

Pradžia Nr. 8

Mokslo Lietuvos redakcijoje bendraujame su Mičigano universiteto (Mičigano valstija, JAV) profesoriumi Almantu Galvanausku, dirbančiu šviesolaidinių lazerių kūrimo ir tobulinimo srityje, ir Fizikos instituto mokslo darbuotoju dr. Vidimantu Kabelka.

Truputį ribojantis su fantastika

Įdomu pastebėti, kad paties Almano Galvanausko vadovaujamos grupės atliekami darbai yra labai novatoriški ir net ribojasi su šokia tolia fantastyka – bent jau šiandienos požiūriu. Kad būtų aiškiau, pradėsiame kiek iš toliau.

Niekam ne paslaptis, kad šiuolaikinėje elektronikoje ir mikroelektronikoje naudojamų lustų (angl. *chip*) ir atminčių dydžiai nuolat mažėja. Šios technologijos pagrindas – litografija, ar net fotolitografija. Taikant fotošablonus ir kitas technologines subtilybes pasiseka į ploto vieneta sutalpinti milžiniškus kiekius elementų ir struktūrų, kurių funkcijas anksčiau atlikdavo tranzistoriai. Kuo mažesni iš tokių struktūrų pagamintieji lustai, tuo tobulesni – greಿತaveikiškesni, didesnės skiriamosios gebos – iš jų pagamintieji įtaisai. Maždaug kas 18 mėnesių pasaulyje padvigubėja į lustą „talpinamų“ tranzistorių kiekis, didėja atmintis, bet artėja ir įsotinimo riba. Norint tą ribą atitolinti, naudojama vis trumpesnio bangos ilgio spindulių ir taip tarsi dar labiau „mažinamas“ atstumas tarp lusto struktūrinių elementų. Dar metai kiti ir bus pasiektas 13,5 nm (nanometro) bangos ilgis, o tai jau minkštų rentgeno spindulių arba ekstremalaus ultravioleto diapazono riba.

Norint tokios spinduliuotės šaltinius naudoti, tektų įveikti daugybę didelių sunkumų. Visų pirma nėra paprasta tokius spindulius generuoti. Pasak A. Galvanausko, galima taikyti du metodus: lazerinį arba tiesioginės iškrovos plazmą. Karšta plazma gali sukurti tokius spindulius. Norint juos valdyti tenka kurti beveik idealaus atspindžio veidrodžių paviršius. Yra ir kitų problemų. Esant tokio trumpo bangos ilgio spinduliuotei sunkiai veikia fotorezistai, todėl tenka naudoti didelės galios spinduliuotę. Tėnka įveikti daugybę vis naujų sunkumų. Tyrėjams jėgų teikia įsitikinimas, kad šviesolaidinėms technologijoms gali priklaupti fotolitografijos ateitis. Ekonominė prasme būtų atliktas milžiniškas technologinis šuolis į priekį, nes šviesolaidiniai lazeriai jau šiuo metu yra dešimtis kartų našesni už kieto kūno lazerius. Jau nekalbant apie patikimumą, daug mažesnius matmenis ir daugelį kitų privalumų.

Taikant lazerinį šiu spindulių gavimo metodą labai trumpas ir didelės galios spindulys pataiko į taikinį ir jį akimirksniu paverčia karšta plazma, kuri ir spinduliuoja norimus gauti minkštus rentgeno spindulius. Tokio proceso našumas labai mažas, siekia ne daugiau kaip porą procentų. Norint sugeneruoti 100–200 W galios spindulius, tenka naudoti 10–20 kW galios lazerį. Visa tai bandoma padaryti kieto kūno lazerių technologijomis, bet džiaugtis kol kas nėra kuo: tie kieto kūno didelės galios lazeriai pernelyg sudėtingi, didelių matmenų ir brangūs, tad praktiškai tokias technologijas naudoti būtų pernelyg didelė prabanga.

