Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0220U000702

Державний реєстраційний номер: 0120U000267

Відкрита

Дата реєстрації: 14-12-2020

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Нанокомпозити надпровідник - феромагнітний напівметал та феромагнітні сплави Гойслера: експериментальні дослідження та теоретичні розрахунки властивостей перспективних нано-гетеро-матеріалів спінової електроніки

Початок етапу: 04-2020

Закінчення етапу: 12-2020

Вид звітного документа: Проміжний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05420497

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: 03680 Київ пр.Науки, 46

Телефон: +38 044 524 0480

E-mail: donfti.nanu@ukr.net

Інше: donphti.kiev.ua

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05420497

Адреса: 03680 Київ пр.Науки, 46

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Телефон: +38 044 524 0480

E-mail: donfti.nanu@ukr.net

Інше: donphti.kiev.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: 6541030

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 182.000 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Нано-гетеро-структури на основі напівметалевих феромагнетиків та надпровідників як перспективні функціональні матеріали спінової електроніки: електричні, магнітні та оптичні властивості, ефекти електронного топологічного стану

Назва роботи (англ)

Nano-hetero-structures on the base of magnetic half-metals and superconductors as promising functional materials for superconducting spintronics: electrical, magnetic and optical properties, effects of electronics topological state

Реферат (укр)

Мета роботи - експериментальні дослідження та теоретичні розрахунки фізичних властивостей перспективних нано-гетеро-матеріалів та встановлення науково обґрунтованих принципів формування нових функціональних матеріалів для спінової електроніки. Об'єкти дослідження - нанокомпозити надпровідник - феромагнітний напівметал, кристалічні та аморфні плівки нікелю, гібридні нано-гетеро-структури на основі надпровідників та магнетиків. Методи дослідження - Андрєєвська спектроскопія; вимірювання транспортних/резистивних властивостей нанокомпозитів; магнітні, магнітооптичні, транспортні та оптичні вимірювання, дослідження з електронної мікроскопії; варіювання щільності та об'ємної концентрації компонент; теоретичне моделювання транспортних властивостей нанорозмірних гібридних структури на основі надпровідників та магнетиків. Досліджено перехід у надпровідний стан нанокомпозитів з мікрочастинок надпровідника Bi2Sr2Ca2Cu3O6 з d-симетрією параметра порядку (Bi2223) і наночастинок магнетика La2/3Sr1/3MnO3 (LSMO) - Bi2223:LSMO нанокомпозити. Встановлено, що експериментальні залежності резистивного надпровідного переходу та вольт-амперні характеристики надпровідних об'ємних нанокомпозитних зразків, зі змістом компонентів Bi2223:LSMO (4:1), добре описується моделлю Березинского - Костерлица - Таулеса для двомірних надпровідників. Спостережувані транспортні особливості, обумовлені протіканням струму повз феромагнітні наногранули LSMO, які покривають Bi2223 мікрогранули. Встановлено вплив структури плівок Ni на ступінь спінової поляризації електронів провідності, а також на інші фізичні (переважно магнітні) властивості, що мають суттєве значення для спінової електроніки. Виявлено, що відпал аморфних плівок Ni при температурах (Твідп = 300 - 350 С) викликає їх кристалізацію з формуванням ГЦК фази, поновлює їх магнітні, оптичні, магнітооптичні, транспортні властивості, які є типовими для масивного кристалічного нікелю. На базі існуючої технології, виготовлено сплави Хойслера для подальшого детального дослідження особливостей їх електронної будови та фізичних властивостей. Сплав Fe2CrGa отримано однофазним і є придатним для подальшого дослідження його фізичних характеристик. Сплави Co2ZrGe та Co2HfGe через свою дво- або багатофазність визнано непридатними для подальшого експериментального дослідження. Для їх виготовлення потребується удосконалення існуючої технології. Досліджено провідність і струмові флуктуації в шаруватих гібридних структурах, утворених металевим інжектором, нанорозмірним ізолятором, нормальним металевим прошарком і надпровідником. Показано, що виміри дробового шуму і диференціальної провідності в таких зразках можуть служити джерелом надійної інформації щодо присутності в надпровіднику двох енергетичних зон з різними надпровідними щілинами.

