

Gdańsk, 15.05.2026

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Patrycji Taborowskiej pt. „*New photonic carbon nanostructures*”

Podstawą formalną do przygotowania recenzji rozprawy doktorskiej stanowiło pismo z dnia 11 marca 2026 Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne, prof. dr. hab. inż. Doroty Neugebauer. Promotorem rozprawy jest prof. dr. hab. inż. Dawid Janas, a rolę promotora pomocniczego pełni dr inż. Andrzej Dzień.

1. Zasadność podjęcia tematu oraz ocena oryginalności problematyki

Recenzowana rozprawa doktorska podejmuje istotną problematykę związaną z opracowaniem zaawansowanych metod selektywnej izolacji oraz kowalencyjnej funkcjonalizacji jednościennej nanorurek węglowych (SWCNT) w celu precyzyjnego kształtowania ich właściwości fotoluminescencyjnych (PL). Jak trafnie wskazuje Autorka w streszczeniu rozprawy, unikalne optyczne właściwości chiralnie jednorodnych SWCNT stanowią o ich ogromnym potencjale do zastosowań w nowoczesnej fotonice. Zasadność podjętej tematyki wynika z rosnącego zapotrzebowania na nanostruktury węglowe o ściśle zdefiniowanych właściwościach optycznych w zakresie bliskiej podczerwieni (NIR, 800–1600 nm) dla zastosowań w nowoczesnej fotonice - od bioobrazowania po telekomunikację.

Problematyka dysertacji nabiera szczególnego znaczenia w kontekście ograniczeń dotychczasowych metod izolacji SWCNT, charakteryzujących się niską wydajnością ekstrakcji (1–3%) oraz stosowaniem kosztownych technik chromatograficznych. Systemy oparte na środowisku wodnym są dobrze opisane w literaturze, w przeciwieństwie do systemów organicznych, przy czym w obydwu przypadkach mechanizm funkcjonalizacji SWCNT nadal pozostaje niewyjaśniony. Oryginalność podjętej problematyki polega na nowatorskim podejściu łączącym rekurencyjną ekstrakcję z użyciem polimerów skoniugowanych z kontrolowaną funkcjonalizacją przy użyciu nadtlenu benzoilu (BPO) i jego pochodnych, co stanowi ciekawe rozwiązanie z punktu widzenia rozwoju inżynierii defektów

Kontakt:

Prof. dr. hab. inż. Robert Bogdanowicz
Tel +48 58 3471503 | email: rbogdan@eti.pg.edu.pl
Fax +48 58 3471848 | <http://diamondized.eu>

luminescencyjnych w SWCNT. Szczególnie innowacyjny charakter ma zaproponowanie biblioteki zmodyfikowanych pochodnych BPO jako narzędzia do programowania właściwości emisyjnych nanorurek, pozwalającego kontrolować gęstość upakowania grup funkcyjnych na powierzchni SWCNT i długość fali emisji, przy jednoczesnym rozwiązaniu problemów technologicznych takich jak selektywność emisji PL.

Dotychczasowe rozwiązania w zakresie funkcjonalizacji luminescencyjnej SWCNT charakteryzują się istotnymi ograniczeniami, takimi jak konieczność stosowania soli diazoniowych w środowisku wodnym, co jest niekompatybilne z dyspersjami polimerowymi w rozpuszczalnikach organicznych, ograniczone możliwości kontroli długości fali emisji E_{11}^* oraz brak systematycznych badań wpływu struktury inicjatora na reaktywność wobec SWCNT o różnych chiralnościach.

