

Інститут магнетизму НАН України та МОН України



НАНОСТРУКТУРОВАНІ МАГНІТНІ КОМПОЗИТИ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕРМОЕЛЕКТРОННОГО КЕРУВАННЯ ТА ТЕРМОСТАБІЛІЗАЦІЇ

Керівник – проф. Олександр Товстолиткін

Термін виконання – 2020-2021 рр.

№ держреєстрації – 0120U100457



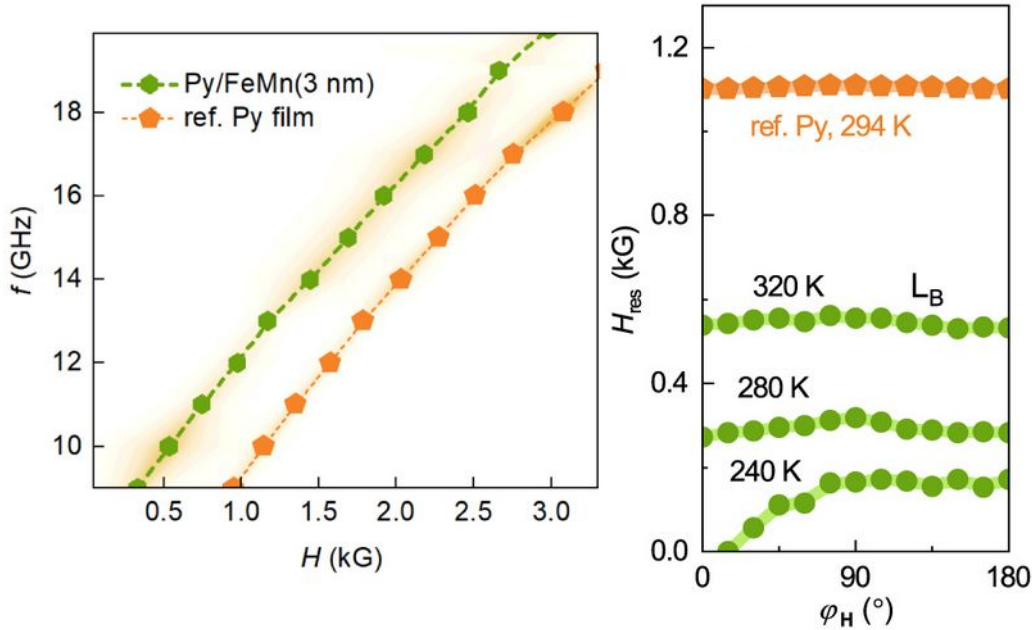
**Програмно-цільова та конкурсна тематика НАН України,
конкурс наукових і науково-технічних робіт НАН України за
бюджетною програмою «Підтримка розвитку пріоритетних
напрямів наукових досліджень» (КПКВК 6541230)**

МЕТА НДР

Метою проєкту є розробка магнітних наноструктур з керованим перемиканням магнітних конфігурацій в заданому температурному діапазоні; з'ясування закономірностей впливу параметрів окремих компонентів наноструктури на характеристики магнітного переходу та магнітно-індуковану зміну ентропії; розробка фізичних основ створення функціональних елементів нового типу для термостабілізації мікророзмірних компонентів електронних схем та сенсорів температури.

Об'єктами дослідження є три- та багатошарові наноструктури, що містять ферромагнітні шари на основі елементів групи заліза та слабкомагнітний (антиферромагнітний) спейсер на основі сплавів заліза з хромом/марганцем. Як складова частина роботи, також досліджені одно- та/або двошарові плівки з метою відпрацювання режимів виготовлення та оптимізації магнітних характеристик кожного з компонентів.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

