

## **НАНОСТРУКТУРУВАННЯ ПОВЕРХНІ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ ЛАЗЕРНИМИ ІМПУЛЬСАМИ**

**Іван Могиляк**

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

В роботі проведено експериментальні дослідження особливостей утворення лазер-індукованих періодичних наноструктур на поверхні кремнієвих пластин в зонах дії секундних, мілісекундних і наносекундних лазерних імпульсів. Наведені результати мікроскопічних досліджень оптичним і електронним мікроскопом періодичних структур, які формуються на поверхнях з кристалографічною орієнтацією (111), (100).

Отримано різні типи періодичних структур, такі як періодичні поверхневі структури (LIPSS), концентричні кола, мікропіраміди з квадратною і трикутною основою. Прямі паралельні лінії утворюються внаслідок опромінення зразка під кутом  $10^\circ$  від перпендикуляру. Така структура у вигляді прямих паралельних ліній є наслідком інтерференції між падаючою і відбитою від нижньої границі розплаву поверхні зразка електромагнітними хвилями. Період парних ліній цих мікроструктур складає 2 мкм, що корелюється з довжиною хвилі Nd:YAG лазера 1,06 мкм.

Концентричні кола, які у деяких випадках спостерігаються на поверхні опроміненого кремнію, відрізняються діаметром від одиниць до десятків мікрон. Їх можна пояснити утворенням так званих плазмонних лінз на поверхні напівпровідника при певній густині енергії лазерного випромінювання.

Утворення мікропірамід пов'язується з тим, що при однорідному збудженні напівпровідників лазерним випромінюванням з допороговою потужністю (нижчою, ніж порогове значення, при якому відбувається однорідне плавлення поверхневого шару) на опроміненій поверхні формуються локально розплавлені області, які відтворюють розподіл концентрації нерівноважних носіїв заряду, промодульований внутрішньокристалічним полем відповідно до симетрії кристалу [1]. Встановлено, що форма локальних лунок проплаву однозначно пов'язана з кристалографічною орієнтацією поверхні напівпровідника [2]. При цьому, на площині (111) формуються трикутні лунки проплавів, а на площині (100) –

<http://www.iapmm.lviv.ua/chyt2020>

## **Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2020», 26–28 травня 2020 р., Львів**

квадратні. На поверхні досліджуваних зразків спостерігалися як окремі мікропіраміди, так і скупчення мікропірамід у вигляді поверхневих періодичних структур по всій поверхні зразка.

З іншого боку, в процесі імпульсного лазерного плавлення на поверхні напівпровідника має місце інерційний рух розплаву, що в умовах дії сил поверхневого натягу веде до формування визначених поверхневих мікронаноструктур.

Одержані результати можуть бути використані для оптимізації режиму імпульсного лазерного впливу з метою контрольованого наноструктурування поверхні напівпровідників.

1. Венгер Є. Ф., Семчук О.Ю., Гаврилюк О. О. Лазер-індуковані наноструктури в твердих тілах. - К.: 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(3). – P. 309-312.

### **NANOSTRUCTURING OF THE SURFACE OF MONOCRYSTALLINE SILICON BY LASER PULSES**

*The peculiarities of Si surface in the zone of second and 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 (111), (100) are presented.*