

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хацић

1. Биографски подаци

- место и година рођења: Београд, 1976.
- основне студије:
Физички факултет (1995-2004), просек: 8,81.
- магистарске студије:
Физички факултет (2005-2007)
рад: Вибрациона спектроскопија $\text{Pb}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ добијеног Брицмановим методом и епитаксијом молекулског снопа, урађена у ИФ под менторством М. Ромчевић
- докторске студије:
Физички факултет (2007-2009).
теза: Вибрациона спектроскопија $\text{Pb}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ добијеног епитаксијом молекулског снопа и нанодимензионог ZnO допираног са Mn, Co и Fe



Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хаџић



- од фебруара 2005. године до августа 2005. године радила као професор у основној школи Бранко Радичевић у Батајници.
- запослена у ИФ-у од септембра 2005. године.
- други релевантни биографски подаци

Ангажовање на пројектима

2007-2010 Спектроскопија елементарних ексцитација код полумагнетних полупроводника, пројекат основних истраживања при Министарству за науку и технолошки развој.

2011-2016 Оптиелектронски нанодимензиони системи - пут ка примени, текући пројекат Интегралних интердисциплинарних истраживања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хаџић



Ангажовање на међународним пројектима

У оквиру Споразума о научној сарадњи између Пољске академије наука и Српске академије наука и уметности:

- 2005-2007 Elementary excitations in semimagnetic crystals and structures
- 2008-2014 Elementary excitations in semimagnetic nanocrystals and nanostructures.

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хацић

2. Преглед научне активности кандидата (1. део)

Научно-истраживачки рад кандидата обухвата неколико области физике полупроводника у коме важно место заузима проучавање оптичких и магнетних особина полумагнетних полупроводника као и промене њихове структуре, зонских и осталих особина при промени састава. Научне активности обухватају експериментални рад, обраду добијених резултата и теоријску анализу. Најзначајније истраживачке теме којима се кандидат бавио су:

Тема1. Испитивање оптичких и магнетних особина разблажених полумагнетних полупроводника на бази ZnO. Испитиване су структурне, оптичке и магнетне особине цинк-оксидних нанопрахова, као и зависност тих особина од начина припреме узорка, концентрације и типа допанта, формираних фаза, промене уређености система, нарушавања симетрије, као и утицаја коришћеног ласерског зрачења.

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хацић



2. Преглед научне активности кандидата (2. део)

Један од важних резултата је регистровање површинских оптичких фонона у овим структурама, услед нарушавања симетрије, као и њихово понашање при промени концентрације и врсте допанта. Такође, испитивана је и промена положаја и интензитета како површинских оптичких фонона тако и модова карактеристичних за ZnO као и за регистроване фазе допаната. Кроз експериментални рад на овим узорцима је показана и већа осетљивост Раманове спектроскопије у односу на дифракцију X-зрака.

Магнетне особине ових узорака су проучаване испитивањем суцептибилности где је код узорака допираних са Fe_2O_3 добијених хидротермално, понашање објашњено суперпарамагнетим моделом док је код узорака добијених калцинацијом са порастом концентрације Fe_2O_3 примећено понашање слично спинском стаклу. Високо температурно Кири-Вајсово понашање у АЦ суцептибилности примећено је код узорака допираних са CoO . Код узорака добијених калцинацијом доминантна је антерферомагнетна интеракција. Узорци ZnO допираног са MnO до 50% показују суперпарамагнетно понашање.

У последње време посебна пажња је усмерена на испитавање утицаја загревања ласерским зрачењем на карактеристике узорка. Узорци ZnO допирани са CoO а добијени процесом калцинације су испитивани на четири различите густине снаге ласера Рамановом спектроскопијом. Поред уобичајеног померања пикова ка нижим вредностима Рамановог помераја и ширења пикова примећено је и формирање димера кобалта на површини узорка. Коришћене снаге ласера нису изазвале ни резонанцу ни термалну деструкцију узорка. Релативни

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хаџић



2. Преглед научне активности кандидата (3. део)

интензитет пикова нема монотону зависност од густине снаге ласерског зрачења и различит је за ZnO , Co_2 и Co_3O_4 . Релативни интензитет пикова ZnO и Co_2 расте са порастом густине снаге ласера док релативни интензитет Co_3O_4 опада. Иако пораст густине снаге ласерског зрачења различито утиче на Co_2 и Co_3O_4 укупан релативни интензитет свих кобалтних модова расте. Такође, ласерско загревање узорка узрокује већи померај положаја пикова ка нижим вредностима рамановог помераја него што то проузрокује допирање.

Тема2. Испитивање оптичких особина материјала подвргнутих екстремној пластичној деформацији методама Раманове спектроскопије и спеткроскопске елипсометрије. Оптичке особине чистог бакра који је пластично деформисан једнакоканалном угаоном пресом испитиване су коришћењем Раманове спектроскопије којом је откривено постојање нанодимензионих кристалних структура како чистог бакра тако и бакар оксида у формираним аморфним кластерима. Док је елипсометријом одређена дебљина спонтано формираног бакар оксида, а храпавост површине израчуната је коришћењем двослојног модела. Добијени резултати указују да није дошло до потпуне аморфизације целог узорка.

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хацић



2. Преглед научне активности кандидата (4. део)

Микроструктурне особине легуре $\text{Cu} - \text{Al}$ (0,4% Al) која је, након унутрашње оксидације, била подвргнута једнакоканалној угаоној преси, испитиване су методама микроскопије атомске силе, дифракције X – зрака и Раманове спектроскопије. Добијени резултати указују на то да је пластична деформација довела до аморфизације узорка, што се може приписати повећању слободне енергије услед велике густине дислокација. Ако складиштена енергија деформације расте са напрезањем материјала, јасно је да је трансформација у аморфно стање енергијски повољнија. Степен аморфизације је већи у трансферзалној равни у односу на лонгитудиналну.

Тема3. Структурне, електричне и оптичке особине полумагнетног полупроводног кристала ZnGeAs_2 чистог и допираног са различитим процентима мангана. Утврђено је постојање арсеникових кластера уз очекиване кластере MnAs и манганових комплекса као и постојање карактеристичних вибрационих фреквенци основног кристала ZnGeAs_2 . Претпоставили смо да су ови кластери смештени на крајевима (границама) кристалита, као и да су слободни носиоци нехомогено распоређени у узорцима.

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хацић



2. Преглед научне активности кандидата (5. део)

Тема4. Утицај фемтосекундног ласерског зрачења на структурне, електричне, оптичке и магнетне особине монокристала бизмут германијум оксида (БГО). Испитивање је вршено поређењем карактеристика озраченог и неозраченог узорка. Озрачивање фемтосекундним ласером таласне дужине 800 nm и растуће снаге је изазвало трајне промене у кристалу, промена боје кристала је видљива голим оком. Озрачени узорак је најпрозрачнији при снази ласера од 455 mW и његова прозрачност је већа него код неозраченог узорка код кога уочена анизотропија је нестала приликом озрачивања. Ово је један од првих случајева фото-индукованог пораста прозрачности код БГО узорака. Крај кристала кроз који је улазило ласерско зрачење је изгубио кристалну структуру и постао аморфан. Раманов спектар је показао повећање интензитета пикова осим пикова Е типа на 234, 454 и 619,6 cm^{-1} који су нестали у спектру озраченог узорка. Озрачивање узорка је побољшало његове магнетно-оптичке особине и довело до повећања Вердетове константе, као и до смањења коефицијента апсорпције.

Тема5. Оптичке особине монокристала $\text{CdTe}_{0,97}\text{Se}_{0,03}$ и $\text{CdTe}_{0,97}\text{Se}_{0,03}(\text{In})$ изучаване методом инфрацрвене спектроскопије. Анализа инфрацрвених спектра извршена је процедуром нумеричког усаглашавања параметара узимајући у обзир диелектричну функцију која укључује просторну расподелу слободних носилаца, као и њихов утицај на плазмон – фонон интеракцију. Нађено је да дуготаласни фонони мешаних кристала $\text{CdTe}_{1-x}\text{Se}_x$ показују двомодно понашање. Уочен је локални мод In на око 160 cm^{-1} .

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хацић



2. Преглед научне активности кандидата (6. део)

Тема6. Испитивање монокристала $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ добијених методом раста кристала по Чохралском. Израчунати су критични дијаметар и критична стопа ротације, а одређени су и погодни раствори за полирање и нагризање. Као резултат, произведени су монокристали светложуте боје. Структура $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ испитивана је техником дифракције X - зрака, Раманове и инфрацрвене спектроскопије, где је уочено 15 Раманових и 5 инфрацрвених модова.

Тема7. Оптичке особине такних филмова CdS. Танки филмови су добијени термалним напаравањем а испитивани Рамановом спектроскопијом. Рамановом спектроскопијом је откривено да поред уобичајених пикова карактеристичних за CdS постоје и пикови површинских оптичких фонона. Диелектрична функција је моделована применом Максвел-Гарнетове формуле за хомогене сферне инклузије (кластера CdS) у ваздуху.

Тема8. Испитивање структурних и оптичких особина монокристала чистог InSe и допираног са Mn, Fe, Co и Ni, добијених Брицмановом методом. Рентгеноструктурном анализом и Рамановом спектроскопијом утврђено је да су добијени ромбодарски узорци R3m симетрије. Енергетски прелази су испитивани елипсометријом како у забрањеној зони, при енергијама нижим од 1,4 eV, тако и на високим енергетским нивоима од 1,5 до 6,5 eV. Утврђено је

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хацић



2. Преглед научне активности кандидата (7. део)

да у оба енергетска интервала је већа апсорпција код допираних узорака. Одређене су и енергије директног и индиректног прелаза, одговарајуће енергије слободних екситона као и енергије везе.

