



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Кафедра «Електротехніка і електромеханіка
імені професора В. В. Овчарова»



Національний
технічний
університет
України
«Київський
політехнічний
інститут імені Ігоря
Сікорського»



Національний
університет
біоресурсів і
природокористування
України



Національний
університет
«Запорізька
політехніка»



Харківський
національний
технічний
університет
сільського
господарства імені
Петра Василенка



Сумський
національний
аграрний
університет

Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем



МАТЕРІАЛИ

I Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції
пам'яті В. В. Овчарова

20 травня – 04 червня 2020 року

Мелітополь

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка

Національний університет «Запорізька політехніка»

Сумський національний аграрний університет

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

МАТЕРІАЛИ

І Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції
пам'яті В. В. Овчарова

20 травня – 04 червня 2020 року

Мелітополь
2020

Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали I Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції пам'яті В. В. Овчарова (Мелітополь, 20 травня - 04 червня 2020 р) / ТДАТУ; орг. ком. В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, І. П. Назаренко [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - 110 с.

У матеріалах конференції викладені результати досліджень, які присвячені сучасному стану та перспективам розвитку електротехнічних систем: питанням загальної електротехніки, електромеханічних комплексів і систем, електротехнологій та електротехнологічних систем, електроенергетичних систем і систем електропостачання, комп'ютерно-інтегрованих технологій та технічних інформаційних систем.

Видання розраховане для науковців, аспірантів, студентів, фахівців, які працюють за напрямками конференції.

Матеріали видані в авторській редакції. Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори.

Адреса організаційного комітету: Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, факультет енергетики і комп'ютерних технологій, кафедра електротехніки і електромеханіки імені професора В. В. Овчарова, ауд. 1.125 пр-т Богдана Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька область, Україна, 72310 e-mail: dina.nesterchuk@tsatu.edu.ua

Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/etem/internet-konferencija/>

© Колектив авторів, 2020

© Дизайн та макетування. Кафедра електротехніки і електромеханіки імені професора В. В. Овчарова Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Голова організаційного комітету:

Кюрчев Володимир Миколайович – ректор ТДАТУ, член-кореспондент НААН України, д.т.н., професор, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Співголова:

Надикто Володимир Трохимович – проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності, директор НДІ механізації землеробства півдня України, член-кореспондент НААН України, д.т.н., професор, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Науковий комітет конференції:

Назаренко Ігор Петрович – декан факультету енергетики і комп'ютерних технологій, д.т.н., професор, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Діордієв Володимир Трифонович – завідувач кафедри електроенергетики і автоматизації, академік МААО, д.т.н., професор, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Квітка Сергій Олексійович – завідувач кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В. В. Овчарова, к.т.н., доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Острроверхов Микола Якович – завідувач кафедри теоретичної електротехніки, д.т.н., професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Козирський Володимир Вікторович – директор Навчально-наукового інституту енергетики і автоматики, д.т.н., професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мірошник Олександр Олександрович – завідувач кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту, д.т.н., професор, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Тиховод Сергій Михайлович – завідувач кафедри теоретичної і загальної електротехніки, д.т.н., доцент, Національний університет «Запорізька політехніка»

Яковлев Валерій Федорович – професор кафедри енергетики та електротехнічних систем, к.т.н., професор, Сумський національний аграрний університет

Соломаха Олександр Вікторович – заступник технічного директора «НПП «Преобразователь-комплекс», к.т.н.

