

Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата мр Дејана Вељковића за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 951/1 од 30.06.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата мр Дејана Вељковића, дипл. инж. електротехнике, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Моделовање механичког напрезања у полупроводничким наноструктурама“

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Мр. Дејан Вељковић је рођен 26.10.1966. године у Урошевцу. Основну и средњу школу завршио је у Горњем Милановцу. У средњој школи је на републичким такмичењима из математике и физике више пута освајао једно од прва три места. У периоду 1985-1986. године служио је војни рок. На Електротехнички факултет у Београду уписао се 1986. године, где је дипломирао на Одсеку за електронику 1992. године са просечном оценом 9,20.

По завршетку факултета радио је кратко време у Дирекцији за развој и инвестиције ЈП ПТТ САОБРАЋАЈА "СРБИЈА". Од 1993. до 2008. године био је запослен на Електротехничком факултету у Београду, где је држао вежбе из предмета Технологија електротехничких материјала, Електротехнички материјали, Физика материјала, Биофизика и Биоматеријали.

На Електротехничком факултету у Београду је магистрирао 1997. године на тези – *Симулација рада једне аналогне асоцијативне меморије са повратном спрегом*, под руководством проф. др. Дејана Раковића.

Од 2008. године запослен је на месту предавача на Високој школи техничких струковних студија у Чачку, где ради и данас, као предавач из више предмета на Електротехничком одсеку школе.

Учествовао је на четири научно-истраживачких пројеката Министарства за науку Републике Србије. Објавио је седам радова, од којих два у међународним часописима са импакт фактором, два у националним часописима, два на међународним конференцијама, и један на домаћој конференцији. Коаутор је две књиге.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Увидом у приложеној документацији, може се констатовати да се кандидат мр. Дејан Вељковић током своје каријере бавио истраживањима у неколико научних области.

Истраживањима из области нанотехнологија и напрегнутих полупроводничких наноструктура (оптичка својства напрегнутих квантних тачака и суперрешетки) кандидат се бави од 2003. године. Ови истраживачки резултати формулисани су у два рада објављена категорије М23.

Истраживањима из области просторно нарушених електротехничких материјала (термодинамичка и транспортна својства просторно нарушених танких слојева и фулерена) кандидат се бавио крајем 1990-их и има два објављена рада категорије М52 и један рад објављен категорије М63.

У магистарском раду одбрањеном 29.12.1997. године на Електротехничком факултету у Београду, под руководством ментора проф. др. Дејана Раковића, на тези “Симулација рада једне аналогне асоцијативне меморије са повратном спрегом” из које има два објављена рада категорије М33, кандидат се бавио проучавањем једне класе аналогних асоцијативних меморија, пронашавши бржи алгоритам за обучавање мреже и нов метод за меморисање дигиталних вектора, као и да су двослојне меморије најбољих перформанси које зависе од одабраног вектора засићења.

Референце:

Радови објављени у међународним часописима категорије М23

D. Veljković, M. Tadić, F. M. Peeters: *Intersublevel absorption in stacked n-type doped self-assembled quantum dots*, Materials Science Forum, Volume 494, 2005, pp. 37-42, ISSN 0255-5476.

D. Veljković, M. Tadić, F. M. Peeters: *Magnetoexcitons in type-II self-assembled quantum dots and quantum-dot superlattices*, Materials Science Forum, Volume 518, 2006, pp. 51-56, ISSN 0255-5476.

Радови објављени у националним часописима категорије М52

J. P. Setrajcic, I. D. Vragovic, S. M. Stojkovic, R. Kostic, D. Rakovic, M. Grujic, D. Veljkovic: *Superconductivity and fullerenes*, Fullerenes and Nanotubes Review, Vol. 2, No. 1, 1998, pp. 23-33.

S.M. Stojković, J.P. Šetrajčić, D. Raković, D. Veljković, S.K. Jaćimovski, D.Lj. Mirjanić, *Termo-dinamičke karakteristike tankih film struktura*, Tehnika - Novi materijali Vol. 7, No. 1, 1998, pp. 1-6.

Радови објављени у зборницима конференција међународног значаја М33

D. Veljkovic, D. Rakovic: *Error probability versus signal to noise ratio of an analog feedback associative memory*, 4th NEUREL Proc., Belgrade, 1997, pp 59-62.

D. Veljkovic, D. Rakovic, Z. Djurovic, S. Stankovic, *The binary vectors storing procedure in an analog feedback associative memory*, 5th NEUREL Proc., Belgrade, 2000, pp 37-41.

Радови објављени у зборницима конференција националног значаја М63

J. P. Setrajcic, I. D. Vragovic, S. M. Stojkovic, D. Rakovic, D. Veljkovic, D. Lj. Mirjanic, S. K. Jacimovski: *Fonons influence at Tc crystalline C60 films*, ETRAN-98, Vrnjacka Banja, 1998, pp. 328-331.

