

СТАНОВИЩЕ

ОТНОСНО: Конкурс за заемане на академична длъжност „професор“ в Институт по физика на твърдото тяло“ „Акад. Георги Наджаков” - БАН по професионално направление 4.1. „Физически науки“, научна специалност „Физика на кондензираната материя”, за нуждите на направление „Нанофизика“ при ИФТТ-БАН, обявен в ДВ бр. 61 от 02.08.2022 г.

ОТ: проф. д-р Виктор Боев, Институт по електрохимия и енергийни системи - БАН, член на Научното жури

УЧАСТНИК В КОНКУРСА: доц. д-р Ирина Елкова Бинева

1. Обща характеристика на представените материали

Единственият участник в обявения конкурс е доц. д-р. Ирина Елкова Бинева. Тя е представила всички документи, необходими за участие в конкурса съгласно изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България, и е спазила всички решения на Научния съвет на ИФТТ в допълнение към Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН.

Въз основа на справка за изпълнението на минималните национални изисквания съгласно ЗРАСРБ (Чл. 29, ал. (1), т. 5) и допълненията към Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИФТТ, е получено следното разпределение на точки по групи показатели: група „А“ (п. 1) - 50 т., група „В“ (п. 4) - 146 т. (при минимален праг от 100 т.), група „Г“ (п. 7, п. 8) - 353 т. (при минимален праг от 220 т.), група „Д“ (п. 11) - 342 т. (при минимален праг от 200 т.), група „Е“ (п. 14, п. 15, п. 16, п. 17, п. 18) - 264 т. (при минимален праг от 150 т.). От гореизложеното следва, че събраните точки, необходими за покриване на минималните национални изисквания, са налице, и по всички показатели значително надвишават минималния изискуем праг.

2. Обща характеристика на научната, научно-приложната и педагогическа дейност

Основен предмет на научно-изследователската дейност на доц. Бинева, е получаване и охарактеризиране на тънки наноструктурирани полупроводникови слоеве с предварително зададен състав, и изследване на тяхната структура, морфология и топография. Възможността да се упражнява контрол върху размера, формата, текстурата, размерното и фазово разпределение на наночастиците, както и познаването и контролирането на топографията на повърхността на слоевете, е от ключово значение за експлоатиране на техните свойства с оглед използването им в редица нови, развиващи се технологии, прилагани за производство на различни сензори и детектори. За отбелязване е и дейността на доц. Бинева като оператор на сканиращ сондов микроскоп - прецизен уред, работата с който изисква изключително високо ниво на експертиза и професионална квалификация.

Педагогическата дейност на доц. Бинева се изразява предимно в обучение на докторанти, и е фокусирано върху основите на сканиращата сондова микроскопия (SPM). В периода 2008 - 2014 г. тя е провела редица курсове за оператори на атомен силов микроскоп (AFM), включващи теоретични и практически занятия. През 2016 г. е водила начален курс по физика на твърдото тяло за стажанти, и през същата година е била научен ръководител по Програма за подпомагане на младите учени в БАН.

3. Основни научни и научно-приложни приноси

Представените от доц. Бинева научни и научно-приложни приноси са групирани в няколко тематични направления. Първото е посветено на получаване и охарактеризиране на наноструктурирани халкогенидни слоеве. Извършено е задълбочено изследване на влиянието на редица параметри (скорост на изпарение, остатъчно налягане в системата, дебелина на (под)слоевите, изходен състав, честота на

приложеното към субстрата механично трептене) върху фазовия състав, микроструктурата и повърхностната морфология на вакуумно-термично отложени тънки слоеве от тройната система Zn-Cd-Se. Получените слоеве са охарактеризирани със съвременни методи на анализ - AFM, XRD и Раманова спектроскопия. Определен е средният размер на нанокристалитите, и е констатирано, че той може да бъде контролиран както чрез вариране температурата на термично въздействие [публ. В4.1, В4.2], така и чрез дебелината на (под)слоевите [публ. Г7.2, Г7.3]. Установено е, че обеднените на кадмий слоеве от тази система притежават сравнително висока фотопроводимост и ниска средноквадратична грапавост, което ги прави перспективни материали за изработка на фотодетектори [публ. В4.2, Г7.1]. Методите на XRD и AFM са приложени за изследване стареенето на слоевете за дълъг период от време, и е определен оптималният състав, подходящ за дългосрочни приложения [В4.3].

Към същото направление се отнасят проведените структурни изследвания на 3 D ансамбли от квантови точки In_2S_3 и CdSe , получени под формата на плътно опаковани тънки слоеве или обемни утайки. За тази цел е използван метод на „мократата“ химия, съчетан с прилагане на механични трептения с висока честота върху реакционната смес. С помощта на AFM и XRD анализ е потвърден нанокристалният характер на този вид слоеве и определен размерът на наночастиците, а въз основа на проведения оптичен спектроскопски анализ е направено предположение, че ширината на забранената зона на материала може да бъде контролирана не само чрез термично, но и чрез ултразвуково въздействие [публ. В4.4, В4.7]. Освен това, осъществено е изследване на механизма на пренос на заряд в 3 D ансамбли от квантови точки CdSe и ZnSe в режим на слаб „конфайнмънт“ [публ. В4.6, Г7.5].

