

Właściwości fluorescencyjne materiałów szklano-ceramicznych domieszkowanych jonami ziem rzadkich otrzymanych metodą laserowo indukowanej krystalizacji szkła tellurowo-germanowego

W. Talik^{1,2, †}, P. Zając³, M. Leśniak³, D. Dorosz³, W. Zawadzki¹, K. Dzierżęga¹

¹ Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego, Uniwersytet Jagielloński, ul. prof. S. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków, Polska

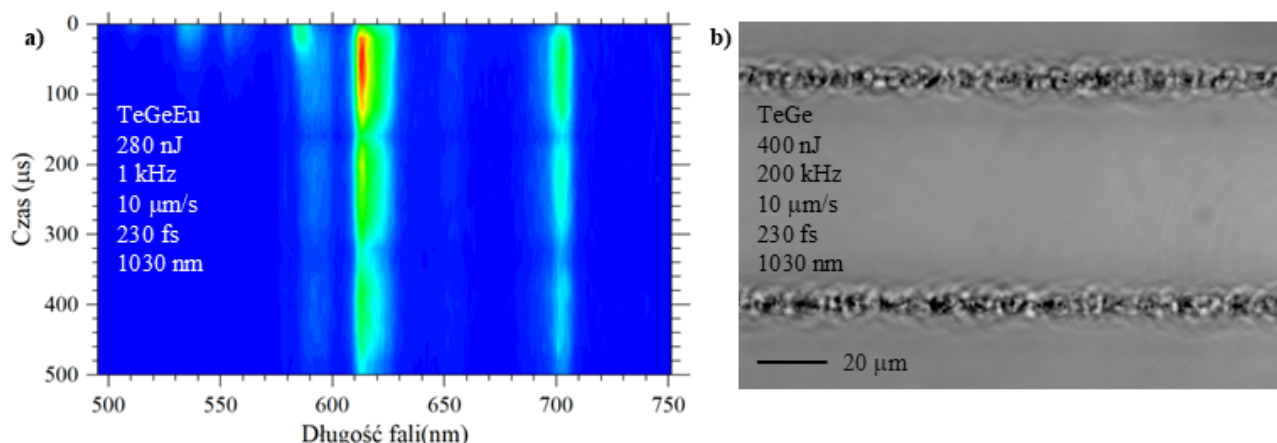
² Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Jagielloński, ul. prof. S. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków

³ Akademia Górniczo Hutnicza, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

†email: wojciech.talik@doctoral.uj.edu.pl

Krystalizacja indukowana laserem femtosekundowym (fs) to skuteczna metoda umożliwiająca lokalną i selektywną krystalizację w objętości szkieł [1]. Obecne badania nad aktywnymi, transparentnymi materiałami szklano-ceramicznymi koncentrują się na szklach o transmisji powyżej bliskiej podczerwieni. Do takich szkieł należą szkła tellurowe i germanianowe, które wyróżniają się korzystnymi właściwościami optycznymi, takimi jak szeroki zakres transmisji (do 5 μm) oraz niska energia fononów – odpowiednio około 750 cm^{-1} i 900 cm^{-1} [2]. Parametry te sprzyjają redukcji przejść bezpromienistych jonów ziem rzadkich, co przekłada się na wzmocnienie właściwości luminescencyjnych i sprawia, że szkła domieszkowane tymi jonami stanowią perspektywiczny materiał do zastosowań w fotonice, optoelektronice oraz technologiach detekcji w zakresie średniej podczerwieni (mid-IR). Dodatkowo, wbudowanie jonów ziem rzadkich w strukturę fazy krystalicznej w materiałach szklano-ceramicznych z układu $\text{TeO}_2\text{--GeO}_2$ przyczynia się do dalszej poprawy właściwości luminescencyjnych szkła bazowego [3].

W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki badań strukturalnych oraz właściwości fluorescencyjnych materiałów szklano-ceramicznych otrzymanych w wyniku laserowo indukowanej krystalizacji szkła z układu $\text{TeO}_2\text{--GeO}_2\text{--Ga}_2\text{O}_3\text{--ZnF}_2\text{--BaF}_2\text{--Na}_2\text{O}$ domieszkowanego jonami ziem rzadkich ($\text{RE} = \text{EuF}_3, \text{ErF}_3, \text{YbF}_3$). Proces krystalizacji realizowano z wykorzystaniem wiązki lasera femtosekundowego o czasie trwania impulsu 230 fs i długości fali 1030 nm. Wiązka była ogniskowana za pomocą obiektywu mikroskopowego ($\text{NA} = 0,25$) na głębokości około 100 μm pod powierzchnią próbki. W trakcie obróbki próbka była przemieszczana względem ogniska wiązki laserowej z prędkością rzędu 10 $\mu\text{m/s}$. Zostało potwierdzone, że dla szerokiego zakresu energii oraz częstotliwości impulsów lasera femtosekundowego możliwa jest krystalizacja fluorku baru (BaF_2) w objętości szkła, zarówno nie-, jak i zawierającego jony ziem rzadkich. Dodatkowo, na widmach Ramana linii szklano-ceramicznych zarejestrowano wzrost intensywności pasm odpowiadających drganiom wiązań Te-O-Te i Ge-O-Ge , co potwierdza zmiany w więźbie szkła po oddziaływaniu wiązki lasera. Ponadto zmierzone zostały widma fluorescencji wzbudzonej w obszarach modyfikowanych i nietraktowanych wiązką laserową oraz widma luminescencji konwersji w górę wzbudzonej impulsami lasera fs.



Rysunek 1: a) Ewolucja widma luminescencji wzbudzonej impulsami lasera femtosekundowego w szkłe domieszkowanym jonami europu w czasie. b) Zdjęcie mikroskopowe przykładowych struktur wytworzonych w szkłe niedomieszkowanym jonami ziem rzadkich podczas naświetlania impulsami lasera fs.

Literatura

- [1] S. D. McAnany, K. J. Veenhuizen, A. M. Kiss, J. Thieme, D. A. Nolan, B. G. Aitken, V. Dierolf, H. Jain, *Journal of Non-Crystalline Solids*, **551**, 120396 (2021).
- [2] M. Hongisto, A. Veber, Y. Petit, T. Cardinal, S. Danto, V. Jubera, L. Petit, *Materials*, **13**, 13 (2020).
- [3] W. Blanc, Y. G. Choi, X. Zhang, M. Nalin, K. A. Richardson, G. C. Righini, M. Ferrari, A. Jha, J. Massera, S. Jiang, J. Ballato, L. Petit, *Progress in Materials Science*, **134**, 101084 (2023).