Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0213U003333

Державний реєстраційний номер: 0110U001393

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 25-01-2013

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Дослідження вузькозонних та шаруватих матеріалів для спінової електроніки

Початок етапу: 01.2010

Закінчення етапу: 12.2012

Вид звітного 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: 52 - договір з вітчизняною організацією (органами місцевої ради, фондом, асоціацією, концерном тощо)

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 1804

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Дослідження вузькозонних та шаруватих матеріалів для спінової електроніки

Назва роботи англійською:

Investigation of narrow-gap and layered materials for spintronics

Реферат українською:

Об'єкти дослідження - напівпровідникові багатокомпонентні тверді розчини на основі бінарних сполук PbTe, SnTe, GeTe з домішками Mg, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Sm, Eu, Er, Yb; шаруваті кристали InSe, In2Se3 і GaSe, інтеркальовані домішкою Co в постійному магнітному полі. Мета роботи - синтез нових матеріалів для спінової електроніки з високою температурою Кюрі, пошук найбільш ефективних механізмів магнітного впорядкування домішок та визначення впливу перебудови електронної структури кристалів на ці механізми. Методи роботи - модифікований вертикальний метод Бріджмена для вирощування нових розведених магнітних напівпровідників (РМН) на основі A4B6, легованих перехідними і рідкісноземельними елементами; синтез шаруватих напівпровідникових сполук на основі A3B6, інтеркальованих кобальтом, зокрема, в магнітному полі; дослідження хімічного складу методом рентгенофлуоресцентного аналізу (РФА) та кристалічної структури методом рентгенівської дифрактометрії; побудова прогнозних кривих розподілу домішок вздовж злитків; дослідження електричних і магнітних властивостей нових РМН, а також електронного парамагнітного резонансу (ЕПР); дослідження поверхневих наноутворень методом атомної силової мікроскопії (АСМ); дослідження руху домішкових рівнів під дією надвисоких тисків і низьких температур; теоретичне дослідження спінового транспорту в системах зі спін-орбітальною взаємодією. Результатом роботи є отримання нового класу РМН на основі сполук A4B6 та A3B6, перспективних для використання у приладах спінової електроніки. Нами розроблений новий метод кінетичного рівняння для функцій Келдиша, що дозволяє описувати поведінку низькорозмірних систем при врахуванні спінового напрямку, спін-орбітальної взаємодії та спінового розщеплення у полі магнітної поляризації. Досліджено механізм струмоутворення та спінова релаксація в двомірному електронному газі з невпорядкованою спін-орбітальною взаємодією Рашби.

Реферат англійською:

Objects of investigation - multicomponent semiconductor solid solutions based on binary compounds PbTe, SnTe, GeTe doped with Mg, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Sm, Eu, Er, Yb; layered crystals InSe, In2Se3 and GaSe, intercalated with Co in constant magnetic field. Purpose - the synthesis of new materials for spintronics with high Curie temperature, finding the most effective mechanisms of magnetic ordering of impurities and to determine the impact of restructuring of the electronic structure of crystals on these mechanisms. Methods of work - a modified vertical Bridgman method to grow new diluted magnetic semiconductors (DMS) based on A4B6, doped with transition and rare-earth elements, the synthesis of layered semiconductor compounds based on A3B6, intercalated with cobalt, in particular, in the magnetic field; the study of the chemical composition using X-ray fluorescence analysis (XRF) and the crystal structure by X-ray diffraction; building of predictive distribution curves of impurities along the ingots; the study of electric and magnetic properties of the new DMS; electron paramagnetic resonance (EPR); the study of surface nanostructures by atomic force microscopy (AFM); study of the motion of the impurity levels under the influence of ultra-high pressures and low temperatures; the theoretical study of spin transport in systems with spin-orbit interaction. The obtained result is a new class of compounds based on DMS A4B6 and A3B6, promising for use in spintronic devices. We have developed a new method of kinetic equations for the Keldysh functions, which allows to describe the behavior of low-dimensional systems, taking into account the spin direction of the spin-orbit interaction and the spin splitting in the field of magnetic polarization. The mechanism of the current generation and spin relaxation in two-dimensional electron gas with a disordered spin-orbit

interaction of the Rashba is investigated.