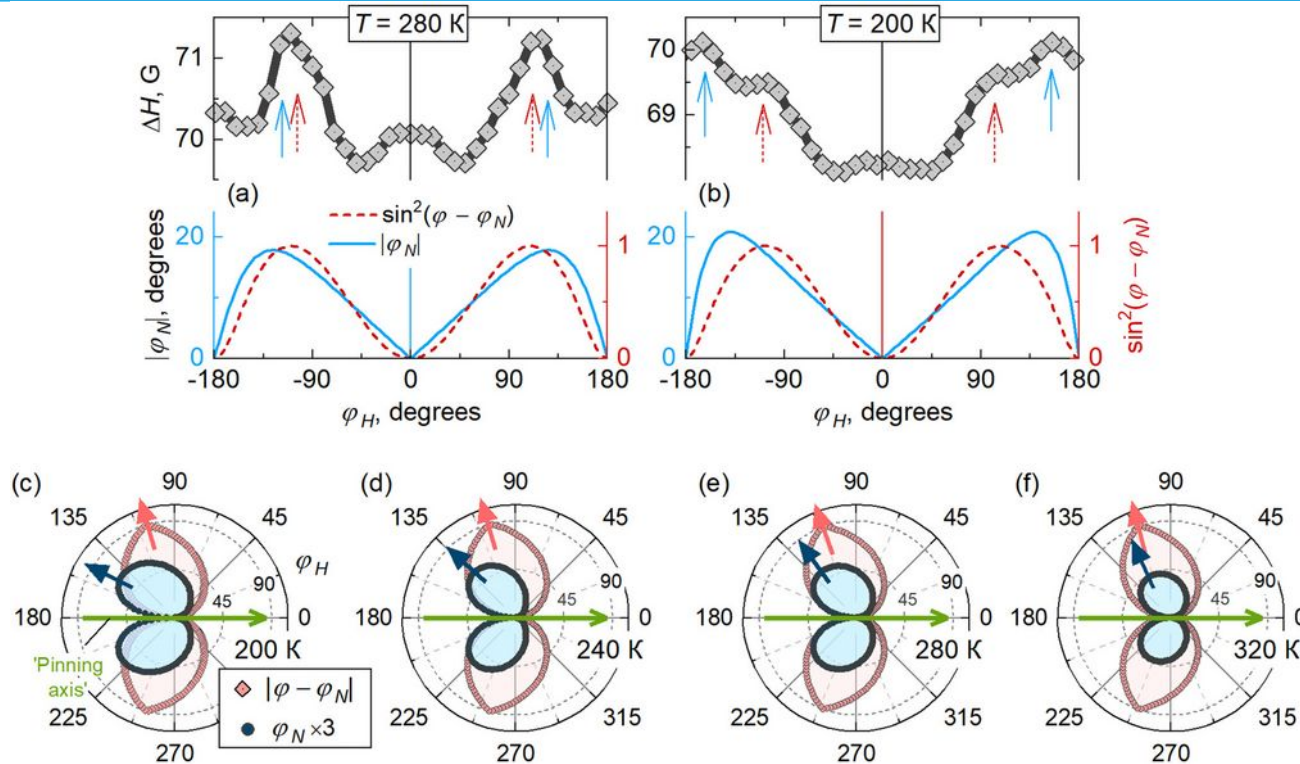


Зліва – залежність резонансного поля від частоти, виміряна при кімнатній температурі для двошарової плівки Py/FeMn (3 нм), у порівнянні з контрольною плівкою Py. Справа – відповідні кутові профілі резонансного поля при вибраних температурах.

Відомо, що обмінне зміщення в двошарових структурах ферромагнетик/антиферромагнетик підвищує частоту феромагнітного резонансу, однак призводить до сильної кутової залежності частоти. Нами спостережено **ізотропне підвищення частоти феромагнітного резонансу** в двошарових структурах Py/FeMn з надтонким FeMn, яке відповідає **обертівій**, а не односпрямованій магнітній **анізотропії**, що пов'язана з ефектом близькості ферромагнетиків. Розрахункове **ефективне поле анізотропії**, що діє на момент, індукований близькістю, в надтонкому FeMn **може досягати 0.5 T** при кімнатній температурі. Ці результати показують потенціал феромагнітного ефекту близькості для високошвидкісних спітронних застосувань.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

