

## Projekt badawczy NCN OPUS nr 2018/31/B/ST8/00166 (2019-2023):

### Szklą tytanowo-germanianowe i ich zastosowania jako włókna optyczne emitujące promieniowanie w zakresie bliskiej i średniej podczerwieni

Realizacja niniejszego projektu miała na celu otrzymanie szkieł tytanowo-germanianowych, przydatnych dla włókien optycznych, aktywowanych jonami metali ziem rzadkich i/lub metali przejściowych, które emitują promieniowanie w zakresie bliskiej i średniej podczerwieni.

Celem projektu było:

- ❖ otrzymanie wieloskładnikowych szkieł tytanowo-germanianowych zawierających domieszki optycznie aktywne (jony ziem rzadkich i/lub metali przejściowych),
- ❖ charakterystyka termiczna i strukturalna szkieł tytanowo-germanianowych przy użyciu różnych technik eksperymentalnych, to jest metod DSC, XRD, EPR, FT-IR i Ramana,
- ❖ określenie wpływu stężenia  $\text{TiO}_2$  na otrzymywanie szkieł i zależność między ich lokalną strukturą a właściwościami,
- ❖ otrzymanie tytanowo-germanianowych włókien optycznych z uwzględnieniem wpływu parametrów technologicznych na ich formowanie i właściwości luminescencyjne,
- ❖ zbadanie procesów relaksacji promienistej i niepromienistej oraz ich mechanizmów zachodzących pomiędzy jonami aktywnymi w szklach i włóknach optycznych,
- ❖ wyselekcjonowanie wieloskładnikowych szkieł tytanowo-germanianowych i włókien optycznych aktywowanych jonami ziem rzadkich i/lub metali przejściowych pod kątem ich przydatności emisyjnych w zakresie bliskiej i średniej podczerwieni.

Szczegółowe dane dotyczące badań zawarto w następujących publikacjach:

- [1] W.A. Pisarski, K. Kowalska, M. Kuwik, J. Polak, E. Pietrasik, T. Goryczka, J. Pisarska, Novel multicomponent titanate-germanate glasses: synthesis, structure, properties, transition metal, and rare earth doping, *Materials* **13** (2020) 4422.
- [2] K. Kowalska, M. Kuwik, J. Polak, J. Pisarska, W.A. Pisarski, EPR and optical spectroscopy of  $\text{Cr}^{3+}$  ions in barium gallo-germanate glasses containing  $\text{B}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ , *Journal of Luminescence* **245** (2022) 118775.
- [3] K. Kowalska, M. Kuwik, J. Pisarska, W.A. Pisarski, Near-IR Luminescence of Rare-Earth Ions ( $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Ho}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$ ) in Titanate-Germanate Glasses under Excitation of  $\text{Yb}^{3+}$ , *Materials* **15** (2022) 3660.
- [4] K. Kowalska, M. Kuwik, J. Pisarska, J. Dorosz, W.A. Pisarski, Wieloskładnikowe szklą tytanowo-germanianowe dla podczerwonej fotoniki, *Przegląd Elektrotechniczny* **9** (2022) 186-189.
- [5] W.A. Pisarski, K. Kowalska, M. Kuwik, J. Pisarska, J. Dorosz, J. Żmojda, M. Kochanowicz, D. Dorosz,  $\text{Nd}^{3+}$  doped titanate-germanate glasses for near-IR laser applications, *Optical Materials Express* **12** (2022) 2912-2926.
- [6] K. Kowalska, M. Kuwik, J. Pisarska, M. Leśniak, D. Dorosz, M. Kochanowicz, J. Żmojda, J. Dorosz, W.A. Pisarski, Influence of  $\text{TiO}_2$  concentration on near-infrared luminescence of  $\text{Er}^{3+}$  ions in barium gallogermanate glasses, *Journal of Materials Research and Technology* **21** (2022) 4761-4772.
- [7] M. Kuwik, K. Kowalska, J. Pisarska, W.A. Pisarski, Spectroscopic properties of  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$ , and  $\text{Ho}^{3+}$  in germanate-based glass systems modified by  $\text{TiO}_2$ , *Materials* **16** (2023) 61.
- [8] K. Kowalska, M. Kuwik, J. Pisarska, M. Sitarz, W.A. Pisarski, Raman and infrared spectroscopy of barium-gallo germanate glasses containing  $\text{B}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ , *Materials* **16** (2023) 1516.

[9] J. Pisarska, K. Kowalska, M. Kuwik, J. Dorosz, M. Kochanowicz, J. Żmojda, D. Dorosz, W.A. Pisarski, Optical properties of titanate-germanate glasses containing  $\text{Ho}^{3+}$  ions, *Materials Research Bulletin* **166** (2023) 112353.

[10] M. Kuwik, K. Kowalska, J. Pisarska, M. Kochanowicz, J. Żmojda, J. Dorosz, D. Dorosz, W.A. Pisarski, Influence of  $\text{TiO}_2$  concentration on near-infrared emission of germanate glasses doped with  $\text{Tm}^{3+}$  and  $\text{Tm}^{3+}/\text{Ho}^{3+}$  ions, *Ceramics International*, in press.

[11] M. Kuwik, K. Kowalska, J. Pisarska, W.A. Pisarski, Experimental and theoretical studies on NIR luminescence of titanate-germanate glasses doped with  $\text{Pr}^{3+}$  and  $\text{Tm}^{3+}$  ions, *Journal of the American Ceramic Society* **106** (2023) 7460-7472.

[12] W.A. Pisarski, K. Kowalska, M. Kuwik, J. Pisarska, D. Dorosz, M. Kochanowicz, J. Żmojda, J. Dorosz, Enhanced mid-IR luminescence of  $\text{Er}^{3+}$  ions at 2.7  $\mu\text{m}$  in  $\text{TiO}_2$ - $\text{GeO}_2$ - $\text{BaO}$ - $\text{Ga}_2\text{O}_3$  glasses, *Journal of Luminescence* **265** (2024) 120227.

