

Znaczenie fal akustycznych w naszym codziennym życiu wykracza daleko poza ich powszechne rozumienie jako coś co po prostu słyszymy. Przykładem mogą być tutaj niskie częstotliwości, gdzie infradźwięki poniżej naszego progu słyszalności mają ogromne znaczenie w sejsmografii i komunikacja zwierząt. Z drugiej strony, wysokie częstotliwości, powyżej zakresu słyszalności są kluczowe w obrazowaniu medycznym i przemysłowym (ultradźwięki), telekomunikacji (hiperdźwięki) czy też transporcie energii cieplnej (THz). Dźwięk, podobnie jak światło, oprócz swojej falowej natury posiada także komplementarne przedstawienie za pomocą cząstek. W tym przypadku mówimy o kwazicząstkach - fononach - które są kwantami pola akustycznego. Fonony podobnie jako fotony i elektrony są nośnikami energii, pędu jak i też informacji. Jednakże, są one nieodzownym atrybutem materii a co za tym idzie nie mogą istnieć w próżni.

Propagacja fononów czyli to to, w jaki sposób ich prędkość zależy od długości fali, może być skutecznie kontrolowana za pomocą kryształów fononicznych (ang. *Phononic Crystals, PnCs*). Kryształy fononiczne to nowa i ekscytująca klasa syntetycznych materiałów, w których motyw o różnych od otoczenia właściwościach mechanicznych jest powtarzany periodycznie w jednym, dwóch lub trzech wymiarach. Jedną z najbardziej interesujących właściwości tych kryształów, niespotykaną w jednorodnych materiałach, jest występowanie akustycznego pasma wzbronionego. To pasmo to zakres częstotliwości, w którym fonony nie mogą propagować w kryształ, i które można dostroić poprzez period, symetrię, rozmiary i materiały definiujące kryształ. Proste skalowanie kryształów fononicznych do przerwy pasmowej w zakresie hiperdźwięków daje strukturę o okresie mniejszym od mikrometra. Co więcej, taki zakres częstotliwości odpowiada fononom o długości fali która mieści się w zakresie długości fal światła widzialnego.

To z kolei daje możliwość zastosowania bogatego repertuaru spektroskopii optycznych w badaniu propagacji hiperdźwięków w kryształach fononicznych. Rozpraszanie światła Brillouina (ang. *Brillouin Light Scattering, BLS*), pośród wielu innych technik, jest metodą w pełni optyczną i bezdotykową, która pozwala na pomiar dyspersji fononów w zakresie częstotliwości gigahercowych. BLS bada przesunięcie częstotliwości światła wynikające z oddziaływania fotonów z termicznie wzbudzonymi fononami. Metoda ta, pomimo swej nieocenionej użyteczności także w przypadku innych materiałów, posiada zasadniczą niedogodność, mianowicie, długi czas pomiaru wynikający ze słabego mechanizmu rozpraszania światła. Ta niewątpliwa wada staje się jeszcze bardziej widoczna w przypadku mikro- i nanostruktur o małej objętości rozpraszającej oraz zwiększonym ryzyku przegrzania i zniszczenia.

Celem tego projektu jest znaczący postęp w dziedzinie optycznej spektroskopii fononowej poprzez stworzenie nowatorskiej techniki pomiarowej łączącej zalety dwóch metod eksperymentalnych: spontanicznego rozpraszania Brillouina z techniką *pump-probe picoacoustics*. Oczekiwanym efektem projektu jest zwiększenie (co najmniej o jeden rząd wielkości) efektywności BLS w materiałach o bardzo małej objętości, a tym samym znaczące skrócenie czasu pomiarowego. Szczególną uwagę poświęcimy fononom, ich płąpkowaniu i propagacji w dwuwymiarowych kryształach fononicznych z defektem, nieporządkiem oraz właściwościami topologicznymi. Na podstawie tych modelowych struktur stworzymy kompleksową metodologię rozszerzającą potencjał spektroskopii Brillouina o badania współczynników transmisji i odbicia oraz czasu życia fononu.