

Katarzyna Winkler

„Gold nano- and microparticles: synthesis, deposition and their assembly into 2D structures”

(“Złote nano- i mikrocząstki: synteza, osadzanie i organizacja w układy dwuwymiarowe”)

Promotor: dr hab. Marcin Fiałkowski, prof. IChF PAN

Streszczenie

Nanotechnologia to obszar wiedzy na pograniczu chemii, fizyki i inżynierii materiałowej. Istotnym jej aspektem jest projektowanie i synteza nano- i mikroobektów, a także konstruowanie z nich złożonych i uporządkowanych układów. Co ciekawe, mimo lat intensywnego rozwoju nanotechnologii, nasze zrozumienie procesów zachodzących w nanoskali nadal nie jest pełne. Zazwyczaj nie udaje nam się przewidywać właściwości nowych nanomateriałów, a projektowanie ich syntezy to często proces empiryczny.

Ze względu na swoje właściwości, przede wszystkim optyczne, elektryczne i magnetyczne, nanocząstki stały się obiektem licznych badań naukowych. Znalazły również szerokie zastosowanie m.in. w przemyśle chemicznym, medycynie, produkcji urządzeń elektronicznych i optycznych, ale także w środkach codziennego użytku, takich jak kosmetyki czy środki czystości. Zakres zastosowania nanocząstek stale się poszerza, dlatego też nowe typy nanostruktur i coraz lepsze metody ich syntezy budzą duże zainteresowanie.

W niniejszej dysertacji prezentuję własne dokonania w dziedzinie nanotechnologii. Opis badanych przeze mnie obiektów uporządkowany jest pod względem rozmiarów nanostruktur: od najmniejszych do największych. W pierwszej części badań własnych przedstawione są złote nanocząstki o średnicy 5 nm, pokryte organicznymi ligandami. Zaprezentowana jest nowa metoda osadzania ich na powierzchni ciał stałych w procesie pozwalającym na sterowanie gęstością pokrycia. Tak unieruchomione nanocząstki ulegają przemianom morfologicznym, które analizowane były z użyciem skaningowej mikroskopii elektronowej. Kształt nanocząstek, początkowo kulisty, ulega spłaszczeniu, a stopień tej deformacji jest zależny od składu otoczki organicznej pokrywającej nanocząstkę. Co ciekawe, osadzone nanocząstki poddane czyszczeniu plazmą tlenową częściowo odzyskują swój kulisty

kształt. Ich średnica jednak wówczas rośnie a gęstość pokrycia powierzchni ulega zmianie, gdyż pod wpływem plazmy nanocząstki wykazują cechy kropli niezwilżającej cieczy, zdolnych do zmiany miejsca położenia i do zlewania się ze sobą. W czasie tych przemian struktura atomowa nanocząstek prawdopodobnie ulega uporządkowaniu, na co wskazują ich właściwości katalityczne – inne, niż te obserwowane dla nanocząstek niepoddawanych czyszczeniu plazmą. Taki wniosek został wysnuty z eksperymentu, w którym nanocząstki oczyszczone plazmą poddano procesowi autokatalitycznego wzrostu. Rozkład kształtów otrzymanych struktur różnił się od tego dla nanocząstek czyszczonych innymi metodami.

Przedstawione powyżej obserwacje zostały opisane w pierwszych czterech (4.1 – 4.4) podrozdziałach rozdziału „Results”. Pozostałe dwa podrozdziały (4.5 i 4.6) poświęcone są większym złotym strukturom, tak zwanym mikrokwiatom. Mikrokwiaty to cząstki o mocno rozwiniętej powierzchni i średnicy około 2 μm , powstające w reakcji dwóch nieorganicznych związków chemicznych w roztworze wodnym. Morfologię tych struktur można łatwo modyfikować poprzez dobór odpowiedniej proporcji molowej reagentów oraz czas reakcji. W podrozdziale 4.5 opisana została kinetyka reakcji syntezy mikrokwiatów. Zaproponowano również mechanizm wyjaśniający przemiany morfologiczne, jakim cząstki te ulegają w czasie. Podrozdział 4.6 zawiera natomiast opis praktycznego zastosowania mikrokwiatów. Zaobserwowano, że te pofałdowane złote cząstki tworzą stabilne pokrycia na powierzchni ciał stałych i wykazują silne wzmocnienie sygnału Ramana. Cechy te czynią je przydatnymi narzędziami w otrzymywaniu platform analitycznych do SERS. W podrozdziale 4.6 zamieszczono opis metody wytwarzania nowej, czulej i powtarzalnej platformy do SERS oraz przetestowano kilka jej modyfikacji.