



ნანო - 2010 - NANO

ნანოქიმია - ნანოტექნოლოგიები

პირველი საერთაშორისო კონფერენციის
თეზისების კრებული

თბილისი
2010



ნანოტექნოლოგია – არსი, პრობლემები, პერსპექტივები

დ. ჯიშიაშვილი*, **

*სსიპ კიბერნეტიკის ინსტიტუტი. ს. ეულის ქ. 5, 0186 თბილისი

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: დ.ჯიშიაშვილი. d_jishvili@gtu.ge

ნანოტექნოლოგია დღეს უკვე იმ საყოველთაოდ აღიარებულ მიმართულებად იქცა, რომელსაც შეუძლია რადიკალურად შეცვალოს ადამიანის ყოფაცხოვრება, მნიშვნელოვნად გააუმჯობესოს მისი ჯანმრთელობა და გარესამყარო, გამოიწვიოს რევოლუციური წინსვლა მეცნიერებისა და ტექნიკის პრაქტიკულად ყველა სფეროში. დღეს ჩვენ ნანოტექნოლოგიური რევოლუციის ჯერ კიდევ საწყის ეტაპზე ვიმყოფებით და წარმოდგენილი მოხსენების მიზანია ნანოტექნოლოგიის, როგორც უკიდურესად მულტიდისციპლინარული დარგის წინაისტორიის, მისი წარმოქმნის მიზეზებისა და პირველწყაროების, აქ დაგროვილი ძირითადი პრობლემებისა და პერსპექტივების მოკლე ანალიზი.

განხილულია კოლოიდური ქიმიის, ულტრადისპერსული მასალების შესწავლისა და მიკროელექტრონული ტექნოლოგიების როლი ნანოტექნოლოგიის, როგორც მეცნიერების ცალკე განხრის ჩამოყალიბების საქმეში. ნაჩვენებია ახალი ანალიტიკური ხელსაწყოებისა და ტექნოლოგიური აპარატურის უდიდესი გავლენა თანამედროვე ნანოტექნოლოგიურ კვლევებზე.

ცალკეა განხილული ის ძირითადი მოვლენები, რომლებიც ნანოტექნოლოგიურ მიდგომებს უბრალო ზომების შემცირების, ანუ მინიატიურზაციისგან განასხვავებს. ზომების სუბმიკრონულ დონემდე შემცირება, კვანტური და ზედაპირული ეფექტების გაძლიერებასთან ერთად უდიდეს ზეგავლენას ახდენს ნანომასალის თვისებებზე, ცალკეა გამოყოფილი ნახშირბადის ნანომილაკების აღმოჩენისა და მათი პარამეტრების დადგენის საკითხები.

ნანოტექნოლოგიამ კვანტური მექანიკა საინჟინრო მეცნიერებად აქცია, რადგანაც შეუძლებელია თანამედროვე ნანოხელსაწყოებისა თუ ნანომასალების ანალიზი კვანტური მიდგომების გამოყენების გარეშე. მოხსენებაში განხილულია კვანტური კომპიუტერის შექმნასთან დაკავშირებული საკითხები, ახსნილია მისი მოქმედების პრინციპი, კვანტური ბიტებისა და გადახლართული კვანტური მდგომარეობების გამოყენებით კრიპტოგრაფიული და გამოთვლითი ტექნიკის პრობლემების გადაჭრის გზები და რეალური შედეგები.

მოხსენების დასკვნით ნაწილში ყურადღება გამახვილებულია ნანოტექნოლოგიური კვლევებისა და მასთან დაკავშირებულ საგანმანათლებლო საქმიანობის ინტენსივობაზე მსოფლიოს მასშტაბით, აგრეთვე ნანოტექნოლოგიაში დასახულ ძირითად პერსპექტივებზე და პრობლემებზე. გამოთქმულია ავტორისეული შეხედულება საქართველოში ნანოტექნოლოგიების განვითარების პერსპექტივებისა და რეალისტური სამომავლო გეგმის ჩამოყალიბების შესახებ.

ნანონაწილაკების თვისებების მათ ზომებზე დამოკიდებულების მექანიზმი

ა. გერასიმოვი

“გერასიმოვ რესერჩ ლაბორატორიზ”, ხეთაგუროვის ქ. 26, 855357221

საკონტაქტო ავტორი: ა. გერასიმოვი. tsu_ngmk@yahoo.com

ნანონაწილაკები ზომების მიხედვით მოთავსებულია მცირე მოლეკულებსა და კომპაქტურ მყარ სხეულებს შორის და თავისი თვისებებით განსხვავდება ორივე მეზობლისაგან. ნანონაწილაკები, ისევე როგორც მყარი სხეულები, მოლეკულებისაგან განსხვავებით, ხასიათდება კოლექტიური თვისებებით (ფაზური მდგომარეობა, სითბო და ელექტროგამტარებლობა და ა.შ.), მაგრამ ეს თვისებები დამოკიდებული აღმოჩნდა მათ ზომებზე, რის ახსნაც ტრადიციული მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის საფუძველზე შეუძლებელი აღმოჩნდა. ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია კონდენსირებულ გარემოში ატომის გადაადგილების ახალი წარმოდგენები, დამტკიცებული თეორიულად და ექსპერიმენტულად, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი აღმოჩნდა ამ დამოკიდებულების ახსნა. ამ წარმოდგენების თანახმად ნივთიერების ენერგეტიკული ზონების სტრუქტურა, მათი ერთმანეთის მიმართ ენერგეტიკულ სკალაზე განლაგება და მათი შევსება ელექტრონებით მოცემულ ტემპერატურაზე განსაზღვრავს მოცემული ნივთიერების ყველა თვისებას. ამ მახასიათებლების, უმთავრესად კი, დამაკავშირებელ და ანტიდამაკავშირებელ დონეებზე ელექტრონების რაოდენობის ცვლილება, რაიმე ზემოქმედების შედეგად, იწვევს ნივთიერების სხვადასხვა თვისების ცვლილებას (აგრეგატული მდგომარეობა, გამტარებლობა, მექანიკური და ოპტიკური თვისებები და სხვა). რაიმე ხერხით (ტემპერატურით, სინათლით, ინჟექციით და ა.შ.) წარმოქმნილი დამაკავშირებელ ორბიტალებზე თავისუფალი ადგილი (ხვრელი) და ელექტრონი ანტიდამაკავშირებელ ორბიტალებზე წარმოადგენენ ანტიდამაკავშირებელ კვაზინაწილაკებს (ადკნ-ებს), რომლებიც ასუსტებენ ქიმიურ ბმებს და აადვილებენ ატომების გადაადგილებას კონდენსირებულ გარემოში. ამრიგად, ატომის გადაადგილება მით ალბათურია, რაც მეტია ადკნ-ის კონცენტრაცია. ნანონაწილაკში ადკნ-ები ქაოსური მოძრაობის დროს აირეკლებიან მისი ზედაპირიდან და ვერ გადიან ნანონაწილაკიდან, განსხვავებით კომპაქტურ სხეულში მოთავსებული იგივე სიდიდის არისაგან. შედეგად, მოცემული კონცენტრაციის დროს ადკნ-ები უფრო ხშირად აღმოჩნდებიან ატომებთან, ვიდრე კომპაქტურ სხეულში და უფრო მეტად შეასუსტებენ ქიმიურ ბმებს. აქედან გამომდინარე, ნანონაწილაკებში მოცემულ პირობებში ადკნ-ების არსებული კონცენტრაციის ნაცვლად აღებულ უნდა იქნეს მათი ეფექტური კონცენტრაცია, რომელიც მით მეტი იქნება, რაც უფრო მცირეა ნანონაწილაკის ზომა. ამ წარმოდგენების საშუალებით ნაშრომში ახსნილია ნანონაწილაკებში მათ ზომებზე დამოკიდებული მესრის პარამეტრის, დებაის და დნობის ტემპერატურის, მექანიკური თვისებების, დიფუზიის კოეფიციენტის, სითბოტევადობისა და სითბოგამტარებლობის ცვლილების მექანიზმი.

ნახშირბადოვანი ნანოსტრუქტურების ქიმიური თვისებები

შ. სიღამონიძე*, ნ. თაყაიშვილი**

* საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი

** ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საკონტაქტო ავტორი: ნ. თაყაიშვილი. ntakaishvili@yahoo.com

გასული საუკუნის დასასრულს მეცნიერების მიერ აღმოჩენილმა ნახშირბადის ახალმა ალოტროპიულმა სახესხვაობამ მეკლევართა დიდი ყურადღება მიიპყრო. ნახშირბადოვანი ფულერენების და ნანომილაკების სახით ქიმიაში წარმოჩინდა ადრე უცნობი, უნიკალური თვისებების მქონე ნაერთთა კლასი დადგენილ იქნა, რომ აღმასისა და გრაფიტისაგან განსხვავებით ფულერენები (C_{60} , C_{70}) წარმოადგენს სასრულო სტრუქტურას, სფეროსებრ (ან სფეროიდალურ) მოლეკულას. განსხვავებით მისი შემაღლენელი სტრუქტურული ერთეულებისაგან ფულერენის მოლეკულაში π -ელექტრონებს არ ახასიათებთ დელოკალიზაცია, გააჩნიათ ელექტრონული ორმაგი ბმები და რეაქციის უნარიანობის მიხედვით ემსგავსებიან ელექტროდეფიციტურ პოლიოლენებს. ფულერენების ფუნქციონირება შეიძლება განხორციელდეს როგორც ეგზოფულერენების, ისე ენდოფულერენების წარმოქმნის გზით, ფულერენები განსაკუთრებით აქტიურად ებმებიან ჰალოგენირებისა და ჟანგვის პროცესებში, ნუკლეოფილირების, ციკლომერების და რადიკალური მექანიზმით მიმდინარე რეაქციებში, წარმოქმნიან დონორულ-აქცეპტორულ კომპლექსებს და ზემოქმედობიარე ქიმიურ სენსორებს. მთელი რიგი რეაქციების მიმართ ნახშირბადოვანი ნანოსტრუქტურები ამჟღავნებენ მიკრორეაქტორების როლს: მათ ღრმულეებში შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპის ქიმიური რეაქციების განხორციელება. მეცნიერთა გარკვეულ ინტერესს იმსახურებს ფულერიდების ზეგამტარული თვისებების კვლევა. ფულერენების საფუძველზე მიღებულ რამდენიმე პრეპარატს მკაცრი ექსპერტიზის შედეგად (აშშ) აღმოაჩნდა **აივინფექციის** დათრგუნვის მაღალეფექტური უნარი; პატენტის მეპატრონე ფირმის განცხადებით ეს პრეპარატი საყოველთაო მოხმარებისთვის მიმდინარე წელს გავრცელდება.

დადგენილ იქნა, რომ ნახშირბადოვანი ნანომილაკები ხასიათდება პოლარული და არაპოლარული ქიმიური ნაერთების განსაკუთრებულად გაზრდილი ადსორბციის უნარით, ისახება მათი წყალბადის ენერგეტიკაში გამოყენების ფართო პერსპექტივები. მიზნობრივად მოდიფიცირებული ნანომილაკები მთელ რიგ რეაქციებში ამჟღავნებენ მაღალ კატალიზურ აქტივობას და სრულ სელექტივობას.

ნახშირბადოვანი ნანოსტრუქტურების უნიკალური თვისებების გამოვლენამ ბიძგი მისცა არაორგანული ნანოსტრუქტურების კვლევების ფართოდ გაშლას. დღეისათვის შესწავლილია ბორის, სილიციუმის, მოლიბდენის და სხვა ელემენტებისგან წარმოქმნილი ნანოსტრუქტურები, რომელთაც აღმოაჩნდათ მაღალი თერმო- და მექანიკური მაჩვენებლები, ქიმიური მედეგობა და სხვა.

ნანოტექნოლოგია და ნანოტექნოლოგიები, მათი განვითარების პერსპექტივები და კვლევების ორგანიზაცია საქართველოში

რ. ჩიქოვანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: რ. ჩიქოვანი. rchikovani@mail.ru

ნანოტექნოლოგია, დაფუძნებული ფუნდამენტური მეცნიერებების მიღწევებზე ბევრად განსაზღვრავს არა მარტო სამეცნიერო-ტექნიკურ პროგრესს, არამედ საზოგადოების სოციალურ-ეკონომიკურ კეთილდღეობას. უფრო მეტიც, ნანოტექნოლოგია გავლენას მოახდენს ბუნებაში მიმდინარე პროცესებზეც. ნანოტექნოლოგიის განვითარება განაპირობა ნანოზომების ობიექტებში ახალი, უნიკალური თვისებების გაჩენამ, რომლებიც არ აიხსნებიან კლასიკური ფიზიკის ფარგლებში. ასეთი მასალის გამოყენებისათვის საჭიროა მისი ნანოსტრუქტურირება. ნანომასალებში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ნახშირბადიან მასალებს. ნანოტექნოლოგიების განვითარება ბევრად განსაზღვრა მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპების და ეპიტაქსიური თხელი ფენების მიღების ტექნოლოგიური მეთოდების შექმნამ.

ნანოტექნოლოგიების განვითარების მნიშვნელოვანი ფაქტორია ნანოწარმოების ეკონომიკა. განსხვავებით თანამედროვე წარმოებისა (ტექნოლოგია „ზემოდან ქვემოთ“), ნანოტექნოლოგია მიდის ტექნოლოგიური გზით „ქვემოდან ზემოთ“ (როგორც ბუნება).

ფანტასტიურია ნანოტექნოლოგიების განვითარების პერსპექტივები. დიდ შესაძლებლობას გვპირდება ნანოტექნოლოგია ბიოტექნოლოგიის, სოფლის მეურნეობის, ეკოლოგიის, მედიცინის, ელექტრონიკის, ინფორმაციული ტექნოლოგიების, ენერგეტიკის (განსაკუთრებით არატრადიციულის), ტრანსპორტის, მასალათმცოდნეობის, სამხედრო ტექნიკის და სხვა დარგებში.

მსოფლიო ქვეყნების უმრავლესობამ მიიღეს სპეციალური პროგრამები და გამოყვეს მნიშვნელოვანი რესურსები ნანოტექნოლოგიების განსავითარებლად. ამ პროგრამებში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია კადრების მომზადების საკითხს.

ნანოტექნოლოგიების განვითარება შეიცავს პოტენციურ საშიშროებასაც, რასაც თავიდანვე დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს. საქართველოს არ შეუძლია გვერდი აუაროს ნანოტექნოლოგიებს. შესაბამისი კვლევების „სიძვირე“ გამართლება არ არის. პირველ რიგში საჭიროა ყველა, განსაკუთრებით საპარლამენტო და სამთავრობო დონეებზე აღიარებულ იქნას ნანოტექნოლოგიების შესაძლებლობები და პერსპექტივები, ამ დარგში კადრების მომზადების აუცილებლობა. მიღებულ უნდა იქნას სახელმწიფო პროგრამა, სადაც განისაზღვრება სტრატეგიული მიმართულებები ნანოტექნოლოგიაში. საქართველოში არსებობს ხელშემწყობი პირობები დარგის განვითარებისათვის: არის მძლავრი სამეცნიერო პოტენციალი, გამოცდილება მიკროელექტრონიკაში, დაწყებულია საინტერესო კვლევები.

ნანოტექნოლოგიაში კვლევების ორგანიზაციისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს შესაბამისი ოპტიმალური სტრუქტურის ჩამოყალიბებას. ძალები არ უნდა დაიქსაქსოს (რაც მომაკვდინებელი იქნება). აუცილებელია კოლექტიური სარგებლობის ტექნოლოგიური ცენტრის შექმნა შესაბამისი მართვის სისტემით. აქვე უნდა იყოს კადრების მომზადებაც. აღნიშნული საკითხების განხილვა და შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავება წარმოადგენს მოხსენების ძირითად მიზანს.

ნანომეტროლოგია: აქტუალობა და პრობლემები

ა. დანელიანი*, რ. კანკია*, ს. მერტიჩიანი*, დ. ღარიბაშვილი**, ი. ლომიძე***,

*სტანდარტიზაციის, ტექნიკური რეგულირებისა და მეტროლოგიის ეროვნული სააგენტოს მეტროლოგიის ინსტიტუტი. ჩარგალის ქ. 67, 0192 თბილისი

**ე. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი. თამარაშვილის ქ. 6, 0177 თბილისი

***საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი. ი.ჭავჭავაძის გამზირი 53ა, 0162 თბილისი

საკონტაქტო ავტორები: ა. დანელიანი. adanelyan@mail.ru,

დ. ღარიბაშვილი. devigar@mail.ru

კაცობრიობის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ახალი სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის მოწმენი ვართ. ხდება ნანოტექნოლოგიების შემოჭრა ჩვენს ყოველდღიურ ცხოვრებაში.

ნანოტექნოლოგიის განვითარება წარმოდგენილია მეტროლოგიური უზრუნველყოფის გარეშე, გაზომვების სიზუსტისა და უტყუარობის გარეშე. ზუსტი და სარწმუნო გაზომვა უზრუნველყოფს ამ ახალი ტექნიკური რევოლუციის პროგრესს.

უკანასკნელ წლებში განვითარდა მეტროლოგიის ახალი მიმართულება – ნანომეტროლოგია.

მოხსენებაში განხილული იქნება ნანოტექნოლოგიის პრობლემების გადასაწყვეტად მეტროლოგიური უზრუნველყოფის აქტუალური საკითხები. წარმოდგენილი იქნება მსოფლიოს განვითარებულ (წამყვან) ქვეყნებში ამ მიმართულებით არსებული მდგომარეობის ანალიზი.

დასკვნაში დაფიქსირებული იქნება ეროვნული ეტალონებისა და სტანდარტების შექმნის აუცილებლობა და სახელმწიფოს მხრიდან ფინანსური და ორგანიზაციული მხარდაჭერის აუცილებლობა.

მიკროორგანიზმების მიერ ვერცხლის და ოქროს ნანონაწილაკების სინთეზი

ნ. წიბახაშვილი*,**

*სსიპ ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი, თამარაშვილის ქ. 6, 0177, თბილისი

**ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ჭავჭავაძის გამზირი 32, 0179, თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ნ. წიბახაშვილი. nelly_tsibakhashvili@yahoo.com

დღეს ნანონაწილაკების სინთეზი, ძირითადად, ხდება ქიმიური და ფიზიკური მეთოდებით, რომლებიც ეყრდნობა ვაკუუმში ან სითხეებში მიმდინარე ატომურ-მოლეკულურ პროცესებს. მაგრამ ამ გზით ნანონაწილაკების წარმოებას გააჩნია მნიშვნელოვანი ნაკლოვანი მხარეები. კერძოდ, ეს მეთოდები ენერგოტევადია, მოითხოვს ძალიან მაღალი ღირებულების მქონე ტექნიკურ აღჭურვილობას და მასალებს, შესაბამისად მიღებული ნანომასალები უადრესად ძვირადღირებულია.

გარდა ამისა, ტრადიციული მეთოდები მოითხოვს მანიპულაციებს ტოქსიკურ ნივთიერებებთან, რასაც ხშირად თან ახლავს დიდი ოდენობით მავნე ნარჩენების წარმოქმნაც. ამდენად დღესდღეობით უადრესად აქტუალურია, დამუშავდეს ნანონაწილაკების წარმოების იაფი, მარტივი, არატოქსიკური და ეკოლოგიურად მიზანშეწონილი მეთოდები. ამან განაპირობა ის, რომ უკანასკნელ წლებში მოხდა შემობრუნება ნანონაწილაკების მიღების ბიოლოგიური მეთოდებისკენ, რადგან სწორედ ბიოლოგიური სისტემები არიან ნაწილი და მაკრო ზომების მქონე არარორგანული მასალების სინთეზის ოსტატები გარემომცველ ბუნებაში. ამ კუთხით განსაკუთრებით საინტერესოა მიკროორგანიზმები, რადგან მათ გააჩნია სპეციფიკური მექანიზმები, რომლითაც ისინი ურთიერთქმედებენ გარემოში არსებულ არარორგანულ იონებთან, რასაც ზოგჯერ თან ახლავს ნანონაწილაკების წარმოქმნა, როგორც მიკროორგანიზმების უჯრედების შიგნით, ასევე გარეთ. მიკროორგანიზმების გამოყენებით დღეისათვის სინთეზირებულია როგორც მეტალური ასევე ნახევრადგამტარული ნანონაწილაკები. მაგალითად Ti, Ni, Ag, Au, CdS, ZrO₂, Fe₃O₄, PbS.

წარმოდგენილ ნაშრომში მოცემულია მოკლე მიმოხილვა იმ კვლევებისა, რომლებიც ეხება მიკროორგანიზმების (ბაქტერიების, საფუვრების და სოკოების) მიერ ვერცხლის და ოქროს ნანონაწილაკების სინთეზს. გაანალიზებულია ამ მხრივ მოპოვებული შედეგები და შეფასებულია ის პოტენციური შესაძლებლობები რაც არსებობს აღნიშნული მიმართულებით. ნაშრომში ასევე განხილულია ის თავისებურებანი, რაც ნანონაწილაკების მიკრობულ სინთეზს ახასიათებს.

სამუშაო შესრულებულია უკრაინის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ცენტრის პროექტის № 4744 ფინანსური მხარდაჭერით

ბორის ნიტრიდის ნანომილაკები და ფულერენები: მიღების მეთოდები, ფიზიკური თვისებები, ტექნიკური გამოყენებები

ლ. ჩხარტიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ლ. ჩხარტიშვილი. chkharti2003@yahoo.com

მოხსენება მიზნად ისახავს ბორის ნიტრიდის BN ელემენტარული ნანოსისტემების – ნანომილაკებისა და ფულერენების – მიღების მეთოდების, ძირითადი ფიზიკური თვისებებისა და გამოყენების სფეროების მიმოხილვას. ამ კონტექსტში იქნება წარმოდგენილი ავტორის ახალი ორიგინალური შედეგებიც ბორის ნიტრიდის ნანოსისტემების წონასწორული გეომეტრიების შესახებ.

ბორის ნიტრიდის ნანომილაკებისა და ფულერენების სინთეზირებისათვის გამოიყენება მრავალგვარი მეთოდი, როგორიცაა: რკალური განმუხტვა ბორის შემცველ ელექტროდებს შორის აზოტის ატმოსფეროში; მყარი ბორის ნიტრიდის ლაზერული გახურება ან დნობა აზოტის ნაკადში; ნახშირბადის ნანოსისტემებში ჩანაცვლების რეაქცია; მყარსხეულოვანი პროცესი დაფქვა-გამოწვა; კარბოთერმული დაშლა; ელექტრონული დაბომბვით გამოწვეული ბალისტიკური წანაცვლებები; ორთქლიდან კონდენსირება; საფენზე გაზრდა და ა.შ.

ბორის ნიტრიდის ნანომილაკებისა და ფულერენების წონასწორული გეომეტრიები რაოდენობრივად შეიძლება აღიწეროს ჩვენს მიერ შემოთავაზებული სტრუქტურული მოდელების ფარგლებში. ამ გზით მიღებულია ერთკედლიანი ცილინდრული ნანომილაკებისა და ერთგარსიანი სფერული ფულერენების ატომური კვანძების კოორდინატების, კვანძთაშორისი მანძილების, რადიუსებისა და ერთგანზომილებიანი კრისტალური მესრის მუდმივას ანალიზური გამოსახულებები; ნაწინასწარმეტყველებია ბორის ნიტრიდის მრავალფენიანი ნანოსისტემების სტრუქტურები. აღნიშნულ გეომეტრიულ მოდელებზე დაყრდნობით კვაზიკლასიკურ მიდგომაში გამოთვლილია B-N ბმის სიგრძისა და ბმის ენერგიის წონასწორული მნიშვნელობები. კერძოდ, დიდი რადიუსის ნანომილაკებისათვის ეს სიდიდეები შეფასებულია, შესაბამისად, როგორც 1.554 Å და 22.95 eV / mole.

ბორის ნიტრიდის სამგანზომილებიანი ფენოვანი კრისტალების მსგავსად, ამ ნივთიერების ელემენტარული ნანოსისტემებიც ფართოზონიან დიელექტრიკებს წარმოადგენენ. თუმცა აკრძალული ზონის სიგანის დამოკიდებულება ნანომილაკის ან ფულერენის რადიუსზე მათი მთელ რიგი ფიზიკური თვისებების ტუნირების საშუალებას იძლევა. ცალკე უნდა აღინიშნოს ძლიერი პიეზოელექტრული ეფექტი ბორის ნიტრიდის რეალურ (ე.ი. სასრულო სიგრძის და დახურული დაბოლოებების მქონე) ნანომილაკებში.

ტექნიკასა და ტექნოლოგიებში ნანომასშტაბური ბორის ნიტრიდის გამოყენების პერსპექტივები უადრესად ფართოა. ესენია: ნანობოჭკოები; ნანოკომპოზიტები; პირო- და პიეზოელექტრიკები; ძალზე დაბალი სიმკვრივის და ძალზე მაღალი სიმტკიცის მასალები; ჰეტერომოდულარული კერამიკები; ჰიპერალმასები; გიგა- და ტერაჰერცული დიაპაზონის ფონონური ლაზერები და ჰიპერბგერის კვანტური გენერატორები; დარტყმის ნანოდემპფერები; მოლეკულური საცერები და ნანომემბრანები; წყალბადის ნანორეზერვუარები; პროტეინის იმობილიზატორები; ელექტრონული ხელსაწყოები ნანოჰეტეროგადასასვლელებით; ნანოზომების ველის ტრანზისტორები; ოპტოელექტრონიკისა და არაწრფივი ოპტიკისა მასალები და ა.შ.

იონური იმპლანტაციით შენაერთების სინთეზი მიკრო- და ნანოტექნოლოგიებისათვის

გ. ბოკუჩავა, ა. გულდამაშვილი, ც. ნებიერიძე, ა. სიჭინავა

სსიპ ი. ვეკუას სოხუმის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი. მინდელის ქ. 11, 0186
თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ა. გულდამაშვილი. sipt@sipt.org

იონიმიმპლანტირებული ნიობიუმისა და მოლიბდენის ნანომეტრულზომებიან ფენებში მიმდინარე რადიაციული პროცესების, სტრუქტურულ-ფაზური გარდაქმნების მრავალწლიანი გამოკვლევებისას დაგროვილი მასალების სისტემატიზაციის, ანალიზისა და განზოგადოების შედეგად დადგენილია:

- მოლიბდენსა და ნიობიუმში იმპლანტირებული ატომების, რადიაციული დეფექტების პარამეტრების, ელემენტური მიკროშედგენილობის, სტრუქტურულ-ფაზური მდგომარეობის განმსაზღვრელი იონური იმპლანტაციის და შემდგომი თერმული დამუშავების პირობები და კრიტერიუმები.
- პირველად აზოტის, ნახშირბადის, სილიციუმის იონებით მოლიბდენის, ნიობიუმის 100-600 K ტემპერატურებზე 10^{14} - 10^{18} , იონ-სმ⁻² ფლუენსებით იმპლანტაციის დროს განხორციელდა ქიმიური შენაერთების Mo₂C, MoC, Nb₂C, NC, Mo₂N, MoN, Nb₂N, NbN, Nb₅Si₃, NbSi₃ სინთეზი, რაც იონებით დაბომბვის გარეშე შეუძლებელია.
- რადიაციული სტრუქტურულ-ფაზური გარდაქმნებისას სინთეზირებული ქიმიური შენაერთების ჩასახვა-გაზრდის კანონზომიერებათა მექანიზმები და არა ახალი პოლიმორფული მეტალების მოდიფიკაციების სინთეზი.
- თერმოდინამიკურად წონასწორული მდგომარეობის დიაგრამაზე არსებული ფაზებიდან, 40-80 ნმ-ის სისქის ფენებში ჩასახულ და გაზრდილ პირველ უპირატეს ფაზას, როგორც წესი, წარმოადგენს მეტალით გამდიდრებული შენაერთი. სინთეზირებულ ფენაში მეორე, ბოლო ფაზა, შეესაბამება მდგომარეობის დიაგრამაზე არსებულ უკანასკნელ ფაზას.
- ლიტერატურული მონაცემებით იონიმიმპლანტირებულ ნანოსტრუქტურებში სინთეზირებული შენაერთების რიცხვიც შეზღუდულია, მაგრამ ყოველი მათგანი შეესაბამება წონასწორული მდგომარეობის დიაგრამას.
- შენაერთების წარმოქმნის ძირითადი პირობაა: იონიმიმპლანტირებულ ფენებში ქიმიური შენაერთის შედგენილობის შესაბამისი ოდენობის კომპონენტების შეტანა და მბომბავი იონების მიერ დრეკად კარგვების კასკადში გამოყოფილი ენერგია, რომელიც საგრძნობლად აღემატება ფაზათა წარმოქმნის ენერგიას.

საკვლევი პოლი და მონოკრისტალური მასალების ნანომეტრულზომებიანი ნიმუშების ფენების შესასწავლად ძირითადად გამოყენებულია მაღალგარჩევის უნარიანი რეზერფორდის უკუბნევის სპექტროსკოპია, ელექტრონოგრაფია და ტრანსმისიული ელექტრონული მიკროსკოპია.

მიღებული შედეგები გამოყენებული იქნება ნიობიუმისა და მოლიბდენის ბაზაზე გაუმჯობესებული მექანიკური თვისებების მქონე იონიმიმპლანტირებული ახალი მასალების შესაქმნელად მიკრო - და ნანოტექნოლოგიებისათვის.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ, БИОМЕДИЦИНСКИХ И ДРУГИХ ТУГОПЛАВКИХ СПЕЦМАТЕРИАЛОВ

Т. Габададзе, Т. Робакидзе, Л. Масхарашвили

Грузинский Технический Университет. ул. Костава 77. Тбилиси 0175, Грузия

Аватор для контакта: Т. Габададзе. silicategtu@yahoo.com

Силикатные, биомедицинские, электротехнические и другие тугоплавкие конкурентоспособные спецматериалы получают по высокоэнергоемкой технологии в основном при 1600-2200°C. При этом, имеет большое значение дисперсность компонентов. Чем меньше размер частиц, тем ниже температура спекания и плавления (высокоогнеупоры, корунд, кварцевое стекло, плавленные изделия и др.).

Механический способ помола сырья не дает положительных результатов даже при высоких энергетических затратах. Поэтому представляет большой интерес получение микро- и нанодисперсных порошков, которые позволяют снизить температуру спекания и плавления композиций на 300-800°C по сравнению с существующими промышленными технологиями и получить продукцию с отличительными качествами.

Нами получены микро- и нанодисперсные оксидные компоненты магния, силиция, алюминия, фосфора, марганца, кальция, меди, цинка, железа и др., а на их основе – спецматериалы и изделия различного назначения низкотемпературными способами спекания и плавления композиций этих компонентов. Представляет интерес их применение для получения монокристаллов различного состава и назначения (лазеры, сверхпроводники, оптические нити и кабели, материалы микро- и оптоэлектроники и др.).

Имеется возможность реализации указанных компонентов и спецматериалов различного состава и назначения, изготовленных на их основе.

TOWARD THE MECHANISM OF “STEALTH” ANTIOXIDANT ACTIVITY OF HYDRATED C₆₀ FULLERENE NANOPARTICLES AND PERSPECTIVES OF THEIR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Andrievsky G.V.^{*}, Tykhomyrov A.A.^{**}

^{*} - Institute of Physiologically Active Compounds LLC, Kharkiv, Ukraine.

^{**} - Dnipropetrovsk State Agrarian University, Dnipropetrovsk, Ukraine.

The potent antioxidant activity of C₆₀ fullerene, the third natural allotropic form of Carbon and new class of carbon material, has recently gained considerable attention as a promising candidate for many biomedical applications. The use of C₆₀ molecules in biomedical research was quite limited because native C₆₀ is soluble only in organic solvents. The method of producing of chemically non-modified water soluble C₆₀ fullerene (C₆₀HyFn) was successfully developed in 1995 by Andrievsky G.V. et al. Stable aqueous solutions of C₆₀HyFn contain single hydrated C₆₀ fullerene molecules as well as their labile clusters (secondary associates) with the size of 3–36 nm. Chemically, C₆₀HyFn is highly hydrophilic and highly stable donor-acceptor complexes of C₆₀ with water molecules – C₆₀@{H₂O}_n, n = 22–24. During the last decade the biological effects of C₆₀HyFn are being studied extensively.

The aim of the present report is describing and summarizing the work on biological and therapeutic actions of C₆₀HyFn. The most of neurodegenerative diseases, trauma, aging, etc. are associated with excessive oxidative stress. Up to date, use of antioxidant in abolishing these pathological conditions has only limited success, because “traditional” pharmacological antioxidants require multiple (often daily) dosing, and free radical scavenging of each antioxidant molecule is usually limited to one free radical. A great deal of information has accumulated concerning the beneficial effects of C₆₀HyFn, its neuroprotective, anticancer, anti-inflammatory, antiatherogenic action, mainly determined by the antioxidative capacity of C₆₀HyFn, which is revealed unexpectedly at extremely low concentrations. C₆₀HyFn inhibited aggregation of Aβ-amyloid peptide fibrils *in vitro* that might be the key factor of improving of cognitive functions of mice in a model of Alzheimer’s disease. Furthermore, single dose of C₆₀HyFn (even in nanomolar concentration and less) provides prolonged effects. Thus, C₆₀HyFn nanoparticles hold promise for more effective treatment of diseases associated with oxidative stress by virtue of their long-lasting antioxidant properties.

It is well-known that a basal level of free radicals appears necessary for normal biological function. Interference in the basal free radical signalling by any antioxidant may be deleterious. C₆₀HyFn acts as antioxidant in “wise” manner, without affecting minimal necessary level of free radicals, a property lacking in many of current pharmacological antioxidants. We propose a tentative mechanism of action by means of the existence of long-range and stable water layers ordered by C₆₀HyFn, capable of promoting local attraction, concentration, with subsequent catalytic-like deactivation of free radicals. In C₆₀HyFn the fullerene’s core remains stable against oxidation by reactive oxygen species (ROS); thus, C₆₀HyFn will be used as a longlasting antioxidant administered even in super-small doses. Recent studies demonstrate that C₆₀HyFn in the range of concentrations of 10⁻¹¹-10⁻⁵ M reduces levels of •OH-radicals and protects DNA against oxidative damage induced by X-ray irradiation *in vitro*. Besides, C₆₀HyFn acts as radioprotector providing high survival rate of irradiated animals. These effects of unusually low doses of C₆₀HyFn as potent antioxidants and excellent radioprotectors are not explainable based on commonly recognized mechanisms as free radical scavengers, i.e., absence of stoichiometry, in •OH-removing profile and reverse correlation between hydrated fullerenes’ antiradical effects and its concentration in aqueous solutions.

Also, it should be emphasized that the offered mechanism of antiradical activity of hydrated fullerenes, probably, is not specific only to them. Apparently, effects similar to those observed for C₆₀HyFn can be displayed by several other nanoparticles as well, which are characterized by nanocluster, nonmolecular, solubility in water. To explore the proposed current explanation of our hypothesis, further interdisciplinary investigations may unveil subtle mechanism of action of hydrated nanoparticles, among them hydrated C₆₀ fullerene is one of the most intriguing, distinguished and promising nanodrug.

NANODRUGS AGAINST DIABETIC ENCEPHALOPATHY: NEUROPROTECTIVE EFFECTS OF HYDRATED C₆₀ FULLERENE NANOPARTICLES AT STREPTOZOTOCIN-INDUCED DIABETES

Tykhomyrov A.A.^{*}, Nedzvetsky V.S.^{**}, Chachibaia T.Z.^{***}, Andrievsky G.V.^{****}

^{*}- Dnipropetrovsk State Agrarian University, Dnipropetrovsk, Ukraine.

^{**} – Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine.

^{***} – Medical School ‘AIETI’, Tbilisi, Georgia

^{****} - Institute of Physiologically Active Compounds LLC, Kharkiv, Ukraine.

Diabetes mellitus is the most common serious metabolic disorder. Encephalopathy is the frequent clinical complication of diabetes. Being the most oxidative organ, the brain and central nervous system (CNS) are sites of heavy free radical production and hence high oxidative stress. Diabetes and other neurodegenerative conditions are associated with increased oxidative stress, glial reactivity and neurodegeneration. The antioxidant properties of hydrated C₆₀ fullerene (C₆₀HyFn) seem to be promised in the treatment of such disease. The present study examined the protective effects of C₆₀HyFn against reactive gliosis and oxidative stress in diabetic rat brain. Streptozotocin (STZ)-induced diabetes is a well-characterized experimental model for insulinopenic Type I diabetes mellitus. To induce hyperglycaemia Wistar rats were injected i.p. with STZ in total dose of 45 mg/kg b.w. Since hyperglycaemia state has been developed, 3 i.p. injections of C₆₀HyFn (1 injection per week) in a dose of 0.1 mg/kg b.w. have been performed. The following endpoints were studied in experimental and control animals: i) glucose blood level; ii) content of intermediate filament protein of astrocyte cytoskeleton, which is reactive gliosis marker – glial fibrillary acidic protein – GFAP (by Western blot); iii) levels of products of lipid peroxidation (LPO) and protein oxidative modifications (POM); iv) behavioral characteristics (by open field test).

STZ caused stable hyperglycaemia state, injected rats with glucose concentration in blood plasma no less than 10 mM were taken for experiment. It is important to note that C₆₀HyFn treatment did not affect the glucose level in diabetic rats, thus did not remove the origin of metabolic disturbance. On the other hand, administration of C₆₀HyFn markedly reduced abnormally high levels of both LPO and POM in diabetic brain tissue. It is likely that alteration of redox state in nervous tissue induced by hyperglycaemia lead to glial response and GFAP overexpression. Indeed, diabetic rats were characterized by significant increase of GFAP in hippocampus and frontal cortex. C₆₀HyFn treatment has normalized expression of GFAP by protecting of astrocytes against oxidative injury. Alterations of metabolism and morphology of astrocytes could interfere the recycling of neurotransmitters, expression and operation of adhesion molecules as well as energetic supplement of neuronal cells. This may contribute the breakdown of glial-neuronal interactions and sequent behavioral and cognitive disturbance. A strong correlation between acerbity of oxidative injury, astroglial reactivity and behavioral impairments has been demonstrated in diabetic rats. It was observed that C₆₀HyFn displays sedative and adaptogenic actions, preventing behavioral disturbance produced by diabetes.

In conclusion, although further studies are needed, hydrated nanoparticles of neat C₆₀ fullerene provide the superior antioxidant activity necessary to effectively relieve diabetic complications, in particular oxidative stress, and improve neurological function. Taken together, the results of the present study suggest that nanotechnology can take pharmacological treatment to a new level, with a novel generation of nanopharmaceutical.

ნანომოდულიზირებული ბუნებრივი ცეოლითების გამოყენების შესაძლებლობა საშენ მასალათა დანამატებად

გ. წინწკალაძე*, ვ. სხვიტარიძე**, ბ. კეშელავა**, თ. შარაშენიძე*, მ. ბურჯანაძე*

*პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი. ჯიქიას ქ. 5,
0186, თბილისი

**კირიაკ ზავრიევის სამშენებლო მექანიკისა და სეისმომდეგობის ინსტიტუტი.
აღეჟსიძის ქ. 8, 0193, თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: გ. წინწკალაძე. ketiebralidze@yahoo.com

კომპოზიციური საშენი მასალების სტრუქტურის მოდიფიცირების ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული მეთოდი – მათ შემადგენლობაში მაღალაქტიური ნანოდანამატების შეყვანაა. ამ მიზნით საინტერესოა ბუნებრივი ცეოლითების გამოყენება. ჩვენს მიერ სამშენებლო ცემენტის დანამატად გამოყენებული იყო კასპის რ-ნის ზემო ხანდაკის ადგილმდებარეობის ბუნებრივი ცეოლითი-კლინიპტილოლიტი. ცეოლითების შეტანა ცემენტის შემადგენლობაში ზრდის წყლის ხარჯის რაოდენობას, რომელიც ბეტონების მომზადების დროს არასასურველია. ამიტომ ჩვენ ამოცანას შეადგენდა ისეთი ტიპის ნანოდანამატი შეგვექმნა, სადაც შემცირებული იქნებოდა წყლის აღსორბცია. ცეოლითების გარკვეულ ტემპერატურამდე დამუშავებით, შეიძლება მოვახდინოთ მათი სტრუქტურის ნაწილობრივი რღვევა, რაც გამოიხატება ცეოლითების სტრუქტურული გრძელი ჯაჭვის დაწყვეტით, ფორიანობის შემცირებით და ზედაპირული მოცულობის გაზრდით, რაც ცეოლითის ნაწილობრივი ამორფიზაციითაა გამოწვეული ე.ი. მოვახდინეთ ცეოლითის "თერმული ნანომოდულიზირება".

ჩვენ ჯერ ვახდენდით ცეოლითის დეჰიდრატაციას, ხოლო შემდეგ მის ნანომოდულიზირებას თხევადი პლასტიფიკატორებით, რომლებიც სამშენებლო კონსტრუქციების ხარისხის გასაუმჯობესებლად წარმატებით გამოიყენებიან. ცეოლითების სტრუქტურა ნანომოდულიზირების შემდეგ შესაძინევად არ იცვლება, თუმცა გარკვეულწილად ხდება მისი დეფორმაცია. ამ ნიმუშებზე წყლის ორთქლის აღსორბციის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ კლინოპტილოლიტის საწყის ფორმასთან შედარებით ნანომოდულიზირებულ ფორმებზე აღსორბცია შესაძინევად შემცირდა. შეიძლება დავასკვნათ, რომ პლასტიფიკატორებმა მხოლოდ კლინოპტილოლიტის ორგანოზომილებიანი არხების ნაწილობრივი ბლოკირება მოახდინეს, რამაც შესაძლებლობა მოგვცა ცემენტებში ცეოლითური დანამატის შეტანის შედეგად გაზრდილი წყლის ხარჯი შეგვემცირებინა და მისი ხარისხი გაგვეუმჯობესებინა.

ცეოლითშემცველი ცემენტის ტესტირების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ გამომშრალი და განსაკუთრებით გამომწვარი ცეოლითის შეყვანა ცემენტის შემადგენლობაში, აუმჯობესებს მის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს, ხოლო პლასტიფიკატორებით ცეოლითის ნანომოდულიზირებამ საგრძნობლად შეამცირა წყალცემენტის ფარდობა, გაზარდა მისი მექანიკური მახასიათებლები და დააჩქარა შეკვრის ვადები.

პროექტი განხორციელდა საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი №GNSF/ST07/7-253). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

Novel Bone Graft Composition Based on Nanocrystalline Hydroxyapatite and Biodegradable Polymers

R. Gaprindashvili^{*}, N. Nadirashvili^{*}, T. Chachibaia^{**}, D. Tugushi^{**}, V.A.Dubok^{***}, R. Katsarava^{*,**}

^{*}Georgian Technical University, 77, Kostava str., Tbilisi, 0175, Georgia.

^{**}Institute of Medical Polymers and Materials, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, 1, Chavchavadze ave., Tbilisi, 0179, Georgia.

^{***}I.M. Frantsevich Institute for Problems of Materials Science NASU, 3, Krzhizhanovsky str., Kiev, Ukraine.

Corresponding author: R. Gaprindashvili. rostom@gtu.ge

Nanomedicine is only the following after artificial organ development, leading the list of prospective priorities. Nano-structured therapeutic agents already in use are unambiguously more effective than the conventional drug formulations of the same chemical compositions. Nano-preparations are widely used in reconstructive surgery as well, particularly in remodeling and treatment of bone tissue. Generally, nanocrystalline hydroxyapatite (NHAP) is mostly utilised material, which is resorbable *in vivo* and actively facilitates regeneration of bone tissue vs. its macro-crystalline form [1].

NHAP is optimally incorporated within the body in the form of composite materials, which are processed by integration of NHAP in the biodegradable polymer matrices of natural or synthetic origin. Current results of multiple investigations of recently utilised polymers revealed that their performance is far from desired strict demands. For instance, natural polymers (mainly collagen) usually elicits allergic reactions while majority of synthetic polymers show lack of desirable mechanical characteristics and/or biocompatibility, and frequently are encapsulated when implanted in the body. Therefore, seeking for more effective NHAP containing composites is still topical.

In collaboration with Ukrainian colleagues having many years skill in this field (Dr. V. Dubok et al.) we carry out a systematic study for the creation of the State-of-the-Art NHAP containing composite materials and for their practical applications. As biodegradable polymeric matrices in this study we use biodegradable polymers we have originally developed. These polymers show a wide range of mechanical properties and are subjected to complete resorption in the body without encapsulation [2].

- 1) Dubok V.A., "Bioceramics – yesterday, today, tomorrow", Powder Metallurgy & Metal Ceramics", 39(7-8) (2000).
- 2) G.Tsitlanadze, M.Machaidze, T.Kviria, N.Djavakhishvili, C.C.Chu, R.Katsarava, J. Biomater. Sci., Polym. Ed. 15 (4), 1-24 (2004).

ნანოტექნოლოგია - ნანომედიცინა და პერსპექტივები

ნ. ალექსიძე, მ. ტარასაშვილი, გ. ალექსიძე

ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საკონტაქტო ავტორი: ნ. ალექსიძე. nugzar_aleksidze@yahoo.com

ნანოტექნოლოგია 21-ე საუკუნის მეცნიერებათა ახალი სფეროა, რომელიც სულ უფრო ღრმად იჭრება მედიცინაში. **1959 წელს** ნობელის პრემიის ლაურეატმა **რიჩარდ ფეიმანმა** იწინასწარმეტყველა ნანოტექნოლოგიის დიდი მომავლის შესახებ. მართალია დასაწყისში მის განცხადებას ბევრმა მეცნიერმა არასერიოზული უწოდა, მაგრამ მალე იდგა თეორიულიდან პრაქტიკულ სინამდვილედ იქცა, რაც უახლესი ტექნოლოგიებით ბიოლოგიური სტრუქტურების ნანომეტრიული განზომილებების დონეზე პროგრამირებული რეაქციების განხორციელების შესაძლებლობას იძლევა. აქედან წარმოიქმნა სამეცნიერო მიმართულებისა და ქვედარგების სახელწოდებაც, **ნანოტექნოლოგია - ნანომედიცინა**.

ნანოსტრუქტურის ზედაპირის მქონე მასალებით შესაძლებელი გახდა ცალკეული ქსოვილების მიზანმიმართული სინთეზი და ორგანიზმის „საკუთარი“ ქსოვილების შენაცვლება ისე, რომ გამოირიცხოს იმუნოლოგიური კონფლიქტი. დღეისათვის უკვე შექმნილია 8 ნანომეტრი დიამეტრის სამგანზომილებიანი სტრუქტურის მქონე მრავალი ქსოვილის იმიტირებული მასალა.

სპეციალური ტექნოლოგიით მომზადებული ნანოფორების მქონე მემბრანებით შემოსილი მიკროკაფსულები წარმატებით გამოიყენება სამკურნალო წამლების ტრანსპორტირებისა და დროში მათი დაყოვნებული გამოთავისუფლების გზით დაზიანებული ორგანოებისა თუ ქსოვილების სამკურნალოდ. მუშავდება ისეთი მიკროგადამწოდების შექმნა, რომლებიც გამოყენებული იქნება ორგანიზმში ავთვისებიანი სიმსივნური უჯრედების აღმოჩენისა და მათ გასანადგურებლად. უმცირესი გადამწოდები განთავსდება ლიმფოციტში. კორპორაცია **Intel**-ში იქმნება ანალიზური დანადგარი **Intel Raman Bioanalyzer System**, რომელიც საშუალებას მოგვცემს ცალკეული დაავადებები გავაანალიზოთ სისხლის შრატის მოლეკულების დონეზე ლაზერული სხივებით. ნანონაწილები **ფულერენებისა** და **დენდრიმერების** სახით უკვე გადის წინა კლინიკურ გამოცდას. მიმდინარეობს ინტენსიური მუშაობა **შიდსი-სა** და **ავთვისებიანი სიმსივნური** უჯრედების ამოცნობისა და მათ გამანადგურებელ მიკროხელსაწყოების შესაქმნელად.

2001 წელს შეინბერგის მიერ ნაჩვენები იქნა თავისი სიმსივნური უჯრედების განადგურება ნანოსინჯით (მინიატურული მანქანა). შექმნილია ავტონომიური ნანომოწყობილობები დაზიანებული უბნის დიაგნოზისა და შესაძლებლობის ფარგლებში მის სარეაბილიტაციოდ. შექმნილია ნანოკაფსულა, როგორც ჟანგბადის ტრანსპორტერი ანუ რესპირაციტი, რაც შეიძლება გამოყენებული იყოს ჟანგბადით გულის უზრუნველსაყოფად იშემიური დაავადებისას. დიდ ინტერესს იწვევს ე.წ. კოტოციტები ანუ სისხლის უჯრედების შედეგებაში მონაწილე ბიორეგანული ბურთულაკები.

ნანოტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენებით შექმნილია ისეთი სითხე, რომლის დაწვეთება ჭრილობაზე 15 წამში აკავებს ნებისმიერი ჭრილობიდან სისხლის დენას. ნანოტექნოლოგიური სენსორები და ანალიზატორები ნივთიერებათა უმცირესი ნაწილაკების აღმოჩენისა და მათი ანალიზის საშუალებას იძლევა. დღეს ის ცნობილია როგორც „ლაბორატორია ჩიპზე“. არსებული მონაცემებით ერთ ჩიპზე შესაძლებელია განთავსდეს ასეულობით ფლუორესცენტული გადამწოდი. საინტერესო მიმართულებაა „სველი ნანოტექნოლოგია“, რაც უშუალოდ ცოცხალ ორგანიზმში მოქმედი მექანიზმების მიკროტრანსფორმაციას ითვალისწინებს და თვითგანახლებადი ზონდების შექმნა, რაც საუკუნის აპოკალიპსად უნდა ვაღიაროთ.

**არგინინშემცველი, პოლიეთილენგლიკოლის მსგავსი
ბიოდეგრადირებადი პოლიკათიონები და მათი
ნანო-კომპლექსები დნმ-თან**

თ. მემანიშვილი*, ნ. კუპატაძე**, დ. ტულუში*, V. Torchilin***,
რ. ქაცარავა*,**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

**სამედიცინო პოლიმერებისა და მასალების ინსტიტუტი, ი. ჯავახიშვილის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ჭავჭავაძის პრ. 1, 0179 თბილისი

***Center for Pharmaceutical Biotechnology and Nanomedicine Northeastern University, 360
Huntington Avenue, Boston, Massachusetts 02115

საკონტაქტო ავტორი: თ. მემანიშვილი. tamuna-mema@caucasus.net

გენური თერაპია ეფუძნება გენეტიკური მასალის გადატანას (ტრანსფექციას) სუბიექტის სპეციფიკურ უჯრედებში და პერსპექტულია მრავალ დაავადებათა სამკურნალოდ. მისი განვითარებისა და პრაქტიკაში ფართოდ დანერგვისათვის მნიშვნელოვანია მაღალეფექტური, უსაფრთხო და კონტროლირებადი გენ-გადამტანი სისტემა. ფართოდ გავრცელებულ, ვირუსული წარმოშობის გენის გადამტან ვექტორებს გააჩნიათ რიგი ნაკლოვანებებისა (დნმ-ით დაბალი დატვირთვის უნარი, იმუნოგენურობა, ტოქსიკურობა, არასასურველი ვირუსული რეკომბინაცია და სხვ.). ამიტომ შეიმუშავეს არავირუსული გადამტანები - სინთეზური პოლიკათიონები, რომლებიც, ძლიერი ელექტროსტატიკური ურთიერთქმედების ხარჯზე, პოლიანიონური ბუნების დეზოქსინუკლეინის მუჟავასთან (დნმ) წარმოქმნიან ტრანსფექციის უნარის მქონე ნანო-კომპლექსებს. გენურ თერაპიაში ფართოდ გავრცელებული სინთეზური პოლიკათიონები - პოლი-L-ლიზინი (PLL), პოლი-L-არგინინი (PArg), პოლიეთილენიმინი (PEI) ხასიათდებიან მაღალი ციტოტოქსიკურობით, აკუმულირდებიან ორგანიზმში. ამიტომ მნიშვნელოვანია დნმ-ის ისეთი პოლიმერ-მატარებლების შექმნა, რომლებიც იქნებიან დაბალტოქსიკური და ბიოდეგრადირებადი, ამასთან გააუმჯობესებენ პოლიმერ/დნმ-ის კომპლექსის ფარმაკოკინეტიკურ თვისებებს. ასეთად გვესახება წყალში ხსნადი, პოლიეთილენგლიკოლის მსგავსი ძირითადი ჯაჭვის მქონე, ბიოდეგრადირებადი პოლიკათიონები პოლიფუნქციურ ამინომუჟავა L-არგინინის საფუძველზე.

ბის-(L-არგინინ)- α , ω -ალკილენ/ოლიგოეთილენგლიკოლიდენ დიესტერების პო-ლიკონდენსაციით სხვადასხვა კლასისა და აღნაგობის, ეთერული ბმების შემცველ აქტივირებულ დიესტერებთან მივიღეთ სხვადასხვა კლასის, ახალი ბიოდეგრადირებადი პოლიკათიონები: პოლი(ეთერ ესტერ ამიდები), პოლი(ეთერ ესტერ ურეთანები), და პოლი(ეთერ ესტერ შარდოვანები).

შევისწავლეთ ახალი პოლიმერების ზოგიერთი წარმომადგენლის ციტოტოქ-სიკურობა (MTT assay). კვლევა ჩავატარეთ თავისი სარძევე ჯირკვლის კიბოს 4T1 და ქალის საშვილოსნოს კიბოს HeLa უჯრედებზე. ახალ პოლიმერებს აღმოაჩნდათ გაცილებით დაბალი ციტოტოქსიკურობა ფართოდ გავრცელებულ PLL, PArg და PEI-თან შედარებით. აღნიშნული პოლიმერების ურთიერთქმედებით დნმ-თან მივიღეთ 200-300 ნმ ზომის კომპლექსები, რომლებიც ეფექტურად ახდენენ უჯრედების ტრანსფექციას.

ორი სხვადასხვა ბუნების ნანოზომის ნაწილაკებიდან შემდგარი მასალების თერმული შერწყმით მიღებული ნარჩილი

ვ. ვაჩნაძე, ა. სარუხანიშვილი, ვ. გორდელაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ვ. ვაჩნაძე, ვ. გორდელაძე. vgordeladze@yahoo.com

კვლევის ძირითადი მიზანი იყო თერმულად დამუშავებული ალუმინ-მანგანუმის შენადნობისა (AMan) და საგანგებოდ სინთეზირებული მინაკრისტალური მასალის (მინაცემენტი) შერწყმით საიმედო ნარჩილის მიღება რადიოტექნიკისა და ხელსაწყოთმშენებლობისთვის გამიზნული ხელსაწყოებისა და ნაკეთობების ახალი კონსტრუქციების შესაქმნელად. შერჩილვაში მოსაყვანი მასალების შერჩევა, მათი წინასწარი დამუშავება, მიღებული შედეგების განსჯა ეფუძნებოდა მსოფლიოში არსებულ პრაქტიკას და საკუთარ თეორიულ თუ ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

მიზნის მისაღწევად ზედაპირზე წინასწარ დატანილი აფსკით AMan-ის ნიმუში (ნაკეთობა) 393-873K ინტერვალში თერმულად მუშავდებოდა და შეისწავლებოდა აფსკის სტრუქტურისა და, შესაბამისად, თვისებების ცვლილება. დადგენილ იქნა, რომ აღნიშნულ ტემპერატურულ ინტერვალში არსებობს კრიტიკული წერტილი (673K), რომელზედაც კუბური, მოუწესრიგებლად განლაგებული γ - მოდიფიკაციის Al_2O_3 -ის მარცვლები გისოსის მუდმივით $a=0,796$ მ, გადადის კუბურ წახნაგცენტრირებულ γ' - მოდიფიკაციაში მარცვალთა თანაბარი განაწილებით. მარცვალთა $a=0,396$ მ-ს, ხოლო ზომა არ აღემატება 5ნმ-ს. მოდიფიკაციურ გარდაქმნას მოჰყვება თვისებათა ცვლილება. მაგალითად, კუთხური ელექტრული წინაღობა იცვლებოდა 0,6-დან 5,5მომ-დე, ხოლო მიკროსისალე – 120-დან 440მპა-მდე.

ნარჩილის მეორე შემადგენელი (მინაცემენტი) სინთეზირებულ იქნა $PbO-RO$ (BaO, ZnO)- B_2O_3 სისტემის მინის წარმოქმნის უბნის ერთ-ერთ შედგენილობისაგან. შერჩილვისა და ნარჩილის მიმართ მოთხოვნილებათა დასაკმაყოფილებლად საბაზისო მინაში შეყვანილ იქნა მალღობელი და ნუკლეატორი. მიღებული მასალა ამორფულმატრიციაში კომპოზიტია, რომელშიც მეორე „ფაზის“ მარცვლების ზომები არ აღემატებოდა 200-300ნმ.

საგანგებოდ შერჩეული თერმული დამუშავების რეჟიმით დამზადებული ნარჩილი ხასიათდებოდა კონტაქტის ზედაპირულ ფენაში გარდამავალი ბუფერით, რომლის ზომა სხვადასხვა ელემენტთა განაწილების მიხედვით 8-დან 20მკმ-მდე განისაზღვრება და განაპირობებს სხვადასხვა ბუნების მასალათა მჭიდრო შეჭიდულობას.

კვლევის შედეგად ჩამოყალიბდა AMan-ის ზედაპირისა და მინაცემენტის ურთიერთქმედებისას განვითარებული მექანიზმის შესახებ წარმოდგენები.

მიღებული ნარჩილი გამოიყენებოდა მოსკოვის რადიოტექნიკური ინსტიტუტის მიერ აკუსტიკურ-ელექტრონულ მოწყობილობათა კორპუსების დასამზადებლად. გამოცდილია სპეციალურ მოწყობილობათა დამზადებისას კოსმოსური კვლევების სფეროში.

კვლევის შედეგების პოტენციალური მომხმარებლები საქართველოში შეიძლება იყვნენ საავიაციო წარმოება და სადისტრიბუციო ენერგოკომპანიები.

ნანონაწილაკების სინთეზი ორგანული ფაზისა და წყლის გაყოფის საზღვარზე

ნ. დონაძე, მ. ბაციკაძე, თ. აგლაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ.77, 0175 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: თ.აგლაძე. ninodonadze@gmail.com

ლითონის ნანონაწილაკები (ლნნ) წარმოადგენენ სამშენებლო მასალას ქვევიდან–ზევით ნანოსტრუქტურების და ნანოკომპოზიტების კონსტრუირებისათვის. ჩვენს მიერ დამუშავებულია და მსხვილ ლაბორატორიულ მასშტაბში გამოცდილია ლითონთა (Ag, Ni, Zn, ZnO და სხვა) ნანოკრისტალების ელექტროსინთეზი სამი ფაზის (ლითონის კათოდი–წყალხსნარი–წყალში შეურევადი ორგანული გამხსნელი) გაყოფის საზღვარზე. წყალხსნარებიდან ელექტროქიმიურად აღდგენილი ლითონი მბრუნავ კათოდის მეშვეობით გადაიტანება აპოლარულ ორგანულ გამხსნელში, რომელშიც გახსნილია ზედაპირულად აქტიური ნივთიერება (მაგ. ცხიმოვანი ორგანული მჟავები). უკანასკნელი ადსორბირდება ლითონის ზედაპირზე და იწვევს კრისტალის ზრდის ინჰიბირებას და კრისტალთა ნუკლეაციის პროცესის სტიმულირებას და აგრეთვე ადჰეზიის ძალის შემცირებას. ამ პროცესების შედეგად ლითონის ნაწილაკები დისპერგირდება წყლის და ორგანულ ფაზებში. წყლის ფაზაში ფორმირდება მიკრონის ზომის (0,1-50მკ), ხოლო ორგანულ ფაზაში-ნანოგანზომილების (10-30ნმ) ლნნ-ი.

მეთოდი საშუალებას იძლევა განხორციელდეს ლითონის ნნ-ის *insitu* ფუნქციონალიზაცია (პოლიმერით დაფარვა, ჩართვა არაორგანულ მატრიცაში და სხვა).

ვერცხლის და თუთიის ოქსიდის ფხვნილების ბაქტერიოციდული თვისებების (გელირებას სახელობის ბაქტერიოფაგიის, მიკრობიოლოგიის და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტში) შესწავლის შედეგად დადგენილ იქნა როგორც ვერცხლის ასევე თუთიის ჟანგის ნნ-ბის ბაქტერიოციდული მოქმედება გრამდადებით, გრამუარყოფით შტამებზე და ფაგორეზისტენტულ ბაქტერიებზე.

წყალმცენარე *Spirulina platensis* გამოყენება ვერცხლის ნანონაწილაკების მისაღებად

ნ. წიბახაშვილი*, ა. რჩეულიშვილი*, ე. გინტური*, ნ. კუჭავა*, ნ. ბაღდავაძე*,
ვ. გაბუნია**

*სსიპ ე. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი.
თამარაშვილის ქ. 6, 0177 თბილისი

**სსიპ ფ.თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი.
აღ. ყაზბეგის გამზ. 15, 0160 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ნ. წიბახაშვილი. nelly_tsibakhashvili@yahoo.com

ნანონაწილაკების მიკრობული სინთეზი არის ახალი და პრაქტიკულად შეუწავლელი სფერო, რომელსაც აქვს პოტენციური მარტივი, არატოქსიკური და იაფი მეთოდებით მივიღოთ ახალი, უნიკალური თვისებების მქონე ნანონაწილაკები. მაგრამ იმისათვის, რათა ჩამოყალიბდეს ნანონაწილაკების მიკრობული სინთეზის სათანადო პროცედურები, ბევრი რამაა შესასწავლი როგორც მიკრობიოლოგიური, ასევე ტექნოლოგიური თვალსაზრისით. რაც მთავარია, დღეისათვის ძალზე მცირეა იმ მიკროორგანიზმების ჩამონათვალი, რომლებმაც გაიარეს ტესტირება ნანონაწილაკების წარმოქმნისუნარიანობაზე.

ჩვენი კვლევების საბოლოო მიზანია, შეიქმნას სათანადო სამეცნიერო და ტექნოლოგიური ბაზა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს, რომ მიკრობული სინთეზის გზით მივიღოთ სასურველი პარამეტრების მქონე ნანონაწილაკები.

სამუშაოში წარმოდგენილია პირველი შედეგები, რომლებიც მიღებულია ამ მიმართულებით ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტში. კერძოდ, ჩვენს მიერ ტესტირებულ იქნა ღურჯ-მწვანე წყალმცენარე *Spirulina platensis* უნარი მოახდინოს ვერცხლის (Ag) ნანონაწილაკების სინთეზი. ჩვენს ექსპერიმენტებში *Sp. platensis* სხვადასხვა რაოდენობის (2–7გ) ბიომასა მოთავსდა 10^{-3} მოლი კონცენტრაციის მქონე $AgNO_3$ წყალხსნარში სხვადასხვა დროის განმავლობაში (2 – 6 დღე). შემდგომი გაზომვებისთვის წყალმცენარის ბიომასა მოგროვდა ცენტრიფუგირებით. მიღებულ ნიმუშებს ჩაუტარდათ რენტგენოსტრუქტურული ფაზური ანალიზი. ასევე შეფასებულ იქნა ვერცხლის კონცენტრაცია წყალმცენარის ბიომასაში ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის გამოყენებით.

აღმოჩნდა, რომ ყველა ნიმუშის დიფრაქტოგრამა შეესაბამება ძირითადად ამორფული მასის სტრუქტურას. თუმცა ასევე დაფიქსირდა კრისტალური ფაზაც, რომლის ელემენტარული უჯრედი წარმოადგენს წახნაგცენტრირებულ კუბს და რომლის კრისტალური მესრის პარამეტრი შეადგენს $\approx 4.085\text{\AA}$, რაც შეესაბამება ლითონური ვერცხლის კრისტალურ სტრუქტურას. დებაი-შერერის ფორმულის გამოყენებით შეფასებულ იქნა, რომ ვერცხლის მარცვლების ზომა შეადგენს $\approx 10\text{--}15$ ნანომეტრს. აღსანიშნავია, რომ წყალმცენარის ბიომასაში კრისტალური ლითონური ვერცხლის შემცველობა არ აღემატება 1%-ს. გარდა ამისა, აღმოჩნდა, რომ *Sp. platensis* უჯრედებში აკუმულირებული ვერცხლის კონცენტრაცია მცირდება მასზე ვერცხლის იონების ზემოქმედების დროის გაზრდით. ამ ფაქტების საფუძველზე ვვარაუდობთ, რომ ვერცხლის ნანონაწილაკების სინთეზი ხდება წყალმცენარის უჯრედების გარეთ.

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდისა და უკრაინის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ცენტრის პროექტის № 5002 ფინანსური მხარდაჭერით.

Получение наночастиц ВТСП в цеолитных матрицах

Л.Г.Ахалбедашвили *, Н.П.Кекелидзе **

* Кавказский им. А.А. Твалчрелидзе институт Минерального Сырья;

** Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили

Методы получения наноразмерных систем можно разделить на две принципиально противоположные группы: методы агрегации и методы диспергирования. Согласно первому методу наночастицы формируются в результате реакции с образованием прекурсора и последующей управляемой агрегацией молекул или атомов продуктов до наноразмеров.

В случае диспергирования крупные частицы материала должны быть раздроблены до наноразмеров, при этом затрачивается значительное количество энергии на резкое увеличение поверхности раздела фаз.

Главным недостатком синтеза является термодинамическая неустойчивость этих систем – образующиеся наночастицы подвергаются самопроизвольной агрегации за счет огромного избытка поверхностной свободной энергии.

Поэтому химиками был разработан метод стабилизации синтезированных наночастиц путем использования изолирующих матриц, ограничивающих их дальнейшее слипание в большие агрегаты.

В данной работе предпринята попытка получить в порах цеолитов наноразмерные частицы ВТСП как каталитические системы бифункционального действия – т.е., с сочетанием окислительно-восстановительной функции и молекулярно-ситового эффекта.

С этой целью в качестве изолирующих матриц нами использованы синтетический цеолит типа Y и природный клиноптилолит в декатионированной форме для «выращивания» в их порах наночастиц сверхпроводящих купратов – был осуществлен так называемый *in situ* синтез.

Соединениями – прекурсорами были нитраты иттрия, бария и меди в количественном соотношении, соответствующем составу ВТСП.

Предварительная многократная обработка цеолитов проводилась аммиачными буферными растворами в динамических условиях с последующим длительным нагревом при 200-250 °C для удаления воды и аммиака. Полученные образцы декатионированных цеолитов пропитывались смесью нитратных растворов Y, Ba и Cu. Спекание проводилось при 930°C в течение 12 часов в токе кислорода. Остывшая масса после дробления была отсеяна на ситах – выделяли наиболее мелкую фракцию черного цвета с размером <0.25мм.

Рентгенофазовый анализ подтвердил наличие СП-фазы и BaCuO₅, синтезированных в порах цеолитов, а также наноразмерный характер частиц.

Для изучения каталитических свойств полученных нанопорошков в качестве модельной реакции было опробовано окисление монооксида углерода; температурные пределы реакции конверсии CO → CO₂ сместились в область низких температур на 150 – 200°C по сравнению с катализаторами на основе ВТСП, полученными обычным твердофазным методом, а активность выше более чем на порядок.

Таким образом, в цеолитной матрице могут быть синтезированы высокоактивные и селективные наноразмерные окисные и комплексные катализаторы неорганических и органических реакций.

ნანონაწილაკების მიღების ეფექტური საშუალება

დ.კეკელიძე*, მ.ცინცაძე**, ნ.კეკელიძე*.,***,****, J.Ramsden*****,

ლ. ახალბედაშვილი*.,***, ბ.კვირკველია*.,****, ნ.მარგიანი , თ.მედლიძე , ი.მჭავანაძე

*ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ჭავჭავაძის 1, 0179 თბილისი

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

***ალექსანდრე თვალჭრელიძის კავკასიის მინერალურ ნედლეულთა ინსტიტუტი, ფალიაშვილის 85, 0162 თბილისი

****ილია ვეკუას სოხუმის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი, მინდელის 7, 0186 თბილისი

*****Cranfield University, Bedfordshire MK 43 OAL, UK

♦ კიბერნეტიკის ინსტიტუტი, სანდრო ეულის ქ. 5, 0186, თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ნ. კეკელიძე. nnkekelidze@geo.net.ge

განხილულია მყარსხეულოვანი ნივთიერებების (ლითონთა ოქსიდების – α - Fe_2O_3 , TiO_2 და სხვა) ნანონაწილაკებად დანაწევრების ეფექტური საშუალება ნიმუშების მიკროტალღური გაცხელების გამოყენებით. პროცესი ხორციელდება **BERGHOF SPEEDWAVE MWS-3** მოდიფიცირებული სისტემის ბაზაზე. გამოყენებულია ფტოროპლასტის (ტეფლონის) სხვადასხვა ტიპის ავტოკლავეები ან კვარცის ჩასადგმელები (მასალის სიმცირის შემთხვევაში), ელექტრონული სახურავებით. გამოიყენებოდა სხვადასხვა არაორგანული მჟავები (HCl , HNO_3 ...) და სხვა აქტიური გამხსნელები. ააღების საშიშროების არსებობის გამო არ გამოგვიყენებია ორგანული გამხსნელები (სპირტი, ნახშირწყალბადები). ამავე დროს დასაშლელი ნიმუში შესაძლოა შეიცავდეს ნახშირბადს, თუმცა აუცილებელია მისი რაოდენობის მკაცრი კონტროლი (ამ დროს გამოიყოფა CO_2). მაგნეტრონის სიმძლავრე შეადგენს 1450W, სიხშირე 2,45GHz. სისტემამ მუშაობის საშუალება მოგვცა საკმაოდ მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში. ნარევის მაქსიმალური ტემპერატურა იყო 300°C , ხოლო წნევა 150 ბარი. ამასთანავე ყველა პროცესი მიმდინარეობდა ჰერმეტიკულად დახურულ სივრცეში, გარემოსთან შეხებისა და დანაკარგების გარეშე.

ცხადია, ნანონაწილაკების ზომები, მათი სტრუქტურა და ხარისხი ძლიერ არის დამოკიდებული ავტოკლავეებში არსებული ნარევის ტემპერატურაზე, წნევაზე, გენერირებული მიკროტალღების ინტენსივობაზე, პროცესის მიმდინარეობის ხანგრძლივობაზე და მის სტაბილურობაზე. აღნიშნულის გამო განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ შესაბამისი კომპიუტერული პროგრამებით ხორციელდება პროცესების მაღალხარისხოვანი მართვა. უწყვეტად და ზუსტად კონტროლირდება ყველა ძირითადი პარამეტრი: ტემპერატურა, წნევა, გამოსხივების სიმძლავრე, გახურების სიჩქარე. შესაძლებელია სასურველი რეჟიმის წინასწარი დაგეგმვა, რისთვისაც კომპიუტერულ სისტემაში შეგვყავს საჭირო ტემპერატურის, წნევის და სხვა სიდიდეების მნიშვნელობები. ცდებმა უჩვენა, რომ სისტემა იძლევა შესაძლებლობას ნანო ნაწილაკების მისაღებად განვახორციელოთ **ჰიდროთერმული სინთეზი**, ნანო ნაწილაკების მიკროტალღური დამუშავება, და ა.შ.

სილიციუმის დიოქსიდის ფირების მიღება ზოლ-გელი მეთოდით; მათი თვისებების შესწავლა და გამოყენების პერსპექტივები ნანოტექნოლოგიებში

თ. პავლიაშვილი*, მ. ჯანჯალია*, მ. გუდავაძე**

*ე. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი. თამარაშვილის ქ. 6, 0177 თბილისი

**ივ. ჯავახიშვილის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ი. ჭავჭავაძის გამზ. 2, 0179

საკონტაქტო ავტორი: მ. ჯანჯალია. medeadodo@gmail.com

სილიციუმის დიოქსიდის ფირები მიღებული იყო ტეტრაეთოქსისილანის საფუძველზე დამზადებული ხსნარებიდან. კატალიზატორად გამოიყენებოდა მარილმჟავა. ფირის წარმოქმნელი ხსნარის “მომწიფების” პროცესი კონტროლირდებოდა ბირთვული მაგნიტური რეზონანსის ^1H (ბმრ) მეთოდით და პარალელურად მოწმდებოდა საკონტროლო დაფენებით. ფირების დაფენა წარმოებდა ცენტრიფუგირების მეთოდით ხვრელური გამტარებლობის $\langle III \rangle$ კრისტალოგრაფიული ორიენტაციის მქონე ფირფიტებზე, რომელთა დიამეტრი შეადგენდა 60 მმ-ს. თერმოსტატში 130°C -ზე 30 წუთიანი გამოშრობის შემდეგ, ტარდებოდა ფირების გამოწვა 190°C -ზე 40 წუთის განმავლობაში, ხოლო საბოლოოდ გამსხნელებისა და ორგანული ნარჩენების ფირიდან გამოდევნისათვის ხდებოდა მათი თერმული გამოწვა დიფუზურ ღუმელში 470°C -ზე 1 საათისა და 20 წუთის განმავლობაში.

ფირების შემადგენლობის განსაზღვრისათვის შესწავლილ იქნა მათი ინფრაწითელი (იწ) სპექტრები, გადაღებული “UR-20” სპექტრომეტრზე. ფირებს გააჩნდათ შთანთქმის უბანი დიაპაზონში 1000-1150 სმ^{-1} , რაც შეესაბამება Si-O კავშირს. სხვა შუალედური შენაერთები და ორგანული ნარჩენები ამ მეთოდით არ დაფიქსირებულა.

შეფასებულ იქნა მექანიკური დაძაბულობების ხასიათი, რისთვისაც გამოყენებულ იქნა მაიკელსონის ინტერფერომეტრი. ყველა ფირზე ფიქსირდებოდა დაძაბულობის იზოტროპული განაწილება საფენის მთელ ფართობზე.

მიღებული ფირების საფუძველზე დამზადებულ იქნა მეტალი-დიელექტრიკი-ნახევარგამტარი სტრუქტურები Al-SiO₂-Si-Al. შესწავლილ იქნა ზოგიერთი ელექტროფიზიკური მახასიათებელი. გამოიკვთა მიღებული ფირების გამოყენების პერსპექტულობა როგორც მიკროელექტრონულ, ასევე ნანოტექნოლოგიებში. ნანოტექნოლოგიებში მათი გამოყენების პერსპექტიულ მიმართულებებად წარმოიჩინდა: არაორგანული-ორგანული ფირების სინთეზი, მაგნიტური ნანოკომპოზიტების მიღება, გაზური სენსორების დამზადება და ფოტონური კრისტალების მიღება.

ოპტოქემოტრონულ ნანოსენსორებში მიმდინარე პროცესები

თ. მარსაგიშვილი, მ. მაჭავარიანი, გ. ტატიშვილი
სსიპ რ.აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. მინდელის
ქ., 11, 0186 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: თ.მარსაგიშვილი. tmars@geo.net.ge

მეცნიერებისა ტექნოლოგიის განვითარების თანამედროვე მდგომარეობა, გარემოს დაცვა, ადამიანის ჯანმრთელობა დაბინძურებული გარემოს მხრიდან გაზრდილი საფრთხის პირობებში სულ უფრო მეტ სიზუსტეს მოითხოვენ ქიმიური სისტემების ანალიზების ჩატარებისას ანალიზური ხელსაწყოების მინიატურიზაციასთან და ანალიზებზე დახარჯული დროის შემცირებასთან ერთად. ზემოთხსენებულ კონცენტრაციების საძიებელი ნივთიერებების ანალიზების ჩატარებისას ერთ-ერთ მეტად რადიკალურ მეთოდს წარმოადგენს ატომური და მოლეკულური გარდაქმნების სფეროში თანამედროვე მეცნიერების მიღწევების გამოყენებაზე ორიენტირებული სარეგისტრაციო სისტემების გამოყენება. ასეთ სისტემებს შორის უპირველესად აღსანიშნავია ნივთიერების ქიმიური და ელექტროქიმიური გარდაქმნებისას სინათლის გამოსხივებაზე ორიენტირებული სენსორები სამედიცინო და ბიოქიმიური კვლევებისათვის.

ამ პროექტის მიზანია ახალი მეთოდების და ოპტოქემოტრონული ნანოსენსორების შემუშავება ახალი ელექტროქემილუმინოფორებიანი ელექტროქემილუმინესცენციური ლენგმიურ-ბლოჯეტის მოლეკულური კონდენსირებული ფირების ბაზაზე დამზადებული ხსნარების ანალიზისთვის. ასეთი სენსორების შემუშავებისას პირველ რიგში ყურადღება უნდა მიექცეს სენსორების ელექტროდების სტაბილურად მუშაობას რეალურ ხსნარებში.