Oryginalność przedstawionej pracy w stosunku do obecnego stanu wiedzy polega na opracowaniu zamkniętego procesu rekurencyjnej ekstrakcji chiralnej SWCNT z recyklingiem polimeru, rozpuszczalnika i materiału źródłowego. Do nowych obserwacji zaliczam również wyjaśnienie mechanizmu funkcjonalizacji SWCNT nadtlenkami aryłowymi w środowisku organicznym z uwzględnieniem roli rozpuszczalnika, wilgotności oraz tlenu, a także wykazanie, że najbardziej efektywne okazały się reagenty ubogie w elektrony, co potwierdziło wcześniejsze obserwacje i umożliwiło lepsze zrozumienie mechanizmu reakcji. Istotnym osiągnięciem jest również skuteczna funkcjonalizacja SWCNT o większych średnicach niż w przypadku najbardziej popularnej chiralności (6,5), pomimo ich niższej reaktywności, co otwiera możliwość emisji w oknie telekomunikacyjnym. Jak precyzuje Autorka w rozdziale „*Scope and Aim*”, praca wyjaśnia mechanizm reakcji półprzewodnikowych SWCNT z grupami funkcyjnymi oraz przedstawia nową, skalowalną metodę regulacji widm PL, kompatybilną z chiralnie jednorodnymi SWCNT ekstrahowanymi polimerami.

Cele rozprawy zostały sformułowane w sposób precyzyjny i metodologicznie uzasadniony, obejmując optymalizację metod ekstrakcji chiralnej, charakteryzację mechanizmów funkcjonalizacji oraz opracowanie zestawu narzędzi do programowania emisji PL z nanorurek o różnych chiralnościach. Analizując sformułowane cele badawcze rozprawy stwierdzam, że są one w pełni mierzalne, metodologicznie spójne i posiadają głęboki wymiar naukowy, wpisując się w aktualne trendy badawcze

Kontakt:

Prof. dr hab. inż. Robert Bogdanowicz
Tel +48 58 3471503 | email: rbogdan@eti.pg.edu.pl
Fax +48 58 3471848 | http://diamondized.eu

w dziedzinie zaawansowanych nanostruktur do zastosowań fonicznych. Postawiony problem badawczy cechuje się wysokim stopniem oryginalności, wymagając od Autorki zaawansowanej wiedzy interdyscyplinarnej z pogranicza nanotechnologii, spektroskopii optycznej oraz inżynierii materiałowej.

Podejmowana problematyka ma ważne znaczenie praktyczne w kontekście rozwoju technologii fonicznych i telekomunikacyjnych, a interdyscyplinarność podejścia badawczego, łączącego aspekty syntezy, spektroskopii oraz analizy mechanizmów reakcji, znacząco podnosi wartość naukową, poznawczą i potencjał aplikacyjny przedstawionej rozprawy doktorskiej. Warto podkreślić, że opracowanie skalowalnych metod precyzyjnej kontroli emisji PL z SWCNT, wymagających jedynie standardowego wyposażenia laboratoryjnego, ma bezpośrednie przełożenie na rozwój emiterów i czujników fonicznych w zakresie NIR, co dodatkowo uwypukla technologiczne znaczenie prowadzonych badań.

2. Szczegółowa charakterystyka i ocena rozprawy doktorskiej

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska ma formę opisu zbioru trzech tematycznie powiązanych publikacji naukowych, uzupełnionego patentem krajowym, i została opracowana w języku angielskim. Struktura rozprawy obejmuje 63 strony tekstu głównego (rozdziały 1–4 wraz z podsumowaniem i bibliografią), systematycznie podzielonego na wprowadzenie literaturowe, opis celów i zakresu pracy, część eksperymentalną, wyniki i dyskusję oraz wnioski, uzupełnione wykazem dorobku naukowego Autorki oraz załącznikiem zawierającym pełne teksty publikacji. Dysertacja oparta jest na trzech publikacjach (P1, P2, P3), które zostały zintegrowane w spójną narrację naukową, oraz jednym patencie krajowym (Pat1). Praca zawiera starannie opracowane rysunki i tabele, a bazę bibliograficzną stanowi 146 pozycji literaturowych.

