

TRÓJWYMIAROWE UKŁADY MAGNONICZNE DO OBLICZEŃ ANALOGOWYCH: ANALIZA ODDZIAŁYWAŃ I OPRACOWANIE URZĄDZEŃ

Elektronika wiodzie prym w dziedzinie urządzeń obliczeniowych. Niestety, jesteśmy bardzo blisko osiągnięcia limitu rozmiaru najmniejszych części składowych urządzeń obliczeniowych – tranzystorów i dlatego dalszy rozwój tej dziedziny stoi pod znakiem zapytania. Naukowcy szukają alternatyw, które z jednej strony pozwoliłyby na uzyskanie porównywalnych osiągnięć wraz z zachowaniem perspektyw na dalszy rozwój tej dziedziny, jednocześnie odpowiadając na poważny problem środowiska związany z rosnącym zużyciem energii. Odpowiedzią na te wyzwania może być **magnonika**.

Każdy elektron posiada moment magnetyczny zwany spinem, który odpowiada za namagnesowanie materii. W materiałach ferromagnetycznych wszystkie spiny silnie oddziałują ze sobą i są ustawione w jednym kierunku. Kiedy moment magnetyczny zostaje wychylony z położenia równowagi to stara się do niego powrócić wykonując ruch precesyjny podobny do ruchu wirującego bączka. Jednocześnie, ze względu na silne oddziaływanie, wszystkie sąsiednie spiny zostają wprawione w ruch tworząc koherentne zaburzenie, które rozchodzi się w postaci fali. Zaburzenie to nazywane jest **falą spinową**. Dział nauki i technologii zajmujący się badaniem fal spinowych i ich praktycznym wykorzystaniem nosi nazwę **magnoniki**. Fale spinowe charakteryzują się dużą częstotliwością w zakresie od kilku do kilkuset gigaherców i długościami fali od kilkudziesięciu nanometrów do kilku mikrometrów. W odróżnieniu od elektroniki i fotoniki efekty nieliniowe i anizotropowe są łatwo osiągalne a ponadto istnieje możliwość sterowania strukturą poprzez kontrolę magnetyzacji. To sprawia, że *fale spinowe idealnie nadają się do przenoszenia i przetwarzania informacji w zminiaturyzowanych urządzeniach*.

Podstawowym sposobem kierowania falą jest utworzenie wąskiego kanału do jej transmisji zwanego falowodem. Aby przesyłać falę między falowodami można je łączyć ze sobą, ale w przypadku fal spinowych istnieje możliwość wykorzystania pola magnetycznego, które ta fala wytwarza. Dotychczasowe badania dotyczące sprzężenia falowodów skupiają się głównie na strukturach wytworzonych z jednej warstwy materiału ze względu na łatwość ich wytworzenia. W strukturach wielopoziomowych pojawia się problem nierówności, które pojawiają się gdy pierwsza warstwa zostanie poddana strukturyzacji, jednakże ich dużą zaletą jest to, że dzięki możliwości nanoszenia warstw o grubości rzędu wielkości pojedynczego atomu odległości pomiędzy poszczególnymi elementami mogą być bardzo małe co zdecydowanie zwiększa siłę sprzężenia.

W moim projekcie chciałbym zająć się analizą siły sprzężenia w zależności od geometrii struktury, użytych materiałów a także przy wykorzystaniu różnych oddziaływań, które mogą przyczynić się do zwiększenia siły i kontroli sprzężenia. Planuję również wykorzystać materiały nadprzewodzące, które dzięki zdolności odbijania pola magnetycznego mogą blokować sprzężenie między falowodami jak również przyczyniają się do wzrostu prędkości fali, a co za tym idzie, szybszego działania urządzeń. Ostatecznie, na podstawie otrzymanych wyników, planuję zaprojektować urządzenie, które może zostać wykorzystane w maszynach obliczeniowych bazujących na falach spinowych. W celu wykonania zadań w projekcie będę korzystał z symulacji numerycznych pozwalających na badanie dynamiki fal spinowych.

Projekt ten ma być kolejnym krokiem do stworzenia magnonicznych komputerów, które będą mogły konkurować z obecnie dominującymi na rynku komputerami elektronicznymi, jednocześnie oferując rozwiązanie kwestii rosnącego zużycia energii.