

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичното звание „професор“
по професионално направление 4.1 „Физически науки“, научна специалност „Електрични,
магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“
обявен от Институт по оптични материали и технологии, БАН в ДВ брой 18/08.03.2016 г.

с единствен кандидат ЦВЕТАНКА КРУМОВА БАБЕВА, доц.д-р в ИОМТ, БАН

Рецензент: ДИАНКА ДИМИТРОВА НЕШЕВА-СЛАВОВА, дфн, професор в Институт по
физика на твърдото тяло „акад. Г. Наджаков“, БАН

Участник в конкурса е доц.д-р Цветанка Крумова Бабева. Представените от нея документи са в пълно съответствие с Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОМТ. Документите са много грижливо оформени и добре подредени. В конкурса за „професор“ доц.д-р Цветанка Бабева участва с 37 научни труда, които не са включени в дисертацията ѝ за „доктор“ и с които не е участвала в конкурса за придобиване на академичната длъжност „доцент“ (присъдена на 23.02.2010 г.). Тези трудове се разпределят както следва: 1 глава от книга, 27 публикации в издания с импакт-фактор/импакт-ранг, 8 публикации в пълен текст в сборници от конференции и 1 научно-популярна статия. Публикации A1 и A11 са двустранични. Рецензията разглежда всички 37 научни труда без редукия.

Кратки биографични данни и обща характеристика на дейността на кандидата

В периода 1998 – 2010 г. доц. Бабева е научен сътрудник в бившата Централна лаборатория по Фотопроцеси, БАН, където през 2003 г., като докторант на самостоятелна подготовка, защитава дисертация и получава образователната и научна степен „доктор“. От януари 2007 г. до март 2009 г. тя е на следдокторска специализация в Център за индустриална и инженерна оптика, Дъблински Технологичен институт. От 2010 г. досега е член на Научния съвет на ИОМТ. От октомври 2010 до октомври 2014 доц. Бабева е ръководител на направление „Оптични материали“ в ИОМТ, от 2012 г. до 2016 г. е представител на ИОМТ в Общото Събрание на БАН, а от октомври 2014 г. досега е заместник директор на ИОМТ.

Научните интереси на доц Бабева са в областта на оптика на тънки слоеве и методи за оптично характеризиране, фотоиндуцирани промени в кондензираната материя; многослойни системи с приложение във фотониката, среди за холографски запис, нанокомпозити, порьозни фотонни кристали, оптични сензори. Съгласно представените документи: (а) общият брой на публикациите на доц. Бабева е 75, от тях 1 е глава от книга, 54 са в издания с ИФ/ИР, 19 са публикации в пълен текст в сборници на конференции и 1 е научно-популярна статия; (б) участвала е в 78 научни форума с 1 поканен, 16 устни и 61 постерни доклада; (в) забелязани са 312 цитата на 36 от публикуваните работи, най-цитирани са публикациите Konstantinov, I, Babeva, T, Kitova, S. , Applied Optics, 37, 1998, 4260 - 4267. (46 пъти) и Babeva, T, Dimitrov, D, Kitova, S, Konstantinov, I., Vacuum, 58, 2000, 496 - 501 (22 пъти). На база на представения списък на забелязаните независими цитирания Хирш индексът на доц. Бабева е 10; (г) ръководител е на двама редовни докторанти, единият от които е отчислен с право на защита; (д) ръководила е 4 научно-изследователски проекта (COST Action MP0604, ДНС 7РП 01/18, БАН-CNRS, Франция,

програмата РИЛА ФНИ) и е била координатор на един инфраструктурен проект (1.2.04-0034-C0001BG16 IP0003-1.2.04), финансиран от Министерството на икономиката, участник е в още 15 научно-изследователски проекта. Тези данни говорят за много активна и успешна научно-изследователската и административна дейност на доц. Цв. Бабева.

