

Streszczenie

Niniejsza rozprawa doktorska dotyczy wytwarzania i diagnostyki półprzezroczystych podłoży z ditlenkiem tytanu. Zbadano również możliwość zastosowania wytworzonego materiału jako potencjalnej fotoanody przeznaczonej do wydajnej konwersji światła i czujnika optoelektrochemicznego. Podejście zastosowane w tej pracy w celu otrzymywania materiału półprzezroczystego polega najpierw na napyłaniu warstwy Ti na podłoże szklane pokryte tlenkiem indy i cyny (ITO), a następnie anodyzacji takiej warstwy. Przeprowadzono optymalizację parametrów procesu anodyzacji by uzyskać wysoce uporządkowane półprzezroczyste warstwy składające się z przylegających do siebie i rozstawionych na pewną odległość nanorurek na płaskich podłożach. Następnie, nanostruktury rurkowe utworzono po obu stronach płaskich podłoży z użyciem zestawu do anodyzacji wyposażonego w odpowiedni chwytak na próbki umożliwiający prowadzenie anodyzacji niezależnie dla każdej ze stron. Zbadano wpływ rozmieszczenia nanorurek na podłożu, które mogą do siebie przylegać ściankami zewnętrznymi lub być rozstawione na pewną odległość względem siebie, na fotoaktywność wytworzonych materiałów. Przylegające nanorurki otrzymano także z warstwy tytanowej napyłonej na światłowód. Anodyzowanie przeprowadzono w układzie, w którym światłowód z warstwą Ti umieszczono pomiędzy dwiema siatkami platynowymi. Dzięki dobraniu odległości pomiędzy platynowymi siatkami otrzymano przezroczystą warstwę przylegających nanorurek. Warstwa nanorurek odgrywała istotną rolę w wyznaczeniu współczynnika załamania światła dla cieczy, w której zanurzono czujnik światłowodowy. Należy mieć jednak na uwadze fakt, że materiały półprzezroczyste nie umożliwiają na prowadzenie tak wydajnej fotokonwersji jak te wytworzone na folii tytanowej. Można jednak doprowadzić do poprawy wydajności kwantowej półprzezroczystych warstw nanorurek dzięki ich modyfikacji. By to osiągnąć, zaproponowano wprowadzenie srebra do warstw z nanorurek. Cel ten zrealizowano poprzez utworzenie przylegających i rozstawionych warstw nanorurek na drodze anodyzacji warstw TiAg o różnej zawartości Ag (tj. 1,7, 3,5 i 5% Ag, a resztę stanowi Ti), osadzonych na podłożu szklanym pokrytym ITO. Analiza rentgenowska z dyspersją energii wykazała, że w przypadku warstwy przylegających nanorurek 60 % Ag z napyłonej warstwy TiAg pozostało w warstwie. Uzyskano trzykrotny wzrost wydajności kwantowej fotokonwersji (IPCE) dla nanorurek otrzymanych z warstw TiAg zawierających 3,5 % Ag w porównaniu z warstwą ditlenku tytanu o tym samym sposobie rozmieszczenia nanorurek na podłożu. Wydajność kwantową fotokonwersji dla warstwy nanorurek zwiększono również poprzez jej funkcjonalizację heterostrukturami $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x/\text{TiO}_2$. Heterostruktury wytworzono poprzez obróbkę wiązką laserową zamrożonej zawiesiny $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$. Warstwa nanorurek wraz z $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x/\text{TiO}_2$ wykazała ok. dziesięciokrotny wzrost IPCE w porównaniu z niemodyfikowanym podłożem. Głównym rezultatem tych prac jest opracowanie procedur wytwarzania półprzezroczystych uporządkowanych nanostruktur i ich funkcjonalizacji, które mogą przyczynić się do rozwoju zasilanych energią słoneczną i czujników optoelektrochemicznych.