

**ВПЛИВ ДОМІШКИ ГЕРМАНІЮ НА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ТА МЕХАНІЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ**

“Vast power of the sun is trapped by battery using sand ingredient”

New York Times, 26 April 1954

Заголовок першої сторінки New York Times, наведений вище (що в перекладі означає «Величезна потужність Сонця захоплюється батареєю, використовуючи компонент піску»), заявив світу про можливість створення ефективних сонячних елементів на базі кремнію. З того часу почалася ера кремнієвих фотоелектричних перетворювачів (ФЕП). Навіть зараз, з плином майже шести десятиліть, кристалічний кремній, завдяки своїм унікальним фізичним та хімічним властивостям, добре розробленою технологією вирощування та обробки кристалів, залишається найважливішим елементом фотовольтаїки.

Протягом усього періоду розвитку фотовольтаїки перед вченими та технологіями залишаються незмінними дві важливі задачі:

- максимально підвищити коефіцієнт корисної дії ФЕП;
- максимально знизити їх вартість.

Вихідні характеристики ФЕП, в першу чергу, залежать від якості кремнієвих пластин, на основі яких вони виготовлені. До того ж, вартість фотоелектричного перетворювача майже на 50 % визначається ціною власне пластин. Отже, доцільно починати вирішувати основні задачі сонячної енергетики, виходячи саме з якості пластин.

Один із способів покращення характеристик кремнію – так звана «домішкова інженерія», яка полягає у введенні в речовину потрібних домішок.

Встановлено, що атоми германію блокують рух дислокацій у кристалах кремнію, а також перешкоджають формуванню інших дефектів. Це відбувається внаслідок виникнення в кристалічній решітці внутрішніх локальних напруг, зумовлених невідповідністю ковалентних радіусів атомів кремнію та германію, що супроводжується посиленою преципітацією (кластеризацією) кисню, який і зупиняє рух дефектів. В результаті збільшується механічна міцність кремнієвих пластин, що дозволяє зменшити їх товщину та збільшити діаметр, і, таким чином, знизити вартість фотоелектричних перетворювачів та покращити їх конструкцію.

Оскільки германій і кремній є ізовалентними елементами, то внесення германію в кремнієву матрицю не змінює її питомий електричний опір та не створює домішкових рівнів і центрів захоплення носіїв заряду. В той же час, германій забезпечує стабільність електрофізичних властивостей (оскільки подавляє формування кисневих термодонорів) та покращує радіаційну стійкість матриці кремнію, зменшуючи її деградацію. Це сприяє підвищенню ККД ФЕП.

У роботі досліджено властивості *p*-типного монокристалічного кремнію (вирощеного методом Чохральського), легованого германієм. Встановлено, що домішка германію збільшує час життя неосновних носіїв заряду та ефективність преципітації кисню, позитивно впливаючи на вихідні властивості ФЕП.