

CENTRE OF MOLECULAR AND MACROMOLECULAR STUDIES
POLISH ACADEMY OF SCIENCES
CENTRUM BADAŃ MOLEKULARNYCH I MAKROMOLEKULARNYCH
POLSKA AKADEMIA NAUK

SIENKIEWICZA 112, 90-363 ŁÓDŹ, POLAND
TEL: +48 (42) 680 3250
FAX: +48 (42) 684 71 26 OR 68 03 261
<http://www.cbmm.lodz.pl>
E-MAIL: andrzej.galeski@cbmm.lodz.pl

PROFESSOR ANDRZEJ GALESKI
DEPARTMENT OF POLYMERIC NANOMATERIALS

**Recenzja osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych
dr inż. Barbary Hajduk**

(Postępowanie o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk fizycznych, prowadzone przez Radę Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu)

Podstawa prawna

Decyzja Rady Dyscypliny Nauki Fizyczne UMK w Toruniu o powołaniu na recenzenta komisji habilitacyjnej dr Barbary Hajduk z dnia 17.01.2023.

Informacje ogólne

Dr Barbara Hajduk jest absolwentem Wydziału Matematyki i Fizyki Politechniki Śląskiej. Uzyskała stopień magistra w zakresie fizyki technicznej i optoelektroniki. I rozpoczęła pracę jako asystent w Centrum Chemii Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN z Zabrze. Stopień doktora uzyskała w 2012 r. na wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Śląskiej za pracę pt. "The investigation on morphology and physical properties of thin polyazomethine films". Promotorem rozprawy był dr hab. Jan Wieszka. Po uzyskaniu stopnia doktora Barbara Hajduk została awansowana do stanowiska adiunkta, na którym pracuje do dziś w CMPW PAN. Dr inż. Barbara Hajduk nie odbyła żadnego stażu długoterminowego, uczestniczyła tylko w kilku tygodniowych pobytach zagranicznych w: Austrii (2012), Rumunii (2015 i 2023). W ciągu 12 lat od uzyskania doktoratu Dr Hajduk zdobyła 1 grant NCN Miniatura2 i dotyczył on zastosowania zmiennie-temperaturowej elipsometrii spektroskopowej. Ponadto uczestniczyła, jako wykonawca, w dwóch innych grantach NCN (2011-14) i (2014-17) dotyczących warstw fotowoltaicznych i fotoluminescencyjnych.

W procesie habilitacyjnym Habilitantka przedstawia swoje osiągnięcie naukowe pt. „**Zastosowanie elipsometrii spektroskopowej do badań warstw wybranych polimerów, blend oraz kompozytów dla optyki i optoelektroniki**” w postaci cyklu 11

współautorskich publikacji naukowych ogłoszonych drukiem w czasopiśmie znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) a powstałych w latach 2012 – 2023. Dzieło winno stanowić istotny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej. Podstawą niniejszej recenzji i źródłem wielu informacji o Habilitantce i jej dorobku jest przygotowany przez nią 44 stronicowy Autoreferat (angielska wersja ma 42 strony), zestaw wspomnianych wyżej 11 publikacji, oraz Autorska prezentacja całkowitego dorobku naukowo-badawczego, współpracy międzynarodowej, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz uzyskanych nagród.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

Ocena parametryczna: Spośród 11 publikacji naukowych przedstawianych jako osiągnięcie naukowe dr Barbary Hajduk wszystkie publikacje są współautorskie. Sześć publikacji jest z udziałem współautorów z innych ośrodków: Politechnika Śląska (4 prace), Kepler University Linz (1) oraz Uniwersytet Techniczny-Liberec (1). We wszystkich 11 publikacjach współautorem jest Dr Bednarski. Z jego oświadczeń wynika, że jego wkład polegał na konsultacjach dotyczących koncepcji prac i udziale w ich redagowaniu. Dodatkowo w pracach H9, H10 i H11 Dr Bednarski wykonał analizy teoretyczne (chyba dotyczące elipsometrii). W ośmiu pracach B.Hajduk jest autorem korespondencyjnym, co świadczy o jej przeważającym wkładzie w powstanie tych prac.

Ogólnie, można stwierdzić, że publikacje ukazały się w czasopiśmie o umiarkowanych współczynnikach oddziaływania (IF): 0.531-0.469-0.7 (3*Acta Physica Polonica A.), 3.30 (J.Polym.Sci.B), 5.0 (Polymers), 4.38 (Sci.Rep.), 3.1 (Beilstein), 4.282 (Polym.Test.), 3.4 (Materials), 4.329 (Polymers) oraz 2.991 (J.Phys.Chem.B). Sumaryczny IF dla tych 11 publikacji wynosi: 32.258 a więc średnio daje to 2.93 na publikację. To niezbyt wysoka średnia.

Indeks cytowań Habilitantki z dnia 4 kwietnia 2024 r. wg. bazy Web of Science (Core Materials) zamykał się liczbą 240 bez autocytowań i 297 z autocytowaniami, ogólna liczba publikacji 33, indeks Hirscha $H = 10$ (na dzień 11.04.2024 ten indeks wynosił $H = 11$), średnia liczba cytowań na publikację 9, ogółem prace Habilitantki cytowano w 225 publikacjach.

Habilitantka nie jest współautorem żadnego opisu patentowego.

Ogólnie mogę stwierdzić, że ocena parametryczna osiągnięcia naukowego Habilitantki wskazuje, że mieści się on w grupie dość dobrych habilitacji. Uzasadniam to faktem, iż 5 publikacji zaliczonych do osiągnięcia habilitacyjnego, powstało w wyniku kontaktów z

innymi ośrodkami. W 7 publikacjach Habilitantka jest pierwszym autorem, natomiast w 8 jest autorem do korespondencji. W świetle przedstawionych materiałów jest dla mnie jasne, że rola Habilitantki w przedstawianym do oceny osiągnięciu naukowym była dominująca.

Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowo-badawczego:

H1 Stability of Diodes with Poly(3-hexylthiophene) and Polyazomethines Thin Organic Layer, H. Bednarski, J. Gąsiorowski, M. Domański, B. Hajduk, J. Jurusik, B. Jarząbek, J. Weszka, *Acta Physica Polonica A* 2012, 122/6, 1083-108,

Włączenie tej pracy do osiągnięcia wygląda na pomyłkę. W żadnym z przeprowadzonych i opisanych w pracy eksperymentów nie wykorzystywano elipsometrii. Słowo „elipsometry” we wszystkich odmianach nie pojawia się nigdzie w całej pracy. Tymczasem zastosowanie elipsometrii spektroskopowej ma być głównym motywem osiągnięcia habilitacyjnego. Być może w pracy tej wykorzystane były cienkie warstwy polyazomethinów otrzymane w ramach pracy doktorskiej B.Hajduk z roku 2012 i warstwy te wtedy były badane elipsometrycznie w ramach pracy doktorskiej. Tytuł pracy doktorskiej Habilitantki to: „The investigation on morphology and physical properties of thin polyazomethine films”.

H2 *The Influence of PEDOT to PSS Ratio on the Optical Properties of PEDOT:PSS Thin Solid Films - Insight from Spectroscopic Ellipsometry*

H. Bednarski, B. Hajduk, J. Jurusik, B. Jarząbek, M. Domański, K. Łaba, A. Wanic, M. Łapkowski *Acta Physica Polonica A, Vol.130 Issue: 5, 1242-1244 (2016)*

W pracy tej wykorzystano z sukcesem elipsometrię spektroskopową do modelowania właściwości optycznych i elektrycznej przewodności układu półprzewodnika (PEDOT) domieszkowanego poli(styreno sulfonianem). W pracy nie wspomniano w jakiej temperaturze wykonywano pomiary elipsometryczne, spektroskopowe UV-Vis, AFM i rezonansu paramagnetycznego. Zakładam, że wykonywane były w temperaturze pokojowej, bez dokładnej kontroli.

H3 *Unveiling of Polymer/ Fullerene Blend Films Morphology by Ellipsometrically Determined Optical Order within Polymer and Fullerene Phases*

H. Bednarski, B. Hajduk, M. Domański, B. Jarząbek, P. Nitschke, K. Łaba, A. Wanic, M. Łapkowski *Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics, 2018, 56, 1094–110,*

Temperatura jako parametr, od którego zależą właściwości fizyczne: optyczne, elektryczne itd, pojawia się w pracach H3 i H4, zgodnie z deklaracją autorki w autoreferacie. W pracy H3 sprecyzowano również o jakie „pochodne fullerenów” chodzi autorce, są to donorowe pochodne C61.

H4 *Variable temperature spectroscopic ellipsometry as a tool for insight into the optical order in the P3HT:PC70BM and PC70BM layers*

B. Hajduk, P. Jarka, H. Bednarski, T. Tański *Polymers 2023, 15(18), 3752;*

W tej pracy otwarcie autorka wykorzystuje pomiary w różnych temperaturach w układach wielowarstwowych. Stanowi to istotny postęp w rozwijaniu możliwości

elipsometrii w celu scharakteryzowania właściwości optycznych, dielektrycznych i elektrycznych układów cienkowarstwowych. Badane były cienkie warstwy politiofenów z akceptorowymi pochodnymi fullerenów typu C71 do potencjalnego użycia w ogniwach fotowoltaicznych.

H5 *The investigation of thermal and optical properties of semiconducting nanostructural hybrid thin films*

P. Jarka, B. Hajduk✉, T. Tański, H. Bednarski
Acta Physica Polonica A 1/142 (2022) 107-110,

W tej pracy wytworzono i zbadano cienkie filmy materiałów półprzewodnikowych z dodatkiem nanocząstek siarczku kadmu. Praca ta jest wspomniana w Autoreferencie ale nie jest szczegółowo opisana. Zastosowano w niej badania elipsometryczne, z których wypływa wniosek o umiarkowanej ważności, że dodatek CdS wpływa na właściwości optyczne, ale nie wpływa na odporność termiczną tych materiałów.

H6 *Thermal and optical properties of PMMA films reinforced with Nb₂O₅ nanoparticles*

B. Hajduk✉, H. Bednarski, P. Jarka✉, H. Janeczek, M. Godzierz, T. Tański
Scientific Reports 11 (2021) 22531;

Praca ta to opis badań termicznych i optycznych nanokompozytu polimetakrylanu metylu z pięciotlenkiem niobu. Z badań rentgenowskich rzeczywiście wygląda na to, że PMMA jest silnie zorientowany w płaszczyźnie podkładki silikonowej, choć stwierdzenie, że „polymer chains have flattened” nie odpowiada prawdzie. Właściwą techniką w celu uzyskania informacji o orientacji molekularnej PMMA byłby „grazing angle diffraction” lub pomiary figur biegunowych dla rentgenowskich dwóch szerokich pików od amorficznego PMMA. Jeden z nich dotyczy dyfrakcji związanej z odległościami międzycząsteczkowymi a drugi z odległościami wewnątrzcząsteczkowymi. Ewentualne spłaszczenie makrocząsteczek mogłoby być widoczne w zachowaniu się tego drugiego pików. Ważne ustalenia dotyczące WAXS dla PMMA są w pracy *Windle et al.* *J. Macromol. Sci. B*, 1976, 12, 373-382.

