



Wrocław, 1 grudnia 2023 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Piotra Baranowskiego
zatytułowanej *Wytwarzanie i badanie własności optycznych heterostruktur drugiego
rodzaju w nanodrutach i kropkach kwantowych wykonanych z półprzewodników II-VI***

Streszczenie recenzji, główne konkluzje, ocena.

Praca doktorska Pana mgr. inż. Piotra Baranowskiego dotyczy wytworzenia i zbadania niskowymiarowych układów kwantowych (kropek kwantowych i kropek kwantowych w nanodrutach) w technologii półprzewodnikowej wykorzystujących pierwiastki grupy II i VI, przy czym założeniem było, aby wytworzone struktury kwantowe miały ułożenie pasma II rodzaju, pozwalającą na separację przestrzenną elektronów i dziur. Do zbadania właściwości wytworzonych struktur wykorzystano szereg eksperymentów optycznych w tym fotoluminescencje na zbiorze obiektów kwantowych, fotoluminescencje o dużej rozdzielczości przestrzennej, katodoluminescencje oraz metody obrazowania w wysokiej rozdzielczości (elektronowa mikroskopia skaningowa, mikroskopia sił atomowych).

Rozprawa składa się z 5 rozdziałów, spisanych na 104 stronach formatu A4, zamieszczono w niej 43 rysunków i grafik m.in. ilustrujących wytworzone struktury i ich właściwości oraz zamieszczono 191 przypisów literaturowych. Każdy z rozdziałów zawiera syntetyczną treść, a podrozdziały z wynikami prac zawierają istotne podsumowanie najważniejszych wyników. Rozdział 1 dotyczy motywacji podejmowanych działań badawczych. Rozdział 2 zawiera opis wybranych zagadnień fizycznych, które są istotne dla zrozumienia dalszej zawartości pracy, w tym: wprowadzenie w struktury niskowymiarowe, kropki kwantowe, nanodrut, heterostruktury II rodzaju, zagadnienie wpływu przestrzennej separacji elektronu i dziury na czas życia kulombowsko-związanego kompleksu, energię wiązania kompleksu, energię dowiązania drugiej pary elektron-dziura do już istniejącej pary w tym samym potencjale wiążącym, rozszczepienia subtelnego ekscytonu oraz optycznego efektu Aharonova-Boma. W rozdziale 3, opisana jest użyta w pracy technika wzrostu kropek kwantowych oraz nanodrutów, oraz podstawowe techniki spektroskopii optycznej takie jak fotoluminescencja, wysokorozdzielcza przestrzennie fotoluminescencja zw. mikro-fotoluminescencją, fotoluminescencja rozdzielona w czasie, mikroskopia skaningowa oraz katodoluminescencja. W rozdziale 4 przedstawione są główne wyniki pracy: (a) proces wzrostu kropek kwantowych Cd(Se,Te)/ZnTe o zawartości Se w przedziale 0-17% oraz ich charakteryzację powierzchniową za pomocą mikroskopu sił atomowych wraz z odpowiedzią optyczną testowaną w eksperymencie fotoluminescencji, fotoluminescencji rozdzielczej w czasie oraz mikro-fotoluminescencji; (b) proces wzrostu kropek kwantowych ZnTe w nanodrutach (Zn,Mg)Te bez/z otoczką (Zn,Mg)Te oraz ich charakteryzację za pomocą elektronowego mikroskopu skaningowego, fotoluminescencji, katodoluminescencji oraz mikro-fotoluminescencji; (c) proces wzrostu kropek kwantowych $Zn_{0.97}Mg_{0.03}Te$ jako wstawki osiowej w nanodrutach z $Zn_{0.9}Mg_{0.1}Te$ z podwójną otoczką z $ZnSe/Zn_{0.9}Mg_{0.1}Te$ wraz z charakteryzacją w elektronowym mikroskopie skaningowym wyposażonym w moduł EDS, oraz charakteryzację metodami optycznymi, w tym fotoluminescencja na zbiorze nanodrutów, katodoluminescencja na pojedynczym nanodrucie, czasowo-rozdzielcza fotoluminescencja, oraz mikro-fotoluminescencja ze wstawki w polu magnetycznym. Rozdział 5 zawiera podsumowanie najważniejszych wyników pracy.

Podjęte w toku realizacji pracy problemy badawcze są interesujące dla środowiska naukowego w kraju i zagranicą, zajmującego się emiterami światła



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

budynek A-1, pok. 234

Tel: +48 71 320 25 79,
+48 71 320-23-95

dziekan.wppt@pwr.edu.pl
http://wppt.pwr.edu.pl

REGON: 00001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



zbudowanymi w oparciu o kropki kwantowe. Rezultaty pracy wnoszą nową wiedzę odnośnie metody otrzymywania specyficznych struktur kwantowych oraz ich właściwości optycznych. Do najważniejszych wyników pracy mogą zaliczyć:

1. Wytworzenie kropek kwantowych Cd(Se,Te)/ZnTe w potencjale wiążącym przestrzenie separującym elektrony i dziury oraz demonstracja kontroli emisji w szerokim zakresie 590 nm do 826 nm w zależności od koncentracji selenu w kropce w przedziale 0-17%; (*inżynieria materiałowa, potencjalne zastosowania w pamięciach spinowych z optycznym zapisem i odczytem w zakresie widzialnym spektrum światła*);
2. Demonstracja zmiany charakteru wiązania bieksytonu z wiążącego na antywiązący dla kropek kwantowych Cd(Se,Te)/ZnTe wraz z koncentracją selenu w kropce (*fizyka podstawowa, zrozumienie wpływu przestrzennej separacji par elektron-dziura w kropce kwantowej na korelacje kwantowe pary*);
3. Wytworzenie kropek kwantowych ZnTe w nanodrucie (Zn,Mg)Te w technologii z wiązki molekularnej, wykorzystując mechanizm para-ciecz-ciało stałe; (*inżynieria materiałowa, potencjalna platforma dla wytworzenia emitera kwantowego z silnie ukierunkowaną emisją w osi nanodrutu*);
4. Zaprezentowanie emisji z wytworzonych kropek kwantowych ZnTe w nanodrucie (Zn,Mg)Te w tym obserwacja ekscytonów i bieksytonów związanych w potencjale kropki kwantowej (*fizyka podstawowa*);
5. Wytworzenie nanodrutów Zn(Mg,Te) z wstawką osiową Zn(Mg,Te) o zmniejszonej koncentracji Mg, otoczonego otoczką ZnSe/Zn(MgTe) (*inżynieria materiałowa, potencjalne struktury dla obserwacji optycznego efektu Aharonova-Bohma, zastosowanie aplikacyjne w układach przetwarzania informacji jako komórka pamięci/przełącznik*);

Znakomita część wyników została opublikowana w rozpoznawalnych, recenzowanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym:

1. [P. Baranowski](#) i współautorzy „Optical signatures of type-I and type-II band alignment transition in Cd(Se,Te)/ZnTe self-assembled quantum dots” **Applied Physics Letters** 117, 113101 (2020);
2. P. Klenovsky, [P. Baranowski](#), P. Wojnar „Excitonic fine structure splitting of epitaxial Cd(Se,Te) on ZnTe type-II quantum dots”, **Physical Review B** 105, 195403 (2022);
3. [P. Baranowski](#) i współautorzy, “Carrier separation in type-II quantum dots inserted in (Zn,Mg)Te/ZnSe nanowires” **Nanoscale** 15, 4142 (2023);

W mojej opinii rozprawa prezentuje wiedzę teoretyczną kandydata na bardzo dobrym poziomie w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne, wykraczając poza tę dziedzinę, np. wchodząc w zakres dziedziny nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa. Przede wszystkim kandydat w bardzo wysokim stopniu opanował procesy wytwarzania omawianych w pracy układów kwantowych, generując skomplikowane struktury o bardzo interesujących właściwościach optycznych z potencjalnymi korzyściami aplikacyjnymi i bogata fizyką zjawisk. Ta część pracy stanowi jej silną stronę i najbardziej wartościową. Część eksperymentalna pracy z przedstawieniem i interpretacją danych z eksperymentów optycznych jest poprawna, jednak pozostawia pewien niedosyt. Można by oczekiwać, że danych spektroskopowych mogłoby być więcej (zaprezentowana większa statystyka obserwowanych przypadków rekombinacji kompleksów ekscytonowych, analiza wpływu temperatury struktury na właściwości



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

budynek A-1, pok. 234

Tel: +48 71 320 25 79,
+48 71 320-23-95

dziekan.wppt@pwr.edu.pl
http://wppt.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



emisyjne, wpływ gęstości nośników na właściwości potencjału wiążącego, wpływ naprężeń – spektroskopia Ramana, itp.) a i interpretacja danych mogłaby być bardziej dogłębna. Dlatego w mojej ocenie, ta część stanowi pewną słabość pracy.

