

Tytuł polski: „Udoskonalenie przewodnictwa drukowanych ścieżek poprzez optymalizację procesu syntezy oraz właściwości fizykochemicznych nanocząstek metali”

Tytuł angielski: „Improving the conductivity of printed patterns by optimizing the synthesis process and physicochemical properties of metal nanoparticles”

Kierownik projektu: dr Anna Pajor-Świerzy

Numer projektu: 2020/39/D/ST5/01937

W obszarze technologii tzw. “elektroniki drukowanej”, decydujący wpływ na końcowe właściwości wytworzonych urządzeń elektronicznych mają zarówno rodzaj zastosowanych komponentów, proces przygotowania tuszów jak i warunki wytwarzania wzorów przewodzących. Jednym z najważniejszych składników tuszów przewodzących są nanocząstki metaliczne (NPs) ze względu na ich niską temperaturę spiekania oraz dużą elastyczność. W związku z tym, ogólnym celem projektu jest opracowanie procesu syntezy oraz optymalizacja właściwości fizykochemicznych różnego rodzaju nanocząstek metalicznych w celu poprawy właściwości przewodzących drukowanych obwodów elektronicznych. Nanocząstki srebra, ze względu na ich wysoką przewodność oraz stabilność odnośnie procesu utleniania, były dotychczas najczęściej stosowane do wytwarzania ścieżek i urządzeń elektronicznych. W ostatnich latach jako zamienniki Ag NPs są również wykorzystywane nanocząsteczki miedzi, cyny i niklu w związku z ich niższą ceną, lepszymi właściwościami mechanicznymi oraz wysoką przewodnością elektryczną. Jednakże ich wadą jest tendencja do procesu utleniania w warunkach atmosferycznych. W planowanych badaniach, stabilność metalicznych NPs (Cu, Ni, Sn), odnośnie procesu utleniania, jako składnika farb przewodzących zostanie osiągnięta poprzez utworzenie na ich powierzchni cienkiej powłoki („shell”) Ag lub Au, czego wynikiem będzie wytworzenie struktur typu „rdzeń-powłoka” („core-shell”). Przewodzące ścieżki na bazie nanocząstek metalicznych zostaną otrzymane poprzez zastosowanie metody spiekania termicznego, które jest najbardziej preferowaną metodą przekształcania nieprzewodzących powłok w struktury o wysokich wartościach przewodnictwa. Nanocząstki o strukturze typu „rdzeń-powłoka” (Cu-Ag lub Cu-Au, Ni-Ag lub Ni-Au, Sn-Ag lub Sn-Au) będą syntetyzowane przez reakcję wymiany galwanicznej (metoda transmetalacji), która zachodzi na skutek różnicy potencjałów redoks dwóch metali. „Rdzeń” tych nanocząstek zostanie otrzymany w wyniku redukcji jonów lub cząsteczek prekursorów nanocząstek metali za pomocą odpowiedniego środka redukującego. W celu ochrony nanocząstek przed procesem agregacji i koalescencji, zostanie dodatkowo zastosowany odpowiedni stabilizator. Proces tworzenia powłok Ag lub Au będzie polegał na redukcji jonów srebra/złota na powierzchni wytworzonych „rdzeni” (Cu, Ni, Sn), które będą działać jako czynnik redukujący. Rozmiar i rozkład potencjału zeta otrzymanych nanocząstek typu „rdzeń-powłoka” zostaną zmierzone za pomocą urządzenia Zetasizer Nano Series firmy Malvern Instruments. Skaningowa (SEM) lub transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM) zostanie wykorzystana do analizy właściwości morfologicznych i topograficznych nanoobjektów. Stabilność otrzymanych nanocząsteczek odnośnie procesu utleniania będzie badana metodami dyfrakcji/fluorescencji rentgenowskiej (XRD/XRF) oraz rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronowej (XPS). Tusze na bazie nanocząstek o strukturze „core-shell” o optymalnych właściwościach zwilżających będą osadzane na stałych podłożach za pomocą powlekania prętowego, sitodruku oraz metody druku atramentowego („inkjet printing”). Planowane badania, w szczególności będą dotyczyć metody wytwarzania ścieżek przewodzących przy użyciu najbardziej obiecującego procesu druku

atramentowego. Po procesie drukowania otrzymane ścieżki zostaną poddane procesowi spiekania przy użyciu metody termicznej, która będzie prowadzona w różnych warunkach, w celu zbadania wpływu np. temperatury, czasu na właściwości przewodzące otrzymanych powłok. Ponadto, właściwości te zostaną zoptymalizowane przy użyciu różnego rodzaju nanocząstek typu „rdzeń-powłoka” o odpowiednich właściwościach fizykochemicznych (rozmiar, stopień agregacji i utlenienia). Po procesie spiekania, opór właściwy otrzymanych ścieżek zostanie obliczony poprzez pomiar ich rezystancji oraz profilu grubości. Planowane badania są bezpośrednio związane z dziedziną nanotechnologii, która w ostatnich latach cieszy się dużym zainteresowaniem ze względu na jej ogromny wpływ na wiele dziedzin ludzkiego życia. Oczekuje się, iż pomyślna optymalizacja właściwości drukowanych ścieżek poprzez zastosowanie odpowiednich nanocząstek metalicznych pozwoli usprawnić proces wytwarzania drukowanych urządzeń elektronicznych.