Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U001535

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-04-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лапшуда Владислав Анатолійович
2. Vladyslav A. Lapshuda

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1234-3743

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 153

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та приладобудування. Мікро- та наносистемна техніка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Мікро- та наносистемна техніка

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Мікро- та наносистемна техніка

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.127; ID 5313

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 47.59.29, 47.59.33, 47.09.31

Тема дисертації:

1. Сенсори вологості на основі наноцелюлози для гнучкої електроніки
2. Humidity sensors based on nanocellulose for flexible electronics

Реферат:

1. Лапшуда В. А. Сенсори вологості на основі наноцелюлози для гнучкої електроніки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 153 – Мікро- та наносистемна техніка (галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування). – Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, 2024. Робота присвячена дослідженню наноцелюлози та її модифікацій для застосування у якості вологочутливого шару у складі гнучких сенсорів відносної вологості повітря. Науково-прикладні дослідження, висвітлені в дисертаційній роботі, зосереджені на практичному дослідженні характеристик гнучких сенсорів відносної вологості повітря на основі наноцелюлози, композитів на основі наноцелюлози та карбонізованої наноцелюлози. В сучасних науково-технічних дослідженнях гнучких сенсорів відносної

вологості повітря все ширше застосовуються біорозкладні матеріали. Сенсори, виготовлені на основі біорозкладних матеріалів, не потребують утилізації після закінчення їх терміну використання. Однак сенсори на основі таких матеріалів не є довговічними. З іншого боку, для ряду застосувань є потреба у розробці дешевих одноразових сенсорів. Для прикладу це може бути медична сфера, спорт, побут: для моніторингу фізичної активності та/або реабілітації спортсменів, військових або людей з обмеженими можливостями (моніторинг дихання та потовиділення). Для досліджень в даній роботі використовувалася наноцелюлоза (НЦ), отримана із недеревної сировини, а саме з рослин, які є відходами сільського господарства. На основі НЦ та її модифікацій в роботі були розроблені твердотільні сенсори вологості, а також гнучкі сенсори вологості в межах двох підходів: “drop-casting” та “self-standing”. Типи розроблених сенсорів – резистивний та ємнісний. У першому розділі були досліджені конструкції та фізичні принципи роботи відомих на сьогодні сенсорів вологості Часто вживаними матеріалами для виготовлення гнучких підкладок сенсорів вологості на переважно є синтетичні полімери (PI, PA, PET, PEN, PDMS). З точки зору екології, найперспективнішими матеріалами, на основі яких можливо створити гнучкі сенсори вологості є біорозкладні полімери (плівки на основі желатину, хітину, хітозану, полімолочної кислоти, наноцелюлози, тощо). У другому розділі проведено моделювання впливу конструктивних параметрів на характеристики резистивних сенсорів на основі зустрічно-штирьової гратки (ЗШГ) та ємнісних сенсорів на основі електродів у конфігурації розгорнутий конденсатор. Також проведено моделювання процесу адсорбції на поверхні наноцелюлози. В результаті цього встановлено, що НЦ адсорбує вологу відповідно по механізму Ленгмюра, завдяки чому стало можливим моделювати відгук сенсора від зміни рівня відносної вологості повітря. У третьому розділі досліджено статичні параметри (відгук, чутливість, гістерезис, повторюваність) та динамічні параметри (час відгуку та відновлення, коротко та довготривала стабільність) сенсорів відносної вологості в залежності від маси НЦ, вихідної сировини та методу її синтезу. Встановлено, що НЦ, отримана методом окиснення у розчині ТЕМПО, показує значно кращу чутливість як для резистивних сенсорів, так і для ємнісних незалежно від вихідного матеріалу. В межах кожної серії найкращі параметри демонстрували сенсори з найлегшими за масою плівками. Найвищу швидкодію в середині кожної серії показували найтонші плівки. У розділі чотири були досліджені гнучкі сенсори на підкладці поліїміду, наноцелюлози, нанокомпозиту наноцелюлози з полівініловим спиртом (НЦ/ПВС) та на основі карбонізованої наноцелюлози. При цьому, у сенсорах на основі НЦ та нанокомпозитів НЦ/ПВС підкладка використовувалась у якості вологочутливого шару. Для покращення механічних параметрів плівки наноцелюлози були розроблені композити ПВС/НЦ. Встановлено, що міцність таких плівок сильно падає, однак зростає пластичність. З точки зору електричних параметрів, найкращу чутливість та швидкодію показали сенсори на основі НЦ, отриманої з коноплі методом гідролізу, однак швидкодія таких сенсорів лишалася досить низькою. Для покращення швидкодії та інших динамічних параметрів був синтезований новий матеріал на основі наноцелюлози методом піролізу у вакуумі. В результаті даної операції отримано плівки, які при мінімальній зміні об’єму втрачали до 80% маси. Встановлено, що даний матеріал має значно вище значення швидкодії у порівнянні з плівкою наноцелюлози. У п’ятому розділі досліджено використання гнучких сенсорів вологості повітря на основі нанокомпозитів НЦ/ПВС для медичного застосування. Оптимальним матеріалом є нанокомпозити НЦ/ПВС, в той час як чиста НЦ та чистий ПВС демонструють гірші результати. Такі сенсори дозволяють чітко розрізняти частоту дихання, реєструвати затримку дихання та розрізняти силу подиху.

