

Precizinis lazerinis 3D spausdinimas: nuo biomedžiagų iki stiklo ir keramikos

Precision Laser 3D Printing: from Biomaterials, to Glass and Ceramics

Mangirdas Malinauskas

Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Lazerinių tyrimų centras, LT-10223 Vilnius
mangirdas.malinauskas@ff.vu.lt

Priartėjus prie (bet neperžengus) medžiagos optinio pažeidimo slenksčio, kai fotonų koncentracija pasiekia 10^{19} fot./cm³, šviesos poveikis medžiagai tampa negrįžtamas. Vienas iš svarbiausių tokių tvirtų fotoreakcijų pavyzdžių yra organinių molekulių polimerizacija (tinklinimas) – šviesos sukeltas monomerinių molekulių jungimasis į vieną makromolekulinį junginį. Netiesinės erdvėlaikyje koncentruotos šviesos sąveikos su medžiaga dėka šias reakcijas galima inicijuoti itin mažų matmenų tūryje – tik aštriai sufokusuoto pluošto sąsmaukos aplinkoje. Slenkstinis polimerizacijos reakcijos pobūdis lemia tai, kad negrįžtama fotomodifikacija įvyksta daug mažesniame nei pluošto sąsmauka tūryje. Tai sudaro labai mažų trimačių (3D) polimerinių darinių formavimo technologijos su nanometriniu erdviniu skyra pagrindą.

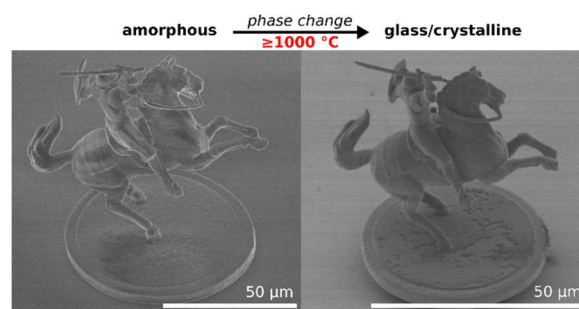
Nuosekliai keičiant pluošto sąsmaukos padėtį fotojautrios medžiagos tūryje galima formuoti laisvai pasirinktos geometrijos erdvinis polimerinius darinius, o juos atskirti nuo nepaveiktos medžiagos padeda organiniai tirpikliai (ryškikliai), išplaunantys neeksponuotą medžiagos monomerinę frakciją. Ši adityvioji (pridedanti medžiagos prie ruošinio) itin lanksti technologija mokslinėje spaudoje dažnai vadinama „tiesioginio lazerinio rašymo 3D (nano)litografijos“ (TLR3DnL) metodu [1].

Pastaruoju metu jos galimybės vystosi labai sparčiai, o taikymai apima visą eilę svarbių sričių, tokių kaip šviesos sklaidimo mikrometriniame mastelyje valdymas mikrooptiniais (miniatiūriniais optikos elementais) ir nanooptiniais komponentais (fotoniniais kristalais), įvairių mikrofluidinių lustų funkcinių komponentų formavimas ir integravimas, tvarkių porinių specifinės mikroarchitektūros karkasų kamieninių ląstelių kultūroms bei individualių dirbtinių implantų prototipavimas, ir t.t.

Bendradarbiaujant su KTU susintetinti augalinės kilmės (pušų, linų, sojų) monomerų mišiniai, kuriuos galima litografiškai 3D apdoroti nenaudojant toksiškų (foto-)iniciatorių. Taip ekologiškais plastikais iš atsinaujinančių resursų galima pakeisti tradicinius polimerus išgaunamus iš naftos [2].

VU Fizikos ir Chemijos bei geomokslų fakultetų mokslininkai kartu su įmone UAB „Femtika“ išdirbo

stiklo-keramikos optinio 3D nanospausdinimo technologiją. Ji paremta lazerinės 3D nanolitografijos derinimu su aukštatemperatūrine kalcinacija [3].



1 pav. Vyčio skulptūra suformuota TLR3DnL technika: prieš (kairėje) ir po (dešinėje) kalcinacijos

Tai leidžia išnaudoti 3D spausdinimo lankstumą gaminant periodinius, neperiodinius bei pilnavidurius mikro- ir nano-darinius. Objektų minimalūs matmenys gali siekti < 100 nm, o termiškai apdorojant virš 1000 °C galima ne tik gauti neorganinę amorfinę (stiklišką), bet ir kristalinę medžiagos būsenas. Naudojant hibridį fotopolimerą SZ2080 po atkaitinimo jis virsta kristobolitu (gamtoje randamu kristalu), tačiau izotropiškai traukdamasis išlaiko savo pirminę geometriją (1 pav.). Tai atveria naujas technologines galimybes adityviai formuoti funkcinius mikromechaninius ir nanofotoninius darinius ypač atsparius aplinkos temperatūrai, radiacijai bei cheminiam poveikiui, tinkamus naudoti atvirame kosmose.

Reikšminiai žodžiai: femtosekundiniai impulsai, lazerinis apdirbimas, nanolitografija, 3D spausdinimas, funkciniai mikrodariniai, atsinaujinantys resursai.

Literatūra

- [1] L. Jonušauskas, D. Gailevičius, S. Rėkštytė, T. Baldacchini, S. Juodkazis, M. Malinauskas, Opt. Express **27**(11), 15205 (2019).
- [2] M. Lebedevaite, J. Ostrauskaite, E. Skliutas, M. Malinauskas, Polymers **11**, 11 (2019).
- [3] D. Gailevičius, V. Padolskyte, L. Mikoliūnaitė, S. Šakirzanovas, S. Juodkazis, and Malinauskas, Nanoscale Horiz. **4**, 647 (2019).