

УДК 621 373.8/621 383.4

ОТРИМАННЯ ТОНКИХ AL ПЛІВОК ВЕЛИКОГО РОЗМІРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАЗЕРНОГО НАПИЛЕННЯ

Байбакова О.В., Жук Р.О., Анякін М.І.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація: Розглянуто метод отримання надтонких плівок великого розміру, які можна використовувати в електроніці, резисторах, мікросхемах та фотошаблоних. Звернута увага на підвищення ефективності та якості обробки. Розглянуто пристрій для безперервної подачі плівки в зону обробки та запропоновані матеріали для обробки. Отримані зразки з тонким нано шаром Si, SiC, та розглянуті їх поверхня та якість обробки. Виділяємо більш продуктивні та дешеві методи отримання зразків.

Ключові слова: лазерне напилення, іонне розпилення, лазерна технологія, надтонкі плівки.

В сучасному суспільстві дуже швидко розвивається галузь нанотехнологій та нанотехніки, все с кожним днем стає все менше та зручніше. Запропоновано метод отримання надтонких плівок за допомогою лазерного напилення нано шарів Si, для подальшого використання в фотошаблоних, електроніці, резисторах, мікросхемах. Пропонуємо пристрій для неперервного лазерне напилення тонких плівок для отримання p – n переходу на плівках. Як показано [1], покриття визначається як рівномірний суцільно з'єднаний шар, утворений з одного (або багатьох) шару (шарів) матеріалу, нанесеного на підкладку. Нанопокриття – це покриття з товщиною менше 500 нм і технології отримання та властивості таких покриттів є одними з найважливіших питань мікро- та нанотехнологій. Завдяки нанорозмірним структурам поверхні зразків, може бути досягнутий великий діапазон нових функціональних можливостей і нових фізичних ефектів [1].

Матеріал для напилення

Наноструктуровані тонкі плівки, грають дуже важливу роль в сучасній техніці. Вони використовуються в найрізноманітніших галузях науки і техніки, наприклад, в якості захисних покриттів, для перетворення сонячної енергії в електричну, в провідникових приладах, в інтегральній і функціональній мікро- і наноелектроніці, комп'ютерній техніці, в медицині, фармацевтиці, сільському господарстві тощо [2].

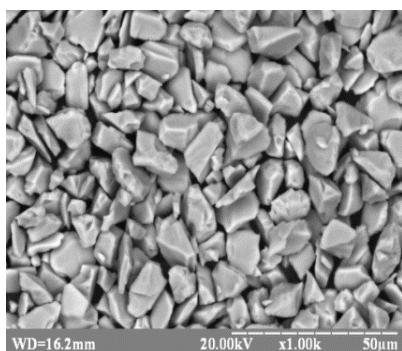


Рис.1. Фракція кремнію піску

Табл. 1
Фракція кремнію піску та його хім склад

№	Хім. елемент	%	Форма часток
1	SiC	47	Еліптичний
2	Si	39	Комплексний
3	Si	5	Голчастий
4	Fe	9	Ламінарний

Кремній пісок – видобуваються на території України (Черкаській, Донецькій, Харківській і Львівській областях).

Принципова схема обробки та отримані зразки

Запропонована принципова схема обробки тонких плівок великих розмірів. При роботі лазерної установки 1 утворюється лазерний промінь 3, який через фокусуючу систему 2

потрапляє на мішень 4 з матеріалом для нанесення. Взаємодія лазерного променя 3 з поверхнею мішені 4 утворює плазмову хмару, з якої частинки мішені 4 потрапляють на плівку 6, яка притискається за допомогою валиків 7, 8 до охолоджуваного циліндричного барабану 5 та рухається по ньому в напрямку перпендикулярному осі барабану. Мішень 4 і фокусуєча система 2 здійснюють зворотно-поступальний рух паралельно осі барабану.

Плівка 6 рухається по охолоджуваному циліндричному барабану 5 в напрямку перпендикулярному його осі, а поверхня мішені 4 взаємодіє з лазерним випромінюванням 3 та розташована нижче осі барабану 5 здійснюючи зворотно-поступальний рух з фіксуєчою системою 2 паралельно осі барабану 5.

Зворотний рух мішені 4 відбувається без подачі випромінювання зі швидкістю, що дорівнює добутку довжини напиленої доріжки на швидкість руху стрічки поділених на крок між напиленими доріжками. Крім того рух плівки 6 відбувається дискретно, з технологічними паузами, під час яких відбувається зворотній рух променя 3 з мішенню 4 без подачі випромінювання.

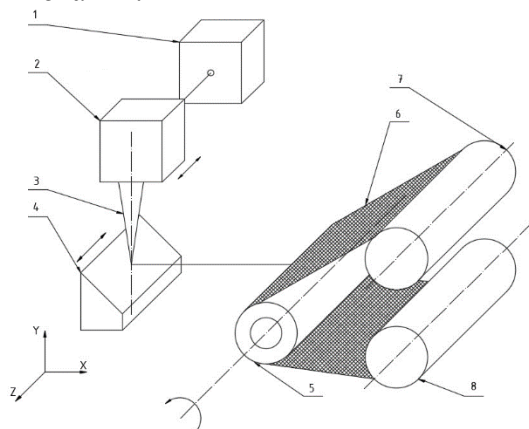


Рис.2. Спосіб нанесення покриття лазерним випромінюванням

Спосіб забезпечує скорочення операційного часу на нанесення покриття, ефективне використання матеріалу мішені, спрощення обладнання, підвищення автоматизації та ефективності процесу нанесення покриття.

