

სადოქტორო პროგრამის სახელწოდება: მიკრო და ნანოელექტრონიკა

მისანიჭებელი აკადემიური ხარისხი: ფიზიკის დოქტორი/PhD in Physics

სპეციალობა: მიკრო- და ნანოელექტრონიკა/Micro- and Nano- Electronic

პროგრამის ხელმძღვანელი: ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი ამირან ბიბილაშვილი

სადოქტორო პროგრამის საკვალიფიკაციო დახასიათება:

მიკროელექტრონიკა თანამედროვეობის წამყვანი სამეცნიერო-გამოყენებითი დარგია. სწორედ მასთანაა დაკავშირებული ადამიანის მიერ კოსმოსის ათვისების დაწყება, თანამედროვე კომპიუტერული სისტემების, ინტერნეტის, მობილური კაზმირგაბმულობის ქსელების შექმნა და სხვა.

ნანოელექტრონიკა წარმოადგენს მიკროელექტრონიკის ლოგიკურ გაგრძელებას. მყარსხეულოვანი საინფორმაციო ხელსაწყოები შემცირდნენ მიკროდან (10^{-6} მ) ნანო (10^{-9} მ) ზომამდე. ნანოელექტრონიკაში ელემენტების ტიპური ზომები შეადგენენ 10 – 100 ნმ-ს. მყარსხეულოვანი ელექტრონული ხელსაწყოს ზომის ნანომეტრული უზნის ზომასთან მიახლოებისას თავს იჩენს ელექტრონის კვანტური თვისებები.

ნანოელექტრონიკა – მეცნიერების და ტექნიკის ის დარგია, რომელიც შეისწავლის და იკვლევს ნანომეტრული ზომის ელემენტებს, მათ შექმნას და გამოყენებას. ასეთი ხელსაწყოების ფუნქციონირების საფუძველი კვანტური ეფექტებია. აღსანიშნავია, რომ ნანოელექტრონიკის და ნანოტექნოლოგიის შექმნა არაა განპირობებული მხოლოდ ელემენტების გეომეტრიული ზომების შემცირებით ნანომასშტაბამდე. ძირითადი ფაქტორია ნანომასალებისთვის სრულიად ახალი, უნიკალური თვისებების გამოვლენა, რომელთა ახსნა კლასიკური ფიზიკის ფარგლებში შეუძლებელია და საჭიროებს კვანტური ფიზიკის ჩართვას.

ა) პროგრამის მიზანი: პროგრამის ძირითადი მიზანია საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი, მაღალი კვალიფილაციის მქონე სპეციალისტების მომზადება მიკრო და ნანოელექტრონიკაში. ამისათვის პირველ რიგში გამოყენებულ იქნება საქართველოში ამ მიმართულებით არსებული სკოლის გამოცდილება, რომელიც აღიარებულია საერთაშორისო დონეზე.

ბ) პროგრამის შედეგი: ფიზიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მქონე პიროვნება უნდა იყოს ჩამოყალიბებული მეცნიერი, რომელსაც შეეძლება არა მარტო დამოუკიდებლად განაგრძოს სამეცნიერო მოღვაწეობა, არამედ იყოს კვალიფიკაციური პედაგოგიც. კერძოდ, მას უნდა ჰქონდეს უნარი ბაკალავრის და მაგისტრატურის სტუდენტებს ჩაუტაროს პრაქტიკულ/სემინარები საკმაოდ მაღალ დონეზე. მომავალ დოქტორს შეეძლება სამეცნიერო მოღვაწეობა გააგრძელოს ელექტრონიკის, მიკრო და ნანოელექტრონიკის სამეცნიერო დაწესებულებებში. მიღებული სამეცნიერო გამოცდილებით მას შეეძლება დამოუკიდებლად ჩაატაროს მაღალი დონის ექსპერიმენტები და აწარმოოს სამეცნიერო კვლევები, გამოაქვეყნოს სამეცნიერო პუბლიკაციები მაღალ რეიტინგიან საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალებში, რაც საშუალებას მისცემს მონაწილეობა მიიღოს სხვადასხვა სახის საერთაშორისო პროგრამებში საზღვარგარეთის სასწავლო/სამეცნიერო ცენტრებთან ერთობლივად.

პროგრამის მიმართულება _ სადოქტორო პროგრამა წარმოდგენილი იქნება სამი ძირითადი მიმართულებით:

1. იმს-ის ელემენტების შექმნის დაბალტემპერატურული ტექნოლოგიური პროცესების კვლევა და დამუშავება.

კვლევის მიზანია: GaAs-ზე შექმნილი ხელსაწყოები ხასიათდებიან მაღალსიხშირული დიაპაზონით და თანამედროვე კომუნიკაციის იმს-ების თითქმის 90% მათზეა შექმნილი. ისინი

მიღებული არიან მაღალ ტემპერატურაზე (~500°C) და ნორმალურად ღია და ნორმალურად დახურული ველის ტრანზისტორები ფორმირებული არიან სხვადასხვა საფენზე სხვადასხვა ტექნოლოგიურ პროცესში, რაც აუარესებს მის საიმედოვნების და ინტეგრაციის ხარისხს. ჩვენს შემთხვევაში მიიღება, გამოიკვლევა და შეისწავლება GaAs-ზე ერთ საფენზე და ერთ ტექნოლოგიურ პროცესში მიღებული ნორმალურად ღია და ნორმალურად დახურული ველის ტრანზისტორები.

