

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0216U003148

Державний реєстраційний номер: 0113U000481

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-01-2016

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Формування феромагнітних домішкових наноутворень перехідних елементів та фази спінового скла в кубічних і шаруватих кристалах

Початок етапу: 01.2013

Закінчення етапу: 12.2015

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Чернівецьке відділення Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05540043

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: (0372)52-51-55, (03722)3-60-18

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, 54, м. Київ, Київська обл., 01030, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442396594

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): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 1842.49
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Формування феромагнітних домішкових наноутворень перехідних елементів та фази спінового скла в кубічних і шаруватих кристалах

Назва роботи англійською:

Formation of ferromagnetic impurity nanostructures of transition elements and spin glass phase in cubic and layered crystals

Реферат українською:

Об'єкти дослідження – багатокомпонентні тверді розчини кубічних кристалів A_4B_6 (PbTe, SnTe, GeTe), легованих домішками Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Eu; шаруваті кристали A_3B_6 (GaSe, InSe, In₂Se₃, InTe) та $(A_5)_2(B_6)_3$ (Bi₂Te₃, Bi₂Se₃), інтеркальовані магнітними домішками (Fe, Co, Ni), Bi(93,99)Mn(6)Fe(0,01). Мета роботи – одержання феромагнітно впорядкованих міктоманетиків кубічних і шаруватих кристалів з фазою спінового скла, придатних для використання у спіновій електроніці. Методи дослідження – рентгенофлуоресцентний аналіз, рентгенівська дифрактометрія, електронна і атомно-силова мікроскопія, статична і динамічна магнітометрія, гальваноманетні виміри. Результатом роботи є отримання нових міктоманетиків на основі A_4B_6 , A_3B_6 та $(A_5)_2(B_6)_3$ з домішковими наноутвореннями і фазою спінового скла (в легованих A_4B_6), фізичні властивості яких були докладно вивчені. Запропоновано модель перебудови електронної структури сплавів розведених магнітних напівпровідників на основі A_4B_6 , що містять глибокі і резонансні домішкові рівні, при зміні ступеня легування і під тиском. Досліджено магнітний порядок і магнітні неоднорідності в твердих розчинах телуридів свинцю, олова і германію, легованих домішками перехідних металів. В них виявлено існування двох магнітних підсистем – феромагнітної і спінового скла. Запропоновано модель поетапного заповнення матричного кристалу атомами домішки, яка дозволяє говорити про три межі її розчинності – в катіонній підґратці, в межах нанокластерів і в об'ємі мікрокластерів сторонніх фаз. Досліджено кристалічну структуру та фізичні властивості нових нанокомпозитних структур, що складаються з шарів магнітоактивного інтеркалянта та немагнітного напівпровідника. Показано, що впровадження інтеркалянту в матрицю шаруватого кристалу призводить до появи феромагнітного впорядкування. Встановлено, що наявність градієнтного магнітного поля на межі розподілу "кристал-електроліт" викликає локалізацію інтеркалянту, що призводить до збільшення латеральних розмірів отриманих наноутворень та зміни магнітних властивостей вихідних шаруватих кристалів.

Реферат англійською:

Objects of the research are multicomponent solid solutions of cubic crystals A_4B_6 (PbTe, SnTe, GeTe) doped with Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Eu impurities; A_3B_6 layered crystals (GaSe, InSe, In₂Se₃, InTe) and $(A_5)_2(B_6)_3$ (Vi₂Te₃, Vi₂Se₃) intercalated with magnetic impurities (Fe, Co, Ni), Bi(93.99)Mn(6)Fe(0,01). Purpose of the work is obtaining of ferromagnetic ordered mictomagnets of the cubic and layered crystals with spin glass phase suitable for use in spin electronics. Methods of the study are X-ray fluorescence analysis, X-ray diffraction, electron and atomic force microscopy, static and dynamic magnetometry, galvanomagnetic measurements. Result of the work is obtaining of the new mictomagnets based on A_4B_6 , A_3B_6 and $(A_5)_2(B_6)_3$ containing impurity nanoclusters and spin glass phase (in alloyed A_4B_6) which physical properties were studied in detail. A model of electronic structure rearrangement for diluted magnetic semiconductor alloys based on A_4B_6 with deep and resonant impurity levels is proposed which considers changing of the doping level and pressure. Magnetic order and magnetic inhomogeneity in the solid solutions of lead telluride, tin and germanium doped with impurities of transition metals are investigated. They revealed the existence of two magnetic subsystems – ferromagnetic and spin glass ones. A model of gradual crystal matrix filling with impurity atoms is proposed which suggests three limits of its solubility: in cationic sublattice, within nanoclusters and in volume of second phase microclusters. Crystal structure and physical

