

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U001398

Державний реєстраційний номер: 0124U004212

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 30-01-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Синтез та дослідження кристалічної структури, електрофізичних властивостей прозорих надпровідників

Початок етапу: 06.2024

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Державна наукова установа "Київський академічний університет"

Код за ЄДРПОУ: 19477816

Місцезнаходження: бул. Вернадського, буд. 36, м. Київ, 03142, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444448250, 380444443025

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: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201380

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 184.100
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Електрохромні оксиди металів для прозорої надпровідної електроніки

Назва роботи англійською:

Electrochromic Metal Oxides for Transparent Superconducting Electronics

Реферат українською:

Прозорі надпровідники в поєднанні з квантовою фотонікою є дуже перспективними для квантових обчислень, зв'язку та зондування. Широкосмугові електрохромні оксиди металів, відновлений оксид індію-олова $\text{In}_{2-y}\text{Sn}_y\text{O}_3$ -п (ITO) з куполоподібною температурою переходу при 6 K та інтеркальований оксид вольфраму з можливою неперкольованою надпровідністю при приблизно 130 K поєднують необхідні властивості. Загальна мета проекту полягає у розвитку абсолютно нової галузі прозорої електроніки, а саме електроніки прозорих надпровідників. Такі матеріали в поєднанні з квантовою фотонікою користуються великим попитом у таких новітніх технологіях, як квантові обчислення, зв'язок та зондування. Особливою метою першого етапу буде розробка технологій тонких плівок для прозорих надпровідників на основі ITO. Для оптимізації надпровідних властивостей легованих плівок ITO проведено комплексний структурний і елементний аналіз, а також досліджено фізичні характеристики плівок отриманих електрохімічним відновленням та магнетронним методом осадження. Аналіз вищезазначених експериментальних даних дозволяє зробити висновок, що зародження надпровідного стану в плівках ITO, є значний дефіцит кисню в дуже тонкому верхньому шарі ITO. Проведено перші точково-контактні виміри відновлених плівок (ITO) у надпровідному стані, які одночасно демонструють високу прозорість у спектрі видимого світла. Аналіз спектра диференційної провідності вказує на наявність двох надпровідних фаз, основної з критичною температурою T_c біля 4.6 K та додаткової фази з $T_c \sim 10$ K, швидше за все, локалізованої на поверхні. Розділення фаз опосередковано підтверджується вимірюваннями опору цих шарів та розрахунками з перших принципів легованої електронної структури ITO.

Реферат англійською:

Transparent superconductors combined with quantum photonics are very promising for quantum computing, communication and sensing. Broadband electrochromic metal oxides, reduced indium tin oxide $\text{In}_{2-y}\text{Sn}_y\text{O}_3$ -p (ITO) with a dome-like transition temperature at 6 K and intercalated tungsten oxide with possible non-percolated superconductivity at around 130 K combine the necessary properties. The overall goal of the project is to develop a completely new field of transparent electronics, namely transparent superconducting electronics. Such materials combined with quantum photonics are in great demand in such cutting-edge technologies as quantum computing, communication and sensing. A specific goal of the first phase will be the development of thin film technologies for transparent superconductors based on ITO. To optimize the superconducting properties of doped ITO films, a comprehensive structural and elemental analysis was performed, and the physical characteristics of films obtained by electrochemical reduction and magnetron deposition were investigated. Analysis of the above experimental data allows us to conclude that the nucleation of the superconducting state in ITO films is due to a significant oxygen deficiency in the very thin top ITO layer. The first point-contact measurements of reduced films (ITO) in the superconducting state were performed, which simultaneously demonstrate high transparency in the visible light spectrum. Analysis of the differential conductivity spectrum indicates the presence of two superconducting phases, the main one with a critical temperature T_c of about 4.6 K and an additional phase with $T_c \sim 10$ K, most likely localized on the surface. The phase separation is indirectly confirmed by measurements of the resistance of these layers and calculations from first principles of the doped electronic structure of ITO.

Індекс УДК: 621.315.55/.58:538.945, 621.315.55:538.945, 669.017:538.945

Коди тематичних рубрик:45.09.33, 47.09.39, 53.49.07.25

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Шаповалов Андрій Петрович

Науковий ступінь: к. ф.-м. н.

Вчене звання: с.д.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Методика створення прозорих надпровідних плівок на основі ІТО

Назва НТП англійською: Methods for creating transparent superconducting films based on ITO

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Технології, Методи, теорії

Галузь застосування: науково-технічна діяльність

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Для виготовлення тонких плівок ІТО товщиною від 10 до 1000 нм на різних підкладках (скло, кремній та сапфір) ми розробили методику радіочастотного магнетронного розпилення з контрольованим дефіцитом кисню. Потужність, прикладена до мішені ІТО, температура підкладки та тиск обробки для більшості зразків становили 100 Вт, 100пС і 4 мТорр відповідно. Відстань від мішені до підкладки становила 8 см. Щоб уникнути окислення, плівки ІТО охолоджувалися до кімнатної температури в камері. На наступному етапі проводилося електрохімічне легування отриманих плівок ІТО. Інтеркаляцію проводили переважно у водному розчині $MgCl_2$ з використанням режиму постійного струму електрохімічної станції. Вибір іонів Mg як інтеркалянту був продиктований малим іонним радіусом ($\sim 0,72$ п) і високою молекулярною масою (24,3 г/моль), що підвищило чутливість елементного аналізу. Процедури інтеркаляції проводили в 20 мл скляному флаконі з використанням двоелектродної конфігурації з відстанню 1 см між робочим і протиелектродами при перемішуванні розчину електроліту магнітним стрижнем.

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

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

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

Menesenko, D., Feia, O., Shapovalov, A., Tarenkov V.; Gavrysh I.; Zhitlukhina E.; Belogolovskii M.; Parra A.; Aliev A. (2024). Two-phase/two-gap scenario in heavily reduced superconducting ITO films revealed by point-contact spectroscopy. Low Temperature Physics, 50(8), p. 688-692. <https://doi.org/10.1063/10.0027926>

Menesenko D., Feia O., Makivska V., Shapovalov A. In2-ySnyO3 as transparent superconductor: electrochemical reduction metod. Proceedings of the XX International scientific conference electronics and applied physics APHYS 2024 October, 22-25, 2024, Kyiv, Ukraine, p. 80-81. <http://www.aphys.knu.ua/index.php>

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Кордюк Олександр Анатолійович
д. ф.-м. н., 01.04.22

Перелік осіб-виконавців

Болясова Ольга Олександрівна

Білоголовський Михайло Олександрович
(д. ф.-м. н., 01.04.07)

Монастирська Тетяна Олександрівна
(к. ф.-м. н.)

Шнирков Володимир Іванович
(д. ф.-м. н., 01.04.07)

Відповідальний за підготовку облікових документів

Шаповалов Андрій Петрович

Телефон

+38 (050) 714-48-55

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

