

fs lazeriu indukuotų struktūrinių pokyčių stikluose tyrimas Ramano spektroskopija

Raman spectroscopy analysis of fs laser induced structural changes in glasses

Laura Tauraitė¹, Kasparas Dryžas¹, Antanas Urbas^{1,2}, Sergejus Orlovas¹

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius

²UAB Altechna R&D, Mokslininkų g. 6A, LT-08412 Vilnius

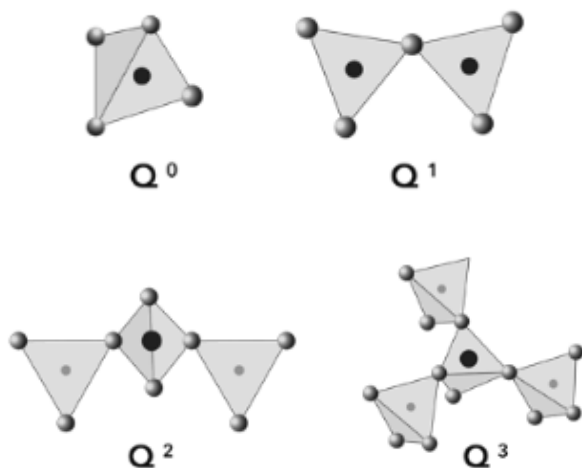
laura.tauraitė@ff.stud.vu.lt

Selektyvus išsinimas yra svarbus procesas elektronikos, optikos ir medicinos prietaisų komponentų gamyboje. Deja, cheminio išsinimo procesas yra laiko reikalaujantis procesas, o tai mažina gamybos našumą.

Yra žinoma, kad paveikus natrio-kalcio silikatinį stiklą vainikiniu išlydžiu, pažeistose vietose išsinimo sparta kalio šarme (KOH) padidėja apie 1,6 karto [1]. Taip pat pastebėta, jog fs lazeriu paveikus šį stiklą, išsinimas KOH padidėja net iki 100 kartų [2].

Šio darbo tikslas yra nustatyti ir palyginti kokie struktūriniai pokyčiai atsiranda natrio-kalcio silikatinio ir aliumosilikatinio stiklo struktūroje ir šių pokyčių įtaką cheminiam išsinimui.

Natrio-kalcio silikatinis stiklas yra sudarytas iš silicio dioksido (SiO_2), natrio karbonato (Na_2CO_3) bei kalcio oksido (CaO) junginių. Struktūrinis tinklas šiame stikle yra sudarytas iš tetraedro formos silicio ir deguonies, vadinamųjų Q grupės, junginių, kurie kartu jungiasi per tiltelinius deguonis (angl. *Bridging oxygen (BO)*) (1 pav.). Priemaišiniai šarminiai metalai arba šarminiai žemės metalai, šiuo atveju Na ir Ca, modifikuoja stiklo struktūrinį tinklą nutraukdami BO jungtis, keisdami stiklo fizines ir chemines savybes.

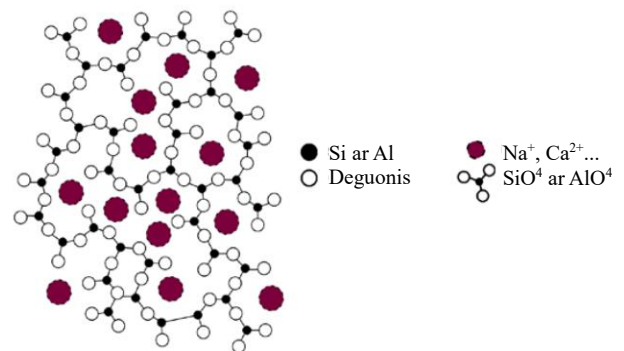


1 pav. Q grupės junginių vizualizacija

Silikatiniame stikle esant aliuminio priemaišų, priklausomai nuo jų koncentracijos galimi du skirtingi procesai. Esant mažesnei aliuminio priemaišų nei šarminių metalų koncentracijai, aliuminis atlieka gardelės formuotojo funkciją ir keičia silicį gardelėje. Aliuminio tetraedrų $[\text{AlO}_4]^-$ krūvis kompensuojamas šarminio metalo. Šarminio metalo perteklius naudojamas

netiltelinio deguonies jungčių (NBO) kūrimui. Esant aliuminio koncentracijai didesnei nei šarminio metalo, aliuminio tetraedro krūviai nebėra kompensuojami, todėl jis pakeičia gardelės struktūrą į oktaedro formą ir gardelę modifikuoja kaip ir šarminiai arba šarminiai žemės metalai.

Šiame darbe yra naudojamas „Gorilla3“ aliumosilikatinis stiklas, sudarytas iš natrio oksido (Na_2O), magnio oksido (MgO), aliuminio oksido (Al_2O_3), silicio dioksido (SiO_2) ir kalcio oksido (CaO). Šiame stikle aliuminis veikia kaip gardelės formuotojas ir sudaro tetraedro formos struktūras (2 pav.).



2 pav. Aliumosilikatinio stiklo struktūros vizualizacija

Tyrimo metu stiklo mėginiai yra paveikiami 1030 nm lazeriu. Pažeisti mėginiai analizuojami Ramano spektroskopijos metodu. Šis metodas pasirinktas, nes Ramano sklaidos poslinkių vertės Q grupių junginiams yra gerai žinomos ir nepriklauso nuo šarminių metalų junginių koncentracijos [3].

Ramano spektroskopija šiame tyrime yra atliekama 532 nm žadinamuoju pluoštu. Analizuojant gautus spektrus galima nustatyti stiklo struktūrų santykio pakitimus.

Reikšminiai žodžiai: Ramano spektroskopija, lazerio-stiklo sąveika.

Literatūra

- [1] Daisuke Sakai et al 2013 Jpn. J. Appl. Phys. 52 036701
- [2] Bellouard Yves et al 2004 Fabrication of high-aspect ratio, micro-fluidic channels and tunnels using femtosecond laser pulses and chemical etching. Optics Express, 12(10)
- [3] G.S. Henderson, H.W. Nesbitt, G.M. Bancroft, Some Interesting Observations on Oxygen Environments in Silicate Glasses with Implications for the Fitting of the High Frequency Raman Envelope (Cargese, France, 2017).