

## ПОВІДОМЛЕННЯ

про утворення разової спеціалізованої вченої ради

Заклад освіти/наукова  
установа

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича  
(ідентифікаційний код 02071240)

### 1. Здобувач ступеня доктора філософії

1.1. ПІБ здобувача ступеня доктора філософії	Кукурудзяк Микола Степанович
1.2. Стать здобувача	Чоловіча
1.3. Освітньо-наукова програма, яку завершує здобувач	38608 Фізика та астрономія (104 Фізика та астрономія)
1.4. Дата початку підготовки за ОНП	15.09.2024
1.5. Дата завершення підготовки за ОНП	08.09.2025
1.6. Дата завершення навчання на попередньому освітньому рівні	31.01.2018
1.7. Окремі елементи освітньо-наукової програми забезпечуються іншим закладом вищої освіти/ науковою установою (у тому числі іноземним)	ні

### 2. Дисертація

2.1. Тема дисертації	Фотоелектричні явища в кремнієвих планарних p+-р-p+ - структурах та фізико-технічні аспекти виготовлення фотодіодів на їх основі
2.2. Анотація дисертації	<p>Кукурудзяк М. С. Фотоелектричні явища в кремнієвих планарних p+-р-p+ - структурах та фізико-технічні аспекти виготовлення фотодіодів на їх основі. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.</p> <p>Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія. – Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича МОН України, Чернівці, 2025.</p> <p>Дисертаційна робота присвячена дослідженню фотоелектричних властивостей кремнієвих планарних p+-р-p+ - структур, а також вдосконаленню та виготовленню на їх основі високочутливих фотоприймачів (ФП) - р-i-p фотодіодів (ФД) для детектування електромагнітного випромінювання видимої та ближньої ІЧ області спектру.</p> <p>Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та чотирьох додатків.</p> <p>У вступі обґрунтовано актуальність роботи; сформульовано мету, основні завдання, об'єкт та предмет дослідження; вказано наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів; наведено</p>

---

інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію роботи, її структуру та обсяг.

У першому розділі дисертації описано принцип роботи ФД на основі високоомних кремнієвих n+-p-r+ структур, представлено літературний огляд, який свідчить про значну зацікавленість науковців з усього світу в розробці надійних напівпровідникових фотодетекторів з максимальною чутливістю при мінімальних темнових струмах. Також наведено аналіз передових виробництв ФП та їх p-i-n ФД, представлених на ринку.

Аналіз властивостей n+-p-r+-структур показав, що для забезпечення високих порогових характеристик та низьких темнових струмів досліджуваних ФП потрібно забезпечувати структурну досконалість високоомної області. Встановлено, що конструкцією типових p-i-n ФД забезпечується поглинання максимальної кількості випромінювання в i-області, це забезпечує високі значення фоточутливості. Значна швидкодія таких ФД зумовлена можливістю використання великих зворотних зміщень. Відповідно, в p-i-n - структурі рух носіїв заряду відбувається шляхом дрейфу через i-область в сильному електричному полі, на відміну від дифузії носіїв заряду в звичайній p-n-структурі, де можливість прикладання високих напруг відсутня (внаслідок низьких напруг пробую).

Провідними виробниками ФП є Excelitas Technologies Corp. (Тайвань), First Sensor AG (Німеччина), Hamamatsu (Японія) та ін. Крайні зразки кремнієвих p-i-n ФД, призначені для детектування ближнього ІЧ-випромінювання, володіють максимумом спектральної характеристики близько  $\lambda=1000$  нм та монохроматичною струмовою чутливістю близько  $SI\lambda=0.6-0.7$  А/Вт. У другому розділі дисертації досліджено вплив електрофізичних характеристик кремнію на кінцеві параметри ФД, а також вплив легування n+- та p+-шарів фосфором та бором відповідно на фотоелектричні параметри n+-p-r+- структур. Описано технологію виготовлення планарних p-i-n ФД. Встановлено, що темновий струм і чутливість ФД, виготовлених на основі кремнію з вищим питомим опором базового матеріалу сягають насичення при нижчій напрузі зворотного зміщення, а ФД на основі кремнію з більшим часом життя неосновних носіїв заряду мають менші значення темнового струму. Однак, ФД на основі кремнію із вищим питомим опором більш схильні до утворення поверхневих провідних інверсійних каналів на межі розділу Si-SiO<sub>2</sub>, що провокує зниження пору ізоляції чутливих елементів багатоелементних ФД. Для забезпечення максимального значення коефіцієнта збирання носіїв заряду та поглинання випромінювання в i-області ФД потрібно використовувати оптимальну концентрацію домішок в n+- та p+-областях. Встановлено, що при зниженні концентрації фосфору та бору в n+- та p+-шарах відповідно, коефіцієнт їх пропускання знижується, але для забезпечення належної міри геттерування легованими шарами, оптимальними значеннями поверхневих опорів після дифузії фосфору та бору є  $RS\approx 2,7-3$  Ом/□, та  $RS\approx 18$  Ом/□ відповідно. Отримано ФД із темновими струмами  $I_t=28-36$  нА та імпульсною чутливістю  $SI_{imp}=0,46-0,48$  А/Вт.

У третьому розділі наведено деякі перспективні структури кремнієвих p-i-n ФД. Запропоновано кремнієвий відрізаючий абсорбційний фільтр, який дозволяє виключити вплив короткохвильового фонового випромінювання з довжиною хвилі

---

$\lambda \leq 850$  нм на корисний сигнал ФД. Досліджено оптичні властивості фільтрів та встановлено, що при збільшенні товщини фільтра край його пропускання зміщується в сторону більших довжин хвиль, але зменшується його коефіцієнт пропускання. Для нівелювання втрат потужності випромінювання внаслідок використання абсорбційного світлофільтра запропоновано використовувати їх в комбінації із оптичним концентратором.

Виготовлено та досліджено ФД із збільшеним коефіцієнтом збирання носіїв заряду. Збільшення вказаного параметру досягається шляхом зменшення товщини кристалу ФД в проекціях чутливих елементів на тилову сторону підкладки. Зменшення товщини кристалу з 500 мкм до 300 мкм дозволяє збільшити чутливість ФД на 25 %.

Запропоновано варіант кремнієвого р-і-п ФД з меза-структурою, в якому чутливі елементи формуються шляхом травлення меза-профілю, а утворені канавки є зазорами між активними елементами ФП. Такий принцип виготовлення ФД дозволяє виключити з технологічного маршруту високотемпературну операцію термічного окислення. Зменшення кількості термообробок дозволяє уникнути значної деградації електрофізичних характеристик напівпровідника та отримати зразки із покращеними параметрами.

Запропоновано метод підвищення опору ізоляції чутливих елементів і охоронного кільця кремнієвих чотириквadrантних ФД шляхом розриву поверхневих інверсійних провідних каналів на межі розділу Si-SiO<sub>2</sub>. Метод ґрунтується на травленні тонкої оксидної плівки в проміжках між активними елементами, що дозволяє видалити інверсійні шари. За відсутності збільшення опору ізоляції після цих маніпуляцій, пропонується формувати меза-профіль шляхом травлення кремнію в проміжках між чутливими елементами на глибину до 10 мкм. Метод дозволяє значно знизити темнові струми ФД та збільшити опір ізоляції активних елементів. Метод також зменшує коефіцієнт фотозв'язку чутливих елементів. Також досліджено вплив наявності інверсійних шарів на вольт-фарадні та вольт-амперні характеристики структур. В Додатку 1 досліджено генезис кристалографічних дефектів на поверхні та в об'ємі р-і-п ФД, їх вплив на параметри ФП та методи зменшення їх густини.

Наведено деякі нові аспекти дефектоутворень на поверхні кремнієвих структур під час різних технологічних операцій. Також встановлено, що дефекти структури часто розміщуються на пластинах нерівномірно і спричиняють нерівномірність параметрів чутливих елементів багатоелементних ФД. Причинами нерівномірного розподілу дислокацій по поверхні ФД є нерівномірний розподіл точкових дефектів, що утворилися в результаті окиснення, наявність мікродефектів, утворених під час механічного або хіміко-динамічного полірування, а також неоднорідність точкових чи лінійних дефектів (ростових) в об'ємі злитка чи пластини. Лінійні дефекти часто перетинають всю пластину, утворюючи центри рекомбінації в області просторового заряду (ОПЗ) ФД.

Виявлено динаміку дислокацій по поверхні структур Si-SiO<sub>2</sub> з інверсійними шарами в напрямку периферії кристала під час відпалу, що сприяло значному зниженню густини структурних дефектів на поверхні чутливих елементів. Описане явище можна

---

використовувати для отримання високолегованих бездефектних кремнієвих структур. Запропонованим методом вдається знизити густину дислокацій на поверхні чутливих елементів на 2–3 порядки. Запропоновано метод зниження густини поверхневих структурних дефектів шляхом проведення операції хіміко-динамічного полірування (ХДП) в зонах чутливих елементів після термічного окислення. Метод дозволяє ліквідувати структурні дефекти утворені під час окиснення, які є центрами генерації дислокацій під час дифузійних операцій. ХДП з використанням маскування за допомогою SiO<sub>2</sub> формує структуровану поверхню, яка геттерує генераційно-рекомбінаційні центри (ГРЦ) в об'ємі кристалу та зменшує коефіцієнт відбивання випромінювання від поверхні ФД. Цей метод також дозволяє отримати ФД із низькими значеннями темнових струмів та підвищеною фоточутливістю.

