



| | | |
|--|------------|------|
| POLITECHNIKA POZNAŃSKA WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I FIZYKI TECHNICZNEJ | | |
| DNIA | 10-08-2020 | DNIA |
| W PŁY N Ę Ł O | | |

DF-063/44/2020

Wrocław, 31.07.2020.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Pani Mgr Sandry Witkiewicz-Łukaszek

Praca doktorska Pani mgr Sandry Witkiewicz-Łukaszek nosi tytuł „Kompozytowe scyntylatory na bazie warstw i kryształów granatów: krystalizacja metodą epitaksji z fazy ciekłej oraz badania ich właściwości luminescencyjnych i scyntylacyjnych”. Jej promotorem jest prof. dr hab. Yuriy Zorenko z Instytutu Fizyki Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, a promotorem pomocniczym dr Vitaliy Gorbenko. Przewód doktorski został otwarty i jest prowadzony na Wydziale Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej.

Na rozprawę doktorską składa się cykl dziesięciu artykułów opublikowanych w dobrych i bardzo dobrych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, których współczynniki *impact factor* mieszczą się w zakresie 1.435 – 4.153. Nawet jednak te z niższymi współczynnikami to czasopisma specjalistyczne o uznanej w środowisku naukowym randze. W sześciu ze wspomnianych artykułów będących podstawą doktoratu Pani mgr Sandra Witkiewicz-Łukaszek jest pierwszym autorem, w kilku przypadkach także autorem korespondencyjnym. Oprócz publikacji będących podstawą rozprawy doktorskiej Doktorantka jest też współautorem czterem innych prac w dobrych, recenzowanych czasopismach. Tak więc dorobek publikacyjny doktorantki jest ponadprzeciętny jak na ten etap kariery naukowej i wskazuje na Jej dużą aktywność, zaangażowanie oraz chęć i umiejętność współpracy naukowej przy realizacji różnych zadań badawczych.

Uzupełnieniem publikacji są bardzo liczne prezentacje konferencyjne, których jest współautorką, a w dwóch przypadkach prezentowała osobiście wyniki w prezentacjach ustnych na międzynarodowych konferencjach naukowych. Pozytywnie należy też ocenić krótki staż, który Pani mgr Sandra Witkiewicz-Łukaszek odbyła w Instytucie Fizyki Czeskiej Akademii Nauk w Pradze oraz udział w Warsztatach w Instytucie Fizyki Jądrowej im Henryka Niewodniczańskiego PAN w Krakowie. Badania będące przedmiotem rozprawy doktorskiej wykonano w ramach trzech projektów badawczych. Dwa z nich były finansowane przez Narodowe Centrum Nauki a jeden w ramach programu Horyzont 2020.

Cykl publikacji będących postawą rozprawy doktorskiej opatrzony jest oświadczeniami współautorów. Wynika z nich, że ich udział w powstaniu publikacji był istotny, ale jednocześnie oświadczenia pozwalają jednoznacznie stwierdzić, że doktorantka miała wiodący wkład w całość badań oraz w przygotowanie publikacji. W szczególności Autorka miała niewątpliwie wiodący udział w wytworzeniu materiałów, wykonaniu większości pomiarów spektroskopowych oraz w interpretacji wyników. Uczestniczyła także aktywnie w pisaniu i edycji manuskryptów.

Prezentacja wyników badań ma logiczny układ. Autorka uzupełniła załączone publikacje solidnie napisanym przewodnikiem, który uznaję za dobrze skonstruowany i logicznie związany z publikacjami doktorskimi. Z opisu tego widać także, że doktorantka umiejętnie korzysta z wcześniej publikowanych badań dobierając odpowiednio skład podłoża, na którym krystalizuje warstwy monokrystaliczne wybranych granatów. To ważne, gdyż tylko odpowiedni dobór podłoża umożliwia wytworzenie dobrej jakości monokrystalicznych warstw, a to z kolei warunkuje dobrej jakości pomiary fizykochemiczne pozwalające na wiarygodną interpretację ich wyników.

Autorka wyjaśnia w przewodniku jakimi zasadami kierowała się dobierając skład podłoży i jest w tej części cały szereg ważnych uwag pozwalających stwierdzić, że Pani mgr Sandra Witkiewicz-Łukaszek dobrze rozumie wagę spraw technicznych i technologicznych w wytwarzaniu materiałów optycznych. Potrafi w tym zakresie przeprowadzić logiczną, krytyczną analizę i wyciągać właściwe wnioski. W szczególności Autorka prezentuje i analizuje w przewodniku ideę wytwarzania hybrydowych układów scyntylacyjnych, w tym do tak zaawansowanych technologii jak detekcja promieniowania jonizującego o mieszanym składzie, np. zawierającego promieniowanie α , β i/lub γ . Warto przy tym podkreślić, że opracowane przez Panią Witkiewicz-Łukaszek hybrydowe scyntylatory tego typu są mechanicznie odporne, gdyż poszczególne ich warstwy narastają w procesie produkcji jedna na drugiej wiążąc się chemicznie w jeden spójny system.

Rozprawa doktorska Sandry Witkiewicz-Łukaszek to w pierwszym rzędzie całokształt działań, które możemy określić jako modelowanie właściwości optycznych wybranych granatów poprzez działania z zakresu inżynierii składu (używam tutaj trafnego określenia Autorki z Jej doktoratu), tak by otrzymać świadomie zmodyfikowany układ elektronowych poziomów energetycznych odpowiedni dla uzyskania konkretnych właściwości spektroskopowych, adekwatnych dla potencjalnych zastosowań związanych z detekcją promieniowania jonizującego o różnych parametrach. Działania te były w naturalny sposób uzupełnione precyzyjnym dopracowywaniem parametrów technologicznych wytwarzania monokrystalicznych filmów/warstw wybranych granatów. To procedury zajmujące czas, stąd w szczególności należy docenić, że Doktorantka uporała się z realizacją obszernego tematycznie doktoratu w czteroletnim okresie.

W ramach swojej rozprawy doktorskiej Pani Sandra Witkiewicz-Łukaszek badała spektroskopowe właściwości monokrystalicznych warstw granatów wytwarzanych na podłożach o różnych, celowo i świadomie dobranych, składach chemicznych – w wielu przypadkach o mieszanej stechiometrii, aby rozmiary komórek elementarnych podłoża i warstwy były możliwie bliskie, co znakomicie polepsza jakość optyczną i mechaniczną

wytwarzanych warstw. W zdecydowanej większości wypadków pozwoliło to otrzymać i badać monokrystaliczne warstwy o bardzo wysokiej jakości.

Jako topników w procesie wzrostu filmów Autorka używała nie tylko mieszanin tlenków na bazie PbO, co jest procedurą standardową, ale także bardzo oryginalnego topnika na bazie BaO. To ostatnie rozwiązanie pozwoliło Autorce otrzymać dobrej jakości monokrystaliczne filmy o wyraźnie wyższej wydajności scyntylacji niż w przypadku użycia topnika bazującego na PbO. To ważne technologicznie osiągnięcie i istotny wkład do nauki o materiałach, gdyż topniki z PbO, przy wszystkich swych ważnych zaletach, znane są z wprowadzania do formującego się monokryształu defektów wyraźnie obniżających efektywność scyntylacji, a nawet fotoluminescencji. Należy więc właściwie docenić udane poszukiwanie modyfikacji składu topnika tak, by pozwalał uniknąć wspomnianych problemów. Jest to szczególnie istotne zważywszy, że scyntylacyjne filmy mają szansę znaleźć zastosowanie jako detektory promieniowania jonizującego w mikrotomografach oraz do detekcji cząstek α oraz β . Co więcej przynajmniej część spośród badanych monokrystalicznych scyntylatorów hybrydowych pozwalała ustalać skład złożonego/mieszanego promieniowania jonizującego dzięki różnej odpowiedzi na absorpcję cząstek α , β , czy fotonów γ lub X. To cechy bardzo użyteczne w monitoringu środowiskowym, gdzie źródło promieniowania jonizującego często ma niejasne pochodzenie, a jego ustalenie jest bardzo ważne.

Wspomniane powyżej opracowanie topnika do wytwarzania monokrystalicznych warstw na bazie BaO pozwoliło poprawić nie tylko wydajność scyntylacji na przykład TbAG:Ce oraz $(\text{Gd,Tb})_3(\text{Al,Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, ale także kinetykę zaniku błysku scyntylacyjnego zasadniczo redukując, lub wręcz usuwając efekt poświaty – zwykle nieakceptowalny w przypadku praktycznych zastosowań. Podkreślić szczególnie chcę parametry hybrydowego scyntylatora LuAG:Pr SCF/LuAG:Ce S.C., dla którego stosunek $t_\alpha/t_\gamma = 3.6$ oraz scyntylatora LuAG:Pr SCF/LuAG:Sc S.C., dla którego ten stosunek wynosi aż 15.6. W obydwu przypadkach możemy mówić o spektakularnym sukcesie, gdyż tak duże zależności czasów zaniku scyntylacji od rodzaju padającego promieniowania jonizującego pozwalają na bardzo dobrą analizę składu mieszanego promieniowania jonizującego. Korzyści z zastosowania BaO w technologii wytwarzania monokrystalicznych warstw scyntylacyjnych są więc wielorakie i bezsprzecznie bardzo istotne. To ważny, na światowym poziomie, wkład badań Doktorantki do nauki o technologicznie ważnych materiałach.

Innym, ważnym osiągnięciem Doktorantki jest pokazanie korzyści z wykorzystania w układzie hybrydowym granatu $\text{Tb}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$. Jego skład chemiczny powoduje, że absorpcja promieniowania jonizującego prowadzi do wzbudzenia w pierwszym rzędzie jonów Tb^{3+} , które część pozyskanej energii transferują do jonów Ce^{3+} , a część emitują w postaci zielonego promieniowania. W rezultacie otrzymujemy scyntylację o bardzo oryginalnej charakterystyce kinetycznej z szybką, nanosekundową składową generowaną przez jony Ce^{3+} oraz długożyjącą emisją będącą efektem obecności jonów Tb^{3+} . Autorka elegancko pokazuje adekwatne efekty i ze znanostwem je dyskutuje wskazując ostatecznie na ich potencjalną użyteczność praktyczną. Badania nad tym scyntylatorem, to bardzo oryginalny i istotny wkład do nauki, bardzo przy tym przejrzyste przedyskutowany.

Wreszcie na koniec przywoływania najważniejszych w mojej ocenie osiągnięć Doktorantki zwrócić pragnę uwagę na kompozytowe układy scyntylacyjne zawierające monokrystaliczne warstwy YAG:Ce LuAG:Ce, które w formie „klasycznych” monokryształów znane są ze swych dobrych właściwości scyntylacyjnych. Autorka w bardzo oryginalnym podejściu pokazuje możliwość ich wykorzystania do detekcji i rozróżniania cząstek α oraz β w promieniowaniu wykorzystując różnice w krzywych jarzenia/krzywych termoluminescencyjnych odpowiednich układów hybrydowych. To, w mojej ocenie, ogromnie oryginalny element doktoratu od koncepcji do analizy wyników eksperymentalnych.

Czytanie rozprawy doktorskiej Pani Sandry Witkiewicz-Łukaszek to – biorąc pod uwagę jego merytoryczną treść – przyjemność. Oryginalne koncepcje i także w dużej mierze metodologia badawcza intrygują i zachęcają do dalszej lektury. Szkoda, że cieniem na tych wrażeniach kładzie się pewne niedopracowanie edytorskie przewodnika, czyli pierwszych kilkudziesięciu stron rozprawy. Choć jasność przekazu nie wzbudza zastrzeżeń, to czytelnik natrafia w tej części dość często – trudno nie stwierdzić, że zbyt często – na usterki językowe i edytorskie, które psują wspomniany pozytywny obraz badań, ich rezultatów oraz analizy i syntezy wyników.

Autorka zamieściła listę skrótów wykorzystywanych w rozprawie. To zawsze cenne ułatwienie dla czytelnika, który jednak szybko spostrzega, że niektóre skróty – np. LGAG, LGAGG, na tej liście się nie znalazły. Nie będę prezentował wszystkich zauważonych usterek językowych, edytorskich i tzw. literówek, przywołam jedynie kilka. Autorka pisze na stronie 7 o inżynierii składu: „Polega ono na korzystnej modyfikacji struktury energetycznej matrycy oraz aktywatora (przeważnie jonów Ce^{3+}) w sposób celowej zmiany w składzie kationów (Rys.2b).” Na stronie 14 Autorka używa wyrażenia „kinetyczna charakterystyka roztworu”, co – szczerze mówiąc – pozostaje dla mnie określeniem niejasnym. Podobnie jest z wyrażeniem, też na stronie 14, że wartość parametru R_2 określa „typ fazy granatu”. Rozumiem, co Autorka chce powiedzieć, ale uważam, że tego typu wyrażenia nie są dobre. Na tej samej stronie (14) Autorka pisze: „...dobrą rozpuszczają materiałów...” zamiast „rozpuszczalnością. I jeszcze „grubość warstwy jest proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego od prędkości obracania podłoża”.

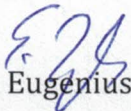
Na Rysunku 5b (strona 16) widma oznaczone jako „1” oraz „2” są – jak sądzę – źle oznaczone odpowiednio jako LuAG:Pr i LuAG:Sc. Sądzę, że prawidłowe oznaczenia są na Rysunku 5a. Autorka masę molową oznacza literą „P” (strona 13), choć międzynarodowy standard to oznaczenie „M”. Badania wykonano „w Katedrze Materiałów...” a nie „na Katedrze...”. Kilkukrotnie Autorka pisze rozdzielnie „dla tego” choć nie ma wątpliwości, że powinno być „dlatego”. Tego typu edytorskich i językowych usterek jest za dużo, by uznać że to po prostu się przydarza. Wyraźnie zabrakło spokojnego przeczytania finalnej wersji tej części rozprawy.

Niektóre stwierdzenia są wątpliwe merytorycznie. Na przykład na stronie 18 Doktorantka pisze, że cząstki α „...umożliwiają tylko wzbudzenie warstw o grubości odpowiednio powyżej 12 i 15 mikrometrów...” Czy to znaczy, że na przykład warstwy o grubości 10 μm nie są w ogóle wzbudzane? Na stronie 22 Autorka pisze o niewielkiej poświacie „niski poziom fosforescencji”. Fosforescencja i poświata, to fizycznie różne

zjawiska. Stwierdzenie, np. na stronie 23, że coś powoduje „...znaczną poprawę wydajności scyntylacyjnej...” lepiej byłoby zmienić tak by wprost powiedzieć jak znaczna ta zmiana jest. Podobnie na stronie 24 czytamy „...co powoduje także dużą różnicę w ich wydajności...”. Jak dużą?

Powyższe uwagi nie umniejszają dużej wartości merytorycznej pracy, raczej wskazują na pewien ubytek estetyczny tekstu. Szkoda, że jest takich usterek więcej niż typowo w tekstach o podobnej długości spotykamy.

Rozprawa doktorska Pani magister Sandry Witkiewicz-Łukaszek niewątpliwie spełnia ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane rozprawom doktorskim. Wielość solidnie przebadanych materiałów, różnorodność technik fizykochemicznych użytych do ich charakteryzacji oraz rzetelna analiza wartościowych wyników czynią recenzowany doktorat bardzo wartościowym opracowaniem naukowym. Wnoszę o dopuszczenie mgr Sandrę Witkiewicz-Łukaszek do dalszych etapów przewodu doktorskiego.


Prof. dr hab. Eugeniusz Zych

