

Recenzja
pracy doktorskiej Pana mgr. Mykoly Pavlenko
pt.

Photoelectrochemical processes on nanosilicon - based nanocomposites produced by ALD

Podstawa prawna wykonania recenzji

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie pisma Dziekana Wydziału Fizyki Pana prof. UAM dra hab. Romana Gołębińskiego (BOW/496/10/2023/KP), a także Uchwały Rady Dyscyplin Nauki Fizyczne i Astronomia z dnia 20.10.2023.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr. Mykoly Pavlenko pt. „*Photoelectrochemical processes on nanosilicon - based nanocomposites produced by ALD*” została wykonana w Centrum NanoBioMedycznym Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu pod kierownictwem dra hab. Igora Iatsunskiego, prof. UAM.

Podstawą rozprawy doktorskiej jest pięć oryginalnych prac, stanowiących zwarty cykl tematyczny, opublikowanych w latach 2015-2020, w czasopismach będących na liście JCR:

1. I. Iatsunskiy, **M. Pavlenko**, R. Viter, M. Jancelewicz, G. Nowaczyk, I. Baleviciute, K. Załęski, S. Jurga, A. Ramanavicius, V. Smyntyna, Tailoring the Structural, Optical, and Photoluminescence Properties of Porous Silicon/TiO₂ Nanostructures, *Journal of Physical Chemistry C* 119 (2015) 7164; IF = 3,7; 140 pkt. MEiN, liczba cytowań wg Scopus_{10.12.23}: 49,
2. **M. Pavlenko**, E. Coy, M. Jancelewicz, K. Załęski, V. Smyntyna, S. Jurga, I. Iatsunskiy; Enhancement of optical and mechanical properties of Si nanopillars by ALD TiO₂ coating, *RSC Advances* 9 (2016) 97070; IF = 3,9; 100 pkt. MEiN, liczba cytowań wg Scopus_{10.12.23}: 28
3. **M. Pavlenko**, K. Siuzdak, E. Coy, M. Jancelewicz, S. Jurga, I. Iatsunskiy, Silicon/TiO₂ core-shell nanopillar photoanodes for enhanced photoelectrochemical water oxidation, *International Journal of Hydrogen Energy*, 42 (2017) 30076; IF = 7,2; 140 pkt. MEiN, liczba cytowań wg Scopus_{10.12.23}: 32,
4. E. Coy, K. Siuzdak, **M. Pavlenko**, K. Załęski, O. Graniel, M. Ziółek, S. Balme, P. Miele, M. Weber, M. Bechelany, I. Iatsunskiy, Enhancing photocatalytic performance and solar absorption by schottky nanodiodes heterojunctions in mechanically resilient palladium coated TiO₂/Si nanopillars by atomic layer deposition, *Chemical Engineering Journal*, 392 (2020) 123702; IF = 15,1; 200 pkt. MEiN, liczba cytowań wg Scopus_{10.12.23}: 29,

Politechnika Śląska

Wydział Chemiczny

Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii

ul. B. Krzywoustego 6, 44-100 Gliwice

+48 32 237 13 83

RCH1@polsl.pl

NIP 631 020 07 36

ING Bank Śląski S.A. o/Gliwice 60 1050 1230 1000 0002 0211 3056

5. **M. Pavlenko**, K. Siuzdak, E. Coy, K. Załęski, M. Jancelewicz, I. Iatsunskyi, Enhanced solar-driven water splitting of 1D core-shell Si/TiO₂/ZnO nanopillars, *International Journal of Hydrogen Energy*, 45 (2020) 26426; IF = 7,2; 140 pkt. MEiN, liczba cytowań wg Scopus_{10.12.23}: 34.

Wyniki badań zawarte w rozprawie dotyczą modyfikacji powierzchni nanoporowatego krzemu poprzez nałożenie na niego warstwy TiO₂ metodą *Atomic Layer Deposition* (ALD) i dodatkowo (opcjonalnie) Pd lub ZnO. Przygotowane w ten sposób materiały powinny znaleźć zastosowanie w procesie elektrochemicznego rozkładu wody wspomaganego światłem, najlepiej widzialnym. Doktorant podjął się syntezy podłoża, czyli nanoporowatego krzemu i dalej jego modyfikacji. Wytworzone materiały poddał szerokiej charakterystyce, zarówno materiałowej, jak i elektrochemicznej. Wyniki tych badań zostały opisane w 5 wieloautorskich wysoko notowanych publikacjach. Oceniana rozprawa jest opracowaniem interdyscyplinarnym, łączącym w sobie kilka dyscyplin naukowych, tj. chemię (elektrochemię), fizykę i inżynierię materiałową. Leży ona w obszarze badań podstawowych.

Pan M. Pavlenko podjął się bardzo ważnego zagadnienia, a dotyczącego rozkładu wody do wodoru i tlenu. Tematyka wodorowa i produkcja taniego, zielonego wodoru jest obecnie w centrum zainteresowań EU i wielu ośrodków naukowych. Jest to bezpośrednio związane z kryzysem klimatycznym i poszukiwaniem alternatywnych źródeł energii. Właśnie w tym kontekście wodor jest uznawany jako paliwo przyszłości. Jednakże warunkiem jest aby był on produkowany jako zielony (elektroliza zasilana OZE). Na chwilę obecna koszty produkcji wodoru są bardzo duże, stąd też poszukiwane są nowe rozwiązania, które mogą je obniżyć. Jedną z takich metod jest wspomaganie światłem słonecznym (fotokataliza), które powinno przyczynić się do zwiększenia wydajności procesu produkcji wodoru.

Układ ocenianej rozprawy doktorskiej jest typowy dla prac będących kompilacją publikacji, jednakże w pracy brakuje pewnych elementów, o czym później. Doktorant wprowadza czytelnika w pracę motywując jej wykonania, gdzie opisuje poszczególne cele. Następnie prezentuje czytelnikowi bardzo szerokie wprowadzenie literaturowe, którego fragmenty mogłyby być przyczynkiem do napisania kilku prac przeglądowych. W części literaturowej opisuje podstawy procesu elektrochemicznego rozkładu wody, w tym wspomaganego światłem. Następnie opisuje materiały stosowane w fotokatalitycznym rozkładzie wody i koncentruje się na krzemie, a w zasadzie na krzemie z nanoporowatą powierzchnią i sposobie jej wytwarzania. Opisuje także podstawy procesu ALD i jego możliwości w zakresie modyfikacji krzemu. Kolejny rozdział to główna tematyka badawcza, gdzie znajdują się oświadczenia współautorów, potwierdzające ich udział w publikacjach, i dalej kopie pięciu publikacji. Metodyka badawcza, wyniki badań i ich omówienie oraz podsumowanie zostały przedstawione w publikacjach. W kolejnym kroku

pokazane są kopie pierwszych stron publikacji współautorstwa Doktoranta. Moim zdaniem niepotrzebnie. Rozprawa kończy się podsumowaniem, a w zasadzie streszczeniem przedstawionych prac, a także rekomendacjami na przyszłość.

Wyniki badań Doktoranta zostały upublicznione w bardzo dobrych czasopismach, więc pozwalam sobie na ominięcie ich szczegółowego omawiania. Dwie pierwsze prace dotyczą badań nad poprawą właściwości optycznych, mechanicznych, fotoluminescencji układu Si/TiO₂. Kolejna praca dotyczy określenia właściwości fotoelektrochemicznych opracowanych wcześniej materiałów. Natomiast dwie ostatnie prace związane są z dalszymi modyfikacjami Si/TiO₂ poprzez nałożenie Pd lub ZnO, a także określenia ich potencjału w kierunku rozkładu wody.

Przedstawiona do recenzji rozprawa jest ciekawym opracowaniem naukowym, zarówno z poznawczego, jak i metodologicznego punktu widzenia. Doktorant opanował szereg technik badawczych i analitycznych, począwszy od wytwarzania katalizatorów i ich charakterystyki fizykochemicznej, aż po testy elektorchemiczne. Realizacja założonego i do tego bardzo obszernego programu badań z pewnością wymagała dużego zaangażowania i wkładu pracy Doktoranta. Rozprawa została napisana w przystępny sposób, a jej szata edytorska jest przejrzysta. Na uwagę zasługuje fakt, że Doktorant potrafi współpracować z innymi naukowcami, a badania były finansowane ze źródeł krajowych i zagranicznych. Chciałbym nadmienić, że opublikowane prace były już cytowane wiele razy.

Recenzowanie prac doktorskich stanowiących cykl powiązanych ze sobą publikacji jest trudne, ponieważ artykuły już wcześniej zostały podane ocenie. Jednakże ma kilka uwag ogólnych i chciałbym, aby Doktorant się do nich odniósł.

1. Praca rozpoczyna się celem, obszernym wstępem literaturowym i dalej pojawiają się publikacje. Rozumiem ideę przygotowania rozpraw doktorskich w oparciu o artykuły i w pełni to akceptuję. Jednak w autoreferacie powinna pojawić się historia, zamysł badań, przynajmniej ogólny plan badań. W tym przypadku domyślenie się jaki był pomysł na rozwiązanie problemu zostało pozostawione czytelnikowi.
2. Prosiłbym, aby Doktorant wyraził swoją opinię na temat komercyjnej produkcji wodoru z wykorzystaniem światła słonecznego (czy takie rozwiązania już istnieją?), a także ograniczeń technicznych dotyczących rozkładu wody wg propozycji przedstawionych na rysunku 3 (str. 27). Prosiłbym także o informację o typach elektrolizerów komercyjnych i możliwościach zastosowania w nich wspomagania światłem.
3. W przypadku pracy nr 3 w pomiarach elektrochemicznych zastosowano trzy elektrolity (K₂SO₄, H₂SO₄ i KOH), natomiast w każdym przypadku użyto elektrody referencyjnej Ag/AgCl. Jakie są zasady doboru elektrod referencyjnych do środowiska reakcji?



Politechnika
Śląska



Wydział Chemiczny
Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii

prof. dr hab. inż.
Wojciech Simka

Wnioski końcowe

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska leży w obszarze badań podstawowych. Zawiera ona w swojej treści elementy nowości naukowej i stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Doktorant wykazał się znajomością licznych technik badawczych, a co najważniejsze umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Wyniki Jego pracy, a także te powstałe w wyniku współpracy z innymi naukowcami zostały opublikowane w wysokiej jakości czasopismach zagranicznych (lista JCR).

Moja ocena pracy jest jednoznacznie pozytywna, a przedstawione uwagi są natury dyskusyjnej. W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgra Mykoly Pavlenko spełnia wymogi pracy doktorskiej, o których mowa w stosownej ustawie. Wnioskuje zatem do Rady Naukowej Dyscyplin Nauki Fizyczne i Astronomia UAM o nadanie stopnia naukowego doktora.

Wojciech Simka

Politechnika Śląska

Wydział Chemiczny

Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii

ul. B. Krzywoustego 6, 44-100 Gliwice

+48 32 237 13 83

RCH1@polsl.pl

NIP 631 020 07 36

ING Bank Śląski S.A. o/Gliwice 60 1050 1230 1000 0002 0211 3056



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