Організаційний комітет конференції:

Квітка Сергій Олексійович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В. В. Овчарова

Нестерчук Діна Миколаївна – к.т.н., доцент кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В. В. Овчарова

Вовк Олександр Юрійович – к.т.н., доцент кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В. В. Овчарова

Курашкін Сергій Федорович – к.т.н., доцент кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В. В. Овчарова

Постнікова Марина Вікторівна – к.т.н., доцент кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В. В. Овчарова

Попрядухін Вадим Сергійович – к.т.н., доцент кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В. В. Овчарова, голова ради молодих вчених ТДАТУ

Ковальов Олександр Вікторович – старший викладач кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В. В. Овчарова

ЗМІСТ

Секція 1. Загальна електротехніка

Особливості моделювання електромагнітних процесів в трансформаторах	
Тиховод С. М., Драпак К. М.	9
Наноструктуровані плівкові гетероструктури як елемент сучасної напівпровідникової електроніки	
Дяденчук А. Ф., Кідалов В. В.	11
Метод розрахунку перехідних процесів з розкладанням похідної функцій за полиномами	
Тиховод С. М., Паталах Д. Г.	13
Застосування повного факторного експерименту для навчання нейронної мережі	
Тиховод С. М., Олейніков М. О.	15
Визначення параметрів активно-ємнісного фільтра напруги зворотної послідовності	
Попова І. О.	18
Боротьба з бур'янами за допомогою електричного струму	
Чепак А. М., Вовк О. Ю.	20

Секція 2. Електромеханічні комплекси і системи

Two-zone speed control of hybrid excited synchronous machine	
Mykola Ostroverkhov, Vadim Chumack, Yevhen Monakhov	22
Оцінка нормальності розподілу струму витоку систем електроосвітлення в мережах 0,38 кВ тваринницьких приміщень	
Козирський В. В., Герасименко В. П., Майбородіна Н. В.	24
Перевірка розподілу струму витоку систем електроосвітлення мереж 0,38 кВ тваринницьких приміщень за критеріями нормальності	
Козирський В. В., Герасименко В. П., Майбородіна Н. В.	26
Автоматическая настройка параметров адаптивного регулятора тока в системе подчиненного управления электропривода постоянного тока	
Соломаха А. В.	28
Захист та діагностування асинхронного двигуна на основі інформаційної надлишковості	
Діордієв В. Т., Кашкар'єв А. О., Сабо А. Г.	29

Імітаційне моделювання роботи асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором	
Кашкаръов А. О., Сабо А. Г.	31
Пристрій контролю і захисту групи асинхронних електродвигунів від анормальних режимів роботи	
Квітка С. О.	33
Структура питомих витрат електроенергії на елеваторах	
Постнікова М. В.	35
Періодичне діагностування асинхронних електродвигунів за енергетичними показниками	
Вовк О. Ю.	37
Інформаційно-вимірювальна система діагностування трифазних низьковольтних асинхронних електродвигунів в процесі експлуатації	
Нестерчук Д. М.	39
Побудова пристрою захисту асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором	
Попова І. О.	41
Обґрунтування діагностичних параметрів асинхронних електродвигунів для періодичного контролю	
Вовк О. Ю.	43
Характеристика і енергоємність технологічних процесів на елеваторах	
Постнікова М. В.	45
Електромеханічна система обробітку ґрунту на базі вентиляного електродвигуна	
Ковальов О. В.	47
Керування асинхронним електродвигуном за мінімумом витрати ресурсу ізоляції	
Вовк О. Ю.	49
Обґрунтування електроприводу ґрунтообробного агро модуля	
Ковальов О. В.	51
Технічний та енергетичний стан електромеханічної системи з трифазними асинхронними електродвигунами в умовах дії експлуатаційних впливів	
Олійник В. Ю., Нестерчук Д. М.	53
Підвищення енергетичних показників асинхронного двигуна шляхом суміщення схем з'єднання обмоток статора	
Сідельников Б. Ю., Попова І. О.	55

Аналіз методів діагностування асинхронних електродвигунів	
Ревін О. М., Вовк О. Ю.	57
Розробка температурно-струмового захисного пристрою асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором	
Щербаков С. В., Попова І. О.	59
Математична модель спожитої потужності електродвигунів тихохідних норій	
Сідельников Б. Ю., Постнікова М. В.	62
Система регулювання швидкості електродвигуна приводу ґрунтообробного мотоблоку	
Ковальов О. В., Дьяченко Б. А.	64
Аналіз енергоємності технологічного процесу калібрування насіння кукурудзи	
Щербаков С. В., Постнікова М. В.	66