Індекс УДК: 621.315.616.95/.96; 621.315.616.97; 621.315.616-419, 548.4 539.21:539.12.04

Коди тематичних рубрик: 47.09.53

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: Дослідження вузькозонних та шаруватих матеріалів для спінової електроніки

Назва НТП англійською: Investigation of narrow-gap and layered materials for spintronics

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: 73.10.1 - Дослідження і розробки в галузі природничих наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Результати комплексних досліджень фізичних властивостей нових вузькозонних (A4B6) та шаруватих (A3B6) напівмагнітних напівпровідників, легованих або інтеркальованих домішками перехідних і рідкісноземельних елементів, перспективні для застосування у приладах спінової електроніки: 1) Pb1-xCrxTe, Pb1-x-yGexCryTe, Pb1-x-ySnxCryTe, Pb1-x-ySnxVyTe, Pb1-yTiyTe, Pb1-yScyTe, Pb1-x-yMgxYbyTe; 2) Ge1-xMnxTe, Ge1-xCrxTe, Ge1-x-yCrxEuyTe, Ge1-x-yPbxMnyTe; 3) InSe, In2Se3 і GaSe, інтеркальовані Co в постійному магнітному полі; InSe<VSe7>.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 2014

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: підприємства електронної промисловості

Перспективні ринки: Україна, країни СНД

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обгрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1) Скипетров Е.П., Пичугин Н.А., Слынько Е.И., Слынько В.Е. Электронная структура разбавленных магнитных полупроводников на основе теллурида свинца с примесью хрома // Физика низких температур. - 2011. - Т. 37, № 3. - С. 269-280. 2) Zvereva E.A., Skipetrov E.P., Savelieva O.A., Pichugin N.A., Primenko A.E., Slyn'ko E.I., Slyn'ko V.E. Room-temperature ferromagnetism in diluted magnetic semiconductor Pb1-xCrxTe // Journal of

Physics: Conference Series. - 2010. - V. 200. - P. 062039 (4 pages). 3) Skipetrov E.P., Pichugin N.A., Skipetrova L.A., Slyn'ko E.I., Slyn'ko V.E. Electronic structure and structural phase transition in Pb1?xGexTe:Cr under pressure // Journal of Physics: Conference Series. - 2010. - V. 215. - P. 012033 (4 pages). 4) Zvereva E.A., Savelieva O.A., Ibragimov S., Samokhvalov E., Slyn'ko E.I., Slyn'ko V.E. ESR Study of Novel Room-Temperature Ferromagnetic Semiconductors Pb1-x-ySnxCryTe // Solid State Phenomena. - 2011. - V. 168-169. - P. 404-407. 5) Скипетров Е.П., Голованов А.Н., Кнотько А.В., Слынько Е.И., Слынько В.Е. Глубокий уровень ванадия в разбавленных магнитных полупроводниках Pb1?x?ySnxVyTe // Физика и техника полупроводников. - 2012. - Т. 46, № 6. - С. 761-768. 6) Skipetrov E.P., Golovanov A.N., Kovalev B.B., Knotko A.V., Slyn'ko E.I., Slyn'ko V.E. Galvanomagnetic properties and electronic structure of Pb1?x?ySnxVyTe under pressure // Semicond. Sci. Technol. - 2012. - V. 27. - P. 015019 (9 pages). 7) Skipetrov E.P., Golovanov A.N., Kovalev B.B., Skipetrova L.A., Knotko A.V., Slynko E.I., Slynko V.E. Novel IV-VI Diluted Magnetic Semiconductors Doped with Transition Metals// AIP Conf. Proc. - 2011. - V. 1416. - P. 131-134. 8) Zvereva E., Savelieva O., Ibragimov S., Titov Ya., Slyn'ko E., Slyn'ko V. Magnetic Properties of New Diluted Magnetic Semiconductors Pb1-x-yMgxYbyTe // Solid State Phenomena. - 2011. - V. 168-169. - P. 376-379. 9) Zvereva E.A., Savelieva O.A., Primenko A.E., Ibragimov S.A., Slyn'ko E.I., Slyn'ko V.E. Anomalies in electron spin resonance spectra of Ge1?xMnxTe diluted magnetic semiconductors // Journal of Applied Physics. - 2010. - V. 108, N. - P. 093923 (7 pages). 10) Zvereva E.A., Skipetrov E.P., Savelieva O.A., Pichugin N.A., Primenko A.E., Akishina V.P., Slyn'ko E.I., Slyn'ko V.E. Magnetic properties of Ge1-xMnxTe ferromagnetic semiconductors doped with gadolinium // Journal of Physics: Conference Series. - 2010. - V. 200. - P. 062040 (4 pages). 11) Kilanski L., Szymczak R., Dobrowolski W., Sza?owski K., Slynko V.E., Slynko E.I. Magnetic interactions in spin-glasslike Ge1?x?ySnxMnyTe dilute magnetic semiconductors // Physical Review B. - 2010. - V. 82. - P. 094427-1 - 094427-7. 12) Pietrzyk M.A., Kowalski B.J., Orlowski B.A., Knoff W., Story T., Dobrowolski W., Slynko V.E., Slynko E.I., Johnson R.L. A Comparison of the Valence Band Structure of Bulk and Epitaxial GeTe-based Diluted Magnetic Semiconductors // Acta Physica Polonica A. - 2010. - V. 117, No. 2. - P. 293-295. 13) Kilanski L., G?rska M., Dobrowolski W., Arciszewska M., Domukhovski V., Anderson J.R., Butch N.P., Podg?rni A., Slynko V.E., Slynko E.I. The Role of Frustration in Magnetism of Ge1-xCrxTe Semimagnetic Semiconductor // Acta Physica Polonica A. - 2011. - V. 119, N. 5. - P.654-656. 14) Kilanski L., Podg?rni A., Dobrowolski W., G?rska M., Kowalski B.J., Reszka A., Domukhovski V., Szczerbakow A., Sza?owski K., Anderson J.R., Butch N.P., Slynko V.E., Slynko E.I. Magnetic Interactions in Ge1-xCrxTe Semimagnetic Semiconductors // arXiv:1203.3044v2 [cond-mat.mtrl-sci] 9 Oct 2012 15) Podg?rni A., Kilanski L., Dobrowolski W., G?rska M., Reszka A., Domukhovski V., Kowalski B.J., Brodowska B., Anderson J.R., Butch N.P., Slynko V.E., Slynko E.I. Spinodal Decomposition of Magnetic Ions in Eu-Codoped Ge1-xCrxTe // Acta Physica Polonica A. - 2012. - V. 122, No. 6. - P. 1014-1017. 16) Podgorni A., Dobrowolski W., Domukhovski V., Brodowska B., Arciszewska M., Reszka A., Kowalski B.J., Slynko V.E., Slynko E.I. Magnetism of Composite Cluster-Glass Ge1-x-yPbxMnyTe System // 41st "Jaszowiec" 2012 International School and Conference on the Physics of Semiconductors. - MoP54. - P. 94. 17) Слынько В.Є., Dobrowolski W. Розподіл домішок перехідних і рідкісноземельних елементів у зливках твердих розчинів на основі A4B6, вирощених методом Бріджмена // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". - 2010. - № 681 (Електроніка). - С. 144-150. 18) Бахтинов А.П., Водопьянов В.Н., Ковалюк З.Д., Нетяга В.В., Литвин О.С. Электрические свойства гибридных структур (ферромагнитный метал)-(слоистый полупроводник) Ni/p-GaSe // ФТП. - 2010. - Т. 44, № 2. - С. 180-193. 19) Ковалюк З.Д., Боледзюк В.Б., Шевчик В.В., Каминский В.М., Шевченко А.Д. Ферромагнетизм слоистых полупроводников GaSe, интеркалированных кобальтом // ФТП. - 2012. - Т. 46, № 8. - С. 995-998. 20) Kaminskii V.M., Kovalyuk Z.D., Zaslonkin A.V., Ivanov V.I. Electrical Properties of In2Se3 <Mn> and InSe <Mn> Crystals // Inorganic Materials. - 2012. - V. 48, № 2. - P. 144-147. 21) Raranski N.D., Balasyuk V.N., Kovalyuk Z.D., Mel'nik N.I. Crystals Growth and Elactic Properties of In2Se3 // Inorganic materials. - 2011. - V. 47, № 11. - P. 1289 - 1292. 22) Kovalyuk Z.D., Khondozko A.G., Lactivka G.I., Samila A.P. The elective fild gradient asymmetry parameter in InSe // Semicond. Phys., Quant. Electron., Optoelect. - 2011. - V. 14, № 2. - P.48. 23) Lachkarev G.V., Sichkovskyi V.I., Radchenko M.V., Alechkevych D., Dmitriev O.I., Butorin P.E., Kovalyuk Z.D. Diluted magnetic layered semiconductor InSe : Mn with high Curie temperature // Semicond. Phys., Quantum. Electronics, Optoelectronics. - 2011. - V. 14, № 3. - P. 263 - 268. 24) Ковалюк З.Д., Боледзюк В.Б., Шевчик В.В.,

Камінський В.М., Шевченко А.Д. Виникнення феромагнетизму в шаруватих напівпровідниках GaSe, інтеркальованих кобальтом // Східно-європейський журнал передових технологій. - 2012. - Т. 2/5, № 56 - С. 12 - 15. 25) Ковалюк З.Д., Боледзюк В.Б., Шевчик В.В., Нетяга В.В. Вплив інтеркаляції кобальтом на електричні властивості моноселеніду галію. // Зб. Наукових праць: Прогресивні технології та прилади". Луцьк. - 2012. - В. 1. - С. 101 - 111. 26) Bakytinov A.P., Vodopyanov V.N., Kudrynskyi Z.R., Netyaga V.V. Hybrid Spintronic tunneling nanostructures "ferromagnetic metal - native oxide - layered Semiconductor" Au/Ni/Ga2O3/ p - GaSe // The XVIIIth International Seminar on Physic and Chemistry of Solids [Book of abstracts] Lviv, Ukraine. - Septemder 12-15, 2012. - P.88. 27) Ivanov V.I., Dugaev V.K., Sherman E.Ya., Barna? J. Nonlinear spin current generation in (110)-oriented GaAs quantum well // Phys. Rev. B. - 2011 -. V.84, №8. - P. 085326-1-085326-5. 28) Камінський В.М., Ковалюк З.Д., Нетяга В.В., Боледзюк В.Б., Іванов В.І., Гаврилюк С.В. Діелектричні і електричні властивості воденьмісних напівпровідникових наноматеріалів GaSe та InSe // Фізика і хімія твердого тіла. - 2010.- Т. 11, №2. - С. 367-372. 29) Иванов В.И., Катеринчук В.Н., Каминский В.М., Ковалюк З.Д., Литвин О.С., Минтянский И.В. Структура поверхности неокисленных и окисленных кристаллов Bi2Se3 // Неорганические материалы. - 2010. - Т. 46, № 12. - С. 1430-1432.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Ковалюк Захар Дмитрович

Перелік осіб-виконавців

Іванов В.І.

Бахтінов А.П.

Боледзюк В.Б.

Водоп'янов В.М.

Камінський В.М.

Кудринський З.Р.

Нетяга В.В.

Слинько В.Є.

Відповідальний за підготовку облікових документів

Телефон

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності