СЛАЙД 2 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Сонячні елементи є важливим джерелом чистої, відновлюваної енергії, тому покращення їх ефективності та довговічності є важливим напрямком для нас сьогодні. Метою даної роботи є характеризація дефектного складу сонячних елементів за допомогою неруйнівних методів діагностики. В роботі представленні результати моделювання впливу домішкових атомів заліза на відносну зміну параметрів фотоелектричного перетворення кремнієвих сонячних елементів. Приклад визначення значення відносної зміни

СЛАЙД 3 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для моделювання використовували програмний пакет SCAPS останньої актуальної версії. SCAPS в автоматичному режимі враховує температурні залежності загального вигляду для досить обмеженого кола параметрів матеріалу, тому при створенні вихідного файлу для SCAPS враховувалися додатково температурні та концентраційні залежності.

СЛАЙД 4 -----------------------------------------------------------------------------------------------------------

На слайді наведена BSF структура сонячного елемента, яка моделювалася. При моделюванні оцінювались величини струму короткого замикання Isc, напруги розімкнутого кола Voc, фактору форми FF та ефективності η за умов як сонячного так і монохроматичного освітлень. Розглядалися два стани заліза в структурі: коли всі атоми займають міжвузольне положення та коли більшість атомів заліза утворюють пари з бором. Для випаду сонячного освітлення вважалося, що залізо рівномірно розподіллено в базі та BSF-шарі, для монохроматичного освітлення такий розподіл був тільки в базі.

СЛАЙД 5 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для напруги розімкнутого кола можемо спостерігати залежність відносної зміни від місця генерації надлишкових носіїв при низьких рівнях легування. При сонячному освітленні бачимо великі зміни напруги в околі концентрацій заліза . Для монохроматичного освітлення такі зміни відбуваються вже при більш високих концентраціях заліза. Для концентрації бору відносні зміни напруги дуже малі, але характер залежності змінюється при збільшенні рівня легування. Максимальна величина відносної зміни для монохроматичного освітлення майже в 2 рази більша ніж для сонячного. Як можна бачити зміна товщини бази впливає суттєво на характер зміни напруги розімкнутого кола тільки при низьких рівнях легування і більш помітна для сонячного освітлення. Зі збільшенням рівня легування залежність від товщини бази зникає.

СЛАЙД 6 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Подібний характер змін спостерігається і для фактору форми. Проте абсолютні зміни менші. Для сонячного освітлення спостерігаються великі додатні зміни фактору форми при низькому рівні легування бором (від до ). Зі збільшенням легування відносна зміна фактору форми значно зменшується. Для монохроматичного освітлення спостерігається вже інший характер залежності: коли зміна фактору форми слабко залежить від рівня легування, а абсолютне значення відносної зміни складає всього 5% . Суттєвий вплив товщини бази для фактору заповнення так само як і для напруги розімкнутого кола спостерігається при низькому рівні легування бором і більш помітний для сонячного освітлення

СЛАЙД 7 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для ефективності очікуються також монотонні зміни при зростанні концентрації заліза. Для низьких концентрацій бору ці зміни додатні, а при більш високих рівнях легування – від’ємні, які слабко залежать від температури. При монохроматичному освітленні відносна зміна ефективності стає помітною тільки при високому рівні легування, хоча порівнюючи з сонячним освітленням абсолютні максимальні значення відносної зміни майже в 4 рази більші і досягають двохсот відсотків. Як можемо бачити характер відносної зміни ефективності не залежить від товщини бази.

СЛАЙД 8 -----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Відносна зміна струму короткого замикання має такий самий характер, як і відносна зміна ефективності, але максимальні абсолютні відносні зміни менші. Для сонячного освітлення мова йде про 41%, а для монохроматичного освітлення 170%.

СЛАЙД 9 -----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Зміни струму короткого замикання та ефективності в кремнієвому сонячному елементі після розпаду пар FeB, на відміну від змін напруги розімкнутого кола та фактору форми, можуть бути основою для оцінки концентрації заліза. Зміни напруги розімкнутого кола можуть бути лише додатковим параметром, використання якого спрямоване на підвищення точності відповідного методу. Аналіз інформативності фотоелектричних параметрів, який був розглянутий в цій роботі, допоможе збільшити ефективність прогнозування концентрації заліза методами машинного навчання.