Второто направление е свързано с разработка на различни тънкослойни структури за приложение в сензориката, и тяхното охарактеризиране с помощта на различни техники за анализ: AFM, XRD, SEM. Така например, създадена е структура на базата на Si/Te/Aquadag за детектиране на амонячни пари чрез определяне промяната на тъмновия ток. Установена е номиналната дебелина, при която активния телуров слой притежава най-висока чувствителност [публ. В4.9]. Гореспоменатите техники са използвани и за изследване микроструктурата и повърхността на слоеве на основата на ZnO , получени в присъствие на различни полимерни субстанции. Подобно модифициране на слоевете води до значително повишаване чувствителността на ZnO към пари на етанол при стайна температура [публ. Г7.17]. Проектирана и успешно изработена чрез силициева технология е поредица от SiO_2 кантиливри с отложен върху тях Cr/Au тънък слой, върху който е формиран молекулярен слой, играещ ролята на специфичен рецептор за определени биомолекули. Описаната конфигурация на кантиливрите ги прави подходящи за приложение в биосензориката [публ. Г7.18].

Към третото направление спадат изследванията, отнасящи се до получаване и охарактеризиране на Si наночастици, сформирани във вакуумно-термично отложени слоеве на субстехиометричен силициев оксид (SiO_x) в резултат на високотемпературно отгряване в инертна атмосфера. Наблюдавана е интензивна фотолуминесценция при стайна температура както от Si нанокристали (nc-Si), така и от аморфни Si наноклъстери (a-Si) [публ. 7.9, Г7.10, Г8.1]. Изследван е ефектът на облъчване на хомогенни SiO_x и композитни a-Si- SiO_x структури с потоци от високоенергетични електрони и бързи неутрони, и е направена оценка на влиянието им върху топографията и морфологията на слоевете [публ. Г7.13, Г7.15]. Разработени са MOS структури със силициеви наночастици, за които са измерени зависимостите на ток/капацитет-напрежение при облъчване с видима светлина или с гама лъчение. Получените резултати дават основание да се предположи, че подобни структури биха могли да намерят приложение в дозиметрията на гама и рентгенови лъчи, и за детектиране на видимо и ултравиолетово лъчение. [публ. Г7.11, Г7.12].

4. Критични бележки и препоръки

Нямам критични бележки по представените материали.

5. Заключение

Представените от доц. д-р Бинева материали за участие, са в тематичната област на конкурса и изцяло покриват изискванията на чл. 29, ал. 1, т. 5 от ЗРАСРБ и решенията на Научния съвет на ИФТТ в допълнение към Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН.

Оценявайки високото ниво на научните и научно-приложни изследвания, отчитайки многобройните международни прояви и вземайки пред вид наукометричните показатели и проектна дейност, убедено подкрепям избора на доц. д-р Ирина Елкова Бинева за **професор в ИФТТ-БАН** по професионално направление 4.1. „Физически науки“, научна специалност „Физика на кондензираната материя“.

12.12.2022 г.

Изготвил становището:

(проф. д-р Виктор Боев)

JURY MEMBER'S REPORT

by Prof. Victor Boev, PhD, Institute of Electrochemistry and Energy Systems - BAS regarding the competition, announced in the State Gazette, issue 61, 02.08.2022 for occupying the academic position "Professor" in the "Georgi Nadjakov" Institute of Solid State Physics - Bulgarian Academy of Sciences in the Professional field 4.1. "Physical science", Scientific specialty "Condensed Matter Physics"

APPLICANT: **Assoc. Prof., PhD Irina Elkova Bineva**

1. General presentation of the procedure and the candidate

The only participant in the announced competition is Assoc. Prof. Dr. Irina Elkova Bineva. She submitted all the documents necessary for participation in the competition in accordance with the requirements of the Law for the development of the academic staff in the republic of Bulgaria (LDASRB) and has complied with all decisions of the ISSP Scientific Council in addition to the Regulations for the terms and conditions for acquiring scientific degrees and for holding academic positions at BAS.

The reference attached by the participant for the fulfillment of the minimum national requirements according to LDASRB shows the following distribution of points by groups of indicators: group "A" (item 1) - 50 points, group "C" (item 4) - 146 points (with a minimum threshold of 100 points), group "D" (item 7, item 8) - 353 points. (with a minimum threshold of 220 points), group "E" (item 11) - 264 points (with a minimum threshold of 200 points), group "F" (item 14, item 15, item 16, item 17, item 18) - 264 points (at a minimum threshold of 150 points). From the reference it follows that the points collected, necessary to cover the minimum national requirements in all indicators significantly exceed the minimum threshold.

2. General characteristics of the scientific, scientific-applied and pedagogical activity

The main subject of Assoc. Prof. Bineva's research activity is obtaining and characterizing thin nanostructured semiconductor thin films with a predetermined composition, and studying their structure, morphology and topography. The ability to control the size, shape, texture, size and phase distribution of nanoparticles, as well as to know and control the surface topography of the layers, is key to exploiting their properties for application in a number of new, emerging technologies applied to the production of various sensors and detectors. Is also worth noting Bineva's activity as an operator of a scanning probe microscope - a precise device, the work of which requires a high level of expertise and professional qualification.

