

Krystaliczne organiczne polimery porowate konwertujące energię światła w górę

Konwersja energii w górę jest procesem pozwalającym zamienić promieniowanie niskoenergetyczne w promieniowanie wysokoenergetyczne. Odbywa się to kosztem ilości kwantów światła emitowanych przez konwertujący układ, których jest co najwyżej dwa razy mniej, niż kwantów zaabsorbowanych. Pośród potencjalnych zastosowań konwersji w górę można wymienić diagnostykę za pomocą obrazowania fluorescencyjnego. Do tego celu wykorzystywane jest tak zwane „okno optyczne” żywych tkanek odpowiadające czerwonej barwie promieniowania świetlnego. W wyniku naświetlenia czynnika obrazującego światłem czerwonym, obserwuje się emisję o innym kolorze, przesuniętym w stronę niebieską. Takie podejście pozwala na zwiększenie selektywności obrazowania, ponieważ wzbudzeniu ulegają jedynie czynniki obrazujące i nie obserwuje się emisji pochodzącej od składników tkanek otaczających. Innym istotnym obszarem zastosowań konwersji energii w górę jest fotowoltaika. Jednym z najistotniejszych parametrów ogniw słonecznych jest przerwa energetyczna absorbera. Zazwyczaj dobierana jest ona tak, aby jak najefektywniej pochłaniać energię słoneczną. W takim przypadku, optymalne wartości przerwy energetycznej absorbera pozwalają na maksymalną konwersję energii z wydajnością 33%. Energia promieniowania przekraczająca tę wartość zamieniana jest na energię cieplną, natomiast energia poniżej tej wartości nie jest absorbowana przez ogniwo. Zastosowanie konwerterów energii świetlnej może podnieść teoretyczną maksymalną sprawność do około 50% poprzez samą modyfikację docierającego do ogniwa promieniowania, bez potrzeby ingerencji w jego architekturę.

Dotychczas procesy konwersji energii w górę badane były z wykorzystaniem modelowych układów bazujących na roztworach fotoaktywnych substancji lub z wykorzystaniem materiałów miękkich, łatwo poddających się działaniu temperatury i innych czynników zewnętrznych. Takie układy nie są odpowiednie do zastosowań praktycznych, które wymagają wysokiej stabilności stosowanych materiałów. Nieliczne doniesienia dotyczące konwerterów w postaci ciała stałego pokazują, że problemem są niskie wydajności konwersji. Jednocześnie układy te są słabo zdefiniowane i niemożliwe jest właściwe określenie przyczyn niskiej sprawności i tym samym podjęcia działań w celu jej polepszenia.

Celem niniejszego projektu jest otrzymanie i charakteryzacja samoorganizujących się i krystalicznych materiałów konwertujących energię w górę, bazujących na kowalencyjnych strukturach organicznych (ang. Covalent Organic Framework). Najistotniejszą cechą docelowych krystalicznych materiałów jest ich dobrze zdefiniowana struktura. Składać się na nią będą jednostki pochłaniające promieniowanie niskoenergetyczne, jednostki emitujące promieniowanie wysokoenergetyczne oraz elementy zapewniające odpowiednie odległości pomiędzy nimi. Tak zaproponowana architektura konwerterów jest elementem nowości projektu. Docelowe układy pozwolą określić zależności między strukturą i właściwościami fizykochemicznymi. Badania te przyniosą odpowiedź na pytania dotyczące wpływu wzajemnej orientacji, odległości oraz koncentracji składników fotoaktywnych na wydajność konwersji energii w górę. Otrzymane konwertery organiczne przebadane zostaną za pomocą szeregu technik pozwalających określić ich morfologię i technik spektroskopowych, dających wgląd w naturę oddziaływań pomiędzy składnikami fotoaktywnymi.

W wyniku realizacji projektu zidentyfikowane zostaną procesy zaburzające konwersję energii i zaproponowane zostaną racjonalne sposoby projektowania stabilnych konwerterów. Bezpośrednim efektem prac będzie nowa grupa związków, stabilnych i pozwalających na konwersję energii z wydajnością ok 20%. Tym samym uzyskane zostaną warunki, w których proces konwersji nie jest ograniczany przez właściwości stałej i krystalicznej matrycy, a jedynie przez właściwości samych jednostek fotoaktywnych. Oczekuje się, że przeprowadzone prace syntetyczne, optymalizacyjne oraz badania nad fizykochemią nowych konwerterów, pozwolą po raz pierwszy otrzymać stabilne i dobrze zdefiniowane konwertery o wysokim potencjale aplikacyjnym.