ШАРУ**

Онищенко В. Ф., Карачевцева Л. А., Карась М. І. .... 36

**LAYERED DISTRIBUTION OF STRUCTURAL DEFECTS IN SILICON IRRADIATED WITH HYDROGEN IONS**

Gaidar G. P., Pinkovska M. B., Starchyk M. I. .... 38

**СТРУКТУРА ТА АНАЛІЗ ПОВЕРХНІ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ ЗАМІЩЕННЯ  $Cd_{1-x}Mn_xTe$**

Льчук Г. А., Височанська Е. О., Кашуба А. І., Семків І. В., Соловійов М. В., Петрусь Р. Ю. .... 39

**ВИКОРИСТАННЯ ПОРУВАТОГО КРЕМНІЮ ДЛЯ ПОБУДОВИ ОПТИЧНИХ ФІЛЬТРІВ**

Притчин С. Е., Палагин В. А., Пасенко Д. В., Максимов А. О. .... 41

**СТВОРЕННЯ НАНОКОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СПОЛУК РУТЕНІЮ ТА КАДМІЮ ДЛЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГІС І МІКРОЕЛЕКТРОННИХ СЕНСОРІВ**

Лепіх Я. І., Борщак В. А., Садова Н. М. .... 43

**ПОКРАЩЕННЯ ОПТИЧНОГО ПРОПУСКАННЯ ГЕРМАНІЮ, АНТИМОНІДУ ІНДІЮ ТА  $CDZnTe$  В ІНФРАЧЕРВОНІЙ ОБЛАСТІ СПЕКТРУ**

Лозінський В. Б., Темченко В. П., Лук'янов А. М., Дикуша В. М., Сторожук В. І. .... 44

**ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ТЕЛУРИДУ СВИНЦЮ**

Матківський О. М., Маковишин В. І., Купчак Т. І., Матеїк Г. Д., Горічок І. В. .... 46

**МОДЕЛЮВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОТРИМАННЯ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ПЛІВОК**

Гурін Д. В., Нікітін Д. О. .... 47

**ЧАС РЕЛАКСАЦІЇ ФОТОПРОВІДНОСТІ В МАКРОПОРИСТОМУ КРЕМНІЇ З НАСКРІЗНИМИ ПОРАМИ**

Онищенко В. Ф., Карачевцева Л. А., Карась М. І. .... 49

**РОЗПОДІЛ НЕРІВНОВАНИХ НОСІЇВ ЗАРЯДУ ПРИ ОСВІТЛЕННІ ДВОСТОРОННІХ СТРУКТУР МАКРОПОРИСТОГО КРЕМНІЮ У ВИДИМІЙ ТА БЛИЖНІЙ ІЧ ОБЛАСТІ СПЕКТРУ**

Онищенко В. Ф., Карачевцева Л. А., Карась М. І. .... 51

**ВИРОЩУВАННЯ З ПАРОВОЇ ФАЗИ І СТРУКТУРА КРИСТАЛІВ  $PbI_2$ , ЛЕГОВАНИХ Cd**

Рибак О. В. .... 53

**QUANTITATIVE ANALYSIS OF INTERFACE LAYER FORMATION IN/ (0001)  $Sb_2Te_3$  FROM DATA ACQUIRED BY SCANNING TUNNELING MICROSCOPY STUDY**

Galiy P. V.<sup>1</sup>, Nenchuk T. M.<sup>1</sup>, Mazur A. P.<sup>2</sup>, Dzyuba V. I.<sup>1</sup>, Makar T. R.<sup>1</sup> .... 54

**ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ СИНТЕЗУ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ КТ CdS**

Вергелес К. О., Сминтина В. А., Скобеєва В. М. .... 56

**УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗПОДІЛЕННЯ ЛЕГУЮЧОЇ ДОМШКИ В ПРОЦЕСІ ВИРОЩУВАННЯ АРСЕНІДУ ГАЛІЮ ДЛЯ СЕНСОРІВ ГАЗУ**

