



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta zinātnisko rezultātu pārskats

Atskaites periods Nr. 3.
(01.11.2020. - 31.01.2021.)

Projekts: Nr. 1.1.1.1/19/A/144 “Tehnoloģiski pētījumi, lai radītu nākamās paaudzes mazizmēra 100 keV bora jonu implantācijas iekārtu ar TRL līmeni tuvu pie 4”.

Projekta realizētāji: Latvijas Universitāte (vadošais partneris), SIA “Baltic Scientific Instruments”.

Projekta vispārējais mērķis: Vispārējais mērķis ir attīstīt jaunas paaudzes implantēšanas tehnoloģijas tehnisko nodrošinājumu / aparātu kopumu ar virsmērķi nākotnē tādus ražot un lietot Latvijā, kā arī eksportēt.

Projekta darbības un paveiktais dotajā atskaites periodā:

Darbība 1. Jonu implantācijas iekārtas laboratorijas prototipa izstrāde un attīstīšana.

Darbība 1.1. bora jonu avota izstrāde, attīstīšana un palaišana

Otrajā atskaites periodā turpinājās literatūras studijas par tehnoloģijām, kur pastāv varbūtība inovatīviem risinājumiem bora jonu implantācijas iekārtas izstrādē. J.Blahins sadarbībā ar projekta vadītāju A.Ūbeli kopskaitā ir analizējis vairāk kā 100 literatūras avotus un patentus. Tiek gatavots pārskata raksts LZA Vēstīm un veikta detalizēta analīze, kura rāda ka pēdējos 10-15 gados ir parādījušās augsta līmeņa publikācijas par dobā katoda un RF induktīvi saistītās plazmas tehnoloģiju kombinētu izmantošanu strādājot pie nākamās paaudzes tehnoloģijām, t.sk. jonu mikrozinēju izstrādē pielietojumiem kosmosā.

Tiek strādāts, lai pabeigtu negatīvo jonu kūļu iekārtas GRIBA(m)¹ pielāgošanu un, komplektēšanu atbilstoši BORS projekta vajadzībām. Šī unikālā iekārta izstrādāta sadarbībā ar Gēteborgas Universitātes Fizikas departamentu Zviedrijā projekta *FP7-REGPOT-Latvia – Towards Effective Integration in the European Research Area* izpildes laikā 2012.-2015.gados, Dr.hab.U.Bērziņam, PhD cand.J.Blahinam un MsC Phys Aigaram Apsītim no LU puses strādājot kopā ar Prof.Daga Hanstorpa grupu. U.Bērziņa vadībā apzinātas laboratorijā esošās iekārtas komponentes un to funkcionālā gatavība. Iekārtai milzīga lietošanas vērtība; tā neilgu periodu netika izmantota, nepieciešams modernizēt atsevišķas funkcijas un standartizēt parametrus. Veiktas vairākas apkopes un iekārta darbināta jau pilnas funkcionalitātes režīmā. Novērsti defekti vakuumsistēmā, kura nodrošina selektīvu vakumpumpēšanu iekārtas sekcijās. Iekārtas sakopšanā savu ieguldījumu no citām zinātniskām grupām un tas nodrošina iekšēju kvalitātes kontroli.

Tā ir pasaulē pirmā mobilā negatīvo jonu kūļu iekārta, kura tagad ir pārvesta un darbojas Šķūņu ielā 4 LU ASI Atomfizikas, atmosfēras fizikas un fotoķīmijas laboratorijas telpās.

¹ GRIBA(m) – Gotheburg-Riga Ion Beam Apparatus (mobile)

Spektroskopiskie mērījumi būs kritiski bora jonu avotu izstrādē un nodrošinās mērījumu datu kopas, kuras dos iespējas pieņemt lēmumus optimizējot bora jonu implantēšanas ierīces parametrus un konstruktīvos risinājumus. Projekta izpildes laikā ir sagatavoti un tiek izmantoti pirmajiem mērījumiem: McPherson UV VUV spektrometrs, Princeton SpectraPro 2300 spektrometrs un tiek sagatavots produktīvam darbam augstas izšķiršanas spējas Carl Zeiss prizmu spektrometrs SPM-2. Instruments būs komplektēts ar soļu dzinēju iekārtu analogu-ciparu spektru analīzes programmatūru. SPM-2 pateicoties prizmu komplektam var strādāt ļoti plašā diapazonā no tuvā IR līdz tālajam UV. Akcents ir kvarca prizmas izmantošanā, jo pateicoties augstai izšķiršanai modernizētais SPM-2 tālu pārspēs pašreiz aprītē esošos režģu instrumentus. Kombinācijā ar ļoti jutīgu fotoelektronu pavairotāju spektru reģistrāciju SPM-2 tiks izmantots bora spektroskopiskajos mērījumos un tie būtiski papildinās zināšanu bāzi par bora atomu un jonu spektroskopiju fundamentālās atomfizikas jomā.

