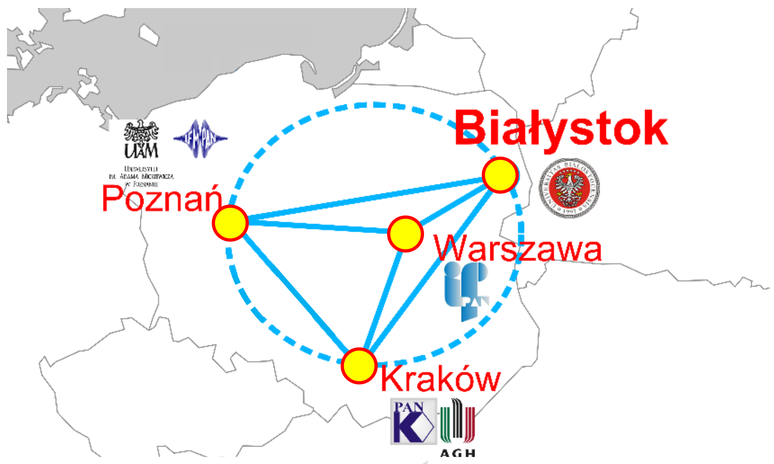
Sterowanie magnetyzmem w skali nanometrów

R.Gieniusz[1], W.Dobrogowski[1], J.Kisielewski[1], M.Kisielewski[1], Z.Kurant[1], P.Mazalski[1,2], A.Stupakiewicz[1], I.Sveklo[1], M.Tekielak[1], L.Baczewski[3], A.Wawro[3], P.Kuświk[4], F.Stobiecki[4], A.Maziewski[1]

[1]Wydział Fizyki, Uniwersytet w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1L, 15-245 Białystok, [2]Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN, Niezapominajek 8, 30-239 Kraków; [3]Instytut Fizyki PAN, Aleja Lotników 32/46, 02-668 Warszawa; [4]Instytut Fizyki Molekularnej PAN, ul. M. Smoluchowskiego 17, 60-179 Poznań

W czasie wieloletniej współpracy kilku polskich zespołów badawczych tworzących Krajowe Centrum Nanofizyki i Spintroniki – SPINLAB (Rys.1), wytwarzano ultracienkie struktury warstwowe oraz badano ich właściwości magnetyczne i strukturalne. Zespół z Białegostoku opublikował z zakresu nanomagnetyzmu ok. 250 prac w czasopismach naukowych z listy filadelfijskiej.



Rys.1. Partnerzy Krajowego Centrum Nanofizyki i Spintroniki - SPINLAB

W prezentacji pokazano wybrane wyniki [1,2,3] zmian uporządkowania magnetycznego, składowej prostopadłej magnetyzacji $m_\perp$, uzyskane za pomocą metod magnetooptycznych PMOKE i MFM. Wyniki te mogą być wykorzystane przykładowo w pamięciach magnetycznych z zapisem prostopadłym lub do wytwarzania sztucznych kryształów np. kryształów magnonicznych.

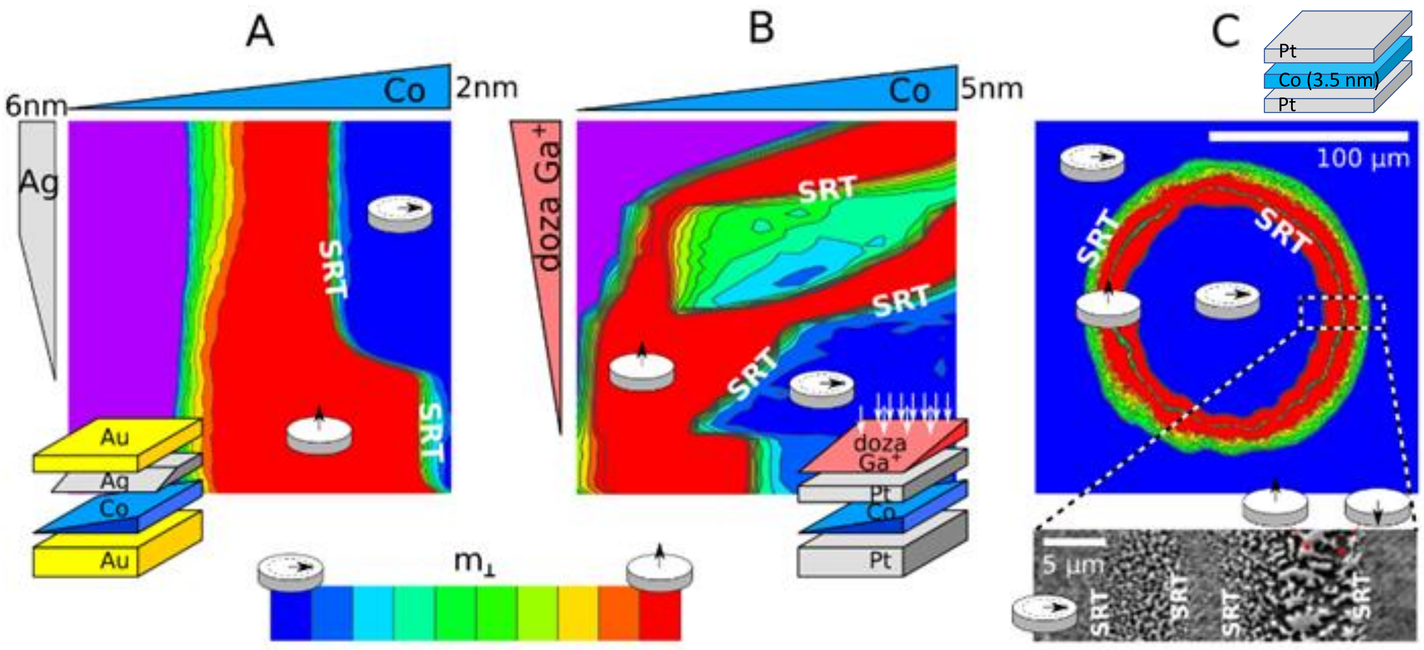
Na Rys. 2 zobrazowano nieodwracalne zmiany uporządkowania magnetycznego wywołane przez:

