



Instytut Fizyki Molekularnej
Polskiej Akademii Nauk

Rozprawa doktorska

**Fale spinowe w strukturyzowanych
warstwach permaloju tworzących
periodyczne, kwazi-periodyczne
nanostruktury magnoniczne
oraz falowody**

mgr inż. Filip Lisiecki

Promotor: prof. dr hab. Janusz Dubowik

Promotor pomocniczy: dr inż. Hubert Głowiński

Poznań, 2019

Streszczenie

Fale spinowe, czyli kolektywne wzbudzenia spinów, są wymieniane jako potencjalna alternatywa dla transportu elektronowego w procesie przesyłania informacji. Z kolei strukturyzowanie materiałów magnetycznych przyczynia się do modyfikacji magnonicznej struktury pasmowej, która określa możliwości manipulowania i sterowania falami spinowymi. Układy magnoniczne, wykorzystujące fale spinowe, mogłyby oferować wiele zalet, takich jak wysokie częstotliwości pracy (z zakresu GHz – THz), możliwości znacznej miniaturyzacji, czy też możliwość użycia amplitudy lub fazy fal spinowych, co mogłoby prowadzić do powstania bardziej wydajnych i energooszczędnych układów. Aby to osiągnąć, trzeba stawić czoło kilku wyzwaniom, wśród których istotnym jest dobranie odpowiedniego materiału i geometrii struktur, czy też opracowanie efektywnych sposobów wzbudzania krótkich fal spinowych przy pomocy emiterów o rozmiarach w skali nanometrowej. Zagadnienia te są przedmiotem niniejszej rozprawy. W ramach pierwszego z nich badano wytworzone jednowymiarowe kwazikryształy magnoniczne złożone z sieci pasków ułożonych kwaziperiodycznie zgodnie z koncepcją ciągu Fibonacciego. Wyjaśniono wpływ kwaziperiodyczności na proces przemagnesowania sieci i występowanie preferencji kolejności przemagnesowania systemu z nią związanej. Wyznaczono zależności dyspersyjne dla dwóch konfiguracji namagnesowania - ferromagnetycznej i antyferromagnetycznej oraz możliwość reprogramowalności systemu wykorzystując przesunięcie pasm przy zmianie tej konfiguracji. Pokazano również przy pomocy obrazowania wzbudzeń magnetycznych możliwość propagacji fal spinowych w tego typu układach oraz ich zanik spowodowany przerwami wzbronionymi, a także otwarcie mini-przerwy wzbronionej, spowodowanej kwaziperiodycznością układu. Co więcej, zbadano układy o dwóch różnych typach szerokości pasków, pokazując zachowanie właściwości w obu z nich, a więc prezentując skalowalność systemu. Badania te sugerują możliwość potencjalnego zastosowania układów kwaziperiodycznych w urządze-

niach magnonicznych oraz ich właściwości, wykraczające poza te obecne w układach periodycznych. W ramach drugiego zagadnienia zaobserwowano wzbudzanie krótkich fal spinowych (o długości nawet poniżej 100 nm) w prostokątnych falowodach, a także wiązek fal spinowych w sieciach antykropek. Określono, że źródło tych fal związane jest z krawędziami układów (krawędź falowodu bądź krawędzie antykropek), powodującymi występowanie niejednorodności namagnesowania.