

Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych
Polskiej Akademii Nauk



STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Synthesis and investigation of spectroscopic properties of luminescent thermometers doped with Eu^{3+} and Nd^{3+} ions based on excited state absorption

Mgr inż. Karolina Trejgis

Promotor: Dr hab. Łukasz Marciniak, profesor INTiBS PAN

Jak dobrze wiadomo, temperatura jest jedną z najbardziej istotnych wielkości fizycznych dla zrozumienia zjawisk fizycznych, reakcji chemicznych czy procesów biologicznych. W związku z tym, jej precyzyjne wyznaczenie jest kluczowe dla dokładnego poznania pewnych zjawisk, bądź sterowania nimi. Jednymi z najnowszych i niekonwencjonalnych narzędzi do odczytu temperatury są termometry luminescencyjne. Pomiar temperatury z ich zastosowaniem polega na analizie zmian własności spektroskopowych luminoforu, pełniącego rolę termometru, w odpowiedzi na zmiany temperatury jego otoczenia. Szczególną zaletą tej techniki jest możliwość zdalnego pomiaru temperatury oraz możliwość obrazowania nie tylko powierzchni, jak w przypadku kamer termowizyjnych, ale także w objętości materiału, dzięki czemu termometr luminescencyjny może być stosowany nawet w bardzo wymagających warunkach, do których można zaliczyć również środowisko biologiczne. Spośród różnych typów termometrów luminescencyjnych, tj. opartych na analizie różnych parametrów spektroskopowych, do niedawna najpowszechniej badane były termometry luminescencyjne bazujące na stosunku intensywności dwóch pasm emisyjnych. Jednakże, ze względu na dyspersyjną zależność współczynnika

ekstynkcji medium, w którym znajduje się luminofor, otoczenie może wpływać w odmiennym stopniu na intensywność każdego z analizowanych pasm. W związku z tym, nie istnieje dla nich krzywa kalibracyjna, odpowiednia w różnych ośrodkach, co skutkuje nierzetelnością wyników i ich zależnością od badanego medium. Rozwiązanie przynosi analiza pojedynczego pasma emisyjnego, którą zapewnia najnowsze jednopasmowe ratiometryczne podejście. Ratiometryczność realizowana jest poprzez zastosowanie dwóch wiązek wzbudzenia przy analizie pojedynczego pasma emisyjnego. Ponadto, długości fal wzbudzenia dobrane są w taki sposób, aby aktywować różne procesy, tj. absorpcję z poziomu podstawowego (ang. *ground state absorption*, GSA) oraz absorpcję z poziomu wzbudzonego (ang. *excited state absorption*, ESA). Dzięki odmiennemu charakterowi zmian intensywności emisji wzbudzonej na drodze tych dwóch procesów, termometry te powinny charakteryzować się wysoką względną czułością na zmiany temperatury i rozdzielczością temperaturową $<0.1\text{K}$. Nie mniej jednak intensywność luminescencji przy wzbudzeniu ESA jest zagadnieniem nietrywialnym i zależy od wielu czynników, które mogą powodować populację lub depopulację poziomu, z którego ono następuje. Dlatego, aby w intencjonalny sposób zaprojektować termometr luminescencyjny o wysokiej czułości, konieczne jest przeprowadzenie szeregu badań z uwzględnieniem różnych parametrów w celu pełnego zrozumienia zachodzących zjawisk i optymalizacji parametrów. Prace te przeprowadzone zostały w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej z uwzględnieniem czynników takich jak: prawdopodobieństwo procesów oddziaływania międzyjonowego determinowanego przez stężenie jonów aktywnych optycznie, wpływ rozmiaru i efektów powierzchniowych, wpływ energii fononów matrycy oraz typu jonów domieszki.

Podziękowania

Praca ta powstała dzięki wsparciu Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu o numerze DEC-2017/27/B/ST5/02557.