Praca H6 uzależnia właściwości optyczne od temperatury i pomiary są wykonane z wykorzystaniem możliwości spektroskopii. Jest to w przyjętej linii jak najlepszego wykorzystania zasad elipsometrii.

H7 *P3HT:PCBM blend films phase diagram on the base of variable-temperature spectroscopic ellipsometry*

B. Hajduk✉, H. Bednarski, B. Jarzabek, H. Janeczek, P. Nitschke,
Beilstein Journal of Nanotechnology, 2018, 9, 1108–1115;

Ta praca również wykorzystuje elipsometrię spektroskopową w różnych temperaturach. Układ P3HT:PCBM jest dobrze znany i od lat wykorzystywany w badaniach nad ogniwami fotowoltaicznymi. Najbardziej istotnym parametrem jest wydajność ogniwa, definiowana jako stosunek mocy wytwarzanej przez ogniwo do mocy padającego światła. Obecne na rynku ogniwa słoneczne oparte są głównie na krzemie. Bardziej wyrafinowane i wydajniejsze panele zbudowane są na bazie diselenku miedzi, indu, GaAs i tellurku kadmu. Większość paneli ma sprawność od 15% do 20%. Materiały organiczne/polimerowe stosowane w ogniwach słonecznych nie zostały jeszcze skomercjalizowane. Sprawność tych ogniw jest wciąż niska, nieco ponad 5%, co jest

mimo wszystko niezwykle w przypadku produktów organicznych. PCBM jest pochodną fullereny. Ze względu na dużą ruchliwość dziur PCBM odgrywa tu rolę akceptora elektronów. P3HT należy do rodziny poliofenów i jest rodzajem polimeru przewodzącego. Wzbudzenie elektronów π w P3HT daje efekt fotowoltaiczny w mieszaninie z PCBM.

H8 Phase diagram of P3HT:PC70BM thin films based on variable-temperature spectroscopic ellipsometry

B. Hajduk, H. Bednarski, B. Jarzabek, P. Nitschke, H. Janeczek
Polymer Testing, 84, 2020, 106383;

Badania przedstawione w tej pracy dotyczą mieszaniny tego samego polimeru P3HT jak w pracy H7, ale rolę akceptora odgrywa tu inna pochodna fullereny: PC70BM.

H9 The investigation on thermal transitions and physical properties of semiconducting PDPP4T:PDBPyBT blend films

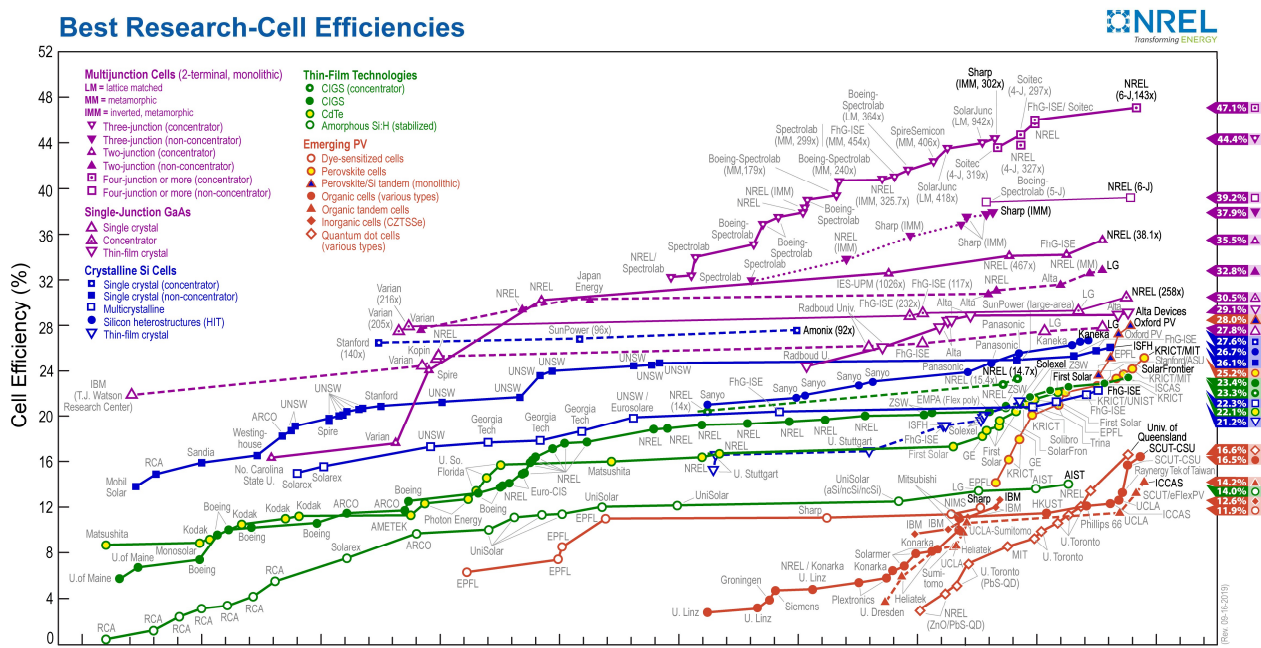
B. Hajduk, P. Jarka, T. Tański, H. Bednarski, H. Janeczek, P. Gnida, M. Fijałkowski
Materials 15/23 (2022) 8392;

Zbadano absorpcję optyczną i przerwy energetyczne mieszanin dwóch polimerowych półprzewodników organicznych typu n i typu p. Stwierdzono, że łańcuchy makrocząsteczek są ułożone prostopadle do powierzchni podłoża, co może być korzystne w przypadku organicznych urządzeń elektronicznych typu OFET (field effect transistors). Jednakże nie wykonano takich urządzeń modelowych w celu sprawdzenia tego wniosku.

H10 Thermal Transitions in P3HT:PC60BM Films Based on Electrical Resistance Measurements

B. Hajduk, H. Bednarski, M. Domański, B. Jarzabek, B. Trzebicka
Polymers 2020, 12, 1458,

Poniższy wykres ilustruje wysiłki zmierzające do osiągnięcia jak najwyższej wydajności uzyskanych laboratoryjnie ogniw słonecznych.



Źródło: Nikos Kopidakis, National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, Sep. 16, 2019.

Powyższy wykres podaję, gdyż jako recenzent nie mogę zlokalizować wydajności układów zmodyfikowanych przez autorkę i współpracowników prezentowanych w pracach H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9 i H10. Układy badane w tych pracach, sugerowane do zastosowań w fotowoltaice, podlegały modyfikacjom poprzez wygrzewanie, krystalizację lub odwrotnie zamrażanie bez krystalizacji, zmiany stężenia i kilka innych modyfikacji. To, w domyśle recenzenta, miało prowadzić do polepszenia ich właściwości i zrozumienia tych relacji. Jednakże, nigdzie w recenzowanych pracach nie znalazłem pomiarów wydajności tych materiałów jako ogniów fotowoltaicznych. Nie ma skorelowania wprowadzonych zmian z wydajnością fotowoltaiczną.

H11 *Temperature-Dependent Spectroscopic Ellipsometry of Thin Polymer Films*

B. Hajduk✉, *H. Bednarski*, *B. Trzebicka*

Journal of Physical Chemistry B 2020, 124, 16, 3229–3251;

To jest artykuł przeglądowy, systematyzujący uzyskaną wiedzę w badaniach przeprowadzonych w pracach od H1 do H10. Wiedza ta została posegregowana na kilka obszarów z uwzględnieniem możliwych do uzyskania informacji z techniki elipsometrii ze zmienną temperaturą i spektroskopową zmianą długości fali światła.

Opisano jak można badać porządek strukturalny i przejścia fazowe obserwowane w elipsometrii w połączeniu z innymi technikami termicznymi. W elipsometrii nie istnieje ogólna zasada postępowania z materiałami anizotropowymi i eksperymentator musi znaleźć najlepsze warunki dla każdego nowego układu i sytuacji. Elipsometria zawsze pozostanie wyzwaniem, ponieważ sytuacje anizotropowe są różnorodne. Kolejnym zadaniem jest znalezienie rozwiązań w miarę ogólnych dla materiałów anizotropowych, czy też materiałów o powierzchniach zmarszczonych.

W tej publikacji przedstawiono teoretyczny opis elipsometrii w zależności od temperatury, również o tym jak określać przejścia fazowe na podstawie nieprzetworzonych danych z pomiarów elipsometrycznych. Okazuje się, że można łatwo śledzić przemiany fazowe, w których zmienia się droga optyczna promieni analizujących podczas zmiany temperatury.

Ważnym podrozdziałem tej pracy jest opis modelowania obiektów podczas zmiennych temperaturowo pomiarów elipsometrycznych. Uwzględniono wpływ grubości warstw na przejścia fazowe, w tym przejście szkliste oraz wzięto pod uwagę rozszerzalność termiczną analizowanych cienkich warstw polimerowych.

Modelowanie elipsometryczne zależne od temperatury jest bardziej złożone i czasowo angażujące, ponieważ wymaga użycia bardziej zaawansowanych technik numerycznych do analizy dużych zbiorów danych. Z drugiej strony, zaletą tego podejścia jest możliwość określenia zależności temperaturowej ciepła właściwego, współczynnika rozszerzalności i zależność widma spektroskopowego od współczynnika termooptycznego.

Istotą tego osiągnięcia habilitacyjnego jest uzyskanie spójnego opisu elipsometrii zmienno-temperaturowej i spektroskopowej. Osiągnięto to poprzez szczegółową analizę danych elipsometrycznych dla dużej liczby różnych cienkich warstw materiałów. Są to cienkie warstwy zawierające polimerowe materiały powłokotwórcze oraz szereg nanonapełniaczy o dziurowej lub elektronowej charakterystyce elektronicznej.

Praca H11 stanowi podsumowanie wykonanych badań i opisuje stan wiedzy z uwzględnieniem wyników prac Habilitantki. Wszystkie kluczowe eksperymenty, na jakich oparto prace od H1 do H10, były wykonywane w sposób poprawny z wykorzystaniem wyspecjalizowanej aparatury, przy warunkach ograniczających degradację materiałów. Dotyczy to szybkości i górnej granicy osiągniętych temperatur w zmiennocieplnej

elipsometrii. Uważam, że Habilitantka w dostateczny sposób wyjaśniła niektóre moje wątpliwości i moja ocena meritum Osiągnięcia Habilitacyjnego jest pozytywna.

