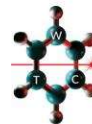




**Wojskowa
Akademia
Techniczna**

**Wydział
Nowych Technologii i Chemii**



płk prof. dr hab. inż. Piotr MARTYNIUK
Wydział Nowych Technologii i Chemii
Wojskowa Akademia Techniczna
00-908 Warszawa
ul. Kaliskiego 2

Warszawa, 15.01.2026 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA RADY DISCYPLINY NAUKOWEJ NAUKI FIZYCZNE UNIWERSYTETU WARSZAWSKIEGO

Tytuł rozprawy: “Detektory podczerwieni z plazmonicznym wzmocnieniem absorpcji”

Autor rozprawy: mgr Andrzej JANASZEK

Promotorzy rozprawy: dr hab. Rafał KOTYŃSKI, dr Piotr WRÓBEL

**Rozprawa przygotowana w ramach programu: “Doktorat wdrożeniowy” we współpracy z firmą VIGO Photonics S.A. Opiekun pomocniczy ze strony VIGO Photonics S.A.:
prof. dr hab. Józef PIOTROWSKI**

Podstawę do przygotowania recenzji stanowiło pismo (29.10.2025 r.) Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej - Nauki Fizyczne Uniwersytetu Warszawskiego - dr. hab. Jacka SZCZYTKO, prof. ucz. Podstawa prawna: art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. “Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (z późn. zm.).

Doktorant - mgr Andrzej JANASZEK uczęszczał do XIV LO im. Stanisława Staszica w Warszawie, które ukończył w 2012 r. Był finalistą 60 Olimpiady Fizycznej. W 2015 r. ukończył interdyscyplinarne studia licencjackie na kierunku “Inżynieria Nanostruktur” prowadzone przez Wydziały Fizyki i Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, realizując pracę dyplomową pt. “Struktura elektronowa funkcjonalizowanego grafenu na metalicznych oraz izolujących podłożach”. W czasie studiów pierwszego stopnia pracował w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych, gdzie zajmował się pomiarami grafenu i ogniw fotowoltaicznych. Studia magisterskie odbył na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, na kierunku “Fizyka” (specjalność “Fizyka materii skondensowanej i nanostruktur półprzewodnikowych”). Pracę magisterską pt. “Fotowoltaiczne detektory podczerwieni wytworzone na bazie InAsSb: modelowanie i charakteryzacja” obronił w 2017 r. Od początku studiów magisterskich do dnia dzisiejszego związany jest z firmą VIGO Photonics S.A., gdzie zajmuje się opracowywaniem nowych detektorów podczerwieni.

W latach 2017-2019 realizował prace badawcze w projekcie europejskim MIRPHAB, w ramach których był współautorem dwóch publikacji:

1. R. Müller, V. Gramich, M. Wauro, J. Niemasz, L. Kirste, V. Daumer, **A. Janaszek**, J. Jureńczyk, R. Rehm, “High operating temperature InAs/GaSb type-II superlattice detectors on GaAs substrate for the long wavelength infrared,” *Infrared Phys. Technol.*, vol. 96, 2019, doi: 10.1016/j.infrared.2018.10.019.

2. R. Müller, J. Niemasz, V. Daumer, **A. Janaszek**, J. Jureńczyk i R. Rehm, "Advances on photoconductive InAs/GaSb type-II superlattice long-wavelength infrared detectors for high operating temperature," Proc. SPIE - Int. Soc. Opt. Eng., vol. 1091416, no. February 2019, p. 41, 2019, doi: 10.1117/12.2506624.

Od 2019 do 2025 r. realizował we współpracy z Wydziałem Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego i VIGO Photonics S.A. projekt badawczy pt. "Detektory podczerwieni z plazmonicznym wzmocnieniem absorpcji" w ramach programu "Doktorat wdrożeniowy". W tym czasie opublikował cztery publikacje (pierwszy autor):

1. **A. Janaszek** *et al.*, "Plasmon-enhanced high operating temperature infrared photodetectors," Proc. SPIE, vol. 12568, no. 125680R, 2023, doi: 10.1117/12.2665259.
2. **A. Janaszek** *et al.*, "Rigorous optical modelling of long-wavelength infrared photodetector with 2D subwavelength hole array in gold film," Opto-Electronics Rev., vol. 32, no. 1, 2024, doi: 10.24425/opelre.2024.148831.
3. **A. Janaszek** *et al.*, "Multistage photovoltaic HOT MIR detectors: various design comparison," in Quantum Sensing and Nano Electronics and Photonics XXI, M. Razeghi, G. A. Khodaparast, and M. S. Vitiello, Eds., SPIE, 2025, p. 133760U. doi: 10.1117/12.3042091.
4. **A. Janaszek** *et al.*, "Absorption enhancement in LWIR detector via waveguide and plasmonic modes engineering," Opt. Express 33, 50392-50406 (2025) doi: 10.1364/OE.575783

Ponadto, w latach 2021-2024 był kierownikiem projektu pt. "Development of Plasmon-enhanced HOT MIR Photodetectors" (akronim PEMIR) dofinansowanego przez NCBR i realizowanego we współpracy z Uniwersytetem Sabanci w Stambule. W mojej ocenie, dorobek - w szczególności publikacje, jak również udział w poważnych międzynarodowych projektach potwierdzają potencjał naukowy Doktoranta.

Tematyka pracy obejmuje zagadnienia wysokotemperaturowej detekcji promieniowania podczerwonego. Doktorant stwierdza, że przyrządy wysokotemperaturowe można wykorzystać do detekcji gazów - posiadających charakterystyczne linie absorpcyjne pozwalające na identyfikację i pomiar stężeń w ramach metod spektroskopowych. Podczerwień umożliwia też bezkontaktowy pomiar temperatury. Otwiera to szerokie pole aplikacyjne np. w pomiarach temperatury ciała człowieka, wykrywaniu pożarów, wykrywaniu usterek w transporcie szynowym wysokich prędkości, ocenie termoizolacji budynków czy wielu zastosowaniach wojskowych. Promieniowanie podczerwone jest również szeroko stosowane w przemyśle poprzez wykorzystanie laserów, które emitują fotony właśnie w tym zakresie spektralnym. Wszystkie powyższe zastosowania podczerwieni wymagają detektorów czułych w tym zakresie widmowym, wśród których wyróżniającą pozycję zajmują detektory fotonowe (szybkość działania i wysoka wykrywalność). Autor podkreśla, że niepożądane szумы detektorów podczerwieni przez długi czas wymagały chłodzenia ciekłym azotem (gabaryty i niewygoda obsługi takich urządzeń ograniczała potencjalne zastosowania). Wymusza to w sposób naturalny prowadzenie prac nad ulepszaniem detektorów, tak aby mogły one pracować w temperaturze pokojowej lub temperaturach uzyskiwanych przez miniaturowe chłodziarki termoelektryczne. Autor podkreśla, że głównym wyzwaniem jest zmniejszanie szumów związanych z termiczną generacją nośników w detektorze oraz zapewnienie wysokiej czułości. Doktorant stwierdza, że ten drugi cel jest szczególnie problematyczny w zakresie długofalowym promieniowania podczerwonego (LWIR-ang. *long-wavelength infrared*, 8-15 μm), gdzie ze względu na krótką drogę dyfuzji oraz niski współczynnik absorpcji trudnym jest uzyskanie wysokiej czułości przy zastosowaniu tradycyjnych konstrukcji przyrządów detekcyjnych. Poszukiwane są metody poprawy osiągnięć poprzez wzmocnienie

absorpcji promieniowania w detektorze. Autor podkreśla, że jedną z nowych technik jest wykorzystanie plazmonów - fal rozchodzących się na granicy metalu i dielektryka, które dzięki powierzchniowej lokalizacji charakteryzują się silnym polem elektromagnetycznym. Wzmocnienie absorpcji pozwala nie tylko na zwiększenie czułości detektorów, ale także, dzięki zastosowaniu cieńszych warstw aktywnych (absorberów), prowadzi do redukcji szumów oraz zwiększenia szybkości działania.

Doktorant za cel pracy stawia sobie poznanie zjawisk umożliwiających wzmocnienie pola elektrycznego, zaproponowanie konstrukcji detektorów ze zwiększoną absorpcją, wytworzenie i zbadanie prototypowych detektorów o ulepszonym działaniu (wyższych osiąгах). W ramach pracy chce pokazać, że dzięki zastosowaniu metod wzmocnienia absorpcji możliwe jest istotne podwyższenie osiąгов detektorów promieniowania podczerwonego w długofalowym zakresie. Doktorant zakłada, że wyniki pracy będą podstawą do szczegółowego opracowania i wdrożenia do produkcji i sprzedaży nowych przyrządów aktywnych w podczerwieni odpowiadających na konkretne potrzeby rynkowe, w szczególności w obszarze detekcji wysokotemperaturowej.

Recenzentowi znane są nowe trendy rozwoju wysokotemperaturowych detektorów promieniowania podczerwonego, dlatego też tematyka doktoratu jest nowa i charakteryzuje się nie tylko potencjałem naukowo-badawczym ale i wdrożeniowym. Należy stwierdzić, że praca mgr. JANASZKA skupia się na badaniach nowatorskich struktur półprzewodnikowych z grupy A^{III}B^V do zastosowań w wysokotemperaturowych długofalowych przyrządach detekcyjnych. Biorąc powyższe pod uwagę, w mojej ocenie, recenzowana rozprawa doktorska bardzo dobrze wpisuje się w obszar badań prowadzonych w wiodących laboratoriach technologicznych w kraju i na świecie nad opracowaniem nowych, ulepszonych pod względem osiąгов detektorów promieniowania podczerwonego.

Rozprawa ma charakter teoretyczno-eksperymentalny. Praca zawiera szereg elementów nowości, a jej tematyka jest aktualna i ważna dla badań stosowanych ze znaczącym potencjałem aplikacyjno-wdrożeniowym. Za cel pracy Autor postawił sobie: *“Lepsze poznanie zjawisk umożliwiających wzmocnienie pola elektrycznego, zaproponowanie konstrukcji detektorów ze wzbogaconą absorpcją i ostatecznie wytworzenie i zbadanie prototypowych detektorów o ulepszonym działaniu”*.

W rozprawie mgr JANASZEK powołuje się na 130 prac źródłowych, w tym 3 publikacje, których jest autorem i które bezpośrednio dotyczą przedmiotowej tematyki (pozycja [127], [128], [129]):

[127] A. Janaszek *et al.*, “Plasmon-enhanced high operating temperature infrared photodetectors,” *Proc. SPIE*, vol. 12568, no. 125680R, Jun. 2023, doi: 10.1117/12.2665259.

[128] A. Janaszek *et al.*, “Rigorous optical modelling of long-wavelength infrared photodetector with 2D subwavelength hole array in gold film,” *Opto-Electronics Rev.*, vol. 32, no. 1, 2024, doi: 10.24425/opelre.2024.148831.

[129] A. Janaszek *et al.*, “Absorption enhancement in LWIR detector via waveguide and plasmonic modes engineering,” *Opt. Open*, 2025, doi: 10.1364/opticaopen.29867258.v2.

W spisie literatury odnalazłem jeszcze jedną pozycję - praca magisterska Autora [121].

[121] A. Janaszek, “Fotowoltaiczne detektory podczerwieni wytworzone na bazie InAsSb: modelowanie i charakteryzacja,” Uniwersytet Warszawski, 2017.

Dodatkowo, oprócz wymienionych prac, Doktorant deklaruje 4 prace opublikowane w materiałach konferencyjnych (SPIE, IEEE). Dorobek publikacyjny Doktoranta zacytowany w rozprawie jest znany Recenzentowi i stanowi potwierdzenie kompetencji Autora dysertacji w obszarze badań realizowanych w ramach części symulacyjno-badawczo-doświadczalnej.

Zestawienie danych bibliometrycznych Doktoranta przedstawiłem w Tabeli 1. W bazie Web of Science (WoS) (dostęp 31.12.2025 r.) zarejestrowano 7 dokumentów, które były cytowane 25 razy (bez autocytowań). Indeks Hirscha jego prac wynosi 2 (bez autocytowań). W bazie Scopus (dostęp 31.12.2025 r.) zarejestrowano również 7 dokumentów, które były cytowane 30 razy (bez autocytowań). Indeks Hirscha jego prac wynosi 2 (bez autocytowań).

Tabela 1. Zestawienie danych bibliometrycznych Doktoranta.

Baza	Data dostępu	Liczba publikacji	Summary IF*	Liczba PM**	Liczba cytowań	Liczba cytowań bez autocytowań	Indeks Hirscha	Indeks Hirscha bez autocytowań
Web of Science (WoS)	31.12. 2025 r.	7	8	340	28	25	3	2
Scopus		7	8	340	35	30	3	2

*IF (w jęz. ang. impact factor) - współczynnik wpływu - zgodnie z informacją na stronie internetowej pisma.

**PM - liczba punktów ministerialnych za publikację zgodnie z: "Komunikat Ministra Nauki z dnia 5 stycznia 2024 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych - 20240105 Wykaz czasopism naukowych 2024 styczeń w wersji PDF.pdf".

Summary IF prac Autora wynosi 8 (WoS, Scopus), a liczba PM 340 (WoS, Scopus). Pierwszą punktowaną pracę Autor opublikował w 2019 r. w Infrared Physics And Technology (IF = 3.3, PM = 100) (cytowana 27/21 wg Scopus/WoS). Jest to najbardziej rozpoznawalna praca Autora. Na uwagę zasługuje ostatni opublikowany artykuł w Optics Express (IF=3.4, PM=140).

Praca doktorska składa się ze wstępu (rozdział 1) poprzedzonego streszczeniem i rozdziałów teoretyczno-eksperymentalnych (2-6) zakończonych podsumowaniem (7). Ostatni element pracy to spis literatury (8). W mojej ocenie, wnioski z przeprowadzonej analizy danych literaturowych i wcześniejszych prac badawczych sformułowano w sposób prawidłowy i przekonujący. Bibliografia wydaje się być dobrana w sposób przemyślany i prawidłowy.

Zakres pracy obejmuje krytyczną analizę literatury dotyczącej przyrządów ze wzmocnioną absorpcją, projektowanie i modelowanie struktur detekcyjnych, wytworzenie prototypowych detektorów, ich charakteryzację i analizę wyników. Praca rozpoczyna się od wprowadzenia tematyki detektorów podczerwieni – ich rodzajów, podstawowych właściwości, głównych problemów związanych z konstrukcją oraz materiałów z jakich są wytwarzane. Następnie Doktorant przedstawia wybrane metody wzmocnienia pola elektromagnetycznego, analizuje literaturę dotyczącą detektorów ze wzmocnieniem absorpcji i przedstawia projekty detektorów, które wykonał w pracy. Kolejny rozdział poświęcony jest wykorzystywanym metodom, zarówno modelowania numerycznego, wytwarzania jak i pomiarów detektorów. Wreszcie, w głównej części pracy, Doktorant omawia wyniki przeprowadzonych badań, zarówno w zakresie symulacji, jak i eksperymentów potwierdzających możliwość wzmocnienia pola elektromagnetycznego w strukturach detekcyjnych i ulepszenia działania detektorów. Część teoretyczna rozprawy obejmuje w sumie 31 stron. Rozdziały 4 (w części), 5 i 6 to w mojej ocenie rzeczywisty wkład Autora, który obejmuje projekty struktur detekcyjnych ze wzmocnioną absorpcją, symulacje numeryczne, *processing* detektorów i ich charakteryzację (w sumie 71 stron). W podsumowaniu, Autor syntetycznie omawia najważniejsze rezultaty prac oraz proponuje plan dalszych badań (w sumie 3 strony).

Ze względu na osiągnięte, unikalne rezultaty, dobór przez Autora narzędzi symulacyjnych, pomiarowych i charakterystycznych badanych struktur uważam za właściwy i adekwatny do zaplanowanego zakresu prac badawczych. Praca jest oryginalna, a prezentowane wyniki badań stanowią, w mojej ocenie, samodzielny i oryginalny dorobek mgr. JANASZKA. W swoich badaniach Doktorant przyjął prawidłowe i zasadne założenia badawcze, a do ich udowodnienia

wybrał właściwy zestaw technik i narzędzi badawczych, których zastosowanie umożliwiło osiągnięcie głównego celu pracy. Autor prawidłowo zaplanował i zrealizował szereg eksperymentów.

Jak zaznaczono powyżej - przedstawiona do recenzji praca obejmuje badania możliwości wzmocnienia absorpcji w detektorach podczerwieni poprzez zastosowanie powierzchniowych plazmonów-polarytonów, wnęk optycznych i falowodów planarnych. W mojej ocenie do najważniejszych osiągnięć pracy należy zaliczyć to, że Doktorant zaprojektował, wytworzył i scharakteryzował dwa typy detektorów bazujących na cienkich absorberach z supersieci-II rodzaju (T2SLs ang. *type-II superlattices*) InAs/InAsSb:

- heterostrukтурną fotodiode z matrycą podfalowych otworów w metalizacji wierzchniej;
- oraz detektor typu nBn z wysokodomieszkowaną warstwą typu N^{++} (silnie domieszkowany szerokoprzerwowy materiał typu n) oraz matrycą mikrometrycznych wysp metalicznych na powierzchni aktywnej.

