

## Streszczenie

W niniejszej rozprawie przedstawiono badania eksperymentalne dotyczące nieliniowych efektów optycznych w mikrownękach polarytonowo-ekscytonowych opartych na półprzewodnikach grup II-VI, z tellurkiem kadmu (CdTe) jako głównym materiałem bazowym. Praca koncentruje się na takich zjawiskach, jak bistabilność optyczna, kondensacja polarytonowo-ekscytonowa oraz kontrolowane oddziaływania między kondensatami polarytonowymi. Opracowuje również narzędzia eksperymentalne, które umożliwiają prowadzenie badań w przestrzeni odwrotnej i rzeczywistej w celu precyzyjnego obrazowania i wydajnego wzbudzania tych mikrostruktur.

Na początku przedstawiono mikrownęki na bazie CdTe w silnym sprężeniu, wytworzone w procesie lift-off. Charakterystyka wejścia-wyjścia ujawniła bistabilność optyczną z dwoma odrębnymi typami pętli histerezy w zależności od odstrojenia energii lasera: jedną o typowym kształcie i kierunku, opisywanym dla innych typów mikrownęk, oraz nową, o trójkątnym kształcie i przeciwnym kierunku tworzenia. Pomiary z rozdzielczością pędową wykazały, że mechanizm przełączania jest powiązany z termicznie indukowanym przejściem między silnym i słabym sprężeniem. Model teoretyczny uwzględniający przesunięcia termiczne i redukcję sprężenia odtworzył zaobserwowane bistabilności. Taki układ zapewnił również dostęp do naturalnych punktów wyjątkowych w widmie polarytonów. Przeprowadzono eksperymenty okrążające punkt wyjątkowy, poprzez jednoczesne dostrajanie mocy pobudzania, co skutecznie modulowało siłę sprężenia, oraz poprzez śledzenie wektora falowego w płaszczyźnie. Parametry te łącznie umożliwiły zbadanie topologii punktów wyjątkowych.

Następnie zbadano sprężenie balistyczne kondensatów w półmagnetycznych mikrownękach na bazie CdTe. W tym układzie pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego, pojawiający się gigantyczny efekt Zeemana modyfikował odstrojenie między fotonem a ekscytonem i masy efektywne polarytonów. Eksperymenty wykazały, że zewnętrzne pole magnetyczne przełącza parzystość kondensatu między stanami w fazie i w antyfazie. Efekt ten zaobserwowano we wzorach interferencyjnych przestrzeni rzeczywistej i w przestrzeni pędu i wyjaśniono za pomocą modelu analitycznego oraz symulacji Grossa-Pitaevskiego.

Na koniec przedstawiono mikrosoczewki polimerowe wytworzone bezpośrednio na powierzchni mikrownęk przy użyciu polimeryzacji dwufotonowej. Projekt kształtu mikrosoczewek oparto na symulacjach śledzenia promieni. Eksperymenty potwierdziły, że mikrosoczewki rozszerzają dostępny zakres wektorów falowych w płaszczyźnie, umożliwiają jednoczesne pomiary w przestrzeni odwrotnej z wielu punktów na próbce za pomocą układów mikrosoczewek oraz zmniejszają energię impulsu laserowego wymaganą do osiągnięcia progu kondensacji, poprzez lokalną koncentrację wzbudzenia. Ich funkcjonalność wykazano zarówno w mikrownękach dielektrycznych, jak i półprzewodnikowych w warunkach kriogenicznych.

Całościowo, w pracy opisano realizację mikrownęk CdTe z nowatorskimi mechanizmami bistabilności, pojawienie się i otoczenie naturalnych punktów wyjątkowych, indukowane polem magnetycznym przełączanie parzystości supermodów kondensatu oraz opracowanie mikrosoczewek jako narzędzi do badań przestrzeni odwrotnej, w pojedynczym miejscu, jak i w wielu jednocześnie. Wyniki te dokumentują nowe efekty nieliniowe w mikrownękach II-VI i ustanawiają metody do ich systematycznego badania.