

Cienkie warstwy magnetyczne są przedmiotem badań od kilku dziesięcioleci, ale do dnia dzisiejszego ten obszar badań pozostaje bardzo aktywny. Ich popularność można przypisać obecności powierzchni i interfejsów materiałowych, które sprawiają, że właściwości warstw magnetycznych bardzo różnią się od ich większych brył. Podczas gdy większe (tj. o wymiarach większych niż nanometryczne) magnesy stały się już nieodłączną częścią współczesnej technologii, niskowymiarowe struktury magnetyczne mają ogromny potencjał w szerokich praktycznych zastosowaniach. Systemy rejestracji magnetycznej i pamięci masowej są bardzo popularne od samego początku w przemyśle komputerowym. Jednak pomimo licznych zalet, magnetyczna pamięć o dostępie swobodnym (MRAM) wciąż ma długą drogę do przebycia, zanim zastąpi półprzewodnikowe ulotne pamięci komputerowe z co najmniej dwóch powodów. Pierwszy z nich to wyjątkowo duża skala integracji potrzebna do uzyskania ogromnej pojemności pamięci liczonej w GB, podczas gdy drugą przyczyną jest nadal stosunkowo wysoki pobór mocy, który zmniejsza się wraz z współczynnikiem tłumienia Gilberta, α , stosowanej przewodzącej warstwy magnetycznej. Niemniej jednak czas przełączania bitów wzrasta jak $1/\alpha$. Dlatego praktyczne projekty MRAM zawierają zarówno materiały o niskiej jak i wysokiej tłumieniu i istnieje duże zapotrzebowanie na ich coraz lepszą jakość. Zrozumienie pochodzenia różnych mechanizmów tłumienia i ich związku z właściwościami strukturalnymi takich warstw pozostaje jednym z kluczowych wyzwań, który wciąż jest niedostatecznie rozumiany, zwłaszcza na poziomie ilościowym, potrzebnym do kontrolowania właściwości tłumiących.

W związku z opisanymi problemami technologicznymi, głównym celem projektu jest określenie podstawowych korelacji między różnymi fizycznymi mechanizmami odpowiedzialnymi za straty magnetyczne występujące w cienkich warstwach ferromagnetycznych na częstotliwościach fal mikrofalowych i milimetrowych, przyczyniając się do tzw. jednorodnego i niejednorodnego poszerzenia szerokość linii ferromagnetycznej i parametrami strukturalnymi warstw, takimi jak anizotropia, grubość, niejednorodność, defekty / domieszkowanie, magnetoelastyczność. Jak dobrze wiadomo, mechanizmy utraty magnetycznej obejmują tłumienie Gilberta, rozpraszanie swumagnonowe sprzężenie spin-orbital, pompowanie spinowe (jeśli niemagnetyczne warstwy przewodzące elektrycznie sąsiadują z warstwą magnetyczną) lub tłumienie radiacyjne, których wkłady będą musiały zostać odseparowane od siebie w trakcie projektu. Szczególna uwaga zostanie zwrócona na efekt magnetoelastyczny, który zwykle można skorelować z silnym sprzężeniem spin-orbital jonów magnetycznych, podczas gdy ten zwykle skutkuje również silnym tłumieniem magnetycznym, co przejawia się w poszerzeniu ferromagnetycznej szerokości linii. Jednak ilościowa korelacja pomiędzy tymi dwoma zjawiskami pozostaje słabo poznana.

W celu wyjaśnienia korelacji między własnościami magnetoelastycznymi a tłumieniem magnetycznym cienkich warstw, należy przeprowadzić rygorystyczne badanie ilościowe różnych wkładów w tłumienie magnetyczne zachodzące w cienkich warstwach w szerokim spektrum elektromagnetycznym. Powszechnie stosowane metody, takie jak VNA-FMR z współpłaszczyznowym falowodem (CPW), mają niską dynamikę (tj. Słabą dokładność) i nie pozwalają na łatwe usuwanie zagłębień układu z pomiaru w celu uzyskania rzeczywistej szerokości linii FMR (tj. wyładowane ze strat zewnętrznych układu pomiarowego). Znacznie lepszą wydajność można osiągnąć za pomocą metod rezonansowych z próbką włożoną do wnęki rezonansowej, ponieważ można opracować rygorystyczny (w pełni dokładny) model zjawisk elektrodynamicznych występujących w całym układzie, w tym w próbce. Jednak rezonatory działają na częstotliwościach dyskretnych (zwykle tylko na jednej częstotliwości), dostarczając znacznie mniej informacji niż zawarte w szerokim spektrum. Dlatego pomocniczym celem projektu będzie opracowanie rygorystycznej metody rezonansu szerokopasmowego do pomiaru szerokości linii FMR cienkich warstw ferromagnetycznych za pomocą przestrajalnej wnęki.

Cienkie warstwy są najczęściej badane w polach statycznych i mikrofalowych stycznych do powierzchni. Jednak interesujące zjawiska można zaobserwować, jeśli pole magnetyczne o stałym naprężeniu jest normalne do powierzchni. W takim przypadku teoretycznie możliwe jest wzbudzenie modów powierzchniowych w cienkiej warstwie ferromagnetycznej, która może być również nazywana plazmonami magnetycznymi w sposób analogiczny do modów powierzchniowych występujących w cienkich przewodzących elektrycznie warstwach. Takie mody plazmoneczne zostały już odkryte w próbkach sferycznych i cylindrycznych, jednak wciąż brakuje ich eksperymentalnego potwierdzenia w płaskich strukturach ferromagnetycznych. Z tych powodów pomocniczym celem badań będzie znalezienie warunków koniecznych do wzbudzenia plazmonów magnetycznych za pomocą rygorystycznego modelowania elektromagnetycznego, a następnie potwierdzenie istnienia tego rodzaju trybu eksperymentalnie.