Nie bez znaczenia dla oceny sylwetki Habilitantki jest jej **działalność naukowo-badawcza prowadzona poza omawianym wyżej zbiorem 11 wybranych jednotematycznych publikacji**. Habilitantka po uzyskaniu stopnia doktora opublikowała 27 prac w czasopismach indeksowanych przez Journal Citation Indeks. Angażowała się we współpracę międzynarodową.

Przegląd publikacji z poza listy dotyczącej habilitacji wskazuje, że dr Barbara Hajduk potrafi aktywnie współpracować w różnych obszarach nauk chemiczno-fizycznych i materiałowych od polimerów do nanokompozytów, a także potrafi analizować wyniki badań na odpowiednio zaawansowanym poziomie. Jej zainteresowania i współpraca naukowa dobrze rokują na przyszłość naukowej kariery.

Ocena istotnej aktywności naukowej dr Barbary Hajduk.

Kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo badawczych dla osób ubiegających się o nadanie stopnia doktora habilitowanego są bardzo precyzyjnie zdefiniowane w wykazie Wzorów Rady Doskonałości Naukowej.

1) autorstwo lub współautorstwo monografii i publikacji naukowych

Dorobek naukowy Habilitantki obejmuje łącznie 34 (Web of Science, 10.04.2024) oryginalnych artykułów naukowych. 31 z tych prac opublikowano po uzyskaniu stopnia doktora w roku 2012.

2) autorstwo bądź współautorstwo opracowań zbiorowych,

W wykazie dorobku naukowego Habilitantki nie znalazłem opracowań zbiorowych, natomiast B.Hajduk jest współautorką szeregu (12) publikacji nie mających IF o zasięgu krajowym i zagranicznym, wszystkie przed uzyskaniem doktoratu.

3) sumaryczny impact factor publikacji naukowych wg. JCR, zgodnie z rokiem opublikowania.

Sumaryczny *impact factor* publikacji naukowych wchodzących do habilitacji wg. JCR, pięcioletni wynosi: **32.258, średni IF publikacji to 2.93**. Ten wskaźnik jest dość wysoki.

4) liczba cytowań publikacji wg. bazy Web of Science

Liczba cytowań publikacji Habilitantki wg. bazy Web of Science na dzień sporządzenia recenzji z wyłączeniem autocytowań wynosiła 241. Jest to rezultat dość dobry.

5) indeks Hirsha wg WoS

W dniu sporządzenia wniosku indeks Hirsha dr Barbary Hajduk wynosił **H =10**. W tej chwili jest 11.

Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

Dr Hajduk uczestniczyła jako wykonawca w dwóch projektach NCN oraz kierowała projektem NCN Miniatura.

7)międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową

Brak danych

8) wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych

Trzy referaty na zaproszenie na krajowych konferencjach naukowych w Gdańsku, Opolu i Krakowie

Podsumowując ocenę istotnej aktywności naukowej dr Barbary Hajduk wg. kryteriów ministerialnych, mogę stwierdzić, że ta aktywność pozwala na ogólną pozytywną ocenę aktywności naukowej Habilitantki.

Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej Habilitantki

Poniżej przeanalizuję ustawowe kryteria oceny dorobku dydaktycznego i organizacyjnego:

1) uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych i krajowych

Habilitantka uczestniczyła jako wykonawca w dwóch grantach NCN oraz kierowała grantem NCN Miniatura.

2) udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji

Habilitantka wygłosiła 3 wykłady na zaproszenie na konferencjach krajowych oraz uczestniczyła w organizacji 3 konferencji krajowych. Prezentowała postery na 7 konferencjach krajowych.

3) udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Barbara Hajduk otrzymała Scholarship z *the European Social Fund* na 3 lata w ramach Regionalnej Szkoły Doktorskiej.

4) kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych

Współpraca z Institute of Nanomaterials, Politechnika w Libercu, Republika Czeska, 1 wspólna publikacja.

Współpraca z Instytutem Chemii Uniwersitet Sao Paulo, Brazylia nad zastosowaniem organicznej fotowoltaiki, 1 wspólna publikacja.

Współpraca z Faculty of Materials Science Adama Science University w Etiopii nad zastosowaniem fotowoltaiki organicznej, 1 wspólna publikacja.

4) udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Recenzowanie manuskryptów dla kilku czasopism.

5) członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach lub

towarzystwach naukowych

Habilitantka nie wykazuje takiej aktywności.

6) *osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki*

Przed doktoratem Habilitantka prowadziła zajęcia laboratoryjne dla studentów Uniwersytetu Śląskiego w zakresie podstawy informatyki, baz danych, w ramach projektu opracowania materiałów, wygrzewania, nauki o materiałach, o materiałach ceramicznych i materiałach wspomaganych komputerowo. Habilitantka w latach 2012, 2013 oraz 2018 prowadziła zajęcia dla studentów Uniwersytetu Śląskiego z użyciem „spin coating”, UV-Vis, FTIR, AFM, elipsometrii i interferometrii w badaniach materiałów. Ponadto prowadziła zajęcia dla studentów z obsługi elipsometru, pomiarów grubości cienkich warstw, oraz z podstawowej analizy z użyciem dedykowanego oprogramowania. Dr Hajduk była opiekunem 1 pracy magisterskiej, 1 pracy inżynierskiej.

7) *opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego*

Dr Hajduk jest promotorem pomocniczym 1 pracy doktorskiej.

8) *staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich*

Dr Hajduk nie odbyła długoterminowego stażu.

9) *Wykonanie ekspertyz*

Brak danych.

8) *Udział w zespołach eksperckich i konkursowych*

Brak danych.

9) *recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych lub krajowych*

Recenzowanie manuskryptów dla kilku czasopism.

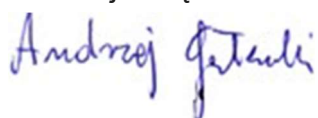
Podsumowując tę część formalną oceny dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej mogę stwierdzić, że większość spośród wymienionych elementów oceny jest spełniona, Uważam jednak, że będzie się on systematycznie zwiększał, gdyż dr Hajduk nie stroni od udzielania się w pracach na rzecz środowiska akademickiego, o czym świadczą podjęte obszary wielorakiej działalności we współpracy z Uniwersytetem Śląskim.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że wyodrębniony z całości działalności naukowej cykl 11 publikacji stanowiący podstawę habilitacji, całokształt dorobku naukowego i organizacyjnego oraz

współpraca z zagranicznymi i krajowymi ośrodkami naukowymi dr Barbary Hajduk **został**
przeze mnie pozytywnie oceniony, zgodnie z art.219 ust.1 pkt.2 ustawy z dnia 20 lipca
2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Posiada ona w dorobku osiągnięcia
naukowe, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne. Biorąc pod uwagę
wszystkie aspekty działalności zawodowej dr Barbary Hajduk rekomenduję pozytywne rozpatrzenie
wniosku o nadanie jej stopnia naukowego doktora habilitowanego. Wnioskuje tym samym do Rady
Dyscypliny Nauki Fizyczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika o nadanie dr Barbarze Hajduk stopnia
naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie nauki fizyczne.

Andrzej Gałęski



Łódź, dn. 12. 04. 2024 r.

CENTRE OF MOLECULAR AND MACROMOLECULAR STUDIES
POLISH ACADEMY OF SCIENCES
CENTRUM BADAŃ MOLEKULARNYCH I MAKROMOLEKULARNYCH
POLSKA AKADEMIA NAUK

SIENKIEWICZA 112, 90-363 ŁÓDŹ, POLAND
TEL: +48 (42) 680 3250
FAX: +48 (42) 684 71 26 OR 68 03 261
<http://www.cbmm.lodz.pl>
E-MAIL: andrzej.galeski@cbmm.lodz.pl

PROFESSOR ANDRZEJ GALESKI
DEPARTMENT OF POLYMERIC NANOMATERIALS

Recenzja osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych dr inż. Barbary Hajduk

(Postępowanie o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk fizycznych, prowadzone przez Radę Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu)

Podstawa prawna

Decyzja Rady Dyscypliny Nauki Fizyczne UMK w Toruniu o powołaniu na recenzenta komisji habilitacyjnej dr Barbary Hajduk z dnia 17.01.2023.

Informacje ogólne

Dr Barbara Hajduk jest absolwentem Wydziału Matematyki i Fizyki Politechniki Śląskiej. Uzyskała stopień magistra w zakresie fizyki technicznej i optoelektroniki. I rozpoczęła pracę jako asystent w Centrum Chemii Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN z Zabrze. Stopień doktora uzyskała w 2012 r. na wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Śląskiej za pracę pt. "The investigation on morphology and physical properties of thin polyazomethine films". Promotorem rozprawy był dr hab. Jan Wieszka. Po uzyskaniu stopnia doktora Barbara Hajduk została awansowana do stanowiska adiunkta, na którym pracuje do dziś w CMPW PAN. Dr inż. Barbara Hajduk nie odbyła żadnego stażu długoterminowego, uczestniczyła tylko w kilku tygodniowych pobytach zagranicznych w: Austrii (2012), Rumunii (2015 i 2023). W ciągu 12 lat od uzyskania doktoratu Dr Hajduk zdobyła 1 grant NCN Miniatura2 i dotyczył on zastosowania zmiennie-temperaturowej elipsometrii spektroskopowej. Ponadto uczestniczyła, jako wykonawca, w dwóch innych grantach NCN (2011-14) i (2014-17) dotyczących warstw fotowoltaicznych i fotoluminescencyjnych.

W procesie habilitacyjnym Habilitantka przedstawia swoje osiągnięcie naukowe pt. „**Zastosowanie elipsometrii spektroskopowej do badań warstw wybranych polimerów, blend oraz kompozytów dla optyki i optoelektroniki**” w postaci cyklu 11

współautorskich publikacji naukowych ogłoszonych drukiem w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) a powstałych w latach 2012 – 2023. Dzieło winno stanowić istotny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej. Podstawą niniejszej recenzji i źródłem wielu informacji o Habilitantce i jej dorobku jest przygotowany przez nią 44 stronicowy Autoreferat (angielska wersja ma 42 strony), zestaw wspomnianych wyżej 11 publikacji, oraz Autorska prezentacja całkowitego dorobku naukowo-badawczego, współpracy międzynarodowej, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz uzyskanych nagród.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

Ocena parametryczna: Spośród 11 publikacji naukowych przedstawianych jako osiągnięcie naukowe dr Barbary Hajduk wszystkie publikacje są współautorskie. Sześć publikacji jest z udziałem współautorów z innych ośrodków: Politechnika Śląska (4 prace), Kepler University Linz (1) oraz Uniwersytet Techniczny-Liberec (1). We wszystkich 11 publikacjach współautorem jest Dr Bednarski. Z jego oświadczeń wynika, że jego wkład polegał na konsultacjach dotyczących koncepcji prac i udziale w ich redagowaniu. Dodatkowo w pracach H9, H10 i H11 Dr Bednarski wykonał analizy teoretyczne (chyba dotyczące elipsometrii). W ośmiu pracach B.Hajduk jest autorem korespondencyjnym, co świadczy o jej przeważającym wkładzie w powstanie tych prac.

Ogólnie, można stwierdzić, że publikacje ukazały się w czasopismach o umiarkowanych współczynnikach oddziaływania (IF): 0.531-0.469-0.7 (3*Acta Physica Polonica A.), 3.30 (J.Polym.Sci.B), 5.0 (Polymers), 4.38 (Sci.Rep.), 3.1 (Beilstein), 4.282 (Polym.Test.), 3.4 (Materials), 4.329 (Polymers) oraz 2.991 (J.Phys.Chem.B). Sumaryczny IF dla tych 11 publikacji wynosi: 32.258 a więc średnio daje to 2.93 na publikację. To niezbyt wysoka średnia.

Indeks cytowań Habilitantki z dnia 4 kwietnia 2024 r. wg. bazy Web of Science (Core Materials) zamykał się liczbą 240 bez autocytowań i 297 z autocytowaniami, ogólna liczba publikacji 33, indeks Hirscha $H = 10$ (na dzień 11.04.2024 ten indeks wynosił $H = 11$), średnia liczba cytowań na publikację 9, ogółem prace Habilitantki cytowano w 225 publikacjach.

Habilitantka nie jest współautorem żadnego opisu patentowego.

Ogólnie mogę stwierdzić, że ocena parametryczna osiągnięcia naukowego Habilitantki wskazuje, że mieści się on w grupie dość dobrych habilitacji. Uzasadniam to faktem, iż 5 publikacji zaliczonych do osiągnięcia habilitacyjnego, powstało w wyniku kontaktów z

innymi ośrodkami. W 7 publikacjach Habilitantka jest pierwszym autorem, natomiast w 8 jest autorem do korespondencji. W świetle przedstawionych materiałów jest dla mnie jasne, że rola Habilitantki w przedstawianym do oceny osiągnięciu naukowym była dominująca.

Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowo-badawczego:

H1 Stability of Diodes with Poly(3-hexylthiophene) and Polyazomethines Thin Organic Layer, H. Bednarski, J. Gąsiorowski, M. Domański, B. Hajduk, J. Jurusik, B. Jarząbek, J. Weszka, *Acta Physica Polonica A* 2012, 122/6, 1083-108,

Włączenie tej pracy do osiągnięcia wygląda na pomyłkę. W żadnym z przeprowadzonych i opisanych w pracy eksperymentów nie wykorzystywano elipsometrii. Słowo „elipsometrii” we wszystkich odmianach nie pojawia się nigdzie w całej pracy. Tymczasem zastosowanie elipsometrii spektroskopowej ma być głównym motywem osiągnięcia habilitacyjnego. Być może w pracy tej wykorzystane były cienkie warstwy polyazomethinów otrzymane w ramach pracy doktorskiej B.Hajduk z roku 2012 i warstwy te wtedy były badane elipsometrycznie w ramach pracy doktorskiej. Tytuł pracy doktorskiej Habilitantki to: „The investigation on morphology and physical properties of thin polyazomethine films”.

H2 *The Influence of PEDOT to PSS Ratio on the Optical Properties of PEDOT:PSS Thin Solid Films - Insight from Spectroscopic Ellipsometry*

H. Bednarski, B. Hajduk, J. Jurusik, B. Jarząbek, M. Domański, K. Łaba, A. Wanic, M. Łapkowski *Acta Physica Polonica A, Vol.130 Issue: 5, 1242-1244 (2016)*

W pracy tej wykorzystano z sukcesem elipsometrię spektroskopową do modelowania właściwości optycznych i elektrycznej przewodności układu półprzewodnika (PEDOT) domieszkowanego poli(styreno sulfonianem). W pracy nie wspomniano w jakiej temperaturze wykonywano pomiary elipsometryczne, spektroskopowe UV-Vis, AFM i rezonansu paramagnetycznego. Zakładam, że wykonywane były w temperaturze pokojowej, bez dokładnej kontroli.

H3 *Unveiling of Polymer/ Fullerene Blend Films Morphology by Ellipsometrically Determined Optical Order within Polymer and Fullerene Phases*

H. Bednarski, B. Hajduk, M. Domański, B. Jarząbek, P. Nitschke, K. Łaba, A. Wanic, M. Łapkowski *Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics, 2018, 56, 1094–110,*

Temperatura jako parametr, od którego zależą właściwości fizyczne: optyczne, elektryczne itd, pojawia się w pracach H3 i H4, zgodnie z deklaracją autorki w autoreferacie. W pracy H3 sprecyzowano również o jakie „pochodne fullerenów” chodzi autorce, są to donorowe pochodne C61.

H4 *Variable temperature spectroscopic ellipsometry as a tool for insight into the optical order in the P3HT:PC70BM and PC70BM layers*

B. Hajduk, P. Jarka, H. Bednarski, T. Tański *Polymers* 2023, 15(18), 3752;

W tej pracy otwarcie autorka wykorzystuje pomiary w różnych temperaturach w układach wielowarstwowych. Stanowi to istotny postęp w rozwijaniu możliwości

elipsometrii w celu scharakteryzowania właściwości optycznych, dielektrycznych i elektrycznych układów cienkowarstwowych. Badane były cienkie warstwy politiofenów z akceptorowymi pochodnymi fullerenów typu C71 do potencjalnego użycia w ogniwach fotowoltaicznych.

H5 *The investigation of thermal and optical properties of semiconducting nanostructural hybrid thin films*

P. Jarka, B. Hajduk✉, T. Tański, H. Bednarski
Acta Physica Polonica A 1/142 (2022) 107-110,

W tej pracy wytworzono i zbadano cienkie filmy materiałów półprzewodnikowych z dodatkiem nanocząstek siarczku kadmu. Praca ta jest wspomniana w Autoreferencie ale nie jest szczegółowo opisana. Zastosowano w niej badania elipsometryczne, z których wypływa wniosek o umiarkowanej ważności, że dodatek CdS wpływa na właściwości optyczne, ale nie wpływa na odporność termiczną tych materiałów.

H6 *Thermal and optical properties of PMMA films reinforced with Nb₂O₅ nanoparticles*

B. Hajduk✉, H. Bednarski, P. Jarka✉, H. Janeczek, M. Godzierz, T. Tański
Scientific Reports 11 (2021) 22531;

Praca ta to opis badań termicznych i optycznych nanokompozytu polimetakrylanu metylu z pięciotlenkiem niobu. Z badań rentgenowskich rzeczywiście wygląda na to, że PMMA jest silnie zorientowany w płaszczyźnie podkładki silikonowej, choć stwierdzenie, że „polymer chains have flattened” nie odpowiada prawdzie. Właściwą techniką w celu uzyskania informacji o orientacji molekularnej PMMA byłby „grazing angle diffraction” lub pomiary figur biegunowych dla rentgenowskich dwóch szerokich pików od amorficznego PMMA. Jeden z nich dotyczy dyfrakcji związanej z odległościami międzycząsteczkowymi a drugi z odległościami wewnątrzcząsteczkowymi. Ewentualne spłaszczenie makrocząsteczek mogłoby być widoczne w zachowaniu się tego drugiego pików. Ważne ustalenia dotyczące WAXS dla PMMA są w pracy *Windle et al.* *J. Macromol. Sci. B*, 1976, 12, 373-382.

Praca H6 uzależnia właściwości optyczne od temperatury i pomiary są wykonane z wykorzystaniem możliwości spektroskopii. Jest to w przyjętej linii jak najlepszego wykorzystania zasad elipsometrii.

H7 *P3HT:PCBM blend films phase diagram on the base of variable-temperature spectroscopic ellipsometry*

B. Hajduk✉, H. Bednarski, B. Jarzabek, H. Janeczek, P. Nitschke,
Beilstein Journal of Nanotechnology, 2018, 9, 1108–1115;

Ta praca również wykorzystuje elipsometrię spektroskopową w różnych temperaturach. Układ P3HT:PCBM jest dobrze znany i od lat wykorzystywany w badaniach nad ogniwami fotowoltaicznymi. Najbardziej istotnym parametrem jest wydajność ogniwa, definiowana jako stosunek mocy wytwarzanej przez ogniwo do mocy padającego światła. Obecne na rynku ogniwa słoneczne oparte są głównie na krzemie. Bardziej wyrafinowane i wydajniejsze panele zbudowane są na bazie diselenku miedzi, indu, GaAs i tellurku kadmu. Większość paneli ma sprawność od 15% do 20%. Materiały organiczne/polimerowe stosowane w ogniwach słonecznych nie zostały jeszcze skomercjalizowane. Sprawność tych ogniw jest wciąż niska, nieco ponad 5%, co jest

mimo wszystko niezwykle w przypadku produktów organicznych. PCBM jest pochodną fullereny. Ze względu na dużą ruchliwość dziur PCBM odgrywa tu rolę akceptora elektronów. P3HT należy do rodziny poliofenów i jest rodzajem polimeru przewodzącego. Wzbudzenie elektronów π w P3HT daje efekt fotowoltaiczny w mieszaninie z PCBM.

H8 Phase diagram of P3HT:PC70BM thin films based on variable-temperature spectroscopic ellipsometry

B. Hajduk, H. Bednarski, B. Jarzabek, P. Nitschke, H. Janeczek
Polymer Testing, 84, 2020, 106383;

Badania przedstawione w tej pracy dotyczą mieszaniny tego samego polimeru P3HT jak w pracy H7, ale rolę akceptora odgrywa tu inna pochodna fullereny: PC70BM.

H9 The investigation on thermal transitions and physical properties of semiconducting PDPP4T:PDBPyBT blend films

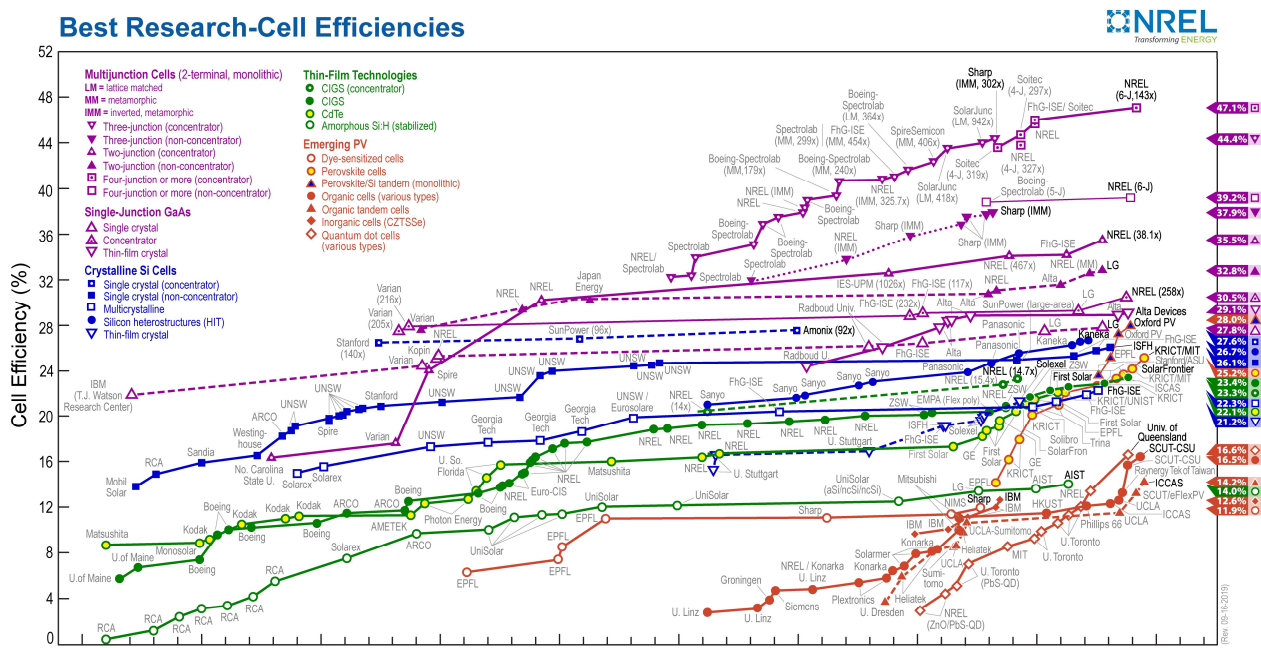
B. Hajduk, P. Jarka, T. Tański, H. Bednarski, H. Janeczek, P. Gnida, M. Fijałkowski
Materials 15/23 (2022) 8392;

Zbadano absorpcję optyczną i przerwy energetyczne mieszanin dwóch polimerowych półprzewodników organicznych typu n i typu p. Stwierdzono, że łańcuchy makrocząsteczek są ułożone prostopadle do powierzchni podłoża, co może być korzystne w przypadku organicznych urządzeń elektronicznych typu OFET (field effect transistors). Jednakże nie wykonano takich urządzeń modelowych w celu sprawdzenia tego wniosku.

H10 Thermal Transitions in P3HT:PC60BM Films Based on Electrical Resistance Measurements

B. Hajduk, H. Bednarski, M. Domański, B. Jarzabek, B. Trzebicka
Polymers 2020, 12, 1458,

Poniższy wykres ilustruje wysiłki zmierzające do osiągnięcia jak najwyższej wydajności uzyskanych laboratoryjnie ogniw słonecznych.



Źródło: Nikos Kopidakis, National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, Sep. 16, 2019.

Powyższy wykres podaję, gdyż jako recenzent nie mogę zlokalizować wydajności układów zmodyfikowanych przez autorkę i współpracowników prezentowanych w pracach H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9 i H10. Układy badane w tych pracach, sugerowane do zastosowań w fotowoltaice, podlegały modyfikacjom poprzez wygrzewanie, krystalizację lub odwrotnie zamrażanie bez krystalizacji, zmiany stężenia i kilka innych modyfikacji. To, w domyśle recenzenta, miało prowadzić do polepszenia ich właściwości i zrozumienia tych relacji. Jednakże, nigdzie w recenzowanych pracach nie znalazłem pomiarów wydajności tych materiałów jako ogniów fotowoltaicznych. Nie ma skorelowania wprowadzonych zmian z wydajnością fotowoltaiczną.

H11 *Temperature-Dependent Spectroscopic Ellipsometry of Thin Polymer Films*

B. Hajduk✉, *H. Bednarski*, *B. Trzebicka*

Journal of Physical Chemistry B 2020, 124, 16, 3229–3251;

To jest artykuł przeglądowy, systematyzujący uzyskaną wiedzę w badaniach przeprowadzonych w pracach od H1 do H10. Wiedza ta została posegregowana na kilka obszarów z uwzględnieniem możliwych do uzyskania informacji z techniki elipsometrii ze zmienną temperaturą i spektroskopową zmianą długości fali światła.

Opisano jak można badać porządek strukturalny i przejścia fazowe obserwowane w elipsometrii w połączeniu z innymi technikami termicznymi. W elipsometrii nie istnieje ogólna zasada postępowania z materiałami anizotropowymi i eksperymentator musi znaleźć najlepsze warunki dla każdego nowego układu i sytuacji. Elipsometria zawsze pozostanie wyzwaniem, ponieważ sytuacje anizotropowe są różnorodne. Kolejnym zadaniem jest znalezienie rozwiązań w miarę ogólnych dla materiałów anizotropowych, czy też materiałów o powierzchniach zmarszczonych.

W tej publikacji przedstawiono teoretyczny opis elipsometrii w zależności od temperatury, również o tym jak określać przejścia fazowe na podstawie nieprzetworzonych danych z pomiarów elipsometrycznych. Okazuje się, że można łatwo śledzić przemiany fazowe, w których zmienia się droga optyczna promieni analizujących podczas zmiany temperatury.

Ważnym podrozdziałem tej pracy jest opis modelowania obiektów podczas zmiennych temperaturowo pomiarów elipsometrycznych. Uwzględniono wpływ grubości warstw na przejścia fazowe, w tym przejście szkliste oraz wzięto pod uwagę rozszerzalność termiczną analizowanych cienkich warstw polimerowych.

Modelowanie elipsometryczne zależne od temperatury jest bardziej złożone i czasowo angażujące, ponieważ wymaga użycia bardziej zaawansowanych technik numerycznych do analizy dużych zbiorów danych. Z drugiej strony, zaletą tego podejścia jest możliwość określenia zależności temperaturowej ciepła właściwego, współczynnika rozszerzalności i zależność widma spektroskopowego od współczynnika termooptycznego.

Istotą tego osiągnięcia habilitacyjnego jest uzyskanie spójnego opisu elipsometrii zmienno-temperaturowej i spektroskopowej. Osiągnięto to poprzez szczegółową analizę danych elipsometrycznych dla dużej liczby różnych cienkich warstw materiałów. Są to cienkie warstwy zawierające polimerowe materiały powłokotwórcze oraz szereg nanonapełniaczy o dziurowej lub elektronowej charakterystyce elektronicznej.

Praca H11 stanowi podsumowanie wykonanych badań i opisuje stan wiedzy z uwzględnieniem wyników prac Habilitantki. Wszystkie kluczowe eksperymenty, na jakich oparto prace od H1 do H10, były wykonywane w sposób poprawny z wykorzystaniem wyspecjalizowanej aparatury, przy warunkach ograniczających degradację materiałów. Dotyczy to szybkości i górnej granicy osiągniętych temperatur w zmiennocieplnej

elipsometrii. Uważam, że Habilitantka w dostateczny sposób wyjaśniła niektóre moje wątpliwości i moja ocena meritum Osiągnięcia Habilitacyjnego jest pozytywna.

Nie bez znaczenia dla oceny sylwetki Habilitantki jest jej **działalność naukowo-badawcza prowadzona poza omawianym wyżej zbiorem 11 wybranych jednotematycznych publikacji**. Habilitantka po uzyskaniu stopnia doktora opublikowała 27 prac w czasopismach indeksowanych przez Journal Citation Indeks. Angażowała się we współpracę międzynarodową.

Przegląd publikacji z poza listy dotyczącej habilitacji wskazuje, że dr Barbara Hajduk potrafi aktywnie współpracować w różnych obszarach nauk chemiczno-fizycznych i materiałowych od polimerów do nanokompozytów, a także potrafi analizować wyniki badań na odpowiednio zaawansowanym poziomie. Jej zainteresowania i współpraca naukowa dobrze rokuje na przyszłość naukowej kariery.

Ocena istotnej aktywności naukowej dr Barbary Hajduk.

Kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo badawczych dla osób ubiegających się o nadanie stopnia doktora habilitowanego są bardzo precyzyjnie zdefiniowane w wykazie Wzorów Rady Doskonałości Naukowej.

1) autorstwo lub współautorstwo monografii i publikacji naukowych

Dorobek naukowy Habilitantki obejmuje łącznie 34 (Web of Science, 10.04.2024) oryginalnych artykułów naukowych. 31 z tych prac opublikowano po uzyskaniu stopnia doktora w roku 2012.

2) autorstwo bądź współautorstwo opracowań zbiorowych,

W wykazie dorobku naukowego Habilitantki nie znalazłem opracowań zbiorowych, natomiast B.Hajduk jest współautorką szeregu (12) publikacji nie mających IF o zasięgu krajowym i zagranicznym, wszystkie przed uzyskaniem doktoratu.

3) sumaryczny impact factor publikacji naukowych wg. JCR, zgodnie z rokiem opublikowania.

Sumaryczny *impact factor* publikacji naukowych wchodzących do habilitacji wg. JCR, pięcioletni wynosi: **32.258, średni IF publikacji to 2.93**. Ten wskaźnik jest dość wysoki.

4) liczba cytowań publikacji wg. bazy Web of Science

Liczba cytowań publikacji Habilitantki wg. bazy Web of Science na dzień sporządzenia recenzji z wyłączeniem autocytowań wynosiła 241. Jest to rezultat dość dobry.

5) indeks Hirsha wg WoS

W dniu sporządzenia wniosku indeks Hirsha dr Barbary Hajduk wynosił **H =10**. W tej chwili jest 11.

Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

Dr Hajduk uczestniczyła jako wykonawca w dwóch projektach NCN oraz kierowała projektem NCN Miniatura.

7) międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową

Brak danych

8) wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych

Trzy referaty na zaproszenie na krajowych konferencjach naukowych w Gdańsku, Opolu i Krakowie

Podsumowując ocenę istotnej aktywności naukowej dr Barbary Hajduk wg. kryteriów ministerialnych, mogę stwierdzić, że ta aktywność pozwala na ogólną pozytywną ocenę aktywności naukowej Habilitantki.

Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej Habilitantki

Poniżej przeanalizuję ustawowe kryteria oceny dorobku dydaktycznego i organizacyjnego:

1) uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych i krajowych

Habilitantka uczestniczyła jako wykonawca w dwóch grantach NCN oraz kierowała grantem NCN Miniatura.

2) udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji

Habilitantka wygłosiła 3 wykłady na zaproszenie na konferencjach krajowych oraz uczestniczyła w organizacji 3 konferencji krajowych. Prezentowała postery na 7 konferencjach krajowych.

3) udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Barbara Hajduk otrzymała Scholarship z *the European Social Fund* na 3 lata w ramach Regionalnej Szkoły Doktorskiej.

4) kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych

Współpraca z Institute of Nanomaterials, Politechnika w Libercu, Republika Czeska, 1 wspólna publikacja.

Współpraca z Instytutem Chemii Uniwersitet Sao Paulo, Brazylia nad zastosowaniem organicznej fotowoltaiki, 1 wspólna publikacja.

Współpraca z Faculty of Materials Science Adama Science University w Etiopii nad zastosowaniem fotowoltaiki organicznej, 1 wspólna publikacja.

4) udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Recenzowanie manuskryptów dla kilku czasopism.

5) członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach lub

towarzystwach naukowych

Habilitantka nie wykazuje takiej aktywności.

6) *osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki*

Przed doktoratem Habilitantka prowadziła zajęcia laboratoryjne dla studentów Uniwersytetu Śląskiego w zakresie podstawy informatyki, baz danych, w ramach projektu opracowania materiałów, wygrzewania, nauki o materiałach, o materiałach ceramicznych i materiałach wspomaganych komputerowo. Habilitantka w latach 2012, 2013 oraz 2018 prowadziła zajęcia dla studentów Uniwersytetu Śląskiego z użyciem „spin coating”, UV-Vis, FTIR, AFM, elipsometrii i interferometrii w badaniach materiałów. Ponadto prowadziła zajęcia dla studentów z obsługi elipsometru, pomiarów grubości cienkich warstw, oraz z podstawowej analizy z użyciem dedykowanego oprogramowania. Dr Hajduk była opiekunem 1 pracy magisterskiej, 1 pracy inżynierskiej.

7) *opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego*

Dr Hajduk jest promotorem pomocniczym 1 pracy doktorskiej.

8) *staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich*

Dr Hajduk nie odbyła długoterminowego stażu.

9) *Wykonanie ekspertyz*

Brak danych.

8) *Udział w zespołach eksperckich i konkursowych*

Brak danych.

9) *recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych lub krajowych*

Recenzowanie manuskryptów dla kilku czasopism.

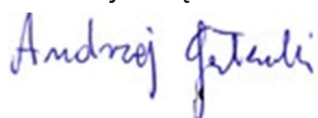
Podsumowując tę część formalną oceny dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej mogę stwierdzić, że większość spośród wymienionych elementów oceny jest spełniona, Uważam jednak, że będzie się on systematycznie zwiększał, gdyż dr Hajduk nie stroni od udzielania się w pracach na rzecz środowiska akademickiego, o czym świadczą podjęte obszary wielorakiej działalności we współpracy z Uniwersytetem Śląskim.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że wyodrębniony z całości działalności naukowej cykl 11 publikacji stanowiący podstawę habilitacji, całokształt dorobku naukowego i organizacyjnego oraz

współpraca z zagranicznymi i krajowymi ośrodkami naukowymi dr Barbary Hajduk **został
przeze mnie pozytywnie oceniony**, zgodnie z art.219 ust.1 pkt.2 ustawy z dnia 20 lipca
2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Posiada ona w dorobku osiągnięcia
naukowe, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne. Biorąc pod uwagę
wszystkie aspekty działalności zawodowej dr Barbary Hajduk rekomenduję pozytywne rozpatrzenie
wniosku o nadanie jej stopnia naukowego doktora habilitowanego. Wnioskuje tym samym do Rady
Dyscypliny Nauki Fizyczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika o nadanie dr Barbarze Hajduk stopnia
naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie nauki fizyczne.

Andrzej Gałęski



Łódź, dn. 12. 04. 2024 r.

CENTRE OF MOLECULAR AND MACROMOLECULAR STUDIES
POLISH ACADEMY OF SCIENCES
CENTRUM BADAŃ MOLEKULARNYCH I MAKROMOLEKULARNYCH
POLSKA AKADEMIA NAUK

SIENKIEWICZA 112, 90-363 ŁÓDŹ, POLAND
TEL: +48 (42) 680 3250
FAX: +48 (42) 684 71 26 OR 68 03 261
<http://www.cbmm.lodz.pl>
E-MAIL: andrzej.galeski@cbmm.lodz.pl

PROFESSOR ANDRZEJ GALESKI
DEPARTMENT OF POLYMERIC NANOMATERIALS

**Recenzja osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych
dr inż. Barbary Hajduk**

(Postępowanie o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk fizycznych, prowadzone przez Radę Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu)

Podstawa prawna

Decyzja Rady Dyscypliny Nauki Fizyczne UMK w Toruniu o powołaniu na recenzenta komisji habilitacyjnej dr Barbary Hajduk z dnia 17.01.2023.

Informacje ogólne

Dr Barbara Hajduk jest absolwentem Wydziału Matematyki i Fizyki Politechniki Śląskiej. Uzyskała stopień magistra w zakresie fizyki technicznej i optoelektroniki. I rozpoczęła pracę jako asystent w Centrum Chemii Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN z Zabrze. Stopień doktora uzyskała w 2012 r. na wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Śląskiej za pracę pt. "The investigation on morphology and physical properties of thin polyazomethine films". Promotorem rozprawy był dr hab. Jan Wieszka. Po uzyskaniu stopnia doktora Barbara Hajduk została awansowana do stanowiska adiunkta, na którym pracuje do dziś w CMPW PAN. Dr inż. Barbara Hajduk nie odbyła żadnego stażu długoterminowego, uczestniczyła tylko w kilku tygodniowych pobytach zagranicznych w: Austrii (2012), Rumunii (2015 i 2023). W ciągu 12 lat od uzyskania doktoratu Dr Hajduk zdobyła 1 grant NCN Miniatura2 i dotyczył on zastosowania zmiennie-temperaturowej elipsometrii spektroskopowej. Ponadto uczestniczyła, jako wykonawca, w dwóch innych grantach NCN (2011-14) i (2014-17) dotyczących warstw fotowoltaicznych i fotoluminescencyjnych.

W procesie habilitacyjnym Habilitantka przedstawia swoje osiągnięcie naukowe pt. „**Zastosowanie elipsometrii spektroskopowej do badań warstw wybranych polimerów, blend oraz kompozytów dla optyki i optoelektroniki**” w postaci cyklu 11

współautorskich publikacji naukowych ogłoszonych drukiem w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) a powstałych w latach 2012 – 2023. Dzieło winno stanowić istotny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej. Podstawą niniejszej recenzji i źródłem wielu informacji o Habilitantce i jej dorobku jest przygotowany przez nią 44 stronicowy Autoreferat (angielska wersja ma 42 strony), zestaw wspomnianych wyżej 11 publikacji, oraz Autorska prezentacja całkowitego dorobku naukowo-badawczego, współpracy międzynarodowej, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz uzyskanych nagród.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

Ocena parametryczna: Spośród 11 publikacji naukowych przedstawianych jako osiągnięcie naukowe dr Barbary Hajduk wszystkie publikacje są współautorskie. Sześć publikacji jest z udziałem współautorów z innych ośrodków: Politechnika Śląska (4 prace), Kepler University Linz (1) oraz Uniwersytet Techniczny-Liberec (1). We wszystkich 11 publikacjach współautorem jest Dr Bednarski. Z jego oświadczeń wynika, że jego wkład polegał na konsultacjach dotyczących koncepcji prac i udziale w ich redagowaniu. Dodatkowo w pracach H9, H10 i H11 Dr Bednarski wykonał analizy teoretyczne (chyba dotyczące elipsometrii). W ośmiu pracach B.Hajduk jest autorem korespondencyjnym, co świadczy o jej przeważającym wkładzie w powstanie tych prac.

Ogólnie, można stwierdzić, że publikacje ukazały się w czasopismach o umiarkowanych współczynnikach oddziaływania (IF): 0.531-0.469-0.7 (3*Acta Physica Polonica A.), 3.30 (J.Polym.Sci.B), 5.0 (Polymers), 4.38 (Sci.Rep.), 3.1 (Beilstein), 4.282 (Polym.Test.), 3.4 (Materials), 4.329 (Polymers) oraz 2.991 (J.Phys.Chem.B). Sumaryczny IF dla tych 11 publikacji wynosi: 32.258 a więc średnio daje to 2.93 na publikację. To niezbyt wysoka średnia.

Indeks cytowań Habilitantki z dnia 4 kwietnia 2024 r. wg. bazy Web of Science (Core Materials) zamykał się liczbą 240 bez autocytowań i 297 z autocytowaniami, ogólna liczba publikacji 33, indeks Hirscha $H = 10$ (na dzień 11.04.2024 ten indeks wynosił $H = 11$), średnia liczba cytowań na publikację 9, ogółem prace Habilitantki cytowano w 225 publikacjach.

Habilitantka nie jest współautorem żadnego opisu patentowego.

Ogólnie mogę stwierdzić, że ocena parametryczna osiągnięcia naukowego Habilitantki wskazuje, że mieści się on w grupie dość dobrych habilitacji. Uzasadniam to faktem, iż 5 publikacji zaliczonych do osiągnięcia habilitacyjnego, powstało w wyniku kontaktów z

innymi ośrodkami. W 7 publikacjach Habilitantka jest pierwszym autorem, natomiast w 8 jest autorem do korespondencji. W świetle przedstawionych materiałów jest dla mnie jasne, że rola Habilitantki w przedstawianym do oceny osiągnięciu naukowym była dominująca.

Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowo-badawczego:

H1 Stability of Diodes with Poly(3-hexylthiophene) and Polyazomethines Thin Organic Layer, H. Bednarski, J. Gąsiorowski, M. Domański, B. Hajduk, J. Jurusik, B. Jarząbek, J. Weszka, *Acta Physica Polonica A* 2012, 122/6, 1083-108,

Włączenie tej pracy do osiągnięcia wygląda na pomyłkę. W żadnym z przeprowadzonych i opisanych w pracy eksperymentów nie wykorzystywano elipsometrii. Słowo „elipsometry” we wszystkich odmianach nie pojawia się nigdzie w całej pracy. Tymczasem zastosowanie elipsometrii spektroskopowej ma być głównym motywem osiągnięcia habilitacyjnego. Być może w pracy tej wykorzystane były cienkie warstwy polyazomethinów otrzymane w ramach pracy doktorskiej B.Hajduk z roku 2012 i warstwy te wtedy były badane elipsometrycznie w ramach pracy doktorskiej. Tytuł pracy doktorskiej Habilitantki to: „The investigation on morphology and physical properties of thin polyazomethine films”.