Секція 3. Електротехнології та електротехнологічні системи

Визначення коефіцієнта поглинання біологічних об'єктів фіксованої геометричної форми при акустичному зондуванні	
Яковлев В. Ф., Рясна О. В.	68
Вибір способу ефективного застосування електроенергії в плодоовочевих сушарках	
Сіренко В. Ф., Савойський О. Ю.	70
Обґрунтування параметрів системи циліндричних електродів для пристроїв очищення рицинової олії в електричному полі	
Назаренко І. П.	72
Техніко-економічне обґрунтування використання електричної енергії для комбінованого способу сушіння яблук	
Сіренко В. Ф., Савойський О. Ю.	74
Обробка води ультрафіолетовим випромінюванням	
Сапунов О. А., Журавель Д. П.	76
Improving climate control efficiency by memristor air conditioners	
Struchaiev N., Postol Y., Kvitka S.	78
Обґрунтування технології знезараження води	
Федоренко В. А., Журавель Д. П.	80
Проблеми очищення стічних вод	
Гулевський В. Б.	82

Економічні методи збереження енергетичних ресурсів	
Абраменко В. В., Славов В. В., Постол Ю. О.	84
Експериментальні дослідження нагрівання біопального при обробці його надвисокочастотними хвилями	
Риженко О. І., Струков В. С., Кушлик Р. В.	86
Порівняльний аналіз резервуарного і термостатного технологій виробництва йогурту	
Облещенко А. Д., Квітка С. О.	87
Підвищення функціональних властивостей біопального обробленого ультразвуком	
Струков В. С., Риженко О. І., Кушлик Р. В.	89
Використання натрієвих ламп в спорудах захищеного ґрунту	
Томілко Ю. С., Квітка С. О.	91

Секція 4. Електропостачання та електроенергетичні системи

Підвищення ефективності електропостачання за рахунок структуризації ліній електропередачі	
Черемісін М. М., Черкашина В. В.	93
Теоретичні дослідження комбінованих енергосистем для вдосконалення способів керування електричними мережами електроенергетичних систем	
Лисенко О. В., Дубініна С. В.	95
Smart grid – розумна електросистема	
Чернецький В. А., Курашкін С. Ф.	97
Фактори впливу на роботу електротехнічних систем з комбінованою генерацією з боку відновлюваних джерел енергії	
Лисенко О. В., Адамова С. В.	99
Способи видалення льоду з проводів ліній електропередачі	
Абраменко В. В., Курашкін С. Ф.	101
Тенденції розвитку енергетичної галузі в світі	
Чернецький В. А., Постнікова М. В.	103
Результати застосування і використання сонячних теплових електростанцій	
Тимофєєв С. О., Курашкін С. Ф.	105

Секція 5. Комп'ютерно-інтегровані технології та технічні інформаційні системи



**Проектування автоматизованої системи поливу
грунту на базі мікроконтролера Arduino**
Лубко Д. В.

..... 107

УДК [535.37+621.315.592+681.382.473]

НАНОСТРУКТУРОВАНІ ПЛІВКОВІ ГЕТЕРОСТРУКТУРИ ЯК ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНОЇ НАПІВПРОВІДНИКОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

Дяденчук А. Ф.¹, к.т.н.

alena.dyadenchuk@tsatu.edu.ua

Кідалов В. В.², д.ф.-м. н.

¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,

²Бердянський державний педагогічний університет

Актуальність та постановка проблеми. За останні роки інтерес до дослідження низькорозмірних напівпровідникових матеріалів істотно зріс, що пов'язано з широким використанням напівпровідникових гетероструктур у промисловому виробництві приладів оптоелектроніки та надвисокочастотної техніки. Із переходом від мікро- до нанотехнології складові елементи потребують постійного контролю і своєчасної модернізації. Для масового застосування бажаним є здешевлення виробництва таких приладів: заміна дорогих підкладок на більш дешеві, розробка дешевих технологій масового виробництва приладів тощо.

