

МОДЕЛЮВАННЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОНЯЧНОГО ЕЛЕМЕНТА С Р-І-N-СТРУКТУРОЮ

Запорізька державна інженерна академія, кафедра МЕІС

Питання якості та надійності сонячних елементів є одією з головних проблем сучасної електроніки. Перспективним напрямком використання аморфного кремнію для фотовольтаїки є технологічна можливість отримувати шари такого кремнію у вигляді тонких плівок великої площі. Найбільшої ефективності сонячних елементів на основі аморфного гідрогенізованого кремнію вдалося досягти при використанні р-і-n-структур. Для отримання ефективних сонячних елементів необхідно створити в усій області оптичного поглинання світла однорідне і максимальне внутрішнє електричне поле за допомогою широкої нелегованої і-області a-Si: H.

В роботі проаналізовані властивості двох видів р-і-n-структур - на скляній і сталевій підкладці. При виготовленні р-і-n-структур на скляній підкладці сонячні елементи з кращими параметрами вдається отримати, коли першим створюється р-шар. Створення р-шару на поверхні прозорого провідного електрода забезпечує хороший електричний контакт з електродом. Друга конструкція сонячного елемента відрізняється від першої тим, що в якості підкладки використовується металева фольга з нержавіючої сталі, і освітлення здійснюється з боку прозорого електрода, що контактує з n-областю. Це забезпечує більшу величину щільності струму короткого замикання, яка досягається за рахунок відбиваючої здатності металевої підкладки і меншого оптичного поглинання світла плівками a-Si: H, легованими фосфором, в порівнянні з шарами, легованими бором.

Моделювання вольт-амперних характеристик сонячних елементів на основі аморфних напівпровідників значно ускладнюється квазінеперервним розподілом електронних станів у забороненій зоні, які в значній мірі впливають на електронні властивості матеріалу. Внеском носіїв, захоплених на цих станах в забороненій зоні, до загального просторового заряду вже не можна нехтувати. Крім того, час життя носіїв заряду в значній мірі залежить від напружизсуву, оскільки від нього залежить число станів, які є центрами рекомбінації. Рекомбінаційні процеси в цьому випадку описуються моделлю Шоклі - Ріда - Холла. Електронний і дірковий переноси в напівпровіднику описуються системою рівнянь: рівнянням Пуассона і рівняннями безперервності для електронів та дірок. Для вирішення цієї системи рівнянь в роботі теоретично проаналізований заряд в напівпровіднику та швидкості генерації і рекомбінації.

Як правило, при математичному описі роботи приладів на основі аморфного кремнію використовуються деякі припущення, головним з яких є одномірність моделі пристрою. У той же час реальні р-і-n-структури сонячних елементів формуються на текстурованому шарі для посилення розсіювання і поглинання світла. В результаті товщина шарів a-Si: H не є однорідною за площею. Тому дослідження властивостей аморфного кремнію і його впливу на параметри вольт-амперних характеристик сонячних елементів є актуальним.