Rozdział wprowadzający (*Introduction*) prezentuje kompleksowe kompendium wiedzy obejmujące wieloaspektową analizę współczesnego stanu badań w zakresie właściwości elektrycznych i optycznych SWCNT z uwzględnieniem struktury pasmowej i gęstości stanów (DOS), metod sortowania chiralnego z wykorzystaniem ekstrakcji polimerami skoniugowanymi

Kontakt:

Prof. dr hab. inż. Robert Bogdanowicz
Tel +48 58 3471503 | email: rbogdan@eti.pg.edu.pl
Fax +48 58 3471848 | <http://diamondized.eu>



(CPE), chromatografii do selekcji rozmiarów (SEC), ultrawierowania w gradiencie gęstości (DGU) oraz ekstrakcji w dwufazowych układach wodnych (ATPE), mechanizmów implementacji defektów luminescencyjnych sp^3 z przeglądem metod, a także ścieżek rozpadu BPO i wpływu podstawników na reaktywność. Krytyczna analiza struktury części przeglądowej wskazuje na gruntowne zapoznanie się ze stanem wiedzy w interdyscyplinarnym obszarze badawczym. Wprowadzenie jest zwięzłe, ale merytorycznie bogate, co jest zaletą w kontekście formy rozprawy opartej na zbiorze publikacji.

Rozdział 2 (*Scope and Aim*) precyzyjnie definiuje zakres i cele pracy, wyznaczając logiczną ścieżkę badawczą od optymalizacji ekstrakcji chiralnej, przez mechanistyczne badania funkcjonalizacji BPO, po systematyczne wykorzystanie pochodnych BPO. Autorka jasno wskazuje, że praca koncentruje się na kilku kluczowych pytaniach badawczych, m.in. czy wszystkie łańcuchy polimeru efektywnie uczestniczą w interakcji z SWCNT, czy wytrącony polimer może być odzyskany, w jaki sposób poprawić wydajność ekstrakcji oraz czy jakość materiału zmienia się w kolejnych cyklach.

Pragnę zauważyć, że rozprawa w formie zbioru publikacji, choć merytorycznie spójna, w kilku miejscach odsyła czytelnika po szczegóły metodologiczne do materiałów uzupełniających poszczególnych artykułów (np. syntezy pochodnych BPO, syntezy polimerów skoniugowanych, szczegółowe procedury analizy FTIR i wyznaczania wydajności kwantowej PLQY), co utrudnia samodzielną lekturę dysertacji bez dostępu do tych materiałów. Ponadto, rozprawa nie zawiera formalnie sformułowanej hipotezy badawczej - hipoteza pojawia się dopiero w rozdziale wynikowym (sekcja 4.3), a nie w części definiującej cele pracy (rozdział 2), co odbiega od klasycznego układu dysertacji i może utrudniać czytelnikowi precyzyjną ewaluację stopnia realizacji założeń naukowych.

Rozdział 3 (*Experimental*) koncentruje się na syntetycznym opisie metodologii badawczej. W rozprawie zastosowano poprawnie dobrane metody badawcze, adekwatne do stawianego problemu badawczego. Doktorantka wykorzystwała zaawansowane techniki analityczne w procesie charakteryzacji, w tym spektroskopię absorpcyjną UV-Vis z dekonwolucją widm funkcjami Voigta i oprogramowaniem PTF Fit, mapy wzbudzeniowo-emisyjne PL rejestrowane czytnikiem ClAIR ze źródłem superkontynuuum EVO HP EU-4 oraz spektroskopię Ramana z użyciem mikroskopu Renishaw inVia. **Na szczególne uznanie zasługuje szczegółowy**

Kontakt:

Prof. dr hab. inż. Robert Bogdanowicz
Tel +48 58 3471503 | email: rbogdan@eti.pg.edu.pl
Fax +48 58 3471848 | http://diamondized.eu



opis parametrów stosowanych technik pomiarowych, procedur normalizacyjnych oraz opracowanie własnych skryptów Python do dopasowywania widm PL, co świadczy o wysokim poziomie metodologii metrologicznej i dbałości o powtarzalność eksperymentów.

