

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“
по професионално направление 4.1 „Физически науки“, научна специалност „Електрични,
магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“, обявен от Институт по
оптически материали и технологии (ИОМТ), БАН в ДВ брой 26 от 28.03.2017 г.
с единствен кандидат **КОНСТАНТИН ДИМИТРОВ ЛОВЧИНОВ**, гл.ас.д-р в ЦІСЕНЕИ, БАН

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

Описание на представените материали

Единствен участник в конкурса е гл.ас. д-р Константин Димитров Ловчинов. Представените от него документи за участие в конкурса 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 добре оформени и подредени.

Списъкът с научни трудове, представен от д-р Ловчинов, включва 42 публикации, излезли от печат през целия му изследователски период. Тези трудове се разпределят както следва: 7 публикации са отпечатани в списания с импакт фактор (ИФ), 17 – в списания с импакт ранг (ИР), останалите са в списания без ИФ/ИР и в сборници с доклади на конференции, публикувани в пълен текст. Девет от публикациите (NNo 5,6,10,13,15,21,26,30 и 36 от списъка) са включени в дисертационния му труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“. Общият брой публикации е почти три пъти по-голям от изисквания минимум от 15 публикации в Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОМТ, а броят на публикациите в списания с ИФ/ИР повече от два пъти надвишава изисквания минимум от десет публикации в списания и научни поредици, включвани в международни бази данни (ISI Web of Knowledge – Thomson Reuters, Scopus и др.). Представен е списък с 15 (вероятно персонални) участия на д-р Ловчинов в конференции, 5 от които са устни презентации, а 10 – постерни представяния.

Представен е списък с 49 забелязани независими цитирания на 13 от работите (при изискван минимум от 10 цитата), като най-цитирани са работи с номера 5 (10 пъти) и 6 (9 пъти), свързани с легиране на слоеве от ZnO с ванадий, а още 4 работи са цитирани по 5 пъти. Хирш индексът на кандидата, $h=5$, е много добър. Д-р Ловчинов е бил член на колектива на 2 проекта, финансирани от ЕС, на 1 проект, финансиран от Фонд Научни Изследвания и на 1 проект за междоакадемичен обмен с Украйна.

Съгласно Справката за научните приноси към момента на подаване на документите д-р Ловчинов е бил ръководител на трима студенти (1 от Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" и 2 от Технически университет, София) по програмата на МОН „Студенски практики“ с профил на практиката „Стажант по соларни, вятърни и хибридни технологии и системи“. Няма данни за друга педагогическа дейност.

Кратки биографични данни и обща характеристика на дейността на кандидата

Константин Димитров Ловчинов завършва висше образование в Софийски Университет "Св. Климент Охридски", като през 2007 г. получава бакалавърска, а през 2009 г. магистърска степен. И двете степени са със специалност „Физика на твърдото тяло и микроелектроника“. От 2003 до 2010 г. работи в Института по физика на твърдото тяло, БАН, последователно като технолог, физик и н.с. III ст. През 2010 г. е назначен като асистент в Централна лаборатория по слънчева енергия и нови енергийни източници, а през 2011 г. става редовен докторант в ЦЛСЕНЕИ с научен ръководител проф. дфн Дориана Димова-Малиновска. В началото на 2015 г. успешно защитава дисертация на тема „Получаване и изследване на оптични, електрични и структурни свойства на тънки наноструктурирани слоеве от ZnO“. От 09.2015 г. е гл. ас в ЦЛСЕНЕИ. Успешната му съвместна работа с проф. Д. Малиновска е намерила израз в 34 съвместни публикации.

В началото на научната си кариера д-р Ловчинов работи върху изследване на електрични и магнитни свойства на материали при ниски температури и обясняване на ефекта на т.н. Дичеви пръстени, но основната му изследователска дейност е върху прозрачни проводящи покрития и наноструктурирани слоеве за различни приложения. В тази област са 35 от публикациите на кандидата. В работата по тази тематика кандидатът е усвоил и използвал два важни метода за отлагане на слоеве (магнетронно и електрохимично), с които са получени образци с много различна морфология, подходяща за разнообразни приложения. За характеризиране на образците с използван комплекс от съвременни методи (XRD, TEM, SEM, AFM, EDAX, спектrophотометрия и Раманова спектроскопия, електрични изследвания) и е получена богата информация за кристалната структурата, микроструктурата, повърхностната морфология, оптичните свойства и електричната проводимост на слоеве от ZnO и на слоеве и структури с плазмонни свойства. Намерена е връзка между условията на отлагане/вида на подложката и свойствата на слоевете. Получените резултати не будят съмнение и предложените обяснения са добре обосновани.

