

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U001021

Державний реєстраційний номер: 0122U000785

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-01-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Магніторезистивні властивості 5-6-ти компонентних плівкових сплавів

Початок етапу: 01.2024

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної 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

Розмір організації:

Телефон: 380542334058

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

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

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 650.000
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Багатокомпонентні плівкові матеріали: кореляція між електрофізичними і магніторезистивними властивостями та концентрацією елементів

Назва роботи англійською:

Multicomponent film materials: correlation between electrophysical and magnetoresistive properties and elements concentration

Реферат українською:

Обґрунтована можливість застосування принципу адитивності фізичних величин, які є власними характеристиками атомів сплаву. Проведений теоретичний аналіз концентраційної залежності параметра решітки, питомого опору в магнітному полі, коефіцієнта тензочутливості, магнітоопору та парамагнітної намагніченості для плівкових високоентропійних сплавів (ВЕС). Здійснена апробація запропонованої методики розрахунків фізичних властивостей і характеристик (термічний коефіцієнт опору – ТКО, коефіцієнт тензочутливості – КТ, параметр решітки, температура Дебая) еквіатомних 5-6 –ти компонентних твердих розчинів (т.р.) на основі Fe, Co, Ni, Cu, Cr, Al. Отримана задовільна відповідність розрахункових експериментальних результатів для плівкових т.р. у випадку ТКО, КТ і параметра решітки. Вперше запропонована міра кількісної характеристики впливу концентрації допіруючого елементу на електрофізичні величини і характеристики, інтегральний і диференціальний концентраційні коефіцієнти, величина і знак яких дають інформацію про характер впливу того чи іншого допіруючого елементу. Запропонована теоретична модель на основі теорії Ланжевена для розрахунків парамагнітної намагніченості, в тому числі і намагніченості насичення для багатокомпонентних та високоентропійних сплавів у плівковому або масивному стані. Розрахункові результати добре узгоджуються із експериментальними даними інших авторів. Результати мають великий ступінь новизни, оскільки отримані вперше і відповідають світовим досягненням у вивченні фізичних і кінетичних властивостей ВЕС. Установлено, що чутливі елементи сенсорної електроніки на основі багатокомпонентних плівкових сплавів можуть мати переваги перед іншими нанорозмірними матеріалами, що пов'язано із їх фазовою та температурною стабільністю у широкому робочому діапазоні

Реферат англійською:

Реферат англійською (не більше 2000 знаків) The possibility of applying the principle of additivity of physical quantities, which are the own characteristics of alloy atoms, is justified. A theoretical analysis of the concentration dependence of the lattice parameter, resistivity in the magnetic field, strain coefficient (SC), magnetoresistance, and paramagnetic magnetization for high-entropy alloys (HEA) films was carried out. Approbation of the proposed methodology for calculating physical properties and characteristics (temperature coefficient of resistance – TCR, strain coefficient – SC, lattice parameter, Debye temperature) of equiatomic 5-6 component solid solutions (s.s.) based on Fe, Co, Ni, Cu, Cr, Al was carried out. Satisfactory high correspondence of the calculated experimental results for film s.s. was obtained in the case of TCR, SC and lattice parameter. For the first time, a measure of the quantitative characteristics of the influence of the concentration of the proppant element on electrophysical quantities and characteristics, integral and differential concentration coefficients, the value and sign of which provide information about the nature of the influence of this or that proppant element, was proposed. A theoretical model based on Langevin's theory is proposed for calculations of paramagnetic magnetization, including saturation magnetization for multicomponent and high-entropy alloys in the film or bulk state. The calculated results agree well with the experimental data of other authors. The results have a high degree of novelty, as they were obtained for the first time and correspond to world achievements in the study of physical and kinetic HEA properties. It has been established that sensitive elements of sensor electronics based on

multicomponent film alloys can have advantages over other nanosized materials, which is related to their phase and temperature stability in a wide operating range

Індекс УДК: 621.002.3:669.26;621.002.3:669.25;621.002.3:669.24;621.002.3:669.3, 620.22:67.017

Коди тематичних рубрик: 55.09.33.17, 81.09.03.05

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Проценко Сергій Іванович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Багатокомпонентні плівкові матеріали

Назва НТП англійською: Multicomponent film materials

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали, Методи, теорії

Галузь застосування: матеріалознавство, сенсорна електроніка

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Запропоновано метод розрахунків фізичних величин багатокомпонентних сплавів еквіатомного складу, таких як термічний коефіцієнт опору, коефіцієнт тензочутливості, магнітоопір, параметр решітки та намагніченість. Розрахункові дані добре узгоджуються із нашими експериментальними даними та результатами інших авторів. Вперше введені кількісні характеристики – інтегральний і диференціальний концентраційні коефіцієнти – стосовно впливу концентрації допіруючого елементу на електрофізичні параметри плівок; із величини та знаку вказаних коефіцієнтів можна отримати інформацію про вплив допіруючого елементу на параметри плівок. Враховуючи, що питомий опір в основному визначається електрон-фононою взаємодією із атомами Al, Cr і Cu та спін-орбітальною взаємодією із атомами Ni, Fe і Co, можна зробити висновок, що внесок у питомий опір електрон-фононної взаємодії менший порівняно із спін-орбітальною взаємодією. Запропонована методика розрахунків парамагнітної намагніченості масивних еквіатомних ВЕС на основі атомів Cr, Cu, Fe, Ni Co із використанням теорії Ланжевена

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

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2024

Закінчення етапу: 12.2024

Споживачі продукції: Заклади вищої освіти; наукові установи НАН України; проблемні лабораторії ЗВО; приватні фірми, які спеціалізуються на розробленні сенсорної техніки; металофізичні лабораторії

Перспективні ринки: Ринок може бути представлений проблемними лабораторіями ЗВО або науковими установами НАН України, для яких сенсори неелектричних величин або чутливі елементи на основі високоентропійних плівкових мате

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. Protsenko S.I., Odnodvorets L.V., Protsenko I.Yu., Rylova A.K., Tolstikov D.I. Strain Properties of Multicomponent Nanosize Film Materials // Journal of Nanomaterials. – V. 2022. – 2022. – P. 2862439
<https://doi.org/10.1155/2022/2862439> (Scopus, Web of Science, Q2, IF = 3,67)
2. Protsenko I.Yu., Odnodvorets L.V., Shumakova N.I., Protsenko S.I., Shabelnyk Yu.M. A method of predicting the physical properties of multicomponent materials, European Physical Journal Plus, V.139, №3. – P.552 (2024).
https://epjplus.epj.org/articles/epjplus/abs/2024/03/13360_2024_Article_5030/13360_2024_Article_5030.html (Scopus, Web of Science, Q2)
3. Protsenko I.Yu., Shumakova M.O., Rylova A.K., Shumakova N.I. The Concentration Dependences of Lattice Parameters and Debye Temperature in Multicomponent Solid Solutions // Metallophysics and Advanced Technologies. – 2023- V.45, №7. – P. 857–864 <https://doi.org/10.15407/mfint.45.07.0857> (Scopus, Web of Science, Q3, фахове видання кат.А)
4. Protsenko S, Odnodvorets L., Shumakova N., Pasko O., Protsenko I. Concentration effects in multicomponent metallic solid solutions // Physics and Chemistry of Solid State.- 2024.- V.25, № 2.- P.284-288.
<http://surl.li/yfovoi> (Scopus, Web of Science, Q3, фахове видання категорії А)
5. Protsenko I.Yu., Odnodvorets L.V., Vasyukhno M.V., Klochok V.S., Rylova A.K., Shumakova N.I. Concentration Effects in the Electronic Properties of High-entropy Film Alloys // Journal of Nano- and Electronic Physics- V.14 (4), 2022. – P. 04021 [https://doi.org/10.21272/jnep.14\(4\).04021](https://doi.org/10.21272/jnep.14(4).04021) (Scopus, Q4, фахове видання категорії А)
6. Protsenko I.Yu., Vasyukhno M.V., Protsenko S.I., Rylova A.K., Tyshchenko K.V. Prediction of Electrophysical and Magnetic Properties of Multicomponent (High-Entropy) Film Alloys // Journal of Nano- and Electronic Physics. – V.14 (5), 2022. – P. 05019 [https://doi.org/10.21272/jnep.14\(5\).05019](https://doi.org/10.21272/jnep.14(5).05019) (Scopus, Q4, фахове видання категорії А)
7. Protsenko I.Yu. , Odnodvorets L.V. , Shumakova N.I., Klochok V.S., Shabelnyk Yu.M., Khyzhnya Ya.V. Concentration Dependence of Thermodynamic and Dynamic Parameters of High-entropy Alloys // Journal of Nano- and Electronic Physics. – V.14 (6), 2022. – P. 06030 [https://doi.org/10.21272/jnep.14\(6\).06031](https://doi.org/10.21272/jnep.14(6).06031) (Scopus, Q4, фахове видання категорії А)
8. Shyshko N.S. , Shabelnyk Yu.M. , Kolesnichenko Yu.A. , Shkurdoda Yu.O. , Pronoza A.O. , Chornous A.M., Dekhtyaruk L.V. Justification of the Giant Magnetoresistance Effect in Co/Cu/Co and Fe/Cr/Fe Magneto-Ordered Three-Layer Structures by Using the Fuchs Formula // J. Nano- Electron. Phys. – 2023. – V.15, №1. – P. 01029-1 – 01029-5. [https://doi.org/10.21272/jnep.15\(1\).01029](https://doi.org/10.21272/jnep.15(1).01029) (Scopus, Q4, фахове видання категорії А)
9. Protsenko I.Yu. On the Possibility of Applying the Principle of Physical Quantities Additivity of Multicomponent Metallic Materials // J. Nano- Electron. Phys. – 2023. – V.15, №5. – P.05011-1 – 05011-3.
[https://doi.org/10.21272/jnep.15\(5\).05011](https://doi.org/10.21272/jnep.15(5).05011) (Scopus, Q4, фахове видання категорії А)
10. . Shyshko N.S, Shabelnyk Yu.M., Kolesnichenko Yu.A., Shkurdoda Yu.O., Pronoza A.O., Chornous A.M., Dekhtyaruk L.V. Justification of the Giant Magnetoresistance Effect in Co/Cu/Co and Fe/Cr/Fe Magneto-Ordered Three-Layer Structures by Using the Fuchs Formula // J.Nano- Electron. Phys. – 2023. – V. 15 No 1, 01029-1 – 01029-5. https://jnep.sumdu.edu.ua/download/numbers/2023/1/articles/jnep_15_1_01029.pdf (Scopus, Q4, фахове видання категорії А)
11. Odnodvorets L.V. , Shabelnyk Yu.M., Shumakova N.I., Pasko O.O. , Tolstikov D.I. , Nazarenko D.S. Deformation and Magnetoresistive Properties of Low Entropy Functional Film Materials Based on Fe and Pd or Pt // J. Nano- Electron. Phys. – 2023. – V.15, №6. – P.06030-1 – 06030-4. https://jnep.sumdu.edu.ua/en/full_article/3814

