Ogniwo fotowoltaiczne oparte na tlenkach metali

Robert P. Socha1,3,\*, Piotr Panek2, Katarzyna Gawlińska-Nęcek2, Zbigniew Starowicz2, A. Zięba1, M. Wlazło1, J. Ostapko1, G. Putynkowski1

# 1Centrum Badań i Rozwoju Technologii dla Przemysłu S.A., ul. Waryńskiego 3A, 00‑645 Warszawa

2Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN, ul. Reymonta 25, 30-059 Kraków

3Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

\*autor korespondencyjny: robert.socha@cbrtp.pl

Potrzeba znalezienia uzupełniających źródeł energii wymusza poszukiwanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych dla ogniw fotowoltaicznych. Zastosowanie tlenków metali do stworzenia efektywnych ogniw PV pozwoliłoby na uniezależnienie się od dostępności obecnie używanego krzemu.

W ramach prowadzonych badań opracowano technologię wytwarzania warstwy CuO na powierzchni metalicznej miedzi z zastosowaniem pieca rolkowego. Opracowano sposób domieszkowania tlenku miedzi sodem w układzie CuO/Cu, uzyskując możliwość sterowania profilem domieszki. Na powierzchnię absorbera CuO naniesiono warstwę emitera ZnO uzyskując złącze p-n (ZnO/CuO/Cu). Dla wytworzenia emitera zastosowano łączoną technikę osadzania metodą rozpraszania magnetronowego (PVD) i nanoszenia warstw tlenkowych metodą warstw atomowych z prekursorów metaloorganicznych (ALD). Uzyskany emiter został przykryty warstwą transparentnego tlenku przewodzącego (TCO) w celu uzyskania ogniwa PV. Jako tlenek przewodzący zastosowano ZnO domieszkowany Al (AZO), a użyta metoda osadzania (ALD), pozwoliła na sterowanie parametrami przewodnictwa. W efekcie uzyskano ogniwo PV o strukturze AZO/ZnO/CuO/Cu.

W trakcie opracowywania poszczególnych procesów osadzania warstw charakteryzowano powierzchnie i interfejsy uzyskując informacje o składzie (EDX, XPS, XRF), strukturze (XRD), morfologii (SEM, TEM), rozkładzie profilu domieszki (SIMS) oraz parametrach opto-elektrycznych zastosowanych materiałów (U-I, WF). Uzyskane charakterystyki pozwoliły uzyskać informacje i zależności odnoszące się do korelacji grubości warstw i parametrów elektrycznych interfejsów, co w efekcie doprowadziło do uzyskania struktury interfejsów o powtarzalnych parametrach fizykochemicznych.

Opracowana technologia została przetestowana w warunkach przemysłowych. Wytworzono prototypową partię modułów fotowoltaicznych w warunkach przemysłowych. Uzyskano zestaw parametrów technologicznych pozwalający na wytworzenie ogniw fotowoltaicznych na bazie tlenków metali. Opracowano wytyczne dla procesu produkcji ogniw i modułów fotowoltaicznych oraz zestaw krytycznych parametrów produkcji.

Prace wykonano w ramach projektu nr TECHMATSTRATEG2/409122/3/NCBR/2019  pt. „Opracowanie technologii wytwarzania materiałów funkcjonalnych do zastosowań w bezkrzemowych ogniwach fotowoltaicznych”