Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0820U100207

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-09-2020

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Салтиков Дмитро Ігорович
2. Saltykov Dmytro Ihorovych

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: 18-09-2020

Спеціальність за освітою: 7.04020301 Фізика

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 55.051.003

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова 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 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: 29.19.04

Тема дисертації:

1. Особливості електротранспорту в плівкових нанорозмірних системах на основі феромагнітних сплавів
2. Features of electron transport in the nanoscale film systems based on ferromagnetic alloys

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена встановленню загальних закономірностей впливу температури і розмірних та концентраційних ефектів на електро- та магніторезистивні властивості одношарових плівок FexCo1-x та тришарових плівкових систем FexCo1-x/Cu/FexCo1-x. Встановлено закономірності формування кристалічної структури і фазового складу, поведінки електрофізичних (питомий опір, ТКО), магніторезистивних (анізотропний і гігантський магнітоопір) і їх взаємозв'язку для плівкових сплавів та тришарових систем на їх основі в інтервалі товщин d = 5 – 80 нм і концентрацій Fe 10 – 90 ат.% у температурному інтервалі 120 – 700 К. З'ясовано, що плівки сплаву FexCo1-x є гомогенними за товщиною. Вивчено дифузійні процеси у плівкових системах FexCo1-x/Cu/FexCo1-x з dF = 30 – 40 нм та dN = 10 – 20 нм та показано, що у них в цілому зберігається індивідуальність окремих шарів. Термо- та іонно-стимульована дифузія спричиняє дифузію атомів Fe та Co, які є результатом дисоціації молекул FeCo. Встановлено закономірності в польових залежностях анізотропного та ізотропного магнітоопору для одношарових плівкових матеріалів та тришарових структур із різною товщиною магнітних та немагнітних шарів та

концентрацією компонент в шарах FexCo1-x. Експериментально виявлені інтервали концентрацій і товщин шарів, у яких спостерігався анізотропний (позитивний поздовжній і негативний поперечний магнітоопір) та ізотропний (негативний поздовжній і поперечний магнітоопір) характер магнітоопору. Результати експериментальних досліджень впливу відпалювання на величину ізотропного магнітоопору та вид магніторезистивних петель показують, що характер поведінки МО і його величина в загальному випадку визначаються як товщиною феромагнітних і немагнітних шарів, так і концентрацією компонент у шарах. Експериментально показано, що при dF = 25 – 40 нм та dN = 3 – 20 нм в усіх досліджуваних свіжосконденсованих тришарових системах спостерігається ізотропний характер магнітоопору, обумовлений спін-залежним розсіюванням електронів провідності. Максимальне значення ізотропного МО в 1 % при кімнатній температурі для невідпалених плівок спостерігається для системи Fe0,1Co0,9/Cu/Fe0,1Co0,9 при однакових товщинах магнітних шарів і товщині прошарку 3 нм. При термомагнітному поетапному відпалюванні (через проміжні температури 400, 500 К) для всіх систем за виключенням зразків з утворенням гранульованого стану спостерігається перехід від ізотропного до анізотропного характеру магнітоопору. Для структур з концентрацією Fe 10 – 20 ат. % та відносно тонкими шарами (dF = 10 – 20 нм, dN = 5 – 15 нм) спостерігається анізотропний характер магнітоопору в вихідному стані. Відпалювання за температури 550 К призводить до появи ізотропного магнітоопору, що обумовлено формуванням гранульованого сплаву на основі Cu та атомів Co. Термообробка зразків незалежно від вмісту компонент та з dF = 20 – 30 нм, dN = 5 – 15 нм при температурі 400, 550 К стимулює збільшення ізотропного МО до 3,5 % при кімнатній температурі. Зниження температури вимірювання від кімнатної до 120 К приводить до збільшення амплітуди ізотропного магнітоопору в 1,2 – 1,5 рази. Отримані експериментальні результати свідчать про досить велику температурну стабільність властивостей плівкових структур на основі сплаву FexCo1-x та Cu, що дозволяє рекомендувати при виготовленні магніторезистивних елементів, як один з етапів технологічного процесу, термостабілізаційне відпалювання у вакуумі за температури 550 або 700 К безпосередньо після осадження плівок. Показано, що на температурних залежностях питомого опору тришарових плівок незалежно від концентрації компонент фіксуються три характерні ділянки, на яких реалізується розсіювання електронів на дефектах кристалічної будови, межах зерен та інтерфейсах. Експериментально та теоретично показано, що із ростом товщини плівкового сплаву FexCo1-x та товщини прошарку у тришарових системах (dF = 30 нм) значення ТКО зростає. Експериментальні та розрахункові дані співпадають з точністю до 20%. Вивчені фізичні процеси в плівкових матеріалах із точки зору їх можливого застосування як чутливих елементів з високою температурною та часовою стабільністю багатофункціональних сенсорних та інформаційних приладів різного призначення.

