Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0215U002545

Державний реєстраційний номер: 0114U000996

Відкрита

Дата реєстрації: 06-01-2016

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Дослідження електропровідності доменних стінок сегнетоелектричних мікро- і нано-доменів: теорія та експеримент.

Початок етапу: 04-2014

Закінчення етапу: 12-2015

Вид звітного документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут фізики НАН України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05417302

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: 03680, МСП, м.Київ, проспект Науки, 46

Телефон: 525-12-20

E-mail: fizyka@iop.kiev.ua

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Інститут фізики Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05417302

Адреса: проспект Науки, 46, м. Київ, Київська обл., 03680, Україна

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Телефон: 380445251220

Телефон: 380445251589

E-mail: fizyka@iop.kiev.ua

WWW: http://www.iop.kiev.ua

4. Джерела та напрями фінансування

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

КПКВК: 6541030

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 57.6 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Дослідження електропровідності доменних стінок сегнетоелектричних мікро- і нано-доменів: теорія та експеримент.

Назва роботи (англ)

Study of ferroelectric micro- and nano- domain wall conductivity: theory and experiment.

Реферат (укр)

НДР спрямована на вирішення фундаментальної наукової проблеми фізики нерівноважних станів, пов'язаної із встановленням, описом і керуванням електронними властивостями наноструктур при фазових перетвореннях у просторово неоднорідних умовах. Об'єкт дослідження - електрофізичні властивості доменних стінок у сегнетоелектриках. Мета роботи провести комплексне теоретичне й експериментальне дослідження електропровідності доменних стінок у сегнетоелектриках. Методи дослідження - класичний опис неоднорідних просторово-обмежених сегнетоелектриків-напівпровідників методами електростатики, теорії фазових перетворень. Використовуючи феноменологічну теорію Гінзбура-Ландау-Девоншира та методи електростатики, проведені самоузгоджені розрахунки електропровідності доменних стінок мікро- і нано-доменів у сегнетоелектриках-напівпровідниках. Встановлені основні механізми провідності доменних стінок мікро- і нано-доменів у сегнетоелектриках-напівпровідниках, а саме наявність некомпенсованого зв'язаного заряду поблизу стінки та спричинений ним ефект поля, акумуляція заряджених та незаряджених дефектів, флексоелектричний ефект та деформаційний потенціал. Використовуючи релаксаційний тип рівнянь з кубічною нелінійністю, досліджена динаміка пере поляризації під дією поля індукованого зондом для різних значень порогового поля. Показано, що кінетика доменів визначається анізотропією порогового поля, чим менше порогове поле, тим більший розмір домену. Цей факт дозволяє пояснити різницю довжин доменів та електропровідності їх стінок для X- та Y-зрізів в LiNbO3. Отримані результати можуть дати уявлення про нетривіальну нанорозмірну анізотропну динаміку реверсування поляризації та електропровідність доменних стінок в сильно неоднорідних електричних полях.

Реферат (англ)

Research aimed at solving fundamental scientific problems of the physics of nonequilibrium states associated with the establishment, description and management of electronic properties of nanostructures in phase transformations in spatially heterogeneous environments. The object of study is the electrical properties of domain walls in ferroelectric materials. The aim of the project is to conduct a comprehensive theoretical and experimental study of the electrical conductivity of the domain walls in ferroelectric materials. Using a phenomenological theory of Ginsburg-Landau-Devonshire and electrostatics theory self-consistent calculations of the electrical conductivity of the domain walls of micro- and nano-domains in ferroelectric semiconductors were performed. The basic conduction mechanisms of domain walls of micro- and nano-domains in ferroelectric semiconductors are established, being the presence of uncompensated bound charge near the wall and the resulting in the field effect, the accumulation of charged and uncharged defects due to flexoelectric effect and deformation potential. Using relaxation type equations with cubic nonlinearity, the dynamics of polarization reversal induced by the field probe for different values of the threshold field. It is shown that the kinetics of domains determined by the anisotropy of the threshold field, the smaller the threshold field, the larger domain. This fact could help to explain the difference of the lengths of the domain and the electrical conductivity of the walls for the X- and Y- cross cuts of LiNbO3 crystal. The results may provide insight into the dynamics of a nontrivial anisotropic polarization reversal and the electrical conductivity of domain walls in a strongly inhomogeneous electric fields.

Індекс УДК: 538.91-405;548.5.01, 538.91-405:537.226

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.19.15

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Теорія електропровідності доменних стінок сегнетоелектричних мікро- і нано-доменів.

Назва продукції (англ): Theory of conductivity of ferroelectric domain walls of micro- and nano-domains.

Очікувані результати:

Галузь застосування: 73.10.1

Опис продукції (укр): Запропонований самоузгоджений теоретичний підхід, здатний пояснити особливості анізотропного формування нанодоменів, індукованих зарядженою АСМ-голкою зонда на неполярних зрізах сегнетоелектриків. Запропонований напівфеноменологічний підхід який враховує різницю порогових полів, необхідних для руху доменів в різних кристалографічних напрямках. Ефект пов'язаний з тим, що мінімальна відстань між рівноважними атомними позиціями доменної стінки та профілем решіт очного пінінгу є різною величиною для різних напрямків через кристалографічну анізотропію.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Впроваджено

Строки впровадження: 5 років.

Виробник продукції: Інститут фізики НАН України

Споживачі продукції: Науково-дослідні інститути, вищі навчальні заклади.

Перспективні ринки: Україна, зарубіжні країни.

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

A.V. Ievlev, A.N. Morozovska, V.Ya. Shur, S.V. Kalinin. Humidity effects on tip-induced polarization switching in lithium niobate. Appl. Phys Lett, 104, 092908 (2014); A.V. Ievlev, A. N. Morozovska, E. A. Eliseev, V.Ya. Shur, S.V. Kalinin. Ionic field effect and memristive phenomena in single-point ferroelectric domain switching. Nature Communications, 5, Article number: 4545 (2014); A.N. Morozovska, E. A. Eliseev, A. V. Ievlev, O. V. Varenyk, A. S. Pusenkova, Ying-Hao Chu, V. Ya. Shur, M. V. Strikha, S. V. Kalinin, Ferroelectric domain triggers the charge modulation in semiconductors. Journal of Applied Physics, 116, 066817 (2014); A.V. Ievlev, Alikin, D. O., Morozovska, A. N., Varenyk, O. V., Eliseev, E. A., Kholkin, A. L., Shur, V. Y. & Kalinin, S. V. Symmetry Breaking and Electrical Frustration During Tip-Induced Polarization Switching in the Nonpolar Cut of Lithium Niobate Single Crystals, ACS Nano 9 (1), 769-777 (2015); A.V. Ievlev, A.N. Morozovska, V.Ya. Shur, S.V. Kalinin. Ferroelectric Switching by the Conductive Scanning Probe Microscopy Tip. Physical Review B 91, 214109 (2015);Anna N. Morozovska, Anton Ievlev, Vyacheslav V. Obukhovskii, Yevhen Fomichov, Oleksandr V. Varenyk, Vladimir Ya. Shur, Sergei V. Kalinin and Eugene A. Eliseev. Self-consistent theory of nanodomain formation on non-polar surfaces of ferroelectrics. http://arxiv.org/abs/1507.03129.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 55

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Бобровська Ірина Петрівна

Вареник Олександр Вікторович

Морозовська Ганна Миколаївна

Погорецька Ірина Василівна

Керівник організації:

Яценко Леонід Петрович

Керівники роботи:

Морозовська Ганна Миколаївна

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.