Stwierdzam, iż Kandydat ma umiejętności do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Przedmiot rozprawy stanowi oryginalny wkład Kandydata w obszar badań nad kropkami kwantowymi wykonanymi z pierwiastków grupy II i VI z przestrzenną separacją elektronów i dziur w potencjale wiążącym. Wkład ten jest potwierdzony recenzowanymi publikacjami naukowymi w renomowanych międzynarodowych czasopismach. Tematyka ta jest interesująca dla środowiska naukowego na świecie. Wyniki badań Kandydata mają znacznie dla rozwoju fizyki w kraju i za granicą z dużym potencjałem oddziaływania na otoczenie naukowe.

Konkludując, rozprawa doktorska pana mgr. inż. Piotra Baranowskiego potwierdza jednoznacznie, że posiada on ugruntowaną ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie nauki fizyczne i poza nią i dowodzi, że Kandydat ma zdolność oryginalnego rozwiązywania problemów naukowych. Rozprawa spełnia tym samym wymogi określone w art. 187 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (z późn. zm.), dlatego też z pełnym przekonaniem oceniam ją pozytywnie i wnioskuję o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Pytania i uwagi do pracy

1. W Rozdz. 2.4.1, str. 22, pierwszy akapit, autor napisał: „Odpychające oddziaływanie elektrostatyczne pomiędzy dipolami prowadzi natomiast do zwiększenia energii układu.” Czy Kandydat mógłby powiedzieć coś więcej na ten temat? Czy Kandydat brał pod uwagę zmianę gęstości nośników (np. przez pompowanie optyczne) w przyległych materiałach półprzewodnikowych i kreację pole elektrycznego przez międzypowierzchnię łączącą dwa różne materiały? Jak obecność takiego pola elektrycznego będzie wpływać na potencjał wiążący oraz kompleksy ekscytonowe?
2. W Rozdz. 2.4.2, str. 27, można przeczytać „Podsumowując dotychczasowe rozważania teoretyczne dla układu dwóch elektronów, w których jeden z elektronów jest w stanie „alfa” a drugi w stanie „beta”. Odpowiada to np. pierwszemu stanowi wzbudzonemu układu dwóch elektronów”. Nie do końca rozumie o co chodziło Kandydatowi, proszę o wyjaśnienie jakie treści niosą ze sobą te zdania.
3. W Rozdz. 2.4.3, str. 31, można przeczytać „Anizotropowa część oddziaływania wymiennego ... jest związana z kształtem konkretnych kropek kwantowych”. Tylko częściowo można się zgodzić z tym stwierdzeniem. Źródła anizotropii prowadzącej do pojawienia się rozszczepienia struktury subtelnej ekscytonu należy szukać w anizotropii funkcji falowej ekscytony/elektronu i dziury, która jest indukowana przez asymetrię potencjału wiążącego. Geometria kropki kwantowej jest tylko jednym ze składników tejże anizotropii. Oprócz geometrii kropki można wymienić anizotropię rozkładu atomów w materiale kropki, anizotropię wiązań na międzypowierzchni materiału kropki i bariery, mieszanie się funkcji falowych, głównie w paśmie walencyjnym, pole elektryczne na wskroś materiału kropki, anizotropia pola naprężeń, anizotropia wbudowanego pola polaryzacji piezoelektrycznej, itd. Te czynniki są szeroko dyskutowane w literaturze. Co więcej, w rozdz. 2.4.3, str. 32 i 33, autor rozważa wiele



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

budynek A-1, pok. 234

Tel: +48 71 320 25 79,
+48 71 320-23-95

dziekan.wppt@pwr.edu.pl
<http://wppt.pwr.edu.pl>

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



czynników w kontekście uzyskania splątania z kaskady bieksyton-ekscyton. Jak kandydat może się odnieść do tych stwierdzeń?