Prieš 3–4 metus A. Galvanauskas iškėlė mintį, kad šiems tikslams būtų galima panaudoti šviesolaidžius, bet nelabai ką tuo savo pasiūlymu įtikino. Skeptikų argumentai atrodė labiau įtikinami: girdi, mažas šviesolaidžių šerdimi sunku būtų generuoti didesnės ga-



Prof. Almantas Galvanauskas „Mokslo Lietuvos“ redakcijoje

Gedimino Zemlicko nuotrauka

Šviesolaidinių lazerių kūrėjų gretose (2)

lios ir intensyvumo spindulius.

Kad pasakojimas būtų egzotiškesnis, pasakysime, kad A. Galvanauskui teko lankytis vienoje agentūroje, finansuojančioje superinovacinius projektus, kurie sveiko proto požiūriu atrodo visai nerealūs. Juokaujama: norint, kad tavo projektą finansuotų, reikia pažeisti bent vieną fizikos dėsnį... Tai štai A. Galvanauskas, matyt, pažeidė ne vieną, bet kelis fizikos dėsnius, kadangi minėtoje agentūroje išgirdo savo pasiūlymui nuosprendį: šviesolaidiniais tipiniais lazeriais niekadoms tokių spindulių nepavyks generuoti.

Praėjo labai nedaug laiko ir A. Galvanauskas su savo grupe įrodė, kad ir iš pirmo žvilgsnio neįmanomus dalykus fizikams kartais pavyksta padaryti. Šių tyrėjų grupė pademonstravo, kad šviesolaidiniu lazeriu puikiausiai galima sugeneruoti panašios reikalingos galios spindulius kaip ir kieto kūno lazeriais. Svarbiausia buvo įrodyti, kad iš principo tai įmanoma, galima įveikti ir technologinius sunkumus.

Šiuo metu A. Galvanauskas tęsia tos krypties darbus su kita tyrinėtojų grupe, užsibrėžęs gauti didelės galios spinduliuotę. Tėnka įveikti daugybę vis naujų sunkumų. Tyrėjams jėgų teikia įsitikinimas, kad šviesolaidinėms technologijoms gali priklaupti fotolitografijos ateitis. Ekonominė prasme būtų atliktas milžiniškas technologinis šuolis į priekį, nes šviesolaidiniai lazeriai jau šiuo metu yra dešimtis kartų našesni už kieto kūno lazerius. Jau nekalbant apie patikimumą, daug mažesnius matmenis ir daugelį kitų privalumų.

Mokslininko tikėjimas turi remtis teorija

Tiesa, kaip ir daugelyje priešakinio mokslo ir technologijų sandūrų niekas negali užtikrinti, kad visos šios pastangos pasiteisins ir atneš geidžiamų vaisių. Niekas neapsaugos ir nuo visai įmanomų nusivylimų bei nesėkmių. Tačiau Almano siekis tvirtas: bent jau technologiškai jų grupė pasiryžusi įrodyti, kad jų tikslas – praktiškai gali būti įgyvendina-

mas, ir didelės galios šviesolaidinių lazerių technologinėms reikmėms pavyks sukurti.

Kuo remiasi Almano ir jo kolegų įsitikinimas, kad jų pasirinktas kelias neatves į aklavietę? Suprantama, ne aklas tikėjimas. Gal mokslo istorijoje ir buvo metas, kai mokslininkai priminė akluosius, bandančius susiorientuoti tamsoje, apčiuopomis rasti kelią, bet šandien labiau už viską tyrėjai vertina gerą teoriją, fundamentinius tyrimus. Per fundamentinius tyrimus naujus principus įveda ir į technologijas. Štai kad ir naujų struktūrų šviesolaidžių šerdims kūrimas: tam taikomi fundamentinio mokslo principai, atitinkami matematiniai modeliai. Tiesa, pirmiausia beveik visa ko pradžia būna idėja, kurią pagrindžiant ar paneigiant ir tenka naudoti fundamentinius tyrimus. Galima būtų tvirtinti, kad mokslininko tikėjimas visados turi remtis gera teorija.

Visi A. Galvanausko studentai Mičigano universitete – būsimieji fizikai eksperimentatoriai, bet dirba su matematiniais modeliais, kuriais numato, kokį rezultatą nori gauti ir jo siekia. Aklo eksperimentavimo laikai bent jau fizikams seniai praėjo. A. Galvanausko vadovaujami tyrinėtojai nekuria fundamentinių mokslo žinių tik tam, kad atsakyti į klausimą, kaip Gamta veikia, bet kaip eksperimentatoriai jie stengiasi gautus dėsnius pritaikyti savo naudai.

A. Galvanauskas santyki tarp fundamentinių ir taikomųjų darbų lygina su lazda: vienas galas – fundamentika, kitas – taikomieji darbai, o pati lazda – tai tarpinė grandis tarp dviejų galų. Aišku, ir JAV universitetuose vieni tyrėjai labiau linkę į fundamentinius, kiti – į eksperimentinius ar taikomuosius tyrimus, tačiau įdomu, kad net ir fundamentiniai darbai ten dažniausiai pasižymi taikomoju pobūdžiu, bent jau kalbant apie nanofotoniką, kuri mūsų tautiečiui artimiausia. Bet kurių fundamentinių darbų atstovams visados pravartu suprasti, kam jų fundamentika reikalinga. Gal kitaip yra elementariųjų dalelių fizikoje ar kosmologijoje, kur reikia suprasti Gam-

tos ir Visatos dėsnių veikimo principus ir mechanizmus, bet kitaip yra srityje, kurioje dirba Almantas. Šią mintį jis stengiasi įdiegti savo studentams.

Šviesolaidiniai lazeriai įsibėgėja

Šviesolaidiniai lazeriai jau turi pakankamai galių, bet jų kūrėjai sau kelia vis ambicingesnius uždavinius. Lazeriai jau naudojami greitinant elementariąsias daleles, tiesa, dar nepasiekia greitintuvuose reikiamų lygių. Skirtumas tarp siekiamybės ir tikrovės dar akivaizdus. Šiuolaikiniuose lazeriniuose greitintuvuose elektronai įsibėgėja iki gigaelektronvoltų, ir ši energija jau gali būti taikoma medicinoje, nors dar neseniai greitintuvą turėti medicinos tikslams buvo pernelyg didelė prabanga.

Norint greitinti elementariąsias daleles reikėtų pasiekti teraelektronvoltų ribą, vadinasi, padidinti tų lazerių galią bent tūkstantį kartų. Kadangi lazeriai kuria labai stiprius elektromagnetinius laukus, su jais sietinos drąšiausios idėjos. Naujų ir veiksmingų sprendimų paieškos tęsiasi.

Prof. Almantas Galvanauskas įsitikinęs, kad tai tėra pradžia, o ateities lazerinės technologijos pirmyn „šiuoliuos“ labai dideliais tempais. Tai pasakytina ne vien apie šviesolaidinius lazerius, bet apskritai apie visas lazerių technologijas. Niekas negali paneigti, kad būtent su lazeriais ateityje gali būti sietina ir elementariųjų dalelių greitimo technologija. Aišku, tai negalės būti Žemės rutulio dydžio greitintuvas, vadinasi, teks rasti daug veiksmingesnių negu šiandien taikomai energijos generavimo būdų. Kol kas tokie norai ribojasi su fantastika, bet mintis visada turi lenkti tikrovę.

Almantas teigia gerai suprantąs tyrinėtojus, kurie nori suvokti, kaip veikia gamtos dėsniai, rasti naujus dėsnius ir dėsningumus. Tačiau jam pačiam retai yra tekę ieškoti atsakymo į klausimus, kaip veikia gamta. Jis mėgina jau žinomus gamtos dės-

nius panaudoti konkrečioms užduotims spręsti. O jei dar pavyksta sukurti tai, ko ligi tol nebuvo, ypač jeigu tai praktiškai naudingas išradimas... Tada pasitenkinimas savo darbu atperka visus ligtolinius sunkumus ir darbai paaukotas gyvenimo dienas.