Papildus, tam tiek gatavots izmantošanai ekspress mērījumiem ļoti labas kvalitātes režģa instruments MDR-12 (LOMO).

Projekta resursi vienmēr ir ierobežoti un paveiktais ir ļoti vajadzīgs un projekta budžetu taupošs ieguldījums projekta izpildē, kurš līdzās citam nodrošinās lielas iespējas studentu treniņam zinātniskā darbā.

Vienlaicīgi, ir noslēdzies implantēšanas iekārtas projektēšanas etaps, un tiek sāka eksperimentālo iekārtu komplektēšana.

Darbība 1.2. jonu kūļa apstrāde ar QMS filtru un filtra palaišana.

Uz 4 ceturksni tika pārcelti darbi par jonu kūļa datormodelēšanu, kas būs viens no galvenajiem ceturkšņa uzdevumiem. Plānots modelēšanu uzsākt tūlīt pēc Projekta pirmās zinātniskās publikācijas iesniegšanas, jo tā joprojām tiek slīpēta, labota un pilnveidota. Tiek rūpīgi strādāts, lai raksta vērība būtu iespējami augsta.

Ir apmaksāts QMS stieņu pasūtījums no Lielbritānijas; neskatoties uz Breksit sākumu, stieņi ir ceļā. QMS stieņi ir ļoti specifiska ultra-augstas kvalitātes detaļa, kam atrast kvalificētus ražotājus un piegādātājus nebija vienkārši.

Pēc nelielas kavēšanās ar robežšķērsošanu, sagaidāma to saņemšana februāra laikā. Detaļas ir izprojektētas. Pagaidām rasējums ir papīra formātā un to vajadzēs digitalizēt.

Stiklapūtēja darbs orientēts uz specifiskas ģeometrijas kvarca, stikla un metāla savienojumu izstrādē.

Tiek plānots iepirkt bora dobā katoda lampas, lai pārbaudītu to detaļās izveidot katodu izmantošanu bora jonu implantēšanas ierīcēs. Ir diezgan varbūtīgi, ka šīs lampas ietaupīs laiku, materiālus un atļaus iegūt pirmo vērtīgo pieredzi turpinot optimizācijas darbus. QMS stieņi ir ļoti specifiska ultra-augstas kvalitātes detaļa, kam atrast kvalificētus ražotājus un piegādātājus nav vienkārši.

Darbība 1.3. Jonu paātrinātāja izstrāde un palaišana.

Ir veikti jonu avota konstruēšanas darbi, un tagad dienas kārtībā ir tā pārbaude eksperimentos, izmantojot spektroskopijas metodes atomārā bora un bora jonu koncentrāciju mērījumiem.

Jonu optikas parametri ir aprēķināti, bet ir nepieciešams veikt datorsimulāciju. Datormodelēšanas programmatūra (pat divas) un tās avoti ir apzināti, nepieciešams vienoties par tiesībām to izmantot reālām simulācijām.

Darbība 1.4. Mehāniskās konstrukcijas un ierīces iekārtas.

Turpinās darbi pie mehānisko konstrukciju un ierīču skicēm stenda karkasam uz ritentiņiem ar montāžas sliedēm un stiprinājumiem, lai iegūtu vieglu savietošanu ar spektroskopijas iekārtām.

Darbība 1.5. Elektronikas apsaistes izgatavošana priekš iekārtas

No projekta partnera BSI SIA ir saņemtas pasūtītās elektronikas komponentes (daļa no nepieciešamā) un ir sākti atbilstošo barošanas bloku izgatavošana. Lielāko daļu no tiem organizē ar vienotu elektrisko shēmu, kam atšķiras tikai transformatora vijumu skaits un līz ar to spriegums. Visi tie tiek izgatavoti saslēgšanai ar vadības datoru caur SPI interfeisu. Šobrīd jau ir apzinātas trūkstošās komponentes un drīz tiks noformēts iepirkumu papildinājuma saraksts. Esam apguvuši jaunu automatizētās projektēšanas rīku. Agrāk lietojām dažādas pcb projektēšanas sistēmas, bet tikai sarežģītākos gadījumos Eagle, kas spēj ar mākslīgo intelektu izplānot visracionālākos celinu izplājumus. Diemžēl tas ir augstas maksas produkts. Tāpēc pievērsāmies Eagle konkurentam KiCAD un mācāmies ar to strādāt. Tas ir atvērta licences bezmaksas produkts, kas dažās aptaujās tiek vērtēts kā nākamais labākais produkts zem Eagle. Līdz ar to Projekts būs ieguvis labāko iespējamo izpildījumu, bet institūtam būs palikusi kompetence kā šādu izpildījumu iegūt.