Оксанич А. П., Бахмат В. В. .... 58

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ПОРУВАТОЇ ПЛІВКИ**

Притчин С. Е., Бобришев О. Ю., Сорокун О. О. .... 60

**МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ КОНТАКТУ ПОРУВАТИЙ ШАР – МЕТАЛ НА ПІДКЛАДЦІ GAAS**

Притчин С. Е., Пилипенко С. С., Фомовский В. Ф. .... 62

***ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ СТВОРЕННЯ МІКРОСЕНСОРНОЇ ТЕХНІКИ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ СЕНСОРІВ***

**THE INFLUENCE OF BIO-CONJUGATION ON PHOTOLUMINESCENCE OF  $AgInS_2/ZnS$  QUANTUM DOTS**

Borkovska L. V.\*<sup>1</sup>, Kozoriz K. O.<sup>1</sup>, Stara T. R.<sup>1</sup>, Nesterenko Ye. O.<sup>2</sup>, Rachkov A. E.<sup>2</sup> .... 65

**APPLICATION OF ZNO NANOSTRUCTURED THIN FILMS IN  
PHOTOLUMINESCENCE-BASED BIOSENSORS**

Tereshchenko A.<sup>1</sup>, Konup L.<sup>2</sup>, Smyntyna V.<sup>3</sup>, Geveliuk S.<sup>4</sup> ..... 67

**КРИТИЧНІ ТЕРМОРЕЗИСТОРИ НА ОСНОВІ ДІОКСИДНОВАНАДІЄВОЇ  
СКЛОКЕРАМІКИ**

Колбунов В. Р., Івон О. І., Вашерук О. В. .... 68

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ПОЛІМІДНИХ ГНУЧКИХ ШЛЕЙФІВ ДЛЯ  
РОБОТИЗОВАНОЇ МОБІЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ**

Невлюдов І. Ш., Жарікова І. В., Стародубцев М. Г., Невлюдова В. В. .... 70

**СИСТЕМА КОНТРОЛЮ НАЯВНОСТІ І КОНЦЕНТРАЦІЇ ГАЗІВ НА ОСНОВІ  
ПОРУВАТО-ПЛІВКОВИХ СЕНСОРІВ**

Гуль І. І., Донських О. В. .... 72

**РАДІАЦІЙНО-СТИМУЛЬОВАНІ ЗМІНИ ПОВЕРХНЕВОЇ ПРОВІДНОСТІ  
КРИСТАЛІВ КРЕМНІЮ ЗА ДІЇ ПРУЖНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ**

Лис Р. М., Павлик Б. В., Шикоряк Й. А. .... 74

***ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СИСТЕМИ  
АВТОМАТИКИ ТА УПРАВЛІННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ***

**БЕЗПЕКА СЕРВЕРНИХ СИСТЕМ. МОДЕЛЮВАННЯ СЕРВЕРНОЇ  
ІНФРАСТРУКТУРИ ПІДПРИЄМСТВА**

Алексієв В. О. .... 76

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ  
З'ЄДНАННЯ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНИХ ВОЛОКОН**

Филипенко О. І., Сичова О. В. .... 78

**ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗАДАЧІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПУБЛІКАЦІЙНОЇ  
ДІЯЛЬНОСТІ КАФЕДРИ ЯК СТРУКТУРНОГО ПІДРОЗДІЛУ ЗВО**

Вітюк І. В. .... 80

**ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ  
МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ  
ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНИХ ДВИГУНІВ**

