

УДК 621.395.7 (043.2)

ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАХИСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ХАЛЬКОГЕНІДНИХ ПЛІВКАХ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОННОЇ ЛІТОГРАФІЇ

**Віталій Біланіч¹, Олег Шиленко², Василь Біланіч¹,
Alexander Feher², Vladimir Komanicky², Василь Різак¹**

*Ужгородський національний університет¹, vbilanych@gmail.com,
Pavol Jozef Šafárik University, Kosice, Slovakia²*

Використання спеціальних захисних елементів, які наносяться безпосередньо на носій інформації є одним із способів технічного захисту інформації. Створення таких елементів може бути реалізовано літографічними методами: необхідно створити майстер-голограму, тобто записати індивідуальне голографічне зображення - логотип, напис, візерунок тощо. У даній роботі представлені дослідження формування мезо- та наномасштабних структур та зображень захисних елементів на поверхні халькогенідних плівок методом сухої електронної літографії

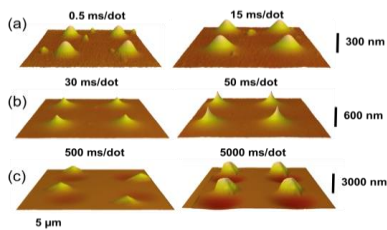


Рис. 1. Зміна форми наведеного рельєфу поверхні плівки $\text{Ge}_9\text{As}_9\text{Se}_{82}$ товщиною 3 мкм зі збільшенням часу експозиції (а – інтервал малих доз електронного опромінення (б) – інтервал

У даній роботі наведені результати досліджень формування поверхневого рельєфу під час взаємодії електронного пучка (ЕП) з плівками халькогенідів. Плівки опромінювали ЕП за допомогою скануючого електронного мікроскопа (Tescan, модель VEGA) в діапазоні доз $G=9,3 \times 10^3 - 9,3 \times 10^7$ мкКл/см². Рельєф поверхні плівки досліджували за допомогою атомно-силового мікроскопа (Bruker, модель ICON). Показана можливість виготовлення майстер-оригіналів захисних елементів за технологією одноступеневої електронної літографії. Встановлено можливість використання халькогенідних плівок різних складів як позитивних, так і негативних електронних резистів. Реалізовано процес виготовлення оригіналу захисного елемента методом сухої електронної літографії на плівках систем Ge-As-Se та As-Se.

Було виявлено, що в цьому діапазоні доз утворюються три різні типи поверхневих особливостей у вказаних матеріалах. В інтервалі доз $9,3 \times 10^3 - 2,8 \times 10^5$ мкКл/см² ЕП індукуює утворення конусів із профілем Гауса (висота 250–270 нм). В

інтервалі доз $5,6 \times 10^5$ – $1,9 \times 10^6$ мкКл/см² поверхня конуса загострюється, переходячи в конус Тейлора (висота 380-560 нм). В інтервалі доз $4,6 \times 10^6$ – $9,3 \times 10^7$ мкКл/см² формується рельєф комбінованої форми. В цьому інтервалі спостерігається утворення кратера глибиною 530 нм і гігантського конуса Тейлора (750-2510 нм) на краю кожного кратера. Механізм формування такого електронно-індукованого поверхневого рельєфу можна пояснити з допомогою двошарової зарядової моделі. Для реалізації процесу електронної літографії були розраховані параметри цієї моделі для плівок систем Ge-As-Se і As-Se. Виходячи з отриманих результатів були виготовлені зображення певного логотипа шляхом електронного опромінення халькогенідної плівки згідно розробленого літографічного процесу.

У якості реєструючого середовища, тобто, електронного резисту, були взяті плівки системи Ge-As-Se і As-Se товщиною 3 мкм, утворені методом термічного випаровування на сапфірову підкладку. Конвертування файлу зображення програмою DrawBeamAdvanced визначило кількість елементів на зображенні, які необхідно було створити на плівці електронним променем. Перед опромінюванням був проведений аналіз щільності елементів зображення, врахований елемент близькості елементів і були підібрані різні параметри електронного пучка для виготовлення різних елементів зображення, зокрема: прискорююча напруга $U = 30$ кВ, діаметр електронного пучка $B = 640$ нм. У залежності від елементу зображення, струм пучка електронів змінювався від 5 нА до 60 нА. Час експозиції змінювали від 0,5 мс до 10 мс на точку. З рисунка видно, що при роздільному опроміненні окремих елементів якість емблеми задовільна.



Рис.2. Вид логотипів університету та кафедри ТЕІБ (а) і їх зображення на поверхні плівки As_4Se_{96} у відеокамері атомно-силового мікроскопа (б) і після їх металізації (в).

Покращення якості зображення було пов'язане з коректуванням параметрів електронного променя, особливо часу експозиції. Після оптимізації параметрів літографічного процесу, певної кількості спроб запису зображення на плівку на електронному мікроскопі та його огляді в атомно-силовому мікроскопі було отримане зображення емблем прийнятної якості на плівці As_4Se_{96} (рис.2). Для створення можливості виготовлення захисних елементів методом холодного тиснення на полімерну основу, на халькогенідну плівку із зображенням логотипів

була нанесена металева плівка з ванадію товщиною 100 нм, яка покрила рельєфне зображення емблеми.

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлена можливість використання даних матеріалів як позитивних так і негативних електронних резистів та розроблено процес створення оригіналів захисних елементів на халькогенідних плівках.

УДК 004.94

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ЯК ТЕХНОЛОГІЇ БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ

Володимир Богом'я, Юлія Літвінова, Максим Залевський

*Київський університет інтелектуальної власності та права
Національного університету «Одеська юридична академія»,
bog2603@ukr.net*

Машинне навчання — це тип штучного інтелекту (ШІ), який дозволяє комп'ютерним системам автоматично навчатися та вдосконалюватися на основі досвіду без явного програмування.

Ключова ідея машинного навчання полягає в тому, щоб комп'ютери могли вчитися та вдосконалюватися з часом за допомогою нових даних. Це досягається шляхом надання комп'ютеру набору навчальних даних, які використовуються для навчання моделі. Потім модель використовує ці навчальні дані для виявлення закономірностей і прогнозування нових даних.

Метою даної роботи є аналіз особливостей використання машинного навчання, а потім використання цих закономірностей для прогнозування або прийняття рішень щодо нових даних, щодо технологій бізнес-аналітики, консолідації інформації та менеджменту знань.

Існує кілька типів алгоритмів машинного навчання, включаючи контрольоване навчання, неконтрольоване навчання та навчання з підкріпленням. Контрольоване навчання передбачає навчання моделі на позначених даних, де вже відомий правильний результат. Неконтрольоване навчання передбачає навчання моделі на немаркованих даних, де алгоритм повинен самостійно ідентифікувати закономірності та зв'язки. Навчання з підкріпленням передбачає навчання моделі методом проб і помилок, коли алгоритм отримує винагороду за прийняття правильних рішень і покарання за прийняття неправильних рішень.

Машинне навчання має широкий спектр застосувань, включаючи розпізнавання зображень і мови, обробку природної мови, системи рекомендацій, виявлення шахрайства та прогнозне обслуговування, моделювання експерименту. Оскільки обсяг доступних даних продовжує зростати, машинне навчання стає все більш важливим у багатьох галузях.

Однією з найпоширеніших пасток у машинному навчанні є перенавчання (overfitting). Вона виникає, коли модель занадто точно підлаштовується під навчальні дані, включаючи шуми та випадковості, що призводить до зменшення її здатності до узагальнення нових, невідомих даних.