

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију 19.11. 2015. Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду</p> <p>2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проф. др Драгослав Петровић, редовни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду, <i>председник</i>, изабран у звање редовног професора 05.03.1991. за ужу научну област <i>Физика кондензоване материје</i> – проф. др Светлана Лукић-Петровић, редовни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду, <i>ментор</i>, изабрана у звање редовног професора 04.02.2002. за ужу научну област <i>Физика кондензоване материје</i> – проф. др Горан Стојановић, редовни професор Факултета техничких наука у Новом Саду, <i>члан</i>, изабран у звање редовног професора 21.10.2015. за ужу научну област <i>Електроника</i> – др Иван Виденовић, доцент Физичког факултета у Београду, <i>члан</i>, изабран у звање доцента 26.04.2005. за ужу научну област <i>Физика кондензоване материје</i> – др Далибор Секулић, научни сарадник Факултета техничких наука у Новом Саду, <i>члан</i>, изабран у звање 28.05.2014 за ужу научну област <i>Електроника</i>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Мирјана, Владо, Шиљеговић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 16.12.1979. Сарајево, Босна и Херцеговина</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно-математички факултет, Нови Сад, дипломирани физичар-истраживачки смер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2013 година, физика материјала</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: Природно-математички факултет, „Утицај додатка бизмута на својства некрystalних полупроводника система As-S“, научна област Физика, одбрана 30.06. 2008.</p>
<p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Физика</p>

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

„Корелација између састава и својстава аморфног As_2S_3 допираног бизмутом“

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Дисертација је подељена у 8 поглавља, са следећим називима:

1. Увод
2. Синтеза халкогенидних стакала система $Bi-As_2S_3$
3. Термички процеси у халкогенидним стаклима
4. Механичке и термомеханичке особине халкогенидних стакала
5. Електрична и диелектрична својства халкогенидних стакала
6. Оптичке и спектралне карактеристике халкогенидних стакала
7. Закључак
8. Литература

У дисертацији су, у оквиру сваког поглавља, детаљно изложени, дискутовани и образложени литературни подаци који се односе на истраживања везана за халкогенидна стакла, битне теоријске основе од значаја за интерпретацију експерименталних резултата, као и карактеристике примењених метода истраживања. Дисертација има 176 страна, садржи 137 слика и графикона, 46 табела и 289 референци.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Предмет истраживања ове докторске дисертације су нови материјали неуређених структура квазибинарних халкогенида система $Bi_x(As_2S_3)_{100-x}$, са нагласком на истраживања корелације хемијског састава и технологије добијања са релевантним физичким и физичко-хемијским особинама. У том смислу, најпре извршена је синтеза састава са $x=1.5, 3, 5$ и 7 ат. % Bi методом каскадног загревања која је детаљно описана у Поглављу 2. У њему су такође изложени резултати испитивања морфологије узорака применом SEM технике, а утврђена је и гранична концентрација примесних атома Bi при којој се још увек одржава пуна аморфност матрице. У циљу свеобухватне карактеризације физичких особина испитиваних халкогенида, извршена су мерења термичких, механичких, електричних, оптичких и спектралних особина, а добијени резултати изложени су редом у Поглављима 3, 4, 5 и 6. У њима су такође описане савремене експерименталне методе које су притом примењене, а у уводном делу сваког поглавља дат је и теоријски осврт на феномене који су карактеристични за дату групу особина проучаваних материјала. Тако су у Поглављу 3 илустровани резултати мерења и анализе предкристалizacionих и кристалizacionих процеса у складу са актуелним кинетичким методама, а изведени закључци верификовани су и допуњени резултатима термогравиметријских мерења. У поглављу 4 је, између осталог, успостављена веза између механичких и термомеханичких мерења, што је омогућило израчунавање појединих, структурно зависних и стога врло значајних параметара (модула еластичности, Поасоновог броја, флукуационе запремине ...). Поглавље 5 садржи резултате мерења електричних карактеристика проучаваних халкогенида у режиму протока једносмерне (DC) и наизменичне (AC) струје и резултате примене импедансне спектроскопије (IS). Значај њене примене огледа се у чињеници да омогућава квантитативну оцену појединачних доприноса различитих релаксационих процеса у укупној поларизацији. Мерења у DC режиму указала су на различитост доминантних механизма за различите концентрације примесних атома. Резултати AC мерења у мереном фреквентном интервалу потврдила су да је код састава за $x=5$ и даље доминантан механизам термичке активације носилаца наелектрисања. Код састава са максималним садржајем Bi уочена је промена проводљивости у функцији фреквенције на свим температурама, а добијени резултати су у складу са поставкама модела корелираних

прескока баријере (СНВ модел).

Оптичка и спектрална испитивања халкогенида из система $\text{Bi-As}_2\text{S}_3$ приказана су у Поглављу 6. На основу дисперзионих кривих апсорпционих коефицијената одређене су ширине оптичког процепа и области локализованих стања у реповима зона. Понашање индекса преламања анализирано је према три дисперзиона модела, а на основу параметара једног од њих (Wemple diDomenico модела) успостављена је и веза између линеарних и нелинеарних оптичких параметара. Анализа Раман спектра састава за $x=1.5, 3$ и 7 , указала је на постојање фазне сепарације на нано-нивоу, у смислу постојања различитих молекулских врста и кластера у структурној грађи. Форма Раман спектра стакла са $5 \text{ at.}\% \text{ Bi}$ објашњена је доминацијом фаза Bi_2S_3 и As_2S_3 .

Резултати свих горе наведених експерименталних мерења дискутовани су, како са аспекта функционалне зависности од садржаја примесних атома, тако и поређењем са одговарајућим наводима у литератури.

У Закључку су на прегледан начин и таксативно наведени сви претходно изложени резултати.

Списак референци дат у Литератури је свеобухватан и релевантан за реализована истраживања.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

M21 - Рад у врхунском међународном часопису

M.V. Šiljegović, S.R. Lukić-Petrović, D.L. Sekulić, A.S. Tverjanovich, Analysis of Electrical Parameters of the Glasses of the System $\text{Bi}_x(\text{As}_2\text{S}_3)_{100-x}$, Materials Science in Semiconductor Processing, 38, 324-328 (2015)

M22 - Рад у истакнутом међународном часопису

M. V. Šiljegović, D. L. Sekulić, S. R. Lukić Petrović, D. M. Petrović, Correlation between the microstructure and electrical properties of $\text{Bi-As}_2\text{S}_3$ quasibinar chalcogenides by using AC impedance spectroscopy, Journal of Material Science: Materials in Electronics (2015) doi: 10.1007/s10854-015-3937-8

M34 - Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у изводу

M.V. Šiljegović, S.R. Lukić Petrović, D.M. Petrović, D. L. Sekulić, F. Skuban, Dielectric and Structural Characteristics of the $\text{Bi-As}_2\text{S}_3$ Quasibinar Chalcogenides, The 4th International Conference on the Physics of Optical Materials and Devices, ICOM 2015, Book of Abstracts p. 205

M. V. Šiljegović, S.R. Lukić Petrović, D.M. Petrović, I.R. Videnović, R.V. Kisić, Mechanical Characteristics of $\text{Bi-As}_2\text{S}_3$ Glasses Induced by Bismuth Doping, 5th International Advances in Applied Physics and Materials Science Congress & Exhibition, APMAS 2015, Book of Abstracts p. 100

Šiljegović Mirjana, Petrović Dragoslav, Goran Štrbac, Lukić Petrović Svetlana, Study of Crystallization Processes in Bi-doped As_2S_3 chalcogenide glasses using linear isoconversion methods, Fifth European Conference on Crystal Growth ECCG5, Book of Abstracts p. 48

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У овим истраживањима утврђена је оптимална метода синтезе значајне класе нових аморфних материјала система $\text{Bi-As}_2\text{S}_3$, из елементарних компоненти високе чистоте и коришћењем методе каскадног загревања. Примењене изузетне брзине хлађења растопљених композита омогућиле су задржавање неуређене структуре у кондензованим стањима, што је детектовано комбиновањем поларизационе спектроскопије, рендгенском анализом и електронском микроскопијом.

У оквиру *термичких истраживања* одређени су параметри процеса детектованих на DSC кривама- фазна трансформација омекшавања стакла и кристализација. Енергија активације процеса омекшавања одређена је за узорке са $x=3$ и $5 \text{ at.}\%$ Bi, према Kissinger-овом моделу. Показано је да су резултати анализе TG криве састава са максималним уделом примеса у потпуној корелацији са резултатима рендгенске и SEM анализе.

Мерења механичких параметара указали су на пораст параметара микротврдоће H_V у функцији садржаја примесних атома за прва три допирана састава, као и изражен нормални ISE феномен у опсегу мањих оптерећења. У циљу успостављања корелације између термичких и механичких величина извршена су и дилатометријска мерења испитиваних састава.

Мерења електричних карактеристика стакала система $\text{Bi-As}_2\text{S}_3$ извршена су и у једносмерном и наизменичном струјном режиму. Скок у проводљивости за неколико редова величине регистрован је код састава са сложенијом структурном грађом и тумачен је последицом фазне сепарације. Удео локализованих стања у укупном механизму провођења значајан је само за мање концентрације примесних атома, а за веће концентрације доминантан фактор представљају прескоци између делокализованих стања. На AC резултате примењена је IS анализа која је омогућила опис импеданских карактеристика испитиваних састава са одговарајућим еквивалентним електричним колом. Закључено је да, осим аморфне матрице, и гранична област око кристалних центара као и сами кристални центри имају допринос у укупној поларизацији овог састава. Доприноси сваког од ових процеса су квантитативно одређени.

Диелектрична пропустљивост и фактор губитака одређивани су и дискутовани у фреквентном интервалу од 1kHz до 1MHz. Поларизација се манифестује са високим вредностима диелектричне константе и диелектричних губитака на ниским фреквенцијама. На вишим фреквенцијама доминантан је ефекат аморфне фазе, што резултира и смањењем вредности диелектричне константе у високофреквентном опсегу.

Оптичка и спектрална испитивања халкогенида из система $\text{Bi-As}_2\text{S}_3$ обухватила су мерења транспаренције и дисперзије индекса преламања и снимање Раман спектра. Спектри транспаренције послужили су за процену апсорпционих коефицијената, на основу којих су одређене ширине оптичког процепа и ширине области локализованих стања у реповима зона.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Добијени резултати су приказани систематично, разврстани по примењеним методама карактеризације, имају јасан аналитички ток који је подржан оптималним бројем графичких приказа, а тумачење резултата је изведено систематски на основу актуелних преваладајућих ставова у литератури из наведене области. Резултати и тумачења су упоређивани са претходно објављеним резултатима и интерпретацијама других аутора који су били усмерени на материјале овог типа. Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.
2. Да ли дисертација садржи све битне елементе Докторска дисертација садржи све битне елементе истраживачког рада.
3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци Докторска дисертација даје оригиналан допринос науци свеобухватном карактеризацијом испитиваних материјала. Сви експериментални подаци су добијани применом најсавременијих техника које се користе при карактеризацији и анализи материјала. На тај начин дисертација презентованим резултатима пружа својеврстан допринос целокупној области испитивања материјала и упућује на одговарајуће могућности примене.
4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања Нису уочени битни недостаци дисертације.
X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже да се докторска дисертација ПРИХВАТИ, а кандидату ОДОБРИ одбрана.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Драгослав Петровић, редовни професор ПМФ-а у Новом Саду, председник

др Светлана Лукић-Петровић, редовни професор ПМФ-а у Новом Саду, ментор

др Горан Стојановић, редовни професор ФТН-а у Новом Саду, члан,

др Иван Виденовић, доцент Физичког факултета у Београду, члан

др Далибор Секулић, научни сарадник ФТН-а у Новом Саду, члан