

Materiały dielektryczne, które są zdolne w wyniku przejścia fazowego, do zmiany swoich własności tzn. do „przełączania” (ang. *switching*), np. przenikalności elektrycznej lub rezystywności między dwoma lub więcej stanami o różnej strukturze krystalograficznej lub stopniu uporządkowania molekularnego w odpowiedzi na różne bodźce zewnętrzne, mają wiele potencjalnych zastosowań.

Na przykład optyczny materiał przełączający (po „przełączeniu” zachodzi w nim generacja drugiej harmonicznej, ang. *second harmonic generation*, SHG) może przechodzić od stanu SHG-OFF do SHG-ON i z powrotem, w odpowiedzi na czynniki zewnętrzne, co jest wynikiem zmian dynamiki kationów organicznych znajdujących się w molekularnej klatce podczas zmiany jej symetrii przy przejściu fazowym pierwszego rodzaju. Dzięki takim własnościom materiały te mają potencjalne zastosowania w optoelektronice, między innymi, w przełącznikach oraz czujnikach reagujących szybko, „skokową” zmianą swoich parametrów na zmianę temperatury lub natężenia światła.

W ostatnim czasie coraz intensywniej poszukiwane i badane są tzw. przełączalne materiały dielektryczne (ang. *switchable dielectrics*), w których, w wyniku przejścia fazowego pierwszego rodzaju, zachodzi skokowa lub kwazi-skokowa zmiana między stanem o wysokiej i niskiej przenikalności elektrycznej w odpowiedzi na bodziec (czynnik) zewnętrzny. Ta zdolność do „przełączania” rozszerza możliwości zastosowania tych materiałów w przemyśle elektronicznym. Jednak nadal niewiele wiadomo na temat zarówno samego mechanizmu „przełączania” dielektrycznego jak i jego fizycznych przyczyn nawet w przypadku najłatwiejszego do zbadania efektu indukowanego zmianą temperatury. Zaś praktycznie zupełnie nierozpoznany pozostaje wpływ, jaki na zjawisko „przełączania” w dielektrykach wywiera naprężenie mechaniczne (np. w postaci ciśnienia hydrostatycznego), co oznacza, że identyfikacja potencjalnie użytecznych materiałów nie jest zadaniem rozwiązaniem. Zwłaszcza dotyczy to układów cienkowarstwowych, o kilkunastu...kilkudziesięciu warstwach molekularnych, w których powstają naprężenia będące naturalną konsekwencją zmian samej tylko temperatury.

Rozważane materiały muszą spełniać szereg kryteriów, aby znaleźć szersze zastosowanie. np. muszą być możliwe do wytworzenia w procesie kontrolowanej syntezy i to również w formie cienkich warstw, szczególnie interesujących w mikroelektronice, powinny mieć pożądane parametry elektryczne w temperaturach zbliżonych do temperatury pokojowej, zaś te parametry muszą być stabilne również pod wpływem naprężeń. I, oczywiście, ich koszt wytworzenia musi być rozsądny.

Celem projektu jest wytworzenie i zbadanie materiałów wykazujących przejścia fazowe pierwszego rodzaju, których efektem jest „przełączenie” przenikalności elektrycznej wywoływane zmianą temperatury (np. hybrydowych perowskitów) oraz poznanie molekularnych przyczyn, które go wywołują w przypadku materiałów o różnych mechanizmach przejścia fazowego. Zbadany zostanie również metodą dylatometryczną związek pomiędzy makroskopowymi zmianami wymiarów badanych próbek w wyniku przejścia fazowego a zmianą ich parametrów elektrycznych. Aby to osiągnąć autorzy planują dokonać syntezy (monokryształów i cienkich warstw) wybranych hybrydowych perowskitów organiczno-nieorganicznych a następnie przeprowadzić komplementarne badania metodą szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej połączone z badaniami strukturalnymi, w podczerwieni, ramanowskimi i pomiarami dylatometrycznymi. Jednak szczególnie interesujące będą badania tych materiałów, pod kątem wpływu, jaki ma lub może mieć na przejścia fazowe - a w rezultacie na „przełączanie” - mechaniczne naprężenie wygenerowane przez przyłożenie ciśnienia hydrostatycznego. W szczególności, tego typu izotermiczne pomiary pozwolą wyodrębnić wpływ naprężenia na przejście fazowe, co nie jest możliwe w przypadku standardowych izobarycznych pomiarów ze zmienną temperaturą, wykonywanych pod ciśnieniem atmosferycznym. Dzięki temu dla badanych związków możliwe będzie m.in. skorelowanie warunków termodynamicznych z czasem trwania przejścia fazowego. Zbadana zostanie również stabilność parametrów elektrycznych materiałów przed i po „przełączeniu” oraz jego powtarzalność.

Nie ma wątpliwości, że systematyczne badania proponowane w projekcie mogą fundamentalnie poszerzyć aktualną wiedzę na temat molekularnego pochodzenia mechanizmu „przełączania” dielektrycznego w badanych organiczno-nieorganicznych związkach hybrydowych o strukturze perowskitu. Naukowo projekt ten może otworzyć konstruktywną debatę i wykroczyć poza obecny stan wiedzy w interpretacji efektu „przełączania”, jako pochodzącego od przejścia fazowego pierwszego rodzaju, zachodzącego pod wpływem różnych czynników termodynamicznych, w tym również naprężeń mechanicznych.