(Scopus, Q4, фахове видання категорії A)

12. Protsenko, I.Yu., Rylova, A.K., Shumakova, N.I. Calculation of magnetization of multicomponent metal alloys: paramagnetic approach // Journal of Nano- and Electronic Physics, 2024 – V.16, №6. – P. 06002.

https://jnep.sumdu.edu.ua/en/full_article/4003 (Scopus, Q4, фахове видання категорії A)

13. Odnodvoretz L.V., Protsenko I.Yu., Nefedchenko V.F., Maliovana N.V., Rylova A.K. Effect of Electron-Phonon Interaction on the Resistivity of Metal Films as Sensor Electronics Elements/ J. Nano. Electron. Phys. – 2024. – V.16, №1. – P.01006-1 – 01006-4.

https://jnep.sumdu.edu.ua/download/numbers/2024/1/articles/jnep_16_1_01006.pdf (Scopus, Q4, фахове видання категорії A)

14. Проценко І.Ю., Шумакова Н.І. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці: підручник. – Суми: Сумський державний університет. – 2024. – 151 с. ISBN 978-966-657-704-0 https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/65813/3/Protsenko_nanomaterialy.pdf

15. Однодворець Л.В., Пазуха І.М., Лукавенко І.М. Оптоелектронні системи і лазерні технології в електроніці та медицині: навч. посібник. – 2022. – Суми: СумДУ. – 127 с.

<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89236>

16. Protsenko S., Odnodvoretz L., Shabelnyk Yu., Lobodiuk O., Shumakova N., Protsenko I. Multicomponent Functional Materials: Kinetic and Magnetoresistive Properties / 2023 IEEE 13 th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (IEEE NAP – 2023). – 2023. – P. eP29.

https://ieeenap.org/data/IEEE_NAP2023_Program.pdf

17. Odnodvoretz L.V., Shabelnyk Yu.M., Pushkar S., Nazarenko D. Temperature coefficient of resistance of metal films as elements of flexible electronics / II International Scientific and Theoretical Conference «Scientific method: reality and future trends of researching». – 2023. – Scientia, August 25, 2023. – Zagreb, Republic of Croatia. – P. 123 – 124. <https://previous.scientia.report/index.php/archive/issue/view/25.08.2023>

18. Odnodvoretz L.V., Protsenko I.Yu., Shumakova N.I., Protsenko S.I. Phase composition and magnetoresistive properties of sensor electronic elements based on multicomponent film alloys / IV Міжнародна науково-практична конференція «Grundlagen der modernen wissenschaftlichen Forschung der Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten «ІІІГОП». – Цюрих, 31 березня 2023. – 2023. – P.127 – 128. <https://archive.logos-science.com/index.php/conference-proceedings/article/view/635>

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Карпуша Василь Данилович

к. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Лободюк Олена Сергіївна

Однодворець Лариса Валентинівна

(д. ф.-м. н., 01.04.01)

Проценко Іван Юхимович

(д. ф.-м. н.)

Проценко Сергій Іванович

(д. ф.-м. н., 01.04.07)

Рилова Анастасія Костянтинівна

Шабельник Юрій Михайлович

(к. ф.-м. н.)

Шумакова Наталія Іванівна

(к. ф.-м. н.)

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Сорокоумова О.П.

Телефон

+38 (096) 419-18-28

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