4. W Rozdz. 2.4.3, str. 31, można przeczytać „...rozszerzenie subtelne linii neutralnego ekscytonu ... ma kolosalny wpływ na własności fotonów emitowanych ... powoduje ono, że fotony powstałe w wyniku przejść optycznych ... są wzajemnie do siebie prostopadle spolaryzowane liniowo”. To kontrowersyjne zdanie. Złamanie symetrii potencjału wiążącego i odejście od symetrii cylindrycznej powoduje zniesienie degeneracji stanów energetycznych ekscytonu jasnego i ciemnego. W symetrii cylindrycznej potencjału wiążącego, stan własne ekscytonu/ekscytonów daje emisję spolaryzowaną kołowo, przy złamanie tejże symetrii, stany własne ekscytonu ulegają zmianie, w konsekwencji prowadząc do emisji o polaryzacji liniowej. Czy Kandydat może skomentować tą kwestię?
5. W Rozdz. 2.4.3, str. 32, można przeczytać: „...Dzięki ... pobudzeniu odpowiednio krótkimi impulsami światła, kropka kwantowa jest źródłem pojedynczych fotonów”. Mierząc statystykę i funkcje korelacji drugiego rzędu, można stwierdzić, że pobudzenie kropki kwantowej źródłem o pracy ciągłej skutkuje wysoką czystością generacji pojedynczych fotonów. Zatem, czy pobudzenie impulsowe jest konieczne? Dlaczego przy pobudzeniu wiązką pracy ciągłej, można uzyskać wysoką czystość generacji pojedynczych fotonów ze skutecznym tłumieniem aktów wielofotonowej emisji?
6. Jaki jest warunek uzyskania fotonów splątanych z kaskady bieksyton-ekscyton? Jaki powinien być FSS w relacji do szerokości linii? Dobrze byłoby podać tą relację we wstępie do pracy przy omawianiu FSS;
7. W Rozdz. 3.3.1 opisana została ciekawa metoda redukcji obszaru pobudzania światłem laserowym w eksperymencie fotoluminescencji z dużą rozdzielczością przestrzenną. Czym ta metoda różni się od standardowej metody wykorzystywanej dla kropek kwantowych III-V, polegającej na mokrym lub suchym trawieniu mezo? Jakie są wady i zalety użytej techniki z kulkami styropianu w porównaniu do wykonania mezo? Czy trudno trawi się (na „mokro”/na „sucho”) materiał kropek kwantowych użytych w pracy?
8. W Rozdz. 4.1.4, str.61, wyznaczone czasy życia przypisane są do ekscytonów. Czy w analizie przebiegów czasowych można również brać pod uwagę kompleksy ekscytonowe naładowane oraz bieksytony? Czy w kropkach kwantowych Cd(Se,Te)/ZnTe występuje tło nośników większościowych, które to nośniki mogą być akumulowane przez kropki kwantowe, tworząc kompleksy naładowane (Rys. 4.1.5 pokazuje możliwość kreacji takiego kompleksu), a tym samym wpływając na obserwowany czas życia? Podobne pytanie związane jest z badaniami czasu życia fotoluminescencji dla drutów kwantowych z wstawką $Zn_{0.97}Mg_{0.03}Te$ opisywanymi w rozdziale 4.3.5. str. 93 i 94. W tekście można przeczytać „...Wielokspenencjalny charakter zaników wynika najprawdopodobniej z faktu pobudzania wielu kropek kwantowych jednocześnie, z których każda charakteryzuje się trochę innym czasem życia ekscytonów...”. Jednakże, rozdział następny, wyraźnie wskazuje na obecność bieksytonów w kropce, a być może również kompleksów naładowanych. Te powinny być brane pod uwagę w analizie przebiegów czasowych emisji, chyba że warunki pobudzania skutecznie redukują taką możliwość. Proszę o komentarz;
9. W Rozdz. 4.3.6, rys. 41, przedstawione są widma emisji z kropek kwantowych z i bez otoczki ZnSe. Na widmach uwidoczniona jest linia podpisana jako ekscyton (X) oraz bieksyton (XX). Dlaczego dla tychże linii nie ma wykresu zmiany intensywności emisji kompleksów w funkcji pobudzania, tak jak to przedstawiono np. na Rys. 32? Czy jest jakaś korelacja w intensywnościach dla tych linii? Czy możliwe jest, że



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

budynek A-1, pok. 234

Tel: +48 71 320 25 79,
+48 71 320-23-95

dziekan.wppt@pwr.edu.pl
<http://wppt.pwr.edu.pl>

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



uwidocznione linie nie wynikają z emisji kompleksów ekscytonowych związanych w kwazi-zerowymiarowym potencjale, ale widma uwidaczniają emisję kompleksów związanych w dwuwymiarowym potencjale wiążącym, a obserwowane przejścia optyczne są związane z pompowaniem stanów wyższych w tym potencjale? Czy dla tych kropek wykonane były obliczenia pokazujące możliwy charakter potencjału wiążącego? Należy zauważyć, że potencjał ten będzie wyglądał inaczej wzdłuż osi nanodrutu, a inaczej w kierunku prostopadłym do osi głównej nanodrutu, w miejscu występowania wstawki;

10. Dla pojedynczych kropek kwantowych w nanodrucie z podwójnym płaszczem z ZnSe/ZnMgTe sugerowane jest, iż energia wiązania bieksytonu wynosi nawet 50 meV!!! To gigantyczna wartość jak na półprzewodnikowe kropki kwantowe i budzi ogromne kontrowersje. Na jakiej podstawie, oprócz eksperymentu fotoluminescencji z mocą pobudzania, podjęta została taka interpretacja, czy istnieją inne dane bądź też doniesienia literaturowe wspierające interpretację zawartą w pracy? Wartość 50 meV wydaje się kilkukrotnie większa od energii wiązania pary-elektron dziura w tym materiale, którą można oszacować biorąc pod uwagę masy efektywne, promień ekscytonu Bohra oraz wymiarowość potencjału? Punktem startowym jest wiązanie ekscytonu w objętościowym ZnSe (~20 meV) i ZnTe (~13 meV). Dla układu z separacją przestrzenną elektronu i dziury, energią wiązania kompleksu powinna być obniżona w stosunku do kompleksu związanego w potencjale wygenerowanym przez układ półprzewodników z układem pasm I rodzaju, zresztą ten wniosek Kandydat umieścił we wstępie do pracy. W kropkach kwantowych ZnTe/ZnSe typu II, wartość energii wiązania ekscytonu jest rzędu kilku meV (J. Cryst. Growth 242, 533 (2002), Phys. Rev. B 52, 2697 (1995), a w kropkach kwantowych II rodzaju ZnMgTe/ZnSe jest sugerowana na ~3 meV (J. Appl. Phys. 112, 063521 (2012)).

Inne drobne uwagi i pytania do pracy:

1. Rozdz. 2.4.3, str. 31; Kandydat napisał „ δ_1 powoduje zniesienie degeneracji stanów jasnych, a δ_2 stanów ciemnych”. Moim zdaniem δ_1 i δ_2 nic nie powoduje a jest wynikiem czegoś, pod tymi symbolami kryją się energie rozszczepienia struktury subtelnej;
2. Rozdz. 3.1, str. 42; Kandydat napisał „W przypadku, gdy powierzchnia próbki jest atomowo gładka, wiązka (przyp. elektronów) wchodzi do wnętrza kryształu sondując tylko powierzchnię. Moje pytanie dotyczy głębokości penetracji wiązką elektronów. Z czym ta głębokość penetracji jest związana, z jakim parametrem wiązki elektronowej? Konieczność posiadania atomowo-gładkiej powierzchni raczej nie jest tu czynnikiem determinującym głębokość sondowania wiązką elektronów. Natomiast obraz dyfrakcyjny już zależy od jakości powierzchni struktury z uwagi na rozproszenia wiązki elektronów, innej dla gładkiej warstwy i innej dla warstwy z lokalnymi zgrubieniami materiału;
3. Rozdz. 3.3, str. 47; Autor wspomina, że za pomocą obiektywu mikroskopowego osiągalne skupienie wiązki laserowej do plamki na powierzchni próbki wynosi 3 μm . Ta wartość kilkukrotnie przewyższa limit dyfrakcyjny dla wiązki laserowej o dł. fali 405 nm lub 473 nm. Jaka jest przyczyna braku osiągnięcia limitu dyfrakcyjnego? Duża wielkość plamki może sugerować problemy z geometrią układu. Na jakiej podstawie określono średnicę plamki na poziomie 3 μm ? Dalej, w tym samym rozdziale można przeczytać, iż „W związku z dużą gęstością powierzchniową nanodrutów i kropek kwantowych plamka lasera ...pobudzała jednocześnie zazwyczaj ich znaczną liczbę.”



