

Jak pokazują doświadczenia niemieckie pozyskiwanie znaczącej części energii ze Słońca nawet w naszej strefie klimatycznej jest możliwe i w dłuższej perspektywie opłacalne. Ogniwa słoneczne tzw. II generacji, oparte o cienkie warstwy związków półprzewodnikowych silnie absorbujących światło, to tańsza i mniej energochłonna w produkcji alternatywa do dominujących obecnie ogniw krzemowych. Struktury fotowoltaiczne zawierające półprzewodnik z rodziny $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ (CIGS) charakteryzują się najwyższą sprawnością spośród ogniw II generacji (22.6 %) i w połączeniu z dużą stabilnością mogą być stosowane w postaci modułów zintegrowanych z budynkami (BIPV), zastosowań przenośnych (giętkie podłoża) oraz do zasilania internetu rzeczy (IoT). Rekordowe wydajności ogniw laboratoryjnych powyżej 20 % zostały w dużej mierze osiągnięte dzięki intuicji technologów niż wsparte głębszym zrozumieniem własności tego materiału. Do ciekawych problemów, które nie doczekały się jeszcze zadawalającego wyjaśnienia należy wpływ sodu i innych metali alkalicznych na własności samego materiału oraz ogniw słonecznych CIGS. Już od lat 90-tych wiadomo że obecność sodu dyfundującego ze szklanego podłoża ma korzystny wpływ na sprawność. Spektakularny wzrost wydajności ogniw CIGS jaki się dokonał w ciągu ostatnich 2-3 lat nastąpił dzięki wykorzystaniu obok sodu także cięższych metali alkalicznych jak potas a także rubid i cez. Okazało się też, że wystarczy "posolić" warstwę CIGS po naporowaniu (tzw. post-deposition treatment PDT), żeby uzyskać pożądane efekty. Wyjaśnienie, jakie są fundamentalne przyczyny korzystnego oddziaływania sodu i innych metali alkalicznych na własności opto-elektroniczne ogniw CIGS to cel projektu AlkaCIGS. W szczególności przewidziane jest rozwiązanie następujących zagadnień będących przedmiotem dyskusji i kontrowersji:

- czy efekt metali alkalicznych jest tylko powierzchniowy (oddziaływanie na granicach ziaren i na międzypowierzchniach przedniej i tylnej), czy następuje też efekt dyfuzji i zmiana widma defektów odpowiedzialnych za przewodnictwo i rekombinację w objętości materiału
- czy bardzo interesujące skądinąd zjawiska metastabilne typowe dla CIGS, takie jak metatrwały wzrost wydajności ogniwa następujący pod wpływem światła słonecznego, mają coś wspólnego z sodem?
- czy wpływ metali alkalicznych na przedni i tylny kontakt struktury fotowoltaicznej sprowadza się do pasywacji defektów, czy też sprzyjają one tworzeniu się cienkich warstw związków modyfikujących aktywność elektryczną tych kontaktów (MoSe₂ na tylnej powierzchni absorbera, K-In-Se na przedniej powierzchni)?
- czy na defekty związane z metalami alkalicznymi, także te odpowiedzialne za przewodnictwo, ma wpływ zawartość miedzi w stosunku do metali z III grupy układu okresowego?
- jakie są interakcje między lżejszymi i cięższymi metalami alkalicznymi w trakcie PDT?

Odpowiedź na te pytania będzie możliwa jeśli odpowiednio zaprojektuje się zarówno próbki do badań jak i zestaw narzędzi analitycznych. W tym projekcie koncentrujemy się na usuwaniu przyczyn, które utrudniały wcześniej jednoznaczną interpretację wyżej wymienionych problemów. Po pierwsze, próbki z różną zawartością metali alkalicznych będą przygotowywane z wykorzystaniem metody PDT dostarczającej kontrolowanej ich ilości w postaci zarówno ogniw słonecznych jak i cienkich warstw. W wielu dotychczasowych badaniach używano próbek, w których sól dostarczany był w trakcie nanoszenia warstwy CIGS i kontrola jego ilości była praktycznie niemożliwa. Co ważniejsze jego obecność w trakcie wzrastania warstwy pociągała za sobą m. in. także zmiany struktury, widma defektów samoistnych i morfologii próbki komplikując interpretację. Po drugie, badane będą równolegle ogniwa słoneczne i cienkie warstwy CIGS za pomocą zestawu komplementarnych metod optycznych i elektrycznych pozwalających na rozróżnienie zjawisk, które zachodzą w objętości materiału, od tych związanych z powierzchniami i granicami ziaren. Po trzecie, eksperymentom będzie towarzyszyć wsparcie teoretyczne w postaci symulacji i obliczeń z pierwszych zasad ułatwiające weryfikację wniosków z eksperymentów.

Zaplanowane w projekcie działania mogą przynieść sukces tylko w ścisłej współpracy między zespołem technologów a grupą badaczy z doświadczeniem w eksperymentalnym i teoretycznym badaniu półprzewodników i struktur fotowoltaicznych. W projekcie przewidziano udział najlepszej w technologii CIGS grupy w Europie - ZSW Stuttgart, autora światowych rekordów sprawności ogniw CIGS w ostatnich latach oraz zespołu z Wydziału Fizyki PW, dysponującego wieloletnim doświadczeniem w badaniu i analizie materiałów i struktur fotowoltaicznych ze szczególnym uwzględnieniem fizyki defektów w CIGS a także zapleczem eksperymentalnym i symulacyjnym niezbędnym do realizacji przewidzianych zadań.