

Tytuł: Zastosowanie pól elektrycznych i magnetycznych w czujnikach i bioczujnikach

Autor: Łukasz Richter

Promotor: prof. dr hab. Robert Hołyst

Promotor pomocniczy: dr Jan Paczesny

Data opracowania streszczenia: 26.04.2019 r.

Streszczenie

Od ponad dwóch stuleci oddziaływania elektryczne i magnetyczne stanowią jedne z najważniejszych metod wykorzystywanych do precyzyjnego manipulowania obiektami, molekułami i jonami. Ich wykorzystanie zrewolucjonizowało wiele dziedzin nie tylko nauki, ale również przemysłu. Rozwiązania oparte o pola magnetyczne i elektryczne stanowią obecnie istotną część naszego codziennego życia. Głównym celem badań opisanych w niniejszej pracy było stworzenie technologii, których wykorzystanie przyczyni się do dalszego rozwój tej dziedziny i usprawni metody wykorzystywane w detekcji.

Pierwsza część mojej pracy doktorskiej stanowi opis badań podstawowych skupionych na analizie oddziaływań pod wpływem zmiennego pola elektrycznego. W efekcie zostało zaobserwowane nowe zjawisko elektrokinetyczne dalekozasięgowego odpychania pomiędzy dwoma przeciwnie naładowanymi okładkami kondensatora. Kondensator wypełniony był elektrolitem zawierającym jony o różnych ruchliwościach elektroforetycznych. Siła, zasięg oraz skala czasowa analizowanych oddziaływań przekraczały zakresy wszystkich opisanych wcześniej zjawisk elektrokinetycznych.

Kolejny fragment niniejszej pracy opisuje wykorzystanie pola elektrycznego do usprawniania różnych metod detekcji. Pierwszą ulepszoną techniką była powierzchniowo wzmacniana spektroskopia Ramana. Zastosowanie zmiennego pola elektrycznego pozwoliło na osadzenie na podłożach metalicznych wielu różnych analitów, od małych cząstek organicznych, przez dopalacze, aż po duże biomolekuły, takie jak DNA czy białka. Dodatkowo, określona została zależność pomiędzy efektywną częstotliwością napięcia, a ruchliwością elektroforetyczną osadzanego związku chemicznego.

Drugi przykład wykorzystania pól elektrycznych dotyczy metody detekcji bakterii opartej o bakteriofagi. Przedstawiona tam technologia tworzenia warstw bakteriofagów zorientowanych w polu elektrycznym została wykorzystana do szybkiego i czułego wykrywania bakterii. Odpowiednia orientacja fagów na powierzchni czujnika umożliwiła wyeliminowanie problemu przestrzennego blokowania wirionów. W kolejnym etapie metoda

ta została połączona z chemiczną modyfikacją powierzchni. Czułość tak przygotowanej gęstej warstwy odpowiednio ułożonych bakteriofagów wzrosła 64-krotnie. Wylapywanie bakterii trwało 15 min, a osiągnięty limit detekcji wynosił 100 jtk/ml.

Ostatnia część również zawiera opis usprawnienia metod detekcji bakterii, lecz tym razem wykorzystane zostało w tym celu pole magnetyczne. Stworzone biokoniugaty składały się z fluorescencyjno-magnetycznych cząstek opłaszczonych bakteriofagami. Biokoniugaty przygotowano z tanich i łatwo dostępnych elementów, a wybrana metoda detekcji – cytometria przepływowa, jest powszechnie stosowana w szpitalach i laboratoriach diagnostycznych. Wszystkie te czynniki sprawiły, że opracowane rozwiązanie może być szeroko stosowane nie tylko w dobrze wyposażonych placówkach naukowych.

Ostatni rozdział stanowi podsumowanie wszystkich osiągnięć wraz ze spisem proponowanych oraz podjętych kierunków dalszego rozwoju opracowanych technologii i opisanych zjawisk.