

СТАНОВИЩЕ

по дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 4.1 Физически науки, докторска програма „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“, с автор Георги Цветанов Маринов, задочен докторант в Института по оптически материали и технологии (ИОМТ) – Акад. Йордан Малиновски, Българска академия на науките.

Тема на дисертационния труд: Получаване на тънки слоеве от ZnO, дотиран с Al, Co и Ni чрез метода на електро-разпръскване: свойства и приложение.

Изготвил становището: Стефан Цветанов Вълков, доцент д-р в Институт по електроника „Акад. Емил Джаков“, БАН

Георги Цветанов Маринов завършва висшето си образование в СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет, през 2014 година, магистърска програма „Микроелектроника и информационни технологии“. След дипломирането си е зачислен в задочна докторантура в Института по оптически материали и технологии (ИОМТ), в научна област 4.1 „Физически науки“, специалност „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“ през 2017 година. През 2022 година е отчислен с право на защита.

Дисертационният труд, озаглавен „Получаване на тънки слоеве от ZnO, дотиран с Al, Co и Ni чрез метода на електро-разпръскване: свойства и приложение“, се състои от увод, цели и задачи, пет раздела, заключение, основни приноси, литературни източници, както и списък на публикациите, включени в дисертацията. Написан е на 140 страници, съдържа общо 70 фигури, 11 таблици, цитирани са 166 литературни източници.

Настоящият дисертационен труд е фокусиран върху разработването на съвременна апаратура за отлагане на тънки слоеве и покрития чрез метода на електро-разпръскването. За да бъде потвърдена функционалността на разработената апаратура са отложени тънки слоеве от чист и легиран ZnO, като също така са представени и някои потенциални практически приложения на получените покрития. В ерата на изчерпване на природните ресурси, както и непрекъснатия стремеж за развитие и подобряване на качеството на човешкия живот, получаването на нови материали с уникални свойства представлява все по-голям интерес за съвременната индустрия. Поради тази причина, методите за повърхнинна обработка, както и за получаване на тънки слоеве и филми непрекъснато се развиват. Разработването и надграждането на технологиите за получаване на нови материали във вид на покрития, позволява както контролирането, така и модифицирането на редица важни за съвременната индустрия експлоатационни характеристики, което би

разширило областта на тяхното практическо приложение. Поради тази причина, актуалността на дисертационния труд, поставените цели и значимостта на получените резултати не будят съмнение.

В рамките на литературния обзор, в раздел 1, е представен подробен преглед на метода на електро-разпръскването, като са засегнати исторически данни, анализирани са основите и принципите на тази технология, разгледани са различни работни режими на процеса, основните технологични параметри, разновидности на електростатичното отлагане, както и са описани някои важни за съвременната индустрия и практика приложения на технологията. Също така, в този раздел са представени литературни данни за структурата и свойствата на покрития от ZnO, анализ на методите, по които тези слоеве могат да бъдат получавани, както и приложенията на наноструктури от цинков оксид в индустрията и практиката. В раздел 2 е представено разработването и конструирането на съвременната апаратура за електро-разпръскване. Като резултат е получена подобрена апаратура за електро-разпръскване, позволяваща и електроовлажняване, което е довело до повишени възможности за работа и реализиране на повече научно-изследователски задачи. Представена е и информация за планирани допълнителни разработки, имащи за цел да се повиши функционалността. В раздел 3 е описано отлагането на слоеве от ZnO чрез конструираната от дисертанта система за електро-разпръскване. Анализирани са различни технологични параметри на процеса, като са установени оптималните такива, при които са получени слоеве с оптимална гладкост, прозрачност, адхезия и други свойства. Изследвана е структурата на получените покрития, като са използвани най-съвременни методи за структурни характеризирания, такива като рентгеноструктурен анализ, фотолуминесцентен анализ, елипсометричен анализ, 3D оптична профилометрия, електронна и атомно-силова микроскопия, както и рентгенова фотоелектронна спектроскопия. В раздел 4 са представени резултати от легиране на слоеве от ZnO с Al, Co, комбинация от двата елемента Al/Co, както и с Ni. Получените покрития са характеризирани от гледна точка на тяхната повърхностна морфология и грапавост, чрез сканираща електронна микроскопия, атомно-силова микроскопия и оптична профилометрия. Структурата на филмите е изучавана чрез рентгеноструктурен анализ и електронна дифракция от избрана област чрез трансмисионна електронна микроскопия. Елипсометрични изследвания са използвани за изучаването на оптичните константи и дебелината на филмите. Спектрите на пропускане са изследвани с помощта на UV-VIS-NIR спектрофотометър. Тези структурни и експлоатационни характеристики на покритията от ZnO са представени в зависимост от вида и количеството на легиращите елементи. В раздел 5 са представени изследвания за някои потенциални практически приложения на анализираните слоеве, както и възможности за отлагане на слоеве чрез разработената апаратура за електро-разпръскване, такива като прозрачни фотокатализатори за окисление на азотни оксиди и сензори за газове.

