

## Оптичні втрати на відбивання в сонячних елементах на основі гетеропереходів $n\text{-CdS}(n\text{-ZnS}) / p\text{-CZTS}$

Данильченко П.С., студент; Доброжан О.А., аспірант;  
Опанасюк А.С., професор  
Сумський державний університет, кафедра електроніки та  
комп'ютерної техніки, м. Суми

На сьогоднішній день у масовому виробництві тонкоплівкових сонячних елементів (СЕ) широко використовуються гетеропереходи (ГП)  $n\text{-CdS}/p\text{-}(\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}, \text{Se})_2, \text{CdTe}$  із верхнім струмознімальним шаром ІТО. Але, такі недоліки як висока вартість In, Ga та Te, токсичність Cd, дають поштовх до пошуку альтернативних функціональних матеріалів та конструкцій фотоперетворювачів. Однією з альтернатив відомим є СЕ з конструкцією  $n\text{-ZnS}/p\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  (CZTS) та струмознімальним шаром ZnO : Al. До складу цього СЕ входять поширені в природі та нетоксичні елементи. Сполуки ZnO та ZnS є широкозонними напівпровідниками ( $E_g^{\text{ZnO}} = 3,37$  В,  $E_g^{\text{ZnS}} = 3,7$  еВ), що дозволяє збільшити кількість фотонів, які надходять до поглинаючого шару. CZTS має ширину забороненої зони ( $E_g^{\text{CZTS}} = (1,0\text{-}1,5)$  еВ), яка є оптимальною для поглинання сонячного випромінювання. Теоретичні значення ефективності таких СЕ згідно з теорією Шоклі-Квайсера складає 28-30 %. Але реальні значення ККД СЕ на основі ГП  $n\text{-CdS}(n\text{-ZnS})/p\text{-CZTS}$  складають 12,6 %. Одним із факторів, який впливає на різницю між передбачуваною і реальною ефективністю СЕ є оптичні втрати у приладі. Мета роботи полягала у визначенні впливу оптичних втрат на ефективність СЕ на основі ГП  $n\text{-CdS}(n\text{-ZnS})/p\text{-CZTS}$  з струмознімальним шаром ZnO : Al. Результати розрахунків залежності коефіцієнтів пропускання та відбиття світла від довжини хвилі у СЕ на основі ГП  $n\text{-ZnS}/p\text{-CZTS}$  та  $n\text{-CdS}/p\text{-CZTS}$  показали, що в короткохвильовій області спектру при довжині хвилі  $\lambda = (276\text{-}337)$  нм коефіцієнт пропускання СЕ з шарами ZnO та ZnS є більшим (до 7,2 %) за відповідні значення для фотоперетворювача в якому використовуються шари ІТО та CdS.