Ярошинський С. Г. .... 82

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛУ ПРИ  
РОБОТІ З РАДІОАКТИВНИМИ МАТЕРІАЛАМИ**

Мамонтов О. В., Токарева О. В. .... 84

**NEURAL NETWORK APPROACHES FOR EQUILIBRIUM GEOMETRY  
PREDICTION**

Moroz M. I., Bovgyra O. V. .... 86

|  |     |
|--|-----|
| <b>АНАЛІЗ СТРАТЕГІЙ ЗБЕРІГАННЯ ВИРОБІВ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОМУ СКЛАДІ</b>                              |     |
| Невлюдов І. Ш., Євсєєв В. В., Демська Н. П., Вжесневський М. О., Клименко О. М.....                                | 87  |
| <b>USE OF MICROCONTROLLERS WITH CLOUD SERVICES FOR PRODUCTION NEEDS</b>  |     |
| Yevsieiev V., Bolshakov A. ....  | 89  |
| <b>АЛГОРИТМ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ МНОЖИННОГО КОМПОНУВАННЯ ЗАВАНТАЖЕНЬ У ВИРОБНИЦТВІ МОНОКРИСТАЛІВ НАПІВПРОВІДНИКІВ</b>  |     |
| Сабардіна Я. О. ....   | 91  |
| <b>ВПЛИВ ФОТОПОЛІМЕРНИХ СМОЛ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ</b>  |     |
| Невлюдов І. Ш., Нікітін Д. О., Стрілець Р. Є.....  | 94  |
| <b>МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ЛІНІЇ SMT-МОНТАЖУ В КІБЕР-ФІЗИЧНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ</b>                               |     |
| Євсєєв В. В., Демська Н. П., Олександров Ю. М. ....  | 96  |
| <b>ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ОПЕРАТИВНО - ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЬНИЦІ</b> |     |
| Ярошенко М. О. ....  | 98  |
| <b>RESEARCH OF OBJECT RECOGNITION IN THE WORKSPACE OF A MOBILE ROBOT BASED ON THE YOLO METHOD</b>                  |     |
| Yevsieiev V., Tokarieva O., Starikova S.....   | 101 |
| <b>СТРУКТУРА НЕЧІТКОГО КОНТРОЛЕРА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗЕРНОМЕТАЛЬНИКА</b>                                    |     |
| Бурдільна Є. В., Рижик М. М., Пономаренко О. А. ....   | 103 |
| <b>МОДУЛЬ КЕРУВАННЯ РУХОМ РОБОТИЗОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ</b>  |     |
| Новоселов С. П., Сичова О. В., Карікова К. Р. ....   | 105 |
| <b>РОЗРОБКА МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ КЕРУВАННЯ РУХОМ РОБОТИЗОВАНОЇ МОБІЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ</b>                    |     |
| Сичова О. В., Новоселов С. П., Коломейко Є. В. ....  | 107 |
| <b>ФОРМУВАННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СКЛАДСЬКІЙ СИСТЕМІ</b>                          |     |
| Драчко М. О. ....  | 109 |
| <b>ЗАСТОСУВАННЯ САПР ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ</b>  |     |
| Колесник К. К., Дутка В. Ю., Загоруйко Д. А., Василюшин Б. С.....  | 111 |
| <b>МОДИФІКОВАНА ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА ІЗ ПРОМІЖНИМИ ПУНКТАМИ</b>  |     |
| Маменко О. В. ....   | 113 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>КОНЦЕПЦІЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПАСПОРТА ВИРОБУ</b>   |     |
| Похила Д. М. ....   | 114 |
| <b>ДЕКОМПОЗИЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У ЗАДАЧІ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ КАР'ЄРНИМ ТРАНСПОРТОМ</b> |     |
| Ратієв О. С. ....   | 116 |
| <b>СТВОРЕННЯ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА З ПІДТРИМКОЮ МУЛЬТИСЕРВІСНОГО ТРАФІКУ</b>                                    |     |
| Самойлов А. М. ....   | 118 |
| <b>ЗНАХОДЖЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ МАРШРУТІВ ТА ДІЛЯНОК ЗА ДОПОМОГОЮ МОНІТОРИНГУ РОБОТИ МУНІЦИПАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ</b>  |     |
| Шевченко І. В., Король К. С. ....   | 119 |
| <b>МОНІТОРИНГ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ КОГНІТИВНОЇ КАРТИ</b>  |     |
| Васильєв Д. О. ....   | 121 |
| <b>АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ВСЕСПРЯМОВАНИХ КОЛЕС</b>                                  |     |
| Демська Н. П., Гурін Д. В., Головіна В. С. ....   | 123 |
| <b>АНАЛІЗ СИСТЕМ ПРОЕКТУВАННЯ ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНИХ ДВИГУНІВ</b>  |     |
| Істоміна Н. М., Рязанова К. О. ....   | 125 |
| <b>ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ</b>                                 |     |
| Сезонова І. К. ....   | 127 |
| <b>МОДЕЛЬ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ОПЕРАТИВНИХ РІШЕНЬ В ХОДІ ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ</b>                 |     |
| Терехов О. С. ....  | 129 |
| <b>МОДЕЛЬ ОПЕРАТОРА АСУ ТП ЯК СКЛАДОВА СИСТЕМИ НАВЧАННЯ</b>   |     |
| Фесенко Н. А. ....  | 131 |
| <b>ІНФОРМАЦІЙНА СТРУКТУРА ВІРТУАЛЬНОГО ОСВІТНОГО СЕРЕДОВИЩА</b>   |     |
| Горлова Т. В., Ляпко Б. І. ....   | 133 |
| <b>СТВОРЕННЯ ПІДСИСТЕМИ ПРИЙМАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ У СКЛАДІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МІСЬКОЇ ЛІКАРНІ</b>            |     |
| Подпарінов В. А., Самойлов А. М. ....   | 135 |
| ПЕРЕЛІК АВТОРІВ .....   | 136 |