W detektorze barierowym (nBn) Doktorant zaobserwował plazmoneczne wzmocnienie czułości o 55% dla długości fali 10.3 μm oraz mody wnękowe zwiększające czułość ponad czterokrotnie i podnoszące wykrywalność do poziomu $\sim 6.3 \times 10^9$ Jones'a dla długości fali 8 μm i temperatury pracy 200 K. Symulacje numeryczne metodami FDTD (ang. *finite-difference time-domain*) i PWAM (ang. *plane wave admittance method*) pozwoliły Autorowi na poznanie natury modów i optymalizację struktur detekcyjnych. Dodatkowo, Autor wnioskuję, że kluczową rolę we wzmocnieniu absorpcji odgrywa warstwa typu N^{++} , która dzięki bardzo wysokiej koncentracji domieszki uzyskuje właściwości metaliczne i ujemną przenikalność elektryczną w zakresie długofalowej podczerwieni.

Zrealizowane badania stanowią potwierdzenie dojrzałości naukowej mgr. JANASZKA oraz świadczą o prawidłowym opanowaniu warsztatu symulacyjno-pomiarowo-badawczego. Uzyskane wyniki mają duże znaczenie dla opracowania nowych wysokotemperaturowych detektorów promieniowania podczerwonego w zakresie średnio- i długofalowym oraz są istotne dla dalszego rozwoju przyrządów na bazie materiałów $A^{III}B^V$.

Stwierdzam, że mgr JANASZEK w sposób prawidłowy przeanalizował wyniki przeprowadzonych prac teoretyczno-doświadczalnych, na bazie których sformułował wiarygodne i przekonujące wnioski. Praca ma poprawny układ, który nie budzi większych zastrzeżeń. Rysunki są prawidłowej wielkości. Zostały one poprawnie opisane. Widać różnicę w jakości przygotowania części teoretycznej i części symulacyjno-doświadczalnej. O ile część symulacyjno-doświadczalna nie budzi większych zastrzeżeń edytorskich, co jest zrozumiałe, ponieważ jest to mierzalne naukowe osiągnięcie Autora, to części teoretycznej, w mojej ocenie, poświęcił mniej uwagi. Brakuje konsekwencji w oznaczeniach poziomu domieszkowania (np. N^{++} i N^{++}). Autor wielokrotnie wprowadza skróty opisujące procesy generacyjno-rekombinacyjne, np. SRH. Pojawiają się słowa "processing" i "procesing" ("procesingu"). Autor używa słowa „substrat” - co brzmi dziwnie (str. 45). Równanie 53 i 83 są identyczne. Pozwalam sobie przytoczyć najważniejsze nieścisłości językowe/uchybień (kolokwializmy), które napotkałem w czasie czytania dysertacji (Tabela 2).

Tabela 2. Wykaz nieścisłości językowych/kolokwializmów - podano rozdział i numer strony.

Nr	Rozdział	Strona	Uwaga
1	Streszczenie	3	... własności metaliczne ...
2	Streszczenie	3	Kluczową rolę we wzmocnieniu absorpcji odgrywa półprzewodnik typu N^{++} , który dzięki bardzo wysokiej koncentracji domieszki uzyskuje właściwości metaliczne opisywane modelem Drudego i ujemną przenikalność elektryczną w zakresie długofalowej podczerwieni .
3	Spis treści	4	2.4 Materiały do fotonowych detektorów podczerwieni
4	Wstęp	7	Promieniowanie elektromagnetyczne ma duże znaczenie dla człowieka nie tylko ze względu

			na energie i niska entropię, jakie nam dostarcza ze słońca , ale także ze względu...
5	Wstęp	7	W podczerwieni bowiem można zaobserwować wiele ważnych zjawisk niewidocznych gołym okiem .
6	Wstęp	8	Realizacja koncepcji wzbogaconej absorpcji pozwoli....
7	Rozdział 2	9	Podczerwień obejmuje fale elektromagnetyczne o długości od 750 nm do 1 mm, z których tradycyjnie wydzielają się mniejsze zakresy (Tabela 1) wyróżnione
8	Rozdział 2	11	ważną grupę stanowią detektory fotowoltaiczne, z których najpowszechniej stosowanym jest dioda półprzewodnikowa oparta na złączu p-n
9	Rozdział 2	12	Innym rodzajem fotonowego detektora podczerwieni jest przyrząd typu nBn, zaproponowany w 2006 r. [7]. Idea detektora barierowego została zaproponowana znacznie wcześniej. A. White, "Infrared detectors", U.S. Patent 4,679,063, 1983. Martyniuk, P., Kopytko, M. and Rogalski, A.. "Barrier infrared detectors" <i>Opto-Electronics Review</i> , vol. 22, no. 2, 2014, pp. 127-146. https://doi.org/10.2478/s11772-014-0187-x
10	Rozdział 2	12	podkontakowej typu n (Rysunek 3).
11	Rozdział 2	18	(bo w dwukrotnie wyższej potęgę), przez co zaczyna dominować nad szumem detektora gdy jego rezystancja przesadnie spada .
12	Rozdział 2	19	Natomiast dla ustalonej geometrii detektora A_o/A_e i długości fali λ najwyższa wydajność może być uzyskana poprzez maksymalizację stosunku wydajności kwantowej do pierwiastka z sumy współczynników generacji i rekombinacji przemnożonej przez grubość absorbera.
13	Rozdział 2	19	Aby ją zwiększyć konieczne jest wzbogacenie absorpcji przy zachowaniu niewielkiej grubości absorbera.
14	Rozdział 3	26	Aby fala zlokalizowana była na powierzchni metalu (i nie wybuchała z oddalaniem od niej)
15	Rozdział 3	30	...speriodyzowana w wyniku zastosowania dwuwymiarowej matrycy otworów w metalizacji.
16	Rozdział 3	31	Jednak gdy zamiast niego wykorzystany zostanie materiał umożliwiający kontrolę fazy na granicy wneki
17	Rozdział 3	31	r_i - amplitudowy współczynnik odbicia promieniowania na wejściu do wneki, t_i - amplitudowy współczynnik transmisji promieniowania na wyjściu z wneki.
18	Rozdział 3	31	9-krotne wzmocnienie absorpcji do poziomu 54% w zakresie MWIR [61]
19	Rozdział 3	34	Podobne w działaniu urządzenie można skonstruować bazując nie na anomalnej transmisji przez matrycę otworów, ale na rezonansowym wzmocnieniu absorpcji w materiale do matrycy przylegającym
20	Rozdział 4	38	...rząd ugięcia siatki złotej użytej do sprzęgania plazmonów .
21	Rozdział 4	39	w celu charakteryzacji w temperaturach 200 K do 300 K.
22	Rozdział 5	40	Metoda FDTD służy ich numerycznemu rozwiązywaniu
23	Rozdział 5	40	Wykorzystywana w symulacjach siatki jest kartezjańska , co oznacza, że komórka
24	Rozdział 5	41	W tej pracy korzystano z fali płaskich , których
25	Rozdział 5	41	W przypadku struktur o symetrii periodycznej, a z takie właśnie są rozpatrywane w tej pracy
26	Rozdział 5	41	widm transmisji przez zadane płaszczyzny , absorpcji w zadanej objętości czy rozkładu wektora Poyntinga
27	Rozdział 5	44	Reaktor MBE wyposażony jest system RHEED
28	Rozdział 5	44	na podłożu osadzana była warstwa uforowa GaSb
29	Rozdział 5	47	Podkładki wykonane były z szafiru, na którym naniesiona została metalizacja chrom/złoto ukształtowana w ścieżki elektryczne...
30	Rozdział 5	49	Woollam IR-VASE Mark II z wbudowanym detektorem DTGS
31	Rozdział 5	50	Charakterystyki prądowo-napięciowe mierzone były przy użyciu charakteryzatora zbudowanego
32	Rozdział 5	50	prądu mógłby wykonywany kilkakrotnie przez czas próbkowania t_p .
33	Rozdział 5	50	nBn, w obudwie przypadkach z krokiem
34	Rozdział 5	51	przedstawione jest na Rysunek 20 .
35	Rozdział 5	51	Wiązka wyjściowa przechodzi przez przesłonę
36	Rozdział 5	53	nie powinien mieć wpływu
37	Rozdział 6	62	Składowa o polaryzacji 0° wzbudza na strukturze plazmony w kierunku zgodnym symetrią translacyjną sieci, które następnie wyświecają po drugiej stronie struktury falę o polaryzacji 0° , która częściowo przechodzi przez polaryzator -45° dzięki czemu podlega detekcji
38	Rozdział 6	67	warstwie absorbera struktur z różnym otworami (linie ciągłe) oraz struktury
39	Rozdział 6	76	Schemat pomiarów przedstawiony jest na Rysunek 53 .
40	Podsumowanie	109	niskiego współczynnik absorpcji i krótkiej drogie dyfuzji
41	Podsumowanie	109	Detektory fotowoltaiczne z matrycami matrycami podfaliowych otworów

Autor powinien przykładać większą uwagę do poprawności językowej, co jest istotne, ponieważ jako pracownik nauki będzie w przyszłości wpływał na poziom staranności językowej młodszych kolegów. Wymienione uwagi nie mają wpływu na ogólnie pozytywną ocenę rozprawy i pozwalają stwierdzić, że na podstawie przeprowadzonych symulacji numerycznych i eksperymentów **cel pracy został osiągnięty**.

Recenzent ma świadomość, że w pracach doświadczalnych zawsze istnieje problem właściwego zaplanowania ilości i rodzaju eksperymentów niezbędnych do weryfikacji

postawionych hipotez badawczych. Jest to spowodowane najczęściej kosztem pojedynczego procesu eksperymentalnego oraz długim czasem jego realizacji. Pewien niedosyt Recenzenta budzi brak szczegółowych informacji na temat powtarzalności procesów eksperymentalnych.

Nie stwierdzam, poza sformułowanymi wyżej uwagami, innych, istotnych uchybień i słabych stron prezentowanej rozprawy. Niemniej jednak pozwolę sobie również poprosić Autora o ustosunkowanie się do następujących pytań:

1. Czy Autor mógłby odnieść się do pojęcia “wydajność fotoelektryczna” (str. 15).
2. Czy Autor mógłby się odnieść do pojęcia: “Supersieć, wynaleziona w 1970 roku [30], to materiał powstały poprzez jednowymiarową periodyzację monokrystalicznego półprzewodnika wywołaną zmianą jego składu z okresem rzędu 10 nm” (str.21).
3. Co oznacza parametr wydajność absorpcji we wzorze 84 (str.65).
4. Czy można bezpośrednio porównać imersję optyczną (podłoża GaAs, GaSb) z wynikami uzyskanymi w pracy?
5. Jaką maksymalną poprawę wykrywalności można uzyskać poprzez zastosowanie plazmoniki?

Podsumowując, zgodnie z § 21 pkt 2–4 Załącznika nr 1 do uchwały nr 157 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 29 czerwca 2022 r. w sprawie określenia sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora na Uniwersytecie Warszawskim, stwierdzam, że:

1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie oraz wskazuje na umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.
2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jak również przedstawione wyniki mają potencjał w zakresie zastosowania w sferze gospodarczej i społecznej. Mogą być wykorzystane do podniesienia potencjału produkcyjnego firmy VIGO Photonics S.A. w zakresie detekcji wysokotemperaturowej.

Biorąc pod uwagę dorobek naukowy mgr. JANASZKA i pozytywną ocenę Jego pracy doktorskiej uważam, że Autor spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora nauk fizycznych i wnioskuję o dopuszczenie do publicznej obrony przedstawionej pracy.

W mojej ocenie, praca ma duże znaczenie praktyczne i stanowi istotny wkład Autora w rozwój badań nad detektorami promieniowania podczerwonego. Podkreślenia wymaga fakt, że Doktorant skutecznie połączył znajomość fizyki półprzewodników/metali/struktur fotonicznych z umiejętnością stosowania metod obliczeniowych i eksperymentalnych oraz projektowania przyrządów, co razem umożliwiło nie tylko zbadanie zjawisk, ale także wytworzenie detektora o nowatorskiej konstrukcji i wyraźnie wyższych osiągnięciach. Biorąc powyższe pod uwagę wnioskuję o wyróżnienie przedmiotowej rozprawy.

Piotr
Marcin
Martyniuk

Elektronicznie
podpisany przez
Piotr Marcin
Martyniuk
Data: 2026.01.15
15:13:20 +01'00'