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

budynek A-1, pok. 234

Tel: +48 71 320 25 79,
+48 71 320-23-95

dziekan.wppt@pwr.edu.pl
http://wppt.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



- Jaka jest to liczba? Czy można ją oszacować? Na początku rozdziału 3.3.1, str. 48, autor powtórnie odwołuje się do dużej gęstości kropek, ale konkretnej liczby lub przedziału liczbowego nie można tu znaleźć;
4. W Rozdz. 3.4, str. 51 autor napisał: „Całkowita zdolność rozdzielcza układu wynosi ok. 500 ps.”. Jak autor definiuje tę rozdzielczość? Jaki jest główny czynnik determinujący tę liczbę?
 5. W rozdz. 4.1.5, str. 63 autor napisał, iż „...podwójna linia w 1.596 eV...jest najprawdopodobniej naładowanym ekscytonem”. Dlaczego naładowany ekscyton charakteryzuje się emisją w postaci dwóch, leżących obok siebie linii spektralnych? Czy to jest tylko błąd w sformułowaniu, czy stoi za tym jakaś fizyka? Trion sprzęgający się do pola świetlnego jest stanem singletowym, z tego tytułu nie ma struktury subtelnej;
 6. W rozdz. 4.3, str. 83, autor używa pojęcia cyt. „lokalizacji dziur elektronowych”. Czym są dziury elektronowe?
 7. Rys. 38, str. 89 przedstawiony jest jako schemat. Specjalista bez trudu dostrzeże intencje Autora i poprawnie odczyta informacje, ale mniej zaznajomiona z tematyką osoba będzie miała z tym spore trudności. Rysunek ten powinien być zrobiony z należytą starannością, pokazując odpowiednie osie wartości, nazywając pasma, itd. Co więcej, schemat struktury pasmowej jest tylko w kierunku prostopadłym do osi nanodrutu w miejscu wstawki, należy pamiętać jednak, że w osi nanodrutu też istnieje potencjał wiążący i będzie on wyglądał inaczej. Być może znajomość tych potencjałów dałaby odpowiedź, w kontekście linii spektralnych obserwowanych z pojedynczej wstawki w tak skomplikowanym układzie materiałowym ze złożonym potencjałem;
 8. W rozdz. 4.3.3, str. 89, autor użył określenia cyt. „jeden procent atomowy”, czym jest „procent atomowy”?
 9. W rozdz. 4.3.3, str. 90, Autor dyskutuje wpływ koncentracji Se na przerwę energetyczną stopu Zn(Se,Te). Wspomniane jest, że przy początkowych wzroście koncentracji Se do około 35% w stopie Zn(Se,Te) przerwa energetyczna stopu obniża się. Następnie w dyskusji pojawia się energia emisji. Po pierwsze, można tylko zakładać, że w domyśle Autor dyskutuje wpływ dalszego wzrostu koncentracji Se w stopie Zn(Se,Te). Po drugie, energia emisji nie musi być jednoznacznie związana z przerwą energetyczną. Brakuje spójności w tej dyskusji;
 10. Skąd wyniki tak znaczące poszerzenie linii spektralnych obserwowanych na Rys. 41?
 11. W rozdz. 4.3.7, str. 97 można przeczytać „...składają się z kropek kwantowych Zn_{0.97}Mg_{0.03}Te w kształcie walca ...”. Jednakże w poprzedzających rozdziałach, geometria kropki została określona i raczej ma charakter prostopadłościanu o podstawie sześciokąta. Skąd pojawił się kształt walca w tej dyskusji?

Uwagi redakcyjne:

- Rozdz. 2.4.2, str. 24, góra strony; zamiast „... W sytuacji natomiast gdy ...”, poprawniej byłoby „...Natomiast, w sytuacji gdy...” lub „W sytuacji, gdy ...”;
- Rozdz. 2.4.3, str. 30; zamiast „...zajmującym się własnościami samoorganizujących się kropek kwantowych:...””, poprawniej byłoby „...zajmującym się właściwościami samoorganizujących się kropek kwantowych:...””;
- Rozdz. 2.4.3, str. 31, podpis pod Rys. 7; zamiast: „Energetyczny schemat...”, poprawniej byłoby „Schemat stanów energetycznych ...”;
- Rozdz. 2.4.3, str. 31; zamiast „...ma kolosalny wpływ na własności fotonów emitowanych...”, powinno „...być ma kolosalny wpływ na właściwości fotonów emitowanych...”;