Практичне значення отриманих результатів.

Результати досліджень, проведених у рамках цієї дисертаційної роботи мають велике практичне значення для виготовлення надійних високочутливих ФП на основі високоомних кремнієвих n<sup>+</sup>-р-p<sup>+</sup>-структур. Результати дисертації застосовані та впроваджені в Центральному конструкторському бюро «Ритм» при виготовленні таких ФД: ФД-14М, ФД-15М, ФД-15М-01, ФД 29, ФД-255, ФД-31СФ.

1. Впроваджено технологічні режими дифузії фосфору та бору з планарних твердотільних джерел, які дозволяють отримувати ФД з покращеними параметрами: значення темнового струму  $I_t \leq 30$  нА та імпульсної чутливості  $S_{imp} \approx 0,48-0,5$  А/Вт при  $U_{зм} = -120$  В. (Патент на корисну модель № 149890) [150].

2. Досліджено вплив товщини адгезійного підшару хрому з тилової сторони підкладки на коефіцієнт збирання носіїв заряду та чутливість ФД. Встановлено що товщина адгезійного шару 10-12 нм забезпечує мінімальне поглинання випромінювання ( $T=4\%$  при  $\lambda=1,05$  мкм) та забезпечує мінімальний спад чутливості без втрат адгезійних властивостей золота. Зменшення товщини шару хрому призводить до зниження його коефіцієнта пропускання.

3. Запропоновано метод зниження густини поверхневих структурних дефектів шляхом проведення операції ХДП в зонах чутливих елементів після термічного окислення. Метод дозволяє ліквідувати структурні дефекти утворені під час окиснення, які є центрами генерації дислокацій під час дифузійних операцій. При використанні методу вдається знизити поверхневу густину дислокацій з  $N_{дис} \approx 4-6 \cdot 10^6$  м<sup>-2</sup> до  $N_{дис} \approx 0,5-2 \cdot 10^5$  м<sup>-2</sup>.

Проведення ХДП з використанням маскування за допомогою SiO<sub>2</sub> формує структуровану поверхню, яка геттерує ГРЦ в об'ємі кристалу ФД та зменшує коефіцієнт відбивання випромінювання від поверхні ФД. Описане дозволяє отримати ФП із покращеними фотоелектричними властивостями внаслідок зменшення густини структурних дефектів та введення додаткового механізму геттерування структурованою поверхнею.

4. Запропоновано та впроваджено використання кремнієвих абсорбційних відрізаючих світлофільтрів, які дозволяють виключити вплив фонового короткохвильового випромінювання із  $\lambda \leq 850$  нм на корисний сигнал ФД. Розроблено конструкцію світлофільтра, який забезпечує коефіцієнт пропускання випромінювання робочої довжини хвилі  $T \geq 70\%$  (Патент на корисну модель № 151697) [106].

5. Запропоновано та виготовлено кремнієвий р-і-n ФД з меза-

структурою, який дозволяє нівелювати зменшення часу життя неосновних носіїв заряду та питомого опору базового матеріалу за рахунок виключення високотемпературної операції пасивації. Зниження кількості термічних операцій дозволяє отримати ФД із підвищеною чутливістю ( $S_{imp}=0,53 \text{ A/Wt}$ ). Виготовлення ФД за меза-технологією також знижує їх вартість порівняно із виробами, виготовленими за класичною планарною технологією (Патент на корисну модель № 151696) [131].

6. Розроблено ряд методів збільшення опору ізоляції чутливих елементів багатоелементних ФД, які базуються на розриві інверсійних провідних каналів на межі розділу Si-SiO<sub>2</sub> шляхом травлення тонкої оксидної плівки чи поверхневого шару кремнію, або утворення областей обмеження каналів витоку ізотипних із метеріалом підкладки (p+-типу) в зазорах між чутливими елементами. Запропоновані методи дозволяють виготовляти квадрантні ФД із міжквадрантним опором  $\geq 20 \text{ МОм}$  (Патент на корисну модель № 149108) [153].

