

Materiały ferromagnetyczne mają szerokie zastosowanie np. w silnikach, turbinach, kartach bankowych, dziecięcych zabawkach. Jednymi z najważniejszych aplikacji tych materiałów, wytworzonych w postaci cienkich warstw lub układów warstwowych, są urządzenia do przechowywania i przetwarzania informacji. Są to pamięci masowe (twarde dyski) i operacyjne typu RAM (zapewniają one bezpośredni dostęp do dowolnej komórki pamięci) i charakteryzują się zachowaniem informacji przy braku zasilania. Dla obu typów pamięci realizowane są badania materiałowe, których celem jest opracowanie układów warstwowych pozwalających na zwiększenie gęstości zapisu informacji, przy zagwarantowaniu stabilności zakodowanych danych a dodatkowo, dla magnetycznych pamięci RAM (M-RAM) pozwoli na istotne ograniczenie zużycianej energii.

W pamięciach magnetycznych informacja kodowana jest poprzez ustawienie kierunków namagnesowania. W tych pamięciach binarnemu zapisowi informacji (system 0, 1) odpowiadają wzajemnie antyrównoległe konfiguracje namagnesowania. Stabilność zapisanej informacji zależy od anizotropii magnetycznej (parametr ten określa kąt, który zależy od wartości energii niezbudowanej do przemagnesowania materiału), rozmiaru przemagnesowywanego obszaru oraz temperatury. Jest ona tym większa im większe są wymiary (pamiętajmy, że dążymy do miniaturyzacji), temperatura niższa (urządzenia informatyczne pracują zazwyczaj w temperaturze pokojowej) a anizotropia może być jak największa. Dodatkowym czynnikiem destabilizującym rozkład magnetyzacji są dipolowe oddziaływania sąsiednich obszarów (bitów odpowiadających logiczemu 1 i 0) o wzajemnie antyrównoległym ustawieniu kierunków namagnesowania. Okazuje się, że są one najmniejsze wówczas, gdy kierunek łatwego namagnesowania warstwy jest prostopadły do jej powierzchni. Tak, więc dla uzyskania dużej gęstości i stabilności zapisanej informacji poszukiwane są materiały wykazujące możliwie silną anizotropię prostopadłą. W rzeczywistości wartość tej anizotropii musi być jeszcze dopasowana do uzyskiwanych w głowicach zapisu wartości pola magnetycznego. Z tego powodu szczególnie ważne są te warstwowe materiały magnetyczne, dla których możliwości modyfikowania anizotropii zostały dobrze zbadane. Naszym zdaniem proponowane do badania, w tym projekcie, układy warstwowe spełniają te warunki. W przekonaniu tym utwierdzają nas wyniki wstępnych badań.

W pamięciach M-RAM zapis informacji odbywa się poprzez pole magnetyczne wytworzone przez ciekły przewód lub, w nowszych układach, poprzez przepływ prądu elektrycznego bezpośrednio przez układ cienkich warstw magnetycznych. W tym drugim przypadku przemagnesowanie jest wynikiem transferu momentu pędu spinowo spolaryzowanych nośników prądu. Należy jednak zaznaczyć, że relatywnie duże prądy, które wymagane są do wytworzenia pola magnetycznego niezbudowanego do przemagnesowania lub uzyskania tego efektu poprzez transfer momentu pędu, prowadzą do dużych strat energii i generacji ciepła. Jest to zjawisko niepożądane, dlatego szerokie zainteresowanie wzbudza możliwość kontroli kierunku namagnesowania poprzez przyłożenie zewnętrznego pola elektrycznego, zapewniającego 100-krotne obniżenie gęstości prądu potrzebnego do zapisu informacji [1]. Dlatego, w wielu laboratoriach, prowadzone są badania nad opracowaniem technologii materiałów zapewniających taki sposób przemagnesowania. Celem naszego projektu, poza kontrolą anizotropii prostopadłej w układach warstwowych wykazujących oddziaływanie wymienne, będzie sprawdzenie przydatności struktur typu zawór spinowy z antyferromagnetycznym nieprzewodzącym przekładką do realizacji przemagnesowania poprzez przyłożenie napięcia.

[1] W-G. Wang et al., Nature Mat. 11, 64 (2012).