
STRESZCZENIE

Ultraszybki magnetyzm jest intensywnie rozwijającym się obszarem fizyki skoncentrowanym na zrozumieniu mechanizmów oddziaływania ultrakrótkich impulsów laserowych z materią. Sterowanie magnetyzacją wyłącznie za pomocą impulsów laserowych kryje w sobie ogromny potencjał aplikacyjny, umożliwiając najszybszy możliwy zapis danych przy minimalnej dyssypacji energii. Głównym celem niniejszej pracy jest zrozumienie koherentnej dynamiki nietermicznego przełączania magnetyzacji poprzez kontrolę anizotropii magnetycznej w warstwach granatów domieszkowanych jonami kobaltu w szerokim zakresie temperatur. Badania zostały przeprowadzone na nowym, specjalnie zaprojektowanym, przygotowanym i zoptymalizowanym układzie stosując i rozwijając unikatową metodę czasowo-przestrzennego obrazowania magnetoptycznego dynamiki precesji oraz przełączania magnetyzacji.

Wykorzystując możliwości eksperymentalne zbadano nowe scenariusze przełączania fotomagnetycznego zarówno w przypadku przełączenia stanu monodomenowego, wielodomenowego jak i w przypadku przełączenia pojedynczych domen cylindrycznych. Analiza trajektorii przełączeń między wieloma stanami magnetyzacji umożliwiła wykazanie braku wzajemności dynamiki przełączania, wynikającego z magnetokrystalicznej symetrii granatów oraz momentu skracającego indukowanego liniowo spolaryzowanymi impulsami lasera o ortogonalnych kierunkach. Do wyjaśnienia dynamiki przełączenia magnetyzacji opracowano model teoretyczny w ramach formalizmu opartego o równanie Landaua-Lifshitz-Gilberta, zawierający tensor fotomagnetycznej podatności.

W pracy zaprezentowano po raz pierwszy efekt nietermicznego, zwrotnego przełączania magnetyzacji indukowanego wyłącznie kolejnością femtosekundowych impulsów lasera bez zmiany ich kierunku polaryzacji. Dotychczas efekt zwrotnego przełączania obserwowano wyłącznie w materiałach metalicznych, w których przełączenie magnetyzacji bazuje na mechanizmie termicznego rozmagnesowania. Nowy efekt 'zimnego' zwrotnego przełączania magnetyzacji zaobserwowano przy zastosowaniu warstw granatów wytworzonych bez zniekształceń symetrii magnetokrystalicznej w bardzo szerokim zakresie temperatur $\pm 100^\circ\text{C}$. Zaprezentowano również możliwość sterowania energią przełączania, związaną z dyssypacją ciepła, poprzez zmiany intensywności impulsu lasera oraz magnetycznej anizotropii granatów. Pokazano również że, czas przełączenia i jego efektywność są wzajemnie konkurencyjnymi parametrami. Wykorzystując nowy mechanizm zwrotnego przełączania w granatach możliwe jest uzyskanie zapisu magnetycznego z częstotliwością sięgającą 50 GHz. W trakcie takiego zapisu temperatura materiału zmieni się o około 0.6 K, co otwiera nowe możliwości w dziedzinie topologicznej opto-spintroniki i zimnego ultraszybkiego zapisu magnetycznego.