

Nr umowy: UMO-2018/31/N/ST5/03300

Tytuł: Synteza oraz badanie własności nanodrutów analogów błękitu pruskiego

Cel projektu

Głównym celem projektu jest opracowanie powtarzalnej procedury wytwarzania materiałów molekularnych o zredukowanej wymiarowości. Wśród nanostruktur szczególnie pożądane są materiały jednowymiarowe, głównie ze względu na ich kształt i wysoki stosunek powierzchni do objętości. Połączenie niskiej wymiarowości i funkcjonalności magnetyków molekularnych, w szczególności analogów błękitu pruskiego (PBA), otwiera nową perspektywę dla wytwarzania nowych i unikatowych materiałów, które mogą być stosowane w spintronice molekularnej, nanosensorach lub innych nanourządzeniach. Nanodruły analogów błękitu pruskiego, które mogą być traktowane jako quasi-jednowymiarowe magnetyki molekularne, będą syntetyzowane w procesach elektrochemicznych wewnątrz różnego rodzaju porowatych membran: poliwęglanowych (PC) lub aluminiowych (AAO). Pierwszym etapem jest określenie właściwości fizycznych związanych ze zmniejszoną wymiarowością, z uwzględnieniem zarówno długości jak i średnicy nanodrutów. Celem tego badania jest potwierdzenie, czy redukcja wielkości porów znajdzie odzwierciedlenie we właściwościach magnetycznych próbek i wreszcie zrozumienie właściwości układów magnetycznych opisanych teoretycznym jednowymiarowym modelem Isinga. Drugi krok obejmuje optymalizację produkcji matrycy tlenku glinu o kontrolowanej wielkości, kształcie i wysokim stopniu uporządkowania porów, niezależnie od źródeł zewnętrznych, a następnie użycie ich jako szablonów do wzrostu nanodrutów analogów błękitu pruskiego.

Metodologia badań

Elektrodepozycja nanodrutów analogów błękitu pruskiego zostanie wykonana za pomocą samodzielnie zaprojektowanej celki z wykorzystaniem układu trójelektrodowego. Elektroda robocza (porowata membrana z tlenku glinu/poliwęglanowa) będzie jednostronnie pokryta cienką warstwą złota. Do produkcji nanodrutów wybrano dwie rodziny analogów błękitu pruskiego: $(\text{Fe}_x\text{Cr}_{1-x})_3[\text{Cr}(\text{CN})_6]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $x = \text{Fe}^{\text{III}} / (\text{Fe}^{\text{III}} + \text{Cr}^{\text{III}})$ i $(\text{V}_x\text{Cr}_{1-x})_3[\text{Cr}(\text{CN})_6]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $x = \text{V}^{\text{III}} / (\text{V}^{\text{III}} + \text{Cr}^{\text{III}})$, w których występuje silna korelacja pomiędzy czynnikiem x a właściwościami fizycznymi. Ze względu na tendencję do utleniania w powietrzu, synteza związków na bazie wanadu będzie prowadzona w atmosferze ochronnej. Właściwości fizyczne nanodrutów będą określone za pomocą różnych technik pomiarowych:

- Skaningowa Mikroskopia Elektronowa (SEM) - morfologia i wielkość nanodrutów będzie oceniana w oparciu o obrazy SEM.
- Spektroskopia w podczerwieni z transformatą Fouriera (FTIR) będzie wykorzystywana do potwierdzania tworzenia się sieci opartej na mostkach cyjanowych.

- Dyfrakcja rentgenowska (XRD) zostanie wykorzystana do określenia właściwości strukturalnych nanodrutów.
- Właściwości magnetyczne zostaną określone za pomocą magnetometru MPMS SQUID.
- Próbki zawierające żelazo będą badane za pomocą spektroskopii Mossbauerowskiej w celu potwierdzenia stopnia utlenienia żelaza.

Znaczenie projektu dla rozwoju nauki

Synteza quasi-jednowymiarowych magnetyków molekularnych i ich dokładna charakterystyka poszerzy dotychczasową wiedzę na temat właściwości nowego typu materiałów funkcjonalnych. Wytwarzanie nanomateriałów o dobrze kontrolowanej wielkości, kształcie i właściwościach jest warunkiem koniecznym do ich aplikacyjnego zastosowania. Stosunkowo niska gęstość i ciasno upakowane molekuly analogów błękitu pruskiego o wysokim momencie magnetycznym, wraz z redukcją wymiarowości, mają ogromny potencjał w magazynowaniu pamięci magnetycznych, czujnikach aktywowanych światłem lub zmianą wilgotności, czy urządzeniach spintronicznych. Wyniki uzyskane w ramach realizacji proponowanego projektu powinny dostarczyć informacji niezbędnych do przyszłego postępu w dziedzinie magnetycznych materiałów molekularnych, urządzeń spintronicznych i innych pokrewnych zastosowań.