

- 2016/23/G/ST3/04196 [2018-2021] Dynamika ściany domenowej i właściwości magnetycznej tekstury w warstwach magnetycznych z oddziaływaniem typu Dzyaloshinskii-Moriya – dr P. Mazalski

Wraz z rosnącą ilością przetwarzanych, przekazywanych i gromadzonych danych cyfrowych, rośnie zapotrzebowanie na zwiększanie pojemności nośników danych. W przypadku nośników magnetycznych, takich jak dyski twarde, oznacza to konieczność nie tylko zmniejszania elementów pamięci – rozumianych jako pojedynczy bit, ale także konieczność zmniejszenia mocy potrzebnej do przełączania/zapisu bitu informacji, a w konsekwencji uniknięcia problemów z odprowadzaniem generowanego przy tym ciepła. Dlatego też w materiałach magnetycznych stosowanych w najnowszych urządzeniach elektronicznych istotne stało się zastosowanie nie tylko ładunku elektronów, ale również i ich spinów. Uporządkowanie spinów elektronów decyduje o właściwościach magnetycznych materiałów. Szczególne fascynującym zjawiskiem w materiałach magnetycznych jest chiralność. Charakteryzuje się ona odbiciową asymetrią. Przykładowo lewa dłoń po lustrzanej odbiciu nie jest identyczna jak wyjściowa ale wygląda tak jak prawa. Chiralność odgrywa istotną rolę np. w fizyce, a w materiałach magnetycznych, może objawić się w tak subtelny sposób, jako występowanie tylko jednego typu chiralności spinów. Taki chiralny typ struktury magnetycznej wynika z istnienia oddziaływania typu Dzyaloshinskii-Moriya (DMI). Z mikroskopowego punktu widzenia jest to oddziaływanie spinów w układach nie posiadających symetrii odbiciowej i charakteryzuje się silnym sprzężeniem spin-orbita. Wynikiem takiego oddziaływania jest tworzenie się faz o skręconej strukturze magnetycznej, takiej jak np. skyrmiony.

Obserwowane w materiałach magnetycznych struktury chiralne typu: magnetyczne ściany domenowe, punkty Blocha, a zwłaszcza skyrmiony, mogą być wykorzystane w przyszłości do zastosowań technicznych. Ze względu na nanometrowe rozmiary takich struktur mogłyby one w szczególności znaleźć zastosowanie w nowych typach pamięci magnetycznych o bardzo dużej gęstości zapisu, gdzie skyrmion stanowiłby bit informacji. Głównym celem projektu będzie uzyskanie fundamentalnej wiedzy o właściwościach statycznych i dynamicznych tych mikromagnetycznych struktur, występujących w cienkich warstwach z prostopadłą do powierzchni anizotropią magnetyczną i oddziaływaniem typu Dzyaloshinskii-Moriya. Badania z wykorzystaniem wysokorozdzielczych technik magnetoptycznych będą się w szczególności koncentrować na pomiarach wysokoczęstotliwościowych odpowiedzi swobodnych i częściowo zakotwiczonych w warstwie mikrostruktur po ich wzbudzeniu za pomocą m.in. pola magnetycznego, prądu elektrycznego, jak również termo-ptycznie (stosując impuls lasera o odpowiedniej energii). W celu uzyskania statycznych i dynamicznych parametrów materiałów przeznaczonych do badań odpowiednich mikrostruktur, wykonane będą pomiary uzupełniającymi się technikami m.in. magnetometrycznymi, rezonansu ferromagnetycznego czy spektroskopii rozpraszania światła Brillouina. We współpracy z pierwszym polskim synchrotronem (SOLARIS), zostaną zastosowane wysokorozdzielcze techniki badawcze wykorzystujące promieniowanie synchrotronowe. Uzyskane wyniki eksperymentalne stanowiąc będą podstawę do mikromagnetycznego modelowania rozkładów namagnesowania. Połączenie obliczeń i wyników obrazowania mikrostruktur w czasie rzeczywistym pozwoli poznać fizyczne mechanizmy badanych obiektów i przyczyni się np. do opracowania podstaw nowego typu pamięci magnetycznych. W szczególności mikrostruktury typu skyrmion w materiałach magnetycznych mogą prowadzić do powstania nowej klasy urządzeń „spintronicznych”, o niskim zużyciu energii i dużej gęstości zapisu. W ostatnim czasie mikrostruktury magnetyczne typu skyrmion stały się nowym interesującym obiektem badań eksperymentalnych i teoretycznych. Badania te koncentrują się na zrozumieniu fundamentalnych właściwości magnetycznych tych mikrostruktur w różnych systemach magnetycznych oraz na rozwoju metod ich preparacji, detekcji i sterowania. W związku z tym można stwierdzić, że proponowane w projekcie badania wpisują się w aktualne trendy związane z rozwojem mikrostruktur magnetycznych.