

Optyczna detekcja ciśnienia i temperatury przy wykorzystaniu zjawisk fotoluminescencji i mechanoluminescencji

Marcin Runowski

Zakład Ziem Rzadkich, Wydział Chemii UAM, Poznań

runowski@amu.edu.pl

Mechanoluminescencja (ML) to zjawisko fotofizyczne umożliwiające generowanie światła wywołanego falami mechanicznymi lub akustycznymi. Z kolei termometria fotoluminescencyjna (PL) to nowoczesna technika zdalnego, nieinwazyjnego pomiaru temperatury. Jednak efektywne połączenie obu podejść nadal stanowi wyzwanie, ponieważ niska intensywność sygnału ogranicza ich jednocześnie zastosowanie w praktycznych zastosowaniach.¹

Przedstawiamy pierwsze wykorzystanie termometrii optycznej opartej na ML do monitorowania temperatury w czasie rzeczywistym w działających urządzeniach elektromechanicznych, wraz z wizualizacją siły i dźwięku, przy użyciu heterostruktury ZnS/CaZnOS domieszkowanej $\text{Er}^{3+}\text{-Mn}^{2+}$, jako materiału aktywnego mechanoluminescencyjnie.² Materiały takie wykazują intensywną, fotoluminescencję oraz wielobarwną ML, w zależności od składu chemicznego i zastosowanego bodźca. Temperaturowo zależna fotoluminescencja służy do kalibracji odpowiedzi termometrycznej, co umożliwia dalsze wykorzystanie sygnału ML wywołanego tarcieniem lub dźwiękiem do pomiaru temperatury i wizualizacji w układach ogrzewanych, poddawanych działaniom ultradźwięków lub pracy mechanicznej. To podejście wykazuje doskonały potencjał aplikacyjny konwersji dźwięku na światło w zdalnym monitorowaniu temperatury bez użycia światła wzbudzającego.

Pokazujemy również opracowanie wysoce czułych czujników ciśnienia i temperatury opartych na nieorganicznych materiałach $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ i SrAl_2O_4 domieszkowanych $\text{Eu}^{2+}/\text{Dy}^{3+}$ oraz mikrokryształach azotku glinu - AlN wykazujących długotrwałą fotoluminescencję oraz mechanoluminescencję.³⁻⁵ Wybrane materiały zostały wydrukowane w technologii druku 3D poprzez połączenie z żywicą polimerową do znakowania optycznego, kodowania 8-bitowego, jak również wytworzenia kodów QR, przy wykorzystaniu luminescencji długotrwałej.

Podziękowania: Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki – NCN (2023/50/E/ST5/00021).

Literatura:

- [1] T. Zheng, M. Runowski, I. R. Martín, K. Soler-Carracedo, L. Peng, M. Skwierczyńska, M. Sójka, J. Barzowska, S. Mahlik, H. Hemmerich, et al., *Adv. Mater.* **2023**, 35, 2304140.
- [2] M. Runowski, J. Moszczyński, P. Woźny, K. Soler-Carracedo, J. Barzowska, S. Mahlik, D. Peng, T. Zheng, *Adv. Mater.* 2025, e10117.
- [3] T. Zheng, J. Luo, D. Peng, L. Peng, P. Woźny, J. Barzowska, M. Kamiński, S. Mahlik, J. Moszczyński, K. Soler-Carracedo, F. Rivera-López, H. Hemmerich, M. Runowski, *Adv. Sci.* **2024**, 11, 2408686.
- [4] Drozdowski, A.; Soler-Carracedo, K.; Barzowska, J.; Mahlik, S.; Grzyb, T.; Runowski, M., *Small* **2025**, e12389. DOI: 10.1002/sml.202512389.
- [5] T. Zheng, P. Woźny, K. Soler-Carracedo, D. Han, J. Wang, L. Peng, W. Li, D. Peng, H. Wu, J. Moszczyński, S. Mahlik, M. Runowski, *Adv. Mater.* 2025, e11943.