Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0822U100165

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-01-2022

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шуляренко Денис Олегович
2. Shuliarenko Denys O.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 23-12-2021

Спеціальність за освітою: Електронні прилади та пристрої

Місце роботи здобувача: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 55.051.027

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 81.33.33.05, 81.33.35.17

Тема дисертації:

1. Температурні та концентраційні ефекти в електро- і магніторезистивних властивостях багатокомпонентних плівкових наноструктур.

2. Temperature and concentration effects in electro- and magnetoresistive properties of multicomponent thin-film nanostructures.

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена встановленню загальних закономірностей впливу концентраційних, розмірних та температурних ефектів на електро- і магніторезистивні властивості нанорозмірних плівкових матеріалів, сформованих на основі пермалоєвого сплаву Ni80Fe20 та Ag. У відповідності до поставлених задачами комплексних досліджень структурно-фазового стану та електро- і магніторезистивних властивостей нанорозмірних плівкових матеріалів на основі пермалоєвого сплаву Ni80Fe20 та Ag були застосовані наступні методи: одночасна та пошарова електронно-променева конденсація у вакуумі; метод кварцового резонатора для вимірювання товщини in-situ; методи просвічуючої електронної мікроскопії, атомно-силової мікроскопії та електронографії для дослідження кристалічної структури і фазового складу; енергодисперсійний спектральний аналіз для визначення концентраційного складу зразків; метод високоточної резистометрії при дослідженні електрофізичних та магніторезистивних властивостей. Показано, що одношарові плівки пермалоєвого сплаву Ni80Fe20, як і одношарові плівки Ag, до та після термообробки за Тв = 700 К мають однофазний склад, що відповідає ГЦК-Ni3Fe (а = 0,353-0,355 нм) та ГЦК-Ag (а = 0,407-0,408 нм). З'ясовано, що фазовий стан нанорозмірних плівкових матеріалів сформованих на основі пермалоєвого сплаву Ni80Fe20 та Ag після конденсації, незалежно від концентрації атомів срібла у системі, представляє собою комбінацію ГЦК-Ni3Fe + ГЦК-Ag з середніми значеннями параметрами граток (ГЦК-Ni3Fe) = 0,353 нм та (ГЦК-Ag) = 0,407 нм. Температурна обробка досліджуваних зразків за темпеператрного інтервалу Тв = 300-700 К не змінює фазовий стан системи. Нанорозмірна система залишається двофазною: ГЦК-Ni3Fe + ГЦК-Ag з параметрами ґратки = 0,356 та 0,408 нм, відповідно. На мікрознімках кристалічної структури зразків за cAg =32-60 ат.%, можна виділити нанорозмірні зерна (L = 2-5 нм.) та кристаліти з середнім розміром до 50 нм, що відповідають відповідно феромагнітній та немагнітній компонентам системи. У випадку cAg > 70 ат.%, кристалічна структура плівкової системи (Ру+Ag)/П може бути описана так: нарозмірні зерна феромагнітної компоненти випадковим чином розподілені в об'ємі немагнітного матеріалу. Встановлені закономірності в концентраційних та розмірних залежностях питомого опору, термічного коефіцієнту опору та температури заліковування дефектів для нанорозмірних матеріалів в інтервалі концентрацій cAg = (5-95) ат.%. Показано, що додавання Ag до пермалоєвого сплаву Ni80Fe20 та збільшенні концентрації cAg з 26 до 48 ат.% спричиняє зростання величини ▫ у системі (Ру+Ag)/П до 2,5•10 – 7 Ом•м у порівнянні з даними для одношарових плівок пермалоєвого сплаву Ni80Fe20 за d = 55 нм (▫(Ру) = 2,0•10 – 7 Ом•м). Подальше збільшення концентрації атомів Ag призводить до різкого зменшення питомого опору до величини ▫, характерної для одношарової плівки Ag(55)/П, що складає 1,7•10 – 7 Ом•м, що пов'язано зі зміна у кристалічній структурі зразків. На концентраційних залежностях ▫(cAg) спостерігається мінімум при cAg = 48 ат.%, якому відповідає величина ▫ = 1,8•10 3 К-1. Показано, що для нанорозмірних плівкових матеріалів (Ру+Ag)/П також є характерним прояв розмірного ефекту в терморезистивних властивостях. Зростання загальної товщини з 20 до 100 нм спричиняє різке зменшення величини питомого опору у 5-6 разів, в той час як величина ТКО збільшується у 2-3 рази. Максимальне значення ізотропного магніторезистивного ефекту при вимірюванні за кімнатної температури для свіжосконденсованих зразків становить 1,85 % (cAg = 60 ат.% та d = 100 нм), а для термовідпалених – 1,80 % (Тв = 500 К, cAg = 60 ат.% та d = 60 нм). Збільшення індукції прикладеного зовнішнього магнітного поля з 500 мТл до 1,5 Т не впливає на форму польової залежності магнітоопору МО(В): гістерезис і насичення відсутні та при цьому відбувається зростання величини МО до 2,5%. Зменшення ж температури вимірювання з 300 до 10 К супроводжується подальшим зростаня амплітуди магніторезистивного ефекту до 3,8 %. У той же час розмірні залежності магнітоопору для нанорозмірних плівкових систем (Ру+Ag)/П характеризуються наявністю максимуму МО = 1,80% за товщини 60 нм та температури 500 К. Даний максимум зміщується в бік менших товщин (d = 50 нм) при зростанні температури відпалювання до 700 К і становить 0,85 Для свіжесконденсованих зразків характерним є зростання МО при зростанні товщини з виходом на насичення за d = 100 нм. У той же час залежності МО(d) для зразків після

термообробки характеризуються наявністю максиму за товщини 60 нм та температури Тв = 500 К, що зміщується в бік менших товщин при зростанні Тв до 700 К. У випадку формування нанорозмірних матеріалів з використанням методу пошарової конденсації максимальне значення ізотропного МО = 0,35% отримано у випадку багатошарової системи [Py/Ag]16/П, тобто системи з максимальною кількістю повторів бішару Py/Ag. Це свідчить про більшу ефективність методу одночасної конденсації для реалізації ізотропного магнітоопору, величиною понад 1%.

2. According to the purpose and the current research tasks of complex investigation of crystal structure and phase state, electro- and magnetoresistive properties of nanosized film materials based on permalloy (Py) and Ag, the methods were used: co-evaporation and layered electron-beam condensation in a vacuum; the method of quartz resonator for in-situ measurement of thickness; the methods of transmission electron microscopy, atomic force microscopy, and electronography for investigation of crystal structure and phase state; energy dispersion spectral analysis to determine the composition of the samples; the method of high-precision resistometry in the study of electrophysical and magnetoresistive properties. It was demonstrated that a singled-layer permalloy Ni80Fe20 and Ag thin films before and after annealing up to Tann = 700 K have a single-phase state. It correspond to fcc-Ni3Fe (a = 0.353-0.355 nm) and fcc-Ag (a = 0.407-0.408 nm). It was found that the phase state of nanoscale film materials based on permalloy alloy Ni80Fe20 and Ag after condensation, regardless of the concentration of silver atoms in the system, is a combination of fcc-Ni3Fe + fcc-Ag with an average lattice parameter (fcc-Ni3Fe) a= 0.353 nm and (fcc-Ag) a= 0.407 nm. Temperature treatment of the studied samples at a temperature range Tann = 300-700 K does not change the phase state of the system. The nanoscale system remains two-phase (fcc-Ni3Fe + fcc-Ag with lattice parameters a= 0.356 and 0.408 nm, respectively). On the images of the crystal structure of the samples at cAg = 32-60 at.%, it is possible to distinguish nanosized (L = 2-5 nm) and crystallites with an average size up to 50 nm, which correspond to the ferromagnetic and nonmagnetic components of the system, respectively. In the case of cAg > 70 at.%, the crystalline structure of the film system (Py+Ag)/S can be described as follows: the nanosized grains of the ferromagnetic component is randomly distributed in the volume of the nonmagnetic material. Regularities in concentration and size dependences of resistivity, temperature coefficient of resistance, and temperature of healing of defects for nanosized materials in the range of concentrations cAg = (10-90) ат.% are established. It was demonstrated that the addition of Ag to the permalloy Ni80Fe20 and the increase in the concentration of cAg from 26 to 48 at.% causes an increase in the value of □ in the system (Py+Ag)/S to 2.5•10 – 7 Ohm•m compared with data for single-layer Ni80Fe20 permalloy films at d = 55nm (□(Py) = 2.0•10 – 7 Ohm•m). A further increase in the concentration of Ag atoms leads to a sharp decrease in the resistivity to the value of □, characteristic of a single-layer Ag(55)/S film, which is 1.7•10 – 7 Ohm•m, which is due to changes in the crystal structure of the samples. The concentration dependences of □(cAg) show a minimum at cAg = 48 at.%, which corresponds to the value of □ = 1.8•10 3 K-1. It is shown that nanosized film materials (Py+Ag)/S is also characterized by a display of the size effect in thermoresistive properties. The increase in the total thickness from 20 to 100 nm causes a sharp decrease in the value of resistivity 5-6 times, while the value of TCR increases by 2-3 times. The maximum value of the isotropic magnetoresistive effect for freshly condensed samples is 1.85% for samples at cAg = 60 at.% and d = 100 nm and for thermally annealed □ 1.80% at Tann = 500 K samples cAg = 60 at.% and d = 60 nm (at the measurement at room temperature). Increasing the induction of the applied external magnetic field from 500 mT to 1.5 T does not affect the shape of the field dependence of the magnetic resistance MR(B). Hysteresis and saturation are absent. At the same time, there is an increase in the value of MR to 2.5%. The decrease in the measurement temperature from 300 to 4 K is accompanied by a further increase in the amplitude of the magnetoresistive effect to 3.8%. At the same time, the size dependences of the magnetoresistance for nanoscale film systems (Py+Ag)/S are characterized by the presence of a maximum MR = 1.80% at a thickness of 60 nm and a temperature of 500 K. This maximum is shifted toward smaller thicknesses (d = 50 nm) at the increase in annealing temperature to 700 K and is 0.85%. As-deposited samples are characterized by an increase in MR with increasing thickness with a yield to saturation at d = 100 nm. In the case of forming nanosized materials using the layer-by-layer condensation method, the maximum value of the isotropic MR = 0.35% was obtained in the case of the multilayer system [Py/Ag]16/S, i.e. the system with the maximum number of Py/Ag bilayer repeats. This indicates

a greater efficiency of the method of simultaneous condensation for the implementation of isotropic magnetoresistance, greater than 1%.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пазуха Ірина Михайлівна
2. Pazukha Iryna M.

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дехтярук Леонід Васильович
2. Dekhtyaruk Leonid V.

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Данильченко Сергій Миколайович
2. Danylchenko Serhii M.

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Денисов Станіслав Іванович
2. Denisov Stanislav I.

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Проценко Іван Юхимович

2. Protsenko Ivan Yukhymovych

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради — Опанасюк Анатолій Сергіійович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні — Опанасюк Анатолій Сергіійович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності — Юрченко Т.А.