7. Запропоновано неруйнівний метод визначення кінцевого питомого опору базового матеріалу n+-p-p+- структур, який добре корелює із методом визначення на основі ефекту Холла. Метод базується на визначенні напруги зворотного зміщення, при якій ширина ОПЗ набуває максимального значення.

2.3. Ключові слова дисертації      напівпровідники, кремній, детектор фотонів, p-i-n фотодіод, фільтр, темновий струм, тонка плівка, оксид кремнію, оптичні властивості, область просторового заряду, струмова монохроматична чутливість, вольт-амперна характеристика, вольт-фарадна характеристика, електрофізичні властивості, структурні дефекти

2.4. Посилання, за яким розміщено текст дисертації на сайті ЗВО      <https://archer.chnu.edu.ua/handle/123456789/12723>

2.7. Публікації здобувача, зараховані за темою дисертації

Kukurudziak M. S. 1064 nm wavelength pin photodiode with low influence of periphery on dark currents. Journal of nano- and electronic physics. 2022. Vol. 14, No. 1. P. 01023-1 – 01023-4 (Scopus).

Рік	2022
Ключові слова	Dark current, Guard ring, Periphery, Photodiode, Responsivity, Silicon
DOI	10.21272/jnep.14(1).01023
ISSN	–
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85126608106">https://www.scopus.com/pages/publications/85126608106</a>

Kukurudziak M. S. Formation of dislocations during phosphorus doping in the technology of silicon p-i-n photodiodes and their influence on dark currents. Journal of nano- and electronic physics. 2022. Vol. 14, No. 4. P. 04015-1 – 04015-6 (Scopus).

Рік	2022
Ключові слова	Dark current, Dislocation, Photodiode, Surface resistance

DOI	10.21272/jnep.14(4).04015
ISSN	–
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85137640137">https://www.scopus.com/pages/publications/85137640137</a>

Kukurudziak M. S. Diffusion of phosphorus in technology for manufacturing silicon p-i-n photodiodes. Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. 2022. Vol. 25, No. 4. P. 385-393 (WoS, Scopus).

Рік	2022
Ключові слова	dark current, dislocation, phosphorus diffusion, photodiode, sensitivity
DOI	10.15407/spqeo25.04.385
ISSN	–
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85146254956">https://www.scopus.com/pages/publications/85146254956</a>

Kukurudziak M. S. Influence of surface resistance of silicon p-i-n photodiodes n+-layer on their electrical parameters. Physics and Chemistry of Solid State. 2022. Vol. 23, No. 4. P. 756-763 (WoS, Scopus).

Рік	2022
Ключові слова	dark current, guard ring, photodiode, surface resistance
DOI	10.15330/pcss.23.4.756-763
ISSN	–
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85145603888">https://www.scopus.com/pages/publications/85145603888</a>

Kukurudziak M. S. Problems of Masking and Anti-Reflective SiO<sub>2</sub> in Silicon Technology. East European Journal of Physics. 2023. No. 2. P. 289-295 (WoS, Scopus).

Рік	2023
Ключові слова	oxidation, photodiode, silicon, silicon oxide, transparent film, volt-farad characteristic
DOI	10.26565/2312-4334-2023-2-33
ISSN	–
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85163127377">https://www.scopus.com/pages/publications/85163127377</a>

Kukurudziak M. S. Isolation of Responsive Elements of Planar Multi-Element Photodiodes. East European Journal of Physics. 2023. No. 3. P. 434-440 (WoS, Scopus).

Рік	2023
Ключові слова	insulation resistance, inversion layer, photodiode, silicon, silicon oxide
DOI	10.26565/2312-4334-2023-3-48
ISSN	-
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85171346936">https://www.scopus.com/pages/publications/85171346936</a>

Кукурудзяк М. С. Дослідження морфології макропористого Si, одержаного металом стимульованим щавленням за допомогою Au = Study of the morphology of macroporous Si obtained by metal-stimulated oxidation with Au. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. 2023. Т. 21, №. 3. С. 605-616 (Scopus).

Рік	2023
Ключові слова	metal-assisted etching, porous silicon, selective etching
DOI	10.15407/nnn.21.03.605
ISSN	-
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85180258402">https://www.scopus.com/pages/publications/85180258402</a>

Kukurudziak M. S., Lipka V. M. Influence of silicon characteristics on the parameters of manufactured photonics cells. East European Journal of Physics. 2023. No. 4. P. 197-205. (WoS, Scopus).