Основни научни и научно-приложни приноси

Основните научни и научно-приложни приноси на кандидата могат да се обобщят в 4 групи.

- *Магнитни свойства на материалите*

В първите 4 публикации на кандидата са представени резултати за магнитните свойства на плоски монокристали от HoMn_2O_5 при температури 4.2-293 K [1] и са предложени обяснения за появата на концентрични кръгове от железни частици в течност, поставени в нехомогенно магнитно поле (т.п. Дичеви пръстени) и за подреждането на частиците по успоредни линии, при поставянето им в хомогенно магнитно поле [2-4]. Предложените обяснения са базирани на условието за осигуряване на минимална енергия на железните петна върху течна повърхност в постоянно магнитно поле. Образуването на пръстените е обяснено с равновесието между магнитното отблъскване между диполите и

изтласкването, дължащо се на полето. Линейното подреждане е свързано с образуване на радиални микрофиламенти и генериране на капилярни диполи.

- „Чисти“ и легирани слоеве от ZnO, отложени с магнетронно разпръскване

Чрез магнетронно разпръскване са отлагани слоеве от ZnO върху стъклени подложки при различни температури в интервала 20-500°C и са получени данни за влиянието на температурата на подложката и на легирането с различни примеси (Al [13,16,36], Nb [10,16,36], V [5,6,16,36] и комбинация от Al+N [13]) върху в кристалната структура, микроструктурата, електричните и оптични свойства на слоевете. Слоевете са с преференциална (002) кристалографска ориентация с ос 'C', перпендикулярна на повърхността на подложката и размери на зърната 19-29 nm. Очаквано, повишаването на температурата на подложката води до подобряване на кристалната структура и увеличаване на размера на нанокристалите. Стресът е най-малък при слоевете, легирани с Nb, поради близостта на йонния му радиус да този на цинка. При легиране на слоевете е наблюдавано нарастване на ширината на забранената зона, което е свързано с увеличаване на концентрацията на свободните зарядови носители (Burstein-Moss ефект). Нарастването е най-голямо при легиране с Al и най-малко при легиране с Nb.

При повечето слоеве е постигната висока прозрачност във видимата област (пропускане около 90 %, при легирани с V слоеве пропускането е 80-85%). Показано е, че температурата на подложката влияе силно върху проводимостта и за всеки тип легиране е намерена оптимална температура, осигуряваща максимална проводимост. Най-ниско съпротивление (1.6 mΩ.cm) е получено при легиране с 1.41 ат.% V и при легиране с два донорни примеси (Al+N). Високата прозрачност (~ 90 %) и ниското съпротивление на изследваните слоеве ги правят подходящи за покрития в тънкослойни фотоелементи и оптоелектронни прибори.

- Магнетронно разпръскани проводящи слоеве и структури с плазмонни свойства

При тънки композитни слоеве от Al_2O_3 с вградени наночастици от Cu и Ag с наблюдавана добре изразена ивица в поглъщането и отражението при около 400 nm, съответстваща на плазмения резонанс на сребърните наночастици. Тя е по-добре изразена при по-висока концентрация на Ag и по-висока температура на израстване на частиците. Наблюдавана е и много слаба и широка ивица в областта 600-900 nm, дължаща се на плазмен резонанс в Cu наночастици [14].

Върху стъклена подложка са отложени три вида многослойни структури (три- и четиристийни стекове от типа $Al_2O_3/Ag/Al_2O_3$ [14], $ZnO:Al/Ag/ZnO:Al$ [19, 23, 24, 29, 34] и $ZrO_2/Ag/ZrO_2$ [28, 29, 34]) с различна дебелина на сребърния слой и са изучени техните структурни, оптични и електрични свойства, а впоследствие върху стековете електрохимично са израствани наноструктурирани слоеве от ZnO с различна морфология. С подходящо термично третиране са формирани наноструктурирани Ag слоеве и са наблюдавани плазмени резонансни ивици в спектрите им на пропускане, огледално и дифузно отражение. Намерено е, че размерът на Ag наночастици зависи от състава на

оксидния слой. При една и съща дебелина на оксидните слоеве и 20 nm дебел сребърен слой в стековете от $\text{ZrO}_2/\text{Ag}/\text{ZrO}_2$ размерът на Ag наночастици е по-голям от размера в стековете от $\text{ZnO:Al}/\text{Ag}/\text{ZnO:Al}$ и това води до по-високо отражение (огледално и дифузно) в стековете с ZrO_2 . Като цяло са постигнати добро дифузно отражение от стековете ($>12\%$ при дължини на вълната > 700 nm) и ниска стойност на листовото им съпротивление (между $3.1 \Omega/\square$ и $8.9 \Omega/\square$) и метален тип проводимост [29,34]. Тези резултати правят стековете обещаващи за прилагане като покрития в задната страна на тънкослойни слънчеви клетки с цел увеличаване на разсейването на неабсорбираната светлина и на ефективността на преобразуване.