Књиге

Д. Раковић, П. Осмокровић, Д. Вељковић, Н. Бацковић, С. Јосиповић, Н. Карталовић: *Приручник за лабораторијске вежбе из Електротехничких материјала и Физике материјала*, ЕТФ, Београд, 2004.

Група аутора: *Биоматеријали*, Институт техничких наука Српске академије наука и уметности, Београд, 2010.

Пројекти

Истраживање виших мозжданих функција, са биомедицинским и техничко-технолошким применама, Министарство за науку Републике Србије (1997-2001).

Диелектричне, оптичке и транспортне особине кристалних и аморфних материјала, Министарство науке и заштите животне средине Републике Србије (2002-2005).

Мултидисциплинарна истраживања говорно-језичких ресурса српског језика са применама у лингвистици, дефектологији и комуникацијама, Министарство науке и заштите животне средине Републике Србије (2002-2005).

Наноструктуре и нанокомпоненте у физичкој електроници, Министарство науке и заштите животне средине Републике Србије (2006-2010).

Дана 30.06.2015. кандидат мр Дејан Вељковић је успешно одбранио испит о подобности теме и кандидата на усменој одбрани у присуству Комисије: проф. др Милан Тадић, др Небојша Ромчевић, н. сав., доц др Јелена Поповић Божовић.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Комисија сматра да је кандидат Дејан Вељковић научно компетентан за израду докторске дисертације са предложеном темом, јер се нанотехнологијом и изучавањем напрегнутих полупроводничких наноструктура бави од 2003. године, из чега има два објављена научна рада у часописима са импакт фактором. Осим тога има дугогодишње научно-истраживачко искуство, кроз ангажовање на четири научно-истраживачка пројекта Министарства науке Републике Србије.

2. Предмет и циљ истраживања

Полупроводничке наноструктуре су реалне геометријске структуре нанометарских димензија, састављене од различитих врста полупроводничких материјала, и део су бројних направа у микроелектроници и оптоелектроници, сензорима различитих врста, нанороботици и наномедицини, трговини (маркирање индустријских производа), и у осталим гранама науке, технике, технологије, као и делатностима општег карактера.

Полупроводничке наноструктуре нашле су широку примену због могућности инжењеринга њихових физичких својстава, прецизном контролом димензија, избором материјала, контролом састава легура различитих материјала, избором погодног геометријског облика, итд. Један од начина контроле електронских и оптичких својстава полупроводничких наноструктура је контролом уграђеног механичког напона, што доводи до промене параметара кристалне решетке и промена у преклапању електронских омотача суседних атома, и следствено до промене електронске структуре и оптичких својстава полупроводника и полупроводничких наноструктура.

Предмет докторске дисертације је проучавање механички напрегнутих вишеслојних полупроводничких наноструктура, састављених од слојева III-V полупроводничких једињења или њихових легура.

Циљ докторске дисертације је да се на конкретној класи вишеслојних III-V полупроводничких наноструктура уради следеће:

- Изведу аналитички изрази, или компјутерски израчуна механичко напрезање у одабраним вишеслојним полупроводничким наноструктурама;
- Испита да ли се мењањем геометријских параметара одабраних вишеслојних полупроводничких наноструктура може прецизно контролисати уграђени механички напон у пристојном интервалу вредности, са потоњим израчунавањем и графичким приказом добијених резултата зависности механичког напона од геометријских параметара одабраних вишеслојних полупроводничких наноструктура;
- Испитају неки аспекти утицаја механичког напона на електронску структуру енергетских нивоа одабраних вишеслојних наноструктура, а нарочито померање енергетских нивоа лаких и тешких шупљина у валентној зони.

Главни део релевантне литературе из области истраживања био би:

Nye, J. F., *Physical Properties of Crystals: Their Representation by Tensors and Matrices*, Oxford Press, London, 1957.

Saada, A. S., *Elasticity Theory and Applications*, Pergamon Press, New York, 1974.

Kelly, A. A., Knowles, K. M., *Crystallography and Crystal Defects*, John Wiley & Sons, 2012.

Davies, H. J., *The Physics of Low-dimensional Semiconductors: An Introduction*, Cambridge University Press, 1997.

Harrison, P., *Quantum Wells, Wires and Dots: Theoretical and Computational Physics of Semiconductor Nanostructures*, John Wiley & Sons, 2000.

Singh, J., *Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, New York, 2003.

Chuang, S. L., *Physics of Optoelectronic Devices*, John Wiley & Sons, New York, 1995.

Luttinger, J. M., Kohn, W., *Motion of electrons and holes in perturbed periodic fields*, Phys. Rev. 97, 869-883, 1955.

Chuang, S. L., *Efficient band-structure calculations of strained quantum wells*, Phys. Rev. B 43, 9649-9661, 1991.

3. Полазне хипотезе

Све бржи научно-технолошки развој у области нанотехнологија, интензивно намеће нове захтеве у погледу физичких особина коришћених материјала. У ту сврху било би веома корисно уколико би се на те особине могло утицати са што више параметара, које је могуће технолошки контролисати.

