

ISBN 978-966-941-610-0

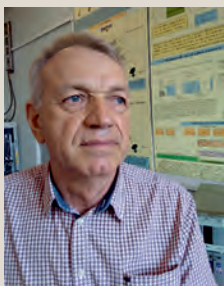


9 789669 416100 >



МАТВІЙКІВ МИХАЙЛО ДМИТРОВИЧ

Доктор технічних наук, професор, спеціаліст з деформаційних ефектів в елементах ІМС, викладає на кафедрі електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій Національного університету "Львівська політехніка". Багаторічний декан радіотехнічного факультету, член спеціалізованої вченої ради, член редакційної колегії Вісника "Радіоелектроніка та телекомунікації". Автор шести авторських свідоцтв на винаходи, трьох монографій, трьох підручників для студентів, більше ста наукових статей.



ВАСЬКІВ ГРИГОРІЙ МИХАЙЛОВИЧ

Кандидат технічних наук, доцент, спеціаліст в галузі телекомунікацій, викладає на кафедрі електронних засобів інформаційно комп'ютерних технологій Національного університету "Львівська політехніка", автор понад 80 наукових праць, відзначений всіма нагородами Львівської політехніки. Є засновником і керівником навчально-наукової університетської лабораторії "Інфокомунікаційні системи". Бере участь у проекті "Anti-threat Aircraft Automatic Take-off Control Algorithmus" (програма НАТО).



ВУС БОГДАН СТЕПАНОВИЧ

Кандидат технічних наук, доцент, спеціаліст в галузі проектування електронних пристроїв, викладає на кафедрі електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій Національного університету "Львівська політехніка", автор наукових праць та патентів, має державні нагороди. Засновник науково-виробничої фірми "Інженерна Лабораторія". За інноваційні впровадження наукових результатів, відзначений сертифікатом державної урядової організації SRDF (США).



МАТВІЙКІВ СОФІЯ ОЛЕГІВНА

Доктор філософії (PhD), отримала наукову ступінь за спеціальністю – нанонауки, на кафедрі біоматеріалів в університеті м. Базель (Швейцарія). Працює в Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology. Напрямок наукової діяльності – нанофізика, наномедицина, адресна доставка ліків. Автор розробки біоматеріалу – ліпосом для місцевої доставки ліків при атеросклерозі.

ПЕРЕДМОВА

Матеріали та їх властивості є основою для створення і функціонування електронних пристроїв. Виникнення нових матеріалів і технологій – першо-причина революційних змін в електроніці. Саме матеріали та технології є тим фундаментом з якого утворюються нові вироби, які змінюють навколишній світ і наше життя.

Перші електронні пристрої створено на основі використання об'ємних провідникових та діелектричних матеріалів. Базові функції електроніки – випрямлення, підсилення і т. ін. здійснювали за допомогою ефектів, пов'язаних з рухом електронів у вакуумі (радіолампи). Пристрої на радіолампах мали велике енергоспоживання, відносно великі розміри і невисоку надійність. Це дуже обмежувало нарощення функціональних можливостей електронних пристроїв та їх застосування.

Революційну зміну в електроніці зробило використання об'ємних напівпровідникових матеріалів. У напівпровідникових пристроях базові функції електроніки на основі процесів руху електронів у твердих тілах – напівпровідникових матеріалах. Це дозволило зробити напівпровідникові прилади: діоди, транзистори, тощо із значно меншими розмірами, порівняно зі радіолампами, забезпечити їх високу надійність та збільшити енергозбереження.

Наступне вдосконалення твердотілої електроніки пов'язане з появою мікротехнологій. З'явилися плівкові та порошкові матеріали. Удосконалювалися технології виготовлення напівпровідникових електронних елементів, тепер їх розміри дозволяли розмістити велику кількість елементів, з'єднаних у функціональну схему на одному кристалі чи спільній підкладці. Так з'явилися інтегральні мікросхеми, які постійно розвивалися та вдосконалювалися.

Прагнення досягти якнайменших розмірів електронних елементів сприяло пошуку нових технологій та матеріалів. Відбувся наступний революційний перехід в електроніці, зумовлений створенням наноматеріалів та нанотехнологій. Це дало змогу зробити складні електронні пристрої (комп'ютери, смартфони тощо) з малими розмірами, малим енергоспоживанням, високою технологічністю та надійністю.

Напівпровідникові матеріали та технології дозволили одержати енергоощадних світлодіодні джерела світла, сонячні батареї тощо. Нові об'ємні матеріали, плівкові та порошкові технології зробили можливим створити акумуляторні батареї та суперконденсатори з високою питомою ємністю, якісні постійні магніти. Як наслідок з'явилися нові ефективні компоненти: вбудовані електронні системи, сенсори та механічні приводи (крокові, колекторні та безколекторні двигуни), гальванічні елементи та акумуляторні батареї тощо. Ці компоненти стали основою для створення принтерів об'ємного (3D), малих літальних засобів (дронів і т. ін.), електромобілів тощо.

Розвиток матеріалів та технологій відбувається по висхідній спіралі. Нові матеріали породжують нові технології, так само нові технології породжують нові матеріали і це циклічно повторюється. Матеріали та технології сприяють революційним змінам і в інших галузях, пов'язані або ні з електронікою. Вони є основою прогресивного розвитку для всіх галузей.