Реферат (англ)

The goals of the work - experimental research and theoretical calculations of physical properties of perspective nano-hetero-materials and establishment of scientifically substantiated principles of novel functional materials for spin electronics. Objects of research - superconductor - half-metal ferromagnet nanocomposites, crystalline and amorphous nickel films, hybrid nano-heterostructures based on superconductors and magnets. Research methods - Andreev spectroscopy; measurement of transport/resistive properties of nanocomposites; magnetic, magneto-optical, transport and optical measurements, electron microscopy studies; variations of density and volume concentration of components; theoretical modeling of transport

properties of nanoscale hybrid structures based on superconductors and magnets. The transition to a superconducting state of nanocomposites from microparticles of the Bi2Sr2Ca2Cu3O6 superconductor with a d-symmetry of the order parameter (Bi2223) and nanoparticles of the magnet La2/3Sr1/3MnO3 (LSMO) - Bi2223: LSMO nanocomposites has been investigated. It is established that experimental dependences of the resistive superconducting transition and current-voltage characteristics of superconducting bulk nanocomposite samples, with the content of Bi2223: LSMO components (4: 1), are well described by the Berezinsky - Kosterlitz - Thouless model for two-dimensional superconductors. The observed transport features are due to the current flow along the ferromagnetic nanogranules LSMO, which cover Bi2223 microgranules. The influence of Ni film structure on the degree of the spin polarization of conduction electrons, as well as on other physical (mainly magnetic) properties that are essential for spin electronics, has been established. It was found that annealing of amorphous Ni films at temperatures (Tann = 300 - 350 C) causes their crystallization with the formation of FCC phase, restores their magnetic, optical, magneto-optical, and transport properties, that are typical for massive crystalline nickel. Using existing technology, Heusler alloys have been prepared for further detailed study of their electronic structure and physical properties. Single-phase Fe2CrGa alloy suitable for further study of its physical characteristics was obtained. Two- or multiphase Co2ZrGe and Co2HfGe alloys were considered unsuitable for further experimental research. Their fabrication requires improvement of the existing technology. Conductivity and current fluctuations in layered hybrid structures formed by a metal injector, nanosized insulator, normal metal layer and a superconductor have been studied. It is shown that the measurements of the shot noise and differential conductivity in such samples can serve as a source of reliable information about the presence of two energy bands with different superconducting gaps.

Індекс УДК: 548:537.621;538.955-405;539.21:537.621, 537.6; 538.945; 539.21; 538.945

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.19.37

6. Науково-технічна продукція (НТП)

7. Бібліографічний опис

1. E. Zhitlukhina, M. Belogolovskii, P. Seidel Electronic noise generated by a temperature gradient across a hybrid normal-metal-superconductor nanojunction // Applied Nanoscience (2020). 2. О.С. Житлухіна Струмовий шум в металевих контактах на основі двощілинних надпровідників // Металофізика та новітні технології. - Т. 42, № 9. - С. 1197-1206 (2020). 3. V.Yu. Dmitrenko, V.N. Krivoruchko, V.Yu. Tarenkov Proximity-induced triplet superconductivity in Bi2Sr2Ca2Cu3O6+x:La2/3Sr1/3MnO3 nanocomposites // Materials of the International Meeting "Clusters and nanostructured materials (CNM-6)" - Uzhgorod, Ukraine, 2020 - 374 p. - P. 205-208. 4. E. Zhitlukhina. Surface nanoscale structure of superconducting films probed by junction spectroscopy// Materials of the International Meeting "Clusters and nanostructured materials (CNM-6)" - Uzhgorod, Ukraine, 2020 - 374 p. - P. 328. 5. E. Zhitlukhina, M. Belogolovskii, P. Seidel. Anomalously enhanced thermal noise in quantum rings // Abstract Book International research and practice conference: Nanotechnology and Nanomaterials (NANO-2020) 26-29 August 2020, Lviv, Ukraine, P. 475. 6. E.A. Koshina, V.N. Krivoruchko Resonant Andreev reflection in a ferromagnetic normal metal - magnetic quantum dot - superconductor structure in magnetic field // Abstract Book International research and practice conference: Nanotechnology and Nanomaterials (NANO-2020) 26-29 August 2020, Lviv, Ukraine, P. 230.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 95

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Дмитренко В.Ю.

Житлухіна О.С.

Кудрявцев Ю.В.

Таренков В.Ю.

Уваров М.В.

Керівник організації:

Білошенко Віктор Олександрович (д. т. н., професор)

Керівники роботи:

Криворучко Володимир Миколайович (д. ф.-м. н., професор)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.