properties of the new nanocomposite structures consisting of magnetoactive intercalant layers and nonmagnetic semiconductor are investigated. It is shown that introduction of intercalant in the matrix of layered crystal leads to ferromagnetic ordering. It was established that magnetic field gradient on the interface "crystal-electrolyte" causes intercalant localization which increases the lateral size of the nanostructures and changes magnetic properties of the layered crystals.

Індекс УДК: 620.22, 548.4; 539.21:539.12.04

Коди тематичних рубрик: 81.09

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Слинько Євген Іларіонович; Ковалюк Захар Дмитрович

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Матеріали з ферромагнітними домішковими наноутвореннями перехідних елементів та фази спінового скла в кубічних і шаруватих кристалах

Назва НТП англійською: Materials with ferromagnetic nanostructures of transition element impurities and spin glass phase in cubic and layered crystals

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: М 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Дослідні зразки і результати досліджень структурних, гальваномагнітних і магнітних властивостей низки нових багатокомпонентних твердих розчинів кубічних кристалів A_4B_6 (PbTe, SnTe, GeTe), легованих домішками Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Eu і шаруватих кристалів A_3B_6 та $(A_5)_2(B_6)_3$ (GaSe, InSe, In₂Se₃, InTe, Bi₂Te₃, Bi₂Se₃), інтеркальованих магнітними домішками (Fe, Co, Ni) в магнітному полі, що містять ферромагнітні кластерні наноутворення і фазу спінового скла (у випадку сполук A_4B_6). Дослідні зразки нової сполуки Bi_{93,99}Mn₆Fe_{0,01}, що володіє анізотропією електроопору.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 2017

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: підприємства електротехнічної промисловості

