

ФОРМУВАННЯ МОРФОЛОГІЇ ПОВЕРХНІ КРЕМНІЮ ПІД ДІЄЮ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Іван Могиляк

Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України, mohylyak@gmail.com

Технологія структурування поверхні матеріалів за допомогою високоінтенсивних лазерних імпульсів є важливою для різноманітних застосувань у багатьох галузях науки, техніки та медицини. Протягом останнього десятиліття дослідження в області нелінійної взаємодії між потужними лазерними імпульсами та напівпровідниками відкрили великі можливості в галузі лазерного мікро- наноструктурування [1].

Можливість мікро- і наноструктурування монокристалічного кремнію була експериментально досліджена з використанням двох типів лазерів – імпульсного рубінового лазера типу ГОР-300 ($\lambda = 0,69$ мкм, $\tau_i = 5$ мс), імпульсного YAG:Nd³⁺ лазера типу ЛТИ-205-1 ($\lambda = 1,06$ мкм), який працював у режимі модульованої добротності ($\tau_i = 15$ нс, $E = 0,1 - 0,4$ Дж/см²) або вільної генерації ($\tau_i = 1$ мс, $E_{\max} = 30$ Дж/см²). Показано, що плавлення кремнію при порогових значеннях енергії лазерного випромінювання має локальний характер, а форма кристалізованих розплавів залежить від кристалографічної орієнтації зразків.

Представлено результати мікроскопічних досліджень за допомогою електронного мікроскопа періодичних структур, сформованих на поверхнях кремнію з кристалографічною орієнтацією (100), (111). Отримано різні типи періодичних структур, зокрема мікропіраміди з квадратною та трикутною основами. Їх розміри варіюються від 10 мкм до 100 нм. Попередні дослідження інтерпретували формування ЛППС як результат інтерференції між падаючою лазерною електромагнітною хвилею та флуктуаційними поверхневими електромагнітними хвилями, що утворюються внаслідок динамічної неоднорідності поверхні. Таким чином, структурною формою ЛППС можна легко маніпулювати, змінюючи оптичні параметри, такі як поляризація, кут падіння та довжина хвилі лазерного променя [2, 3].

Отримано поверхневі періодичні структури з нанометровим діапазоном розмірів, які можна використовувати для створення ефективних фотоелектричних перетворювачів сонячної енергії. Отримані результати розширюють уявлення про нерівноважні процеси плавлення та кристалізації

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2025»,
27–29 травня 2025 р., Львів**

напівпровідників і можуть бути використані для оптимізації режимів імпульсного лазерного впливу з метою контрольованого наноструктурування поверхні напівпровідників для цілей мікро- і наноелектроніки.

1. Венгер Є. Ф., Семчук О. Ю., Гаврилюк О. О. Лазер-індуковані наноструктури в твердих тілах. – Київ: Академперіодика, 2016. – 236 с.
2. Bonchuk O.Yu., Kiyak S.G., Mohylyak I.A., Popovych D.I. Peculiarities of morphology formation of silicon surface under the action of laser pulses // Physics and chemistry of solid state. – 2017. – V.18, No 3. – pp. 309 – 312.
3. Mohylyak I.A., Bonchuk O.Yu., Korniy S.A., Kiyak S.G., Popovych D.I. Laser formation of periodic micro- and nanostructures on the surface of monocrystalline silicon // Physics and chemistry of solid state. – 2020. – V.21, No 2. – pp. 215 – 218.

**FORMATION OF SILICON SURFACE MORPHOLOGY
UNDER LASER IRRADIATION**

The peculiarities of Si surface in the zone of millisecond and nanosecond laser pulses effect have been investigated experimentally. The results of microscopic investigations by optical and electron microscopes of periodic structures formed on surfaces with crystallographic orientation (100), (111) are presented. The findings provide a basis for optimizing pulsed laser irradiation parameters to enable controlled nanostructuring of semiconductor surfaces for applications in micro- and nanoelectronics.