

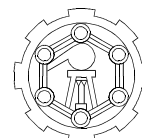
Gliwice, 14.08.2019

RECENZJA

rozprawy doktorskiej pani mgr inż. Pauliny Hibner-Kulicka
pt. „Wpływ procesu agregacji poli(3-heksylotiofenu-2,5-diyłu) (P3HT) na
wydajność ogniw słonecznych z warstwą aktywną P3HT/pochodna fullerenu”

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została wykonana w Katedrze Fizyki Molekularnej, Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej. Promotorem tej pracy jest dr hab. inż. Beata Łuszczynska. Tematyka badawcza pracy dotyczy wytwarzania i charakterystyki organicznych ogniw fotowoltaicznych w celu określenia procesu agregacji poli(3-heksylotiofenu) powiązanego ze starzeniem i degradacją ogniwa.

Praca doktorska mgr inż. Pauliny Hibner-Kulicka liczy łącznie 93 strony tekstu, 41 rysunki oraz 4 tabele oraz 93 odnośniki literaturowe. Układ pracy jest typowy dla prac eksperymentalnych w naukach ścisłych. Jest ona podzielona na pięć rozdziałów, obejmujących zasadniczo dwie główne części: o charakterze



literaturowym i doświadczalnym. Praca doktorska obejmuje 5 głównych części: Wprowadzenie oraz uzasadnienie i cel badań, Część literaturowa, Część doświadczalna, Dyskusja wyników oraz Wnioski.

W ostatnich latach nastąpił znaczący rozwój badań nad nowymi materiałami polimerowymi pod kątem ich zastosowań w optoelektronice i fotowoltaice. Te poszukiwania wynikają z faktu, że materiały organiczne pozwalają na dopasowanie własności optycznych i elektronicznych, materiały organiczne można „szyć na miarę” poprzez zmianę struktury związku aby uzyskać odpowiednie właściwości. Obecnie w wielu laboratoriach na świecie prowadzone są badania nad opracowaniem nowoczesnych materiałów do wytwarzania organicznych sensorów, diod elektroluminescencyjnych, ogniw słonecznych metodami cieczowymi. Oczywiście, można powiedzieć, że osiągnięto już wiele, ale ciągle okazuje się, że nie zawsze rozumiemy mechanizmy zjawisk fizycznych i chemicznych zachodzących w materiałach polimerowych. Z tego powodu, praca przedstawiona przez Doktorantkę ma duże znaczenia na rozwój elektroniki organicznej.

Na początku pracy, Doktorantka zaznajomiła czytelnika z perspektywą rozwoju elektroniki organicznej oraz celem pracy i zakresem przedstawionych badań. Celem pracy było określenie wpływu morfologii układu P3HT:PCBM jako złącza objętościowego i procesów starzenia na wydajność i stabilność organicznego ogniwa fotowoltaicznego. W części literaturowej Doktorantka przedstawia półprzewodniki organicznej oraz opisuje wpływ układu sprzężonego cząsteczki na właściwości elektronowe. Doktorantka pokazuje dwa typy podziałów organicznych związków półprzewodnikowych mających znaczenie w reszcie

opisu dysertacji. Pierwszy podział i opis jest na związki małowcząsteczkowe i polimery, ma to o tyle znaczenie, że jeden z użytych przez Doktorantkę związków jest polimerem przewodzącym (P3HT) a drugi związkiem małowcząsteczkowym (PCBM). Według mojej opinii, większe znaczenie dla pracy ma drugi podział ponieważ aby stworzyć układ będący diodą organiczną musimy stworzyć układ $p-n$ z tego powody Doktorantka przedstawiła także podział na związki donorowe (p), akceptorowe (n) oraz ambipolarne natomiast brakuje mi szerszego opisu tych grup. Pod koniec tego rozdziału na stronie 15, Doktorantka przez pomyłkę językową nazywa technikę „blade coating” metodą „doktora Blade”, która ani z doktorem ani z panem Bladem nie ma powiązania. Nazwa z czasem została zmieniona z angielskiego określenia „ductor blade” używanego w technice druku wielkoformatowego.

W kolejnym rozdziale pracy, Doktorantka opisuje podstawowe parametry roztworów polimerowych, rozpuszczalność, efekty powstające pomiędzy rozpuszczalnikiem i polimerem oraz konkretnych polimerów i procesu agregacji. W ostatnim rozdziale części literaturowej, Doktorantka opisuje ogniwa fotowoltaiczne, budowę, historie i zasadę działania. Część opisu zawierająca poszczególne parametry oraz właściwości elektryczne ogniwa została napisana w sposób przejrzysty pokazujący zrozumienie przez Doktorantkę kluczowych elementów funkcjonowania ogniwa fotowoltaicznego. Część doświadczalna pracy została napisana w sposób zrozumiały, opis przygotowania próbek, analizy urządzeń jest napisany dobrze. W kolejnej części opisującej metodykę badań, Doktorantka opisuje aparaturę, na której prowadziła badania wydajności urządzeń oraz charakterystyki morfologii warstw aktywnych.

W najważniejszej części pracy tj. dyskusji wyników, doktorantka skupia się na opisie obserwowanych efektów dla układu P3HT:PCBM. Uzyskane przez Doktorantkę wyniki są bardzo interesujące i stanowią ważny wkład w rozwój polimerowych ogniw fotowoltaicznych i w tym kontekście uzyskane wyniki oraz ich analizę i wynikające stąd wnioski należy ocenić wysoko. Świadczą one o tym, że Doktorantka posiada dużą wiedzę i umiejętności praktyczne do stawiania i definiowania zadań badawczych oraz ich sprawnego realizowania.

Czytając pracę pani mgr inż. Pauliny Haubner-Kulicka można znaleźć pewne niedociągnięcia językowe, które nie są błędami merytorycznymi i nie wpływają na uzyskane wyniki oraz ich analizę. Doktorantka w wielu miejscach używa sformułowań nie do końca poprawnych ale nie wpływających na zrozumienie tekstu. Powoduje to, że o ile tekst czasami trudniej się czyta, natomiast można być pewnym, że praca została w całości napisana przez Doktorantkę i wnioski są jej własnym opisem bazujących na obserwowanych wynikach eksperymentalnych.

Jednym z rzucających się w oczy błędów jest np. nagminne sformułowanie w dyskusji wyników w opisach rysunków „otrzymanych w wyniku metody”, Doktorantka w ten sposób stara się opisać jaką metodą zostały wytworzone warstwy albo ogniwa. Według mojej opinii już lepiej brzmi używane sformułowanie „za pomocą metody”, natomiast najprostsze użycie formy „metodą” było by wystarczające. W zbyt wielu miejscach opisu dyskusji wyników, Doktorantka przenosi w bezpośredni sposób swoje myśli na papier co powoduje, że czasami czytany tekst jest mało naukowy i techniczny. Pewne nieścisłości można też zauważyć w spisie literaturowej, sposób opisu

odnośników literaturowych jest po prostu nie spójny, wskazujący na znaczące zmiany literatury w ostatnim czasie pisania pracy.

W podsumowaniu przedstawionej recenzji stwierdzam, że dysertacja stanowi bardzo istotny wkład w badania nad charakterystyką polimerów przewodzących w układach BHJ dla ogniw fotowoltaicznych. Uzyskane wyniki stanowią poszerzenie wiedzy na temat procesów degradacji (starzenia) warstwy aktywnej w organicznych diodach fotowoltaicznych a zrozumienie efektów powodujących degradację potwierdzają jak ważna jest kontrola nad tymi efektami. W trakcie realizacji zaplanowanych badań Doktorantka osiągnęła stawiane sobie cele. Zakres prac opisanych w dysertacji doktorskiej jest odpowiedni i obejmuje przygotowanie próbek, określenie procesów oddziaływań warstwie i w wytworzonym przez doktorantkę ogniwie fotowoltaicznym. Świadczy to ilości pracy włożonej w realizację założonego celu. Pani mgr inż. Paulina Hibner-Kulicka wykazała się umiejętnością prowadzenia pracy eksperymentalnej, doboru odpowiednich technik badawczych, umiejętnością przedyskutowania otrzymanych wyników na tle literatury przedmiotu i wyciągania wniosków na podstawie otrzymanych wyników.

Reasumując, stwierdzam, że praca doktorska pt. „Wpływ procesu agregacji poli(3-heksylofenu-2,5-diyli) (P3HT) na wydajność ogniw słonecznych z warstwą aktywną P3HT/pochodna fullereu” spełnia ustawowe wymagania określone w art.13 ust. 1 Ustawy z dn. 14 marca z 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65, poz.595, z późniejszymi zmianami) i wnioskuję do Rady Wydziału

Chemicznego, Politechniki Łódzkiej o dopuszczenie Pani mgr inż. Pauliny Hibner-Kulicka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z wyrazami szacunku,



.....

Dr hab. inż. Przemysław Data, Prof. Pol. Śl.