Један од тих параметара је и механички напон, који се јавља као последица уграђеног механичког напрезања, у самом процесу израде наноструктура. Наиме, услед разлике у параметру кристалне решетке, долази до напрезања у раздвојној равни слојева различитих материјала, што резултује механичким напрезањем у читавој наноструктури. Уграђени механички напон, остварен на овакав начин, може да буде далеко већи него што је то могуће постићи дејством спољашњих сила.

Што се утицаја на електронску структуру енергетских нивоа тиче, он се највише огледа у померању зона лаких и тешких шупљина унутар валентне зоне, којом приликом се зона лаких шупљина издиже изнад зоне тешких шупљина (истезање у равни епитаксијалног раста), или спушта испод ње (сабијање у равни епитаксијалног раста). Ове појаве резултују и у мењању једног од кључних параметара полупроводничких наноструктура – ефективног енергетског процепа.

4. Научне методе истраживања

У истраживању ће бити коришћене теоријске методе, компјутерска симулација, као и раније објављени експериментални резултати различитих истраживача из ове области.

Уколико се аналитичким извођењем не добију адекватни резултати, биће развијен посебан компјутерски програм за израчунавање анизотропног механичког напрезања, применљив на конкретне вишеслојне полупроводничке наноструктуре.

За налажење електронске структуре полупроводника, користиће се Luttinger-Kohn-ов модел са урачунатим механичким напрезањем. За ту сврху, као и за остале потребне матричне прорачуне, биће коришћен програмски пакет EIGEN.

Као помоћ при истраживању користиће се познате књиге и научни радови из области које се тичу поменуте материје.

5. Очекивани научни допринос

Добијени резултати примењени на неке познате класе вишеслојних III-V полупроводничких наноструктура представљали би конкретан допринос у:

- Израчунавању механичког напона вишеслојних полупроводничких наноструктура.
- Проналажењу методе за контролисану континуалну промену деформација кристалне решетке материјала, у границама до неколико процената своје вредности, чиме се постиже промена уграђеног механичког напона у широком континуалном интервалу вредности.
- Испитивању утицаја уграђеног механичког напона на електронску структуру енергетских нивоа.
- Испитивању померања зона лаких и тешких шупљина, што је од кључног значаја за електронске и оптичке особине вишеслојних полупроводничких наноструктура.

Добијени резултати би се могли користити као основно полазиште за даља истраживања у области вишеслојних полупроводничких наноструктура. Могућа комерцијална примена била би у технолошки прецизном контролисању електронских и оптичких особина вишеслојних III-V полупроводничких наноструктура, помоћу уграђеног механичког напрезања унутар ових наноструктура.

6. План истраживања и структура рада

- Интензивним проучавањем литературе, и научних достигнућа из поменуте области, створити теоретске основе за израду докторске дисертације.
- Одабрати погодну класу вишеслојних III-V полупроводничких наноструктура за постављени циљ докторске дисертације.
- Развити теоретске моделе применљиве на посматрану класу вишеслојних III-V полупроводничких наноструктура.
- На основу развијених модела извршити израчунавања, и адекватно представити добијене резултате.

- На основу добијених резултата написати научне радове, и публиковати их у међународним часописима са SCI листе, чиме би се потврдио научни допринос истраживања.

Текст докторске дисертације осим уводног дела, и главног дела у коме се налази научни допринос докторске дисертације, треба да садржи и теоретски део који се односи на анизотропно механичко напрезање материјала, као и теоретски део у коме се објашњава утицај механичког напрезања на електронску структуру полупроводника од којих се састоје вишеслојне III-V полупроводничке структуре које су предмет докторске дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу свега изложеног, Комисија констатује да мр Дејан Вељковић, дипл. инж. електротехнике, испуњава све потребне услове за израду докторске дисертације под насловом „Моделовање механичког напрезања у полупроводничким наноструктурама“.

Предложена тема је научно заснована, припада ужој научној области Савремених материјала и технологија, и отвара нове могућности у технолошки прецизном контролисању електронских и оптичких својстава вишеслојних полупроводничких наноструктура, помоћу уграђеног механичког напрезања, а путем контроле геометријских параметара наноструктура.

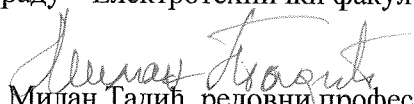
Зато комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да одобри мр Дејану Вељковићу израду докторске дисертације под руководством др Дејана Раковића, редовног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 30.06.2015.

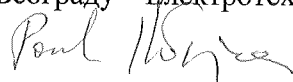
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



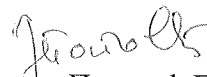
др Дејан Раковић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Милан Тадић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Небојша Ромчевић, научни саветник
Универзитет у Београду – Институт за физику



др Јелена Поповић Божовић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет