

Richard P. Feynman wygłosił słynny wykład w latach pięćdziesiątych w siedzibie Amerykańskiego Towarzystwa Fizycznego pt. „There’s Plenty of Room at the Bottom” (w wolnym tłumaczeniu “Jest dużo miejsca tam na dole”). Ten wykład uważa się obecnie za pierwsze rozważania na temat nanotechnologii. Feynman przedstawił w nim nowe możliwości tkwiące w technikach mogących manipulować strukturami na poziomie nanometrowym. Obecnie nanotechnologia jest dojrzałą i prężnie rozwijającą się dyscypliną naukową o wielu zastosowaniach. Jednym z jej obszarów zainteresowań są aktywne urządzenia cieplne, których przykładem może być dioda termiczna. Dioda termiczna zachowuje się w podobny sposób do jej odpowiednika diody elektrycznej. Urządzenie to, przewodzi ciepło w jednym kierunku z małym oporem cieplnym, a w przeciwnym kierunku z dużym. Najważniejsza różnica między diodą elektryczną i termiczną, jest taka, że dioda elektryczna kontroluje przepływ prądu elektrycznego, a dioda termiczna przepływ ciepła. Podstawowym nośnikiem ciepła w półprzewodnikach i izolatorach jest kwazicząstka zwana fononem. Właściwości fononów mogą być kształtowane przy pomocy kryształów fononicznych (materiałów z okresową zmiennością ich właściwości sprężystych).

Kontrola ciepła w nanoskali jest ważna dla wielu procesów inżynierii. (i) Utrudnianie i (ii) ułatwianie transportu ciepła to dwie gałęzie badawcze zajmujące się transportem fononów. Pierwsza gałąź znajduje zastosowanie w dziedzinie rozpraszania ciepła, wykorzystywanej w bateriach litowo-jonowych, używanych w samochodach elektrycznych i przenośnych urządzeniach elektronicznych. Druga gałąź znajduje zastosowanie w dziedzinie pozyskiwania ciepła z otoczenia np. przy użyciu materiałów o własnościach termoelektrycznych, które zamieniają ciepło na energię elektryczną. Internet Rzeczy to potencjalna dziedzina, w której urządzenia termoelektryczne mogą zastąpić używane do tej pory baterie i przewody.

Celem projektu jest opracowanie, fabrykacja i zbadanie właściwości termicznych diody cieplnej na bazie kryształów fononicznych, wytworzonych na membranach krzemowych. Aby tego dokonać niezbędne jest przeprowadzenie symulacji komputerowych w celu optymalizacji struktury aby różnica między przepływającym ciepłem w obydwu kierunkach była jak największa. Następnym krokiem będzie fabrykacja, wykorzystująca mikroskop jonowy (Focused Ion Beam). Pomiar właściwości termicznych zaprojektowanej i wykonanej diody cieplnej będzie przeprowadzony przy użyciu termometrii Ramana.

Udana realizacja diody cieplnej na bazie membran krzemowych będzie miała duży wpływ na rozwój tej dziedziny wiedzy. Przybliży nas do praktycznej realizacji układów aktywnie regulujących przepływ ciepła.