

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U000554

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-02-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Куцій Степан Андрійович

2. Stepan Kutsiy

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0757-6059

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 171

Назва наукової спеціальності: Електроніка

Галузь / галузі знань: електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Електроніка

Дата захисту: 29-08-2022

Спеціальність за освітою: Телекомунікації та радіотехніка

Місце роботи здобувача: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, 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): PhD 228

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, 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 університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 47.09.29

Тема дисертації:

1. Розроблення білих світловипромінювальних структур на основі синіх флуоресцентних та ексиплексоутворюючих органічних емітерів
2. Development of white light-emitting structures based on the blue fluorescent and exciplex-forming organic emitters

Реферат:

1. Дисертація присвячена розробці ефективних гібридних OLED білого та синього кольорів з амбіполярними TADF-емітерами, а також оптичних сенсорів на основі довготривалої флуоресценції. У першому розділі розглянуто механізми люмінесценції в OLED, зокрема явище термічно активованої флуоресценції (TADF) у ексиплексних і амбіполярних молекулах. Показано перспективність цих матеріалів для створення світловипромінювальних емітерів, що не містять рідкоземельних металів, та їх можливе використання в біомедицині для флуоресцентної візуалізації біологічних систем. Окремо аналізуються нові підходи до оптимізації збору екситонів у TADF-OLED, що сприяє підвищенню ефективності пристроїв. Другий розділ присвячено дослідженню новосинтезованих сполук на основі дифенілбікарбазолу (bFPC, bTfPC) з електроноакцепторними фтор- та трифторметильними групами. Проаналізовано їхню температурну стабільність: температури плавлення 246°C і 253°C, а температура втрати 5% маси – 374°C і 350°C відповідно.

Доведено, що ці сполуки зазнають сублімації, а не термічної деструкції. Визначено їхню електронну структуру: потенціали іонізації (5,78–6,04 eV), електронну спорідненість (3,21–3,36 eV), спектри флуоресценції (максимуми на 385 і 405 нм). Спектри ексиплексів bFPC:PO-T2T і bTfPC:PO-T2T характеризуються випромінюванням у діапазоні 520 нм, а їхні часи загасання свідчать про TADF-природу люмінесценції. У третьому розділі досліджується система bFPC:PO-T2T як активний компонент оптичного сенсора для визначення концентрації кисню з точністю до 4% у діапазоні 0–20% Оп. Досліджено можливості застосування bFPC:PO-T2T і bTfPC:PO-T2T як високоефективних зелених TADF-емітерів для білих OLED. Розроблені OLED, виготовлені методом «мокрої» технології, продемонстрували високу якість теплого білого світла з індексом передавання кольору 92, колірною температурою 3655 К і CIE-координатами (0,384, 0,399). Вивчено також електролюмінесцентні властивості темно-синього OLED на основі 4-CzPyCl₄, який демонстрував максимальну яскравість 3000 кд/м². Четвертий розділ містить результати дослідження донорно-акцепторних сполук на основі трет-бутилкарбазолу та трифторметилбензолу, розроблених для мінімізації впливу твердофазної сольватації на емісію синіх OLED. Вакуумні плівки цих сполук забезпечували високий квантовий вихід фотолюмінесценції (75%). OLED на основі 9,9',9'',9'''-(3-(Піримідин-5-іл)-6-(трифторметил)бензен-1,2,4,5-тетраіл)тетракіс(3,6-ді-tert-бутил-9Н-карбазол) мав максимум випромінювання 477 нм, яскравість 39 000 кд/м², зовнішню квантову ефективність 15,9%, струмову ефективність 42,6 кд/А та енергетичну ефективність 24,1 лм/Вт.

2. The dissertation focuses on the development of highly efficient hybrid white-emitting organic light-emitting diodes (OLEDs) and blue OLEDs with ambipolar TADF emitters, as well as optical sensor elements based on long-lived fluorescence. The first chapter examines the fundamental mechanisms of luminescence in OLEDs, with particular attention to the phenomenon of thermally activated delayed fluorescence (TADF) in exciplex compounds and ambipolar molecules. The relevance of these materials and heterostructures for practical applications as light-emitting emitters free of rare-earth metals is demonstrated, along with their potential use in biomedicine for fluorescence imaging of biological systems with reduced background signal interference. Additionally, novel conceptual approaches to exciton collection optimization in TADF-OLED structures are analyzed to improve device efficiency. The second chapter investigates newly synthesized diphenylbicarbazole-based compounds (bFPC, bTfPC) modified with electron-acceptor fluorine and trifluoromethyl groups. Their thermal stability is analyzed: melting temperatures of 246°C and 253°C, and a 5% mass loss temperature of 374°C and 350°C, respectively. It is established that these compounds undergo sublimation rather than thermal degradation. Their electronic structure is determined, including ionization potentials (5.78–6.04 eV), electron affinity (3.21–3.36 eV), and fluorescence spectra (maxima at 385 and 405 nm). The spectra of exciplexes bFPC:PO-T2T and bTfPC:PO-T2T exhibit emission peaks around 520 nm, while their fluorescence decay times confirm their TADF nature. The third chapter explores the bFPC:PO-T2T system as an active sensing component in an optical sensor capable of accurately measuring oxygen concentration up to 4% in the range of 0–20% Оп. The potential of bFPC:PO-T2T and bTfPC:PO-T2T as highly efficient green TADF emitters for white OLEDs is examined. White OLEDs fabricated using the "wet" processing method demonstrated high-quality warm white electroluminescence with a color rendering index of 92, a color temperature of 3655 K, and CIE 1931 coordinates (0.384, 0.399). The electroluminescent properties of a deep-blue OLED based on the intramolecular TADF donor-acceptor molecule 4-CzPyCl₄ were also studied, showing a maximum brightness of 3000 cd/m². The fourth chapter presents the results of studying donor-acceptor organic compounds based on tert-butylcarbazole and trifluoromethylbenzene, synthesized to minimize the effects of solid-state solvation on the emission properties of blue OLED emitters. Vacuum-deposited films of these compounds exhibited a high photoluminescence quantum yield of up to 75%. An OLED utilizing an emitter based on 9,9',9'',9'''-(3-(Pyrimidin-5-yl)-6-(trifluoromethyl)benzene-1,2,4,5-tetra-yl)tetraakis(3,6-di-tert-butyl-9H-carbazole) demonstrated a peak emission at 477 nm, a brightness exceeding 39,000 cd/m², an external quantum efficiency of 15.9%, a current efficiency of 42.6 cd/A, and a maximum power efficiency of 24.1 lm/W.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Гельжинський І.І., Верига А.Д., Куцій С.А. (2020) Схема тестування OLED-матриці білого кольору випромінювання. Вісник вінницького політехнічного інституту, 6, 115-120.<https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-153-6-115-120>.
- Malek Mahmoudi, Jonas Keruckas, Karolis Leitonas, Stepan Kutsiy, Dmytro Volyniuk, Juozas V Gražulevičius (2021) Exciplex-forming systems with extremely high RISC rates exceeding 107 s⁻¹ for oxygen probing and white hybrid OLEDs. Journal of Materials Research and Technology, 10, 711-721.
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.12.058>.
- I.I Helzhynsky, S.A Kutsiy, A.D Veryha, N.V Lukova-Chuyko (2021) The scheme of OLED control device for room lighting. Telecommunication and 5 Informative Technologies, 1 (70), 16-26.
<http://tit.dut.edu.ua/index.php/telecommunication/article/view/2367>.
- S. Kutsiy, Y. Danyliv, I. Danyliv, M. Hladun, N. Barylo, P. Stakhira, A. Fechan, V. Gorbulik (2021) The development of non-doped oled based on donoracceptor tetrachloropyridine-carbazole material with the emission in "deep-blue" region. Infocommunication technologies and electronic engineering, 2(2).<https://doi.org/10.23939/ictee2021.02.123>.
- I. Helzhynskyy, S. Kutsiy, S. Albota (2021) Electro-optic properties of double-type emission of organic electroluminescence device. Ukrainian Journal of Physical Optics, 22(1), 53-60.
http://ifo.lviv.ua/journal/UJPO_PDF/2021_1/0601_2021.pdf.
- I.I. Helzhynsky, S.A. Kutsiy, A.D. Veryha, N.V. Lukova-Chuyko (2021) The scheme of OLED control device for room lighting. Telecommunication and 5 Informative Technologies, 1 (70), 16-26.
<http://tit.dut.edu.ua/index.php/telecommunication/article/view/2367>.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; методи, теорії, гіпотези

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

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0120U103659, 01160004141, #0121U109506 Horizon 2020"MEGA"

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Стахіра Павло Йосипович
2. Pavlo Y. Stakhira

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, 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. Когут Ігор Тимофійович

2. Igor T. Kohut

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5524-1790

Додаткова інформація: Scopus Author Identifier: 57190194699

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Вісьтак Марія Володимирівна

2. Maria V. Vistak

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5192-4017

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

Код за ЄДРПОУ: 02010793

Місцезнаходження: вул. Пекарська, буд. 69, Львів, 79010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство охорони здоров'я України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Малик Орест Петрович

2. Orest P. Malyk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бурій Олег Анатолійович

2. Oleh Buryu

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові

голови ради

Яремчук Ірина Ярославівна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Яремчук Ірина Ярославівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Бешлей М.І.

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна