

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на научна степен „Доктор на науките”
по професионално направление 4.1. „Физически науки”

Автор на дисертационния труд: **Вера Маринова Господинова**, доцент в Институт по Оптически Материали и Технологии (ИОМТ) към Българска Академия на Науките

Тема на дисертационния труд: **Светлинно-индуцирани процеси във фоторефрактивни кристали и приложенията им във функционални оптични структури**”

Рецензент: **Лъчезар Аспарухов Аврамов**, доктор на физическите науки, професор в Институт по електроника “Акад. Емил Джаков”, Българска академия на науките, 1784 София, бул. „Цариградско шосе” 72, определен за член на Научно жури със заповед на Директора на ИОМТ, БАН

1. Актуалност на разработваната тематика в научно и научно-приложно отношение

Фотониката е призната за едно от най-актуалните направления в съвременната наука, за „мостов” подход между многобройни научни и технологични области, с огромен потенциал за създаване и изследване на нови материали, устройства и методи. Научното поле на дисертационния труд може да бъде определено като отнасящо се към фотониката, в разбирането ѝ за наука, изследваща създаването, управлението и приложението на светлинни кванти.

В по-конкретен план, поставените задачи се отнасят към развитието на оптични методи за контролиране на светлинните параметри. Усъвършенстването им представлява задача със значителна научна важност, както от гледна точка на новото познание за оптичните среди, така и от практическо значение. Особен интерес за приложения в динамичната обработка на изображения представлява фоторефрактивният ефект, като нелинеен, нелокален процес, състоящ се в пространствена модулация на показателя на пречупване на средата под действието на светлина с много слаб интензитет. Ниската консумация на енергия и възможностите за неразрушаващ тест в реално време прави ефекта подходящ за широк кръг приложения — от изследване на био-медицински обекти до разработването на системи за оптичен контрол, включително и за оптични компютри.

2. Научна компетентност на автора

Дисертацията представлява многостранно изследване на фоторефрактивния ефект и неговите основни носители – фоторефрактивните кристали, които са най-перспективните, напълно обратими среди за оптична модулация на показателя на пречупване. Обобщени са резултати от изследвания на фоторефрактивни кристали, легирани с примеси на преходни метали, с цел оптимизиране на свойствата и параметрите им. Силно впечатление прави комплексният подход на автора по отношение на поставените цели. Изследователският цикъл започва с изучаване на фундаменталните свойства на материалите, като създаването на „дефектен Bi_M^{4+} център” в силенични кристали и фоторефрактивното поведение в тези материали, въздействието на ефектите на легиране и осветяване върху концентрацията на Bi_M^{4+} дефекти. Следва систематизиран изследователски цикъл на основните параметри на кристалите, като показатели на пречупване, фоточувствителност, времена на отклик. И накрая, на основата на подбрани фоторефрактивни кристали са разработени хибридни устройства в комбинация с течни кристали и е демонстрирано оптично фиксиране на информация и квази-постоянен запис на изображение.

Професионалният опит на доц. Господинова е натрупан в Института по Оптически Материали и Технологии „Акад. Йордан Малиновски” (БАН), Института по Оптически Материали и Технологии, Департамента по Фотоника към National Chiao Tung University (NCTU), Тайван и Катедрата по Експериментална Физика в Университета Антверпен, Белгия и явно е способствал за изграждането ѝ като учен с широк кръгзор върху научното изследване и приложението на научното знание.

3. Аналитична характеристика на естеството и достоверността на експерименталните резултати

Научните резултати в дисертационния труд са получени със съвременни експериментални подходи, осигуряващи висока достоверност на заключенията.

Чрез методите на EPR анализ за първи път е получено еднозначно доказателство, че Cr може да се включи в BSO кристала в Cr $3+$ валентно състояние на мястото на Si $4+$ йон в тетраедрална позиция чрез регистрирани анизотропни EPR спектри. Анализът на промяната на интензитета на EPR спектрите показва, че при облъчването с УВ светлина концентрацията на дефектите, свързани с Cr $3+$ намалява, а при облъчване с 647 nm отново се генерират Cr $3+$ дефекти и интензитетът на линиите в спектъра се възстановява. Доказано е, че процесът на

генериране на нива на захват може да бъде напълно обратим, което създава възможности за прецизен контрол на вида и концентрацията на дефектите и пряко е свързано с използването на кристалите в конкретни приложения.

Доказано е, че при легиране с примеси в BSO кристали, като Ru, Rh и Cr, поради повишаване на оптичната плътност и повишаването на плътността на съответните центрове на захват се забавя кинетиката на рекомбинация на зарядоносителите, а при възбуждане с високи интензитети, индуцираната абсорбция достига насищане, като бързата релаксация е доказателство за запълване на нивата.

По методите на спектроскопия с времево разрешение, за първи път са изследвани процесите на светлинно-индуцирана абсорбция и динамиката на процесите на възбуждане, пренос и релаксация на фотоиндуцирани заряди в монокристали от BSO, легирани с Ru и ВТО, легирани с Rh и Cr.

Чрез методите на абсорбционната спектроскопия е показано, че при легирани BGO кристали големината на фотохромния ефект е пропорционална на плътността на запълнените уловки и чрез последващо термично отгряване или осветяване с видима светлина може да бъде осигурен напълно обратим процес, като образците възстановяват прозрачността си. Показано е, че двойно легираните BGO кристали (Ru+Mn, Fe+Mn и V+Co) са подходящи среди за холографски запис и оптично фиксиране на информацията, въпреки сложно холографско поведение, което е резултат от два конкуриращи се процеса - фоторефрактивен отклик с преходен характер и възникване на фотохромна решетка, водещи до бърз отклик, спад и последващо увеличение.

Чрез фотолуминесцентни изследвания на термично отгreti и UV облъчени BGO кристали при 300K е показано, че чрез контрол на енергетичните нива на Ru- и Mn -йони чрез UV облъчване могат да бъдат променяни PL спектри за Ru+Mn легирани BGO.

4. Научни и научно-приложни приноси

Основните научни новости на дисертационния труд са представени в Глави 1-4. Те се отнасят до експериментални резултати от изследвания на ефекта на легиране в кристалите от бисмутов силениит с цел идентифициране на вида и количеството на дефектите, включително на легиращите йони, тяхната валентност, локалната им симетрия в кристалната решетка, връзките и взаимодействията между дефектите, изследване на влиянието на примесни дефекти върху електричните, фотоелектрични и оптични свойства на нелегирани и легирани

с различни елементи кристали от BSO и BTO, определяне на термичните енергии на активация на дефекти в кристали, легирани с различни примеси.

В Глава 5 е показана възможността за оптично фиксиране на записаната информация чрез запис с две дължини на вълната и постигане на холографски запис в реално време в инфрачервената област от спектъра на силенитни кристали легирани с Ru и Rh.

В Глава 6 са представени разработени и изследвани хибридни устройства на базата на подобрени фоторефрактивни кристали в комбинация с течни кристали или полимерно диспергирани течни кристали, включително първата докладвана хибридна структура от PDLC, комбиниран с неорганична подложка, при която всички процеси се контролират с инфрачервена светлина. Показана е възможността модулацията на показателя на пречупване да се контролира електро-оптично или само оптично в динамичен режим.

Предложените структури откриват възможности за приложения в съвременните дисплей технологии, като оптични превключватели, за контрол на бавната и бърза компоненти на светлината.

Получените експериментални данни имат безспорно важно значение за развитие на научното знание в областта на нелинейната оптика, както и за разработването на много нелинейни компоненти на перспективни нови материали за оптични устройства и системи.

5. Оценка на личния принос на автора

Собствена оценка на приносите си авторът е представил на стр. 144-145 на дисертацията. Текстът на самия дисертационен труд, прегледът на състава на научните колективи, подредбата на авторите, акцентите в заглавията, профилът на научните издания, величината на импакт фактора и други признаци на организация и изпълнение на изследователските дейности не дават основание оценката да бъде поставена под съмнение. Обектът на научното изследване е мултидисциплинарен и получаване на краен резултат не е възможен без участие на специалисти с различен научен профил. Все пак, може да се обобщи, че доц. Господинова има основен принос за получаване на представените резултати.

6. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Дисертационният труд е написан на основата на 35 публикации в специализирани научни списания и 23 доклада, отпечатани в пълен текст в сборници от конференции. Значителна част от резултатите са публикувани в авторитетни издания с висок Impact factor (3 и

повече), което е атестат за международно признание. Използваните за оформянето на дисертацията са цитирани над 180 пъти, при общо забелязани над 350 независими цитата върху всички трудове на доц. Господинова.

Количеството и качеството на публикациите, отразяващи получените научни резултати напълно покриват изискванията за докторска дисертация.

7. Обща оценка и мотивирани препоръки

Дисертационната работа е изградена по логически издържана схема: ясна постановка на изследователски задачи – избор и усъвършенстване на подходяща методика – получаване, обработка и анализ на експериментални данни – адекватни изводи и получаване на ново знание. Още веднъж бих подчертал високата стойност на научната концепция, изградена във всички фази на получаване на научното знание до неговото практическо приложение.

8. Съответствие на автореферата

Структурата и наименованията на отделните раздели и подраздели в автореферата основно възпроизвеждат структурата и наименованията на дисертационния труд. Авторефератът е изготвен съгласно изискванията и вярно отразява основните резултати от дисертацията.

9. Заключение

Считам, че основната цел на изследванията е постигната, поставените задачи са изпълнени и представеният дисертационен труд има много добър вид, по съдържание и форма. Дисертацията и наукометричните ѝ показатели напълно отговарят на изискванията на за присъждане на образователна и научна степен „Доктор на науките”. Отчитайки качеството на дисертационния труд и значимостта на получените в него научни резултати, препоръчвам на уважаемото Научно жури да присъди на доц. Вера Господинова научната степен „доктор на физическите науки” по професионално направление 4.1. „Физически науки”.

София

14.01.2016 г.

Рецензент:

(проф. дфн Лъчезар Аврамов)