УДК 621.3.049.77:620.3

## ФІЗИКОТЕХНОЛОГІЧНА БАЗА ДЛЯ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФЕКТІВ У ПІДКЛАДКАХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ МОЕМС

Чала О. О., Невлюдов І. Ш., Невлюдова В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
просп. Науки, 14, м. Харків, 61000, Україна.  
E-mail: [olena.chala@nure.ua](mailto:olena.chala@nure.ua)

**Вступ.** Якщо розглядати підкладки функціональних компонентів (ФК) мікрооптоелектромеханічних систем (МОЕМС), безпосередньо на етапі технологічного процесу (ТП) виготовлення пластин, то в структурі пластини можна виділити чотири основні шари, в яких можуть бути дислоковані дефекти (рис. 1).

**Основна частина.** Такі структури характеризується глибиною порушеного шару, шорсткістю та різного роду забрудненнями [1–3.]. I шар: зовнішній рельєфний характеризується хаотично розміщеними виступами, тріщинами та виколками; II шар: порушений шар – має окремі виколювання та мікротріщини, які мають тенденцію поширюватися у глибину інших шарів та розростатися; III шар: деформований – характеризується скупченням дислокацій, продовженням мікротріщин та зон, що розміщені навколо них – осередків механічних напружень; IV шар: умовно непорушена структура підкладки ФК. Під час ТП виготовлення підкладок ФК на поверхні чи в об'ємі пластин відбуваються фізико-технологічні процеси дифузії, корозії та інших процесів. Причому, ці процеси відбуваються одночасно по у всіх структурах та шарах: на поверхні чи в об'ємі пластини, в результаті чого, в пластинах підкладок утворюється значна кількість дефектів, які потім видаляються чи мінімізуються, тим чи іншим способами.



Рисунок 1 – Шари пластини ФК МОЕМС, що зазнають фізико-технологічних впливів та механічних порушень

У відповідності до ТП виробництва найбільш важливим етапом, на якому відбувається виникнення виробничих дефектів у пластинах під час самого ТП є перший етап технологічного процесу виробництва оптичного перемикача.

На цьому першому етапі представляється можливість передбачення і прогнозування дефектів в структурах підкладок, їх шарів і підшарів, що дає можливість на наступних етапах побудувати такий ТП, який би давав змогу мінімізувати різноманіття, кількість та розміри дефектів. Розглянемо основні технологічні процеси у виробництві підкладок ФК МОЕМС та виробничі дефекти, що було обрано для формування фізикотехнологічної бази математичної моделі прогнозування. Розглянуті процеси занесено до табл. 1.

