Popularnonaukowe streszczenie projektu.

Celem projektu jest zbadanie zależności oporu od zewnętrznego pola magnetycznego – efektu magnetooporowego – w nanostrukturyzowanych złączach półprzewodnikowych typu Schottky'iego z pojedynczą lub podwójną barierą magnetyczną. Jako obiekt do badania wybrane zostały dwa układy $Fe/\alpha\text{-}Fe_2O_3/Fe$ oraz $Ti/TiO_2/Fe$. W pierwszym występują dwa złącza z barierą magnetyczną ferromagnetyk/półprzewodnik natomiast w drugim tylko jedno.

Magnetyczne złącza wykorzystujące efekt magnetooporowy są obecnie szeroko stosowane w elektronice, w szczególności w głowicach dysków twardych czy też w magnetycznych pamięciach MRAM. W złączach tych pomiędzy warstwami ferromagnetycznymi znajduje się warstwa niemagnetyczna – metalu lub izolatora. W przypadku warstwy metalicznej mamy do czynienia z efektem gigantycznego magnetooporu (GMR – ang. Giant MagnetoResistance), natomiast w przypadku izolatora z efektem tunelowego magnetooporu (TMR – ang. Tunnel MagnetoResistance). Natężenie prądu płynącego przez takie złącze zależy od kierunku namagnesowania w warstwach ferromagnetycznych - jeśli warstwy namagnesowane są równolegle to płynie prąd o dużym natężeniu, jeśli przeciwnie - natężenie prądu jest małe. Magnetyczne złącza wykorzystujące zjawiska GMR lub TMR są pierwszymi zastosowanymi na dużą skalę przemysłową elementami spintroniki - czyli elektroniki wykorzystującej oprócz ładunku elektrycznego elektronów również ich moment magnetyczny (spin). Spintronika jest zatem gałęzią elektroniki wykorzystującą prąd spinowy. Odkrycie efektu gigantycznego magnetooporu było ważnym przełomem uhonorowanym nagrodą Nobla w 2007 roku.

Kolejnym typem magnetycznych złączy są złącza z warstwą półprzewodnikową, takie jak proponowane w niniejszym projekcie złącza ferromagnetyczny metal/półprzewodnik/ferromagnetyczny metal oraz paramagnetyczny metal/półprzewodnik/ferromagnetyczny metal. Na granicy metal/półprzewodnik powstaje bariera – dioda Schottky'iego, charakteryzująca się nieodwracalnością płynącego prądu dla różnej polaryzacji przyłożonego napięcia, tzn. wartość natężenia prądu zależy od kierunku, w którym płynie przez nie prąd. Jeśli metal jest jednocześnie ferromagnetykiem powstaje wówczas magnetyczna dioda Schottky'iego z barierą na prąd spinowy. Dzięki zastosowaniu przekładki półprzewodnikowej złącza $Fe/\alpha\text{-}Fe_2O_3/Fe$ oraz $Ti/TiO_2/Fe$ cechować się będą różnymi wartościami magnetooporu oraz różnymi charakterystykami prądowymi w zależności od polaryzacji złącza.

Dodatkowo złącza poddane zostaną nanostrukturyzacji, tzn. składać się będą z przestrzennie uporządkowanych struktur o rozmiarach kilkudziesięciu nanometrów. Nanostrukturyzacja przeprowadzona zostanie z wykorzystaniem elektrochemicznego procesu anodyzacji. Warstwy żelaza oraz tytanu poddane anodyzacji stworzą nanostruktury w kształcie miseczek na powierzchni nieutlenionego metalu, a po naniesieniu górnej warstwy magnetycznej powstanie złącze.

Zastosowanie nanostrukturyzacji pozwoli na zmianę własności magnetycznych złącza – anizotropii magnetycznej oraz sposobu kotwiczenia ścian domenowych. Przygotowanie złączy o różnej średnicy miseczek umożliwi otrzymanie serii złączy o różnych wartościach magnetooporu.

Wykonane zostaną badania magnetooporu oraz charakterystyk prądowo-napięciowych w funkcji zewnętrznego pola magnetycznego o różnej konfiguracji oraz temperatury dla złączy $Fe/\alpha\text{-}Fe_2O_3/Fe$ oraz $Ti/TiO_2/Fe$. Szczególnie istotne jest wyznaczenie roli grubości warstwy półprzewodnika oraz roli nanostrukturyzacji w tworzeniu złączy, gdyż są to parametry pozwalające na łatwą modyfikację własności magnetycznych złączy.