ჩატარებულია ანალიზი მუხტის და ელექტრონული ალგზნების ენერგიის გადატანის პროცესებისა, რომლებიც შეიძლება მიმდინარეობდნენ მოცულობით ელექტროქემილუმინესცენციურ, კერძოდ ლენგმიურ-ბლოჯეტის ფირებიან სისტემებში. საკვლევ სისტემაში მიდინარე პროცესები რამდენიმე ჯგუფადაა დაყოფილი. პირველი ჯგუფი – ნაწილაკებს შორის და ელექტროდსა და ნაწილაკს შორის მუხტის გადატანის და ფოტოგადატანის პროცესები კონდენსირებულ გარემოში. მეორე ჯგუფი – ცალკეული ნაწილაკების ელექტრონული ალგზნების და ნაწილაკებს შორის ელექტრონული ალგზნების ენერგიის გადატანის პროცესები კონდენსირებულ გარემოში.

კონდენსირებული გარემო წარმოდგენილია ლენგმიურ-ბლოჯეტის ფენების სახით. მინარევული ნაწილაკების (ლუმინოფორების) კონცენტრაცია შეიძლება იცვლებოდეს ფენიდან ფენამდე. გარემო აღწერილია გარემოს მოლეკულების პოლარიზაციის ოპერატორების ტემპერატურული გრინის ფუნქციების გამოყენებით. ეს იძლევა სიხშირული და სივრცითი დისპერსიის ეფექტების გათვალისწინების საშუალებას.

მიღებულია ანალიზური გამოსახულებები კონდენსირებულ გარემოში ელექტროდიდან მინარევულ ნაწილაკზე, ელექტროდიდან გარემოს ნაწილაკზე, მინარევულ ნაწილაკებს შორის ლენგმიურ-ბლოჯეტის ერთ ფენაში, ლენგმიურ-ბლოჯეტის სხვადასხვა ფენების მინარევულ ნაწილაკებს შორის მუხტის გადატანის პროცესების კინეტიკური პარამეტრებისთვის.

მიღებულია გამოსახულებები სისტემის მიერ სინათლის გამოსხივების ექსტინქციის კოეფიციენტისთვის. იგი ზოგადი ფორმით შეიცავს სისტემის მახასიათებელ რიგ მაკროსკოპულ პარამეტრებს.

პირიდოქსალის ბაზაზე მიღებული სპიროპირანების ნანოსტრუქტურები

კ. ჯაფარიძე, ლ. დევაძე, ჯ. მაისურაძე, ი. მუჟაანაძე, ნ. სეფაშვილი

სსიპ კიბერნეტიკის ინსტიტუტი, სანდრო ეულის ქ. 5, 0186 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: კ. ჯაფარიძე. kokhtaja@yahoo.com

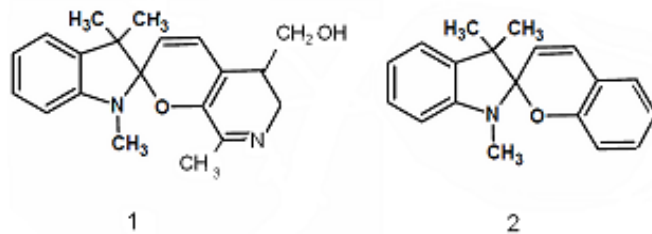
სპიროპირანები სხვა ფოტოქრომულ ნაერთთა შორის გამოირჩევა მაღალი შუქმგრძნობიარობით, ორფოტონიანი კვანტის შთანთქმის დიდი კვეთით, ჩაწერილი ინფორმაციის შენახვის ვადით, რომლის რეგულირება დიდ დიაპაზონშია შესაძლებელი, გამოსახულების კორექციისა და ერთიდაიგივე ნიმუშზე ინფორმაციის მოლეკულურ დონეზე მრავალჯერადად ჩაწერის უნარით. ყოველივე ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ პირველი დამმასსოვრებელი მოწყობილობა ინფორმაციის ორფოტონიანი ჩაწერით სწორედ სპიროპირანებზე განხორციელდა. სპიროპირანების თვითორგანიზების, ანუ ნანონაწილაკების ადვილად წარმოქმნის უნარი გამოყენებას პოულობს ნანოტექნოლოგიებში.

ახალი, გაუმჯობესებული თვისებების მქონე სპიროპირანების სინთეზი და მათში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების კვლევა მეცნიერების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სტადიაა. სპიროპირანის მოლეკულაში ჩამნაცვლებლის ელექტრონული ბუნებისა (ელექტრო-აქცეპტორულიდან ელექტრო-დონორამდე) და მისი პოზიციის ვარირებით შესაძლებელია ფართო დიაპაზონში ვცვალოთ ნაერთის ისეთი პარამეტრები როგორიცაა: ფოტომგრძნობიარობა ულტრაიისფერი (უ.ი.) და ხილული სინათლის მიმართ, ფოტონდუცირებული ფორმის სიცოცხლის ხანგრძლივობა, ფოტოქრომული გადასვლების სპექტრალური უბანი, ციკლურობა, სტაბილურობა, დიპოლური მომენტი და სხვა.

ფოტომგრძნობიარობისა და დიპოლური მომენტის გაზრდის მიზნით სინთეზირებულია და შესწავლილია სპიროპირანები პირიდოქსალის (ვიტამინ B6-ის) ბაზაზე, კვლევებმა გვაჩვენა, რომ ამ ნაერთების მაგალითად 1-ის დიპოლური მომენტი საგრძნობლად გაზრდილია. ამაზე მეტყველებს 1 ნაერთის ამორფული ფირის $t=0^{\circ}\text{C}$ შთანთქმის სპექტრის არასტრუქტურირებული ხასიათი, ისეთივე როგორიც მას აქვს პოლარულ გამხსნელში (მაგ. ეთანოლში). მე-2 ნაერთის ამორფული ფირის შთანთქმის სპექტრი სტრუქტურირებულია და იდენტურია

სპექტრისა არაპოლარულ გამხსნელში (მაგ. მეთილციკლოპექსანისა და დეკალინის ნარევი) $t = -160^{\circ}\text{C}$.

1 ტიპის სპიროპირანების და შესაბამისი მეროციანინების დიპოლური მომენტები, როგორც მოსალოდნელი იყო, აღემატება შესაბამისი ინდოლინური ანალოგებისას. ასეთი სპიროპირანების



ქრომენულ ნაწილში ნიტროჯგუფის ჩასმით, სავარაუდოა ფოტომგრძნობიარობის გაზრდა.

სამუშაო შესრულებულია სამეცნიერო ეროვნული ფონდის დაფინანსებით.
(პროექტი GNSF/ST08/4-425 (2009-2011))

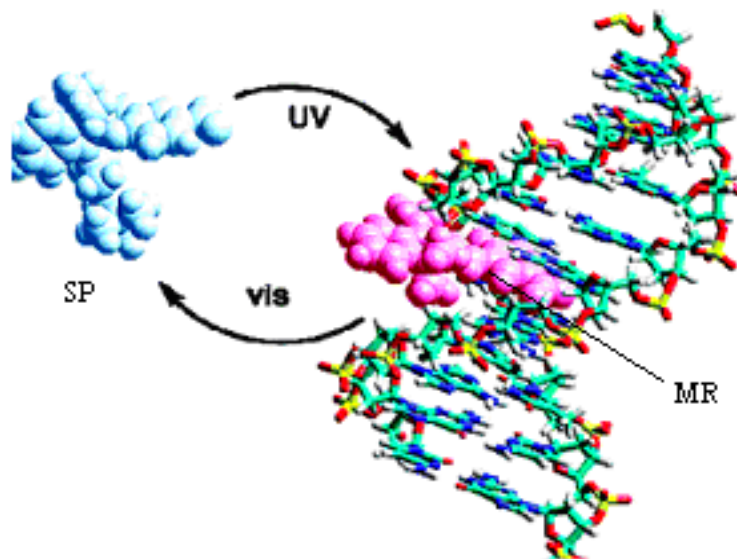
სპიროპირანების ნანონაწილაკები მედიცინაში

კ. ჯაფარიძე, ლ. დევაძე, ჯ. მაისურაძე, ნ. სეფაშვილი

სსიპ კიბერნეტიკის ინსტიტუტი, სანდრო ეულის ქ. 5, 0186 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ლ. დევაძე. lali.devadze@gmail.com

ნანორობოტი არის მოწყობილობა, რომლის ზომა მოლეკულის ზომის თანაზომადია, მოძრაობასთან ერთად მას შეუძლია გადაამუშაოს, გადასცეს ინფორმაცია და შეასრულოს პროგრამა. ნანოკაფსულების შემცველი ნანორობოტების საშუალებით შესაძლებელია ადამიანის ორგანიზმის წინასწარ განსაზღვრულ ადგილზე წამლის მიწოდება. ნანოკაფსულების გარე ფენაში ფოლიუმის მჟავის მოლეკულების არსებობა, მათ კიბოს უჯრედებზე მიწებების უნარს ანიჭებს. ფენას თუ საჭირო წამლის მოლეკულებთან ერთად სპიროპირანის, (ან სხვა ფლუორესცირებად) მოლეკულებსაც მივებათ, დაზიანებული უჯრედების არჩევითად განადგურებასთან ერთად ულტრა-იისფერი (UV) სინათლით შესაძლებელი გახდება პროცესზე დაკვირვებაც. სპიროპირანის – SP მოლეკულის ფოტონდუქციისას წარმოქმნილი მეროცინინული (MR) მოლეკულის დიპოლური მომენტი თითქმის ხუთჯერ იზრდება, და ადვილად იერთებს დნმ-ს.



სპიროპირანის მოლეკულაში ჩამნაცვლებლის ელექტრონული ბუნებისა (ელექტრო-აქცეპტორულიდან ელექტრო-დონორამდე) და მისი პოზიციის ვარირებით სინთეზირებულია ახალი ტიპის ნაერთები, რომელთა ფოტომგრძნობიარობა UV და ხილული სინათლის (Vis) მიმართ ორჯერ აღემატება არსებული ანალოგებისას. ასეთ ნაერთებში ფოტომგრძნობიარობასთან ერთად, გაიზარდა მოლეკულის დიპოლური მომენტიც. ყოველივე ეს გააფართოებს სპიროპირანების მედიცინაში გამოყენების შესაძლებლობებს.

სამუშაო შესრულებულია სამეცნიერო ეროვნული ფონდის დაფინანსებით.
(პროექტი GNSF/ST08/4-425 (2009-2011))

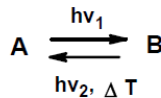
ჩამნაცვლების გავლენა სპიროპირანის დიპოლურ მომენტზე

კ. ჯაფარიძე, ლ. დევაძე, ჯ. მაისურაძე, ნ. სეფაშვილი, მ. გუგავა

სსიპ კიბერნეტიკის ინსტიტუტი, სანდრო ეულის ქ. 5, 0186 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ლ. დევაძე. Lali.Devadze@gmail.com

ნანოტექნოლოგიური რევოლუცია დამყარებულია მაღალ ტექნოლოგიურ მოწყობილობებზე, რომლებშიც ბაზურ ელემენტებად გამოიყენება ბისტაბილური მოლეკულები და მოლეკულური ანსამბლები, ანუ ნაერთები რომელთაც შეუძლიათ გარკვეული ენერგეტიკული ბარიერით გაყოფილ ორ თერმოდინამიკურად მდგრად მდგომარეობაში არსებობა. მდგომარეობებს შორის გადართვა ხორციელდება გარე ზემოქმედებით (სინათლით, სითბოთი, ელექტრომაგნიტური ველით და სხვა). ამათგან ყველაზე ეფექტურია ფოტოქრომული ნაერთები, მათი ინდუცირება სინათლითაა შესაძლებელი.



ფოტოქრომული ნაერთების საფუძველზე იქმნება მოლეკულური გადამრთველები, ტრანზისტორები, ოპტიკური მეხსიერების ელემენტები (მათ შორის სამგანზომილებიანი მეხსიერებისათვისაც), მზადდება მოწყობილობები მედიცინისა და ეკოლოგიისთვის და სხვა.

ფოტოქრომულ ნაერთებს შორის სპიროპირანები მაღალი შექმგრძნობიარობით, ნანონაწილაკების ადვილად წარმოქმნის უნარით და მოლეკულის სტრუქტურული მოდიფიკაციის სიმარტივეთ ხასიათდებიან, რაც სასურველი დიზაინის მოლეკულის სინთეზის საშუალებას გვაძლევს. მოლეკულის ინდოლინურ და ქრომენულ ნაწილში ჩამნაცვლების ელექტრონული ბუნებისა და მისი პოზიციის ვარირებით მიღებულია ულტრა-იისფერი და ხილული სინათლის მიმართ გაზრდილი ფოტომგრძნობიარობის ნაერთები. მიღებული სპიროპირანების ფოტოინდუცირებული ფორმის დიპოლური მომენტებიც, ასევე, აღემატება არსებული ანალოგებისას. მაგ. სპიროპირანის და მეროციაინინისთვის 4 და 18 დებაი შესაბამისად (გაზომილი სოლვატოქრომიის მეთოდით), რაც კარგ თანხმობაშია კვანტურ-ქიმიურ გამოთვლებთან. ჩამნაცვლების ელექტრო-აქცეპტორობის ზრდასთან ერთად იზრდება როგორც სპიროპირანის, ისე მეროციაინინის მოლეკულის დიპოლური მომენტი. ჰიდროფილური მოლეკულა ხდება ჰიდროფობური, რაც ამ ნივთიერებების ფართო გამოყენებას განაპირობებს.

სამუშაო შესრულებულია სამეცნიერო ეროვნული ფონდის დაფინანსებით.
პროექტი GNSF/ST08/4-425 (2009-2011)

რსკე ტექნოლოგიური მეთოდის შესაძლებლობების კვლევა იმპლანტირებულ ZnO -ს ნანო-ფენებში დეფექტთა წარმოქმნის რეგულირებისას

თ. ბუთხუზი, თ. ხულორდავა, მ. შარვაშიძე, ნ. გაფიშვილი, რ. მელქაძე,
ე. კეკელიძე, ლ. აფციაური, ნ. ბუხსიანიძე, ლ. ტრაპაძე, შ. მირიანაშვილი,
თ. ქამუშაძე, ლ. გაფიშვილი, მ. ტიგიშვილი

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ჭავჭავაძის გამზირი №3. 0128, თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: თ. ბუთხუზი. tamazbutkhuzi@yahoo.com

რადიკალურ-სხივური კვაზიეპიტაქსიის მეთოდით ZnO -ს ნანო-ფენებში დეფექტთა წარმოქმნის რეგულირების კვლევისათვის განხორციელდა ZnO -ს ნიმუშების ფტორით იმპლანტაცია. ZnO:F ნიმუშებში იმპლანტირებით წარმოქმნილი რადიაციული დეფექტების გამოწვა მოხდა არაწონასწორული რადიკალურ-სხივური კვაზიეპიტაქსიის (რსკე) მეთოდის გამოყენებით.

იმპლანტაცია მიმდინარეობდა ფტორის იონებით $E=110$ კევი ენერგიით, იმპლანტაციის დოზა შეადგენდა $D=10^{15} \text{ სმ}^{-2}$ და კონის სიმკვრივე $J=15 \text{ მკა/სმ}^2$. რსკე ტექნოლოგიურ მეთოდში იმპლანტირებული ნიმუშების გამოწვა ჟანგბადის სინგლეტური რადიკალების ატმოსფეროში ხდება. რადიკალთა კონცენტრაცია $n=10^{14} - 10^{15} \text{ სმ}^{-3}$ შეადგენს, გამოწვის ტემპერატურისა ($T=200-800^\circ\text{C}$) და თერმოდამუშავების დროის ვარირება განსაზღვრავს ნიმუშის ზედაპირზე წარმოქმნილ ფენათა სისქეს. რსკე ტექნოლოგიის მიმდინარეობისას დეფექტთა წარმოქმნის თავისებურებიდან გამომდინარე, ნიმუშის ზედაპირზე ხდება ახალი ფენების შენება.

ექსპერიმენტული მონაცემების თანახმად, ცნობილია, რომ ფტორით იმპლანტაცია თუთიის ოქსიდში ელექტრონული გამტარობის მისაღებად გამოიყენება.

რსკე მეთოდში დამუშავებამდე ნიმუშების იმპლანტაცია იწვევს დიფუზიური პროცესების გააქტიურებას ბაზურ კრისტალში და ამავე დროს ჩანერგილი მინარევული ატომები აქტიურად მონაწილეობენ ახალი ფენების წარმოქმნაში. რსკე ტექნოლოგიური მეთოდის ტექნოლოგიური თავისებურებანი უზრუნველყოფს ახალ მშენებარე ფენებში ფტორის ჩანერგვას და ZnO:F კვაზიეპიტაქსიური ნანო-ფენების მიღებას ($56 \text{ მ} - 10^4 \text{ მ-მდე}$).

ჰოლის ეფექტის (ვან-დერ-პაუ მეთოდი) გაზომვების თანახმად მიღებულია p-ტიპის ZnO ნანო-ფირები. მიღებულ ნანო ფირებში ხერვლების კონცენტრაცია, კუთრი წინაღობა და ძვრადობა შეადგენდა $N=8 \times 10^{18} \text{ სმ}^{-3}$, $p=3,1 \times 10^{-3} \Omega \text{ სმ}$ და $m=250 \text{ სმ}^2/\text{ვწმ}$ შესაბამისად.

ამრიგად, ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ რსკე მეთოდის გამოყენებისას დეფექტთა წარმოქმნის თავისებურება მიღებული ნანო-ფენების თვისებების რეგულირების საშუალებას იძლევა.

აზოტით იმპლანტირებული ZnO-ს ნანო-ფენების მიღება არაწონასწორული რსკე ტექნოლოგიური მეთოდით

თ. ბუთხუზი, თ. ხულორდავა, მ. შარვაშიძე, ნ. გაფიშვილი, რ. მელქაძე,
ე. კეკელიძე, ლ. აფციაური, ნ. ბუხსიანიძე, ლ. ტრაპაიძე, შ. მირიანაშვილი,
თ. ქამუშაძე, ლ. გაფიშვილი, მ. ტიგიშვილი

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ჭავჭავაძის გამზირი №3. 0128, თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: თ. ბუთხუზი. tamazbutkhuzi@yahoo.com

p-ტიპის ZnO-ს ნანოფირების მისაღებად ჩატარდა ZnO-ს ნიმუშების აზოტით იმპლანტაცია. ZnO:N ნიმუშებში იმპლანტირებით წარმოქმნილი რადიაციული დეფექტების გამოწვა მოხდა არაწონასწორული რადიკალურ-სხივური კვაზიეპიტაქსიის (რსკე) მეთოდის გამოყენებით.

იმპლანტაცია მიმდინარეობდა აზოტის იონებით $E=110$ კევი ენერგიით, იმპლანტაციის დოზა შეადგენდა $D=10^{15}$ სმ⁻² და კონის სიმკვრივე $J=15$ მკა/სმ². რსკე ტექნოლოგიურ მეთოდში იმპლანტირებული ნიმუშების გამოწვა ჟანგბადის სინგლეტური რადიკალების ატმოსფეროში მიმდინარეობს. რადიკალთა კონცენტრაცია $n=10^{14} - 10^{15}$ სმ⁻³ შეადგენს, გამოწვის ტემპერატურისა ($T=200-800^{\circ}\text{C}$) და თერმოდამუშავების დროის ვარირება განსაზღვრავს ნიმუშის ზედაპირზე წარმოქმნილ ფენათა სისქეს. რსკე ტექნოლოგიის მიმდინარეობისას დეფექტთა წარმოქმნის თავისებურებიდან გამომდინარე, ნიმუშის ზედაპირზე ხდება ახალი ფენების შენება.

რსკე მეთოდში დამუშავებამდე ნიმუშების იმპლანტაცია იწვევს დიფუზიური პროცესების გააქტიურებას ბაზურ კრისტალში და ამავე დროს ჩანერგილი მინარევული ატომები აქტიურად მონაწილეობენ ახალი ფენების წარმოქმნაში. რსკე ტექნოლოგიური მეთოდის ტექნოლოგიური თავისებურებანი უზრუნველყოფს ახალ მშენებარე ფენებში აზოტის ჩანერგვას და ZnO:N კვაზიეპიტაქსიური ნანო-ფენების მიღებას (56მ – 10⁴მმ-მდე).

ჰოლის ეფექტის (ვან-დერ-პაუ მეთოდი) გაზომვების თანახმად მიღებულია p-ტიპის ZnO ნანო-ფირები. მიღებულ ნანო ფირებში ხვრელების კონცენტრაცია, კუთრი წინაღობა და ძვრადობა შეადგენდა $N=5 \times 10^{16}$ სმ⁻³, $\rho=5,4 \Omega\text{სმ}$ და $m=23$ სმ²/ვწმ შესაბამისად.

მიღებული ფენების ოპტიკური კვლევის შედეგად ფლ სპექტრში დაიმზირა 371,56მ, 381,26მ, 387,46მ.

ნანო და მიკრო ელემენტებიანი ფოტოშაბლონების დამზადების ახალი ტექნოლოგიები

თ. ხოფერია, თ. ზედგინიძე, მ. პეტრიაშვილი

ე. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი. თამარაშვილის ქ. 6, 0177 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: თ. ხოფერია. teimurazkhoperia@yahoo.com

სამუშაოს მიზანი იყო ნანო და მიკროზომის მქონე გამჭვირვალე და სანიღბო ელემენტებიანი ფოტოშაბლონების დამზადების კონკურენტუნარიანი ტექნოლოგიების და კონსტრუქციის დამუშავება. ჩვენი გამოგონება Georgian Patent P.4788, GEP 2009 4788P; International Publication Number WO 2009/106903 ეხება მიკროელექტრონიკის და ნანოელექტრონიკის აპარატურის წარმოებას, ნანოჩიპების დამზადებას, ნანოელემენტებიანი ფოტოშაბლონების წარმოებას. გამოგონება მნიშვნელოვნად ამარტივებს და აიაფებს ნანოზომის ელემენტებიანი ფოტოშაბლონების დამზადებას, გამორიცხავს 4 მილიონი დოლარის ღირებულის ელექტრონული სხივით მაექსპონირებელი და რთული აპარატურის გამოყენებას, ზრდის ვარგისიანი პროდუქციის გამოსავლიანობის პროცენტს, აადვილებს და ამადლებს ელემენტების შეთავსების სიზუსტეს და ამადლებს ფოტოშაბლონის ცვეთაგამძლეობას. აღსანიშნავია, რომ „კონკურენტუნარიანი ნანოჩიპების დამზადებას თავისი მნიშვნელობით ადარებენ პირველი ატომური ბომბის აფეთქებას ან ადამიანის დაჯდომას მთვარეზე“ (Scientific American, April 2004, p. 49).

მეთოდის განხორციელებისათვის, გამჭვირვალე სუბსტრატზე (შუშაზე, კვარცზე) დაიტანება პირველი ნახევრადგამჭვირვალე (ე.ი. გაუმჭვირვალე სინათლის სხივების სპექტრის ულტრაიისფერ და გამჭვირვალე ხილული სპექტრის არეში) სანიღბო ფენა. ამ ფენიდან ამზადებენ პირველი ჯგუფის მიკრონის სიგანის ნახევრადგამჭვირვალე სანიღბო ელემენტებს ულტრაიისფერი კონტაქტური ფოტოლიტოგრაფიის საშუალებით. ატარებენ ამ პირველი ჯგუფის სანიღბო ელემენტების ვერტიკალური და ზედა ჰორიზონტალური საზღვრების ოქსიდირებას. ოქსიდირების სიღრმე უდრის შემდგომში ფორმირებული გამჭვირვალე ნანოზომის ელემენტების სიგანეს. ამის შემდეგ დაიტანება მეორე სანიღბო ფენა. ატარებენ ამ მეორე სანიღბო ფენის ზედა (გარე) საზღვრების ოქსიდირებას. ატარებენ პირველი და მეორე სანიღბო ფენების ოქსიდირებული საზღვრების სელექტიურ მოწამვლას. ამრიგად ერთჯერადი ჩვეულებრივი ულტრაიისფერი კონტაქტური ფოტოლიტოგრაფიით იღებენ ნახევრადგამჭვირვალე ნანოზომის პირველი და მეორე ჯგუფის სანიღბო ელემენტებს და მათ შორის გამჭვირვალე ნანოზომის ელემენტებს. ამ გამჭვირვალე ნანოზომის ელემენტების სიგანე უდრის პირველი ჯგუფის სანიღბო ელემენტების ოქსიდირებულ საზღვრების სისქეს. ეს საშუალებას იძლევა, რომ თავდაპირველად პირველი ჯგუფის სანიღბო ელემენტების ფოტოლიტოგრაფიით დამზადებისას გამოყენებული მიკრონიანი ელემენტების მქონე ფოტოშაბლონის საშუალებით მივიღოთ ნანოზომის სანიღბო და გამჭვირვალე ელემენტების მქონე ფოტოშაბლონები და ნანოზომის მქონე ელემენტებიანი ხელსაწყოები. ჩვენს მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიები დიდი ტექნიკო-ეკონომიკური ეფექტითაა დანერგილი წარმოებაში [1-3].

1. T.N. Khoperia, Electroless Deposition in Nanotechnology and ULSI, Microelectronic Engineering, 69, Issues 2-4, September 2003, pp. 384-390 (2003);
2. T.N. Khoperia, Investigation of the Substrate Activation Mechanism and Electroless Ni-P Coating Ductility and Adhesion, Microelectronic Engineering, 69, Issues 2-4, September 2003, pp. 391-398 (2003).
3. T.N. Khoperia, Nanotechnology, Fabrication of Fine-Grained Particles and Electronic Devices Using Electroless Metallization, 6th European Solid Oxide Fuel Cell Forum, Lucerne, Switzerland, 3, June 2004, pp.1424-1433 (2004).

კონკურენტუნარიანი ნანო და მიკროტექნოლოგიების დამუშავება პიეზოტექნიკური ხელსაწყოების და კატალიზატორების დამზადების მიზნით

თ. ხოფერია, თ. ზედგინიძე, თ. პეტრიაშვილი
ე. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი. თამარაშვილის ქ. 6, 0177 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: თ. ხოფერია. teimurazkhoperia@yahoo.com

სამუშაოს მიზანი იყო პიეზოკვარცის რეზონატორების, სენსორების, პიეზოკერამიკის ხელსაწყოების, კატალიზატორების და სხვა ნაკეთობების დამზადების კონკურენტუნარიანი მეთოდების შექმნა. დამუშავებული ტექნოლოგიების დანერგვამ მრეწველობაში უზრუნველყო ტექნოლოგიური პროცესის ხანგრძლივობის და ტემპერატურის რამდენიმეჯერ შემცირება, ძვირფასი ლითონების და შხამიანი ნაერთების გამოყენების გამორიცხვა და პროდუქციის ხარისხის ამაღლება [1-3].

ჩვენს მიერ შექმნილია კონკურენტუნარიანი ახალი სამეცნიერო-ტექნიკური მიმართულებები, პროგრესული ტექნოლოგიები და გამოგონებები. ისინი აღნიშნულია საერთაშორისო პრიზებით. საერთაშორისო სამეცნიერო ცენტრების დასკვნებში (აშშ-დან, იაპონიიდან, გერმანიიდან და სხვა ქვეყნებიდან) აღნიშნულია, რომ მიღებული უმნიშვნელოვანესი შედეგების საფუძველზე შექმნილია ნანოტექნიკის განვითარების ახალი ეტაპი. მიღებულია შემდეგი შედეგები:

1) დამუშავებულია გამიზნული თვისებების მქონე ნანოზომის ფხვნილების მიღებისა და მოღივონების უნიკალური ტექნოლოგიები კატალიზატორების, აღსორბენტების, სენსორების, ლითონების, პლასტმასებისა და კერამიკის სიმტკიცის მკვეთრად ასამაღლებელი მოდიფიკატორების, ტყვიაგამძლე ჯავშნების დამზადების მიზნით, ნანო ფხვნილებით კიბოს უჯრედების სელექციურად გასანადგურებლად, წამლების გამიზნულ ადგილას მისაყვანად, ბიოლოგიაში, მშენებლობაში გამოყენებისათვის.

2) ჩვენს მიერ დამუშავებულია ტექნოლოგიები, რომლებმაც პირველად უზრუნველყვეს მსოფლიო პრაქტიკაში ადეკვატურად ოქროსა და ვერცხლის შეცვლა არაძვირადღირებული ლითონებით, პროცესის ხანგრძლივობის 10-ჯერ შემცირება (რაც აღნიშნულია დანერგვის აქტებში). ეს ტექნოლოგიები რამდენიმე მილიონი დოლარის ეკონომიკური ეფექტითაა დანერგილი კოსმოსურ ტექნიკის, მიკროელექტრონიკის და გამოთვლითი ტექნიკის სერიულ წარმოებებში. გამოჩენილი უცხოელი მეცნიერების გამოხმაურებებში დადასტურებულია, რომ ეს ახალი მიმართულება წინ უსწრებს განვითარებული ქვეყნების მიღწევებს როგორც მეცნიერული, ასევე მრეწველობაში დანერგვის თვალსაზრისით.

3) ჩვენს მიერ დამუშავებულია ახალი ნანო ტექნოლოგია ნანოელემენტებიანი ფოტოშაბლონების დამზადების მიზნით: Georgian Patent P.4788, GEP 2009 4788 P; International Publication Number WO 2009/106903.

1. T.N. Khoperia, Electroless Deposition in Nanotechnology and ULSI, Microelectronic Engineering, 69, Issues 2-4, September 2003, pp. 384-390 (2003).
2. T.N. Khoperia, Investigation of the Substrate Activation Mechanism and Electroless Ni-P Coating Ductility and Adhesion, Microelectronic Engineering, 69, Issues 2-4, September 2003, pp. 391-398 (2003).
3. T.N. Khoperia, Nanotechnology, Fabrication of Fine-Grained Particles and Electronic Devices Using Electroless Metallization, 6th European Solid Oxide Fuel Cell Forum, Lucerne, Switzerland, 3, June 2004, pp.1424-1433 (2004).

ზესუფთა მეტალური დარიშხანის მიღების ახალი ტექნოლოგია

რ. გიგაური*, ი. ჭელიძე***, ა. ჭირაქაძე***, მ. გახუტიშვილი**, რ. სახვაძე***

*სსიპ რ. აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი
მინდელის ქ. 11, 0186, თბილისი

**ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 3, თბილისი

***ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 53^ა, 0162 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: მ. გახუტიშვილი. marigakh@yahoo.com

დარიშხანის ზოგიერთი ალოტროპიული სახე ამჟღავნებს ნახევარგამტარულ თვისებებს, ხოლო ზოგიერთი (მაგ. რუხი ალოტროპი) – ლითონურს ან ნახევრად ლითონურს [1]. ეს ნიშნავს, რომ დარიშხანის ნანოსტრუქტურებს შეიძლება გააჩნდეს ძლიერ საინტერესო და სასარგებლო გამტარული თვისებები. ამდენად, ზესუფთა ლითონური დარიშხანი არის პერსპექტიული მასალა ლითონური ნანოსტრუქტურების წარმოებისთვის [2]. იგი ასევე გამოიყენება $A^{III}B^V$ ტიპის კვაზიორგანოზომიდებიანი ნახევარგამტარული GaAs, InAs, GaAlAs სტრუქტურებისა და გეტეროსტრუქტურების დასამზადებლად [3,4]. ჩვენს მიზანს წარმოადგენს ზესუფთა (მინარევეების შემცველობა: $\leq 10^{-5}$ მასურ %-ს) დარიშხანის მიღება, რისთვისაც აუცილებლად მიგვაჩნია მინარევეებისგან თავისუფალი საბაზრო ნაერთების მიღება. ამისთვის გამოყენებულია ერთატომიანი ($Cn_{2n+1}OH$, სადაც $n \geq 4$) და ორატომიანი ნაჯერი რიგის სპირტები [5]. სპირტების და დარიშხანის ($89-94\% As_2O_3$) ურთიერთქმედების შედეგად მიღებული ეთერები ძალიან მაღალი სისუფთავისაა, რადგან სპირტები სელექტიურად ურთიერთქმედებენ მხოლოდ As (III) ოქსიდთან.

ამრიგად, თუ მივიღებთ $(RO)_3As$ ტიპის მინარევეებისგან განთავისუფლებულ დარიშხანოვანი მჟავას ეთერებს, შემდეგ შესაძლებელი ხდება ზესუფთა ლითონური დარიშხანის მიღება.

ლიტერატურა

1. World Intellectual Property Organization. WO 2008044050 20080417. Nanostructures.
2. V. A. Shchukin, N.N. Ledenstov and Bimberg. Epitaxy of Nanostructures. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New-York, 2004.
3. Xiaodong Huang, et al. Quantum dot vertical cavity surface emitting laser. US Patent 6782021
4. Физика соединения $A^{III}B^V$. Всесоюзная конф. по физике соединений $A^{III}B^V$. Тез. докл. Новосибирск, 1981, с. 341.
5. Чавчанидзе Н.Г. Новые возможности очистки превращений белого мышьяка: Дис. канд. хим. наук. Тбилиси, 1990, с. 174.

დარიშხანშემცველი ნარჩენებიდან დარიშხანის ბაქტერიულ-ქიმიური გამოტუტვა

რ. გიგაური*, ლ. სახვაძე**, ი. ჭელიძე**, ა. ჭირაქაძე**, ჯ. ბუაჩიძე**, რ. სახვაძე**

*სსიპ რ. აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი
მინდელის ქ. 11, 0186, თბილისი

**ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 53^ა, 0162 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ა. ჭირაქაძე. achirakadze@yahoo.com

უკანასკნელ დროს *Shevanella* sp. HN-41 შტამის გამოყენებით ანაერობულ პირობებში თიოსულფატისა და არსენატების ხსნარიდან მიღებულია და აღწერილია ნანოსტრუქტურები, რომლებიც წარმოადგენენ ბოჭკოვან დარიშხან-სულფიდურ ნანომილაკებს [1]. ელექტრონული მიკროსკოპის მეშვეობით მინებში დამზერილია As_2Se_3 და As_2S_3 ნანომეტრული ზომის ობიექტები [2]. გამოთქმულია აზრი დარიშხნის ბაქტერიული გამოტუტვის ხსნარებში ანალოგიური ობიექტების დამზერის შესაძლებლობების შესახებ. ყოველივე ეს განაპირობებს მზარდ ინტერესს დარიშხანშემცველ ნივთიერებებზე ბაქტერიების ზემოქმედების შესწავლის მიმართ.

ცდებისათვის გამოიყენებოდა თიობაქტერიები (*T. ferrooxidans*), რომლებიც წინასწარ ადაპტირებული იყო დარიშხანის მიმართ. პროცესი მიმდინარეობდა მუდმივი მორევისა და აერაციის პირობებში 15-20°C ტემპერატურის ინტერვალში.

სარეაქციო არეს თავიდანვე ემატება ნარევი R_3 , რომელიც ძირითადად კატალიზატორის ფუნქციას ასრულებს. 60 სთ-ის განმავლობაში მთლიანად ხდებოდა დარიშხანის გამოტუტვა ნიმუშიდან, რომელიც შეიცავდა 7,12% დარიშხანს [3].

ლიტერატურა

1. Ji-Hoon Lee, Min-Gyu Kim, Bongyoung Yoo, Nosang V Myung, Jongsun Maeng, Takhee Lee, Alice C Dohnalkova, James K Fredrickson, Michael J Sadowsky, and Hor-Gil Hur. Biogenic Formation of Photoactive Arsenic-Sulfide Nanotubes by *Shevanella* sp. Strain HN-41. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 104, 51, 2007, 20410-20415.
2. A. Loerinczi, M. Popescu, F. Sava. Possible Nano-Tube Configurations in Arsenic Chalcogenides. *Journal of Optoelectronics and Advanced materials*, v. 6, 2, 2004, 489-492.
3. Сахвадзе Л., Адамия Т., Буачидзе З., Гвахария В., Чиракадзе А. Бактериальное выщелачивание мышьяка из отходов добычи мышьяковых руд и промышленного производства соединений мышьяка. *Труды Института Микробиологии НАН Азербайджана*, т.7, 2009.

პარკოსანი და მარცვლეული კულტურების მოყვანის ახალი ნანობიოლოგიური ტექნოლოგია

ვ. ბრეგაძე, ე. ღელაღუტაშვილი, ქ. წაქაძე, გ. მარგველაშვილი

სსიპ ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი. თამარაშვილის 6, 0177 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ვ. ბრეგაძე. v.bregadze@aiphysics.ge

საქართველო მდებარეობს განსაკუთრებულ კლიმატურ პირობებში. კერძოდ, აქ არის შედარებით ცივი გაზაფხული და თბილი შემოდგომა. ამის გამო, როგორც წესი, ვერ ხერხდება მზის წლიური რადიაციის მაქსიმალური გამოყენება (მარტი-ოქტომბრის ჩათვლით). ამის და სხვა მაღლიმიტირებადი ფაქტორების გამო (ცივი ნიადაგი, მზის ფიზიოლოგიურად აქტიური რადიაცია, წყალი, პარკოსან მცენარეებთან სიმბიოზში მყოფი *Rhizobium*-ის ტიპის კოურის აზოტშესაბოჭი ბაქტერიები, სიცოცხლისათვის საჭირო მიკროელემენტები), ვერ ხერხდება საქართველოში მარცვლეულის ორი კულტურის მოყვანა (აღება). ამის გარდა, სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაცია, განსაკუთრებით ამ ბოლო დროს, საგრძნობლად ზრდის პროდუქციის თვითღირებულებას.

ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტში შექმნილია ბიოარაორგანული ნანოკომპლექსი (ბანკ) აზოტის ბიოლოგიური შებოჭვის, ფოსფატის გადატანის და ჩართვის სტიმულატორი. ახალი ტექნოლოგია ითვალისწინებს ბანკ-ისა და ბაქტერიული პრეპარატის, ნიტრაგინის ერთდროულ გამოყენებას (ინკრუსტაციას) ლობიოს და სოიოს მარცვლის დამუშავებისას თესვის წინ.

ამ მეთოდით დამუშავებული მარცვლის შეტანა ნიადაგში ფოსფორ-კალიუმიანი სასუქის ფონზე მნიშვნელოვნად (~40%) ზრდის ლობიოს და სოიოს მოსავალს და, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, ზრდის ცილის შემცველობას მარცვალში 11-14 %-ით. ასევე იზრდება პარკების რაოდენობა ერთ ბუჩქზე და ცალკეული მარცვლის წონაც. ნიტრატების რაოდენობა გაცილებით ნაკლებია დასაშვებ ნორმაზე (90 მგ. ერთ კგ მარცვალზე). ვეგეტაციის პერიოდი საშუალოდ 10-15 დღით მცირდება. გარდა ამისა, ამ ტექნოლოგიაში დიდი ეფექტურობის მქონე პრეპარატის, ბანკ-ის გამოყენება ეკონომიას უწევს მიკროელემენტებს, კერძოდ, დაახლოებით 1000-ჯერ ამცირებს სასუქში ძვირადღირებული Mo-ის შემცველობას. პარკოსან მცენარეებთან სიმბიოზში მყოფი *Rhizobium*-ის ტიპის კოურის აზოტშესაბოჭი ბაქტერიების მიერ აზოტის შებოჭვა ბუნებრივი, ბიოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიაა, გარდა ამისა, იგი ამდიდრებს ნიადაგს აზოტით (200-300 კგ/ჰა), რომლის 1 კგ-ის სამრეწველო წარმოებისათვის საჭიროა 6000 კკალ ენერგია. ზემოთქმულის გავითვალისწინებით ეკონომიური ეფექტი აშკარაა.

პარკოსნების ვეგეტაციის პერიოდის შემცირება საშუალებას მოგვცემს მოვიყვანოთ ორი მოსავალი. მაგალითად: საშემოდგომო ხორბლის მარცვალი და პარკოსანი (ლობიო), სიმინდი და პარკოსანი.

ლობიოს და სოიოს მოყვანის ახალი ნანობიოლოგიური ტექნოლოგია, მათ შორის მექანიზაციის გამოყენებით, გამოცდილია ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მეღიორაციის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (ფონიჭალა და სართიჭალა) ორი წლის განმავლობაში და ი. ლომოურის სახელობის მიწათმოქმედების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (წეროვანი) ასევე ორი წლის განმავლობაში. სულ – ოთხი წელიწადი. ხერხზე და ტექნოლოგიაზე მიღებულია 2 პატენტი.

ვერცხლის ნანონაწილაკებისა და ვერცხლის იონების გავლენა დნმ-ინტერკალატორების კომპლექსების ოპტიკურ თვისებებზე

ვ. ბრეგაძე*, ს. მელიქიშვილი*, ზ. მელიქიშვილი**, გ. პეტრიაშვილი**

*სსიპ ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი, თამარაშვილის ქ. 6, 0177 თბილისი

**სსიპ კიბერნეტიკის ინსტიტუტი. ეულის ქ. 5, 0186 თბილისი

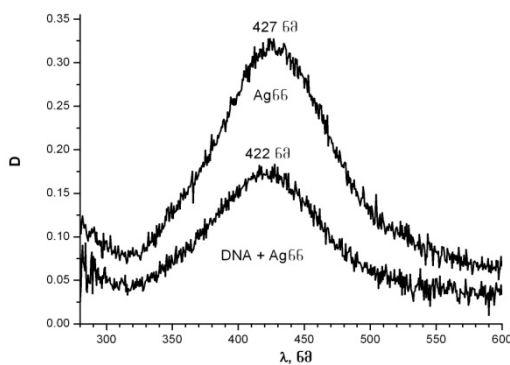
საკონტაქტო ავტორი: ვ. ბრეგაძე. v.bregadze@aiphysics.ge; vbregadze@gmail.com

ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს პირდაპირი და ირიბი გზით $d=1-2$ ნმ დიამეტრის მქონე ვერცხლის ნანონაწილაკების (AgN₆) ურთიერთქმედების შესწავლას დნმ-თან, აკრედინ ნარინჯისფერის (ან) და ეთიდიუმ ბრომიდის (ებ) მოლეკულებთან თავისუფალ და დნმ-ში ინტერკალირებულ მდგომარეობებში, აგრეთვე AgN₆-ის ურთიერთქმედების შესწავლას დნმ-ან-ებ სამმაგ კომპლექსებთან. ურთიერთქმედების შესწავლა სპექტროფოტომეტრული და ფლუორიმეტრული მეთოდებით ხორციელდება. AgN₆-ის შერჩევა განპირობებულია ბიოსამედიცინო კვლევებში მათი ინტენსიური გამოყენებით, კერძოდ, ფოტოდინამიურ და ფოტოთერმულ რეაქციებში და იმ გარემოებით, რომ შესაძლებელია ჩატარდეს შედარებითი ანალიზი Ag^+ – დნმ ურთიერთქმედების უკვე კარგად შესწავლილ პროცესებთან [1-3].

ნახ. 1-ზე მოცემულია წყალში შეტივტივებული AgN₆-ის და AgN₆-დნმ სიტემის შთანთქმის სპექტრები. დნმ-ის შემთხვევაში AgN₆-ის სპექტრის მაქსიმუმი 5 ნმ-ით სპექტრის ცისფერი უბნისაკენაა წანაცვლებული და რაც მთავარია დაიმზირება ჰიპოქრომული ეფექტი (~50%). სპექტრში ცისფერი წანაცვლება იმაზე მიუთითებს, რომ ხდება ნანონაწილაკების ერთგვარი გაფაშარება, რამაც საბოლოოდ შეიძლება გამოიწვიოს მათი კოროზია Ag^+ იონების ხსნარში გამოყოფით



ამ მოსაზრებას ასაბუთებს დნმ-ში ინტერკალირებული ან-ის მოლეკულებიდან ებ-ის მოლეკულებზე ელექტრონული ადგზნების ენერგიის (აღმგზნები ლაზერის ტალღის სიგრძე: 458 ნმ) გადატანის პროცესზე AgN₆ და Ag^+ იონების ზეგავლენა. ის აისახება ამ ენერგიის გადატანის ეფექტურობის მნიშვნელოვან ზრდაში, რაც დნმ-ის ორმაგი სპირალის პარამეტრების ცვლილებითაა გამოწვეული და რომელიც მასთან AgN₆ და



ნახ. 1. AgN₆ და AgN₆-დნმ შთანთქმის სპექტრები 0.01 M NaNO₃ იონური ძალის პირობებში. $[Ag] = 0.5 \times 10^{-4}$ M, $[დნმ] = 3.5 \times 10^{-4}$ M.

Ag^+ იონების ურთიერთქმედებითაა განპირობებული.

სამუშაო შესრულებულია სესფ-ის 09_508_2-230 გრანტის მხარდაჭერით.

1. Bregadze V.G., Khutsishvili I.G., Chkhaberidze J.G., Sologashvili K. Inorganica Chimica Acta, 2002, 339, 145-159; 2. Bregadze V.G., Gelagutashvili E.S., Tsakadze K.J., and Melikishvili S.Z. Chemistry and Biodiversity, 2008, V. 5, 1980-1989; 3. Bregadze V., Gelagutashvili E., and Tsakadze K., in: Metal Complexes-DNA interactions (N. Hadjiliadis and E. Sletten, eds.) Blackwell Publishing Ltd, 2009, Chapt.2, pp 31-53.

ნანოსტრუქტურების მიღება მოლეკულურ-სხივური ეპიტაქსიის მეთოდით

რ. მელქაძე, გ. დიდებაშვილი, გ. კალანდაძე, ზ. ჭახნაკია

თსუ სსკ “ელექტრონული ტექნიკა”, ჭავჭავაძის გამზ. 13, 0179 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ზ. ჭახნაკია. zaurchak@hotmail.com

ნაშრომში წარმოდგენილია ჰეტეროსტრუქტურების $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}/\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}$ მიღების ტექნოლოგია მოლეკულურ-სხივური ეპიტაქსიის მეთოდით და მათი ელექტროფიზიკური პარამეტრების კვლევა.

ეპიტაქსიური შრეები $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$, $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, GaAs სისქით 1-დან 30-მდე ნმ იზრდებოდა ზემოაღნიშნული ვაკუუმის პირობებში (10^{-8} პა) სიჩქარით 0.2-0.3 მკმ/სთ. სტრუქტურის ქიმიური შემადგენლობა და მათი მოლური წილი განისაზღვრებოდა ოქს-სპექტრომეტრით. შრეების სტრუქტურული სრულყოფილება, ზრდის დროს, დაიშინებოდა ჩქარი ელექტრონების დიფრაქციის მეთოდით. ოქს-სპექტრომეტრი და დიფრაქტომეტრი განლაგებულია დანადგარის ტექნოლოგიურ კამერაში. მოლური წილები სხვადასხვა შრეებში იცვლებოდა შემდეგ საზღვრებში: $0.1 < y < 0.25$; $0.1 < x < 0.3$. შესაბამისი ტექნოლოგიური რეჟიმების შერჩევით მიღებულია ჰეტეროსტრუქტურები ორგანოზომილებიანი ელექტრონული აირით. მუხტის მატარებლების კონცენტრაციის (n) და ძვრადობის (μ) მნიშვნელობები განისაზღვრებოდა ვან დერ პაუს და ზემოაღნიშნული სიხშირის უკონტაქტო მეთოდებით $T=300\text{K}$ და $T=77\text{K}$ ტემპერატურებზე. $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}/\text{GaAs}$ ტიპის ჰეტეროსტრუქტურების კონცენტრაციის და ძვრადობის მნიშვნელობები შეადგენდა: $n \sim (6-7)10^{11}$ სმ⁻²; $\mu \sim (7200-8000)$ სმ²/ვ.წმ (300K); $\mu \sim (68000-75000)$ სმ²/ვ.წმ (77K). $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}/\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}$ ტიპის ჰეტეროსტრუქტურებისთვის ამ სიდიდეების მნიშვნელობები შეადგენდა: $n \sim (5-7)10^{11}$ სმ⁻²; $\mu \sim (3800-4500)$ სმ²/ვ.წმ (300K); $\mu \sim (30000-37000)$ სმ²/ვ.წმ (77K). ქვანტური ორმოს სიგანე დადგენილია ფოტოლუმინესცენციის სპექტრის ანალიზით.

მიღებულ სტრუქტურებზე დამზადებულია HEMT და PHEMT ტიპის ველის ტრანზისტორები.

ლიტერატურა:

1. R.Melkadze, N.Khuchua, Z.Tchakhnakia, T.Makalatia, G.Didebashvili, G.Peradze, T.Khelashvili, M.Ksaverieva. Investigation of MBE grown GaAs/AlGaAs/InGaAs heterostructures. Materials Science and Engineering B80, 262-265, 2001.

იონური და ლაზერული ტექნოლოგიების გამოყენება ნანომასალების სინთეზირებისა და მონიტორინგის მიზნით

ს. გოთოშია

რ. აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის
ინსტიტუტი, თბილისი 0186, მინდელის 11

საკონტაქტო ავტორი: ს. გოთოშია. sergotoshia@yahoo.com

იონური და ლაზერული ტექნოლოგიებით სინთეზირებული ნანომასალების ფუნდამენტური გამოკვლევა და ასეთი მასალების ტექნიკაში გამოყენება ამჟამად მეტად აქტუალურია. ასევე მნიშვნელოვანი მიმართულებაა ამ მასალების შესწავლა ლაზერული და ჩვეულებრივი სპექტროსკოპიებით.

შრომაში მიმოხილულია ნანონახევარგამტარების, კვანტური წერტილების და საერთოდ, სივრცით შემოსაზღვრული ნაწილაკების იონური იმპლანტაციითა და ლაზერული ტექნოლოგიებით სინთეზირების თავისებურებანი.

აღწერილია ავტორის ლაბორატორიაში კონსტრუირებული ლაბორატორიული ტიპის ლაზერული ტექნოლოგიური დანადგარი, მისი შესაძლებლობები. ასევე, წარმოდგენილია ორიგინალური კონსტრუქციის ლაზერული სპექტროსკოპული სისტემები ნანომასალების შესასწავლად.

წარმოდგენილ სამუშაოში GaP-ს მონოკრისტალურ საფენში არგონისა და ბორის იონების იმპლანტაციით სინთეზირებულია ნანო-GaP. ნანო-GaP სინთეზირებულია საფენის ზედაპირთან იონების შეღწევის სიღრმეზე. იონების იმპლანტაციას ვაწარმოებდით ფლუენსთა სხვადასხვა სიდიდით ოთახის ტემპერატურაზე.

ლაზერული რამან-სპექტროსკოპიით შევისწავლეთ იონური იმპლანტაციით მოდიფიცირებული მონოკრისტალ GaP-ს ზედაპირი. აღმოჩნდა, რომ სხვადასხვა ფლუენსით იმპლანტაციის პროცესში ადგილი აქვს GaP-ს სხვადასხვა ფაზათა წარმოქმნას: წვრილკრისტალური, ნანოკრისტალური, ნანო და ამორფული ფაზების ნარევი და მთლიანად ამორფული. დავადგინეთ ამორფიზაციის კრიტიკული დოზები, შევაფასეთ ნანონაწილაკების დიამეტრები.

ნანონაწილაკების წარმოქმნა InP-ს კრისტალებში მათი ჩქარი ნეიტრონების დიდი ნაკადით დასხივების შედეგად

ნ.კეკელიძე^{*,**,*}, გ.ცინცაძე^{**}, დ.კეკელიძე^{*}, ლ.მილოვანოვა^{*}, ე.ხუციშვილი^{****},
ბ.კვირკველია^{*,***}, ა.ვეფხვაძე^{*,***}, დ.ხომასურიძე^{**}, თ.ჯახუტაშვილი^{*}
^{*}ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ჭავჭავაძის 1, 0179 თბილისი

^{**}საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

^{***}ილია ვეკუას სოხუმის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი, მინდელის 7, 0186 თბილისი

^{****}ფ.თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტ, ყაზბეგის 15, 0160 თბილისი
საკონტაქტო ავტორი: ნ.კეკელიძე. nnkekelidze@geo.net.ge; nodar.kekelidze@tsu.ge

InP წარმოადგენს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ნახევარგამტარულ ნივთიერებას თანამედროვე ოპტო და მიკროელექტრონიკისათვის. საგულისხმოა მისი გამოყენება კოსმოსში. თუმცა InP-ს მაღალი ხარისხის კრისტალების მიღება დაკავშირებულია სერიოზულ ტექნოლოგიურ სიძნელეებთან, ვინაიდან ფოსფორის ორთქლის წნევა რამდენიმე ათეულ ატმოსფეროს აღწევს და იწვევს მნიშვნელოვანი რაოდენობის წუნის არსებობას.

ჩვენს მიერ InP-ს კრისტალები გაზრდილ იქნა ჰორიზონტალური ზონური დნობის მეთოდით, მაღალი ხარისხის მონოკრისტალებთან ერთად მიღებულ იქნა ნივთიერება, რომელიც შეიცავდა ე.წ. მოუწესრიგებლობის არეებს - ჩანართებს, რომელთა დიამეტრი $D \sim 100$ ნმ. ნახევარგამტარული ნივთიერებების ხარისხის ძირითადი მაჩვენებელი-დენის მატარებელთა (ჩვენს შემთხვევაში ელექტრონების) ძვრადობის სიდიდე საკვლევ ნიმუშში აღმოჩნდა ძალიან დაბალი: $\mu_z = 741$ სმ²/ვ.წმ, რაც გამოწვეული იყო დენის მატარებელთა ძლიერი ბლოკირებით აღნიშნული არაერთგვაროვნების- ჩანართების მიერ.

ამ ტიპის კრისტალები დასხივებულ იქნა ბირთვულ რეაქტორში, ჩქარი ნეიტრონების დიდი ნაკადით $\Phi = 2 \cdot 10^{18}$ ნეიტრ./სმ². გამოთვლილ იქნა ძვრადობის ტემპერატურული დამოკიდებულება ნიმუშების დასხივებამდე და დასხივების შემდეგ. გაზომვებისა და სათანადო ანალიზის შედეგად ნახვენები იქნა, რომ დასხივების შემდეგ, ტიპური სურათის საწინააღმდეგოდ, კრისტალების ხარისხი, გაუარესების ნაცვლად, მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა. კერძოდ, ელექტრონების ძვრადობა მკვეთრად გაიზარდა და გახდა

$$\mu_z = 1490 \text{ სმ}^2/\text{ვ.წმ.}$$

აღნიშნული მოვლენა არის შედეგი იმისა, რომ ძლიერი დასხივების შედეგად კრისტალებში არსებული ჩანართები დაიშალა და წარმოიქმნა ნანონაწილაკები, რომელთა ზომები $D < 100$ ნმ, მნიშვნელოვნად შეიცვალა ნახევარგამტარული ნივთიერების ძირითადი პარამეტრის - დენის მატარებელთა (ელექტრონების) კონცენტრაცია: საწყისი მნიშვნელობიდან $n_1 = 1,5 \cdot 10^{16}$ სმ⁻³ იგი გახდა $n_2 = 1,4 \cdot 10^{13}$ სმ⁻³, ძლიერად შეიცვალა ელექტრონების კონცენტრაციის ტემპერატურული დამოკიდებულების ხასიათიც - $n = f(T)$. 77-300K ტემპერატურულ ინტერვალში დასხივებამდე $n \approx \text{const}$, ხოლო დასხივების შემდეგ გამოძლავნდა ძლიერი ტემპერატურული დამოკიდებულება, რომელსაც გააჩნია მკვეთრად გამოხატული აქტივაციური ხასიათი. არსებული ტრადიციული შეხედულებების საპირისპიროდ, მიგვაჩნია, რომ აღნიშნული მოვლენა უნდა აიხსნას ახალი- “ნანოტექნოლოგიური” თვალსაზრისით. კერძოდ, ნანონაწილაკები, იზოლირებული ატომების მსგავსად ხასიათდებიან დისკრეტული დონეების შემცველი პოტენციალური ორმოების არსებობით, რომლებიც თამაშობენ თავისუფალი ელექტრონების ჩამჭერი ცენტრების როლს, რაც იწვევს მათი კონცენტრაციის მკვეთრ შემცირებას.

ვეივლენტ ტექნოლოგიები ბიო-მედიცინაში

ი. ჩხეიძე, ლ. ტოკაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ი. ჩხეიძე, irmikh2002@mail.ru

საზოგადოდ ვეივლენტ-ტექნოლოგიები განიხილება როგორც თანამედროვე ელექტრონულ ბიო-მედიცინაში ინფორმაციული ტექნოლოგიების (HealthGrid) ინოვაციური გამოყენების მაგალითი. ელექტრონული გრიდ ტექნოლოგიების ძირითადი გამოყენების სფეროს წარმოადგენს სამედიცინო გამოსახულებათა დამუშავება და ანალიზი, ასევე გრიდ ტექნოლოგიები გამოიყენება ფარმაცევტიკაში, გენომიკაში და ბიოინფორმატიკაში. ყველა ეს მიმართულება უკავშირდება ნანო-ტექნოლოგიას და ნანომედიცინას.

სამუშაოს მიზანია ვეივლენტ-ტექნოლოგიის გამოყენების საფუძველზე კომპიუტერული ტომოგრაფიის გამოსახულებათა ეფექტური ციფრული დამუშავება, რომელიც ითვალისწინებს ინფორმაციის შეკუმშვას, კონტურებისა და არსებითი დეტალების გამოყოფას და შემთხვევითი შეცდომების აღმოფხვრას.

დასახული მიზნის რეალიზაციისათვის ალგორითმების შედგენა და შემოწმება დისკრეტულ ვეივლენტ ტექნოლოგიის საფუძველზე განხორციელებულია Mathcad პროგრამის მეშვეობით.

დასკვნა:

1. Mathcad პროგრამაში ვეივლენტ ტექნოლოგიების საფუძველზე გამოყენებული და შექმნილი ალგორითმები გამოირჩევიან სიმარტივით, რეალიზაციის სწრაფქმედებით, მაღალი სიზუსტით და სავსებით ეთანხმებიან სამედიცინო გამოსახულებათა ციფრულ დამუშავებას.
2. გამოსახულებათა ვეივლენტ გარდაქმნის გამოყენებით კვლევამ აჩვენა, რომ:
 - ა) თავის ტვინის დაავადებათა შესაბამის გამოსახულებებში მცირდება შეკუმშვის შედეგად მიღებული აღდგენილი გამოსახულების ხარისხი: სიგნალ-ხმაურის პიკური მნიშვნელობის შემცირება შეადგენს 7 დბ-ს "ჰემორაგიის" დროს 15% კოეფიციენტების შენარჩუნების პირობებში, მაშინ როდესაც "ეპიდურალური" სისხლჩაქცევის დროს იგი უდრის 4 დბ-ს.
 - ბ) აღდგენილი გამოსახულების ხარისხის დამაკმაყოფილებელი შედეგი მიიღება მაშინაც, როდესაც გამოსახულების აღდგენაში მონაწილეობს მხოლოდ 10% ტრანსფორმანტის კოეფიციენტისა (სხპფ=28 33 დბ).
3. Mathcad პროგრამაში არსებული ფუნქციებისა და მოდულების გამოყენებამ და ექსპერიმენტულმა შემოწმებამ აჩვენა, რომ მათი მისადაგება ადამიანის ტვინის გამოსახულებებში კონტურებისა და კვლევის ობიექტების საზღვრების და ფორმების გამოყოფისათვის, დაეხმარება ექიმებს სწორი დიაგნოზის დასადგენად და სასარგებლო იქნება დიაგნოსტიკის პროცესის ავტომატიზაციის შემთხვევაშიდაც.

ზესუფთა გალიუმის კომპლექსური ნანოკატიონის სტერეოქიმია

ე. მიმინოშვილი, ე. ქუთელია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ე. მიმინოშვილი. mimino@gtu.ge

თანამედროვე მედიცინა ფართოდ იკვლევს ცოცხალ ორგანიზმში მიკროელემენტების შემცველობასა და სხვადასხვა დაავადების წარმოშობასა და განვითარებას შორის ურთიერთკავშირს. სიმსივნეების კვლევის ასობით უახლესმა მონაცემმა აჩვენა, რომ Al(III)-ის იონი ყველა მომწიფებულ ხერხემლიანში არის ძვლის რეზორფციის და ოსტეომალაციის გამომწვევი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი (აღრე უცნობი) მიზეზი. ალუმინის გამოყენების აუცილებლობით გამოწვეული უარყოფითი ეფექტების ასაცილებლად საჭირო გახდა საკვებ პროდუქტებში Ga(III)-ის მარტივი ნაერთების, როგორც ერთ-ერთი კომპონენტის, დამატება. გალიუმის ბაზაზე ცოცხალ (ხერხემლიანების) ორგანიზმში ტრანსპორტირებადი, Al(III)-ის იონების ჩამნაცვლებელი, სამკურნალო ფორმების შექმნა 21-ე საუკუნის ერთ-ერთი უაღრესად აქტუალური ამოცანაა.

სტრუქტურულ კვლევათა რესპუბლიკურ ცენტრში პროფ. ელგუჯა ქუთელიას ხელმძღვანელობით დამუშავებულია თხევადი გალიუმის ზესუფთა დონემდე ($7N^+$) გასუფთავების მემბრანული ტექნოლოგია და დამზადებულია შესაბამისი დანადგარი.

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით მიღებულია ნაერთები ზესუფთა გალიუმის ბაზაზე. მიუხედავად იმისა, რომ ისინი თხევად მდგომარეობას -20°C პირობებშიც კი ინარჩუნებენ (პრაქტიკულად განუსაზღვრელი დროით), შესაძლებელი გახდა ზოგიერთი მათგანი გამოგვეყო კრისტალურ მდგომარეობაში და კომპლექსური ნაერთისთვის $\text{Ga}_{13}(\text{enH}_2)_{1,5}(\text{OH})_{24}(\text{NO}_3)_{18}(\text{OH}_2)_{36}$ ჩატარებულია რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი.

კრისტალოგრაფული მონაცემები: ბრუტო ფორმულა $\text{H}_{111}\text{C}_3\text{N}_{21}\text{O}_{114}\text{Ga}_{13}$, მოლური მასა $M_r = 3172,39$; სიმეტრია პეკსაგონალური, სივრცითი ჯგუფი $R-3$, $a = b = 19,993(3)$; $c = 18,493(4)\text{\AA}$; $V = 6401,7(8)\text{\AA}^3$; $T = 153(2)\text{K}$, $Z = 3$; $R(F) = 0,0343$; $D_{\text{გაზ}} = 2,48\text{ გ/სმ}^3$; $\mu(\text{MoK}\alpha) = 4,207\text{ მმ}^{-1}$. ნაერთი მიეკუთვნება მრავალბირთვა იონურ ნაერთებს.

სტრუქტურული ერთეული შედგება: ცამეტბირთვა $[\text{Ga}_{13}(\text{OH})_{24}(\text{OH}_2)_{24}]^{15+}$ და ორგანული $(\text{enH}_2)^{2+}$ კათიონებისა, თერამეტი $(\text{NO}_3)^-$ ანიონისა და თორმეტი საკრისტალიზაციო წყლის მოლეკულისაგან.

ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა: $[\text{Ga}_{13}(\mu\text{-OH})_{24}(\text{OH}_2)_{24}](\text{enH}_2)_{1,5}(\text{NO}_3)_{18}12\text{H}_2\text{O}$.

კათიონის $[\text{Ga}_{13}(\text{OH})_{24}(\text{OH}_2)_{24}]^{15+}$ გეომეტრული ფორმა ცილინდრულია, რომელშიც 12 გალიუმის იონი, კოორდინირებულ ლიგანდებთან ერთად ცენტრალური გალიუმის იონის გარშემო განაწილებულია ორ კონცენტრირებულ წრეწირზე: I წრეწირის დიამეტრია (მანძილი ლითონის იონის ცენტრებს შორის) $6,2\text{\AA}$, II წრეწირის კი $11,3\text{\AA}$, თვით დისკოს დიამეტრია $\sim 16\text{\AA}$, ხოლო სისქე $\sim 8\text{\AA}$. მიღებული კათიონი გეომეტრული ზომებით შეიძლება მივაკუთვნოთ ნანოკლასტერების რიცხვს.

ნაერთები საჭიროებს სათანადო კვლევებს ბიოლოგიურ აქტივობაზე.

ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით (N^o402).

კვანტური მდგომარეობების გაუხშოების ეფექტის გამოყენება ინტერფერენციულ ტრანზისტორებში

ა. ბიბილაშვილი, ა. თავხელიძე, ვ. სვანიძე

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 13, 0179 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ა. ბიბილაშვილი. amiranbibi@hotmail.com

მყარ სხეულში გადატანითი პროცესები ხორციელდება იმ ელექტრონებით, რომელთა ენერგია ახლოსაა ფერმის ენერგიასთან და მათთვის განსაზღვრულია თავისუფალი განარბენის საშუალო მანძილი. თავისუფალი ელექტრონები, რომელთა ენერგიები ფერმის დონის უფრო ქვემოთ, ღრმად მდებარეობენ არ მონაწილეობენ გადატანით მოვლენებში და კვანტური მექანიკის თანახმად, ისინი ვერ ახდენენ ენერგიის გაცვლას გარემოსთან, რჩებიან სტრუქტურებში ბალისტიკურ მატარებლებად. შესაბამისად, მათ აქვთ უსასრულოდ დიდი თავისუფალი განარბენის საშუალო მანძილი. სამუშაო [1;2] - ში, ელექტრონების ტალღური ბუნების გათვალისწინებით, მიღებულია ექსპერიმენტულად და დამტკიცებულია თეორიულად კვანტური მდგომარეობების გაუხშოების ეფექტი. ამ ეფექტის თანახმად, მყარი სხეულის ზედაპირზე ელექტრონის დე ბროილის ტალღის სიგრძის ნაკლები ზომის პერიოდული ხნულების ფორმირებით ამ არის გამოსვლის მუშაობა, სწორ ზედაპირთან შედარებით, მცირდება. ეს ენერგეტიკულად ნიშნავს, რომ ძირითად კვანტურ ორმოში შეიქმნა მცირე ზომის დამატებითი კვანტური ორმოები, სადაც ვერ თავსდება ძირითად კვანტურ ორმოში მყოფი ბალისტიკური ელექტრონი. ეს ელექტრონი ცდილობს დაიკავოს შემდგომი შევსებული დონე, საიდანაც პაულის პრინციპით, მასზე მყოფ ელექტრონს განდევნის უფრო მაღალ დონეზე, ის ელექტრონი განდევნის იქ მყოფს – უფრო მაღლა, რასაც მოჰყვება კვანტური მდგომარეობების გაუხშოება. საბოლოოდ, ფერმის დონე მაღლა აიწევა, რაც ამ არეში გამოსვლის მუშაობის შემცირების ტოლფასია.

კვანტური ინტერფერენციული ტრანზისტორის მუშაობის პრინციპი ემყარება გარე ჩამკეტის ელექტროდზე რაღაც მექანიზმით, მაგალითად, ძაბვის მოდებით, ინტერფერენციის და შესაბამისად, გამტარი არხის წინააღობის მართვას. გამომდენიდან შემოსულ და ორ ტოლ ნაწილად გაყოფილ ტალღის ნაკათაგან ერთ-ერთზე ძაბვის მოდებისას ნაკადებზე ფერმის დონეები ურთიერთწაინაცვლებენ. წარმოიშობა ფაზათა სხვაობა და ტალღების შეერთებისას ჩამდენთან დაიმზირება ინტერფერენცია. ნაკადის მეორე, ჩამკეტის მოპირდაპირე, მხარეზე პერიოდული ხნულების ფორმირებისას, ჩამკეტზე ძაბვის მოდების გარეშე, შეიცვლება ნაკადების ფერმის დონეთა მდებარეობები და მათი შეერთებისას მიიღება ინტერფერენცია. ჩამკეტზე ძაბვის სიდიდის და ნიშნის ცვლილებით შესაძლებელია ინტერფერენციის ჩაქრობა ან გაძლიერება, ანუ გამტარი არხის წინააღობის მართვა.

ლიტერატურა

1. A. Bibilashvili, A. Tavkhelidze “Quantum Interference Device” Pat. USA, H01L 29/80; B32B 005/18, 20.03.2004;
2. A. Tavkhelidze “Lagre enhancement of the theroelectric figure of merit in a ridged quantum well” Nanotechnology **20**,p. 1- 6 (2009).

ნანოსილიციუმისა და სტრუქტურის „სილიციუმი საფირონზე“ საფუძველზე ინტეგრალური ოპტოელექტრონული ელემენტების დამუშავება

რ. კაზაროვი*, გ. გოდერძიშვილი**, რ. ჩიქოვანი**, თ. ხაჩიძე**, დ. ღარიბაშვილი***

*თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ჭავჭავაძის გამზირი №13, 0179 თბილისი

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

***ე. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი. თამარაშვილის ქ. 6, 0177 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: რ. ჩიქოვანი. rchikovani@mail.ru

სილიციუმის ეპიტაქსიური ფენების მიღების ტექნოლოგიის განვითარებამ, რომელიც იძლევა საშუალებას მივიღოთ უფრო მაღალი პარამეტრების მქონე ინტეგრალური სქემები (ის), მიგვიყვანა სტრუქტურის – „სილიციუმი დიელექტრიკზე“ (სდ). ამ სტრუქტურებს შორის განსაკუთრებით პერსპექტიულია სტრუქტურა „სილიციუმი საფირონზე“ (სს), რომელშიც საფირონი გამოიყენება როგორც საფენი, ხოლო მასზე მოთავსებულ თხელ ეპიტაქსიურ ფენაში მზადდება ინტეგრალური სქემა.

აღნიშნული სტრუქტურა აღმოჩნდა უნიკალური სპეციალური დანიშნულების ის-ის დასამზადებლად, როგორც დიოდების ასევე მონ (მეტალ-ოქსიდ-ნახევარგამტარი) ტრანზისტორების გამოყენებით.

აღსანიშნავია, რომ სს სტრუქტურაზე დიოდური მატრიცების ბაზაზე პროგრამირებადი, სწრაფმოქმედი მახსოვრობის შექმნის და წარმოების სრული ციკლი შესრულებული იქნა ინსტიტუტ „მიონში“.

სს სტრუქტურის შესაძლო გამოყენება ოპტოელექტრონიკაში ორიენტირებული იყო ფოტოელექტრონული ხელსაწყოების შექმნაზე, ფოტოდიოდების ან ფოტოტრანზისტორების გამოყენებით.

ბოლო პერიოდში, ნანოტექნოლოგიის განვითარების შედეგად ნანოზომების სილიციუმის მიღებასა და მასში სინათლის ეფექტური გამოსხივების აღმოჩენამ კიდევ ერთი პერსპექტიული მიმართულება დასახა სს სტრუქტურის გამოყენებაში. კერძოდ, საფირონზე თხელი, ნანოზომების სილიციუმის დაფენის შედეგად (ჰეტერონანოსტრუქტურა-სს) ერთ სს სტრუქტურაზე შევქმნათ როგორც ელექტრონული ასევე ოპტოელექტრონული ელემენტები (გამომსხივებელი ან მიმღები), ან საფირონზე ორივე მხრიდან დავაფინოთ სილიციუმის თხელი ფენა, ერთი გამომსხივებელი, მეორე როგორც ფოტომიმღები, (მყარსხეულოვანი ოპტრონი).

ნანოზომების სილიციუმის გამოყენება სს ჰეტერონანოსტრუქტურებში, სახავს ფართო პერსპექტივებს ახალი ტიპის ოპტო და მიკრო ხელსაწყოების შესაქმნელად.

ცხადია, აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტა მოითხოვს მთელი რიგი ტექნოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტას და შესაბამისი კვლევების ჩატარებას.

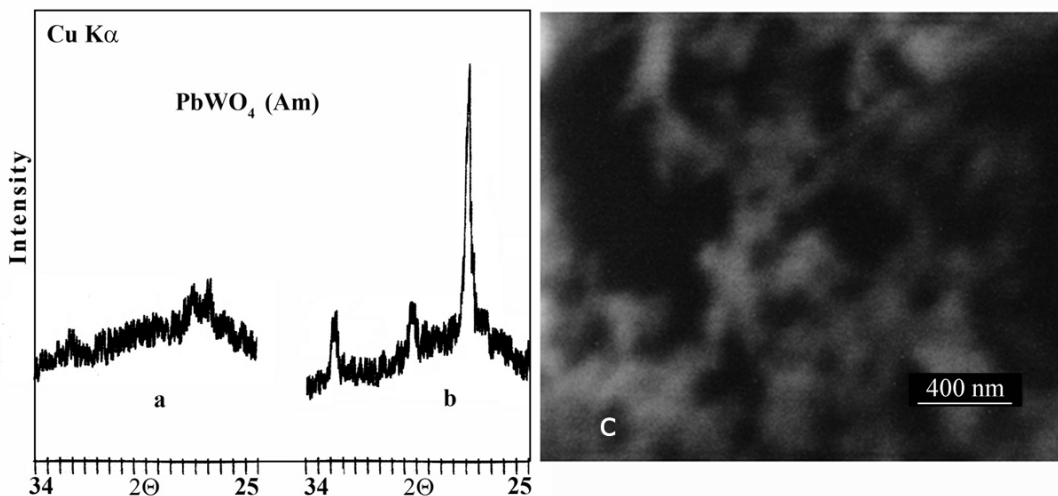
ნანოკრისტალური კომპოზიციური მასალების მიღება და კვლევა

ნ. ჯალაბაძე, ლ. ნადარაია, რ. ჭელია და ლ. ხუნდაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ნ. ჯალაბაძე. jalabadze@gtu.ge

სამუშაოს მიზანია ნანოკომპოზიციური მასალების, კერძოდ სალი შენადნობებისა და სცინტილაციური მასალების მიღება. ტექნოლოგია ითვალისწინებს შესაბამისი მასალების ნანოფხენილების წარმოებას და მათი საშუალებით მასიური ნამზადების მიღებას ნანოსტრუქტურული მდგომარეობით. თუ კი ნანომასალების მიღება ფხენილოვან მდგომარეობაში ან თხელი ფირების სახით ასე თუ ისე შემუშავებულია, მასიური ნამზადების მიღების გზები ძალზე შეზღუდულია. პრობლემა იმაში მდგომარეობს, რომ მასიური ნამზადების მიღებისას, კომპაქტირებისათვის საჭიროა გარკვეული ტემპერატურა და დრო. მაღალ ტემპერატურაზე დაყოვნება იწვევს ნანომარცვალთა ინტენსიურ ზრდას და მასალა ყალიბდება ჩვეულებრივი სტრუქტურული მდგომარეობით. დაბალი ტემპერატურების გამოყენება კი იწვევს არასრულყოფილ კომპაქტირებას, ნამზადი გამოდის ფოროვანი და ცხადია მისი ფიზიკო-მექანიკური და საექსპლუატაციო მახასიათებლები ძალზე დაბალია. ერთ-ერთი გზა ნანოკრისტალურობის შენარჩუნებისა არის ინჰიბიტორების გამოყენება. მაგრამ ამ დროს ადგილია აქვს მასალების დაბინძურებას, რაც ბევრ შემთხვევაში დაუშვებელია თვისებათა მნიშვნელოვანი ცვლილების გამო. სხვა გზა ნანოკრისტალურობის შენარჩუნებისა არის ნამზადთა ფორმირების ჩატარება მცირე დროში. ამის განხორციელება შესაძლებელია ნაპერწკალურ-პლაზმურ სინთეზის მოწყობილობებში. ჩვენს მიერ შემუშავებული ტექნოლოგიით მიღებულია ნანოკრისტალური სალი შენადნობები, როგორც სტანდარტული WC-Co ტიპის, ასევე ახალი ტიპის მცირე ვოლფრამიანი TiC-Ni-Mo-W და უვოლფრამო TiC-Ni-Mo-NB, B₄C-Cu-Mn და TiC-Fe-Ni. სცინტილაციური მასალებიდან მიღებულია ნანოკრისტალური სილიკატები Lu₂SiO₅:Ce³⁺ და Lu₂Si₂O₇:Ce³⁺, ალუმინატები LuAlO₃:Ce³⁺ და Lu₃Al₅O₁₂:Ce³⁺, ვოლფრამატები CaWO₄:Ce³⁺, CdWO₄:Ce³⁺, PbWO₄:Ce³⁺ და ZnWO₄:Ce³⁺, ტიტანატები Lu₂TiO₅:Eu³⁺ და Lu₂Ti₂O₇:Eu³⁺ და სხვა.



სურ.1. PbWO₄:Ce³⁺ ნანოფხენილი: a,b - რენტგენული დიფრაქტოგრამები, c - ელექტრონული მიკროფოტოგრაფია

ნანო ზომის სფერული ნაწილაკების ერთობლიობა, როგორც უარყოფითი გარდატეხის მაჩვენებლის მქონე მეტა მასალა

მ. თავგიაშვილი

ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტი. თამარაშვილის ქ. 6, 0177
თბილისი

საკონტაქტო ავტორი მ. თავგიაშვილი. mado_t@yahoo.com

თეორიული და რიცხვითი კვლევის საგანია მეტა მასალა, რომელიც წარმოადგენს სხვადასხვა სახის შემომსახდრელ გარემოში მოთავსებული იდენტური, პომოგენური და სფერული ნაწილაკების ან ფორების ერთობლიობა. ნაჩვენებია, რომ ასეთი სისტემა გამოსხივების განსაზღვრულ სპექტრალურ არეში ხასიათდება ერთდროულად დიელექტრიკული და მაგნიტური უარყოფითი ეფექტური შეღწევადობებით, ე.ი უარყოფითი ეფექტური გარდატეხის მაჩვენებლით.

ეფექტური დიელექტრიკული და ეფექტური მაგნიტური შეღწევადობების გამოსათვლელად გამოიყენება მი-ლორენცის გაფანტვის თეორია და კლაუს-მოსოტის ფორმულები. მოხსენებაში ნაჩვენებია, რომ თუ ნაწილაკების შემომსახდრელ გარემოს დიელექტრიკული შეღწევადობა ε_β ძალიან მცირეა -

$\varepsilon_\beta \rightarrow 0$, მაშინ გამოსხივების ველში მოთავსებული სფერული ნაწილაკის მაგნიტური დიპოლური პოლარიზაცია რეზონანსულად იზრდება. ამისათვის საჭიროა, რომ დაკმაყოფილდეს პირობა $\sqrt{\varepsilon_\alpha} \frac{2\pi\delta}{\lambda_0} = \pi n$, სადაც δ ნაწილაკის

რადიუსია, λ_0 - გამოსხივების ტალღის სიგრძე ვაკუუმში, ε_α - ნაწილაკის შემადგენელი ნივთიერების დიელექტრიკული შეღწევადობა, ხოლო $m=1,2,3,\dots$ ნებისმიერი მთელი რიცხვი. თუ მოცემული გამოსხივების ტალღის სიგრძეზე λ_0 გარემოს დიელექტრიკული შეღწევადობა ამასთანავე არის უარყოფითი $\varepsilon_\beta < 0$, მაშინ მთლიანი სისტემა - სფერული ნაწილაკების ერთობლიობა და შემომსახდრელი გარემო, ხასიათდება ეფექტური უარყოფითი გარდატეხის მაჩვენებლთ.

მაგალითად, ოქროს გარემოში ჩანერგილ სფერული ნაწილაკების ერთობლიობას 430 ნმ ტალღის სიგრძის გამოსხივებისათვის შეიძლება ჰქონდეს ეფექტური უარყოფითი გარდატეხის მაჩვენებელი. ამასთან ოქროში ჩანერგილი ნაწილაკების რადიუსი უდრის დაახლოებით 215ნმ-ს, თუ ნაწილაკები (ფორები) ცარიელია $n_\alpha=1$ და ნაწილაკების რადიუსი უდრის დაახლოებით 107ნმ-ს, თუ ნაწილაკები შევსებულია მინით $n_\alpha=2$. მსგავსი შედეგები მიღებულია ვერცხლის გარემოსთვის 260ნმ ტალღის სიგრძის გამოსხივებისათვის, სადაც ჩანერგილი ნაწილაკების რადიუსი შესაბამისად არის 130ნმ ცარიელი სფერული ფორებისთვის $n_\alpha=1$ და 65ნმ - ვერცხლში ჩანერგილი მინის ნაწილაკებისათვის $n_\alpha=2$.

ნანოსტრუქტურული ალუმინისა და მსხვილმარცვლოვანი ტიტანის ფხვნილების კომპაქტირება დარტყმითი ტალღებით

მ. ჩიხრაძე*, ბ. გოდიბაძე**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი/ ფ. თავაძის მეტალურგიისა და
მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი, 0160, თბილისი, საქართველო

**გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, 0186 თბილისი, საქართველო

საკონტაქტო ავტორი: მ. ჩიხრაძე. chikhradzem@yahoo.com

სტატიაში განხილულია ნანო განზომილების ალუმინის (<50ნმ) და მსხვილმარცვლოვანი ტიტანის (<10მკმ) ფხვნილთა ნარევის დარტყმითი ტალღებით წნეხვის კვლევები. ექსპერიმენტების მომზადებამდე თეორიული კვლევების საფუძველზე განისაზღვრა დარტყმითი ტალღებით დატვირთულ მასალაში ნორმალური და მხები ძაბვების განაწილების ხასიათი და გაკეთდა დაძაბულ დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზი. ნანოზომის ალუმინის და ტიტანის ფხვნილების კაზში დაწნეხილ იქნა თეორიული/ან თეორიულთან მიახლოებული სიმკვრივის ფარგლებში აფეთქებით კომპაქტირების ტექნოლოგიით. დარტყმითი ტალღების გენერირებისთვის გამოყენებულ იქნა ემულსიური და ამონიუმის გვარჯილის ბაზაზე დამზადებული სამრეწველო დანიშნულების ფეთქებადი ნივთიერებები. მასიური TiAl-ის მონოლითების/კომპაქტების მისაღებად შერჩეულ იქნა სხვადასხვა კომპოზიციის შედარებით მსხვილმარცვლოვანი ტიტანის და ნანო ალუმინის ფხვნილები. თითოეული შემადგენლობის სარეაქციო ნარევი მოთავსებულ იქნა დახურულ კონტეინერში და დატვირთულ იქნა ნორმალური და ცილინდრული დეტონაციის სქემებით აღძრული დარტყმითი ტალღებით. აფეთქებით კომპაქტირების ექსპერიმენტები განხორციელდა (5-20) გპა ინტენსივობის დარტყმითი ტალღების იმპულსების დიაპაზონში. ფორმირებული კომპაქტების ფაზური შემადგენლობისა და მექანიკური თვისებების დასადგენად ჩატარდა მიკროსტრუქტურული (სემ) კვლევები და მიკროსისალეების გაზომვები. სტატიაში მოყვანილია ანალიზის შედეგები, რომელიც შეეხება საწყისი ფხვნილების ნაწილაკების ზომებისა და კომპაქტირების რეჟიმების გავლენას ახალი თვისებების მქონე მასალების მიღებაზე.

კვანტურწერტილოვანი ნანოსტრუქტურების მიღება III-V ნახევარგამტარებზე III ჯგუფის მეტალების დაფენისა და თერმოდამუშავების საშუალებით

თ. ლაფერაშვილი, ო. კვიციანი, ჯ. მარხულია, ი. იმერლიშვილი,
დ. ლაფერაშვილი, ვ. მიქელაძე

*სსიპ კიბერნეტიკის ინსტიტუტი. სანდრო ეულის ქ. 5, 0186 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: თ.ლაფერაშვილი. Lafera2002@yahoo.com

წარმოდგენილ ნაშრომში ჩვენი მიზანია ნახევარგამტარის ზედაპირზე მეტალის დაფენისა და ინერტული გაზის ატმოსფეროში მისი შემდგომი თერმოდამუშავებისას მ-ნ კონტაქტის გამყოფი ზედაპირის მიმდებარე ფენებში მიმდინარე პროცესების შესწავლა საწყისი ნახევარგამტარისაგან განსხვავებული შედგენილობის ნახევარგამტარული ნანონაწილაკების მისაღებად, რათა დადგენილი იქნას მეტალის დაფენისა და თერმოდამუშავების ტექნოლოგიურ საფეხურად გამოყენების შესაძლებლობა ნახევარგამტარული ნანოტექნოლოგიაში.

ექსპერიმენტში გამოვიყენეთ ნახევარგამტარზე მეტალის დაფენის ჩვენს მიერ დამუშავებული ორიგინალურ ტექნოლოგია, რომელიც საშუალებას იძლევა მიღებული იქნას მეტალისა და ნახევარგამტარის უშუალო კონტაქტი, ე.ი. კონტაქტი შუალედური ქანგის ფენის გარეშე.

მ-ნ კონტაქტზე მიმდინარე პროცესების შესასწავლად სამოდელო მასალად შერჩეული იყო *GaP*, რომელიც არის ნაწილობრივ იონური კრისტალი. ამ კვლევის საფუძველზე *In-GaP* –ს მაგალითზე პირველად ჩვენს მიერ იყო მიღებული III-V ჯგუფის მასალებისთვის შოტკის ბარიერის მნიშვნელოვანი გადახრა ბარდინის მოდელით მოსალოდნელი მნიშვნელობიდან.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევითი სამუშაოების ერთ-ერთი საინტერესო შედეგია ნახევარგამტარის ზედაპირზე ალუმინის დაფენის შესაძლებლობის გამოვლენა ალუმინის ქლორიდის წყალხსნარიდან და *Al/GaAs*, *Al/GaP* შოტკის დიოდების ვოლტ-მპერული და ვოლტ-ტევადური მახასიათებლების გამოყენებით *GaAs*-ისა და *GaP*-ს გამტარებლობის ზონის ცენტრალურ და მეზობელ მინიმუმებს შორის ენერგეტიკული სხვაობის განსაზღვრა ექსპერიმენტულ მეთოდით.

წყალბადის ატმოსფეროში *In/GaP* სტრუქტურების $100 < T < 400$ °C ტემპერატურულ ინტერვალში თერმოდამუშავების საფუძველზე მიღებული იყო ფოტომიმდებები ძლიერი მგრძნობიარობით ახლო ინფრაწითელ უბანში, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას ახლო ინფრაწითელ უბანში მგრძნობიარე ფოტოდეტექტორების შესაქმნელად, ხოლო *In_xGa_{1-x}As* ($0 < x < 1$) ბაზაზე შეიძლება დამზადდეს ფოტომიმდებები, რომელთა მგრძნობიარობის არის გაფართოება შესაძლებელია შორეულ ინფრაწითელ უბანში.

III-V ჯგუფის ნახევარგამტარებზე III ჯგუფის მეტალების დაფენით და თერმოდამუშავებით მიღებული სტრუქტურების თვისებების შესწავლის საფუძველზე წარმოებულმა კვლევებმა აჩვენეს, რომ ნახევარგამტარზე მეტალის დაფენა და მისი შემდგომი თერმოდამუშავება შეიძლება გამოყენებული იქნას მნიშვნელოვან ტექნოლოგიურ საფეხურად ნახევარგამტარული ნანოტექნოლოგიაში.

მეტალების ნანომეტრულ მდგომარეობაში თერმოქიმიური რეაქციებით მიღება

გ.ზვიადაძე

საქართველოს საინჟინრო აკადემია

საკონტაქტო ავტორი: გ.ზვიადაძე. ტ. 33 11 41

ნივთიერებათა ნანომეტრულ მდგომარეობაში მიღებასა და გამოყენებას ნანოტექნოლოგიას უწოდებენ. ნანომდგომარეობის დადგენის შემოდგომად, ამ მდგომარეობაში ან მის მახლობელ მდგომარეობაში მყოფ ნივთიერებას ულტრადისპერსულ მდგომარეობაში მყოფად განიხილავენ. ულტრადისპერსული და ნანონივთიერებათა ქიმია და ტექნოლოგია საერთო ფიზიკური საფუძვლების მქონეა.

განხილულია ჩვენს მიერ განხორციელებული შემდეგი თერმოქიმიური

1. ტუტე ქლორიდების და ფტორიდების იონური აღნაგობის კარბიდებთან და სილიციდებთან ურთიერთქმედების ვაკუუმთერმული,
2. ქლორიდების და ოქსიდების პლაზმურთერმული აღდგენის,
3. ქლორიდორგანული კომპლექსური ნაერთების თერმული დისოციაციის,
4. თვითგანვითარებადი მაღალტემპერატურული სინთეზით სალი ნივთიერებათა მიღების,
5. ღღობილ მარილების ელექტროლიზის,
6. ღღობილ გარემოში არაორგანულ ნივთიერებათა კარბოთერმული აღდგენის,
7. არაორგანულ ნივთიერებათა ნარევების წყალბადშემცველ აღმდგენლებთან ურთიერთქმედების

რეაქციებით მეტალური ულტრადისპერსული პროდუქტების მიღების შედეგები. მიღებული მეტალების, მათი კარბიდების, ნიტრიდების და კარბონიტრიდების რიგი თვისებები განსხვავდება მასიურ მდგომარეობაში მყოფი იგივე ნივთიერებათა ფიზიკური და ქიმიური თვისებებისგან.

წრფივი ნანოგადაადგილების სიხშირული გამზომი – ინტერფერომეტრული აპარატურის ალტერნატივა

ა. დანელიანი*, რ. კანკია*, ს. მერტიჩიანი*, დ. ღარიბაშვილი**, ი. ლომიძე***

*სტანდარტიზაციის, ტექნიკური რეგულირებისა და მეტროლოგიის ეროვნული
სააგენტოს მეტროლოგიის ინსტიტუტი. ჩარგალის ქ. 67, 0192 თბილისი

**ე. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი. თამარაშვილის ქ. 6, 0177 თბილისი

***საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის
ქართული უნივერსიტეტი. ი.ჭავჭავაძის გამზირი 53ა, 0162 თბილისი

საკონტაქტო ავტორები: ა. დანელიანი. adanelyan@mail.ru,
დ. ღარიბაშვილი. devigar@mail.ru

განხილულია წრფივი გადაადგილების გამზომი ინტერფერომეტრული ხელსაწყოების შესაძლებლობები. გაანალიზებულია ის შეზღუდვები, რომლებიც ახასიათებს ამ ხელსაწყოებს. ამჟამად ინტერფერომეტრული ხელსაწყოების სიზუსტე აღწევს მხოლოდ 0,02 ნმ, რაც დაკავშირებულია ინტერფერენციულ სურათზე ინტენსივობების გაზომვების უზუსტობასთან. აუცილებელია, აგრეთვე, ფოტოდეტექტორების ამპლიტუდურ-ფაზური მახასიათებლების გათვალისწინება, რაც პრაქტიკულად არ ხორციელდება. აღნიშნული სიზუსტე კი ვერ აკმაყოფილებს ნანოტექნოლოგიების დღევანდელ მოთხოვნებს.

ცნობილია, რომ სიხშირული გაზომვები იძლევიან ყველაზე მაღალ გარჩევისუნარიანობას და ყველაზე მაღალ სიზუსტეს. ამიტომ მიზანშეწონილია მანძილების გასაზომად გამოვიყენოთ სიხშირის გაზომვის მეთოდი.

ზემოთქმულის გათვალისწინებით, შემუშავებულია ინტერფერომეტრული ხელსაწყოს ალტერნატივა. წარმოდგენილია წრფივი გადაადგილების გამზომი ახალი მეთოდი და მოყვანილია ამ მეთოდზე დამყარებული ხელსაწყოს სტრუქტურული სქემა, რომელშიც განხორციელებულია წრფივი გადაადგილების გაზომვის სიხშირული პრინციპი. შემოთავაზებული ხელსაწყო მთლიანად აგებულია ოპტიკურ ელემენტებზე და ეფუძნება, ერთის მხრივ, სინათლის სიჩქარის მუდმივობასა და სასრულობას, ხოლო, მეორე მხრივ, პოლარიზებული სინათლის თვისებებს. ხელსაწყოში უწყვეტი ლაზერული გამოსხივება გარდაიქმნება წყვეტილი იმპულსების სერიად, რომელთა განმეორების სიხშირე დამოკიდებულია ამრეკლი პრიზმის გადაადგილებაზე, ხოლო ფოტოდეტექტორი კი აფიქსირებს არა ინტენსივობას, არამედ ამ იმპულსების სიხშირეს. ამრიგად, გამოირიცხება ფოტოდეტექტორის ამპლიტუდურ-ფაზური მახასიათებლების გათვალისწინების აუცილებლობა. შეფასებულია პრიზმის გადაადგილებისას მანძილის გაზომვის სიზუსტე და გარჩევისუნარიანობა და ნაჩვენებია, რომ წანაცვლების გაზომვის ცდომილება 0,0003 ნანომეტრის რიგისაა.

ამრეკლი პრიზმის დაკავშირება უშუალოდ ატომურ-ძალოვანი მიკროსკოპის ზონდთან შესაძლებელს ხდის მისი გადაადგილებისას დიდი სიზუსტით გაიზომოს ზონდის მდებარეობის ცვლილება.

ნახშირბადის მიერ წარმოქმნილ ნანოსტრუქტურებში ელექტრონების გადატანის ერთი მათემატიკური მოდელის შესახებ

ნ. ხატიაშვილი, ვ. ახოზაძე, თ. მაქაცარია

ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. უნივერსიტეტის ქ. 2, 0143 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: ნ. ხატიაშვილი. ninakhat@yahoo.com

ნახშირბადის მიერ წარმოქმნილი ნანოსტრუქტურები (ფულერენები) მაგალითად, ნანომილები, ერთი ატომის სისტემის გრაფენის ფენები, გრაფიტის ნანობურთები და სხვა, ამჟამად ფართოდ გამოიყენება ელექტრონულ ტექნიკაში. ამასთანავე, მსოფლიოს წამყვან სამეცნიერო ცენტრებში გრძელდება კვლევა მათ შემდგომ გამოყენებებთან დაკავშირებით ტექნიკაში, მედიცინაში, ბიოლოგიაში და ა.შ.

ნივთიერებები ნანოგანზომილებაში განსხვავებულ ფიზიკო-ქიმიურ თვისებებს ავლენენ მათ მიკრო და მაკრო განზომილებებთან შედარებით. მათი ელექტრო-მაგნიტური, ოპტიკური და სხვა თვისებები ექვემდებარება ქვანტური ფიზიკის კანონებს. ნახშირბადის ნანომილის კვეთის დიამეტრი დაახლოებით 1 ნმ-დან 10 ნმ-დეა. იგი წარმოადგენს ძაფისებურ მონოკრისტალს, რომლის სიმტკიცე რამოდენიმეჯერ აღემატება ფოლადის მავთულის სიმტკიცეს, ამასთან ერთად მას ახასიათებს მაღალი ელექტროგამტარებლობა და ქიმიური ინერტულობა [1,2,3].

ნანომილები ცილინდრული ფორმისაა და მათში ნახშირბადის მოლეკულები ქმნიან ჰექსაგონალურ სტრუქტურას. ასეთივე ჰექსაგონალური სტრუქტურისაა ერთი ატომის სისტემის გრაფენის ფენა. განსაკუთრებული თვისებების გრაფენის ფენა შექმნა მეცნიერთა ჯგუფმა 2007 წელს კალიფორნიის უნივერსიტეტში პროფესორ ჩუნ ნინგ ლაუს ხელმძღვანელობით [4]. ითვლება, რომ ამ აღმოჩენით ახალი ტიპის ტრანზისტორების ერა დაიწყო. ელექტრონები ამგვარ ფენაში მოძრაობენ ჰექსაგონალური ბადის გასწვრივ ბალისტიკურად ქვანტური ბილიარდის პრინციპით.

ჩვენს ნაშრომში შესწავლილია სწორედ ამგვარ ნანოსტრუქტურებში ელექტრონების გადატანა გარკვეული პოტენციალური ველის ზეგავლენით. ეს პროცესი აღიწერება შრედინგერის ორგანზომილებიანი არასტაციონალური განტოლებით და შესაბამისი სასაზღვრო პირობებით. კონფორმულ ასახვათა და ფურიეს მწკრივად გაშლის მეთოდით მიღებულია ელექტრონის ენერგეტიკული დონეები ჰექსაგონალური ბადისთვის.

აღნიშნული პუბლიკაცია განხორციელდა საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი №GNSF/ST08/3-395). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს სესფ-ის შეხედულებებს.

1. Springer Handbook of Nanotechnology, ed. B. Bhushan, Berlin: Springer-Verlag, 2004.
2. Nanoparticles and Nanostructured Films: Preparation, Characterization and Applications, ed. J.H. Fendler, N.Y.: Wiley-VCH, 1998.
3. Генералов М.Б., Криохимическая Нанотехнология., М. ИКЦ, Академкнига, 2006.
4. Chun ning Lau, Phase-Coherent Transport in Graphene Quantum Billiards, J. Science, Vol. 317, Issue 5844, pp.1530-1533, 2007.

QUANTUM EFFECTS IN MAGNETIC IMPURITIES DOPED METAL-POLYMER NANOCOMPOSITES

P. J. Kervalishvili

Georgian Academy of Natural Sciences, Al. Kazbegi Av. 9a, Tbilisi 0160, Georgia

Abstract

Some physical effects are totally changed when the scale of the system decreases from micro to nano and pico. Among them most important are quantum mechanical effects, for instant, the quantum size effects related to alterations in the electronic band structure of the metal particle due to its small size and the presence of a high fraction of co-ordinately and electronically unsaturated atoms at the surface of the metal nanoparticles.

Nowadays material science and technology has reached the point where it is possible to prepare small molecules to almost any structure. These methods are used today to produce a wide variety of useful synthetic substances including polymers. This ability raises the question of extending this kind of control to the next-larger level, seeking methods to assemble these single molecules into supramolecular assemblies consisting of many molecules arranged in a well defined manner. To obtain the materials containing nanoparticles in polymeric matrix, the approaches utilize the concepts of molecular self-assembly and/or supramolecular chemistry to automatically arrange themselves into some useful conformation through a bottom-up approach was used. It is the transformation of the controlled assembly of atomic and molecular aggregates into larger systems (e.g. self-assembled monolayers, forming of clusters, organic lattices, supramolecular structures and synthesized macromolecules, using chemical synthesis and different deposition methods).

One of the prominent directions of realization of novel quantum size properties in polymers is development polymer nanocomposite materials possessing a wide spectrum of the giant tensometric and magnetic properties which are achievable by doping of different polymer matrixes by ferromagnetic metal impurities up to content 10-20 wt %. It is evident that such high content of metal nanoparticles in a nanocomposite film promotes the occurrence of the new unique properties having important applications as extra-sensitive microsenors of pressure, temperature, tension. Also, these materials could be used for detecting various pollutions in atmosphere.

The magnetocontrolled elastic composite materials (magnetoelastics) produced by disposing ultra-fine magnetic particles in polymer matrix represents another interesting designing possibility for synthesis and research of elastic polymer nanocomposites with the high content of ferromagnetic nanoparticles. The giant magnetostriction effect also connecting with quantum properties was observed for usual composites with magnetic particles of size by order of 3 micron. The synthesis of magnetoelastic nanocomposites gives a novel unique intriguing possibility to obtain novel nanocomposites with giant tensor resistivity and giant magnetostriction effects in one material. Such materials are perspective, for example, in nanotechnology for manipulating in nanometer scale, for the scanning tunnel microscopy, for different microsenors, etc.

Other possibility of application of magnetic nanocomposites is connected with the effect of the giant negative magnetoresistance. The synthesis and research of new class of nanocomposites with the tunnel conductivity and the giant tensoeffect, being the array of conducting nanoparticles embedded into elastic polymeric matrix were done. Practical applications of these materials are connected with their giant sensitivity to mechanical pressure and deformations because conductivity of such materials is determined basically by quantum process of the electrons tunneling between the conducting nanoparticles. The probability of such process exponent-like depends on the interparticle distances.

The conducting polymer composites possess a high sensitivity to mechanical effects when the density of conducting components (metal, carbon particles), is close to the percolation threshold. This property is connected with changing their electrical resistance under mechanical deformation. Utilizing the conducting particles of nanometer size will lead to the quantum tunneling character of conductivity and will allow increasing sharply the sensitivity to deformations.

Keywords: nanoparticle, polymer, nanocomposite, magnetic impurities, electron tunneling, quantum properties

References:

1. P. Kervalishvili. Micro – Nano – Pico technologies: the main way of novel materials development. International Conference “Material Science Day”. CNRS – TSU. Tbilisi 8-10 July, 2009.
2. P. Kervalishvili, D. Tseles, M. Rangoussi. Magnetic Impurities Doped Metal-Polymer Composites for Nanosensors. International conference eRa-4 & S.E.F.-2, TEIPR, Spetses, Greece 24-26 September 2009.

NANOSTRUCTURES WITH CONTROLLED DISSORDERS – MATERIALS FOR SPINELECTRONICS

P.J. Kervalishvili

Georgian Technical University, 77 Kostava St. Tbilisi 0175, Georgia

Abstract

The role of disorders in formation of electrical, magnetic, optical, mechanical, etc. properties of solid substances is crucial and nowadays more and more understandable.

The nanoscience and nanotechnology methods and tools development made possible to manipulate of nano scale disorders and create principally new materials and devices for information technologies operating as charge, and spin degree of freedom of carriers, free from limitations inherent for metal spinelectronic devices. The central task of such researches is the creation nano structured materials with different electro magnetic properties and among them ferromagnetic semiconductors the basic substances for spin transport process organization.

The realization of the spin-polarized current transfer opens out new possibilities for the solid-state electronics.

The discovery of giant magnetoresistance effect (GMR) observed during the study of thin films with alternating layers of ferromagnetic and non-magnetic metal shown that, depending on the width of a non-magnetic spacer, there can be a ferromagnetic or antiferromagnetic interaction between magnetic layers and antiferromagnetic state of magnetic layer can be transformed in ferromagnetic state by an external magnetic field. The spin-dependent scattering of conduction electrons is minimal, causing a small resistance of material, when magnetic moments are aligned in parallel, whereas for antiparallel orientation of magnetic moments the situation is inversed. The effect GMR brightly has demonstrated, that a spin-polarized electrons can carry magnetic moment through non-magnetic materials with saving spin coherence, which is the meaning of the term “spin transport”.