Rozdział 4.1 przedstawia wyniki dotyczące optymalizacji rekurencyjnej ekstrakcji chiralnych SWCNT. Autorka opracowała zamknięty proces (zilustrowany na rys. 4.1) umożliwiający recykling wszystkich trzech komponentów systemu ekstrakcyjnego (SWCNT, polimer, rozpuszczalnik), osiągając najwyższą dotychczas raportowaną wydajność ekstrakcji rzędu 25% przy zachowaniu czystości chiralnej 85–91% w początkowych cyklach. Jak podkreślono w konkluzjach rozprawy, najwyższe wydajności uzyskano, gdy temperatura, czas sonikacji i moc zostały dopasowane do parametrów makromolekularnych polimeru. Bardzo interesującym elementem jest identyfikacja mechanizmu stopniowego obniżenia selektywności chiralnej w kolejnych cyklach ekstrakcji, powiązanego z akumulacją długołańcuchowych frakcji polimeru w sedymencie - po 13 cyklach czystość chiralna spadła do odpowiednio 49% i 23% dla systemów (6,5) i (7,5). Ponadto, wykazano możliwość zastąpienia toluenu bardziej zrównoważonym ekologicznie p-cymenem.

Do szczególnie wartościowych naukowo sekcji rozprawy zaliczam rozdział 4.2, prezentujący systematyczne badania mechanizmu funkcjonalizacji SWCNT nadtlenkiem benzoilu w środowisku organicznym. Autorka wykazała liniową zależność gęstości defektów od stężenia BPO oraz eksponentywną zależność od temperatury, co umożliwia precyzyjną kontrolę procesu. Optymalne warunki obejmowały umiarkowaną temperaturę (70–85°C) oraz niskie stężenie inicjatora. Szczegółowa analiza wpływu tlenu, wilgotności oraz typu rozpuszczalnika na przebieg reakcji pozwoliła na identyfikację optymalnych warunków selektywnej funkcjonalizacji, przy czym wiązania kowalencyjne typu C–O i C–C prowadziły do emisji na różnych długościach fali w widmie PL.

Do równie wartościowych naukowo sekcji rozprawy zaliczam rozdział 4.3, prezentujący bibliotekę 14 pochodnych BPO z grupami funkcyjnymi typu alkil, alkoksyl, karbonyl, halogenek, nityl lub nitro w pozycjach 3- lub 4- jako narzędzie do programowania emisji PL z SWCNT. Wykazano, że podstawniki o właściwościach elektroakceptorowych zwiększają reaktywność wobec SWCNT, co koreluje z rozkładem ładunków atomowych. Autorka podsumowuje, że

Kontakt:

Prof. dr hab. inż. Robert Bogdanowicz
Tel +48 58 3471503 | email: rbogdan@eti.pg.edu.pl
Fax +48 58 3471848 | <http://diamondized.eu>



podstawniki w strukturze inicjatora modyfikowały nie tylko głębokość pułapki ekscytonowej, jak wykazano we wcześniejszych pracach, ale również bezpośrednio wpływały na reaktywność tworzonych rodników wobec SWCNT, co pozwoliło na skuteczną funkcjonalizację większych nanorurek (7,5).

Rozprawę kończy syntetyczne podsumowanie uzyskanych rezultatów badawczych, w którym Autorka stwierdza, że badania dostarczają kompleksowego zrozumienia procesu funkcjonalizacji SWCNT, oferując nowe podejście do kontrolowanej inżynierii defektów luminescencyjnych, użyteczne w racjonalnym projektowaniu procesów i materiałów dla nowych zastosowań optoelektronicznych.

Pragnę podkreślić, że przedstawione w rozprawie wyniki badań zaowocowały publikacjami w renomowanych czasopismach międzynarodowych oraz ochroną patentową kluczowych rozwiązań technologicznych, co potwierdza wysoką wartość naukową i aplikacyjną przeprowadzonych badań. **Dorobek naukowy Autorki obejmuje 3 publikacje bezpośrednio stanowiące rozprawę, opublikowane w renomowanych czasopismach indeksowanych w bazie JCR: ACS Sustainable Chemistry & Engineering (IF 7,3), Chemical Science (IF 7,4) oraz Materials Horizons (IF 10,7), przy łącznej punktacji 480 pkt. MNiSW i sumarycznym IF 25,4. W publikacji P1 Autorka jest pierwszym autorem, natomiast w publikacjach P2 i P3 jest współpierwszym autorem o równym wkładzie.** Portfolio naukowe Doktorantki wzbogacają dodatkowo patent krajowy stanowiący część rozprawy (Pat.248351) oraz 3 inne patenty krajowe, 7 innych publikacji w czasopismach indeksowanych w międzynarodowych bazach danych, odbyte staże w ośrodkach zagranicznych (IIT Roorkee, Cranfield University), udział w 3 projektach badawczych (w tym NCN SONATA) oraz 5 wystąpień konferencyjnych. **Przedstawiony dorobek publikacyjny i patentowy w pełni satysfakcjonuje wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora, świadcząc o dojrzałości naukowej i samodzielności badawczej Autorki.**

Analiza wyników zaprezentowana w oryginalnych rozdziałach eksperymentalnych dokumentuje gruntowną znajomość zaawansowanych technik spektroskopowych i metodologii inżynierii nanostruktur, świadcząc o rozległych kompetencjach Doktorantki w interdyscyplinarnym obszarze badawczym. Autorka przeprowadza wnikliwą interpretację uzyskanych rezultatów eksperymentalnych, demonstrując

Kontakt:

Prof. dr hab. inż. Robert Bogdanowicz
Tel +48 58 3471503 | email: rbogdan@eti.pg.edu.pl
Fax +48 58 3471848 | <http://diamondized.eu>

głębokie zrozumienie złożonych mechanizmów determinujących procesy tworzenia defektów luminescencyjnych w SWCNT. Formułowane wnioski są konsekwentnie osadzone w kontekście aktualnego stanu wiedzy, co potwierdza doskonałą orientację w najnowszych trendach badawczych reprezentowanej dziedziny. Szczególnego uznania wymaga naukowa rzetelność Doktorantki przejawiająca się w systematycznym dążeniu do pełnego wyjaśnienia obserwowanych zjawisk oraz kompleksowej weryfikacji wpływu warunków procesowych na selektywność modyfikacji.

3. Dyskusja i pytania do Doktoranta

Rozprawa doktorska charakteryzuje się wysokim standardem redakcyjno-edytorskim. Materiały ilustracyjne, obejmujące rysunki i tabele, cechują się przejrzystością wizualną oraz merytoryczną poprawnością, będąc właściwie zintegrowane z narracją poprzez odpowiednie cytowanie i omówienie. Szczególnego uznania wymaga swoboda operowania specjalistyczną terminologią naukową przez Autorkę, zarówno w języku angielskim, jak i polskim (streszczenie), co znacząco wpływa na komunikatywność i spójność przekazu naukowego. Sporadyczne usterki edytorskie mają charakter marginalny i nie wpływają na interpretację prezentowanych treści.

W kontekście przedstawionych rezultatów badawczych, zwracam się do Autorki z prośbą o pogłębioną dyskusję następujących aspektów:

(strona 38, rys. 4.1) „*The initial process of extraction consumed raw SWCNTs and fresh CP solution. [...] The recovered CP was then collected and recirculated for use as a dispersant in subsequent SWCNT extraction cycles whenever specified*” – Na schemacie procesowym widnieje symbol recyklingu. Ile razy w praktyce można powtarzać tę procedurę bez istotnej degradacji parametrów ekstrakcji? Proszę o dyskusję powtarzalności jakości uzyskiwanych dyspersji w kolejnych pełnych cyklach recyklingu, uwzględniając degradację polimeru. Ponadto, na ile toksyczna jest stosowana procedura z użyciem toluenu i jak wpisuje się ona w obecne trendy zielonej chemii? Czy zastosowanie p-cymenu rozwiązuje ten problem w pełni?

(strona 39, rys. 4.2) „*Cumulative yield ysum shows the percentage of SWCNTs extracted from all extraction cycles*” – Ile niezależnych serii eksperymentalnych przeprowadzono dla

Kontakt:

Prof. dr hab. inż. Robert Bogdanowicz
Tel +48 58 3471503 | email: rbogdan@eti.pg.edu.pl
Fax +48 58 3471848 | http://diamondized.eu

potwierdzenia prezentowanych wydajności ekstrakcji? Jaka jest powtarzalność procesu między seriami? Czy badano wpływ zmienności partii komercyjnych SWCNT (CoMoCAT SG65i) od dostawcy na czystość chiralną i wydajność ekstrakcji?