Перспективні ринки: Україна, країни ЄС

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) Слинко Є.І. Розчинність Cr в катіонній підґратці $\text{Ge}_{1-x}\text{Cr}_x\text{Te}$ та $\text{Ge}_{1-x-y}\text{Cr}_x\text{Eu}_y\text{Te}$ / Є.І. Слинко, В.Є. Слинко, В. Добровольський, Л. Кіланський, В. Домуховський // Вісник Національного університету "Львівська Політехніка", серія "Електроніка". - 2013. - № 764. - С. 74-82; 2) Скипетров Е.П. Резонансный уровень хрома в ромбоэдрической и кубической фазах сплавов $\text{Pb}_{1-x-y}\text{Ge}_x\text{Cr}_y\text{Te}$ / Е.П. Скипетров, Н.А. Пичугин, Е.И. Слынько, В.Е. Слынько // ФТП. - 2013. - Т. 47, № 6. - С. 721-727; 3) Kilanski L. Negative magnetoresistance and anomalous Hall effect in GeMnTe-SnMnTe spin-glass-like system / L. Kilanski, R. Szymczak, W. Dobrowolski, A. Podgorni, A. Avdonin, V.E. Slynko, E.I. Slynko // Journal of Applied Physics. - 2013. - Vol. 113, No. 6. - P. 063702-1-063702-7; 4) Скипетров Е.П. Электронная структура сплавов на основе теллурида свинца, легированных ванадием / Е.П. Скипетров, А.Н. Голованов, Е.И. Слынько, В.Е. Слынько // Физика низких температур. - 2013. - Т. 39, № 1. - С. 98-108. 5) Kilanski L. Magnetic properties of $\text{Sn}_{1-x}\text{Cr}_x\text{Te}$ diluted magnetic semiconductors / L. Kilanski, A. Podgorni, M. Gorska, W. Dobrowolski, V.E. Slynko, E.I. Slynko // Acta Physica Polonica A. - 2013. - Vol. 124, No. 5. - P. 881-884. 6) Бахтинов А.П. Магнитные свойства и морфология поверхности слоев слоистых кристаллов In_2Se_3 , интеркалированных кобальтом / А.П. Бахтинов, В.Б. Боledзюк, З.Д. Ковалюк, З.Р. Кудринский, О.С. Литвин, А.Д. Шевченко // ФТТ. - 2013. - Т. 55, № 6. - С. 1063-1070. 7) Барбуца С.Г. Оптичні та електрохімічні властивості шаруватих кристалів GaSe , інтеркальованих нікелем / С.Г. Барбуца, Боledзюк В.Б., З.Д. Ковалюк, М.М. Пирля, Т.М. Фешак // Журнал нано- та електронної фізики. - 2013 - Т. 5, № 3. - С. 03053(1)- 03053(4). 8) Бахтінов А.П. Самоорганізація магнітних наноструктур на поверхні шарів шаруватих кристалів In_2Se_3 , інтеркальованих кобальтом / А.П. Бахтінов, В.Б. Боledзюк, З.Д. Ковалюк, З.Р. Кудринський, О.С. Литвин, А.Д. Шевченко // ФІП. - 2013. - Т. 11, № 1. - С. 78-90. 9) Skipetrov E.P. Fermi level pinning in Fe-doped PbTe under pressure / E.P. Skipetrov, O.V. Kruleveckaya, L.A. Skipetrova, E.I. Slynko, V.E. Slynko // Applied Physics Letters. - 2014. - V. 105. - P. 022101-1-022101-5. 10) Skipetrov E.P. Scandium resonant impurity level in PbTe / E.P. Skipetrov, L.A. Skipetrova, A.V. Knotko, E.I. Slynko, V.E. Slynko // Journal of Applied Physics. - 2014. - V. 115. - P. 133702-1-133702-8. 11) Kilanski L. Cluster altered magnetic and transport properties in $\text{Ge}_{1-x-y}\text{Mn}_x\text{Eu}_y\text{Te}$ / L. Kilanski, M. Gorska, R. Szymczak, W. Dobrowolski, A. Podgorni, A. Avdonin, V. Domukhovski, V.E. Slynko, E.I. Slynko // Journal of Applied Physics. - 2014. - V. 116. - P. 083904-1-083904-8. 12) Podgorni A. Anomalous Hall Effect in $\text{Ge}_{1-x-y}\text{Pb}_x\text{Mn}_y\text{Te}$ Composite System / A. Podgorni, L. Kilanski, W. Dobrowolski, M. Gorska, V. Domukhovski, B. Brodowska, A. Reszka, B.J. Kowalski, V.E. Slynko, E.I. Slynko // Acta Physica Polonica A. - 2014. - V. 126, No. 5. - P. 1180-1183. 13) Kilanski L. Magnetic order and magnetic inhomogeneities in SnCrTe-PbCrTe solid solutions / L. Kilanski, M. Szymanski, B. Brodowska, M. Gorska, R. Szymczak, A. Podgorni, A. Avdonin, A. Reszka, B.J. Kowalski, V. Domukhovski, M. Arciszewska, W. Dobrowolski, V.E. Slynko, E.I. Slynko // Acta Physica Polonica A. - 2014. - V. 126, No. 5. - P. 1203-1206. 14) Боledзюк В.Б. Структура и магнитные свойства слоистых кристаллов InSe , интеркалированных кобальтом / В.Б. Боledзюк, З.Д. Ковалюк, З.Р. Кудринський, О.С. Литвин, А.Д. Шевченко // ЖТФ. - 2014. - Т. 84, № 10. - С. 44-47. 15) Боledзюк В.Б. Электрохимические, оптические и магнитные свойства никелевых интеркалатов InSe / В.Б. Боledзюк, З.Д. Ковалюк, М. Н. Пырля, А.Д. Шевченко // Неорганические материалы. - 2014. - Т. 50, № 10. - С. 1057-1062. 16) Ковалюк З.Д. Дослідження електричних властивостей InSe інтеркальованого кобальтом / З.Д. Ковалюк, В.В. Шевчик, В.Б. Боledзюк, В.В. Нетяга // Журнал нано- та електронної фізики. - 2014 - Т. 6, № 4. - С. 04038(1)-04038(5). 17) Боledзюк В.Б. Вплив інтеркалювання нікелем на властивості шаруватих кристалів InSe / В.Б. Боledзюк, З.Д. Ковалюк, З.Р. Кудринський, В.В. Кушнір, О.С. Литвин, А.Д. Шевченко // ФІП. - 2014, Т. 12, № 2. - С. 184-189. 18) Skipetrov E. P. The kinetics of the changes in charge carrier concentration with doping, for lead telluride-based alloys with transition metal impurities / E.P. Skipetrov, A.V. Knotko, E.I. Slynko, V.E. Slynko // Low Temperature Physics. - 2015. - V. 41, No. 2. - P. 141-149. 19) Skipetrov E.P. Galvanomagnetic and Magnetic Properties of $\text{Pb}_{1-y}\text{Sb}_y\text{Te}$ / E.P. Skipetrov, M.M. Markina, K.V. Zakharov, L.A. Skipetrova, A.A. Solovev, A.V. Knotko, E. I. Slynko, V. E. Slynko // Solid State Phenomena. - 2015. - V. 233-234. - P. 97-100. 20) Kilanski L. Magnetic properties of $\text{Ge}_{1-x-y}\text{Pb}_x\text{Mn}_y\text{Te}$ Cluster-Glass System / L. Kilanski, A. Podgorni, K. Szalowski, M. Gorska, R. Szymczak, A. Reszka, V. Domukhovsky, B.J. Kowalski, B. Brodowska, W.D. Dobrowolski, V.E. Slynko, E.I. Slynko // Journal of Alloys and Compounds. - 2015. - V. 649. - P. 142-150. 21) Skipetrov E.P. Galvanomagnetic properties and electronic structure of iron-doped PbTe / E.P. Skipetrov, O.V. Kruleveckaya, L.A. Skipetrova, A.V. Knotko, E.I.

