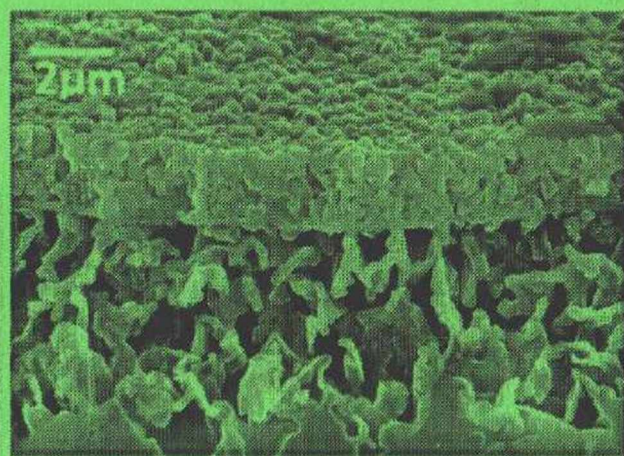
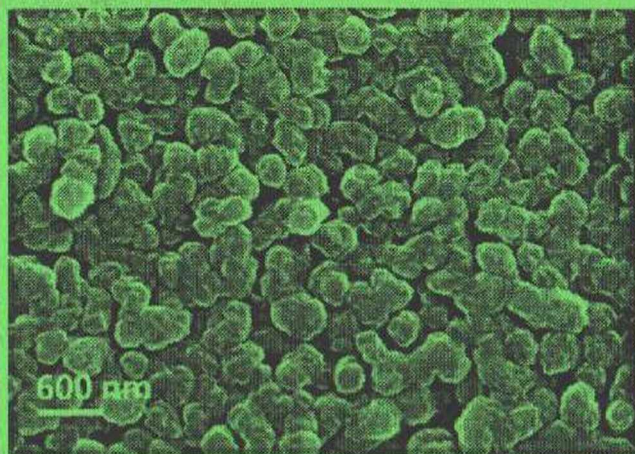


*Альона Дяденчук,
Валерій Кідалов*

ОТРИМАННЯ ПОРУВАТИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ТРАВЛЕННЯ

Монографія



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Бердянський державний педагогічний університет

А. Ф. ДЯДЕНЧУК, В. В. КІДАЛОВ

**ОТРИМАННЯ ПОРУВАТИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ
МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ТРАВЛЕННЯ**

Монографія

2017

УДК 621.382.232+539.217.1; 539.23
ББК 30.3
Д99

Рецензенти:

Бойко В. В. – кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри фізики Національного університету біоресурсів та природокористування України;

Чугай О. М. – доктор технічних наук, професор кафедри фізики Національного аерокосмічного університету ім. М.С. Жуковського «ХАІ»;

Стіров В. В. – доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики Бердянського державного педагогічного університету.

*Друкуються за рішенням
вченої ради Бердянського державного педагогічного університету
(протокол № 10 від 30 квітня 2015 р.)*

ISBN 978-617-7452-13-2

Дяденчук А. Ф., Кідалов В. В.

Д99 Отримання поруватих напівпровідників методом електрохімічного травлення: монографія. – Бердянськ: БДПУ, 2017. – 111 с.

У монографії розглядаються проблеми, пов'язані з отриманням поруватої поверхні напівпровідників групи A_2B_3 та A_2B_6 методом анодного електрохімічного травлення. Також розглядаються наявні види травлення матеріалів, наводиться класифікація найбільш вивчених та застосованих в обробці напівпровідників. Особливу увагу приділено методу електрохімічного травлення. Описано основні стадії процесу цього виду травлення, склад, хімічні та фізичні властивості кислот, що входять до складу електролітів, які використовуються під час електрохімічної обробки напівпровідників.