Залишається на поверхні зразка. Після затвердіння вона діє як матриця що пов'язує кристали SiC, які залишаються незмінними в результаті дії випромінювання.

Кремній має значно вищий коефіцієнт поглинання для випромінювання із довжиною хвилі 1064 нм (яке використане в експериментах), ніж коефіцієнт поглинання для SiC [3]. За поглинання енергії імпульсу частина кремнію випаровується і вилітає у вигляді вищезгаданого плазмового факела з його ефектом захисту, в той час як інша частина кремнію розплавляється і

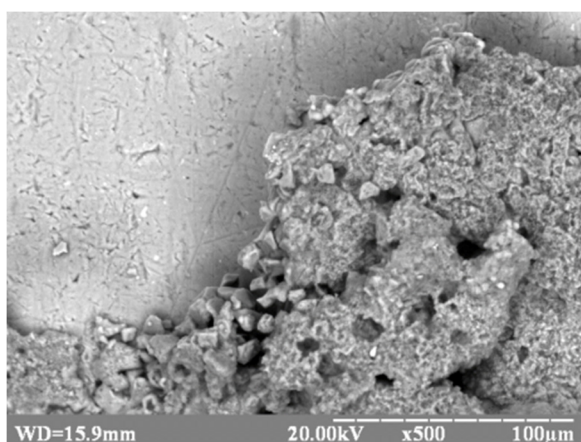


Рис. 3. Електронна мікрофотографія спеченого компаунду Si-SiC, збільшення ×500

На фотографіях отриманих за допомогою оптичного мікроскопу ясно видимі зони, де компаунд вигорів через недостатнє надходження інертного газу. У правому кутку ми бачимо глобули спеченої структури. Пояснення механізму їх утворення наступне - під впливом поглинутого лазерного випромінювання нагріваються перш за все частинки кремнію,

який починає плавитися, і скріплює між собою частинки карбїду кремнію. Точний склад утвореної глобули може бути визначений шляхом дослідження з використанням іншого обладнання -

наприклад, рентгеноструктурного аналізатора.

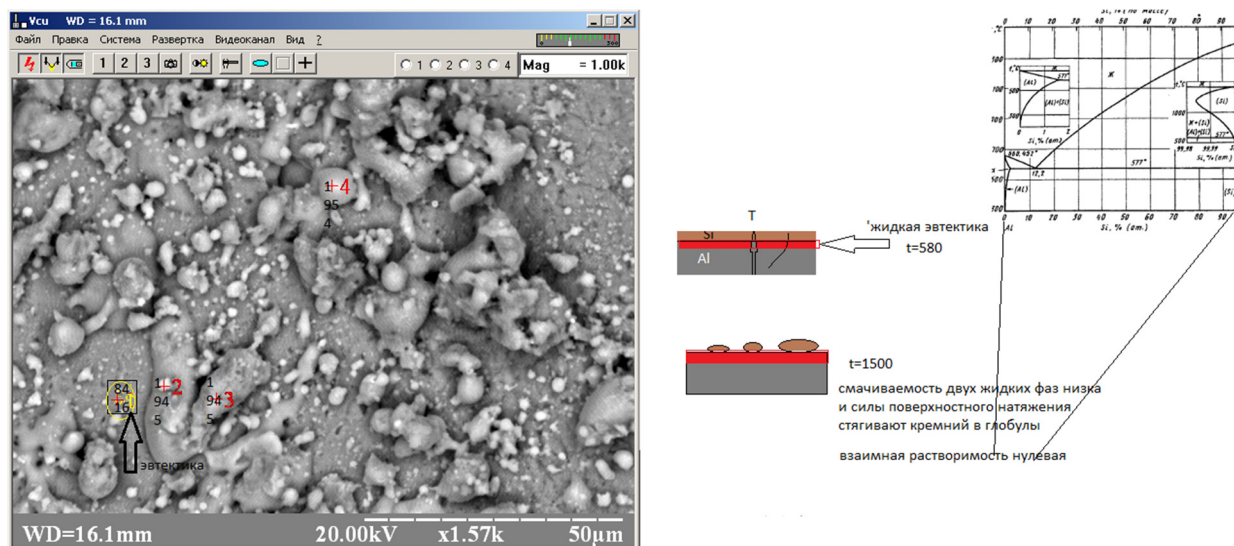


Рис.4 Результати електронної мікроскопії зразка, евтектичні глобули на поверхні зразка
 точка +1: 76,02% Al, 23,98% Si,
 точка +2: 60,76% Al, 39,24% Si
 точка +3: 60,54% Al, 37,64% Si, 1,01% Fe, 0,84% Mn

Дослідивши зразки (Рис 2,3) ми можемо стверджувати, що напилення проходить досить якісно, використовуючи пристрій (Рис.2 плівка не перегрівається і немає перегріву). Шар напиленого шару не однорідний із - за того що розплав попадає в зону обробки вилітає з мішені на великій швидкості. Факел який оброблює плівку складеться не тільки з часточок кремнію чи його розплав, а також з іонів, електронів та нейтронів. Також можемо виділити, що застосування кремнію піску як оброблюваного матеріалу не дає багато домішок, показано хімічним аналізом (Рис.4). Отже застосування піску кремнію доцільно для отримання надтонких Al плівок з напиленим шаром кремнію.

Список літератури:

1. *William Sims Bainbridge. Nano convergence: The Unity of Nanoscience, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, June 27, 2007, Prentice Hall, ISBN 0-13-244643-X
2. *Review of Nanocomposite Thin Films and Coatings Deposited by PVD and CVD Technology*, Krzysztof Lukaszkoicz
3. *Laser coating and thermal spraying - process basics and coating properties*// P. Vuoristo, 2012