

Synteza i charakteryzacja koloidalnych studni kwantowych na bazie kadmu oraz ich heterostruktur

Hanna Woźnica

Wrocław 2023

Streszczenie w języku polskim

Badania przeprowadzone w ramach niniejszej pracy doktorskiej dotyczą syntezy koloidalnych studni kwantowych na bazie kadmu oraz ich heterostruktur. Ich głównym celem była identyfikacja czynników determinujących właściwości optyczne i strukturalne uzyskiwanych nanopłytek, a następnie opracowanie metod syntezy pozwalających w łatwy sposób te właściwości kontrolować. Zaproponowane metody są prostsze w stosunku do wcześniej istniejących dzięki wyeliminowaniu problematycznych aspektów syntezy takich jak nieprecyzyjny sposób podawania prekursora czy wysoka temperatura reakcji.

Pierwsza część pracy poświęcona jest mechanizmowi kontrolowania kształtu nanokryształów CdS za pomocą stężenia prekursora octanowego w reakcji typu *heating-up*. Dla różnych ilości octanu cynku uzyskano struktury zero-, jedno- i dwuwymiarowe (inaczej kropki, pręty i płytki kwantowe). Dla nanopłytek zdefiniowano warunki syntezy mieszanin populacji o grubości 2,5, 3,5, 4,5 i 5,5 monowarstw oraz syntezy pojedynczych populacji 3,5 i 4,5 monowarstw. Następnie zbadano wpływ temperatury na przebieg reakcji. Przeanalizowano również udział klastrów magicznego rozmiaru w początkowych fazach wzrostu nanopłytek.

W kolejnej części porównano metody *heating-up* oraz *hot-injection*, dokonując szczegółowej analizy wzrostu nanopłytek CdSe za pomocą spektroskopii optycznej *in situ*. Wskazano wady i zalety obu metod. Główną przewagą podejścia *hot-injection* jest stosunkowo lepsza jakość optyczna nanokryształów (wyższa wydajność kwantowa, mniej defektów), natomiast dużą zaletą *heating-up* jest prostota i skalowalność syntezy. Zaobserwowano również procesy transferu energii pomiędzy płytkami o różnych grubościach syntezowanymi metodą *heating-up*.

W części trzeciej zaprezentowano unikalną niskotemperaturową procedurę narostu grubych (do 24 monowarstw) płaszczy CdS i CdZnS na nanopłytkach CdSe. Niezależnie od metody syntezy rdzeni (*heating-up* lub *hot-injection*), po naniesieniu płaszcza heterostruktur

wykazywały podobne właściwości: emisję w zakresie koloru czerwonego (590 – 650 nm), wydajności kwantowe fotoluminescencji (QY) na poziomie kilkunastu procent i szerokości połówkowe poniżej 100 meV.

Czwarta część rozprawy dotyczy wpływu modyfikacji post-syntetycznych na wydajność kwantową nanopłytek CdSe/CdZnS i jest odpowiedzią na problem spadku QY podczas oczyszczania nanopłytek po wzroście płaszczu. Wygrzewanie próbek po syntezie ani zmiana metody oczyszczania z wytrącania na chromatografię kolumnową nie dały zadowalających rezultatów. Najlepsze efekty (QY = 40%) przyniosła modyfikacja oczyszczania strąceniowego poprzez dodatek trioktyloaminy oraz kombinacji octanu cynku i kwasu nonanowego w odpowiednich momentach procesu.

Zawarte w pracy wyniki są wartościowym wkładem w dyskusję na temat mechanizmu wzrostu dwuwymiarowych nanostruktur koloidalnych, a opracowane metody syntezy pozwalają nie tylko uzyskać nanopłytki o wąskich widmach fotoluminescencji, ale posiadają także duży potencjał aplikacyjny, ze względu na prostotę, ograniczenie liczby etapów i dobór warunków możliwych do precyzyjnego kontrolowania nawet w dużej skali. Właściwości uzyskanych struktur, w szczególności wąskie, czyste linie emisyjne, czynią je atrakcyjnymi dla zastosowania między innymi w wyświetlaczach o szerokiej gamie kolorów. Anizotropowy kształt w połączeniu z dobrą jakością optyczną jest z kolei pozytywną cechą w przypadku użycia nanokryształów jako warstwy aktywnej w urządzeniach LED.