2. იონური ლეგირების პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები:

დიფუზირი პროცესები მიმდინარეობენ მაღალ (~1150°C) ტემპერატურაზე, რაც იწვევს ზემოთჩამოთვლილ უარყოფით ეფექტებს, აუარესებს მიღებული ხელსაწყოს პარამეტრებს და ამცირებს საიმედოვნებას. იონური ლეგირების პროცესის შესწავლა, როგორც თეორიულად, ასევე პრაქტიკულად უადრესად აქტუალურია. ლეგირების შედაგად წარმოქმნილი რადიაციული დეფექტების გამოწვის პროცესების შესწავლა მოხდება არატრადიციული მეთოდებით. მაღალ ტემპერატურული გამოწვის ნაცვლად მოხდება ჩვენთან შემუშავებული დაბალ ტემპერატურული ფოტონური გამოწვებით. ფოტონების წყაროდ გამოყენებულ იქნება ჰალოგენური ნათება, რომელთა ინტენსიობის და განათების დროის ხანგრძლიობის რეგულირებით დადგინდება გამოწვის პროცესის ოპტიმალური პარამეტრები.

3. ზომითი შეზღუდვებისა და ბალისტიკური ტრანსპორტის პროცესების კვლევა და დამუშავება.

კვლევის მიზანია: აარონოვ-ბომის ეფექტზე შექმნილი ინტერფერენციული ტრანზისტორი წარმოადგენს ნორმალურად დახურული ველის ტრანზისტორის ანალოგს. ინტერფერენციული ტრანზისტორის ჩამკეტის მოპირდაპირე ნახევარწრეზე განსაზღვრული პერიოდის გოფირებული ზედაპირის ფორმირებისას, ჩამკეტზე ძაბვის მოდების გარეშე, მათში შეიქმნება ფერმის ენერგიებს შორის სხვაობა და მიიღება ტრანზისტორის გამოსავალზე ინტერფერენცია. ჩამკეტზე ძაბვის სიდიდის და ნიშნის მიხედვით შესაძლებელია ინტერფერენციის ჩაქრობა ან გაძლიერება. ასეთი ტრანზისტორი ნორმალურად ღიაა, რომელიც წარმოადგენს კვლევის მიზანს. კონფორმული ზედაპირები შესაძლებელია მაღალეფექტური თერმოელექტრული გარდამქმნელებისა და გამაცივებლების შესაქმნელად. კონფორმული ზედაპირების გამოყენებით დიდ ფართზე გაზრდის ბალისტიკური დიოდის (პირველად შექმნა 1მმ² ფართზე ნობელის პრემიის ლაურიატმა ლეო ესაკიმ) მახასიათებლებს.

სასწავლო კომპონენტი დოქტორანტმა აუცილებელია გაიაროს შესაბამისი სპეციალური კურსები, ანუ დააგროვის აუცილებელი რაოდენობის ECTS კრედიტები.

სპეციალური კურსების დასახელება (სტუდენტმა უნდა დააგროვის 60 ECTS კრედიტი):

1. სწავლების თანამედროვე მეთოდები _ 10 კრედიტი (სავალდებულო);
2. საუნივერსიტეტო სასწავლო კურსები –10 კრედიტი (არჩევითი);
3. პროფესორის ასისტენტობა – 10 კრედიტი (სავალდებულო);
4. სპეციალური დარგობრივი კურსი I: მიკროელექტრონიკის საფუძვლები – 5 კრედიტი (სავალდებულო);
5. სპეციალური დარგობრივი კურსი II: ნანოელექტრონიკის საფუძვლები -5 კრედიტი (სავალდებულო);
6. სპეციალური დარგობრივი კურსი III: მიკრო და ნანოტექნოლოგიები – 10 კრედიტი (სავალდებულო);
7. დოქტორანტის კოლოქვიუმი I: –5 კრედიტი (სავალდებულო);
8. დოქტორანტის კოლოქვიუმი II: – 5 კრედიტი (სავალდებულო).

სამეცნიერო კვლევების მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა

- პერსონალური კომპიუტერი;
- ტექნოლოგიური ვაკუუმური დანადგარები, სტრუქტურების და ტრანზისტორების პარამეტრების გამზომი დანადგარ-მოწყობილობები;

- ელექტრონიკის ბიბლიოთეკა და მონაცემთა ბაზები;
- მიღებული შედეგების დასამუშავებლად პროგრამული უზრუნველყოფა.

ადამიანური და მატერიალური რესურსების გათვალისწინებით, ნაგარაუდევია ოთხი დოქტორანტის მიღება.