(i) wytworzenie struktury warstwowej Au/Co/(Ag)/Au [1] (Rys. 2A);

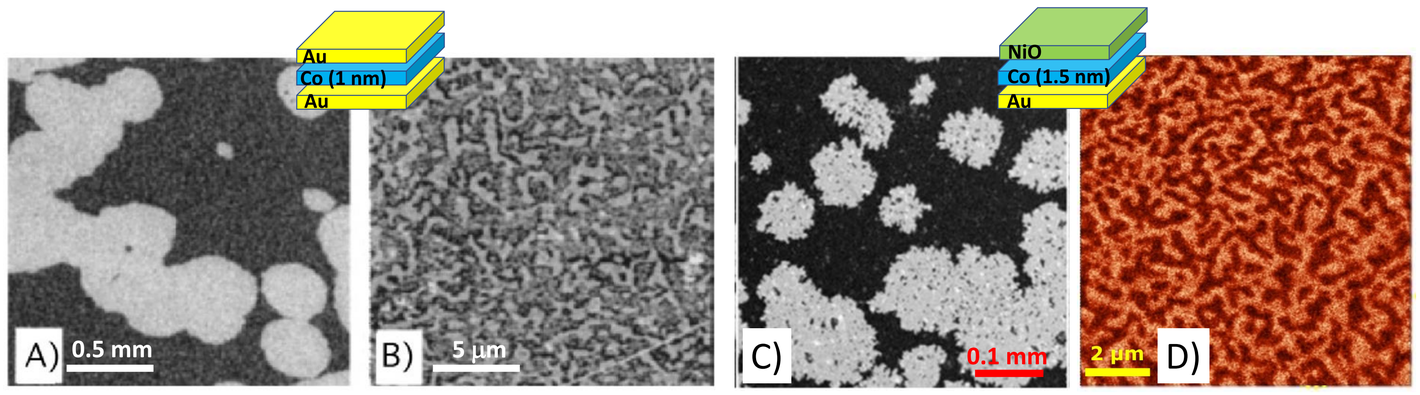
(ii) bombardowanie jonami Ga+ układu Pt/Co/Pt [1] (Rys. 2B));

(iii) naświetlanie femtosekundowymi impulsami światła warstwy Co z namagnesowaniem w płaszczyźnie [2] (Rys. 2C).

Na Rys. 3 pokazano możliwość silnego, odwracalnego zmniejszania rozmiarów struktury domenowej w zakresie od setek mikrometrów do setek nanometrów poprzez wywołanie SRT z wykorzystaniem pola magnetycznego lub temperatur.



Rys. 2. Nieodwracalne zmiany uporządkowania magnetycznego w nanostrukturach, generowane przez: (A) proces wzrostu struktury [1]; ze wzrostem grubości Co następuje przejście od stanu super-paramagnetycznego (obszar fioletowy) do uporządkowania prostopadłego (obszar czerwony) a następnie reorientacja magnetyzacji (granica SRT) do płaszczyzny (niebieski); (B) bombardowanie wiązką jonów [1] – pojawia się obszar ze składową prostopadłą magnetyzacji (kolor czerwony) przy grubościach Co posiadających pierwotnie namagnesowanie w płaszczyźnie (kolor niebieski); (C) naświetlanie femtosekundowymi impulsami światła [2] – pojawiają się obszary o kształcie pierścieni z prostopadłą magnetyzacją, widoczne są domeny o rozmiarach submikronowych na granicy obszaru SRT (patrz dodatkowy obraz MFM wybranego fragmentu próbki). Barwne rysunki PMOKE, posiadają wspólną skalę barw kodującą składową prostopadłą magnetyzacji.



*Rys. 3 Obrazy struktury domenowej uzyskane po zastosowaniu różnych sposobów rozmagnesowania: (i) **warstwy Co (1nm) [1]** (A) obraz PMOKE uzyskany po przyłożeniu prostopadłego pola magnetycznego nasycającego próbkę i preferującego "czarne" domeny i następnie impulsu pola indukującego domeny "białe"; (B) obraz MFM po przyłożeniu impulsu pola zorientowanego w płaszczyźnie próbki (o wartości większej od pola anizotropii próbki) [1]; (ii) **warstwy Co (1.5 nm)** [3] (C) obraz PMOKE uzyskany analogicznie jak obraz (A); (D) obraz MFM zarejestrowany po schłodzeniu próbki od temperatury 150^0 C do temperatury pokojowej w zerowym polu magnetycznym.*

1. A.Maziewski, J.Fassbender, J.Kisielewski, M.Kisielewski, Z.Kurant, P.Mazalski, F.Stobiecki, A.Stupakiewicz, I.Sveklo, M.Tekielak, A.Wawro, and V.Zablotskii, Phys. Status Solidi A, 211, (2014) 1005.
2. M.Kisielewski, J.Kisielewski, I.Sveklo, A.Wawro, A.Maziewski, IEEE Trans. Magn. 53 (2017) 2301204.
3. P.Mazalski, B.Anastaziak, P.Kuświk, Z.Kurant, I.Sveklo, A.Maziewski. J.M.M.M. 508 (2020) 166871

Słowa kluczowe: nanostruktury, anizotropia magnetyczna, polarny magnetooptyczny efekt Kerra PMOKE, reorientacja magnetyzacji SRT, mikroskopia sił magnetycznych MFM.

Poster available in English: