

# Optymalizacja ogniw fotowoltaicznych ZnO-Si

*Autor:* Katarzyna Gwózdź

*Promotor:* prof. dr hab. Ewa Popko

*Promotor pomocniczy:* dr inż. Eunika Zielony

## Streszczenie

Fotowoltaika jest jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi technologii energii odnawialnej. Współcześnie badania dotyczą nie tylko zwiększenia sprawności baterii słonecznych, ale również obniżenia kosztów produkcji modułów fotowoltaicznych. Połączenie nietoksycznego, taniego i łatwo dostępnego tlenku cynku z tanimi podłożami krzemowymi pozwoliło na stworzenie nieorganicznych ogniw słonecznych, które charakteryzują się prostym, skalowalnym procesem technologicznym oraz niską ceną produkcji. Jednakże aby mogły konkurować z powszechnie używanymi ogniwami krzemowymi, konieczne jest zwiększenie ich sprawności.

Celem tej pracy jest optymalizacja fotoogniw bazujących na heterozłączach ZnO/Si, prowadząca do zwiększenia ich sprawności. Aby zrealizować założony cel obrano dwie różne ścieżki badań. Pierwsza z nich obejmuje zwiększenie absorpcji poprzez wykorzystanie efektów plazmonowych w nanocząstkach metalicznych. Metoda ta doprowadziła do zwiększenia sprawności w innych typach baterii słonecznych, dlatego podjęto próbę zastosowania jej również w przypadku badanych fotoogniw. Natomiast druga wiąże się z określeniem jakości warstw i heterozłącza, poprzez zbadanie defektów metodami elektrycznymi, które negatywnie wpływają na pracę złącza. Dokładne poznanie defektów pozwoli na wyeliminowanie ich w procesie technologicznym.

Na ogniwa ZnO/Si naniesiono nanocząstki ze złota i srebra różnych rozmiarów. Zbadano właściwości optyczne i fotowoltaiczne, celem ustalenia wpływu efektów plazmonowych na pracę fotoogniw. W każdym przypadku zaobserwowano podbicie wydajności kwantowej w porównaniu do próbki referencyjnej bez nanocząstek. Największy względny wzrost sprawności (167%) osiągnęły fotoogniwa z nanocząstkami srebra o wielkości ok. 10 nm, natomiast największą badaną wartość sprawności osiągnęły próbki z nanocząstkami złota o wielkości poniżej 10 nm (5,8%).

Za pomocą spektroskopii głębokich poziomów pułpkowych (DLTS) oraz spektroskopii głębokich poziomów pułpkowych z wykorzystaniem transformaty Laplace'a (LDLTS) zbadano podłoża krzemowe typu *n* oraz *p*. Pozwoliło to na wyznaczenie parametrów i opisanie pułpek związanych z obecnością kompleksów węgla, tlenu i wodoru (COH), złota i wodoru (AuH) oraz żelaza w strukturze krystalicznej krzemu. Posłużyło to do określania jakości podłoża wykorzystywanego do zastosowań fotowoltaicznych. Przy użyciu metody DLTS zbadano defekty znajdujące się w warstwie ZnO oraz na interfejsie ZnO/Si. Wykazano obecność typowego defektu dla ZnO związanego z wakansiem tlenowym. Jednocześnie zaobserwowano różne koncentracje defektów powierzchniowych na interfejsie.

Nowatorskie badania przeprowadzone w ramach tej rozprawy doktorskiej pozwolą na optymalizację technologiczną fotoogniw ZnO/Si. Jednocześnie dają istotny wkład w rozwój technologii krzemowej, fotowoltaicznej oraz technologii nanostruktur.