During the last years the main task of the frontier works within above mention direction was formulated as study of fundamental aspects of the spin transfer through the interface “ferromagnetic discrete alloy - nonmagnetic semiconductor” (DA–NS structures) with the aim to determine the most essential mechanisms, responsible for their transport properties, electronic and magnetic structures and for the development of technologies of spinelectronic materials creation with controlled disorder on the basis of nanostructured discrete magnetic alloys.

The execution of researches within the framework of the given paper will allow studying in details the process of the spin-polarized electronic transport in “semiconductor-ferromagnetic” nanolayers with controlled disorder. The most essential mechanisms, responsible for the transport properties, electronic and magnetic structures of these discrete alloys was determined. It, in turn, served as basis for creation of practical spinelectronic devices having in their structure the interfaces “ferromagnetic discrete alloy - non-magnetic semiconductor”.

Main References:

- P. Kervalishvili, Mechanism of Boron small particles growth. Solid State Physics – USSR, v. 29, №4, (1987)
- P. Kervalishvili and A. Lagutin, Nanostructures, magnetic semiconductors and spintronics, Microelectronics Journal, 39 (2008), pp.1060–1065.

Keywords:

Nanostructures, Spinelectronics, Controlled disorders, Magnetic semiconductor, Spin-polarized transport.

ამორფულ მატრიცაში ჩანერგილი ტეტრაგონალური გერმანიუმის ნანოკრისტალების მიღება

დ.ჯიშიაშვილი^{*,**}, ნ. მახათაძე*, ზ. შიოლაშვილი*, გ. გობრონიძე^{**},
ა. ჯიშიაშვილი*, დ. ყანჩაველი*

*სსიპ კიბერნეტიკის ინსტიტუტი. ეულის ქ. 5, 0186 თბილისი

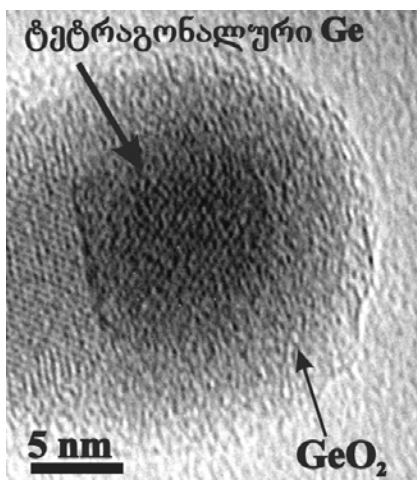
**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი: დ. ყანჩაველი. d.kanchaveli@yahoo.com

განსხვავებით ალმასის სტრუქტურის მქონე გერმანიუმისაგან, რომელზედაც ისტორიაში პირველი ტრანზისტორი დამზადდა 1947 წელს, ტეტრაგონალური გერმანიუმი ნაკლებადაა შესწავლილი. მის უდავო უპირატესობას წარმოადგენს 1.47 ევ ზომის პირდაპირი აკრძალული ზონა, რომელიც ოპტოელექტრონული ხელსაწყოების დამზადების პერსპექტივებს სახავს. სამწუხაროდ, ამ ეგზოტიკური მასალის მისაღებად საჭიროა მაღალი, ერთეული გიგაპასკალების რიგის წნევა, და შესაბამისად რთული ტექნოლოგიების გამოყენება.

თეორიული გამოთვლების საფუძველზე გამოთქმული იყო მოსაზრება, რომ მცირე, არა უმეტეს 4 ნმ ზომის გამდნარი Ge-ს წვეთზე ზედაპირული დაჭიმულობა იწვევს საკმარისად დიდ წნევას (1.5 გპა), რომელსაც შეუძლია გამყარებისას მისი ტეტრაგონალურ ფაზაში გადაყვანა. ეს ვარაუდი ექსპერიმენტალურადაც დადასტურდა.

ტეტრაგონალური Ge-ს მიღების ჩვენეული მიდგომა ემყარება ისეთი მასალის შექმნას, რომელშიაც გამლღვადი Ge-ს ნანოწვეთი ამორფული მეარი დიელექტრიკული მატრიცითაა გარშემორტყმული ($\text{GeO}_2\text{:Ge}$, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Ge}$). მატრიცის თერმული გაფართოების კოეფიციენტი (თგკ) სჭარბობს Ge-ს თგკ-ს, რაც გაციებისას წვეთში დიდ შემკუმშავ დაძაბულობებს იწვევს. აგრეთვე ცნობილია, რომ Ge-ს კრისტალიზაციისას მისი მოცულობა 5%-ით მატულობს, რაც მატრიცით შემოსაზღვრულ ფიქსირებულ მოცულობაში Ge-ს ნანოწვეთის გამყარებისას დიდ დამატებით წნევებს წარმოქმნის. გათვლებმა გვიჩვენა, რომ ასეთი მეთოდით GeO_2 -სა და Al_2O_3 -ის მატრიცებში შესაძლებელია 20 ნანომეტრამდე ზომის ტეტრაგონალური Ge-ს ნანოკრისტალების მიღება.



ნახ. 1. GeO_2 -ის მატრიცაში გამყარებული 12 ნმ ზომის ტეტრაგონალური Ge-ს ნანოკრისტალი.

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Ge}$ და $\text{GeO}_2\text{:Ge}$ ნანოსისტემების მისაღებად გამოვიყენეთ იონურ-პლაზმური გაფრქვევა და პიროლიზური დამუშავება. გერმანიუმის ტეტრაგონალური სტრუქტურის ჩამოყალიბება დადასტურდა როგორც ტრანსმისიული ელექტრონული მიკროსკოპიით (ნახ.1), ისე ელექტრონთა დიფრაქციითა და ფოტოლუმინესცენციით.

დადგინდა, რომ GeO_2 -ის მატრიცაში შეიძლება მივიღოთ Ge-ს ტეტრაგონალური ნანოკრისტალები მაქსიმალური ზომით 12 ნმ, მაშინ როცა Al_2O_3 -ის მატრიცაში ნანოკრისტალთა ზომა 20 ნმ-ს აღწევს. ზომების ასეთი ვარიაცია აიხსნება ამ ორი მატრიცის თერმული გაფართოების კოეფიციენტების განსხვავებული მნიშვნელობებით.

გერმანიუმის შემცველი ერთგანზომილებიანი ნანოსტრუქტურების მიღება პიროლიზური მეთოდით

დ. ჯიშიაშვილი^{*,**}, ნ. მახათაძე*, ზ. შიოლაშვილი*, ე. ქუთელია^{**}, გ. გობრონიძე^{**}
ბ. ერისთავი ^{**}, ე. მიმინოშვილი^{**}, ა. ჯიშიაშვილი*, დ. ყანჩაველი*

^{*}სსიპ კიბერნეტიკის ინსტიტუტი. ეულის ქ. 5, 0186 თბილისი

^{**}საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი

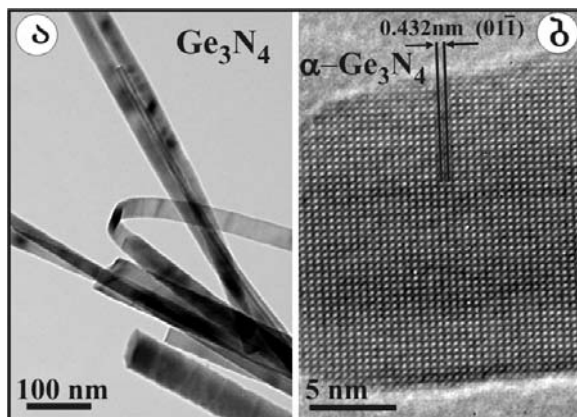
საკონტაქტო ავტორი: დ. ჯიშიაშვილი. d_jishvili@gtu.ge

ერთგანზომილებიანი (1D) ნანოსტრუქტურები (ნანომათულები, ნანოსარტყელები, ნანოძელები და სხვ.) გამოირჩევიან ზედაპრზე განლაგებულ ატომთა მაღალი ხვედრითი წილით, რაც მათ საფუძველზე ზემოქმედობიარე (ppb) სენსორების დამზადების საშუალებას იძლევა. მცირე, ბორის ექსიტონის რადიუსის თანაზომადი განივკვეთის შემთხვევაში ისინი მკვეთრად გამოხატულ კვანტურ თვისებებს ამჟღავნებენ და სრულიად ახალი ტიპის კვანტური ხელსაწყოების ძირითად ელემენტებად მოიაზრებიან. საკმარისად მცირე ნულ განზომილებიანი კვანტური წერტილებისაგან განსხვავებით, შედარებით დიდი ერთგანზომილებიანი ნანოსტრუქტურებით მანიპულირება და ხელსაწყოს დამზადება ტექნოლოგიურადაც გაცილებით ადვილი და მოსახერხებელია.

სამუშაოს მიზანს შეადგენდა გერმანიუმისა და In-Ge ევტექტიკური ნაერთის საფუძველზე ნიტრიდული 1D ნანოსტრუქტურების მიღების ისეთი ტექნოლოგიის შემუშავება, რომელშიც ნიტრიდის წარმოქმნელ რეაგენტებს წარმოადგენენ ჰიდრაზინი (N_2H_4) და მისი პიროლიზური დაშლის პროდუქტები. ნანოსტრუქტურების გაზრდა ხორციელდებოდა ჰიდრაზინის არეში 10 ტორ წნევაზე 520-580°C ინტერვალში Ge ან In-Ge-ს ფუძეშრეების თერმული დამუშავებით.

მიღებული მასალის კვლევა წარმოებდა ოქე, ინფრაწითელი და ენერგოდისპერსიული რენტგენული სპექტროსკოპიით, რენტგენოფაზური ანალიზით, რასტრული და ტრანსმისიული ელექტონული მიკროსკოპიით (ტემ).

Ge_3N_4 -ის 560°C-ზე გაზრდისას მიიღებოდა ნანოსარტყელები და მრავალკუთხა განივკვეთის მქონე ე.წ. ფასეტირებული ნანოსტრუქტურები (ნახ.1,ა). ტემპერატურის



ნახ.1. გერმანიუმის ნიტრიდის ნანოსარტყელებისა (ა) და ატომარული გარჩევისუნარიანობთ გადაღებული ნანომათულის (ბ) ტემ სურათები.

შემცირება 530°C-დე იწვევდა ერთეული მკმ-ს სიგრძის ნანომათულების ზრდას (ნახ.1,ბ), რომელთა მინიმალური დიამეტრი 8ნმ-ს აღწევდა. ორივე მასალა α მოდიფიკაციის მონოკრისტალს წარმოადგენდა, რომელთა ჩამოყალიბება ჟანგბადის დახმარებით ან ორთქლი-სითხე-მყარი მეთოდებით ხორციელდებოდა.

სხვადასხვა რაოდენობის In-სა და-Ge-ს შემცველი ფუძეშრეების გამოყენებისას მიღებული იყო განსხვავებული მორფოლოგიის მქონე ოქსინიტრიდული ნანომათულები, რომლებიც მოიცავდნენ ნანოსარტყელებს, ნანონემსებს, “კაქტუსისა” და სხვა სახის 1D ნანოსტრუქტურებს.

მიკრო და ნანო ფირებში მექანიკური დაჭიმულობების ბუნებისა და სიდიდის განსაზღვრის არამრღვევადი მეთოდების შემუშავება, მათი მინიმიზაციის მეთოდების შექმნა.

ნ. დოლიძე,* ზ. ჯიბუტი**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ.77,0175 თბილისი.

**ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი .ჭავჭავაძის პრ.13, 0179 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი ზ.ჯიბუტი. dzura@yandex.ru

თანამედროვე მიკრო და ნანო ელექტრონიკაში ნახევარგამტარული სტრუქტურების ფორმირების თანმდევ სერიოზულ პრობლემას წარმოადგენს შიგა მექანიკური დაჭიმულობები, რაც სერიოზულ გავლენას ახდენს მიღებული ნახევარგამტარული ფირების სტრუქტურულ სრულყოფაზე და მათი ფიზიკური თვისებების ერთგვაროვნებაზე. შიგა კრისტალური დაძაბულობები წარმოიქმნება, როგორც იონური იმპლანტაციის, ასევე ეპიტაქსიური ფირების ზრდისას, განსაკუთრებით სხვაგვარის საფენზე. ამ დაჭიმულობების ბუნებისა და სიდიდის განსაზღვრა და მისი მინიმიზაცია თანამედროვე ელექტრონიკის ერთერთ მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს.

ნაშრომში ზემოთმოყვანილი პრობლემა შესწავლილია Si-საფირონზე სტრუქტურების მაგალითზე. ამ სტრუქტურების დამზადებისას დაფენის მაღალი ტემპერატურის, Si-ის და საფირონის ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტების განსხვავების გამო, Si-ის ფენებში წარმოიქმნება კუმშვის დაძაბულობები. ამას ხელს უწყობს, Si-ის საკონტაქტო უბანში წარმოქმნილი დეფექტებიც. ლაზერული ($\lambda=0.69\mu\text{m}$, მილი- ან ნანოწამებიანი იმპულსებით), ნათურებით (წამებიანი იმპულსებით) და თერმული გამოწვის ექსპერიმენტები ჩატარებულ იქნა n -Si-ის ($d=306\mu\pm 3\mu\text{m}$) სტრუქტურებზე. ჩატარდა სტრუქტურების ელექტროფიზიკური, ოპტიკური და რენტგენოსტრუქტურული კვლევები. ნათურებით ფოტონურმა ან მილიწამიანმა ლაზერულმა ზემოქმედებამ სტრუქტურის ბლოკურობის შემცირებასთან ერთად, $\sim 20\%$ -ით გაზარდა დენის მატარებელთა ძვრადობა. ნანოწამიანმა ლაზერულმა ზემოქმედებამ მთლიანად მოსპო სტრუქტურის ბლოკურობა და 2-ჯერ გაზარდა დენის მატარებელთა ძვრადობა, მაშინ როცა, ვაკუუმში, 30 წუთიანი თერმული გამოწვა $T=1200^\circ\text{C}$ -ზე, სტრუქტურის ფიზიკურ თვისებებს შესამჩნევად ვერ ცვლის. როგორც საკვლევი ნიმუშების ოპტიკური შთანთქმის სპექტრებმა აჩვენა, შთანთქმის კიდე, მონოკრისტალურ Si-თან შედარებით, წანაცვლებულია მცირე ენერგიებისკენ რაც დამახასიათებელია კუმშვითი დაძაბულობებისათვის. ფოტონური დასხივებით მოხდა ამ დაძაბულობების, $\sim 5 \times 10^8$ პა-ის (საწყისის 90%), მოხსნა. ექსპერიმენტებმა აჩვენა აღნიშნული პროცესების განხორციელების მექანიზმის ათერმიული ბუნება.

დაბალტემპერატურული იმპულსური ფოტონური გამოწვა თანამედროვე ნანოელექტრონიკაში; ფიზიკური მექანიზმები, ტექნოლოგიები.

ნ. დოლიძე*, ზ. ჯიბუტი**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ.77,0175 თბილისი.

**ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ჭავჭავაძის პრ.13, 0179 თბილისი

საკონტაქტო ავტორი ზ.ჯიბუტი. dzura@yandex.ru

თანამედროვე ნანოელექტრონიკის განვითარება ურთულეს ამოცანებს აყენებს მკვლევართა წინაშე. ინტეგრალური სქემების მინიმიზაცია მიიღწევა არა მხოლოდ სრულყოფილი პრეცესიული ტექნიკის გამოყენებით, არამედ ახალი, არატრადიციული ტექნოლოგიური მეთოდებით, რომლებიც მასალის თვისებების კონტროლირებადი ცვლის საშუალებას იძლევა. ხანგრძლივ, მაღალტემპერატურულ, თერმო პროცესებზე დამყარებულ ტრადიციულ ტექნოლოგიებს არ ძალუძთ გადაწყვიტონ აღნიშნული ამოცანები. ამ თვალსაზრისით უფრო პერსპექტიული აღმოჩნდა დაბალტემპერატურული ტექნოლოგიები, როცა დიფუზიურ-აქტივაციური პროცესების ჩასატარებლად გამოიყენება იმპულსური ფოტონური ზემოქმედება. შესაძლებელი გახდა დეფექტების გამოწვის, მინარევების აქტივაციისა და რეკრისტალიზების პროცესების ჩატარება, და ამავე დროს, მასალის სიღრმეში არაკონტროლირებადი დიფუზიური შეღწევის თავიდან აცილება. ზემოთთქმულის აქტუალურობა განსაკუთრებით მკვეთრად ჩანს ნანოელექტრონიკის ისეთ საკითხებში, როგორიცაა სრულყოფილი ორგანოზომილებიანი ფირების, კვანტური წერტილების, მიღება და მათი მოდიფიკაცია და სხვა. ზემოთთქმულის განხორციელება რიგ შემთხვევებში შესაძლებელია მხოლოდ დნობა-რეკრისტალიზაციის პროცესის გავლით.

ნაშრომში მოცემულია იმპულსური ფოტონური ზემოქმედებისას:

- ნახევარგამტარული მასალების დნობის ელექტრონული მექანიზმი.
- სინათლის მიერ რადიაციულ დეფექტებზე სელექტიური შთანთქმის ფაქტორების როლი, მყარფაზოვანი იმპულსური ფოტონური გამოწვის პროცესებში;
- ნახევარგამტარულ სტრუქტურებში მექანიკური დაძაბულობების მოხსნის მეთოდი;
- ნახევარგამტარებში იმპლანტირებული მინარევის აქტივაციის, რეკრისტალიზაციის და დეფექტების იმპულსური ფოტონური გამოწვის მექანიზმი;
- ნახევარგამტარულ მასალებსა და სტრუქტურებზე შოტკის ბარიერის, ომური კონტაქტების, $p-n$ გადასასვლელების, ლეგირებული და იზოლირებული უბნების ფორმირების დაბალტემპერატურული მეთოდი.

Исследование формирования магнитной фазы высокотемпературных сверхпроводников системы Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O в нормальном состоянии

Дж. Чигвинадзе^{*}, И. Ахвледиани^{*}, Т. Калабегишвили^{*}, Т. Санадзе^{**}

^{*}Институт Физики им. Е. Андроникашвили, ул. Тамарашвили 6, 0177 Тбилиси

^{**} Тбилисский Государственный Университет им. И Джавахишвили, ул. Чавчавадзе 3, 0179 Тбилиси.

Автор для контакта: Дж. Чигвинадзе. jchigvinadze@rambler.ru

В недавно опубликованной работе [1] (Physics Letters A 373 (2009) 874-878, “The investigation of EPR paramagnetic probe line width and shape temperature dependence in high-temperature superconductors of Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O system”) мы представили результаты исследования ЭПР в высокотемпературном сверхпроводнике Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O. В температурной зависимости ширины линии ЭПР парамагнитного зонда в нормальном состоянии при $T \approx 175 \div 200$ К нами был наблюден пик, который мы связываем с образованием новой магнитной фазы.

Исследуемая нами высокотемпературная сверхпроводящая система является неустойчивой кристаллохимической системой. Неустойчивость проявляется в аномальных температурных зависимостях коэффициента теплового расширения (КТР), структурных параметров, скоростей ультразвука, упругих модулей и других характеристик.

Дилатометрические и рентгенографические (порошковая рентгенография) исследования показывают, КТР при низких температурах меняет знак, становится отрицательным. При этом меняется элементарная ячейка - наблюдается температурная зависимость параметров элементарной ячейки.

Эти эффекты наблюдаются почти во всех высокотемпературных сверхпроводящих купратах. Например, эффект отрицательного КТР проявляется при низких температурах в системе $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ниже $T \approx 175$, в $\text{Bi}_2\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x\text{CuO}_6$ ниже $T \sim$ в системе Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O КТР становится отрицательным ниже $T \sim 160$ К.

Перечисленные выше эффекты характеризующие неустойчивость кристаллохимической системы высокотемпературных сверхпроводящих купратов могут способствовать формированию новой магнитной фазы описанной в работе [1], тем более, что эта магнитная фаза формируется именно в той области температур, где наблюдается аномальные температурные зависимости коэффициента температурного расширения и структурных параметров. В настоящей работе приводятся соображения и экспериментальный материал, подтверждающие предложенное объяснение появления новой магнитной фазы в системе Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O.

Изучение высокотемпературных сверхпроводящих фаз в Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O, синтезированных с использованием солнечной энергии.

Дж. Чигвинадзе^{*}, Д. Гуламова^{**}, С. Ашимов^{*}, Т. Мачаидзе^{*}, Г. Двали^{*}, Г. Донадзе^{*,***},
Д. Ускенбаев^{**}

^{*}Институт Физики им. Е. Андроникашвили, ул. Тамарашвили 6, 0177 Тбилиси

^{**}Институт материаловедения НПО «Физика-Солнце» Академии наук Республики
Узбекистан

^{***}Грузинский Технический Университет, ул. Костава 77, 0175 Тбилиси

Автор для контакта: Дж. Чигвинадзе. jchigvinadze@rambler.ru

Исследуется температурная зависимость затухания и периода колебаний сверхпроводящего цилиндрического образца ВТСП системы Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O, подвешенного на тонкой упругой нити и совершающего аксиально-крутильные колебания в поперечном магнитном поле. Выше критической температуры сверхпроводящего перехода основной фазы Bi(2223) с $T_c=107$ К наблюдается область «хаоса» в интервале температур 107-150 К, в которой зафиксированы отдельные всплески затухания и частоты колебания. Предполагается, что область «хаоса» может указывать на возможность существования других магнитных или более высокотемпературных сверхпроводящих фаз малой концентрации в виде отдельных сверхпроводящих островков в матрице нормального материала 2223-фазы.

Исследование магнитных фаз в нормальном состоянии в Rb_3C_{60} и динамика вихревой решетки Абрикосова ниже критической температуры сверхпроводящего перехода.

Дж. Чигвинадзе^{*}, В. Бунтарь^{**}, С.Ашимов^{*}, Т. Мачаидзе^{*}, Г. Донадзе^{*,***}

^{*}Институт Физики им. Е. Андроникашвили, ул. Тамарашвили 6, 0177 Тбилиси

^{**} Columbia International College, Hamilton, Ontario, Canada

^{***} Грузинский Технический Университет, ул. Костава 77, 0175 Тбилиси

Автор для контакта: Дж. Чигвинадзе. jchigvinadze@rambler.ru

С применением сверхчувствительных методов исследования диссипативных процессов и пиннинга в сверхпроводниках, наблюдаются и исследованы магнитные фазы при $T \approx 55$ К, $T \approx 200-215$ К и $T \approx 260-270$ К в Rb_3C_{60} . Этими же методами определены критические параметры: температура перехода в сверхпроводящее состояние T_c в Rb_3C_{60} и первое критическое поле H_{c1} его перехода из сверхпроводящего в смешанное состояние. Для изучения процессов образования и распада вихревой решетки Абрикосова (ВРА) в Rb_3C_{60} применена чувствительная механическая методика исследования стимулированной импульсными магнитными полями динамики ВРА. Этим методом изучены релаксационные явления в вихревой материи и определены время образования и распада вихревой решетки Абрикосова в сверхпроводящем фуллерене Rb_3C_{60} и они оказались равными 10 мкс для зарождения и 25 мкс для их распада.

ს ა რ ჩ ე ვ ი

(დალაგებულია თეზისების პირველი ავტორების გვარების მიხედვით)

<i>№</i>	<i>თეზისის I ავტორის გვარი</i>	<i>გვ.</i>
1	აღეჟსიძე ნ.	14
2	ანდრიევსკი გ. (Andrievsky G.V.)	10
3	ახალბედაშვილი ღ. (Ахалбедашвили Л.)	20
4	ბიბილაშვილი ა.	39
5	ბოკუჩავა გ.	8
6	ბრეგაძე ვ.	33
7	ბრეგაძე ვ.	34
8	ბუთხუზი თ.	27
9	ბუთხუზი თ.	28
10	გაბადაძე თ. (Габაдаძე Т.)	9
11	გაფრინდაშვილი რ. (R. Gaprindashvili)	13
12	გერასიმოვი ა.	2
13	გიგაური რ.	31
14	გიგაური რ.	32
15	გოთოშია ს.	36
16	დანელიანი ა.	5
17	დანელიანი ა.	46
18	დოლიძე ნ.	52
19	დოლიძე ნ.	53
20	დონაძე ნ.	17
21	ვაჩნაძე ვ.	16
22	ზვიადაძე გ.	45
23	თაგვიაშვილი მ.	42
24	კაზაროვი რ.	40
25	კეკელიძე დ.	21
26	კეკელიძე ნ.	37
27	კერვალიშვილი პ. (P. J. Kervalishvili)	48
28	კერვალიშვილი პ. (P. J. Kervalishvili)	49
29	ლაფერაშვილი თ.	44
30	მარსაგიშვილი თ.	23
31	მელქაძე რ.	35
32	მემანიშვილი თ.	15
33	მიმინოშვილი ე.	18
34	პავლიაშვილი თ.	22
35	სიღამონიძე შ.	3
36	ტიხომიროვი ა. (Tykhomirov A.A)	11
37	ჩიქოვანი რ.	4
38	ჩიხრაძე მ.	43
39	ჩიღვინაძე ჯ. (Дж. Чигвинадзе)	54
40	ჩიღვინაძე ჯ. (Дж. Чигвинадзе)	55
41	ჩიღვინაძე ჯ. (Дж. Чигвинадзе)	56
42	ჩხარტიშვილი ღ.	7
43	ჩხეიძე ი.	38
44	წიბახაშვილი ნ.	6
45	წიბახაშვილი ნ.	19

46	წინწკალაძე გ.	12
47	ხატიაშვილი ნ.	47
48	ხოფერია თ.	29
49	ხოფერია თ.	30
50	ჯალაბაძე ნ.	41
51	ჯაფარიძე კ.	24
52	ჯაფარიძე კ.	25
53	ჯაფარიძე კ.	26
54	ჯიშიაშვილი დ.	1
55	ჯიშიაშვილი დ.	50
56	ჯიშიაშვილი დ.	51