Рік	2023
Ключові слова	crystallographic orientation, dark current, dislocations, photodiode, responsivity, silicon
DOI	10.26565/2312-4334-2023-4-24
ISSN	-
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85178931495">https://www.scopus.com/pages/publications/85178931495</a>

Kukurudziak M. S. The influence of the structure of guard rings on the dark currents of silicon p-i-n photodiodes. Physics and Chemistry of Solid State. 2023. Vol. 24, No. 4. P. 603-609 (WoS, Scopus).

Рік	2023
Ключові слова	dark current, guard ring, photodiode, silicon
DOI	10.15330/pcss.24.4.603-609
ISSN	-

Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85181563606">https://www.scopus.com/pages/publications/85181563606</a>
Kukurudziak M. S., Mastruk E. V. Study of the Charge Carrier Collection Coefficient of Silicon p-i-n Photodiodes. East European Journal of Physics. 2024. No. 1. P. 386-392. (Scopus Q3 – <a href="https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101018929&amp;tip=sid&amp;clean=0">https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101018929&amp;tip=sid&amp;clean=0</a> ; WoS)	
Рік	2024
Ключові слова	barrier capacity, photodiode, responsivity, silicon, charge carrier collection coefficient
DOI	10.26565/2312-4334-2024-1-39
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85186862755">https://www.scopus.com/pages/publications/85186862755</a>
Kukurudziak M. S. Effect of Structural Defects on Parameters of Silicon Four-Quadrant p-i-n Photodiodes. East European Journal of Physics. 2024. No. 2. P. 345-352 (Scopus Q3 – <a href="https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101018929&amp;tip=sid&amp;clean=0">https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101018929&amp;tip=sid&amp;clean=0</a> ; WoS)	
Рік	2024
Ключові слова	dark current, dislocations, photodiode, point defects, sensitivity, silicon
DOI	10.26565/2312-4334-2024-2-41
ISSN	–
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85195940912">https://www.scopus.com/pages/publications/85195940912</a>
Kukurudziak M. S., Lipka, V. M., Ryukhtin, V. V. Silicon p-i-n Mesa-Photodiode Technology. East European Journal of Physics. 2024. No. 3. P. 385-389. (Scopus Q3 – <a href="https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101018929&amp;tip=sid&amp;clean=0">https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101018929&amp;tip=sid&amp;clean=0</a> ; WoS)	
Рік	2024
Ключові слова	dark current, dislocations, sensitivity, silicon, photodiode, point defects
DOI	10.26565/2312-4334-2024-3-47
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85203706835">https://www.scopus.com/pages/publications/85203706835</a>

Kukurudziak M. S., Mastruk E. V., Koziarskyi I. P. Influence of Boron Diffusion on Photovoltaic Parameters of n+-p-p+ Silicon Structures and Based Photodetectors. East European Journal of Physics. 2024. No. 4. P. 289-296. (Scopus Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101018929&tip=sid&clean=0> ; WoS).

Рік	2024
Ключові слова	avalanche photodiode, dark current, isovalent impurity, photodetectors, sensitivity, silicon
DOI	10.26565/2312-4334-2024-4-31
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85212299471">https://www.scopus.com/pages/publications/85212299471</a>

Kukurudziak M. S., Ryukhtin V. V. Methods of Correction of Spectral Characteristics of Silicon Photodetectors. East European Journal of Physics. 2025. No. 1. P. 290-294. (WoS, Scopus Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101018929&tip=sid&clean=0>)

Рік	2025
Ключові слова	optical transmission, photodetector, sensitivity, silicon, spectral characteristics
DOI	10.26565/2312-4334-2025-1-34
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/86000494636">https://www.scopus.com/pages/publications/86000494636</a>

Kukurudziak M. S., Mastruk E. V. Influence of chromium sublayer on silicon P-I-N photodiodes responsivity. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering: Fifteenth International Conference on Correlation Optics. 2021, December. Vol. 12126. P. 511-518. (WoS, Scopus).

Рік	2021
Ключові слова	chromium, photodiode, responsivity, sublayer
DOI	10.1117/12.2616170
ISSN	0277-786X
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85124703497">https://www.scopus.com/pages/publications/85124703497</a>

Kukurudziak M. S., Mastruk E. V. High-responsivity silicon p-i-n mesa-photodiode. Semiconductor Science and Technology. 2023. Vol. 38, No. 8. P. 085007. (WoS; Scopus Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=27191&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
-----	------

Ключові слова	dark current, mesa-structure, photodiode, photoresist, responsivity
DOI	10.1088/1361-6641/acdf14
ISSN	0268-1242
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85164584748">https://www.scopus.com/pages/publications/85164584748</a>