Projekta konstruktori instalēja projektam vairākas būtiskas modelēšanas programmas, piemēram FreeCAD, līdz ar to turpmāk spēsim izgatavot CAD rasējumus nepārkāpjot licences noteikumus. Mūsuprāt, virzība uz augsta līmeņa bezlicences programmatūrām ir svarīgs solis projektā.

Elektronikas apsaiste visām iekārtām ir shemotehniski izstrādāta un datormodelī (t.i. teorētiski) strādā, sākti montāžas darbi. Izprojektēts un samontēts implantēšanas iekārtas rāmis ar optiskajām sliedēm.

Notiek darbs pie iespiesto plašu pirmējās dokumentācijas izstrādes un pie QMS vadības oscilatora shemotehniskā risinājuma uz DDS, ar izejas būsperkaskādi, pamata, un lielā mērā, bet ne pilnīgi - stara nolieces/izvērses shemotehniskais risinājums ar līdzīgu shemotehnisko risinājumu. Turpinās literatūras analīze par šī interfeisa realizēšanas pieredzi.

Darbība 2. Jonu implantēšanas iekārtas testēšana.

Darbi sāksies vēlāk.

Darbība 3. Projekta rezultātu izplatīšana un intelektuālā īpašuma tiesību aizsardzība.

Darbība 3.1. Tehnoloģiju tiesību - zinātības apraksts.

Paveiktais: turpinās 1.un 2.ceturkšņos iesāktā, pamatā literatūras analīzes ietvaros. Literatūras analīzes rezultātus izvērtē arī projekta vadītājs A.Ūbelis, kas veic padziļinātu J.Blahina iegūto secinājumu izpēti.

Darbība 3.2. Citas darbības 3 aktivitātes.

Pirmā zinātniskā raksta melnraksts (SCOPUS) ir uzlabots un papildināts. Raksts par jonu implantācijas iekārtām ievadīs zinātniskajā sabiedrībā idejas par šajā Projektā plānotajām inovācijām. Turpinās dažādu darba versiju kombinēšana, slīpēšana un apspriešana.

Darbs pie disertācijām. Abi doktoranti izstrādā atsevišķas darbu nodaļas. J.Blahins ir uzrakstījis apmēram pusi no plānotā apjoma, taču kavējas redakcionālais karkass – virzība, pēctecība, izklāsta pārlekumi; tas viss vēl jālabo un jāredīgē. Izklāsts plānots kā šī Projekta paplašināta apraksta versija līdz vissīkākajām niansēm.

Otram doktorantam A.Bžiškjanam darbs pie disertācijas šobrīd saistīts ar SPM-2 modernizāciju. Nākamais solis būs bora atomu un jonu spektroskopiskie pētījumi, kuri ir nepieciešami ierīču parametru optimizācijai.

Projekta vadības grupas 7.sanāksmē darbu gatavības stāvoklis tika detalizēti apspriests un analizēts.

Paplašināta sadarbība ar 3 mājas lapām – LU, Rīgas Fotonikas centru, BSI mājas lapu, kā arī papildināta specializētā projekta mājas lapa <http://jonuimplanti.mozello.lv/> tikai projekta vajadzībām.

Darbība 4. Projekta vadība un koordinācija.

Projekta īstenošanas periodā notikušas vairākas darba sanāksmes (semināri –Projekta vadības grupas sanāksme Nr.7 (03.12.2020.), Projekta Padomes sanāksme - 3). Iesniegta un apstiprināta 2.ceturkšņa atskaite, iesniegts 2.starposma maksājuma pieprasījums.

Notiek gan regulāras, gan šaurākas darba sanāksmes un tikšanās laboratorijas ietvaros un ar partneri - BSI, kurās apspriesti aktuāli projekta realizēšanas inženiertehniskie jautājumi; metodikas; primāro iegūto testu rezultātu atbilstība lietišķajām vajadzībām. Sadarbība ar BSI ir ļoti produktīva: pastāvīgi tiek domāts par kopīgu jaunu projektu pieteikumiem.