

# Struktūriniai ir fotoluminescencinių savybių pokyčiai elektriniu lauku paveiktose perovskitinėse plėvelėse

## Changes in perovskite film structure and photoluminescence after electric field stressing

Simonas Driukas<sup>1</sup>, Vidmantas Gulbinas<sup>1</sup>, Danielius Rutkauskas<sup>1</sup>

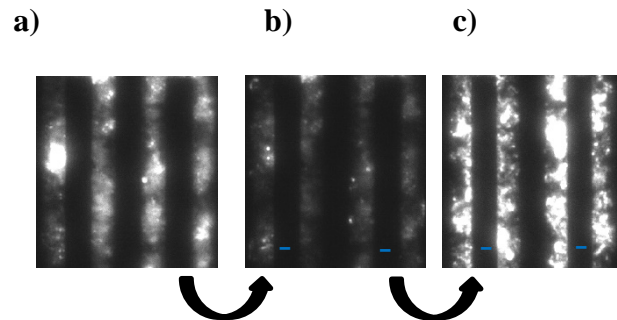
<sup>1</sup>Fizinių ir technologijos mokslų centras, Molekulinųjų darinių skyrius, Fotelektronikos laboratorija, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius  
[simonas.driukas@ftmc.lt](mailto:simonas.driukas@ftmc.lt)

Pastaruoju metu puslaidininkų ir optoelektronikos mokslo srityse didelio susidomėjimo sulaukė hibridiniai metaloorganiniai perovskitai. Šios medžiagos yra lengvai sintetamos iš tirpalo ir pasižymi geromis optoelektroninėmis savybėmis, dėl kurių perovskitai gali būti pritaikomi saulės elementuose, fotodioduose, švietukuose ir kituose puslaidininkiniuose prietaisuose [1]. Tačiau daugelis perovskitų savybių, įskaitant jų atsparumą elektrinio lauko poveikiui, nėra suprasti.

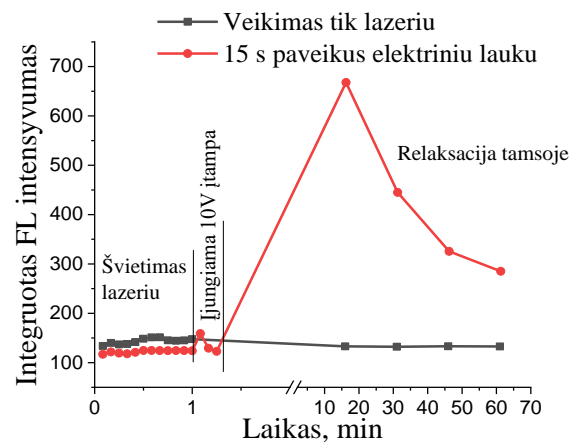
Šiame darbe buvo siekiama išsiaiškinti procesus, vykstančius veikiant perovskitinę plėvelę elektriniu lauku. Fotoluminescenciniu (FL) mikroskopu buvo stebimi metilamonio švino jodido (MAPI) perovskitinių plėvelių FL pokyčiai, prijungiant skirtingo stiprumo įtampą. Tuo tikslu perovskitinės plėvelės buvo liejamos ant periodiškai pasikartojančių platinos elektrodų, tarp kurių yra 10 μm atstumas.

Atlikus šiuos matavimus buvo pastebėti trys efektai. Pirmiausia, įjungus elektrinį lauką buvo matomas FL gesimas, kuris prasideda nuo teigiamo elektrodo krašto. Toliau veikiant laukui, FL vaizdas keičiasi iš homogeniško į pavienius, stipriai šviečiančius taškus (1 pav. b)), kurių pozicija nuolat kinta. Įtampą išjungus, taškų judėjimas sustoja ir FL stipriai padidėja prie buvusio neigiamo elektrodo. Siekiant išsiaiškinti ar FL intensyvumo padidėjimas po elektrinio lauko poveikio nėra jau žinomas šviesos „mirkymo“ (angl. „light-soaking“) reiškinys, buvo atlikti papildomi relaksacijos matavimai, fiksuojant FL vaizdą kas 15 min. Iš šio matavimo paaiškėjo, kad net trumpai (15 s) paveikus plėvelę 10 V įtampa, FL intensyvumas gali padidėti ~6 kartus plėvelei esant tamsoje (2 pav.). Tuo tarpu tik šviečiant lazeriu, FL didėjimas yra kur kas mažesnis.

Šiuos reiškinius mes susiejome su elektrinio lauko indukuota jonų migracija perovskito plėvelėje, dėl kurios keičiasi perovskito kristalinė struktūra ir metalo-perovskito energetinių lygmenų sandūra. Dėl pakitusios energetinės struktūros galimai prasideda krūvininkų injekcija į perovskitą ir matomas srovės stiprinimas, kuris degraduoja perovskitą ir gesina FL. Išjungus elektrinį lauką srovė nustoja tekėti ir dėl jonų judėjimo „užgydyta“ plėvelė pradeda stipriai šviesti.



1 pav. Mikroskopinis FL vaizdas skirtingais matavimo momentais. a) Prieš įjungiant el. lauką. b) Tik įjungus el. lauką. c) Išjungus el. lauką.



2 pav. Viso vaizdo FL intensyvumo pokytis skirtingais kadrais. Kadro kaupinimo trukmė 5 s.

*Reikšminiai žodžiai: perovskitai, fotoluminescencija (FL), elektrinis laukas.*

### Literatūra

- [1] Li, J., Duan, J., Yang, X., Duan, Y., Yang, P., & Tang, Q. (2020). Review on Recent Progress of Lead-Free Halide Perovskites in Optoelectronic Applications. *Nano Energy*, 105526. doi:10.1016/j.nanoen.2020.105526