

## NANOSTRUCTURING OF THE SI SURFACE WHEN EXPOSED TO LASER PULSES

Ivan Mohylyak

Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics,  
Naukova Str. 3B, 79060, Lviv, Ukraine,  
[mohylyak@gmail.com](mailto:mohylyak@gmail.com)

In the last ten years, the interaction between intense laser pulses and materials has provided significant opportunities in laser micro-nanostructuring [1].

The possibility of micro-nanostructuring of monocrystalline silicon has been experimentally investigated using two types of lasers – pulsed ruby laser GOR-300 type ( $\lambda = 0,69 \mu\text{m}$ ,  $\tau_i = 5 \text{ ms}$ ), pulsed YAG:Nd<sup>3+</sup> laser LTY-205-1 type ( $\lambda = 1,06 \mu\text{m}$ ), which operated in mode of the modulated Q factor ( $\tau_i = 15 \text{ ns}$ ,  $E = 0.1 - 0.4 \text{ J/cm}^2$ ) or free generation ( $\tau_i = 1 \text{ ms}$ ,  $E_{\text{max}} = 30 \text{ J/cm}^2$ ).

It is shown that the melting of Si at threshold values of the energy of laser radiation has a local character and the shape of crystallized melts depends on the crystallographic orientation of the samples. Microscopic examinations using an electron microscope reveal periodic structures on silicon surfaces oriented in crystallographic directions (111) and (100). Various periodic structures, such as micropiramids with square and triangular bases, have been created.

Previous studies have interpreted that the LIPSS is formed by the interference between the incident laser field and the surface electromagnetic wave formed at the rough surface such as surface plasmon polaritons. Manipulating the optical parameters such as polarization, incident angle, and input wavelengths can easily alter the structural shape of LIPSS [2, 3]. These surface periodic structures, with nanometer-scale dimensions, have potential applications in developing efficient solar energy converters. These findings contribute to understanding nonequilibrium melting and crystallization processes in semiconductors, offering controlled surface structuring for micro-nanoelectronics applications.

1. *Venger Ye.F., Semchuk O.Yu., Havrylyuk O.O.* Lazer-indukovani nanostruktury v tverdykh tilakh. – K.: Akadempriodyka, 2016. – 236 p.
2. *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.

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2024»,  
27–29 травня 2024 р., Львів**

3. *Bonchuk O.Yu., Kiyak S.G., Mohulyak 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.*

**НАНОСТРУКТУРУВАННЯ ПОВЕРХНІ КРЕМНІЮ ПРИ ДІЇ  
ЛАЗЕРНИХ ІМПУЛЬСІВ**

*Представлені результати експериментальних досліджень процесів мікро- і наноструктурування поверхні монокристалічного кремнію в зонах дії мілісекундних і наносекундних лазерних імпульсів. Наведені результати мікроскопічних досліджень періодичних структур, які формуються на поверхні Si з кристалографічною орієнтацією (100) і (111). Одержані результати можуть бути використані для оптимізації режимів імпульсного лазерного впливу з метою контрольованого наноструктурування поверхні напівпровідників для цілей мікро- наноелектроніки.*