(strona 33, Tabela 3.2) „Parameters of the SWCNTs present in CoMoCAT SG65i material, used for deconvolution of the absorption spectra” – Czy do oceny czystości chiralnej rozważano zastosowanie spektroskopii Ramana drugiego rzędu (2nd order Raman)? Analiza pasm overtone i kombinacyjnych mogłaby stanowić cenną, komplementarną metodykę weryfikacji składu chiralnego uzyskanych dyspersji, niezależną od dekonwolucji widm absorpcyjnych. Proszę o dyskusję potencjalnych zalet i ograniczeń takiego podejścia.

(strona 42, rys. 4.4 oraz strona 44, rys. 4.6) „Most common defect resulted with E_{11} peak at 1158 nm wavelength” oraz identyfikacja emisji przy 1130 nm i pasm w zakresie 1200–1450 nm (piki przy ok. 1285, 1330 i 1355 nm) – Te interesujące cechy widmowe stanowią kluczowy element pracy. Czy próbowano przeprowadzić symulacje metodą funkcjonału gęstości (DFT) w celu modelowania emisji PL z modyfikowanych SWCNT i potwierdzenia przypisania obserwowanych pasm do konkretnych konfiguracji defektów? Czy wymienione piki były wcześniej szerzej raportowane w literaturze dla podobnych systemów SWCNT, czy stanowią obserwację specyficzną dla funkcjonalizacji nadtlenkami aryłowymi?

(strona 42–46) W kontekście identyfikacji pików PL przy 1130 i 1160 nm - w rozprawie nie omówiono szczegółowo wyników widm FTIR ani NMR dla modyfikowanych SWCNT, odsyłając czytelnika do materiałów uzupełniających publikacji P3. Czy mogłaby Pani przedstawić kluczowe wyniki spektroskopii FTIR potwierdzające obecność wiązań C–O i C–C na powierzchni nanorurek? Jak korelują one z obserwowanymi cechami widm PL?

(strona 35) „PL measurements, SWCNTs were diluted so that their concentration in the measured samples was low [...] to avoid the inner-filter effect” – Jaka jest powtarzalność widm PL dla niezależnie przygotowanych próbek o identycznych parametrach funkcjonalizacji? Czy obserwowano wpływ nieintencjonalnych defektów strukturalnych SWCNT (pochodzących od producenta) na kształt i intensywność emisji defektowej E_{11} ? Proszę o dyskusję nad wpływem takich defektów na powtarzalność procesu funkcjonalizacji z perspektywy zastosowań w urządzeniach fotonicznych.

Kontakt:

Prof. dr hab. inż. Robert Bogdanowicz
Tel +48 58 3471503 | email: rbogdan@eti.pg.edu.pl
Fax +48 58 3471848 | http://diamondized.eu



(strona 42–46, rys. 4.4–4.7) W rozprawie nie dyskutowano widm PL samego BPO oraz jego pochodnych ani ewentualnych produktów ubocznych reakcji. Czy ich rezydualna obecność w próbce nie będzie wpływać na końcowe widma PL modyfikowanych SWCNT, szczególnie w kontekście tła fluorescencyjnego lub wygaszania emisji? Proszę o dyskusję tego zagadnienia z perspektywy czystości sygnału optycznego.

(strona 52) „*The (7,5) SWCNTs were not prone to functionalization using unsubstituted BPO, but it successfully functionalized using 5 more reactive derivatives*” – Czy przetestowano możliwość funkcjonalizacji SWCNT o jeszcze większych średnicach, np. (10,9), emitujących w telekomunikacyjnym oknie 1550 nm? Jakie są przewidywane ograniczenia metody dla nanorurek o dużych średnicach i jak wpłynie to na parametry urządzeń fonicznych?