Потрібно відзначити, що нами було розглянуто лише значущі технологічні процеси. Присутність дефектів на реальній поверхні пластини підкладки ФК не обов'язково означає, що заготовка не придатна до застосування.

Таблиця 1 – Перелік виробничих дефектів підкладок ФК МОЕМС

| ТП   | Вид дефектів                            | Причини виникнення                         | Можливі механізми відмов  |
|--|---|--|---|
| Випаровування матеріалу при виготовленні підкладки (епітаксійного шару). | Тріщини, задери, розшарування           | Поширення і міграція тріщин                | Часткове розколювання, роз'єднання підшарів                           |
|  | Тріщини, зколювання, луски, субзародки. | Механічне напруження                       | Деформація, зміна співвідношення розмірів структури                   |
|  | Лусочки, завусениці, шпарини, раковини  | Базові та додаткові зрізи, скрайбування    | Часткове розділення шарів, міграція тріщин, здуття підкладин          |
|  | Подряпини, зколювання, риски, кратери   | Вібрації, транспортування                  | Порушення дифузійних профілів   |
|  | Раковини здуття, міхури                 | Забруднення, тріщини деформованих шарів    | Руйнування цілістності, здуття підкладин, розростання дефектів        |
| Дифузія  | Нарости, пустоти, кратери               | Дифузійні викиди                           | Зміна геометричних та фізико технологічних параметрів                 |
|  | Пори, міхури, підтік                    | Області надлишкової дифузії                | Зменшення напруження, деформація                                      |
|  | Сколювання, слоїстість, нахльости       | Дислокації на краях дифузійних областей    | Зміна геометричних параметрів, гористість                             |
| Окислення  | Тріщини, розриви, пустоти, слоїстість   | Підтравлювання окисника                    | Області паразитної дифузії  |
|  | Тріщини, розриви, риски                 | Паразитна дифузія. Дефекти окислу          | Розриви, деформація, роз'єднання підшарів                             |
|  | Раковини, наліт, нарости                | Надмірна(недостатня) концентрація окисника | Зміна геометрії, щільність дислокацій                                 |
| Корозія  | Нашарування, крапки                     | Корозійні нашарування                      | Зміна геометрії   |
|  | Кратери, підтоки, наліт                 | Поширення і міграція тріщин                | Розриви, дислокації   |
|  | Здуття, крапки, бульбашки               | Області надлишкової дифузії окислення      | Зміна геометрії, дислокації дефектів, напруження в структурі пластини |
| Інше   | Риски, крапки, налипання                | Забруднення, не додержання мікроклімату    | Розколювання, розриви, розшарування, міграція тріщин, брак            |
|  | Зколи, лусочки, вигини                  | Включення, неоднорідність матеріалів       | Розшарування, зміна геометрії, тріщини, брак                          |
|  | Тріщини, розриви, вибоїни               | Руйнування                                 | Порушення структури, брак   |

**Висновки.** Проведено детальний аналіз основних виробничих дефектів підкладок ФК МОЕМС на етапі їх виробництва, що дає підґрунтя для розроблення фізико-технологічної моделі прогнозування дефектів підкладок ФК МОЕМС, яка буде враховувати якість підкладок та дозволить прогнозувати та корегувати параметри технологічного процесу виготовлення.

*Список використаної літератури*

1. Филипенко О. І., Чала О. О., Відешин М. І. Технологічні фактори виробництва, що впливають на якість покриттів дзеркальних поверхонь МОЕМС-перемикачів. *Наукові нотатки*. 2017. Вип. 57. С. 178–183.
2. Оксанич А. П., Седин Е. А. Разработка модели расчёта внутренних напряжений и деформаций в кремниевых эпитаксиальных структурах. *Напівпровідникові матеріали, інформаційні технології та фотовольтаїка*. Перша міжнародна науково-практична конференція НМІТФ2011, 5-7 травня 2011, Кременчук. 2011. С. 70.
3. Чала О. О. Дефектоутворення, як основа Defect Engineering в МЕМС та МОЕМС. *НТЖ «Технологія приборостояння»*. 2020. № 1. С. –78–81.