Slynko, V.E. Slynko // Journal of Applied Physics. - 2015. - (in press). 22) Kilanski L. Magnetic and magnetotransport properties of $\text{Sn}_{1-x}\text{Cr}_x\text{Eu}_y\text{Te}$ crystals: the role of magnetic inhomogeneities / L. Kilanski, M. Gorska, R. Szymczak, A. Podgorni, A. Avdonin, A. Reszka, B.J. Kowalski, V. Domukhovsky, W. Dobrowolski, V.E. Slynko, E.I. Slynko // Journal of Alloys and Compounds. - 2016. - V.658. - P. 931-938. 23) Боledзюк В.Б. Електрохімічні, оптичні та магнітні властивості інтеркалатів Ni_xGaSe ($0 < x < 1$) / В.Б. Боledзюк, З.Д. Ковалюк, З.Р. Кудринський, М.Н. Пирля, Т.Н. Фешак, А.Д. Шевченко // Неорганічні матеріали. - 2015 - Т. 51, № 11. - С. 1170-1174. 24) Boledzyuk V.B. Morphology of van der Waals surfaces and magnetic hysteresis in cobalt intercalated InTe / V.B. Boledzyuk, Z.D. Kovalyuk, Z.R. Kudrynskyi, A.D. Shevchenko // Functional Materials. - 2015 - V. 22, № 3 (in Press). 25) Боledзюк В.Б. Структурні характеристики та магнітні властивості монокристалів $\text{A}_{25}\text{B}_{36}$, інтеркалірованих кобальтом / В.Б. Боledзюк, З.Д. Ковалюк, З.Р. Кудринський, А.Д. Шевченко // ЖТФ. - 2015 - Т. 85, № 11. - С. 86-90. 26) Светлов В.Н. Анизотропія електричного опору $\text{Bi}_{93}\text{Mn}_6\text{Fe}_{0.01}$ / В.Н. Светлов, А.В. Терехов, В.Б. Степанов, А.Л. Солов'єв, Е.В. Христенко, О.М. Івасишин, А.Д. Шевченко, З.Д. Ковалюк // Фізика низьких температур. - 2015. - Т. 41, № 4. - С. 405-408.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Ковалюк Захар Дмитрович

Перелік осіб-виконавців

Іванов В.І.

Боledзюк В.Б.

Водоп'янов В.М.

Камінський В.М.

Кудринський З.Р.

Пирля М.М.

Слинько В.Є.

Відповідальний за підготовку

облікових документів

Телефон

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є

відповідальним за реєстрацію наукової

діяльності