- *Електрохимично отложени слоеве от ZnO с разнообразна морфология и възможни приложения*

По електрохимичен път са получени наноструктурирани, чисти и легирани с алуминий слоеве от ZnO върху разнообразни проводящи подложки, голяма част от които са използвани за първи път. Отлагано е върху тънки Si пластини [15], стоманени подложки и покрития от индиево-каласен оксид (ITO) [27,32,35,40], силно легиран мулти-кристален (mc-Si) p-Si [15,22] (необработен, плазмено ецван и със Ag зародишен слой), стъклени подложки, покрити със слой от $\text{SnO}_2:\text{F}$, (нелегиран ZnO [9,11,12], легиран ZnO:Al [8,17]), както и върху стъклени подложки покрити със структури от $\text{ZnO:Al}/\text{Ag}/\text{ZnO:Al}$ [25], $\text{ZrO}_2/\text{Ag}/\text{ZrO}_2$ и такива, снабдени със зародишни слоеве от ZnO:V [30], които са охарактеризирани в рамките на изследванията върху магнетронно разпрасени слоеве. Наноструктурирани слоеве от ZnO са нанасяни още върху фотоелементи на основата на c-Si [21], тънкослойни Si слънчеви елементи [20] и кварцови кристали, снабдени със Au електрод [26,31]. Отложени са слоеве, изградени от нанопръчици с хексагонална форма и размер, който зависи от вида на подложката, от нанотръбички с различни ъгли на растеж, слоеве, изградени от нанопръчици и нанопластини, от наноуискери и др. При стековете морфологията на ZnO е съществено повлияна от размера и пространственото разпределение на сребърните нанозърна [25]. Получени са данни за влиянието на вида на подложката върху морфологията на слоевете, влиянието на състава на електролита и времето за израстване върху размера на наноструктурите.

Всички получени слоеве са с добри антиотразяващи свойства (намалено огледално и увеличено дифузно отражение) и имат потенциал за приложение в слънчеви фотоселементи на базата на Si или тънкослойни фотоелементи, с оглед подобряване на ефективността на използване на падащата върху фотоелемента светлина [33,35]. Показано е също, че електрохимично отложени слоеве от ZnO, нанесени върху кварцови кристали със Au електроди, може да намерят приложение за детекция на NO_2 във въздух [26,31]. Наблюдавани са добра чувствителност и кратко време на възстановяване на образеца след прекратяване на достъпа на NO_2 до него, които са свързани с голямата разгъната повърхност на образеца, формирана от ZnO нанопластини, израстнали с тясната си страна върху подложката.

Бележки на рецензента по представените трудове

В 20 от публикациите в списъка на кандидата той е първи автор, в 16 е втори автор и само в 6 публикации е на 3-то или по-задно място в списъка на авторите. Нямам лични наблюдения, но въз основа на честата практика подреждането на авторите да отразява относителния им принос в публикуваното изследване (1-ви автор с най-голям принос), считам че д-р Ловчинов е с много съществен личен принос в почти всички работи, с които участва в конкурса. Броят на независимите цитирания (39) показва, че съобщените резултати са забелязани и представляват интерес за научната общност.

Нямам забележки по научните резултати, представени в публикациите и дискусията им. Искам специално да отбележа високото качество на СЕМ (напр. работи 18,21,22,25, 33) и ТЕМ (работа 24) снимките, което осигурява надеждни заключения. Имам забележка към представянето на някои серии данни от оптични изследвания (напр. публ. 14 – фиг.1 и 2, публ. 21 – фиг 5 и 7, публ 22 – фиг.4), които са показани с цветни криви в електронните файлове, но са трудно различими при черно-бяло разпечатване.

Заклучение

Въз основа на представените публикации и тяхната цитируемост и отчитайки работата на д-р Константин Димитров Ловчинов по изпълнение на европейски и национални финансирани проекти, считам че той е компетентен и вече известен на научната общност специалист, който може да поставя и ръководи изследователски задачи. Наукометричните му данни значително надвишават изискванията за засмане на академичната длъжност „доцент“ в ИОМТ, приети от Научния съвет на ИОМТ. Поради това препоръчвам на уважасмото Научно жури да предложи на Научния съвет на ИОМТ да избере д-р Константин Димитров Ловчинов за „доцент“ по професионално направление 4.1 „Физически науки“, научна специалност „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“.

19.07.2017 г.
гр. София

Изготвил:

/проф. дфн Д. Нешева/