H2 *The Influence of PEDOT to PSS Ratio on the Optical Properties of PEDOT:PSS Thin Solid Films - Insight from Spectroscopic Ellipsometry*

H. Bednarski, B. Hajduk, J. Jurusik, B. Jarząbek, M. Domański, K. Łaba, A. Wanic, M. Łapkowski *Acta Physica Polonica A, Vol.130 Issue: 5, 1242-1244 (2016)*

W pracy tej wykorzystano z sukcesem elipsometrię spektroskopową do modelowania właściwości optycznych i elektrycznej przewodności układu półprzewodnika (PEDOT) domieszkowanego poli(styreno sulfonianem). W pracy nie wspomniano w jakiej temperaturze wykonywano pomiary elipsometryczne, spektroskopowe UV-Vis, AFM i rezonansu paramagnetycznego. Zakładam, że wykonywane były w temperaturze pokojowej, bez dokładnej kontroli.

H3 *Unveiling of Polymer/ Fullerene Blend Films Morphology by Ellipsometrically Determined Optical Order within Polymer and Fullerene Phases*

H. Bednarski, B. Hajduk, M. Domański, B. Jarząbek, P. Nitschke, K. Łaba, A. Wanic, M. Łapkowski *Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics, 2018, 56, 1094–110,*

Temperatura jako parametr, od którego zależą właściwości fizyczne: optyczne, elektryczne itd, pojawia się w pracach H3 i H4, zgodnie z deklaracją autorki w autoreferacie. W pracy H3 sprecyzowano również o jakie „pochodne fullerenów” chodzi autorce, są to donorowe pochodne C61.

H4 *Variable temperature spectroscopic ellipsometry as a tool for insight into the optical order in the P3HT:PC70BM and PC70BM layers*

B. Hajduk, P. Jarka, H. Bednarski, T. Tański *Polymers 2023, 15(18), 3752;*

W tej pracy otwarcie autorka wykorzystuje pomiary w różnych temperaturach w układach wielowarstwowych. Stanowi to istotny postęp w rozwijaniu możliwości

elipsometrii w celu scharakteryzowania właściwości optycznych, dielektrycznych i elektrycznych układów cienkowarstwowych. Badane były cienkie warstwy politiofenów z akceptorowymi pochodnymi fullerenów typu C71 do potencjalnego użycia w ogniwach fotowoltaicznych.

H5 *The investigation of thermal and optical properties of semiconducting nanostructural hybrid thin films*

P. Jarka, B. Hajduk✉, T. Tański, H. Bednarski
Acta Physica Polonica A 1/142 (2022) 107-110,

W tej pracy wytworzono i zbadano cienkie filmy materiałów półprzewodnikowych z dodatkiem nanocząstek siarczku kadmu. Praca ta jest wspomniana w Autoreferencie ale nie jest szczegółowo opisana. Zastosowano w niej badania elipsometryczne, z których wypływa wniosek o umiarkowanej ważności, że dodatek CdS wpływa na właściwości optyczne, ale nie wpływa na odporność termiczną tych materiałów.

H6 *Thermal and optical properties of PMMA films reinforced with Nb₂O₅ nanoparticles*

B. Hajduk✉, H. Bednarski, P. Jarka✉, H. Janeczek, M. Godzierz, T. Tański
Scientific Reports 11 (2021) 22531;

Praca ta to opis badań termicznych i optycznych nanokompozytu polimetakrylanu metylu z pięciotlenkiem niobu. Z badań rentgenowskich rzeczywiście wygląda na to, że PMMA jest silnie zorientowany w płaszczyźnie podkładki silikonowej, choć stwierdzenie, że „polymer chains have flattened” nie odpowiada prawdzie. Właściwą techniką w celu uzyskania informacji o orientacji molekularnej PMMA byłby „grazing angle diffraction” lub pomiary figur biegunowych dla rentgenowskich dwóch szerokich pików od amorficznego PMMA. Jeden z nich dotyczy dyfrakcji związanej z odległościami międzycząsteczkowymi a drugi z odległościami wewnątrzcząsteczkowymi. Ewentualne spłaszczenie makrocząsteczek mogłoby być widoczne w zachowaniu się tego drugiego pików. Ważne ustalenia dotyczące WAXS dla PMMA są w pracy *Windle et al.* *J. Macromol. Sci. B*, 1976, 12, 373-382.

Praca H6 uzależnia właściwości optyczne od temperatury i pomiary są wykonane z wykorzystaniem możliwości spektroskopii. Jest to w przyjętej linii jak najlepszego wykorzystania zasad elipsometrii.

H7 *P3HT:PCBM blend films phase diagram on the base of variable-temperature spectroscopic ellipsometry*

B. Hajduk✉, H. Bednarski, B. Jarzabek, H. Janeczek, P. Nitschke,
Beilstein Journal of Nanotechnology, 2018, 9, 1108–1115;

Ta praca również wykorzystuje elipsometrię spektroskopową w różnych temperaturach. Układ P3HT:PCBM jest dobrze znany i od lat wykorzystywany w badaniach nad ogniwami fotowoltaicznymi. Najbardziej istotnym parametrem jest wydajność ogniwa, definiowana jako stosunek mocy wytwarzanej przez ogniwo do mocy padającego światła. Obecne na rynku ogniwa słoneczne oparte są głównie na krzemie. Bardziej wyrafinowane i wydajniejsze panele zbudowane są na bazie diselenku miedzi, indu, GaAs i tellurku kadmu. Większość paneli ma sprawność od 15% do 20%. Materiały organiczne/polimerowe stosowane w ogniwach słonecznych nie zostały jeszcze skomercjalizowane. Sprawność tych ogniw jest wciąż niska, nieco ponad 5%, co jest

mimo wszystko niezwykle w przypadku produktów organicznych. PCBM jest pochodną fullereny. Ze względu na dużą ruchliwość dziur PCBM odgrywa tu rolę akceptora elektronów. P3HT należy do rodziny poliofenów i jest rodzajem polimeru przewodzącego. Wzbudzenie elektronów π w P3HT daje efekt fotowoltaiczny w mieszaninie z PCBM.

H8 Phase diagram of P3HT:PC70BM thin films based on variable-temperature spectroscopic ellipsometry

B. Hajduk, H. Bednarski, B. Jarzabek, P. Nitschke, H. Janeczek
Polymer Testing, 84, 2020, 106383;

Badania przedstawione w tej pracy dotyczą mieszaniny tego samego polimeru P3HT jak w pracy H7, ale rolę akceptora odgrywa tu inna pochodna fullereny: PC70BM.

H9 The investigation on thermal transitions and physical properties of semiconducting PDPP4T:PDBPyBT blend films

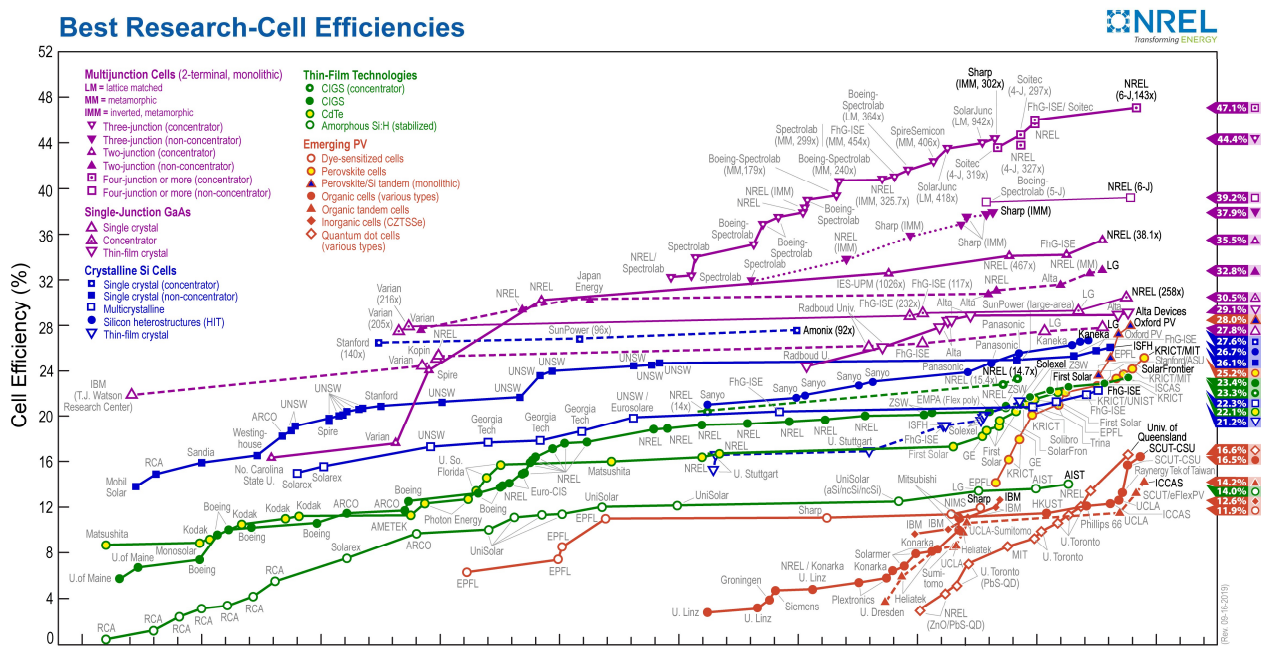
B. Hajduk, P. Jarka, T. Tański, H. Bednarski, H. Janeczek, P. Gnida, M. Fijałkowski
Materials 15/23 (2022) 8392;

Zbadano absorpcję optyczną i przerwy energetyczne mieszanin dwóch polimerowych półprzewodników organicznych typu n i typu p. Stwierdzono, że łańcuchy makrocząsteczek są ułożone prostopadle do powierzchni podłoża, co może być korzystne w przypadku organicznych urządzeń elektronicznych typu OFET (field effect transistors). Jednakże nie wykonano takich urządzeń modelowych w celu sprawdzenia tego wniosku.

H10 Thermal Transitions in P3HT:PC60BM Films Based on Electrical Resistance Measurements

B. Hajduk, H. Bednarski, M. Domański, B. Jarzabek, B. Trzebicka
Polymers 2020, 12, 1458,

Poniższy wykres ilustruje wysiłki zmierzające do osiągnięcia jak najwyższej wydajności uzyskanych laboratoryjnie ogniw słonecznych.



Źródło: Nikos Kopidakis, National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, Sep. 16, 2019.

Powyższy wykres podaję, gdyż jako recenzent nie mogę zlokalizować wydajności układów zmodyfikowanych przez autorkę i współpracowników prezentowanych w pracach H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9 i H10. Układy badane w tych pracach, sugerowane do zastosowań w fotowoltaice, podlegały modyfikacjom poprzez wygrzewanie, krystalizację lub odwrotnie zamrażanie bez krystalizacji, zmiany stężenia i kilka innych modyfikacji. To, w domyśle recenzenta, miało prowadzić do polepszenia ich właściwości i zrozumienia tych relacji. Jednakże, nigdzie w recenzowanych pracach nie znalazłem pomiarów wydajności tych materiałów jako ogniów fotowoltaicznych. Nie ma skorelowania wprowadzonych zmian z wydajnością fotowoltaiczną.

H11 *Temperature-Dependent Spectroscopic Ellipsometry of Thin Polymer Films*

B. Hajduk✉, *H. Bednarski*, *B. Trzebicka*

Journal of Physical Chemistry B 2020, 124, 16, 3229–3251;

To jest artykuł przeglądowy, systematyzujący uzyskaną wiedzę w badaniach przeprowadzonych w pracach od H1 do H10. Wiedza ta została posegregowana na kilka obszarów z uwzględnieniem możliwych do uzyskania informacji z techniki elipsometrii ze zmienną temperaturą i spektroskopową zmianą długości fali światła.

Opisano jak można badać porządek strukturalny i przejścia fazowe obserwowane w elipsometrii w połączeniu z innymi technikami termicznymi. W elipsometrii nie istnieje ogólna zasada postępowania z materiałami anizotropowymi i eksperymentator musi znaleźć najlepsze warunki dla każdego nowego układu i sytuacji. Elipsometria zawsze pozostanie wyzwaniem, ponieważ sytuacje anizotropowe są różnorodne. Kolejnym zadaniem jest znalezienie rozwiązań w miarę ogólnych dla materiałów anizotropowych, czy też materiałów o powierzchniach zmarszczonych.

W tej publikacji przedstawiono teoretyczny opis elipsometrii w zależności od temperatury, również o tym jak określać przejścia fazowe na podstawie nieprzetworzonych danych z pomiarów elipsometrycznych. Okazuje się, że można łatwo śledzić przemiany fazowe, w których zmienia się droga optyczna promieni analizujących podczas zmiany temperatury.

Ważnym podrozdziałem tej pracy jest opis modelowania obiektów podczas zmiennych temperaturowo pomiarów elipsometrycznych. Uwzględniono wpływ grubości warstw na przejścia fazowe, w tym przejście szkliste oraz wzięto pod uwagę rozszerzalność termiczną analizowanych cienkich warstw polimerowych.

Modelowanie elipsometryczne zależne od temperatury jest bardziej złożone i czasowo angażujące, ponieważ wymaga użycia bardziej zaawansowanych technik numerycznych do analizy dużych zbiorów danych. Z drugiej strony, zaletą tego podejścia jest możliwość określenia zależności temperaturowej ciepła właściwego, współczynnika rozszerzalności i zależność widma spektroskopowego od współczynnika termooptycznego.

Istotą tego osiągnięcia habilitacyjnego jest uzyskanie spójnego opisu elipsometrii zmienno-temperaturowej i spektroskopowej. Osiągnięto to poprzez szczegółową analizę danych elipsometrycznych dla dużej liczby różnych cienkich warstw materiałów. Są to cienkie warstwy zawierające polimerowe materiały powłokotwórcze oraz szereg nanonapełniaczy o dziurowej lub elektronowej charakterystyce elektronicznej.

Praca H11 stanowi podsumowanie wykonanych badań i opisuje stan wiedzy z uwzględnieniem wyników prac Habilitantki. Wszystkie kluczowe eksperymenty, na jakich oparto prace od H1 do H10, były wykonywane w sposób poprawny z wykorzystaniem wyspecjalizowanej aparatury, przy warunkach ograniczających degradację materiałów. Dotyczy to szybkości i górnej granicy osiągniętych temperatur w zmiennocieplnej

elipsometrii. Uważam, że Habilitantka w dostateczny sposób wyjaśniła niektóre moje wątpliwości i moja ocena meritum Osiągnięcia Habilitacyjnego jest pozytywna.

Nie bez znaczenia dla oceny sylwetki Habilitantki jest jej **działalność naukowo-badawcza prowadzona poza omawianym wyżej zbiorem 11 wybranych jednotematycznych publikacji**. Habilitantka po uzyskaniu stopnia doktora opublikowała 27 prac w czasopismach indeksowanych przez Journal Citation Indeks. Angażowała się we współpracę międzynarodową.

Przegląd publikacji z poza listy dotyczącej habilitacji wskazuje, że dr Barbara Hajduk potrafi aktywnie współpracować w różnych obszarach nauk chemiczno-fizycznych i materiałowych od polimerów do nanokompozytów, a także potrafi analizować wyniki badań na odpowiednio zaawansowanym poziomie. Jej zainteresowania i współpraca naukowa dobrze rokują na przyszłość naukowej kariery.

Ocena istotnej aktywności naukowej dr Barbary Hajduk.

Kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo badawczych dla osób ubiegających się o nadanie stopnia doktora habilitowanego są bardzo precyzyjnie zdefiniowane w wykazie Wzorów Rady Doskonałości Naukowej.

1) autorstwo lub współautorstwo monografii i publikacji naukowych

Dorobek naukowy Habilitantki obejmuje łącznie 34 (Web of Science, 10.04.2024) oryginalnych artykułów naukowych. 31 z tych prac opublikowano po uzyskaniu stopnia doktora w roku 2012.

2) autorstwo bądź współautorstwo opracowań zbiorowych,

W wykazie dorobku naukowego Habilitantki nie znalazłem opracowań zbiorowych, natomiast B.Hajduk jest współautorką szeregu (12) publikacji nie mających IF o zasięgu krajowym i zagranicznym, wszystkie przed uzyskaniem doktoratu.

3) sumaryczny impact factor publikacji naukowych wg. JCR, zgodnie z rokiem opublikowania.

Sumaryczny *impact factor* publikacji naukowych wchodzących do habilitacji wg. JCR, pięcioletni wynosi: **32.258, średni IF publikacji to 2.93**. Ten wskaźnik jest dość wysoki.

4) liczba cytowań publikacji wg. bazy Web of Science

Liczba cytowań publikacji Habilitantki wg. bazy Web of Science na dzień sporządzenia recenzji z wyłączeniem autocytowań wynosiła 241. Jest to rezultat dość dobry.

5) indeks Hirsha wg WoS

W dniu sporządzenia wniosku indeks Hirsha dr Barbary Hajduk wynosił **H =10**. W tej chwili jest 11.

Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

Dr Hajduk uczestniczyła jako wykonawca w dwóch projektach NCN oraz kierowała projektem NCN Miniatura.

7)międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową

Brak danych

8) wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych

Trzy referaty na zaproszenie na krajowych konferencjach naukowych w Gdańsku, Opolu i Krakowie

Podsumowując ocenę istotnej aktywności naukowej dr Barbary Hajduk wg. kryteriów ministerialnych, mogę stwierdzić, że ta aktywność pozwala na ogólną pozytywną ocenę aktywności naukowej Habilitantki.

Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej Habilitantki

Poniżej przeanalizuję ustawowe kryteria oceny dorobku dydaktycznego i organizacyjnego:

1) uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych i krajowych

Habilitantka uczestniczyła jako wykonawca w dwóch grantach NCN oraz kierowała grantem NCN Miniatura.

2) udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji

Habilitantka wygłosiła 3 wykłady na zaproszenie na konferencjach krajowych oraz uczestniczyła w organizacji 3 konferencji krajowych. Prezentowała postery na 7 konferencjach krajowych.

3) udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Barbara Hajduk otrzymała Scholarship z *the European Social Fund* na 3 lata w ramach Regionalnej Szkoły Doktorskiej.

4) kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych

Współpraca z Institute of Nanomaterials, Politechnika w Libercu, Republika Czeska, 1 wspólna publikacja.

Współpraca z Instytutem Chemii Uniwersitet Sao Paulo, Brazylia nad zastosowaniem organicznej fotowoltaiki, 1 wspólna publikacja.

Współpraca z Faculty of Materials Science Adama Science University w Etiopii nad zastosowaniem fotowoltaiki organicznej, 1 wspólna publikacja.

4) udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Recenzowanie manuskryptów dla kilku czasopism.

5) członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach lub

towarzystwach naukowych

Habilitantka nie wykazuje takiej aktywności.

6) *osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki*

Przed doktoratem Habilitantka prowadziła zajęcia laboratoryjne dla studentów Uniwersytetu Śląskiego w zakresie podstawy informatyki, baz danych, w ramach projektu opracowania materiałów, wygrzewania, nauki o materiałach, o materiałach ceramicznych i materiałach wspomaganych komputerowo. Habilitantka w latach 2012, 2013 oraz 2018 prowadziła zajęcia dla studentów Uniwersytetu Śląskiego z użyciem „spin coating”, UV-Vis, FTIR, AFM, elipsometrii i interferometrii w badaniach materiałów. Ponadto prowadziła zajęcia dla studentów z obsługi elipsometru, pomiarów grubości cienkich warstw, oraz z podstawowej analizy z użyciem dedykowanego oprogramowania. Dr Hajduk była opiekunem 1 pracy magisterskiej, 1 pracy inżynierskiej.

7) *opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego*

Dr Hajduk jest promotorem pomocniczym 1 pracy doktorskiej.

8) *staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich*

Dr Hajduk nie odbyła długoterminowego stażu.

9) *Wykonanie ekspertyz*

Brak danych.

8) *Udział w zespołach eksperckich i konkursowych*

Brak danych.

9) *recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych lub krajowych*

Recenzowanie manuskryptów dla kilku czasopism.

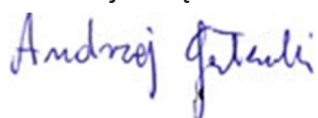
Podsumowując tę część formalną oceny dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej mogę stwierdzić, że większość spośród wymienionych elementów oceny jest spełniona, Uważam jednak, że będzie się on systematycznie zwiększał, gdyż dr Hajduk nie stroni od udzielania się w pracach na rzecz środowiska akademickiego, o czym świadczą podjęte obszary wielorakiej działalności we współpracy z Uniwersytetem Śląskim.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że wyodrębniony z całości działalności naukowej cykl 11 publikacji stanowiący podstawę habilitacji, całokształt dorobku naukowego i organizacyjnego oraz

współpraca z zagranicznymi i krajowymi ośrodkami naukowymi dr Barbary Hajduk **został** **przeze mnie pozytywnie oceniony**, zgodnie z art.219 ust.1 pkt.2 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Posiada ona w dorobku osiągnięcia naukowe, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne. Biorąc pod uwagę wszystkie aspekty działalności zawodowej dr Barbary Hajduk rekomenduję pozytywne rozpatrzenie wniosku o nadanie jej stopnia naukowego doktora habilitowanego. Wnioskuje tym samym do Rady Dyscypliny Nauki Fizyczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika o nadanie dr Barbarze Hajduk stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie nauki fizyczne.

Andrzej Gałęski



Łódź, dn. 12. 04. 2024 r.