2. Lapshuda V. A. Humidity sensors based on nanocellulose for flexible electronics. – Qualifying scientific work on manuscript rights. Dissertation for obtaining of the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 153 – Micro- and nanosystem engineering (field of knowledge 15 – Automation and instrument engineering). - National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, 2024. The work is devoted to the study of nanocellulose and its modifications for use as a humidity-sensitive layer in flexible sensors of relative air humidity. Scientific and applied research, highlighted in the dissertation, is focused on the practical study of the characteristics of flexible sensors of relative air humidity based on nanocellulose, composites based on nanocellulose and carbonized nanocellulose. Biodegradable materials are increasingly used in modern scientific and technical research of flexible sensors of relative air humidity. Sensors made based on biodegradable materials

do not need to be disposed of at the end of their useful life. However, sensors based on such materials are not durable. On the other hand, there is a need for the development of cheap disposable sensors for several applications. For example, it can be in the medical field, sports, everyday life: for monitoring physical activity and/or rehabilitation of athletes, military personnel or people with disabilities (breathing monitoring, sweating registration, etc.). For research in this work, nanocellulose obtained from non-wood raw materials (namely from plants that are agricultural waste) was used. Based on NC and its modifications, solid-state humidity sensors, as well as flexible humidity sensors within two approaches, drop-casting and "self-standing", were developed in the work. The type of developed sensors is resistive and capacitive. In the first chapter, the designs, and physical principles of operation of humidity sensors were investigated. Oil based polymers (PI, PA, PET, PEN, PDMS) often produce flexible substrates for humidity sensors. From the point of view of ecology, the most promising materials based on which it is possible to create flexible humidity sensors are biodegradable polymers (films based on gelatin, chitin, chitosan, polylactic acid, nanocellulose, etc.). In the second section, the influence of design parameters on the characteristics of capacitive sensors based on interdigital electrode and capacitive sensors based on electrodes in the configuration of an expanded capacitor were modeled. It was established that NC adsorbs humidity according to the Langmuir isotherm. As a result, it became possible to simulate the response of the sensor to changes in the level of relative air humidity. In the third chapter, the influence of the static parameters (response, sensitivity, hysteresis, repeatability) and dynamic parameters (response and recovery time, short-term and long-term stability) of relative humidity sensors depending on the mass of NC, raw materials and the method of its synthesis were investigated. Thus, it was established that the NC obtained by the method of oxidation in the TEMPO solution shows much better sensitivity for both resistive and capacitive sensors, regardless of the initial material. The thinnest films provided the highest speed for obtained sensors. In chapter four, flexible sensors based on a PI substrate, an NC substrate, an NC/PVA nanocomposite substrate, and carbonized nanocellulose were investigated. It should be noted, sensors based on NCs and NC/PVA nanocomposites used a substrate as a humidity-sensitive layer. PVA/NC composites were developed to improve the mechanical parameters of the nanocellulose film. It was established that the strength of such films drops sharply, but plasticity increases. From the point of view of electrical parameters, sensors based on NC showed the best sensitivity, but the speed of such sensors remained quite low. To improve speed and other dynamic parameters, a new material based on nanocellulose was synthesized. The material was obtained by pyrolysis of nanocellulose films in a vacuum. As a result of this operation, it was observed a lost up to 80% of mass with a minimal volume change. It was established that this material has a significantly higher action speed than the nanocellulose film. In the fifth chapter, the application of flexible air humidity sensors based on nanocellulose and its modifications for medical applications was investigated. The optimal composite materials is the composite NC/PVA, while pure NC and pure PVA show worse results. Such sensors allow to clearly distinguish the frequency of breaths, detect breath delays and distinguish the force of breath.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- В. А. Лапшуда, Я. О. Ліневич, М. Г. Душейко, В. М. Коваль, і В. А. Барбаш, «Ємнісні сенсори вологи на основі плівок наноцелюлози для біорозкладної електроніки», Мікросист., Електрон. та Акуст., Т. 27, №. 1, с. 255990–1, Квіт. 2022. http://dx.doi.oОГ/10.20535/2523-4455.mea.255990 .
- В. Лапшуда, В.Коваль, М. Душейко, і В.Барбаш, «Гнучкі сенсори вологості на основі наноцелюлози для носимої електроніки», Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування, вип. 64(2),