Prof. Bineva's pedagogical activity is mainly expressed in training of doctoral students, and is focused on the basics of scanning probe microscopy (SPM). In the period 2008 - 2014, she conducted a number of courses for atomic force microscope (AFM) operators, including theoretical and practical classes. In 2016, she led an introductory solid-state physics course for interns, and in the same year she was the scientific supervisor of the Young Scientists Support Program at BAS.

3. Basic scientific and scientific-applied contributions

The scientific and scientific-applied contributions presented by Prof. Bineva are grouped in several topics. The first is devoted to the preparation and characterization of nanostructured chalcogenide thin films. An in-depth study of the influence of a number of parameters (evaporation rate, residual pressure in the system, thickness of (sub)layers, starting composition, frequency of mechanical vibration applied to the substrate) on the phase composition, microstructure and surface morphology of vacuum-thermally deposited thin films of the ternary system Zn-Cd-Se. The obtained films are characterized with modern methods of analysis - AFM, XRD and Raman spectroscopy. The average size of the nanocrystallites was determined, and it was found that it can be controlled both by varying the thermal annealing temperature [publ. C4.1, C4.2], and by the thickness of the (sub)layers also [publ. D7.2, D7.3]. The cadmium-doped layer of this system was found to possess relatively high photoconductivity and low rms roughness, making it a promising material for the fabrication of photodetectors [publ. C4.2, D7.1]. XRD and AFM methods were applied to

study the aging of the films over a long period of time, and the optimal composition suitable for long-term applications was determined. [C4.3].

The structural studies of 3D ensembles of In_2S_3 and CdSe quantum dots obtained in the form of densely packed thin films or bulk precipitates refer to the same topic. For this purpose, a "wet" chemistry method was used, combined with the application of high-frequency mechanical oscillations to the reaction mixture. Using the methods of AFM and XRD analysis, the nanocrystalline nature of this type of layers was confirmed and the size of the nanoparticles was determined, and based on the optical spectroscopic analysis, it is suggested that the band gap of the material can be controlled not only by thermal but also by ultrasonic impact [publ. C4.4, C4.7]. In addition, a study of the charge transfer mechanism in 3D ensembles of CdSe and ZnSe quantum dots in the weak confinement regime was done [publ. C4.6, D7.5].

The second topic is related to the development of various thin-film structures for application in sensors, and their characterization using various analysis techniques: AFM, XRD, SEM. For example, a Si/Te/Aquadag-based structure was created to detect ammonia vapor by determining the change in dark current. The nominal thickness at which the active tellurium film has the highest sensitivity has been established [publ. C4.9]. The aforementioned techniques have also been used to study the microstructure and surface of ZnO-based layers obtained in the presence of various polymeric substances. Such modification of the layers leads to a significant increase in the sensitivity of ZnO to ethanol vapor at room temperature [publ. D7.17]. Designed and successfully manufactured using silicon technology is a array of SiO_2 cantilevers with a Cr/Au thin films deposited on them, on which a molecular layer is formed, playing the role of a specific receptor for certain biomolecules. The described configuration of the cantilevers makes them suitable for application in biosensors [publ. D7.18].

The third topic includes research related to the preparation and characterization of Si nanoparticles formed in vacuum-thermally deposited thin films of substoichiometric silicon oxide (SiO_x) as a result of high-temperature annealing in an inert atmosphere. Intense photoluminescence was observed at room temperature from both Si nanocrystals (nc-Si) and amorphous Si nanoclusters (a-Si) [publ. D7.9, D7.10, D8.1]. The effect of irradiation of homogeneous SiO_x and composite a-Si- SiO_x structures with flows of high-energy electrons and fast neutrons was investigated, and their influence on the topography and morphology of the layers was evaluated [publ. D7.13, D7.15]. MOS structures with silicon nanoparticles were developed, for which the current/capacitance-voltage dependences were measured under visible light or gamma radiation. The obtained results give reason to assume that similar structures could find application in the dosimetry of gamma and X-rays, and for the detection of visible and ultraviolet radiation. [publ. D7.11, D7.12].

4. Critical remarks and recommendations:

I have no critical remarks.

5. Conclusion:

The documents for participation in the competition submitted by Assoc. Prof. Nedelchev, belong to the thematic area of the competition and fully comply with the requirements of the Law for the development of the academic staff in the republic of Bulgaria (LDASRB) the decisions of the ISSP Scientific Council in addition to the Regulations for the terms and conditions for acquiring scientific degrees and for holding academic positions at BAS.

Appreciating the high level of scientific and scientific-applied research, taking into account the numerous international events, scientometric indicators and project activity, I firmly support the election of Assoc. Prof. Dr. Irina Elkova Bineva as a **professor** at ISSP-BANS in professional direction 4.1. "Physical Sciences", scientific specialty "Physics of Condensed Matter".

12.12.2022 r

Signature of Member of the Jury:
/Victor Boev, Professor, PhD/