

Finansējuma saņēmēja nosaukums
Latvijas Universitāte

Īstenotā projekta nosaukums

**„Būtiski nestacionāru matemātisko modeļu sistēmas attīstīšana
pusvadītāju monokristālu audzēšanas rūpnieciskajiem procesiem”**

Īstenotā projekta Nr.

2013/0051/2DP/2.1.1.1.0/13/APIA/VIAA/009

Projekta LU reģistrācijas Nr.

ESS2013/146

Projekta zinātniskais vadītājs

Dr.-Phys., Jānis Virbulis

Atskaite par periodu 01.05.2015. – 31.08.2015.

Piektajā – projekta beidzamajā atskaite periodā - tika pabeigta 3., 4. un 5. aktivitātes realizācija, kā arī projekts kopumā.

Tika turpināta 3. aktivitātes „Modeļu verifikācija un aprēķinu efektivitātes optimizācija” realizēšana. 3D spriegumu modelis, kas tika papildināts ar labākām 3D režģa ģenerēšanas iespējām, tika verificēts uz labākiem režģiem un izmantojot augstākas kārtas galīgos elementus, tādējādi noskaidrojot nepieciešamo režģa izmēru lineāriem elementiem. Tika salīdzināti arī pašu izveidotā solvera un Comsol rezultāti. CZ modelim rezultātu verifikācija turpinājās veicot aprēķinus ar dažādi sasmalcinātiem režģiem un izmantojot dažādus aprēķina laika soļus. FZ procesam tika pētīta kausējuma plūsmas ietekmētā piejaukumu sadalījuma sakritība ar eksperimenta rezultātiem, ja ņem vērā precīzāku elektromagnētisko spēku un siltuma avotu sadalījumu trīskāršā punkta tuvumā. Tika pētīta arī Ma koeficienta izmaiņas ietekme uz sakritību ar eksperimentiem. Efektivitātes uzlabošanai tika atrasts minimāli nepieciešamā režģa izmērs, pie kura vairs nav novērojama būtiska režģa atkarība.

Ceturtajā aktivitātē tika veiktas aprēķinu studijas ar jaunajiem modeļiem. Anizotropi 3D termomehāniskie spriegumi tika pētīti $\langle 100 \rangle$ un $\langle 111 \rangle$ kristālrežģa orientācijām arī CZ procesiem, kuros dēļ ievērojami siltākās kristāla apkārtnes ir būtiski atšķirīgi termisko spriegumu sadalījumi. CZ procesam turpinājās pētījumi īpaši nestacionārajās aizmetņa un konusa fāzēs, kā arī pārejās starp tām un procesa cilindrisko kristāla fāzi. FZ sistēmai tika pētīta kristāla nesimetrijas ietekme uz 3D brīvās virsmas formu un no tās sekojošo augšanas leņķi un kristāla formas tālāku attīstību. Tika detalizēti analizēti 3D kausējuma plūsmas aprēķini un termiskā nesimetrija, ko rada induktora sprauga. Tika pētīta piemaisījumu koncentrācijas robežnosacījumu ietekme uz piemaisījumu sadalījumu kristālā.

Šajā atskaites periodā noslēdzās arī 5. aktivitātes realizācija – modeļu un algoritmu iestrādāšana programmatūrā jeb programmatūras elementu izveide FZ un CZ kristālu audzēšanas procesu aprēķinu programmām, kā arī vispārējām kristalizācijas efektu pētīšanas un 3D anizotropo termomehānisko spriegumu aprēķina moduļiem. Tika pabeigta atsevišķo moduļu veidošana kā arī veidotas speciālas datu pārnese programmas. Aktivitātes rezultāti tika apkopoti iekļaujot svarīgākos moduļus programmatūras elementu aprakstā. Zinātība tika dokumentēta sarežģītāko moduļu lietošanas pamācībās.

Pārskata perioda laikā tika aizstāvēts maģistra darbs „Silīcija galīgās elektrovadītspējas ietekme uz kausējuma plūsmu un piemaisījumu transportu peldošās zonas kristālu audzēšanas procesā” (K. Surovovs).

Projekta zinātniskais vadītājs

Jānis Virbulis
Dr.phys., vad.pētnieks