Одна із серйозних проблем, що виникає при епітаксійному нарощуванні плівок, полягає у значній розбіжності різниці сталих ґратокта різної величини коефіцієнтів розширення. Протягом останнього часу були перевірені найрізноманітніші способи усунення таких неузгодженостей. Однак ця проблема залишилася невирішеною, що зумовлює актуальність роботи.

Задля подолання даної проблеми пропонується вирішення плівкових покриттів проводити на поруватих підкладках. Скорочення структурних розмірів до нанометрової шкали призводить не тільки до мініатюризації функціональних блоків, але й до розробки нових матеріалів та систем з унікальними фізико-хімічними властивостями.

Плівки ZnO є активною областю досліджень протягом майже півстоліття завдяки різноманітним технологічним застосуванням унікального підходу. Практичний інтерес представляє вивчення і пошук оптимальних режимів процесу синтезу шарів на основі ZnO.

Метою дослідження є виготовлення напівпровідникових гетероструктур ZnO:Al/porous-CdTe/CdTe вивчення їх властивостей.

Основні матеріали дослідження. Гетероструктуру ZnO:Al/porous-CdTe/CdTe отримано нанесенням плівки ZnO методом золь-гель з наступним центрифугуванням на поверхню поруватого CdTe [1]. Порувата поверхня підкладки отримана методом електрохімічного травлення [2]. Для експериментів використовувалися зразки CdTe р-типу провідності, вирощені методом Бріджмена. Як електроліт використовували суміші плавикової, соляної та азотної кислот.

Отримання плівок ZnO відбувалося методом золь-гель з наступним центрифугуванням. Після дозрівання протягом 52 годин та ретельного перемішування розчину, який містив розчин 0,3 М ацетату цинку $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 12H_2O$, абсолютний ізопропіловий спирт C_3H_8O , деметилформамід $(CH_3)_2NCH_3$, 2-метоксиетанол $C_3H_8O_2$, його було нанесено на отримані поруваті підкладки CdTe. По завершенню дослідні зразки були піддані відпалу при температурі 550° С.

Товщина утворених плівок складала порядку 1 мкм. Всі кристаліти в покриттях ZnO високо орієнтовані по осі с, перпендикулярної до поверхні підкладки. За результатами XRD встановлено параметром решітки ZnO. За положенням піку (002) згідно з

формулою Селякова-Шерера[3] розраховано середній розмір кристалітів утвореного покриття, який становить ≈ 150 нм, що погоджується з результатами скануючої електронної мікроскопії.

Із використанням моделі двовісної деформації в напрямку осі c [4] розраховано залишкову напругу σ в площині плівок. Отримана величина деформації становить 0.862 ГПа. Позитивне значення пов'язано з деформацією розтягу.

Висновок. У роботі методом золь-гель з наступним центрифугуванням на поверхні поруватого CdTe синтезовано плівки ZnO:Al. Рентгенівські дифрактометричні дослідження структури і фазовий склад електроосаджених шарів оксиду цинку виявили, що всі дифракційні піки, за винятком тих, що відносяться до підкладок porous-CdTe, відповідають гексагональній модифікації ZnO типу вюрцит.

1. Дяденчук А. Ф. Гетероструктури n-ZnO:Al/porous-CdTe/p-CdTe в якості фотоелектричних перетворювачів. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології*. 2017. Т. 15, № 3. С. 487-494.

2. Дяденчук А. Ф. Отримання поруватих напівпровідників методом електрохімічного травлення: монографія. Бердянськ: БДПУ, 2017. 111 с.

3. Уманский Я. С. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. Москва: Металлургия, 1982. 632 с.

4. Kim M. S. Thickness Dependence of Properties of ZnO Thin Filmson Porous Silicon Grownby Plasma-assisted Molecular Beam Epitaxy. *Journal of the Korean Physical Society*. 2001. V. 59. Pp. 2354-2361.