

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен “доктор” по професионално направление „4.1. Физически науки” (научна специалност “Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя”)

Автор на дисертационния труд : инж.Владислава Христова Иванова, главен асистент в катедра „Физика” към Химикотехнологичен и металургичен университет, София

Тема на дисертационния труд: “ **Те-съдържащи халкогенидни тънки слоеве за оптични приложения** ”

Рецензент – доц. д-р инж. Ангелина Колева Стоянова-Иванова

Институт по физика на твърдото тяло „акад. Г. Наджаков”-БАН, бул. „Цариградско шосе” 72, София 1784, България

1.Актуалност на дисертационния труд

Темата на представения ми за рецензия дисертационен труд е насочена към синтез и охарактеризиране на Те-съдържащи халкогенидни тънки слоеве.

Публикуваните изследвания в научната литература за трикомпонентната система Ge-Te-In са сравнително оскъдни и почти липсват данни за стъклообразните материали от тази система. Поради това изследването на структурата, основните физико-химични и оптични свойства на стъкла от системата Ge-Te-In и фотоиндуцираните изменения в тях допринася за обогатяване на наличната научна информация и дава яснота за тяхната потенциална приложимост в оптоелектрониката.

Обект на изследването на дисертационния труд е серия от различни състави на тройната система Ge-Te-In. През последните години интересът към стабилни оптични устройства, излъчващи светлина над 20 μm нараства и те са обект на интензивно изследване в много научно-изследователски лаборатории. Причината за този интерес е във възможността за получаване на много широк оптичен прозорец.

Следователно, може да се направи изводът, че избраните обекти са актуални и значими от фундаментална и приложна гледна точка.

2. Научно развитие и зрялост на докторанта

Инж. Владислава Христова Иванова завършва специалност „Индустриална химия” в ХТМУ – София. Защищава дипломна работа през 1998 г. в катедра по «Технология на стъклото, керамиката и свързващите вещества», в резултат на което

придобива степен „магистър”. Притежава и сертификат за завършено висше образование във франкофонски филиал на AUPELF-UREF.

През 2002г. след успешно полагане на конкурсен изпит е назначена за асистент в катедра „Физика” към ХТМУ-София. Инж. Иванова участва активно в учебния процес, като води лекции, лабораторни упражнения и семинари по дисциплините „Физика”, „Материалознание” и „Методи за изследване на наноструктури и микроструктури” на френски език на студенти от специалност „Химично и биохимично инженерство” с преподаване на френски език.

Автор е на пет научни публикации в списания с импакт фактор и 14 в реферирани списания. Има участия в конференции, осем в национални научни форуми с публикувани доклади в пълен текст. Ръководител е на два договора по проект за подкрепа на специализирани публикации в реферирани издания и издания с импакт фактор и един проект за провеждане на едномесечно обучение във високотехнологични научни комплекси и инфраструктури по проект № BG051PO001-3.3-05/0001 по схема «Наука-бизнес», финансирана от Оперативна програма «Развитие на човешките ресурси». Участник е в колектива на един международен проект.

Член е на Европейската асоциация за химически и молекулни науки, Съюза на химиците в България, Съюза на физиците в България, Федерацията на научно-техническите съюзи както и на Българското кристалографско дружество.

Тези факти силно подкрепят претенцията за придобиване на образователната и научна степен «доктор».

С този вече натрупан изследователски опит от 15.06.2012 година насочва усилията си към разработване на дисертационна работа под ръководството на проф. д-р инж. Пламен Петков (ХТМУ, София).

Към материалите по дисертацията са включени 3 публикации, две в международни списания:

1. Proceedings of the Conference COFRET 2012, Sixième édition du COLLOQUE FRANCOPHONE SUR L'ENERGIE – ENVIRONNEMENT – ECONOMIE et THERMODYNAMIQUE (COFRET) «Efficacité Energétique – sources d'énergies renouvelables – protection de l'environnement» и

2. "Advances in Natural Science: Theory & Applications", Volume 1 No. 3 2012 и една в Сборник доклади от Национална конференция на МИИО АБ „Младежта на България, европейското ни развитие и иновативни постижения“, 14 Октомври 2011, БАН, както и 4 участия в международни (по една в Унгария и Италия и две в България) и едно участие в университетска конференции.

И на трите публикувани доклади в пълен текст инж. Владислава Иванова е първи автор.

Гореизложеното свидетелства за личния принос и самостоятелната изява на докторанта. Силната публикационна активност на докторанта дава основание да се заключи, че проведените изследвания са предоставени своевременно на вниманието на научната общност, което е свидетелство за актуалността на получените резултати.

Дисертационният труд е представен в 153 страници и се състои от увод, 3 глави, които съдържат 20 таблици, 91 фигури и 133 литературни източника.

Първа глава носи обзореен характер и съдържа представяне на световните постижения в областта на получаването и охарактеризирането на Те-съдържащи халкогенидни тънки слоеве. Включени са 67 публикации излезли от печат след 2000г, което прави обзора достатъчно актуален и съдържателен за ползване. Добро впечатление прави и посочването на пълната библиографска справка на цитираната литература, което улеснява значително читателите. Отбелязани са приоритетните изследвания върху развитието на проблема, по който докторантът работи. Целите на дисертацията са ясно дефинирани и произтичат от направения критичен анализ, свързан с някои установени, но нерешени до момента проблеми (например: двукомпонентната система Ge-Te е често използвана като модел за трикомпонентни и по-сложни системи, намиращи приложение в индустрията, но въпреки това все още съществуват противоречия за модела, описващ структурата на аморфните Ge-Te материали; липсват данни за изясняване на областта на стъклообразуване в системата Ge-Te-In и изясняване на влиянието на индия върху състава, структурата и основните физико-химични и оптични свойства на стъкла от системата Ge-Te-In, с оглед тяхната потенциална приложимост в оптоелектрониката за производството на оптика за ИЧ област.)

Експерименталната част, представена във втора и трета глава, е посветена на синтеза на обемни образци от системата Ge-Te-In и получаване на тънки слоеве от същата система чрез вакуумно-термично изпарение и импулсно-лазерно отлагане (PLD), описание на използваната апаратура, изследвания и дискусии. В дисертацията за получаването на обемни образци от системата Ge-Te-In със състав $(\text{GeTe}_3)_{1-x}\text{In}_x$ и $(\text{GeTe}_4)_{1-x}\text{In}_x$, където $0 < x < 0,20$ молни части е приложен директен еднотемпературен синтез в затворен обем.

Тънките слоеве от системата Ge-Te-In са получени по два метода: чрез вакуумно-термично изпарение и импулсно-лазерно отлагане.

Използваните подложки са кварцово стъкло, силиций или Si-кантилеври.

Използвани са подходящи съвременни методи за анализ и характеризиране на синтезираните обемни образци от системата Ge-Te-In и получените халкогенидни тънки слоеве - рентгенова дифракция, сканираща електронна микроскопия, електронен микросондов анализ, атомно-силова микроскопия.

Изследването на физико-химичните свойства на обемните образци от системата Ge-Te-In включва определяне на: средното координационно число, плътност, компактност, моларен обем, брой атоми на връзка и пълната средна енергия на връзките.

Доказано е, че обемните образци от системата $(\text{GeTe}_4)_{1-x}\text{In}_x$ са рентгенографски аморфни за състави с 5, 10 и 15 мол.% In, а при състав с 20 мол.% In се наблюдават кристализационни пикове.

На получените тънки слоеве чрез вакуумно-термично изпарение са изследвани морфологията, механичното напрежение, оптичните свойства и фотоиндуцираните изменения в тях.

Установено е, че тънките слоеве от системата Ge-Te-In са равномерни по дебелина и с висока степен на гладкост. Морфологията на тънките слоеве е идентична с морфологията на обемните образци.

Направените анализи на спектрите на пропускане и отражение показват, че абсорбционният ръб за повечето образци от двете сечения се отмества към по-късите дължини на вълните (фотопроектиране) до 41nm за $(\text{GeTe}_3)_{1-x}\text{In}_x$ и 172nm за сечението $(\text{GeTe}_4)_{1-x}\text{In}_x$. При съставите $(\text{GeTe}_3)_{90}\text{In}_{10}$, $(\text{GeTe}_3)_{85}\text{In}_{15}$, $(\text{GeTe}_4)_{90}\text{In}_{10}$ и $(\text{GeTe}_4)_{80}\text{In}_{20}$, се наблюдава фотопотъмняване.

Определени са основните оптични константи за системата Ge-Te-In и оптичната ширина на забранената зона.

Показателят на пречупване намалява с увеличаване дължината на вълната (нормална дисперсия) в спектралния диапазон $(1000 \div 2600) \cdot 10^{-9} \text{ m}$. Коефициентът на екстинкция и показателят на пречупване следват зависимостта на плътността и показват изменения при координационни числа 2,51 за сечението $(\text{GeTe}_3)_{1-x}\text{In}_x$ и 2,41 за сечението $(\text{GeTe}_4)_{1-x}\text{In}_x$.

За фотоиндуцираните изменения е установено, че показателят на пречупване за всички състави от системата $(\text{GeTe}_3)_{1-x}\text{In}_x$ се увеличава след облъчване. Изключение прави само състав $(\text{GeTe}_3)_{90}\text{In}_{10}$. За системата $(\text{GeTe}_4)_{1-x}\text{In}_x$ показателят на пречупване намалява след облъчване за всички състави.

Коефициентът на екстинкция намалява след облъчването за почти всеки състав от системата $(\text{GeTe}_3)_{1-x}\text{In}_x$ и за съставите със 5 и 10% съдържание на индий в системата $(\text{GeTe}_4)_{1-x}\text{In}_x$.

Дисертационният труд е написан в добър научен стил. Представените в него резултати са достоверни и оригинални.

Изложеното дотук ми дава основание да заключа, че предоставеният ми за рецензиране дисертационен труд на главен асистент Владислава Христова Иванова отговаря на изискванията за представяне пред научната общност в направление „Физически науки“.

3. Научни приноси

Представеният ми за рецензиране труд предлага актуално, оригинално и дисертабилно научно и научно-приложно изследване, което по мое мнение достига до следните основни приноси:

1. За първи път чрез метода на директен синтез в затворен обем са получени обемни образци от системата $(\text{GeTe}_3)_{1-x}\text{In}_x$ ($x=0\div 20$ мол.%) и с електронно микросондов анализ е доказано, че състава съответства на предварително зададения.

2. Установена е корелация между някои физико-химични свойства на обемните образци и състава. За сечението $(\text{GeTe}_3)_{1-x}\text{In}_x$ ($x=0\div 20$ мол.%), се наблюдава преход в някои свойства при координационно число 2,513, а за сечението $(\text{GeTe}_4)_{1-x}\text{In}_x$ ($x=0\div 20$ мол.%) - при 2,413. За първи път за стъклата от системата Ge-Te-In е потвърдена теорията на *Phillips-Thorpe* за преход в структурата на ковалентните халкогенидни стъкла от “по-подвижно” към “по-стационарно” състояние при средно координационно число на стъклата $2,40\div 2,43$.

3. За първи път са получени тънки слоеве от изследваната система чрез импулсно-лазерно отлагане (PLD). Анализът на тънките слоеве чрез атомно-силова микроскопия показва, че PLD слоевете са значително по-гладки от тези, получени чрез вакуумно-термично изпарение.

4. За първи път са определени механичното напрежение в тънките слоеве от системата Ge-Te-In и неговата релаксация. Изяснено е, че причината за механичното напрежение е структурна.

5. Установено е, че тънките слоеве от двете изследвани сечения на системата Ge-Te-In са прозрачни в близката инфрачервена област на спектъра, като абсорбционният ръб слабо се отмества към късовълновата част на спектъра с увеличаване съдържанието на In. Това дава възможност да бъдат използвани за

оптичен запис на информация и в инфрачервената оптика (за военни, медицински и др. приложения свързани с опазване на околната среда).

6. По два независими метода е установено слабо увеличение на ширината на забранената зона с увеличаване съдържанието на In за повечето състави. Установено е, че получените стойности за показателя на пречупване за тънките слоеве от системата Ge-Te-In позволяват използването им за производството на вълноводи.

7. За първи път са установени фотоиндуцирани изменения в тънките слоеве получени чрез вакуумно-термично изпарение в системата Ge-Te-In.

Получените резултати показват възможност за приложение на материалите в оптоелектрониката (активни елементи за всички оптични вериги и устройства) чрез промяна на техните оптични характеристики.

4. Забележки и препоръки

Към дисертанта нямам критични забележки.

За бъдещата работа на дисертанта би могло да се препоръча да бъдат направени допълнителни анализи за изясняване на структурата на получените образци от системата Ge-Te-In. Работата е интересна и предлага бъдещо развитие и в тази цел искам да поставя два въпроса:

1) Какви изследвания още са възможни в перспектива с цел изясняване на структурата на Te-съдържащите халкогенидни тънки слоеве?

2) Как виждате по нататъшните перспективи за приложението на Te-съдържащи халкогенидни тънки слоеве?

Съществуват някои по-незначителни забележки, свързани със забелязани езикови и технически грешки, на които няма да се спирам.

Направените препоръки и забележки не променят общото ми отлично впечатление от работата и оценката на приносите на гл. асистент инж. Владислава Иванова. Отчитам и факта, че изследванията са значителни по обем.

Преки лични впечатления от дисертанта нямам. Бих желала да подчертая, че присъствах на предзащитата и останах с много добро впечатление относно компетентността на направеното от него изложение и дадените от него отговори на поставените въпроси.

Авторефератът е написан съгласно изискванията и съответства напълно на съдържанието на дисертацията.

5. Заключение

Представеният дисертационен труд на инж. Владислава Христова Иванова с научен ръководител проф. д-р инж. Пламен Петков (ХТМУ, София) е на високо научно ниво. Проведените изследвания в областта на получаването и охарактеризирането на Теслъдиращи халкогенидни тънки слоеве е оригинално, актуално и много интересно, с убедителни научни приноси. Отговаря изцяло на изискванията на Закона за развитие на Академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), на Правилника за прилагането му, както и на Правилника на ХТМУ за придобиване на образователната и научна степен „доктор”. Въз основа на гореизложеното давам изцяло положителна оценка на рецензираната от мен дисертация и предлагам на уважаемото Научно жури да присъди на инж. Владислава Христова Иванова образователната и научна степен, ДОКТОР по професионално направление 4.1 “Физически науки”, научна специалност “Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя”.

02. 12. 2014г.

София

Рецензент:



/доц. д-р инж. Ангелина Колева Стоянова-Иванова/