

Chociaż efekty termoelektryczne zostały odkryte w XIX wieku, dziś wiele wiodących światowych laboratoriów i instytucji badawczych nadal prowadzi intensywne badania, których celem jest znalezienie nowych materiałów o lepszej wydajności i efektywności termoelektrycznej oraz uniwersalnych sposobów na ulepszenie ich właściwości. Efekt termoelektryczny jest często opisywany jako proces prowadzący do wzajemnej konwersji energii cieplnej i elektrycznej. Innymi słowy, energia elektryczna może być generowana, jeśli istnieje różnica temperatur w materiale; lub też różnica temperatur w materiale powstaje gdy przepływa przez niego prąd elektryczny. Te fascynujące właściwości materiałów termoelektrycznych są szeroko wykorzystywane w generatorach termoelektrycznych (generują energię elektryczną pod wpływem różnicy temperatury) i termoelektrycznych urządzeniach chłodzących (generują różnicę temperatur pod wpływem energii elektrycznej). Generatory termoelektryczne są przyjaznymi dla środowiska źródłami energii i między innymi dlatego ważne są badania nad tymi materiałami. Jednym z najbardziej spektakularnych zastosowań generatorów termoelektrycznych jest ich wykorzystanie podczas długoterminowych misji kosmicznych; na przykład w ostatniej misji na Marsa, łazik Perseverance został wyposażony w termoelektryczny system zasilania.

Istnieją dwa rodzaje efektów termoelektrycznych, podłużne (kierunek różnicy temperatur jest równoległy do kierunku pola elektrycznego) i poprzeczne (kierunek różnicy temperatur jest prostopadły do kierunku pola elektrycznego). Prawie wszystkie urządzenia termoelektryczne, które są używane w praktyce, są oparte na podłużnych efektach termoelektrycznych. Z drugiej strony, poprzeczne efekty termoelektryczne nie były tak intensywnie badane, ponieważ uważano, że ich potencjał aplikacyjny jest mniejszy niż w przypadku efektów podłużnych. Jednak w ostatnich latach zainteresowanie poprzecznymi efektami termoelektrycznymi znacznie wzrosło, ponieważ odkryto, że w materiałach goniopolarnych oraz semimetalach topologicznych mogą osiągać one duże wartości. Obie te grupy materiałów są bardzo obiecujące jako poprzeczne materiały termoelektryczne, ale mechanizmy fizyczne stojące za dużymi wartościami efektów termoelektrycznych nie są jeszcze dobrze poznane. Dlatego w niniejszym projekcie chcielibyśmy zbadać kilka materiałów należących do tych grup. Wybraliśmy trzy podgrupy materiałów, które będziemy badać w ramach projektu, są to niemagnetyczne semimetale topologiczne, magnetyczne semimetale topologiczne i materiały goniopolarne. Wyboru dokonano na podstawie tego, że w każdej z tych trzech grup, mechanizmy odpowiedzialne za duże poprzeczne efekty termoelektryczne są różne. Aby osiągnąć cel badawczy, planujemy zrealizować kilka zadań. Po pierwsze, zostaną zsyntezowane wysokiej jakości monokryształy wybranych materiałów, a następnie zostaną zbadane ich właściwości termoelektryczne. Aby zaproponować mechanizmy poprzecznych efektów termoelektrycznych w badanych materiałach, przeprowadzone będą teoretyczne obliczenia struktury elektronowej i zostaną zbadane eksperymentalnie ich powierzchnie Fermiego. W oparciu o wyniki uzyskane dla materiałów monokrystalicznych, wybrany zostanie materiał o najlepszej wydajności termoelektrycznej, a następnie zsyntezujemy go w postaci polikrystalicznej i zbadamy jego poprzeczne właściwości termoelektryczne, ponieważ materiały polikrystaliczne mają większy potencjał aplikacyjny w porównaniu z monokryształami.

Realizacja niniejszego projektu dostarczy dużą ilość cennych nowych danych, które pomogą w zrozumieniu korelacji między osobliwościami struktury elektronowej a poprzecznymi efektami termoelektrycznymi zarówno w semimetalach topologicznych, jak i materiałach goniopolarnych.