УДК 621.382.232+539.217.1; 539.23
ББК 30.3

ISBN 978-617-7452-13-2

© А. Ф. Дяденчук,
В. В. Кідалов, 2017

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ I. ТРАВЛЕННЯ ЯК МЕТОД ОБРОБКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ.....	7
1.1. Про термінологію поняття травлення.....	7
1.2. Методи травлення та їх особливості.....	8
1.2.1. Іонне травлення.....	9
1.2.2. Газове травлення.....	10
1.2.3. Плазмове травлення.....	11
1.2.4. Рідинні (хімічні) методи травлення.....	12
1.2.4.1. Хімічне травлення.....	12
1.2.4.2. Хімічне травлення потоком нейтральних частинок.....	13
1.2.4.3. Електролітичне травлення.....	14
1.2.5. Змішані типи травлення.....	14
1.2.5.1. Плазмохімічне травлення.....	14
1.2.5.2. Іонно-хімічне травлення.....	15
1.3. Електрохімічне травлення напівпровідників.....	16
1.4. Стадії процесу травлення.....	19
1.5. Травники.....	21
1.6. Очищення як етап підготовки зразків.....	25
1.7. Утворення пор і морфологія.....	29
1.8. Межі застосування методу.....	30
РОЗДІЛ II. ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ТРАВЛЕННЯ – МЕТОД ОТРИМАННЯ ПОРУВАТИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ.....	32
2.1. Загальна інформація про електрохімічне травлення.....	32
2.2. Отримання поруватої поверхні кремнію.....	34
2.2.1. Нанопоруватий Si.....	36
2.2.2. Макропоруватий Si.....	36
2.3. Отримання поруватої поверхні GaAs.....	38
2.3.1. Дослідження хімічного складу поверхні поруватого GaAs.....	39
2.3.2. Виготовлення періодичних шарів GaAs.....	41
2.4. Отримання поруватої поверхні напівпровідника A_2B_6 – ZnSe.....	42
2.4.1. Вивчення хімічного складу поверхні porous-ZnSe.....	47
РОЗДІЛ III. МЕЖІ ЗАСТОСУВАННЯ ПОРУВАТИХ СПОЛУК.....	50
3.1. Суперконденсатор на основі поруватих напівпровідників.....	50
3.2. Підкладки на основі поруватих сполук.....	54
3.3. Гетероструктури GaN/porous-GaAs/GaAs.....	59
3.4. Гетероструктури CdS/porous-Si в якості фотоелектричних перетворювачів.....	68
3.5. Гетероструктура ZnO:Al/porous-CdTe/CdTe у виготовленні сонячних елементів.....	73

3.5.1. Високовольні сонячних фотоелементів	77
3.5.2. Вольт-амперна характеристика гетероструктури $n\text{-ZnO}/p\text{-CdTe}$	78
3.6. Оксидні нанотрубки	79
3.6.1. Водоканалі нанотрубки оксиду йоду	81
3.6.2. Нанотрубки оксиду цинку	83
3.6.3. Механізм утворення оксидних нанотрубок на поруватій поверхні	86
3.7. Методи отримання та дослідження гетероструктур SiC/porous-Si/Si... ..	88
3.7.1. Установка та методика синтезу плівок SiC	89
3.7.2. Дослідження шарів SiC отриманих на макропоруватій поверхні Si (100)	91
3.7.3. Дослідження шарів SiC отриманих на нанопоруватій поверхні Si (100)	93
3.7.4. Рентгеноструктурний аналіз плівок SiC на поруватому Si (100)	94
3.7.5. Дослідження шарів SiC отриманих на нанопоруватій поверхні Si(111)	97
3.7.6. Модель росту плівок SiC	100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	103

ВСТУП

Прогрес у розвитку сучасної напівпровідникової електроніки пов'язаний з освоєнням нових напівпровідникових матеріалів. Такими матеріалами є поруваті напівпровідники, які володіють унікальними фізико-хімічними властивостями у порівнянні з аналогічними напівпровідниковими монокристалами.

Найяскравішим представником є поруватий кремній. Саме на поверхні кремнію вперше спостерігалось утворення темної плівки при електролітичному травленні у розчині HF (А. Улір) [89]. У результаті травлення утворювалась велика кількість мілких пор. До того ж цікавість до нанокристалічного кремнію зростає після виявлення Л. Кеухемом [12] інтенсивної фотолюмінесценції таких плівок.

Водночас після відкриття фотолюмінесценції у поруватому кремнії почали розроблятися та досліджуватися інші низьковимірні напівпровідникові структури.

При зміні розміру нанокристалів і пор між ними в межах 3-50 нм суттєво змінюються хімічні, електронні, оптичні та адсорбційні властивості реальної поверхні монокристалічного напівпровідника. Отже, важливим питанням, якому слід приділити увагу, є отримання поруваті поверхні напівпровідників та їх з'єднань.

У порівнянні з об'ємними кристалами зниження симетрії чи зміна морфології низьковимірних структур приводить до появи нових оптичних властивостей, які не присутні в об'ємних напівпровідниках. Це робить дані матеріали перспективними для багатьох застосувань в електроніці, енергетиці, медицині тощо. Можливість використання поруватих напівпровідників в якості основи композитних матеріалів або підкладки для росту гетероструктур значно розширює спектр його застосувань.

Хоча поруваті напівпровідники вивчаються вже не перше десятиліття, досі існують питання, які вимагають детального доопрацювання. Тому проблема пошуку оптимальних методів виготовлення і дослідження поруватих напівпровідників досі залишається актуальною. Більш простим і дешевим, по відношенню до інших методів, є метод електрохімічного травлення.

У першому розділі даної монографії розглядаються методи травлення та їх особливості. Детальну увагу приділено методу електрохімічного травлення і безпосередньо складовим електроліту для даного типу травлення. Наводяться моделі утворення пор. А також описуються межі застосування електрохімічного травлення.