Бих искал да отбележа, че експерименталната и научна работа в дисертационния труд е извършена на най-високо научно ниво. С най-активното участие на докторанта са

извършени експерименти, свързани както с конструирането на системата за електро-разпръскване, така и с получаването и характеризирането на филмите от ZnO (чисти и легирани с Al, Co, Al/Co и Ni). За постигането на заложената в дисертацията цел, както и за решаването на формулираните задачи, се изискват множество специфични експериментални умения, задълбочени фундаментални интердисциплинарни знания, както и търпение, настойчивост и трудолюбие, които докторантът безусловно притежава. Като резултат могат да бъдат открити следните основни приноси:

- Успешно е разработена частично автоматизирана система за отлагане на тънки слоеве и филми по метода на електро-разпръскването, която позволява и електроовлажняване, имаща значително подобрени функционалност, гъвкавост, ефективност и ниво на сигурност;
- Разработен е идеен модел на тройна електростатична леща, даваща възможност за фокусиране и разфокусиране на снопа на разпръсквания материал;
- Представен е иновативен метод за оценка на технологичните условия на процеса на разпръскване, както и влиянието им върху получената струя и свойствата на отложените покрития;
- Успешно са контролирани свойствата на слоеве от ZnO (чисти и легирани с Al, Co, Ni, както и съвместно легиран с Al и Co);
- Показани са нови потенциални и практически приложения на слоеве от цинков оксид за пречистване на въздуха в затворени помещения, както и за детектиране на пари от амоняк.

Дефинираните резултати и приноси в дисертационния труд са публикувани в 5 (пет) научни публикации, като четири от тях са в списания с импакт-фактор. Не мога да не спомена престижността на международните списания, в които са публикувани основната част от резултатите по дисертацията, такива като *Applied Sciences*, *Optical Materials*, *Advances in Condensed Matter Physics*, за което свидетелства и техния висок импакт-фактор. Фактът, че публикациите по дисертацията към момента на защитата са получили повече от 20 независими цитирания говори много за значимостта на получените резултати и приноси, както и за актуалността на тематиката. Тези наукометрични показатели на дисертанта напълно отговарят, даже значително надвишават критериите, както на ЗРАСРБ, така и на ИОМТ-БАН, предвидени за такъв тип обучение.

Бих искал да кажа няколко думи за Георги Маринов, когото познавам като компетентен и всеотдаен колега от ИОМТ-БАН. Той притежава значителни познания в областта на получаването и характеризирането на тънки слоеве и филми и материалознанието като цяло. Многократно сме обсъждали различни теми, като той винаги е давал компетентни и аргументирани мнения. Именно поради тази причина настоящата защита е очаквано събитие за мен. Не мога обаче да подмина заслугите и на научния ръководител, проф. д-р Цветанка Бабева, без чиято подкрепа нямаше как да се стигне до

тази защита. Позволявам си да изразя най-дълбокото си уважение към нея затова, че е свършила своята работа отговорно и професионално.

В заключение бих искал да потвърдя, че поставените в дисертацията задачи са изпълнени на най-високо научно ниво и формулираната цел е постигната. Извършена е огромна по обем експериментална и технологична изследователска работа, като са постигнати резултати, които са преизпълнение на условията, изискванията и наукометричните показатели за такъв тип обучение. Поради тази причина изразявам убеденото си мнение да бъде присъдена образователната и научната степен „доктор“ на Георги Цветанов Маринов.

14.06.2024 г

Изготвил становището.....

гр. София

/доц. д-р Стефан Вълков/