Основни научни и научно-приложни приноси

Основните научни и научно-приложни приноси в публикациите, с които доц. Бабева участва в конкурса, се отнасят до получаване, изучаване и оптимизиране на свойствата на тънки слоеве, нанокompозити и многослойни структури за оптични и сензорни приложения. Оценявам високо комбинирането на теоретично моделиране на оптичните свойства с експериментално характеризиране на образците. Приносите ще групирам така:

А. Процеси на холографски запис и формиране на повърхностен релеф

- Предложен е теоретичен модел на процесите, протичащи при формиране на холографска решетка чрез кратко облъчване на фотополимери. Моделът предполага дифузия на мономерни вериги и за пръв път включва дифузия на къси полимерни вериги от светлите към тъмните области, която обяснява експериментално наблюдаваното намаляване на дифракционната ефективност при големи пространствени честоти на решетката [A2, B1; всички цитирания са въз основа на списъка с публикации на доц. Бабева]. Цифрови симулации показват, че бързото фотопреобразуване на мономерите в дълги полимерни вериги, които не дифундират, би подобрило модулацията на индекса на пречупване.
- Теоретичните разглеждания са потвърдени с експерименти с акриламид-базиран фотополимер. За експериментална реализация на холографски запис в ~ 350 nm дебели фотополимерни слоеве са използвани условия, определени с помощта на модела и са определени праговата стойност на интензитета на запис и оптималната концентрация на багрилото, инициращо фотополимеризацията [A7].
- Теоретичният модел е модифициран и приложен за изследване на фотоиндуцирания повърхностен релеф при фотополимери, облъчени с фокусиран светлинен сноп. Показано е, че по-голям релеф се получава при облъчване с по-нисък интензитет [A5] и че профилът на повърхностния релеф се определя от концентрационните профили на мономерните и полимерните молекули [A9]. Моделът е развит и използван и за описване на двумерни структури във фотополимер, създадени чрез интерференция на три светлинни снопа, които не са копланарни [B2].
- Тук могат да се причислят и резултатите по холографски запис на решетки с пространствени честоти от 310 до 2700 линии в слоеве от As_2S_3 с дебелина от 10 - 30 nm. Установена е връзка на холографските характеристики с микроструктурата и оптичните свойства на слоевете [A12, B5].

Б. Оптични и сензорни свойства на нанокompозити, изградени от фотополимерна матрица с вградени порьозни наночастици

- Направени са нанокompозити от фотополимери, базирани на акриламид и диацетон акриламид, с вградени порьозни наноразмерни кристали с различни концентрации. Нанокристалите са с различна структура и хидрофобност/хидрофилност и с различен размер на порите (AEI - с малък размер на порите, хидрофилни, MFI, Si-MFI - със среден размер на порите, хидрофобни, BEA, BEA-Ag - с голям размер на порите) [A1, A4, A8, A10, A11, A24].

- Изучено е влиянието на наночастиците върху средния показател на пречупване на нанокompозитите, оптичното им разсейване и холографския запис. Установено е, че по време на холографския запис става преразпределение на всички видове наночастици, но само MFI частиците подобряват модулацията на показателя на пречупване [A10]. Резултатът е обяснен с предположение, че порите на хидрофобните MFI частиците са празни, докато порите на хидрофилните AEI частиците са запълнени с H_2O , а поради големия размер на порите на BEA частиците те са запълнени с мономерни молекули. Намерени са оптимални концентрации на различните наночастици, при които се осигурява най-голямо нарастване на показателя на пречупване [A11, A24]. Например, легирането на диацетон акриламид-базиран полимер с 2 wt.% BEA наночастици, води до нарастване на промяната на показателя на пречупване при холографски запис с 91 %, спрямо нелегирания фотополимер [A24]. Изучено е и влиянието на приложен коронен разряд върху свойствата на композити от поливинил алкохол и алумино-фосфатни (AlPO-18) нанокристали [B3].
- Наблюдавана е добра чувствителност на нанокompозитите към влага [A4, A8], изопропанол, метанол и 2-метилпропан 2-ol [A24], оценена на базата на промяната в записани в нанокompозита холографски дифракционни решетки. При акриламид-базиран полимер най-добър резултат за детекция на влага е получен при вграждане на Si-MFI наночастици [A8]. Добър резултат е получен също при диацетон акриламид, легиран с BEA наночастици.

В. Синтезиране и сензорни свойства на метални оксиди с висок показател на пречупване и контролирана порьозност

- Отложени са метални оксиди с висок показател на пречупване със зол-гел метод (с използване на безводен разтвор). Методът е с ниска цена, относително ниска температура на отлагане на слоевете и разнообразни възможности за контрол на микроструктурата. Отложени са хомогенни слоеве от Ta_2O_5 , TiO_2 и Nb_2O_5 . Най-висок показател на пречупване е получен при Nb_2O_5 (2.169) [A20].
- Разработен е и е приложен нов метод за точно пресмятане на показателя на пречупване и дебелината на слоевете, използващ спектри на отражение и пропускане на слоя и нелинеен фит на кривите [A21]. Показано е, че дебелината на слоевете може прецизно да се контролира чрез промяна на концентрацията на зола, а показателят на пречупване на Nb_2O_5 се променя чрез промяна на времето на „старене“ на зола и отгряване на слоевете в интервала 60-650°C, което изчиства органичните остатъци в слоя или води до полимеризация в метало-оксидната мрежа [A18, A20, A21, B6].
- Отложени са със зол-гел метода мезопорьозни слоеве от Nb_2O_5 с различна степен на порьозност чрез добавяне в зола на полимер с различни концентрации (до 5 wt.% Pluronic PE 6800 и PE6100/NbCl5 в съотношения 0.07:1,0 до 0.46:1,0) и последващо отгряване на слоевете за отстраняване на полимера [A25, A26]. Постигнати са големи вариации на свободния обем (между 0 и 54 %) и на показателя на пречупване (1.5 до 2.2) [A25, A26, B8].
- Чрез измерване на промяната в отражението и фотолуминесценцията е изследвана чувствителността на 40-100 nm дебели слоеве към пари на ацетон и е разработена изчислителна методика, базирана на теорията на ефективната среда на Брюгеман, за оценяване на количеството на абсорбираните пари. Направено е заключение, че абсорбцията на ацетон не води до увеличаване на безпорядка в слоевете [A26].

Г. Разработване на едномерни фотонни кристали и изследване на възможностите за оптични и сензорни приложения

Изработени са три типа едномерни фотонни кристали (стекове на Bragg, които са многослойни системи от редуващи се слоеве с висок и нисък показател на пречупване), които имат висок коефициент на отражение в широк интервал от ъгли на падане [D1]. Като материал с висок показател на пречупване са използвани слоеве от аморфни халкогениди или метални оксиди.

Г1. Фотонни кристали включващи тънки халкогенидни слоеве

- Чрез фотолегирание със сребро на вакуумно отложени тънки слоеве от системата $\text{As}_{40}\text{S}_{60-x}\text{Se}_x$ ($x = 0, 30$ и 60) е постигнато увеличаване на линейния им показател на пречупване с 0.25-0.27, а нелинейният показател на пречупване нараства 70-800 пъти [A3]. Направено е заключение, че легирането води до поява на нови структурни единици от типа $\text{AgAsS}(\text{Se})_2$ и $\text{AgS}(\text{Se})_3$.
- Изработени са Стекове на Bragg чрез комбиниране: на слоеве от As_2Se_3 и GeS_2 (A6), на халкогениден слой (As_2Se_3 и GeSbSe , вторият е с по-добри качества) със слой от полиметилметакрилат (PMMA) [A13, A15, A16 и B4] и за първи път успешно е комбиниран халкогениден слой от GeS_2 с MEL-зеолитен слой [A14]. При всички фотонни кристали е постигнато многопосочно отражение за ивица в близката инфрачервена област (800-900 nm при $\text{As}_2\text{Se}_3 / \text{GeS}_2$ многослойна структура и 1000-2000 nm при другите типове едномерни кристали). Това ги прави подходящи за отражатели в инфрачервената област.
- Показано е, че стековете от халкогениден слой и PMMA са чувствителни към пари на хлороформ, но не към амоняк и влага [A13, A16]. При стековете от GeS_2 /зеолитен слой, благодарение на порьозността на зеолитните слоеве и селективната им реакция, както и на индуцираната от тях порьозност в слоевете от GeS_2 , е постигната селективност в експерименти с течен метанол, ацетон и вода [A14].

Г2. Фотонни кристали използващи тънки метални оксиди

- Изследвани са няколко вида зеолити (MFI, LTL, BEA, MEL) и е намерена връзка между показателите на пречупване на зеолитните слоеве и свободния им обем, както и между химичния им състав и абсорбираната в порите им влага [A22]. Оптимизирани са условията за отлагане на зеолитни слоеве с контролирани свойства и дебелини и добро оптично качество [A19, A22], които са подходящи за направа на стекове на Bragg.
- Със зол-гел метод са изработени едномерни фотонни кристали от Ta_2O_5 [A17], Nb_2O_5 [A20], като материал с висок показател на пречупване и зеолитни слоеве (MEL [A23, B7], MFI [A22]), които променят показателя си на пречупване при въздействие на изследваното вещество. За стек на Bragg, състоящ се от редуващи се слоеве от Ta_2O_5 и зеолити тип MEL, е показано, че е подходящ за селективен оптичен сензор за течен ацетон, при който е наблюдавано около 5 пъти по-голямо отместване на 520 nm ивицата на MEL, отколкото при метанол и вода [A17].
- Изработени са стекове на Bragg с различен брой слоеве и дебелини на слоевете, включващи Nb_2O_5 (той е с по-висок показател на пречупване от Ta_2O_5 [A20]) и MEL / MFI зеолитни слоеве. Постигнато е многопосочно отражение в широк интервал от дължини на вълната и ъгли на падане 0° – 70° . [A23]. За пари на ацетон е показано, че изработените едномерни фотонни кристали имат кратко време на реакция (6 s) и могат да бъдат успешно използвани като оптични сензори.

- Започнати са изследвания върху едномерни фотонни кристали с чувствителен елемент от PMMA и V_2O_5 . Поръзността на V_2O_5 е увеличена с използване на органичен темплейт [A27]. Постигането е многопосочно отражение за ъгли на падане 0° – 70° . Изследвана е чувствителността към пари на хлороформ, ацетон, етанол и вода и е показано, че тези фотонни кристали са подходящи за детектиране на хлороформ [A27].

Приносите на доц. Бабева включват формулиране и обосноваване на нова хипотеза, създаване на нови методи и технологии, доказване с нови средства на съществени нови страни на съществуващи научни области, получаване и доказване на нови факти.

Анализ на публикациите

В конкурса за „професор“ доц.д-р Цветанка Бабева участва с 36 труда, публикувани в периода 2009-2016 г. и една приета за печат статия, описани в началото на рецензията. От тях 19 са в списания с импакт фактор, с общ ИФ 39.6 (по данни за 2014-2015 г.), а 8 са в списания с импакт ранг. Доц. Бабева е първи автор в 9 публикации, втори – в 6, трети – в 8, 4-ти – в 8 и пети или следващ – в 5 публикации. Седемнадесет от публикациите са изработени в международно сътрудничество. Ще отбележа публикациите в J. Mater. Chem. (2012, [A14]) с ИФ 6.626 и Dalton Trans. (2014, [A22]) с ИФ 4.197, на които доц. Бабева е първи автор и тази в Journal of Physical Chemistry C (2010, [A4]) с ИФ 4.495, където е втори автор. Още 8 публикации са в списания с ИФ ≥ 2 . Тези данни тълкувам като силна подкрепа за актуалността на поставените изследователски задачи и за високото ниво на получените научни резултати. Резултатите са докладвани 41 пъти, от които 1 поканен и 15 устни доклада. Забелязани са над 70 независими цитирания на тези работи, най-цитирани са работи [A2] (20 ц.), [A4] (7 ц.) и [A10] (6 ц.). На база на публикациите и личните си впечатления, считам, че доц. Бабева има много съществен принос, както при поставянето на задачите, така и в конкретната изследователска работа.

Представените трудове са ясно написани, заключенията са добре обосновани, нямам съществени критични бележки по тях. Ще отбележа само, че в статия B2 текстовете към Фигури 2 и 3 са твърде кратки и за разбиране на фигурите е необходимо по-подробно запознаване с текста, а статия A8 е с много дълъг абстракт, който прилича на въведение, но липсва заключение.

Заклучение

Представените в конкурса научни трудове и анализът на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси говорят за висока научна компетентност на доц. Бабева. Наукометричните й данни много надвишават изискванията към кандидата за академичната длъжност „професор“ в Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОМТ. Въз основа на това и с отчитане на активната й научно-организационна и административна дейност препоръчвам на Научното жури да изготви доклад-предложение до Научния съвет на ИОМТ, БАН за избор на доц.д-р Цветанка Бабева на академичната длъжност „професор“ в ИОМТ по професионално направление 4.1 „Физически науки“, научна специалност „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“

23.06.2016 г.

Рецензент:

/проф. дфн Д. Нешева-Славова/