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

budynek A-1, pok. 234
Tel: +48 71 320 25 79,
+48 71 320-23-95

dziekian.wppt@pwr.edu.pl
http://wppt.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



Politechnika Wroclawska

Wydział Podstawowych Problemów Techniki

- Rozdz. 3.1, str. 43, podpis pod Rys. 12; zamiast: „...świadczą prawidłowym...”, powinno być „...świadczą o prawidłowym...”
- Rozdz. 3.3, str. 47; napisane jest „...pozwalającego na skupienie wiązki lasera do średnicy około 3 um...”, powinno być „...pozwalającego na skupienie wiązki lasera do plamki na powierzchni próbki o średnicy około 3 um...”;
- Rozdz. 3.5, str. 52; napisane jest „...informacje o i składzie chemicznym...”, powinno być „...informacje o składzie chemicznym...”;
- Rozdz. 4.1, str. 54; napisane jest „...poznane ze wcześniejszych badań...”, powinno być „...poznane we wcześniejszych badaniach...”;
- Rozdz. 4.1.1, str. 56; napisane jest „...W tym celu nałożona została więcej niż jedną warstwa atomowa CdSe ...”, powinno być „...W tym celu nałożona została więcej niż jedna warstwa atomowa CdSe ...”;
- Rozdz. 4.1.4, str. 60, podpis pod Rys. 21; napisane jest „...funkcją bieksponecjalną.”, powinno być „... funkcją podwójnie wykładniczą”;
- Rozdz. 4.1.5, str. 63; napisane jest „...Linia w 1.598 eV rośnie nadlinowo...”, powinno być „...Linia w 1.598 eV rośnie nadliniowo...”;
- Rozdz. 4.2.4, str. 78; napisane jest „...intensywność rośnie liniowo ze wykładnikiem 1.0 ...”, powinno być „...intensywność rośnie liniowo z wykładnikiem 1.0 ...”;
- Rozdz. 4.2.4, str. 78; napisane jest „...w sposób nadliniowy ze wykładnikiem 1.7 ...”, powinno być „...w sposób nadliniowy z wykładnikiem 1.7 ...”;
- Rozdz. 4.2.4, str. 79, podpis pod Rys. 33; napisane jest „...kropek kwantowych ZnTe o różnych długościach w nanodrutach (Zn,Mg)Te...”, powinno być „...kropek kwantowych ZnTe o różnych wysokościach w nanodrutach (Zn,Mg)Te...”;
- Rozdz. 4.3.2, str. 87; zamiast „... otoczony dwoma otoczkami...”, powinno być „...otoczony dwiema otoczkami...”;
- Rozdz. 4.3.3, str. 89; zamiast „...wraz ze wzrostem koncentracji Mg rośnie niemal liniowo do koncentracji Mg 0,5...”, powinno być „...wraz ze wzrostem koncentracji Mg rośnie niemal liniowo do koncentracji [Mg]~50%...”;
- Rozdz. 4.3.5, str. 94; zamiast „...monoeksponecjalnego...” powinno być „...pojedynczo-wykładniczego...” lub „...monowykładniczego...”, zamiast „...funkcja wieloeksponecjalna...” powinno być „...funkcja wielowykładnicza...”, zamiast „...bieksponecjalna...” powinna być „...podwójnie-wykładnicza...”, zamiast „...wieloeksponecjalny...” powinno być „...wielowykładniczy...”;
- Rozdz. 4.3.6, str. 96; zamiast „...rozszczerzenie szerokiego pasma emisyjnego na cieńsze pojedyncze linie ...”, powinno być „...rozszczerzenie szerokiego pasma emisyjnego na węższe pojedyncze linie ...”;

Marcin Syperek
Dr hab. inż. Marcin Syperek

Politechnika Wroclawska
Katedra Fizyki Doświadczalnej
Wyb. Wyspiańskiego 27,
50-370 Wrocław



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
budynek A-1, pok. 234
Tel: +48 71 320 25 79,
+48 71 320-23-95

dziekan.wppt@pwr.edu.pl
http://wppt.pwr.edu.pl

REGON: 000001614