Тема9. Структурне и оптичке особине монокристала CaF_2 добијеног Брицмановом методом. Испитивање је вршено рентгеноструктурном анализом, Рамановом и инфрацрвеном спектроскопијом. Рентгеноструктурном анализом је потврђена структура док је Рамановом спектроскопијом откривен оптички T_{2g} мод на $319,7 \text{ cm}^{-1}$. Инфрацрвеном спектроскопијом је указано на могућност постојања молекула $-\text{CH}_2$ и $-\text{OH}$ или молекула воде на самој површини узорка. Извршеним анализама је потврђено да је добијен монокристал доброг квалитета што је и био циљ истраживања.

Тема10. Испитивање оптичких особина $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$. Узорци су добијени коришћењем колоидног хемијског метода. У добијеном Рамановом спектру доминира асиметричан пик на око 300 cm^{-1} . Нелинеарна промена у интензитету овог пика са променом количине Mn^{2+} у једињењу као и различитих енергија екситације је последица нелинеарних промена у забрањеној зони.

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хацић

2. Преглед научне активности кандидата (8. део)

Тема11. Испитивање ферита MFe_2O_4 ($M = Ni, Mn, Zn$) добијених софт механохемјском синтезом у планетарном млину са куглама. Фазни састав праха и синтерованих узорака анализиран је рентгено структурном анализом и Рамановом спектроскопијом, а морфологија је испитивана скенирајућим електронским микроскопом. Вредности електричне проводности показују раст са повећањем температуре, што указује на проводно понашање испитиваних ферита. Феномен проводности испитиваних узорака је објашњен моделом скока. Проучавање ефекта зрна и границе зрна на електричне особине код испитиваних узорака вршена је анализом комплексне импедансне спектроскопије.

Тема12. Кроз сарадњу са другим групама изучавани су различити материјали где је кандидат дала допринос како у комплексној карактеризацији испитиваних узорака тако и у свеобухватној анализи утицаја синтезе на изглед Раманових и фотолуминесцентних спектра.

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хацић



3. Елементи за квалитативну анализу рада кандидата (1. део)

Кандидат је проширила област истраживања и покренула сарадњу на пољу наномедицине са проф. др Браниславом Миловановићем, редовним професором Медицинског факултета у Београду и начелником одељења за кардиологију КБЦ Бежанијска коса, где се бави проучавањем проблема програмираног плацеба. Као резултат те сарадње кандидат је одржала и четири предавања по позиву на међународној конференцији (Neurocard - International meeting on Neurocardiology and Noninvasive electrocardiology). Овом сарадњом указала је на могућности и значај коришћења Раманове спектроскопије у фармацији и наномедицини.

- **Предавања по позиву.**

- The Fifth International Symposium of Neurocardiology, Neurocard 2013, Belgrade October 17-18, 2013.
- The Sixth International Symposium of Neurocardiology, Neurocard 2014, Belgrade October 16-17, 2014.
- The VII International Symposium of Neurocardiology, Neurocard 2015, Belgrade October 16-17, 2015.
- The VIII International Symposium of Neurocardiology, Neurocard 2016, Belgrade October 14-15, 2016.

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хаџић



3. Елементи за квалитативну анализу рада кандидата (2. део)

- **Комитети конференција.**

Члан организационог комитета Конференције младих истраживача од 2013. до данас.

Члан је Друштва физичара, Друштва за ЕТРАН и Оптичког друштва Србије.

- **Пројекти**

Активно учествује на пројектима Министарства као и на међународним пројектима

- **Рецензије.**

Рецензент је у часописима Journal of Alloys and Compounds, Applied Physics Letters и Acta Physica Polonica A.

- **Међународна сарадња.**

са Институтом за физику Пољске Академије наука, где је више пута боравила а такође је и примила је неколико посета.

Избор у звање научни сарадник

кандидат: Бранка Хацић

4. Елементи за квантитативну анализу рада кандидата

- Кандидат је у последњих пет година (од 2012. до 2016.) објавила 25 радова, 13 радова М21 категорије, 7 радова М22 категорије, 5 радова М23 категорије, има 4 саопштења на конференцији М32 категорије и 2 саопштења М34 категорије.
- Радови кандидата су цитирани 81 пут без аутоцитата са h-фактором 4.

	Остварено/Нормирано	Потребно
Укупно	161/134,31	16
М10+М20+М31+М32+М33 +М41+М42	160/127,31	10
М11+М12+М21+М22+М23 +М24	154/121,31	5

Избор у звање научни сарадник кандидат: Бранка Хацић



5. Закључак

- Анализом изложеног извештаја о научној активности кандидата, Комисија је закључила да научни рад др Бранке Хацић представља оригинални научни допринос области физике материјала. Имајући у виду квалитет научно-истраживачког рада др Бранке Хацић и достигнути степен истраживачке зрелости и компетентности, предлажемо Научном већу Института за физику да Министарству просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије предложи избор др Бранке Хацић у звање научни сарадник.
- Комисија: др Јелена Трајић, виши научни сарадник, ИФ,
др Зорица Лазаревић, виши научни сарадник, ИФ
др Јаблан Дојчиловић, редовни професор ФФ