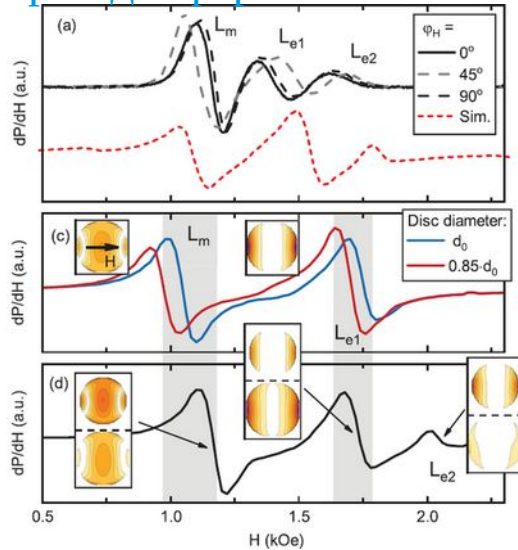
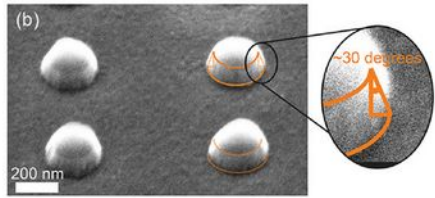
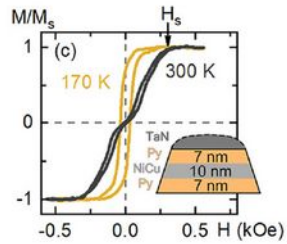
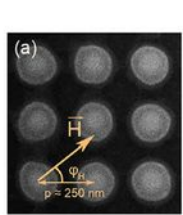
Вперше запропоновано підхід для розділення та характеристики дисипативних процесів, що протікають в об'ємі антиферомагнетика та на інтерфейсі між антиферомагнетиком і феромагнетиком. Визначено особливості трансформації процесів дисипації при відхиленні вектора Нееля антиферомагнетика від напрямку обмінного закріплення. Зроблено висновок щодо ефективності запропонованого методу для дослідження процесів спінового розсіяння в окремих шарах та на інтерфейсах між ними в складних магнітних системах.



Кутові залежності ширини лінії ΔH для структури Ru/FeMn(5nm)/Cu/Ru та відповідні розрахунки кута відхилення вектора Нееля при різних температурах

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Досліджено колективну спінову динаміку *масивів синтетичних антиферромагнетиків* (САФ), побудованих на базі тришарових нанодисків феромагнетик/ парамагнетик/ феромагнетик, в яких спейсер зазнає фазовий перехід “феромагнетик-парамагнетик”. Показано, що за температур вище точки Кюрі спейсера, для таких систем властивий резонанс вищих порядків, з двома неоднорідними у просторі граничними модами, кожна з яких збуджується переважно у одному з феромагнітних шарів нанодиску.



СЕМ-зображення наноточок синтетичних антиферромагнетиків та петлі гістерезуси за різних температур (зліва), спектри ФМР та змодельовані профілі спін-хвильових мод (справа).

Експериментально продемонстровано можливість **ефективного термічного контролю над поведінкою нанодисків**: при зменшенні температури виникає обмінна взаємодія між феромагнітними шарами, внаслідок чого відбувається трансформація САФ у квазі-одношарові диски, для яких характерна лише одна гранична мода.

ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ

1. Polishchuk D.M., Nakonechna O.I., Lytvynenko Ya.M., Kuncser V., Savina Yu.O., Pashchenko V.O., Kravets A.F., Tovstolytkin A.I., Korenivski V., Temperature and thickness dependent magnetostatic properties of [Fe/Py]/FeMn/Py multilayers, [Low Temp. Phys. 47, 483 \(2021\)](#).
2. Polishchuk D.M., Polek T.I., Borynskyi V.Yu., Kravets A.F., Tovstolytkin A.I., Korenivski V., Isotropic FMR frequency enhancement in thin Py/FeMn bilayers under strong magnetic proximity effect, [J. Phys. D: Appl. Phys. 54, 305003 \(2021\)](#).
3. Borynskyi V.Yu., Polishchuk D.M., Melnyk A.K., Kravets A.F., Tovstolytkin A.I., Korenivski V., Higher-order ferromagnetic resonances in periodic arrays of synthetic-antiferromagnet nanodisks, [Appl. Phys. Lett. 119, 192402 \(2021\)](#).
4. Golub V., Aseguinolaza I.R., Salyuk O., Popadiuk D., Sharay I., Fernández R., Alexandrakis V., Bunyaev S.A., Kakazei G.N., Barandiarán J.M., Chernenko V.A., Thickness dependences of structural and magnetic properties of Ni(Co)MnSn/MgO(001) thin films, [J. All. Comp. 862, 158474 \(2021\)](#).