

Magnetyczne nanocząstki na periodycznych matrycach tlenków żelaza: stabilizacja magnetyzmu i jego kontrola zewnętrznym polem elektrycznym.

Ciągły rozwój nowoczesnych technologii wymusza poszukiwanie nowych materiałów, które spełnią stawiane przed nimi zadania. Często materiały o bardzo przydatnych właściwościach otrzymuje się poprzez modyfikację tych znanych i powszechnie stosowanych, np. poprzez wykorzystanie zmniejszania ich rozmiarów do skali nanometrów. Istotne przy tym jest, aby móc precyzyjnie kontrolować rozmiary, kształty, a tym samym właściwości otrzymywanych nanoukładów. Nanomateriały wykazują unikalne właściwości optyczne, elektronowe i magnetyczne, co umożliwi ich zastosowanie w różnych zaawansowanych technologiach. Istnieje szereg technik otrzymywania nanomateriałów, jednakże wiele z nich ma wadę, polegającą na tym, że nie dają kontroli nad rozmiarami i strukturą nanocząstek, od których zależą ich właściwości. Niezwykle istotne znaczenie mają więc badania modelowych nano-objektów, które pozwalają na uzyskanie wiedzy na temat podstawowych mechanizmów fizycznych odpowiadających za określoną funkcję, którą spełniać ma nanomateriał. Celem projektu jest badanie takich modelowych układów, od których wymaga się spełnienia określonych funkcji magnetycznych (takich jak np. w twardych dyskach naszych komputerów). Pierwszym, ważnym zadaniem w projekcie będzie wytworzenie układów magnetycznych nanocząstek i stopów metalicznych, które mogą spełniać te funkcje. Będą to np. nanocząstki żelaza, kobaltu i niklu oraz ich stopów ze złotem, platyną lub palladem rozdrobione w taki sposób, aby zawierały od kilku do kilku tysięcy atomów. W tak małych obiektach złoto, synonim metalu niemagnetycznego staje się trwale namagnesowane, a mały rozmiar magnetycznych nanocząstek pomaga w miniaturyzacji urządzeń elektronicznych. Do wytworzenia tak małych cząstek wykorzystane będą procesy powierzchniowe, które można by porównać z tworzeniem się regularnego układu kropli wody na rozgrzanej patelni posiadającej siatkę dołków. Naszą „patelnią” będzie powierzchnia odpowiedniego tlenku żelaza, na której w specjalnym procesie wytwarzana jest periodyczna, nanometrowa struktura niejednorodności składu chemicznego, stanowiąca „dołki” dla atomów metali nanoszonych na powierzchnię technikami próżniowymi. Cały proces odbywa się w próżni (porównywalnej z kosmiczną), aby uniknąć niekontrolowanego wpływu zanieczyszczeń i badać nanocząstki, wrażliwe na czynniki zewnętrzne w „sterylnych” warunkach. Próżni wymagają też stosowane techniki eksperymentalne, wykorzystujące oddziaływanie promieniowania rentgenowskiego i elektronów z powierzchnią i posiadające czułość odpowiednią do niezwykle małej ilości badanego materiału. Specjalną rolę odgrywają tu metody mikroskopowe pozwalające na obrazowanie szczegółów powierzchni z rozdzielczością atomową (np. skaningowa mikroskopia tunelowa) oraz metody wykorzystujące promieniowanie synchrotronowe, dostępne w uruchomionym ostatnio Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego „Solaris”.

Regularne układy metalicznych nanocząstek, scharakteryzowanych pod względem rozmiarów, kształtów oraz podstawowych właściwości magnetycznych będą obiektem dalszych badań nakierowanych na określenie przydatności w określonych zastosowaniach. W układach nanocząstek metali ferromagnetycznych tworzących sieć nanomagnesów, badane będą procesy ich orientacji w polu magnetycznym oraz warunki, w jakich ukierunkowanie nanomagnesów pozostaje stabilne, tak jak stabilna pozostać musi informacja zapisana na magnetycznym twardym dysku. Tendencją współczesnego zapisu informacji jest przechodzenie od urządzeń wykorzystujących ładunek elektronu do takich, które wykorzystują ich spin. W tej nowej dziedzinie, zwanej spintroniką, ważne jest także aby móc kontrolować właściwości magnetyczne przykładając pole elektryczne i uzyskanie takiej kontroli w nanocząstkach będzie jednym z zadań projektu. Wprawdzie wyniki projektu nie przełożą się natychmiast na bezpośrednie zastosowania, ale powinny pokazać alternatywne sposoby wytwarzania nanoukładów oraz wyjaśnić korelacje pomiędzy rozmiarami nanocząstek, rodzajem materiału oraz możliwością spełniania przez nie określonych funkcji magnetycznych.