с. 42–50, Груд 2022. http://dx.doi.oОГ/10.20535/1970.64(2).2022.269986 .
- Lapshuda, V., Koval, V., Dusheiko, M. et al. Capacitive and Resistive Humidity Sensors Based on Flexible Nanocellulose Film for Wearable Electronics. Radioelectron.Commun.Syst. 65, 597–608, 2022. https://doi.org/10.3103/S0735272722120019
- V. Lapshuda, V. Koval, V. Barbash, M. Dusheiko, O. Yaschenko and O. Yakymenko, "Nanocellulose-Based Composites for Flexible and Biodegradable Humidity Sensors for Breath Monitoring," IEEE Sensors Letters, vol. 7, iss. 10, pp 1-4. Oct. 2023 https://doi.oОГ/10.1109/LSENS.2023.3311669.
- Лапшуда В.А., Коваль В.М., Душейко М.Г., Барбаш В.А., Ященко О.В., Панченко С.А., Якименко О.С. “Гнучкі сенсори вологості на основі плівок наноцелюлози для біомедичного застосування” Перспективні технології та прилади. №.22. pp. 81-90, Лип. 2023 https://doi.oОГ/10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2023-22-12 .
- Лапшуда В.А., Коваль В.М. “Моделювання впливу конструктивних параметрів на характеристики сенсорів вологості на основі наноцелюлози” Перспективні технології та прилади. №.23. pp. 48-56, Груд. 2023 https://doi.org/10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2023-23-07
- Viktoriia Koval, Valerii Barbash, Mykhailo Dusheyko, Vladyslav Lapshuda, Olga Yashchenko, Yurii Yakimenko. “Application of Nanocellulose in Humidity Sensors for Biodegradable Electronics” // IEEE International Conference on "Nanomaterials: Applications & PropeOTies" (NAP-2020). Conference Proceedings, 9-13 November, 2020. – Sumy, Ukraine. – p. 1 – 5. https://doi.oОГ/10.1109/nap51477.2020.9309598
- V. Koval, V. Barbash, M. Dusheyko, V. Lapshuda, O. Yashchenko and A. Naidonov, "Nickel-based Piezoresistive Sensors Obtained on Flexible Nanocellulose Substrate," 2021 IEEE 11th International Conference Nanomaterials: Applications & PropeOTies (NAP), 2021, pp. 1.5, https://doi.oОГ/10.1109/NAP51885.2021.9568610.
- В. Лапшуда, Я. Ліневич, О. Ященко, А. Гондовська “Резистивні сенсори вологи на основі наноцелюлози” // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики ЕВРИКА–2021, 18-20 травня, Львів, Україна, ст.52.
- V. Lapshuda, V. Koval, V. Barbash, M. Dusheiko, O. Yashchenko and S. Malyuta, "Flexible Humidity Sensors Based on Nanocellulose," 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), 2022, pp. 208-212, https://doi.oОГ/10.1109/ELNANO54667.2022.9927092
- Лапшуда В.А., Коваль В.М. “Гнучка та біорозкладна сенсорика: матеріали, технологія виготовлення та прилади на її основі” Наукові вісті КПІ, Т.2, с. 16-28, 2021, https://doi.oОГ/10.20535/kpisn.2021.2.229964 .
- В. А. Лапшуда, Я. О. Ліневич, М. Г. Душейко, В. М. Коваль, і В. А. Барбаш, “Резистивні сенсори вологи на основі плівок наноцелюлози для біорозкладної електроніки” ТКЕА, №. 4-6, С. 3-9. 2022. https://doi.oОГ/10.15222/TKEA2022.4-6.03 .

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; матеріали

Соціально-економічна спрямованість: економія матеріалів; поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0123U105274

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коваль Вікторія Михайлівна

2. Viktoriia M. Koval

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3898-9163

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Притчин Сергій Емільович
2. Serhii E. Prytchyn

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.27.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9931-1591

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Код за ЄДРПОУ: 05385631

Місцезнаходження: вул. Першотравнева, буд. 20, Кременчук, Кременчуцький р-н., 39600, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Семікіна Тетяна Вікторівна
2. Tetyana V. Semikina

Кваліфікація: к. т. н., с.н.с., 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6182-4703

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05411695

Місцезнаходження: , Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Вербицький Володимир Григорович
2. Volodymyr G. Verbytskyi

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5717-0797

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Орлов Анатолій Тимофійович
2. Anatolii T. Orlov

Кваліфікація: к. т. н., професор, 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9426-6317

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Мачулянський Олександр Вікторович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Мачулянський Олександр Вікторович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Лапшуда Владислав Анатолійович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна