Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0222U001260

Державний реєстраційний номер: 0119U101609

Відкрита

Дата реєстрації: 26-01-2022

1. Етапи виконання

Номер етапу: 3

Назва етапу: Дослідження взаємодії електромагнітних сигналів у спінтронних наноструктурах на основі антиферомагнітних матеріалів

Початок етапу: 01-2021

Закінчення етапу: 12-2021

Вид звітного документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Державна організація "Відділення цільової підготовки Київського національного університету імені Тараса Шевченка при Національній академії наук України"

Код ЄДРПОУ/ІПН: 16463392

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: вул. Володимірська, 54, м. Київ, Київська обл., 01601, Україна

Телефон: 380444247241

E-mail: edu@imag.kiev.ua

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Національна академія наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 00019270

Адреса: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01061, Україна

Підпорядкованість:

Телефон: 380442343243

E-mail: prez@nas.gov.ua

WWW: http://nas.gov.ua

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 2201030

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 334.756 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Елементи надшвидких нейронних систем на основі антиферомагнітних спінтронних наноструктур.

Назва роботи (англ)

Elements of ultrafast neuron systems on the basis of antiferromagnetic spintronic nanostructures.

Реферат (укр)

Розроблено теоретичну модель генератора сигналів терагерцового діапазону частот на основі високодобротного діелектричного резонатора з включеними у нього антиферомагнітними (АФМ) спіновими осциляторами Холла (СОХ) та проаналізовано електродинамічні властивості такого пристрою. Проаналізовано процеси синхронізації коливань намагніченості в АФМ СОХ джозефсонівського типу і визначено умови ефективної синхронізації такого СОХ із зовнішнім монохроматичним сигналом різної частоти та амплітуди. Проведено теоретичний аналіз та оптимізацію моделей пристроїв на основі АФМ спінтронних наноструктур і встановлено, що вихідна потужність генератора сигналів на основі кількох АФМ СОХ, розміщених всередині діелектричного резонатора, збільшується зі збільшенням частоти обертання магнітних підґраток АФМ шару СОХ, а також зі збільшенням кількості СОХ. Показано, що для детектора терагерцових сигналів на основі АФМ тунельного контакту підбираючи площу поперечного перерізу контакту та товщину тунельного бар'єру, можна в широких межах змінювати опір, ємність та індуктивність системи, які, в свою чергу, впливають на електродинамічні характеристики детектора. Вперше запропоновано підхід для розділення та характеризації дисипативних процесів, що протікають в об'ємі антиферомагнетика та на інтерфейсі між антиферомагнетиком і феромагнетиком. Досліджена спінова динаміка антиферомагнетиків при наявності атомних дислокацій і породжуваних ними спінових дисклінацій. Зроблено короткий огляд альтернативних феноменологічних підходів до спінової динаміки антиферомагнетиків з огляду на сучасний інтерес до надшвидкісної спінової динаміки та її застосування. Розроблені масиви асиметричних синтетичних ферімагнетиків з температурно керованою міжшаровою взаємодією через прошарки розбавлених феромагнетиків, як функціональні елементи сучасних пристроїв спінтроніки та магноніки.

Реферат (англ)

A theoretical model of a terahertz frequency signal generator based on a high-quality dielectric resonator with antiferromagnetic (AFM) spin Hall oscillators (SHO) included in it has been developed and the electrodynamic properties of such a device have been analyzed. The processes of synchronization of magnetization oscillations in AFS of Josephson type AFM are analyzed and the conditions of effective synchronization of such SHO with external monochromatic signal of different frequency and amplitude are determined. Theoretical analysis and optimization of AFM models based on spintron nanostructures was performed and it was found that the output power of the signal generator based on several AFM SHOs placed inside the dielectric resonator increases with increasing rotational speed of the AFM magnetic sublattice. It has been shown that for a terahertz detector based on tunnel contact AFM, by selecting the contact cross-sectional area and the thickness of the tunnel barrier, the resistance, capacitance and inductance of the system can be varied, which in turn affects the electrodynamic characteristics of the detector. For the first time, an approach has been proposed for the separation and characterization of dissipative processes occurring in the volume of the antiferromagnet and at the interface between the antiferromagnet and the ferromagnet. The spin dynamics of antiferromagnets in the presence of atomic dislocations and the spin disclinations generated by them have been studied. A brief overview of alternative phenomenological approaches to the spin dynamics of antiferromagnets is given in view of the current interest in high-speed spin dynamics and its application. Arrays of asymmetric synthetic ferromagnets with temperature-controlled interlayer interaction through layers of dilute ferromagnets have been developed as functional elements of modern spintronics and magnon devices.

Індекс УДК: 548:537.611.45;548:537.611.44, 537.6; 538.9

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.19.43

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Результати числового моделювання процесу генерації імпульсних сигналів у спіновому осциляторі Холла на основі біанізотропного антиферомагнетика, що керується слабким вхідним змінним струмом і сталим струмом зміщення. Теоретична модель динаміки намагніченості у феримагнітних матеріалах з антипаралельно направленими спіновими підґратками під дією спін-обертового ефекту.

Назва продукції (англ): Results of numerical modeling of the process of pulse signal generation in a spin Hall oscillator based on a bianisotropic antiferromagnet controlled by weak input AC and DC bias. A theory of magnetization dynamics in ferromagnetic materials with antiparallel aligned spin sublattices under the action of spin-transfer torques (STTs).

Очікувані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Електронно-керовані елементи та пристрої в мікроелектроніці та спінтроніці

Опис продукції (укр): Вперше запропоновано підхід для розділення та характеризації дисипативних процесів, що протікають в об'ємі антиферомагнетика та на інтерфейсі між антиферомагнетиком і феромагнетиком. Досліджена спінова динаміка антиферомагнетиків при наявності атомних дислокацій і породжуваних ними спінових дисклінацій. Зроблено короткий огляд альтернативних феноменологічних підходів до спінової динаміки антиферомагнетиків з огляду на сучасний інтерес до надшвидкісної спінової динаміки та її застосування. Розроблені масиви асиметричних синтетичних ферімагнетиків з температурно керованою міжшаровою взаємодією через прошарки розбавлених феромагнетиків, як функціональні елементи сучасних пристроїв спінтроніки та магноніки.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження: 01.202112.2021

Виробник продукції: Інститут магнетизму Національної академії наук України та Міністерства освіти України

Споживачі продукції: Національна академія наук України

Перспективні ринки: Україна, країни ближнього та дальнього зарубіжжя

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

1. P.Yu. Artemchuk, O.V. Prokopenko, E.N. Bankowski, T.J. Meitzler, V.S. Tyberkevych, and A.N. Slavin, and A. N. Slavin, RF signal detector and energy harvester based on a spin-torque diode with perpendicular magnetic anisotropy, AIP Advances 11, 025234 (2021).

2. P.Yu. Artemchuk, J. Zhang, O.V. Prokopenko, E.N. Bankowski, T.J. Meitzler, I.N. Krivorotov, J.A. Katine, V.S. Tyberkevych, and A.N. Slavin. Measurement of microwave signal frequency by a pair of spin-torque microwave diodes, IEEE Magn. Lett. 12, 4502205 (2021).

3. D.M. Polishchuk, O.I. Nakonechna, Ya.M. Lytvynenko, V. Kuncser, Yu.O. Savina, V.O. Pashchenko, A.F. Kravets, A.I. Tovstolytkin, V. Korenivski. Temperature and thickness dependent magnetostatic properties of [Fe/Py]/FeMn/Py multilayers, ФНТ 47(6), 520 (2021).

4. V.Yu. Borynskyi, D.M. Polishchuk, A.K. Melnyk, A.F. Kravets, A.I. Tovstolytkin and V. Korenivski, Higher-order ferromagnetic resonances in periodic arrays of synthetic-antiferromagnet nanodisks, Appl. Phys. Lett. 119, 192402 (2021).

5. D.M. Polishchuk, T.I. Polek, V.Yu. Borynskyi, A.F. Kravets, A.I. Tovstolytkin, V. Korenivski, Isotropic FMR frequency enhancement in thin Py/FeMn bilayers under strong magnetic proximity effect, J. Phys. D: Appl. Phys. 54, 305003 (2021).

6. E.G. Galkina and B.A. Ivanov, Phenomenological description of spin dynamics in antiferromagnets: Short history and modern development, Low Temp. Phys. 47, 765 (2021).

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 187

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Іванов Боріс Олексійович (д. ф.-м. н., член-кор.)

Кравець Анатолій Федорович (д. ф.-м. н., с.н.с.)

Литвиненко Ярина Миколаївна (к. ф.-м. н., с.н.с.)

Прокопенко Олександр Володимирович (д. ф.-м. н., професор)

Пустовіт Юрій Валерійович (к. ф.-м. н., с.н.с.)

Слободянюк Денис Володимирович (к. ф.-м. н., с.н.с.)

Керівник організації:

Погорілий Анатолій Миколайович (д. ф.-м. н., професор)

Керівники роботи:

Товстолиткін Олександр Іванович (д. ф.-м. н., професор)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.