

Nisko-stratna magonika sterowana prądem i fluksonami (FluMag)

OPUS-LAP project

Poza znanym we współczesnych komputerach cyfrowym przetwarzaniem informacji, możliwe jest stosowanie dedykowanych układów operujących na sygnałach w formie fal. Ta idea jest wykorzystywana w fotonice i fononice, gdzie informacja zapisywana jest w amplitudzie i fazie fal świetlnych i fal elastycznych. Możliwe jest również stosowanie w podobnym celu układów magnetycznych, gdzie obserwuje się wzbudzenia falowe, tzn. rozchodzące się oscylacje namagnesowania – tzw. fale spinowe. Tego rodzaju fale charakteryzują się krótką długością (układy przetwarzające fale spinowe mogą mieć rozmiary dziesiątek nanometrów) i względnie duża częstotliwością (informacja zapisana w fali spinowej może być przetwarzana z dużą, gigahercową częstotliwością).

Aby manipulować rozchodzącymi się falami należy wpływać na nie za pomocą zewnętrznych czynników. W przypadku fal spinowych jest to możliwe dzięki sterowaniu polem magnetycznym, w tym również elektromagnetycznym polem mikrofalowym. To rozwiązanie ma jednak ograniczenia związane z względnie dużymi (mikrometrowymi) rozmiarami anten oraz stratami i małą sprawnością tego typu układów.

Alternatywnym rozwiązaniem jest stosowanie anten wykonanych z nadprzewodnika. Dzięki temu nie tylko likwiduje się straty związane z wydzieleniem się ciepła generowanego przez przepływający prąd, ale również zyskuje się możliwość sterowania fal spinowych polem magnetycznym wytworzonym przez prądy nadprzewodzące. W nadprzewodniku prądy płyną po jego powierzchni lub wokół wirów pola magnetycznego zwanych fluksonami. W naszych badaniach zamierzamy kontrolować prądy nadprzewodzące przez kształt nadprzewodnika, w którym rozchodzą się fale spinowe lub przez wytwarzanie i przesuwanie wortexów w nadprzewodniku.

(Ferro)magnetyzm i nadprzewodnictwo są zjawiskami konkurencyjnymi, a efekty kwantowe zachodzące na złączu tych materiałów są bardzo złożone. Oprócz kontaktowego sprzężenia nadprzewodnika i ferromagnetyka oba układy oddziałują również magnetycznie poprzez pole wytwarzane przez oscylujące namagnesowanie (tj. przez falę spinową) i dynamiczne pole magnetyczne generowane przez prądy wirowe w nadprzewodniku. To klasyczne (tj. nie-quantowe) oddziaływanie jest bardzo złożone i nie końca wyjaśnione. Celem naszych badań jest formalny (matematyczny) opis tego oddziaływania oraz zaprojektowanie szeregu hybrydowych urządzeń, w których sprzęgnięto magnetycznie nadprzewodnik z ferromagnetykiem, takich jak sprzęgacze kierunkowe (pełniące funkcję diod lub cyrkulatorów dla fal spinowych), czy generatory bardzo krótkich fal spinowych (niemożliwych do wytworzenia w standardowych antenach).

Projekt jest realizowany przez trzy zespoły: grupę teoretyczną, która będzie również symulowała i projektowała hybrydowe układy nadprzewodnik/ferromagnetyk (kierowaną przez Jarosława Kłosa z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu) oraz dwie grupy doświadczalne zajmujące się wytwarzaniem i pomiarami wspomnianych struktur (kierowane przez Michał Urbanką z Central European Institute of Technology w Brno oraz przez Oleksandra Dobrovolskiy'ego z Uniwersytetu we Wiedniu).