Які властивості мають матеріали, які є технології створення матеріалів, для чого вони можуть використовуватися – всі ці уявлення можна одержати читаючи цей підручник.

Видання буде цікаве не тільки студентам, що вивчають електроніку, але й студентам інших спеціальностей, зокрема читачеві, які цікавляться сучасними матеріалами, технологіями та пристроями.

*М. Д. Матвійків, Г. М. Васьків,
Б. С. Вус, О. М. Матвійків*

Передмова	5
Розділ 1. Об'ємні матеріали	8
1.1. Електричні властивості матеріалів	10
1.1.1. Концентрація носіїв заряду	13
1.1.2. Основні властивості провідників	13
1.1.3. Фізичні процеси у провідниках	13
1.1.4. Надпровідність	18
1.1.5. Матеріали з високою провідністю	22
1.1.6. Матеріали та сплави з високим опором	25
1.1.7. Метали для біомедичного застосування	29
1.2. Теплофізичні властивості матеріалів	31
1.2.1. Механізм теплопровідності	31
1.2.2. Нагрівостійкі сплави	33
1.2.3. Високонагрівні тугоплавкі метали	35
1.3. Механічні властивості матеріалів	41
1.3.1. Розтяг матеріалів	43
1.3.2. Твердість матеріалів	47
1.3.3. Одержання та властивості сплавів	52
1.3.4. Вплив обробки на властивості металів та сплавів	59
1.4. Фізичні процеси в діелектриках	62
1.4.1. Поляризація діелектриків	63
1.4.2. Діелектрична проникність діелектриків	72
1.4.3. Діелектричні втрати	74
1.4.4. Явище електропровідності в діелектриках	78
1.4.5. Пробій діелектриків та електрична міцність	81
1.4.6. Основні типи діелектриків та їх застосування	89
1.4.7. Діелектричні матеріали для оптичної генерації	113
1.4.8. Діелектричні матеріали для оптичної генерації	116
1.5. Напівпровідникові матеріали	120
1.5.1. Фізичні процеси провідності у напівпровідниках	120
1.5.2. Термоелектричний ефект	122
1.5.3. Випромінювання енергії	123
1.5.4. Напівпровідникові матеріали	125
1.5.5. Технології одержання напівпровідникових матеріалів	126
1.5.6. Германій основні властивості і сполуки	130
1.5.7. Складні напівпровідники	133
1.6. Магнітні матеріали	137
1.6.1. Фізичні процеси у магнітних матеріалах	137
1.6.2. Класифікація магнітних матеріалів	144
Розділ 2. Мікроструктуровані матеріали	149
2.1. Загальна характеристика мікроструктурованих матеріалів	149
2.1.1. Визначення та різновиди мікроструктурованих матеріалів	149

2.1.2. Специфічні ефекти в мікроструктурованих матеріалах.....	155
2.1.3. Основні методи виготовлення мікроструктурованих матеріалів	157
2.1.4. Основні методи виготовлення мікроструктурованих матеріалів	162
2.2. Властивості мікроструктурованих матеріалів	184
2.2.1. Вплив поверхні, способів та режимів формування на структуру мікроструктурованих матеріалів.....	184
2.2.2. Механічні властивості мікроструктурованих матеріалів.....	186
2.2.3. Електричні властивості мікроструктурованих матеріалів	190
2.2.4. Магнітні властивості плівкових мікроструктурованих матеріалів.....	191
2.2.5. Оптичні властивості мікроструктурованих матеріалів	192
Розділ 3. Наноструктуровані матеріали (наноматеріали)	197
3.1. Загальні характеристики наноматеріалів	197
3.1.1. Визначення та різновиди наноматеріалів.....	197
3.1.2. Основні структурні елементи наноматеріалів. Будова кластерів	200
3.1.3. Методи отримання кластерів.....	203
3.1.4. Специфічні властивості кластерів	208
3.2. Мірні наноматеріали. Квантові обмеження на рух вільних електронів	214
3.2.1. Загальна характеристика мірності наноматеріалів та квантових обмежень.....	214
3.2.2. Нуль-мірні (0-мірні) наноматеріали.....	215
3.2.3. Одномірні (1-мірні) наноматеріали.....	216
3.2.4. Двомірні (2-мірні) наноматеріали	222
3.2.5. Тримірні (3-мірні) наноматеріали	223
3.2. Об'ємні наноструктуровані матеріали	226
3.2.1. Об'ємні наноструктуровані матеріали з неупорядкованою структурою	226
3.2.2. Методи синтезу наноматеріалів з неупорядкованою структурою	227
3.2.3. Властивості об'ємних наноматеріалів з неупорядкованою структурою	229
3.2.4. Механічні властивості багатошарових неупорядкованих структур	230
3.2.5. Електричні властивості об'ємних наноматеріалів з неупорядкованою структурою	231
3.2.6. Об'ємні наноструктуровані матеріали з упорядкованою структурою (нанокристали).....	232
3.2.7. Приклади застосування наноматеріалів	233
Розділ 4. Органічні та біологічні матеріали	241
4.1. Визначення та різновиди органічних матеріалів	241
4.2. Біологічні матеріали	248
4.2.1. Біологічні полімери	249
4.2.2. Живі організми	257
4.2.3. Наноструктурні та електронні особливості біологічних матеріалів.....	259
4.2.4. Використання біоматеріалів для виготовлення чутливих елементів у біосенсорах.....	264
Література	268