Vis dėlto Vidimantui Kabelkai mūsų pokalbio pernelyg „aukštos materijos“ pastebimai pradeda truputį pabosti. Jis nori sužinoti apie žemiškesnius ir konkretesnius dalykus. Ką konkrečiai savo laboratorijoje dirba Almantas, kokią reikšmę skiria patentinei veiklai ir panašiai. Almantas neneigia patentavimo svarbos, nors pernelyg ir nesureikšmina. Jo manymu, gautas patentas dar nereikia nei išradimo naujoviškumo, nei ypatingos svarbos. Daugybė firmų tuo tik ir užsiima – patentų rašymu. Patentas – tai dokumentas, legaliai apibrėžiantis mėginamą teisiškai apsaugoti sritį. Jeigu tai naujos ir praktinę reikšmę turinčios idėjos, jas būtina patentuoti – taip bent formaliai jos bus apsaugotos. Tai skatina jų diegimą.

Tačiau JAV yra daug žmonių, kurie net ir nepasiekę didelių inovacijų, užsiima įnirtingu tos veiklos rezultatų patentavimu. Tuo primena Džeko Londono aprašytus aukso ieškotojus Aliaskoje: įkalę kuoliukus apsirėždavo savo paieškų sklypą. Ras ar neras aukso gyslą – kitas reikalas. Panašiai yra ir dėl patentų, nes jie patys savaime patentuotojui dar neužtikrina sėkmės ir naudos, bet gali labai pasiteisinti, jeigu naujovė bus pradėta praktiškai įgyvendinti. Bent jau Almantas naujas idėjas stengiasi pirmiausia patentuoti, o tik paskui skelbti moksliniuose straipsniuose. Jeigu paskelbei, tai negali patentuoti – traukinys nuvažiavo. Bent taip yra JAV.

Atrodo, kad tuo tenykštė tvarka skiriasi nuo Lietuvos mokslininkams įprastos praktikos, nes jie mūsų mokslo vertinimo sistemos verčiami nuolat rodyti savo darbo rezultatus, dažniausiai skelbiamų straipsnių pavidalu. Ne vienas gal ir labai norėtų idėją patentuoti, bet tam mokslo institucijos lėšų dažniausiai neturi, tuo labiau tai pasakytina apie patį tyrėją. Tiesa, pastaruoju metu valstybė, susirūpinusi tiesiog tragiškai prasta padėtimi patentavimo srityje, mėgina mokslininkams pagelbėti.

O kaip veikia Almantas Galvanauskas ir kiek Mičigano universitetas padeda tyrinėtojams? Sunkumų dėl patentavimo paprastai nekyla, tiesa, reikia laikytis tam tikrų reikalavimų. JAV universitetai nenori patentuoti visko, kas pakliuvo, nes gauti patentą ir vėliau jį išlaikyti brangiai kainuoja. Net ir JAV universitetų pinigų kapšas turi dugną. Patentas kainuoja 7 tūkst. dolerių, ir tai tik pradinis įnašas, nes kasmet, norint jį išlaikyti, vėl tenka mokėti. Neišlaikius patento, jis nustoja galios. Tad ir Mičigano universitetas remia patento teikimą, bet vadovybė reikalauja įtikinti, kad jis atneš realios naudos. Kai kas nori, kad jau kitąmet patentas, kaip ta stebuklinga višta, pradėtų dėti aukso kiaušinius, bet taip gyvenime nebūna. Jeigu idėja nauja, reikės laiko, kad jos praktinę naudą suvoktų naujų technologijų kūrėjai. Dažnai patiems idėjos autoriams tenka įrodinėti, kad idėja veiksminga, ir pribrendo laikas ją įgyvendinti naujosiose technologijose.

Bus daugiau

Gediminas Zemlickas