# ІНДУКОВАНА ОЛОВОМ КРИСТАЛІЗАЦІЯ АМОРФНОГО КРЕМНІЮ ПІД ЛАЗЕРНИМ ОПРОМІНЕННЯМ

**Ілля Ольховик, Володимир Неймаш, Віктор Мельник**

Інститут фізики НАН України, м. Київ проспект науки 46

Методом комбінашйного розсіювання світла тонко плівковими структурами Si-Sn-Si досліджено процеси індукованої оловом кристалізації аморфного кремнію під дією лазерного опромінення. Аналіз спектрів комбінаційного розсіювання викорисіатю для визначення співідношсння аморфної і кристалічної фаз кремнію та розміру кристалів Si, що утворюються в матриці аморфного Si в процесі лазерною опромінення. Укспериментально визначена та проаналізована залежність розмірів та концентрації нанокристалів Si від потужності лазерних імпульсів тривалістю 150 мкс з довжиною хвилі 1070 нм. Плівковий композит «нанокристали Si в матриці аморфного Si» (nc-Si) вважається перспективним матеріалом для наступного покоління сонячних елементів (СЕ) на квантових точках. Це зумовлено тим, шо він мас ряд фізичних властивостей, актуальних для приладів фотоелектричного перетворений енергії Сонця: квазі-прямозонний механізм поглинання світла, залежність ширини забороненої зони ви розміру нанокристалів, стійкість до ефекту Стеблера-Вронського, придатність ло формування на гнучких підкладках.

Починаючи приблизно з інтенсивності 5,5 \* 104 Вт/см, розміри нанокристаліз і частка кристалічної фази збільшуються з ростом потужності лазерного світла. Зокрема, збільшення потужності випромінювання з (5 5 до 7,8) \* 104 Вт/см2(тобто на 42%) приводить до збільшення розміру нанокристалів з 1,5 нм до 5,0 нм, тобто на 230%.

Ці результати підтверджують висновки недавньої роботи [6] про вплив інтенсивності опромінення на розмір і концентрацію кристалів при МІК в структурах Si-Sn-Si під дією безперевного лазеру. Такий вплив мас порогів характер в області 5 \* 104 Вт/см2, то може бути повязано, наприклад, з досягненням температури плавлення оловяного шару в досліджуваних структурах. Згідно [7] перехід олова у рідкий стан с необхідною умовою для МІК аморфного Si.

Характерно, що зі збільшенням інтенсивності з (5 до 8) \* 104 Вт\см2 (і відповідно температури в зоні дії лазерного променю) ріст частки об'єму кристалічної фази відбувається значно повільніше, ніж ріст розміру нанокристалів, хоча об'єм кристалу ~L3. Це означає, шо лише певна частина вихідних нанокристалів служить зародками для преципітації розчину Si в Sn, а основна їх частина розчиняється, бо мають розмір менше критичного зародка.

[1] М.С. Beard, J.М. Luther, and A.J Nozik, Nat Nano 9. 951 (2014).

[2] Z.I. Alferov. V.M. Andreev, and V.D. Rumyantsev, Semiconductors 38, 899 (2004)

[3] В. Yan, G. Yue, X Xu, J. Yang, and S. Guha, Phys Status Solidi 207, 671 (2010).

[4] N.S. Lewis, Science 315, 798 (2007).

[5] R. Sondergaard, M. Hosel, D. Angmo, T.T. Larsen-Olsen, and F.C. Krebs, Mater Today 15, 36 (2012)

[6] V. Neimash, P. Shepeliavyi, G. Dovbeshko, A. Goushcha, V. Melnyk, M. Isaev and A. Kuzmich, Nanocrystalls growth control during laser anneal of Sn:(a-Si) composites. Journal of Nanomaterials, -V 2016(2016), Article ID 7920238, 13 pages

[7] Volodymyr B. Neimash, Alexander O. Goushcha, Petro Y. Shepeliavyi, Volodymyr O. Yukhymchuk, Viktor A. Danko, Viktor V. Melnyk and Andrey G. Kuzmich, Self-sustained cyclic tin induced crystallization of amorphous silicon, Journal of Materials Research, volume 30, issue 20, pp 3116-3124. (2015)