

Organisku materiālu orientēšana elektrooptiskā viļņvadu ierīcē

Edgars Nitišs

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūta organisko materiālu laboratorija

edgarsn@cfi.lu.lv / <http://lom.lu.lv/>

Pēdējo gadu laikā aizvien lielāku nozīmību sabiedrības ikdienā iegūst fotonika vai ar to saistītās tehnoloģijas, kur galvenais mērķis ir radīt dažādas ierīces, kas izmantotu gaismu signālu pārraidei, detektēšanai u.c. Šķiet nemanāmi par būtisku dzīves sastāvdaļu ir kļuvis internets, digitālas glabātuves jeb “mākoņi”, sensori, gaismas avoti u.c. tehnoloģijas, kuru darbības pamatā ir fotona izmantošana dažādu funkciju veikšanai. Sagaidāms, ka fotonikai un ar to saistīto tehnoloģiju izaugsmei būs viena no vadošajām lomām sabiedrības un ekonomikas attīstībā 21. gadsimtā, par ko vienoties arī Eiropas Komisija pievienojot fotoniku pamattehnoloģiju kategorijai.

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūtā (CFI) tika realizēts ar fotoniku saistīts projekts “Organisku materiālu orientēšana elektrooptiskā viļņvadu ierīcē” (SJZ/2016/26). Projekta mērķis bija demonstrēt optisko viļņvadu ierīci, kurā tiku izmantots oriģināls organisks nelineāri optisks materiāls.

Šis projekts bija loģisks iepriekšējā projekta Nr. SJZ2015/15 turpinājums. Pateicoties iegūtajām iestrādnēm, kā arī nesen CFI apgūtajai infrastruktūrai, pēdējā gada laikā ir sperti vairāki būtiski soļi virzienā uz viļņvadu ierīču veidošanas platformas nostiprināšanu, kā arī “hibrīdu” viļņvadu ierīču veidošanu, kuras uzskata par perspektīvām to sagaidāmās augstās efektivitātes un zemās cenas dēļ. Šajā laikā tika demonstrētas dažādas CFI izveidotas pasīvas viļņvadu komponentes (liekti viļņvadi, “directional coupler”, Maha-Zendera viļņvadu interferometri), kas kalpo par pamatu aktīvu ierīču izveidei. Lai demonstrētu elektro-optisku (EO) modulatoru LU CFI, vēl bija nepieciešams apgūt un realizēt organiskā materiāla sagatavošanas posmu – materiāla orientēšanu – viļņvadu ierīcē. Materiāla orientēšana ir process, kurā pie paaugstinātas temperatūras ar ārējā elektriskā lauka palīdzību organiskā materiālā tiek inducēta makroskopiska nelinearitāte. Līdz šim, veicot materiālu orientēšanu viļņvadu ierīcēs, konstatētas trīs būtiskas problēmas:

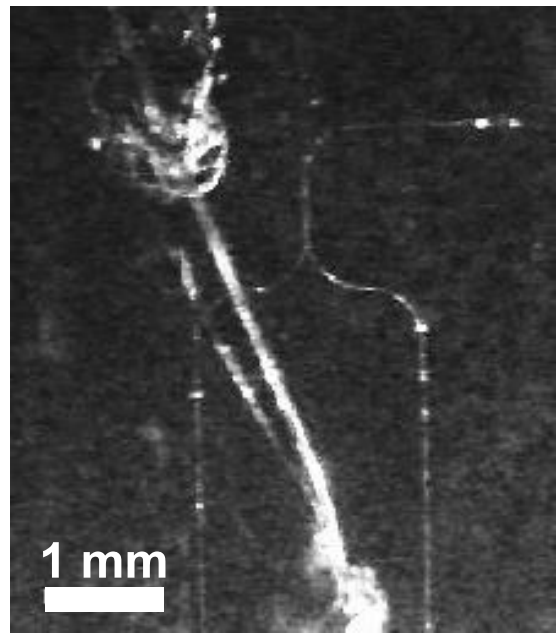
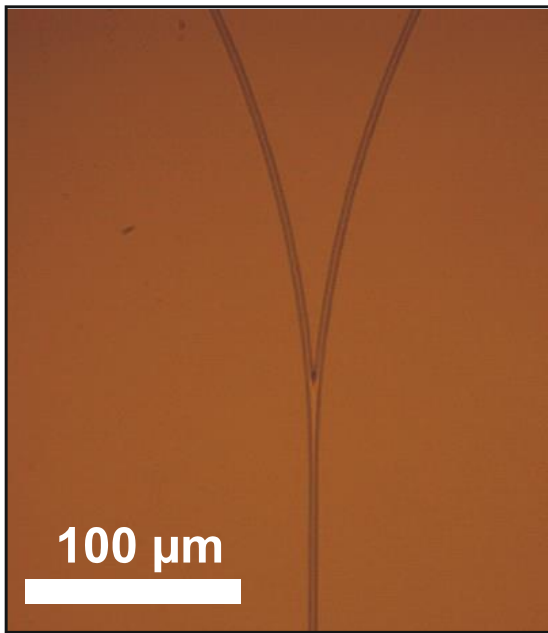
- 1) orientēšanas laikā novēro elektrisko caursiti, kas sabojā ierīci;
- 2) orientēšanas laikā elektrodā elektroķīmisku procesu dēļ notiek izmaiņas, kas būtiski palielina gaismas izplatīšanās zudumus elektrodām blakus esošajos viļņvados;
- 3) orientēšanas laikā EO organiskajā materiālā notiek morfoloģijas izmaiņas, kas arī palielina gaismas izplatīšanās zudumus viļņvados.

Šī projekta laikā noskaidrots, ka:

- 1) paraugu pamatņu vadāmības dēļ polimēra orientēšanas laikā notika jonu difūzija, kas radīja izmaiņas elektrodos, kā rezultātā samazinājās elektrodu vadāmība un palielinājās gaismas izplatīšanās zudumi. Risinājums: kā parauga pamatnes jāizmanto tīrs kvarca stikls;
- 2) caursites varbūtību organiskajā materiālā būtiski palielināja organiskā nelineāri optiskā materiāla kristalizācija. Risinājums: izmantot organisko stiklu veidojošus savienojumus, kuros nenotiek kristalizācija.

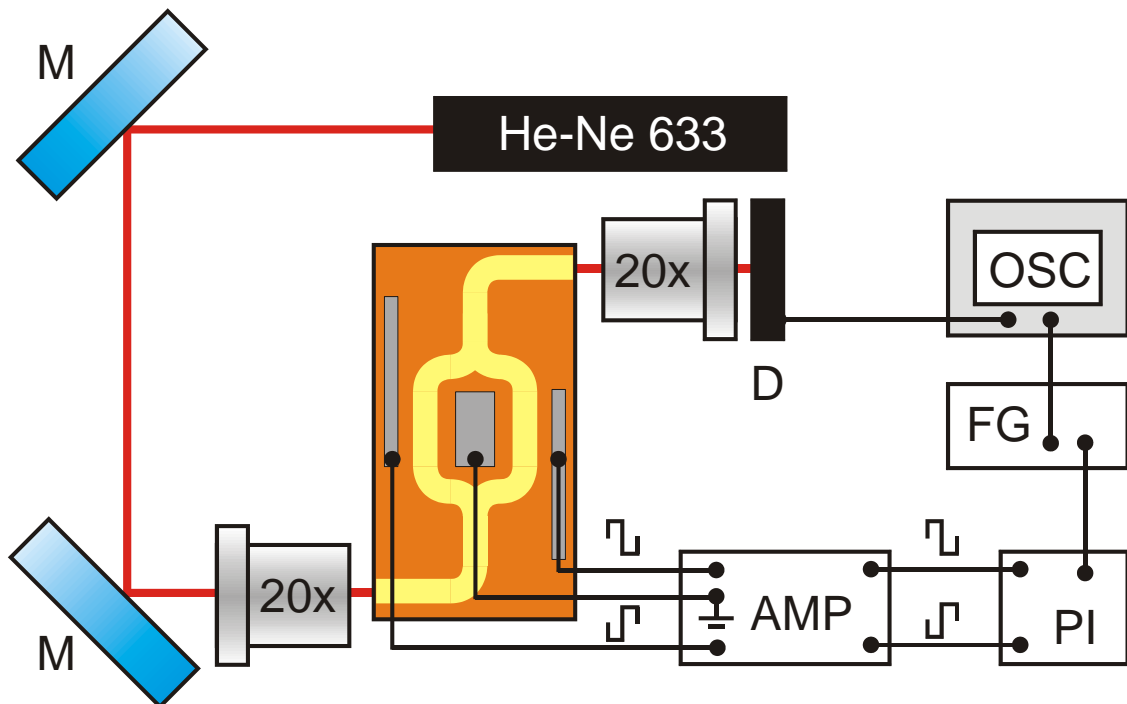
Kad tik atrisinātas minētās problēmas, tika veikta soli-pa-solim ierīces optimizācija ņemot vērā skaitlisko aprēķinu un eksperimentālos rezultātus. Iegūtās ierīces optiskā mikroskopa attēli, kā arī pārbaudes shēma redzami 1. attēlā. Zemāk 2. attēlā attēlots grafiks, kurā redzama ierīces darbība – uzliedot elektrisko lauku mainās gaismas intensitāte modulatora izejā.

Projekta autors izsaka pateicību CFI, kas ļāvis realizēt divus projektus, kura laikā iegūti aprakstītie rezultāti.



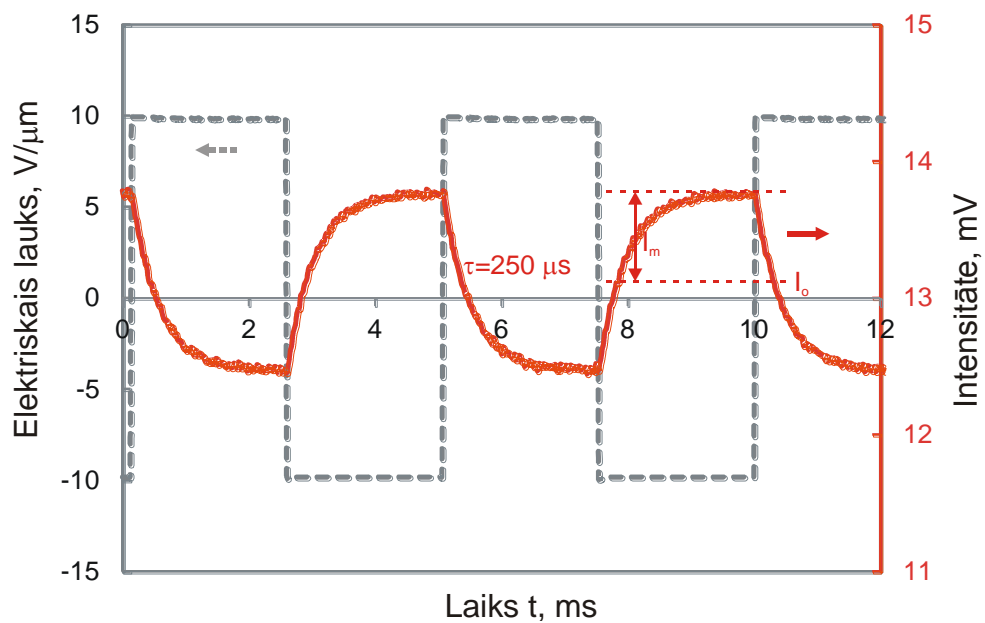
A.

B.



C.

1. attēls. A. SU-8 viļņvadu gaismas dalītājs. B. MZI attēls, kad tajā ievadīta gaisma. C. Optiskā shēma ierīces pārbaudei: He-Ne 633 – lāzers, M – spoguļi, D – detektors, OSC – osciloskops, FG – funkciju ģenerators, PI – fāzes griezējs, AMP – pastiprinātājs.



2. attēls. Uzliktā elektriskā lauka intensitāte (primārā vertikālā ass) un izejošā gaismas intensitāte (sekundārā vertikālā ass) laikā.