

Streszczenie po polsku

Głównym celem poniższej rozprawy była analiza oddziaływań jon-jon w matrycach nanokrystalicznych domieszkowanych jonami ziem rzadkich, które różniły się rozmiarem, kształtem oraz zawartością domieszki. Aby go zrealizować należało wytworzyć wysokiej jakości, jednorodne, małe ($D < 10$ nm) nanokryształy, charakteryzujące się wąskim rozkładem rozmiarów ($\sigma < 15\%$). Podczas kolejnych lat studiów doktoranckich pracowałam nad dwoma metodami syntezy: metodą termicznego rozpadu i współwytrącania. Dzięki opracowaniu odpowiednich protokołów syntezy duże początkowo nanokryształy ($D > 40$ nm) zostały zastąpione małymi ($D < 10$ nm). Dodatkowo, poprzez zastosowanie różnych parametrów syntezy, udało się otrzymać nanokryształy o różnym kształcie. Ciekawą grupę stanowiły nanokryształy przypominające kształtem kwiaty, które to, dzięki bardzo rozwiniętej powierzchni mogą znaleźć zastosowanie jako markery magnetyczne w Obrazowaniu Rezonansem Magnetycznym. Również w celu zbadania wpływu rozpuszczalnika oraz powierzchni na właściwości optyczne nanokryształów zostały z powodzeniem wytworzone struktury typu płaszcz / rdzeń.

Gdy metodologia syntezy została opanowana w stopniu satysfakcjonującym, wytworzone zostały próbki o różnej zawartości jonów domieszki. Poddane one zostały badaniom strukturalnym (dyfraktometrii rentgenowskiej oraz obrazowaniu na transmisyjnym mikroskopie elektronowym) oraz badaniom optycznym (fotoluminescencja, zanik fotoluminescencji).

Po wykonaniu zdjęć na mikroskopie elektronowym i przeprowadzeniu pomiarów rentgenowskich, zauważono, że koncentracja jonów lantanowców wpływa w znaczącym stopniu na rozmiar oraz fazę krystaliczną nanokryształów. Duża zawartość jonów o małym promieniu jonowym skutkuje uzyskaniem dużych nanokryształów w fazie heksagonalnej. Jednakże po przekroczeniu pewnej koncentracji, rozmiar nanokryształów znacząco spada, a pomiary rentgenowskie wskazują, że pozostają one w fazie kubicznej.

Podczas gdy zawartość jonów Yb^{3+} , Tm^{3+} i Er^{3+} znacząco wpływa na rozmiar nanokryształów, zmienna zawartość jonów F^- , dostarczanych w czasie syntezy, powoduje uzyskanie nanokryształów o różnych kształtach.

Po przeprowadzeniu pomiarów optycznych wykazano, że w przypadku małych nanokryształów ($D < 15$ nm) można się spodziewać niejednorodnego rozmieszczenia jonów lantanowców, który skutkuje wzrostem stosunku emisji w zakresie zielonym do emisji w zakresie czerwonym (G/R) wraz ze zmniejszaniem się rozmiaru nanokryształu. Pokazano również, że mechanizm wzbudzania jonów lantanowców jest podobny w przypadku nanokryształów o zmiennej koncentracji iterbu (do ok. 15%) oraz w przypadku małych nanokryształów. Dlatego też to właśnie oddziaływania jon-jon zostały uznane za główny czynnik decydujący o właściwościach optycznych nanokryształów.

Uzyskane nanokryształy zostały poddane funkcjonalizacji oraz z powodzeniem zastosowane w układach biologicznych.

Zaprezentowane wyniki pokazują, że nanokryształy fluorkowe domieszkowane jonami lantanowców mają duży potencjał aplikacyjny, ze względu na mały rozmiar i relatywnie dużą intensywność świecenia. Jednakże, aby w pełni wykorzystać ich właściwości należy w pierwszej kolejności zrozumieć oddziaływania zachodzące pomiędzy poszczególnymi jonami.