Kukurudziak M. S. A method of increasing the interquadrant resistance of four-quadrant p-i-n photodiodes. *Journal of Instrumentation*. 2024. Vol. 19, No. 9, P. P09006 (WoS, Scopus Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=4900152808&tip=sid&clean=0>)

Рік	2024
Ключові слова	Photon detectors for UV, visible and IR photons (solid-state) (PIN diodes, APDs, Si-PMTs, G-APDs, CCDs, EBCCDs, EMCCDs, CMOS imagers, etc), Solid state detectors
DOI	10.1088/1748-0221/19/09/P09006
ISSN	1748-0221
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85203274881">https://www.scopus.com/pages/publications/85203274881</a>

Kukurudziak M. S., Maistruk E. V., Yatskiv R., Koziarskyi I. P., Koziarskyi D. P. Silicon p-i-n photodiode with reduced crystallographic defect density and structured surface. *Journal of Physics D: Applied Physics*. 2025. Vol. 58, No. 16. P. 165106. (WoS, Scopus Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=28570&tip=sid&clean=0> ).

Рік	2025
Ключові слова	atomic force microscopy, dark current, defect, microstructure, photodiode, responsivity, silicon
DOI	10.1088/1361-6463/adbd4d
ISSN	0022-3727
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85146254956">https://www.scopus.com/pages/publications/85146254956</a>

### 3. Захист

3.1. Посилання, за яким здійснюватиметься онлайн-трансляція захисту <https://www.youtube.com/channel/UC7PNEvK5g8CET3dTxA-x0yQ>

### 4. Разова рада

4.1. Дата рішення Вченої 29.09.2025

ради про утворення разової ради

4.2. Дата наказу про введення у дію рішення Вченої ради про утворення разової ради 06.10.2025

### **Голова разової ради**

ПІБ	<b>Склярчук Валерій Михайлович</b>
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	доцент (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.10 Фізика напівпровідників і діелектриків
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0001-8211-4391

### *Публікації за тематикою дисертації*

Skliarchuk V., Fochuk P., Bolotnikov A., & James R. B. Radiation resistance of Hg<sub>3</sub>In<sub>2</sub>Te<sub>6</sub> near-infrared photodiodes. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering: Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XXIII, 2021, September. Vol. 11838. P. 162-167 (Scopus)

Рік	2021
Ключові слова	Cr, Hg <sub>3</sub> In <sub>2</sub> Te <sub>6</sub> , Photodetector with potential Schottky barrier, Radiation resistance
DOI	10.1117/12.2595844
ISSN	0277-786X
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85117954269">https://www.scopus.com/pages/publications/85117954269</a>

Sklyarchuk V., Zakharuk Z., Solodin S., Rarenko A., Sklyarchuk O., Fochuk P., James R. B. Effect of the Electric Field Strength on the Energy Resolution of Cr/CdTe/Pt Detectors. IEEE Transactions on Nuclear Science. 2020 (November). V. 67. №. 11. P 2439-2444. (Scopus, Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=17368&tip=sid&clean=0> )

Рік	2020
Ключові слова	cadmium telluride (CdTe), metal-semiconductor contact, ohmic contact, rectifying contact, X/γ-ray detectors
DOI	10.1109/TNS.2020.3026259
ISSN	0018-9499
Одноосібне авторство	ні
Містить державну	ні

таємницю / службову  
інформацію

Посилання <https://www.scopus.com/pages/publications/85091681448>

Sklyarchuk V., Kopach, O., Fochuk, P., Sklyarchuk, O., Bolotnikov, A. E., James, R. B. Electro-physical properties of surface-barrier diodes on low-resistance n-Cd<sub>0.96</sub>Mn<sub>0.04</sub>Te<sub>0.96</sub>Se<sub>0.04</sub> crystals. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering: Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XXVI. 2024, October. Vol. 13151. P. 17-23 (Scopus)

Рік 2024

Ключові слова (Cd,Mn)(Te,Se), crystals, electrical properties, ohmic contacts, Schottky barrier

DOI 10.1117/12.3027351

ISSN 0277-786X

Одноосібне авторство ні

Містить державну  
таємницю / службову  
інформацію ні

Посилання <https://www.scopus.com/pages/publications/85208534017>

### **Рецензент**

ПІБ **Орлецький Іван Григорович**

Місце роботи Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Посада доцент (Основне місце роботи)

Факультет або інший  
структурний підрозділ Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Науковий ступінь Кандидат наук, 01.04.10 Фізика напівпровідників і діелектриків