(strona 21, Tabela 1.1) „*Known systems of close to monochiral extraction of SWCNTs using conjugated polymers*” – Czy opracowana metoda rekurencyjnej CPE może być rozszerzona na inne systemy polimer-SWCNT niewymienione w tabeli? Jakie byłyby kryteria doboru nowego polimeru dla ekstrakcji konkretnej chiralności z punktu widzenia wymagań aplikacji optoelektronicznych?

Przedstawione uwagi stanowią jedynie element pogłębionej dyskusji naukowej wynikającej ze złożoności podjętej problematyki badawczej. Przedłożona rozprawa doktorska prezentuje wysoki poziom merytoryczny i spełnia wszystkie wymogi kwalifikujące ją do uzyskania pozytywnej oceny.

4. Wnioski końcowe

Przeprowadzona recenzja rozprawy doktorskiej pozwala stwierdzić, że Doktorantka w pełni zrealizowała założony program badawczy, osiągając wszystkie wyznaczone cele naukowe. Jak trafnie podsumowuje Autorka, oba opracowane procesy - ekstrakcja chiralna i funkcjonalizacja - są skalowalne i wymagają jedynie standardowego wyposażenia laboratoryjnego, co czyni je obiecującymi z perspektywy zastosowań. Opracowana metodologia rekurencyjnej ekstrakcji chiralnej SWCNT z zamkniętym obiegiem materiałów oraz systematycznie zbadany mechanizm funkcjonalizacji z użyciem pochodnych BPO stanowią istotny wkład w rozwój nanotechnologii fonicznych. Praca charakteryzuje się

Kontakt:

Prof. dr hab. inż. Robert Bogdanowicz
Tel +48 58 3471503 | email: rbogdan@eti.pg.edu.pl
Fax +48 58 3471848 | http://diamondized.eu

wysoką wartością poznawczą wynikającą z synergicznego połączenia fundamentalnych badań nad mechanizmami tworzenia defektów luminescencyjnych z innowacyjnymi rozwiązaniami inżynierskimi w zakresie kontroli emisji PL z nanostruktur. Interdyscyplinarny charakter badań, integrujący spektroskopię optyczną, nanotechnologię oraz inżynierię materiałową, znacząco wzmacnia potencjał aplikacyjny przedstawionych rozwiązań. Realizacja kompleksowego programu badawczego wymagała od Autorki zaawansowanych kompetencji w projektowaniu eksperymentów, analizie spektroskopowej oraz zrozumienia złożonych zjawisk fizykochemicznych, co potwierdza jej dojrzałość naukową. **Przedstawione wyniki eksperymentalne oraz sformułowane wnioski wnoszą istotny wkład do dyscypliny nauk chemicznych, znacząco poszerzając wiedzę w obszarze kontrolowanej modyfikacji właściwości optycznych nanostruktur węglowych.** Nowatorski charakter badań, potwierdzony publikacjami w renomowanych czasopismach (Chemical Science, Materials Horizons, ACS Sustainable Chemistry & Engineering) oraz ochroną patentową, świadczy o wysokiej wartości naukowej i aplikacyjnej przeprowadzonych prac.

Biorąc pod uwagę powyższe argumenty stwierdzam, że opiniowana rozprawa mgr inż. Patrycji Taborowskiej pt. „*New photonic carbon nanostructures*” spełnia wymogi ustawowe stawiane rozprawom doktorskim w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) i wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

Ponadto, uwzględniając kompleksowy zakres zaproponowanych nowych metod, wysoki poziom publikacji stanowiących rozprawę (łącznie IF 25,4, w tym Materials Horizons z IF 10,7), ochronę patentową kluczowych rozwiązań technologicznych oraz wnikliwą dyskusję wyjaśniającą mechanizmy selektywnej funkcjonalizacji SWCNT, rekomenduję wyróżnienie niniejszej rozprawy doktorskiej.

*Podpisano odręcznie przez prof. dr. hab. inż.
Roberta Bogdanowicza*

Prof. dr hab. inż. Robert Bogdanowicz

Kontakt:

Prof. dr hab. inż. Robert Bogdanowicz
Tel +48 58 3471503 | email: rbogdan@eti.pg.edu.pl
Fax +48 58 3471848 | http://diamondized.eu