

Fotonų konversijos didinimas didelio ploto polimeriniuose sluoksniuose panaudojant multirezonansinius TADF spinduliuosius

Enhancing photon upconversion in large-area polymer films by utilizing multi-resonant TADF emitters

Steponas Raišys¹, Karolis Kazlauskas¹

¹Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Fotonikos ir nanotechnologijų institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius
steponas.raisy@ff.vu.lt

Organinėse molekulinėse sistemose fotonų konversija iš mažesnės energijos į aukštesnę yra pasiekama naudojant mažos galios nekoherentinį žadinimą, o tai įgalina panaudoti saulės spinduliuotę kaip sužadinimo šaltinį. Tai labai perspektyvu siekiant pagerinti saulės elementų veikimą, nes elemento nesugerama infraraudonoji spinduliuotė gali būti konvertuojama taip, kad ji atitiktų saulės kelės sugertį ir tuomet galėtų dalyvauti fotosrovės kūrime. Fotonų konversijos procesas organinėse medžiagose vyksta anihiliuojant tripletiniams eksitonams, kuomet dviejų tripletų pagalba yra sukuriama vienas didesnės energijos singuletinis eksitonas. Kadangi tiesioginė tripletinės būsenos sugertis yra itin maža, norint užpildyti tripletinių eksitonų lygmenį, reikia naudoti tripletinių eksitonų sensibilizatorius, tokius kaip metalų organiniai junginiai, perovskitai, neorganiniai kvantiniai taškai ir kt. Tačiau be tripletų užpildymo sensibilizatoriai turi ir nepageidaujamą poveikį, nes efektyviai sugeria konvertuotą spinduliuotę, ypač tose sistemose, kuriose naudojami sensibilizatoriai, neturintys skaidrumo lango spindulio emisijos srityje. Ši problema ypač aktuali kietuose konversijos sluoksniuose, kur naudojamos didelės anihiliatorių koncentracijos, o anihiliatoriaus ir sensibilizatoriaus molekulės yra arti viena kitos. Paprasčiausias būdas išvengti energijos perdavimo atgal yra sumažinti sensibilizatoriaus koncentraciją [1], tačiau tai sumažintų sugertį ir padidintų konversijos slenksį.

Žalingo energijos perdavimo atgal į sensibilizatorių mažinimui buvo pasiūlytas vadinamas singuletinių eksitonų gaudyklės metodas [2]. Pagrindinė šio metodo idėja – sugaudyti konvertuotus singuletinius eksitonus gerai fluorescuojančiomis molekulėmis iki jiems pasiekiant sensibilizatorių. Ankstesniuose darbuose buvo naudotos tipinės fluorescencinės singuletinių eksitonų gaudyklės, pavyzdžiui, pireno dariniai, fotonų konversijos našumui didinti, tačiau šios turi gana platų emisijos spektrą, viršijančių sensibilizatoriaus skaidrumo langą.

Šiame darbe yra pristatomi multirezonansinio (MR) temperatūra aktyvuojamo uždelstosios fluorescencijos (TADF) emiterio tyrimų rezultatai fotonų konversijos našumui gerinti. Tarp bendrų MR-TADF junginių privalumų, tokių kaip didelė spinduliuotės sparta ir aukštas kvantinis našumas, jie taip pat pasižymi aukšta tripletinės būsenos energija (reikalinga, kad būtų išvengta tripletinių eksitonų depopuliacijos anihiliatoriumi) bei išskirtinai siauru emisijos spektro plociu, kad būtų išvengta pakartotinės sugerties

sensibilizatoriumi. Šios išskirtinės MR-TADF junginių luminescencijos savybės jau spėjo prisidėti gerinant hiperfluorescencinių organinių šviestukų veikimą [3]. Tyrimo metu buvo pasiektas 50% fotonų konversijos našumo išaugimas klasikinės difenilantraceno anihiliatoriaus ir platinos oktaetilporfirino sensibilizatoriaus [4] fotonų konversijos sistemoje į ją įvedus MR-TADF singuletinių eksitonų gaudyklės, o pasiekta beveik 12% fotonų konversijos kvantinė išieiga yra viena didžiausių didelio ploto polimeriniuose sluoksniuose su aukšta stiklėjimo temperatūra.

Reikšminiai žodžiai: fotonų konversija, DPA, PtOEP, MR-TADF, tripletinių eksitonų anihiliacija, kvantinis našumas.

Literatūra

- [1] S. Raišys, S. Juršėnas, Y.C. Simon, C. Weder, and K. Kazlauskas, *Chem. Sci.* **9**(33), 6796 (2018).
- [2] S. Raišys, O. Adomėnienė, P. Adomėnas, S. Juršėnas, and K. Kazlauskas, *Dyes and Pigments* **194**, 109565 (2021).
- [3] Y. Kondo, K. Yoshiura, S. Kitera, H. Nishi, S. Oda, H. Gotoh, Y. Sasada, M. Yanai, and T. Hatakeyama, *Nat. Photonics* **13**(10), 678 (2019).
- [4] S. Raišys, S. Juršėnas, and K. Kazlauskas, *Sol. RRL* **6**(6), 2100873 (2022).