Дата отримання диплома  
доктора філософії (кандидата  
наук) 24.12.2007

ORCID 0000-0001-5202-8353

### *Публікації за тематикою дисертації*

Mostovyi A. I., Kuryshchuk S. I., Asanov N., Parkhomenko H. P., Kovaliuk T. T., Orletskyi I. G., ... Brus V. V. A self-powered UV-vis-NIR graphite/CdZnTe Schottky junction photodiode. Semiconductor Science and Technology. 2023. V. 38. № 8. Art. no. 085002 (Scopus, Q2 - <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=27191&tip=sid&clean=0>)

Рік 2023

Ключові слова CdZnTe, detectivity, graphite, photodiode, response time

DOI 10.1088/1361-6641/acd9e4

ISSN 0268-1242

Одноосібне авторство ні

Містить державну  
таємницю / службову  
інформацію ні

Посилання <https://www.scopus.com/pages/publications/85163396497>

Parkhomenko H., Solovan M., Mostovyi A., Orletskiy I., & Brus V. Electrical and Photoelectric Properties of Organic-Inorganic Heterojunctions PEDOT: PSS/n-CdTe. East European Journal of Physics. 2021. № 4. P. 43-48. (Scopus)

Рік	2021
Ключові слова	CdTe, current transport, heterojunction, PEDOT:PSS, photodetectors
DOI	10.26565/2312-4334-2021-4-04
ISSN	-
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85127444846">https://www.scopus.com/pages/publications/85127444846</a>

Orletskii, I. G., Tkachuk, I. G., Ivanov, V. I., Kovalyuk, Z. D., Zasloukin, A. V. Electrical properties and photosensitivity of n-Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/p-InSe heterojunctions produced by the spray pyrolysis method. Journal of Nano- and Electronic Physics. 2023. V. 15. № 5. Art. no. 05004. (Scopus)

Рік	2023
Ключові слова	Heterojunction, I-V Characteristics, Indium Selenide, Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Photosensitivity, Spray Pyrolysis
DOI	10.21272/JNEP.15(5).05004
ISSN	-
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85179967165">https://www.scopus.com/pages/publications/85179967165</a>

### **Рецензент**

ПІБ	<b>Шпатар Петро Михайлович</b>
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	Директор навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Кандидат наук, 05.27.01 Твердотільна електроніка
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	11.10.2007
ORCID	0000-0003-4088-1458

### *Публікації за тематикою дисертації*

Aleksieiev A., Prokofiev M., Shpatar P. A method of quantum communication using sideband-modulated infrared emission. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering: Sixteenth International Conference on Correlation Optics, 2024, January. (Vol. 12938, pp. 120-124) (Scopus).

Рік	2024
-----	------

Ключові слова	laser, lateral frequencies, photodiode, polarization
DOI	10.1117/12.3010050
ISSN	0277-786X
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85184140876">https://www.scopus.com/pages/publications/85184140876</a>

Shpatar P., Hres, O., Rozorinov, H., Veryha, A. Single photon detector on avalanche photodiode. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering: Fifteenth International Conference on Correlation Optics, 2021, December. Vol. 12126. P. 329-334 (Scopus)

Рік	2021
Ключові слова	Avalanche photodiodes, Quantum cryptography, Quantum efficiency, Single photons detector
DOI	10.1117/12.2615626
ISSN	0277-786X
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85124686202">https://www.scopus.com/pages/publications/85124686202</a>

Halyts R., Shpatar P., Yaremchuk Y. Amplification pulse signals a single-photon detector based on an avalanche photodiode. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering: Sixteenth International Conference on Correlation Optics, 2024, January. Vol. 12938. P. 115-119 (Scopus)

Рік	2024
Ключові слова	Avalanche photodiodes, laser, quantum efficiency
DOI	10.1117/12.3010049
ISSN	0277-786X
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85184149521">https://www.scopus.com/pages/publications/85184149521</a>

### **Офіційний опонент**

ПІБ	<b>Євтух Анатолій Антонович</b>
Місце роботи	Інститут фізики напівпровідників імені В.Є.Лашкарьова Національної академії наук України
Посада	провідний науковий співробітник (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.10 Фізика напівпровідників і діелектриків
Дата отримання диплома	-

---

доктора філософії (кандидата наук)

---

ORCID 0000-0003-3527-9585

*Публікації за тематикою дисертації*

Evtukh A. A., Kizjak A. Y., Antonin S. V., Bratus O. L. Impedance of nanocomposite SiO<sub>2</sub>(Si)&FexOy(Fe) thin films containing Si and Fe nanoinclusions. Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. 2023. V. 26, № 4. P. 424-431 (Scopus)

---

Рік	2023
Ключові слова	alternating current, electrical properties, Fe nanoinclusions, impedance, nanocomposite films, oxide matrix, Si nanoclusters
DOI	10.15407/spqeo26.04.424
ISSN	-
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85179133319">https://www.scopus.com/pages/publications/85179133319</a>

Bratus O., Kizjak A., Kykot A., Pylypova O., Ilchenko V., Evtukh A. Influence of the annealing temperature on the electrical conductivity mechanisms SiO<sub>x</sub> (Si) &FeyOz (Fe) films. Journal of Alloys and Compounds. 2025. V. 1011. 178383. (Scopus, Q1 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=12325&tip=sid&clean=0>)

---

Рік	2025
Ключові слова	Current-voltage characteristic, Dielectric-metal transition, Fe and Si nanoclusters, Ion-plasma sputtering, Iron oxides, Mechanisms of electrical conductivity, Nanocomposite SiO <sub>x</sub> (Si)&FeyOz(Fe) film, Oxide matrices
DOI	10.1016/j.jallcom.2024.178383
ISSN	0925-8388
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85214080736">https://www.scopus.com/pages/publications/85214080736</a>

Pylypova O., Antonin S., Fedorenko L., Muryi Y., Skryshevsky V., Evtukh A. Influence of laser annealing of silicon enriched siox films on their electrical conductivity. Silicon. 2022. V. 14. № 18. P. 12599-12605 (Scopus, Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=19400158637&tip=sid&clean=0>)

---

Рік	2022
Ключові слова	Electrical conductivity, Laser annealing, Nanocomposite film, Nanoparticles, Silicon oxide
DOI	10.1007/s12633-022-01959-2
ISSN	1876-990X
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні

---

інформацію	
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85132196378">https://www.scopus.com/pages/publications/85132196378</a>

### **Офіційний опонент**

ПІБ	<b>Вербицький Володимир Григорович</b>
Місце роботи	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Посада	Професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Факультет електроніки
Науковий ступінь	Доктор наук, 05.27.01 Твердотільна електроніка
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0001-5717-0797

### *Публікації за тематикою дисертації*

Verbitskiy V., Voronko A., Verbitskiy D. Position-sensitive photodetector array for optical coordinator. Measuring Equipment and Metrology. 2021. Vol. 82, No 1.P. 5-8.

Рік	2021
Ключові слова	Optical coordinator, Position-sensitive matrix, Method for determining coordinates, Position-sensitive detectors, Quadrant photodiodes, Direction-finding characteristics
DOI	10.23939/istcmtm2021.01.005
ISSN	-
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://science.lpnu.ua/istcmtm/all-volumes-and-issues/volume-82-no1-2021/position-sensitive-photodetector-array-optical">https://science.lpnu.ua/istcmtm/all-volumes-and-issues/volume-82-no1-2021/position-sensitive-photodetector-array-optical</a>

Verbitskiy V. G., Antonyuk V. S., Voronko A. O., Korolevych L. M., Verbitskiy D. V., Novikov, D. O. Matrix of photosensitive elements for determining the coordinates of the source of optical radiation. Journal of Nano- and Electronic Physics. 2021. Vol. 13, No 4, 04029 (6pp) (Scopus)

Рік	2021
Ключові слова	Direction-finding characteristics, Method for determining coordinates, Optical coordinator, Photodiode, Position sensitive device (PSD), Position sensitive matrix, Quadrant photodiodes (QPD)
DOI	10.21272/jnep.13(4).04029
ISSN	-
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні

---

Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85113378403">https://www.scopus.com/pages/publications/85113378403</a>
Kosulya A.V., Verbitsky V.G. Geometry of a Microelectronic Coordinate-Sensitive Detector of Charged Particles. Physics of Particles and Nuclei Letters. 2021.Vol. 18. P. 757–759. (Scopus)	
Рік	2021
Ключові слова	Coordinate-Sensitive Detector, Integrated Circuit, Charged Particles
DOI	10.1134/S1547477121070049
ISSN	1547-4771
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	<a href="https://www.scopus.com/pages/publications/85122977930">https://www.scopus.com/pages/publications/85122977930</a>

---

### **Підтвердження**

Я підтверджую, що:

- я належним чином уповноважений/а закладом освіти/науковою установою на подання цього повідомлення, і за потреби надам документ, який підтверджує ці повноваження
- усі відомості, викладені у цьому повідомленні, є достовірними

*Документ підписаний електронним підписом*

ЯКУБОВСЬКА НАТАЛІЯ ОЛЕКСІЇВНА

07.10.2025