



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 736, ПФ 35-54, 11120 Београд, Србија

Тел: 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 19.06.2018. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Милице Достанић под насловом „Вишезонски модел електронске структуре валентне зоне квантних црта“ (енг. „Multiband model of quantum dash electronic structure of valence band“). Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Достанић Милица је рођена 03.11.1994. године у Крагујевцу. Завршила је Основну школу "Крађорђе" у Тополи као вуковац и ћак генерације. Уписала је Средњу школу "Краљ Петар I", општи смер гимназије, у Тополи коју је такође завршила са одличним успехом и као ћак генерације. Током школовања учествовала је на бројним државним такмичењима из математике, физике и српског језика. Електротехнички факултет уписала је 2013. године. Дипломирала је на одсеку за Физичку електронику 2017. године са просечном оценом 9,5. Дипломски рад одбранила је у септембру 2017. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за наноелектронику и фотонику уписала је у октобру 2017. године. Положила је све испите са просечном оценом 10.

2. Опис мастер рада

Мастер рад кандидата садржи 47 страна текста, заједно са сликама и додацима. Рад садржи 6 поглавља и списак литературе који садржи 30 библиографских референци.

Прво поглавље представља увод у коме су укратко описане квантне црте и значај формулације и имплементације физичко-математичког модела за детаљну анализу електронске структуре валентне зоне напрегнуте саморганизоване квантне црте. Анализирана је квантна црта у InAs/InGaAsP материјалном систему, који се испоставља као изазов за нумеричку имплементацију.

Друго поглавље представља теоријски модел на основу ког се може извршити симулациона анализа електронске структуре валентне зоне квантне црте. Представљен је Латинцер-Конов двозонски модел који узима у обзир спрезање зона тешких и лаких шупљина. Разматране су две варијанте Хамилтонијана, изведене за различите осе квантизације квантне црте.

У оквиру трећег поглавља представљен је модел којим се може добити просторна расподела напрезања у 2D равни попречног пресека квантне црте, а затим је приказан начин на који се напрезање директно укључује у прорачун електронске структуре валентне зоне.

Четврто поглавље се бави извођењем материјалних параметара код полупроводничких хетероструктура, са фокусом на кватернарно једињење InGaAsP које у комбинацији са InAs квантним цртама може обезбедити емисију на таласној дужини 1,55 μm .

Коначно, пето поглавље садржи резултате симулација извршених на бази нумеричке имплементације формираних модела методом коначних елемената. Приказане су добијене енергије стања и таласне функције валентне зоне за различите осе квантизације и за случај са и без урачунатог напрезања. Анализирана су два различита профила квантних црта (правоугаони и параболични) са циљем одређивања утицаја геометрије на електронске особине квантне црте. Посебно је анализиран утицај напрезања на електронску структуру за оба профила квантних црта. Резултати су поређени са једнозонским моделом који не узима у обзир напрезање.

Последње поглавље представља закључак у коме су изнети доприноси рада.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Милице Достанић даје анализу симулације електронске структуре валентне зоне само-организујућих напрегнутих квантних црта у InAs/InGaAsP материјалном систему добијених на основу модела различите сложености. Разматрани модели укључују једнозонски модел без напрезања, као и вишезонски 4×4 модел са и без укључене просторне расподеле напрезања. Вишезонски модели квантних црта са егзактно урачунатом просторном расподелом напрезања за квантне црте нису детаљно разматрани у релевантној литератури, а представљају основу за прорачун оптичких особина ових наноструктура када се користе у активним областима полупроводничких ласера и појачавача. Основни доприноси рада су:

- Представљени су вишезонски 4×4 Хамилтонијани за две различите варијанте избора квантизационе осе.
- Формиран је егзактан модел за прорачун просторне расподеле напрезања у равни попречног пресека квантне црте.
- Показано је да у случају примене једнозонског модела у оквиру ког се користи Шредингерова једначина базирана на балковским ефективним масама тешких и лаких шупљина, прорачуната енергетска стања значајно одступају од вишезонског 4x4 модела, који осим што узима у обзир мешање карактера тешких и лаких шупљина чак и у центру Бриуленове зоне, води рачуна и о утицају оријентације квантних црта на електронску структуру.
- Анализиран је утицај профила попречног пресека квантних црта на резултате симулације. Уочени су проблеми који се јављају при нумеричкој имплементацији модела, за мање реалистичан правоугаони профил структуре.
- Уочено је да, услед веома великих вредности Латинцевих параметара за InAs који се у највећем броју случајева користи за реализацију квантних црта, профил таласних функција одступа од уобичајених профила који се добијају у другим материјалним системима.

- Показано је да одступање од прорачунатих енергетских стања путем једнозонског модела постаје додатно другачије због утицаја напрезања које је у InAs доминантно компресивног карактера. Осим што се мења позиција везаних стања, напрезање доводи до значајне модификације таласних функција, а сходно томе ће доводити и до значајне промене у матричним елементима прелаза између подзона проводне и валентне зоне.

4. Закључак и предлог


Кандидат Милица Достанић је у свом мастер раду анализирала проблем моделовања електронске структуре валентне зоне само-организујућих напрегнутих квантних црта који узима у обзир тешке и лаке шупљине. Формирани математичко-физички модели, нумерички имплементирани у програмском пакету Comsol Multiphysics, омогућили су анализу утицаја напрезања на електронску структуру валентне зоне за InAs/InGaAsP квантне црте различитих профила попречног пресека. Добијени резултати представљају основу за одређивање реалистичног оптичког појачања потребног за моделовање и анализу активних полупроводничких компонената на бази квантних црта који примену налазе у оптичким комуникацијама, али и метрологији и сензорским апликацијама.


Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена да прихвати рад „Вишезонски модел електронске структуре валентне зоне квантних црта“ дипл. инж. Милице Достанић као мастер рад и одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 25.06.2018.

Чланови комисије:


др Јасна Црњански, доц.


др Дејан Гвоздић, ред. проф.