

Prof. dr hab. Jan Dec

Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach

Instytut Nauki o Materiałach

Uniwersytet Śląski

O C E N A

osiągnięć naukowych oraz dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego
dr. inż. Michała Stanisława Boćkowskiego
opracowana na zlecenie Dyrektora Instytutu Fizyki PAN w Warszawie
w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego
doktora nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka

Dane ogólne:

Pan Michał Stanisław Boćkowski urodził się 03-05-1964 r. w Milanówku. Studia wyższe ukończył na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej w 1989 r. Studiował na kierunku Fizyki Ciała Stałego i uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera Podstawowych Problemów Techniki. Bezpośrednio po studiach rozpoczął pracę w Instytucie Wysokich Ciśnień PAN w Warszawie. Po 3-letnim okresie pracy na stanowisku asystenta Pan mgr inż. M. Boćkowski odbył, w latach 1992 – 1995, studia doktoranckie na Uniwersytecie Montpellier II (Francja) w zakresie Materii Skondensowanej; dziedzina: Materiały Elektroniczne i Joniki Ciała Stałego; specjalność: Chemia Materiałowa. Studia te zostały ukończone z pomyślnym wynikiem i uwieńczono uzyskaniem w 1995 r. stopnia naukowego doktora Uniwersytetu Montpellier. W 1996 r. Pan dr inż. M. Boćkowski wrócił do IWC PAN na stanowisko adiunkta i pracuje na tym stanowisku do dziś prowadząc bardzo efektywnie prace przy krystalizacji azotku galu metodą wysokociśnieniową (krystalizacja z roztworu) i niskociśnieniową (krystalizacja z fazy gazowej). Ponadto dr inż. M. Boćkowski zajmuje się przygotowaniem powierzchni kryształów azotku galu do stanu umożliwiającego epitaksję. Równolegle w roku 2004 dr inż. M. Boćkowski rozpoczął pracę w Spółce TopGaN Sp. z o.o. na stanowisku technologa z bardzo podobnym zakresem obowiązków jak w IWC PAN. Począwszy od września 2008 dr inż. Boćkowski jest Wiceprezesem Spółki TopGaN odpowiedzialnym za bieżące prace Zarządu Spółki w tym za realizację projektów naukowo-technologicznych i wdrożeniowych oraz za prace związane z krystalizacją azotku galu.

Ocena osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta

Oceniając osiągnięcia naukowo-badawcze recenzent musi rozstrzygnąć czy stanowią one "znacznym wkład habilitanta w rozwój określonej dyscypliny naukowej" (Art. 16 ust.1 ustawy z dnia 14

marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki). W tym wypadku taką dyscypliną, określoną przez Habilitanta, jest fizyka. Zgodnie z treścią przedłożonego wniosku osiągnięciem naukowym dr. inż. Boćkowskiego jest jednotematyczny cykl 7 publikacji pod wspólnym tytułem "*Ukierunkowany wzrost kryształów azotku galu na zarodkach metodą krystalizacji wysokociśnieniowej z roztworu atomowego azotu w galu*". Wszystkie te 7 prac (oznaczone w autoreferacie symbolami H1 - H7), będące podstawą starań o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk fizycznych, ukazały się w jednym czasopiśmie Journal of Crystal Growth w okresie 11 lat t.j. 2002 – 2012. Dzięki temu Habilitant osiągnął niezwykłą zwartość i jednorodność tematyczną przedstawionego zbioru prac, którego zasadniczym celem było zbadanie i określenie optymalnej konfiguracji eksperymentalnej dla ukierunkowanego wzrostu azotku galu na zarodkach, metodą krystalizacji wysokociśnieniowej z roztworu atomowego azotu w galu. Wymienione prace przedstawiają nie tylko wyniki badań procesu krystalizacji ale również drogę poszukiwania optymalnej technologii wytwarzania kryształów azotku galu używanych jako podłoża do budowy urządzeń optoelektronicznych (np. diod laserowych). Jest to niewątpliwa zaleta tego cyklu prac.

Są to prace współautorskie jednak we wszystkich dr. inż. M. Boćkowski jest pierwszym autorem, a z przedstawionych oświadczeń pozostałych współautorów wynika, że Jego udział w publikacjach był większościowy. Habilitant planował, wykonywał i analizował wszystkie procesy krystalizacji wysokociśnieniowej oraz przygotowywał i redagował rękopisy prac.

Azotek galu jest materiałem półprzewodnikowym o bardzo atrakcyjnych, z punktu widzenia zastosowań, właściwościach. Jednocześnie materiał ten nie może być otrzymywany w postaci monokrystalicznej z wykorzystaniem konwencjonalnych metod krystalizacji. Na przeszkodzie stoi tu bardzo wysoka (ponad 2500 K) temperatura topnienia tego związku oraz stosunkowo niska (ok. 1300 K), przy normalnym ciśnieniu, temperatura jego rozkładu. Mimo tych trudności technologicznych wiele czołowych laboratoriów prowadzi intensywne prace nad krystalizacją, tego bardzo perspektywicznego dla dalszego rozwoju elektroniki, materiału. Polscy specjaliści mają w tej dziedzinie bardzo wartościowe i konkurencyjne w skali światowej osiągnięcia. Wśród nich niewątpliwie znajduje się dr. inż. Michał Boćkowski. Oznacza to, że wybór tematyki badawczej oceniam jako niezwykle trafny i uzasadniony.

Realizując postawiony cel Habilitant przeszedł długą drogę od ukierunkowanej wysokociśnieniowej krystalizacji GaN na bezdyslokacyjnych płytkach jako zarodkach do ukierunkowanej krystalizacji w zupełnie nowej konfiguracji, tzw. multi-feed-seed (MFS). Szczegóły technologiczne tej metody przedstawiono w pracy H7. Istotnym osiągnięciem jest pokazanie, że możliwa jest konwersja zarodki do wysokociśnieniowego kryształu GaN, którego właściwości są zdecydowanie lepsze od właściwości zarodki. Uzyskane kryształy cechuje mniejsza gęstość dyslokacji oraz wysoka, przekraczająca $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, koncentracja nośników. Warto podkreślić, że ukierunkowana krystalizacja GaN w konfiguracji MFS stanowi aktualnie podstawę otrzymywania podłoży do budowy przyrządów elektronicznych i optoelektronicznych w IWC PAN i TopGaN Sp. z o.o. Metodą tą uzyskuje się nie tylko monokryształy czystego GaN lecz także kryształy domieszkowane.

Jak wcześniej wspomniano wszystkie prace z cyklu składającego się na osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk fizycznych ukazały się w czasopiśmie *Journal of Crystal Growth*. Nie jest to czasopismo, które publikuje typowe prace fizyczne. Po bliższej lekturze prac H1 - H7 elementy fizyczne dotyczące procesu krystalizacji i noszące cechy pewnych nowości znajdują w 3 ostatnich pracach tj. H5, H6 i H7. Dotyczą one modelowania, za pomocą elementów skończonych, przepływów konwekcyjnych oraz rozkładu izoterm. Pozostałe prace mają, moim zdaniem, charakter czysto technologiczny. Oznacza to, że wkład habilitanta do rozwoju fizyki jako dyscypliny naukowej nie jest tak imponujący jak wynikało by to z charakteryzujących Jego dorobek naukowy parametrów bibliometrycznych (indeks Hirscha – 26, ogólna liczba cytowań – powyżej 2100). Do podobnego wniosku prowadzi analiza raportu cytowań Habilitanta. Wszystkie prace z cyklu H1 – H7 pod względem liczby cytowań lokują się poniżej progu wyznaczonego indeksem Hirscha. Praca H1, na chwilę obecną, była cytowana 24 razy natomiast prace H3, H5 i H6 mają ich po kilkanaście. Oznacza to, że imponujące parametry bibliometryczne Habilitanta są pochodną innych prac Jego współautorstwa. Moim zdaniem wybór fizyki jako dyscypliny naukowej w tym postępowaniu habilitacyjnym nie jest najlepszą decyzją Habilitanta. Moja ocena, przedstawionego w pracach H1 – H7, osiągnięcia naukowego byłaby znacznie wyższa gdybym dokonywał jej w kontekście innej dyscypliny naukowej np. inżynierii materiałowej. Mimo powyższych uwag stwierdzam, że osiągnięcie naukowe Habilitanta przedstawione w cyklu publikacji H1 – H7 w wystarczającym stopniu spełnia wymogi określone w ustawie.

Biorąc pod uwagę pozostałe kryteria oceny osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta (określone w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 01 września 2011) wyraźnie widać Jego dojrzałość naukową oraz ugruntowaną pozycję w środowisku tak krajowym jak i zagranicznym. W bazie danych ISI Web of Knowledge indeksowanych jest ponad 160 prac autorstwa bądź współautorstwa dr. inż. M. Boćkowskiego. Do momentu uzyskania stopnia naukowego doktora tych prac było 16. Oznacza to, że na chwilę obecną Jego dorobek publikacyjny jest 10-krotnie większy. Na liście czasopism znajdują się tak renomowane **czasopisma fizyczne** jak *Applied Physics Letters* (9 prac), *Physical Review B* (8 prac), *Journal of Applied Physics* (7 prac) czy *Physica Status Solidi* różnych serii (16 prac). Daje to pokaźną wartość sumarycznego współczynnika wpływu (*impact factor*) publikacji naukowych wg. listy *Journal Citation Reports* (JCR), zgodnie z rokiem publikacji – **216,515**. Prace te cieszą się uznaniem międzynarodowego środowiska naukowego, co przejawia się w imponującej liczbie ich cytowań ponad **2134** (przed doktoratem tych cytowań też było dużo, bo aż 380), co daje średnią liczbę cytowań jednej pracy na poziomie **13,25**. W tym miejscu warto podkreślić, że ta liczba jest większa od średniej liczby cytowań jednej pracy przeciętnego fizyka amerykańskiego. Dopelnieniem tych bardzo wysokich wskaźników bibliometrycznych jest imponujący, jak na warunki polskie, indeks Hirscha – **26** (przy doktoracie – 6).

Pan dr inż. M. Boćkowski brał czynny udział w 45 konferencjach naukowych, na których wygłosił 19 zaproszonych referatów. Był współredaktorem książki "*Technology of Gallium Nitride Crystal Growth*" wydanej przez wydawnictwo Springera w 2010 r. Ta pozycja literaturowa doczekała się już tłumaczenia na język rosyjski i została ponownie wydana w roku 2011 przez wydawnictwo Technosfera. W 2010r. dr inż. M. Boćkowski był też redaktorem gościnnym jednego z wydań *Journal*

of *Crystal Growth* (Vol. 312 Issue 18). Przewodniczył oraz współprzewodniczył kolejno w dwu międzynarodowych warsztatach poświęconych objętościowym półprzewodnikom azotkowym (2009 – Polska i 2011 – Japonia). Był też przewodniczącym bądź współprzewodniczącym wielu sesji poświęconych wzrostowi monokrystalicznych półprzewodników azotkowych na głównych konferencjach poświęconych półprzewodnikom azotkowym.

Ocena w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski Habilitanta obejmuje prowadzenie w latach 2002 – 2012 praktyk studenckich w Laboratorium Krystalizacji NL-3 IWC PAN oraz uczestnictwo w latach 2001 – 2005 w piknikach naukowych. Jest on skromny ale też jest to cecha wniosków wychodzących z instytucji nie będących szkołami wyższymi. Ten "niedostatek" jest z nawiązką rekompensowany aktywnością Habilitanta w zakresie współpracy naukowej i prac eksperckich. Stosowny załącznik Habilitanta zawiera kilkanaście pozycji w tym zakresie. Wymienię tylko niektóre z nich. Aktualnie Pan dr inż. M. Boćkowski jest kierownikiem w dwu projektach odpowiednio NCBiR PBS No 177589 ("Zbadanie procesów objętościowej krystalizacji GaN metodą HVPE na podłożach Ammono-GaN") oraz NCN 2012/06/B/ST02516 ("Wyznaczanie nieliniowych stałych sprężystości, piezoelektrycznych, elektrostrykcyjnych i dielektrycznych objętościowego azotku galu"). Oprócz tego jest wykonawcą w dwu innych projektach. W przeszłości kierował dwoma oraz uczestniczył w realizacji 4 projektów. Będąc wiceprezesem spółki TopGaN Sp z o.o. sprawuje nadzór formalny i merytoryczny nad realizacją 17 projektów (wszystkie tematy projektów są wymienione w stosownym załączniku).

W zakresie prac eksperckich Pan dr inż. M. Boćkowski był w latach 2007-2008 ekspertem w Narodowym Programie Foresight "Polska 2020" oraz kluczowym ekspertem w projekcie "Monitorowanie i prognozowanie (Foresight) priorytetowych, innowacyjnych technologii dla zrównoważonego rozwoju województwa mazowieckiego" (rok 2007). Wszystko to świadczy o niezwyklej aktywności naukowej Habilitanta i jego zdolnościach organizatorskich.

W swojej konkluzji stwierdzam, że osiągnięcie naukowe Pana dr. inż. Michała Boćkowskiego spełnia kryteria określone w art. 16 ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, konieczne do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk fizycznych. Publikacje Jego autorstwa bądź współautorstwa weszły do szerokiego obiegu naukowego budując pozycję naukową ich autora wykraczającą daleko poza lokalne środowisko naukowe. Habilitant jest w pełni dojrzałym samodzielnym badaczem, który potrafi wybierać ciekawą tematykę, formułować problemy i zadania a także kierować zespołami badawczymi. Wnioskuje o nadanie dr. inż. M. Boćkowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Chorzów, 30 września 2013

