

STRESZCZENIE

Tytuł rozprawy doktorskiej: „Cienkowarstwowe ogniwa słoneczne na bazie struktur tlenku tytanu i tlenku miedzi”.

Autor rozprawy: Paulina Sawicka-Chudy

Niniejsza rozprawa doktorska przedstawia wyniki badań nad konstrukcją nowych typów cienkowarstwowych ogniw fotowoltaicznych – przyrządów na bazie półprzewodników, tlenku tytanu i tlenku miedzi. Spójny tematycznie cykl publikacji przedstawia obliczenia uzyskane z wykorzystaniem narzędzi symulacyjnych, z zastosowaniem samodzielnie skonstruowanych modeli oraz wyniki eksperymentów prowadzące do wytworzenia tego typu przyrządów.

Pierwszym etapem pracy był przegląd i analiza literatury, które pozwoliły na określenie stanu dokonań w zakresie kompozycji warstw i ich struktury oraz właściwości materiałów w zależności od technologii zastosowanej do ich realizacji. Przedstawiono szczegółowe parametry materiałowe, elektryczne, fizyczne i chemiczne tlenków miedzi oraz trzech odmian tlenku tytanu – anatazu, rutylu i brukitu, a także zestawienie przyrządów PV, utworzonych na bazie wyżej wymienionych związków. Przedstawiono metody ich produkcji, sposoby wytwarzania kontaktów oraz parametry fotowoltaiczne uzyskanych struktur.

W drugim etapie pracy zaproponowano modele teoretyczne oraz przeprowadzono symulacje komputerowe ogniw TiO_2/CuO oraz $\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{O}$ przy pomocy programu SCAPS (ang. *Solar Cell Capacitance Program*). Celem symulacji było przede wszystkim teoretyczne zweryfikowanie potencjału struktur fotowoltaicznych na bazie tlenku tytanu i tlenku miedzi oraz porównanie uzyskanych wyników z dostępnymi danymi literaturowymi. Sprawność konwersji energii uzyskana w programie SCAPS dla struktury idealnej wyniosła: 22,4% dla TiO_2/CuO oraz 13,7% dla $\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{O}$. Dodatkowo zostały przeprowadzone następujące analizy: wpływu temperatury pracy oraz materiałów kontaktów, a także wpływu koncentracji i rodzaju defektów na sprawność fotokonwersji ogniw. Wykonano także symulację pojemnościowo-napięciową (C-V) i na podstawie jej wyników wykreślono charakterystykę Mott-Schottky’ego i określono napięcie wbudowane (V_{bi}).

W kolejnym kroku, w oparciu o przeprowadzone symulacje oraz doniesienia literaturowe, określono parametry procesowe, które pozwoliły na wytworzenie testowych ogniw na bazie tlenku tytanu i tlenku miedzi, z wykorzystaniem metody reaktywnego

stałoprądowego rozpylania magnetronowego, przy pomocy aparatury PVD (ang. *Physical Vapor Deposition*) firmy PREVAC.

Jednak pierwsze prototypy nie wykazywały efektu fotowoltaicznego ze względu na niewłaściwe parametry materiałowe warstw. Dlatego kolejnym etapem pracy były szczegółowe badania pojedynczych próbek tlenku tytanu, tlenku miedzi oraz struktur fotowoltaicznych na bazie tych związków. Określono skład fazowy oraz struktury krystaliczne techniką dyfrakcji rentgenowskiej XRD. Zarejestrowano obrazy powierzchni i przekroje struktur. Przeprowadzono analizę jakościową i ilościową próbek, analizę topografii powierzchni, pomiar chropowatości i ocenę właściwości optycznych warstw. Dodatkowo, dla uzyskanych struktur na bazie tlenku tytanu i tlenku miedzi, wykonano pomiar charakterystyk: prądowo-napięciowych (I-V) i pojemnościowo-napięciowych (C-V). Badania te pozwoliły na wyznaczenie parametrów procesowych, przy których możliwe było otrzymanie funkcjonalnych przyrządów PV. Ogniwo TiO_2/CuO wykazywało efekt fotowoltaiczny uzyskując maksymalne wartości parametrów, takich jak: napięcie obwodu otwartego $V_{OC} = 0,14 \text{ V}$, prąd zwarcia $I_{SC} = 0,06 \text{ mA}$, współczynnik wypełnienia $FF = 27\%$ oraz sprawność konwersji energii na poziomie $\eta = 0,24\%$.