2. Ph. D. thesis is devoted to the established general laws of the influence of temperature and size and concentration effects on the electro- and magnetoresistive properties of FexCo1-x single-layer films and FexCo1-x/Cu/FexCo1-x three-layer film systems. The regularities of formation of crystalline structure and phase composition, behavior of electrophysical (resistivity and TCR), magnetoresistive (anisotropic and giant magnetoresistance) and their interconnection for film alloys and three-layer systems on their basis are established in the interval of thickness d = 5 – 80 nm and concentrations of Fe 10 – 90 at.% in the temperature range of 120 – 700 K. It is found that FexCo1-x film alloy are homogeneous in thickness. Diffusion processes in FexCo1-x/Cu/FexCo1-x film systems with dF = 30 – 40 nm and dN = 10 – 20 nm have been studied and it is shown that they generally preserve the identity of is retained. The thermal and ion-stimulated diffusion causes the mutual penetration of Fe and Co atoms, which are the result of dissociation of FeCo molecules. The regularities in the field dependences of anisotropic and isotropic magnetoresistance for single-layer film materials and three-layer structures with different thicknesses of magnetic and non-magnetic layers and the concentration of components in FexCo1-x layers are established. The concentration and layers thickness ranges, in which anisotropic (positive longitudinal and negative transverse magnetoresistance) and isotropic (negative longitudinal and transverse magnetoresistance) character of magnetoresistance observed, have been identified. The experimental results of the annealing effect on the isotropic magnetoresistance value and the shape of magnetoresistive loops show that the MR behavior and its magnitude in the general case are determined by both the thickness of the ferromagnetic

and nonmagnetic layers, and the concentration of the components in the layers. It has been shown experimentally that for all investigated three-layer systems at dF = 25 – 40 nm and dN = 3 – 20 nm, the isotropic character of magnetoresistance as a result of the spin-dependent electron scattering is observed. The maximum value of isotropic MR of 1% at room temperature is observed for Fe0,1Co0,9/Cu/Fe0,1Co0,9 as-deposited system with the same thickness of the magnetic and copper layers of 3 nm. In the case of thermomagnetic step-by-step annealing (through intermediate temperatures of 400, 500 K), the transition from isotropic to anisotropic nature of the magnetoresistance is observed. The exception is samples, in which the granular state forms. For structures with a concentration of Fe 10 – 20 at.% and relatively thin layers (dF = 10 – 20 nm, dN = 5 – 15 nm) the anisotropic nature of the magnetoresistance in the initial state is observed. Annealing at a temperature of 550 K results in an isotropic magnetoresistance, as a result of the granular alloy based on Cu and Co atoms formations. The heat treatment at a temperature of 400, 550 K stimulates an increase in isotropic MR to 3.5 % at room temperature for the samples regardless of component composition and with dF = 20 – 30 nm, dN = 5 – 15 nm. Reducing the measurement temperature from room temperature to 120 K leads to an increase in the isotropic magnetoresistance magnitude by 1.2 – 1.5 times. The obtained experimental results indicate sufficiently high temperature stability of the properties of film structures based on the alloy FexCo1-x and Cu. This allows recommending thermal annealing in vacuum at a temperature of 550 or 700 K directly after the film deposition as one of the stages of the technological process at the formation magnetoresistive elements. It is shown that at the temperature dependencies of the resistivity of three-layer films, regardless of the component concentrations, three characteristic regions are fixed. These regions correspond to the realization of electron scattering on the defects of the crystal structure, grain boundaries, and interfaces, respectively. It has been shown experimentally and theoretically that the TCR value grows at the increase of the FexCo1-x film alloy thickness and the spacer layer thickness in three-layer systems (dF = 30 nm). The experimental and calculated data agree with an accuracy of 20 %. Physical processes in film materials studied from their possible application as sensitive elements with high temperature and time stability of multifunctional sensors and information devices for various purposes.

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. Проценко Іван Юхимович

2. Protsenko Ivan Yukhymovych

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. Шкурдода Юрій Олексійович
2. Shkurdoda Yuryi O.

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

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. Danilchenko Sergiy 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. Однодворець Лариса Валентинівна

2. Odnodvorets Larysa Valentynivna

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

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

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Опанасюк Анатолій Сергійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Опанасюк Анатолій Сергійович
Відповідальний за підготовку облікових документів	
Реєстратор	
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Т.А.