

Podsumowanie

Analizę szumową przeprowadzono dla wzmacniacza sygnału wyjściowego bezrdzeniowego przetwornika prądowego o czułości 1 mV/A i rezystancji wewnętrznej 1 kΩ. W najprostszej konfiguracji z pojedynczym wejściowym stopniem różnicowym i szerokością pasma pomiarowego 10 kHz, szumy własne wzmacniacza ograniczają rozdzielczość pomiaru prądu do ok. 15 mA a w konfiguracji z równolegle połączonymi na wejściu dwoma wzmacniaczami różnicowymi do ok. 6 mA.

Bezrdzeniowe przetworniki prądowe pracują w środowisku o wysokim poziomie zakłóceń elektromagnetycznych, jakim jest rozdzielnica NN lub SN. Pomiar prądów fazowych o wartości poniżej 10 mA w takim środowisku nie jest wymagany. Do pomiaru małych różnicowych prądów stosuje się przetworniki prądowe o specjalnej konstrukcji oraz wzmacniacze o bardzo wysokiej impedancji wejściowej i niskim poziomie szumów własnych.

Literatura

- [1] Lisowiec A.: Parametry cewek Rogowskiego jako czujników prądu w urządzeniach EAZ. Wiadomości Elektrotechniczne nr 2, 2007.

Badania *in-situ* zmian struktury nanokrystalitów Pd zachodzących pod wpływem wodoru

dr inż. RYSZARD DIDUSZKO¹, mgr JOANNA RYMARCZYK¹,
prof. nzw. dr hab. ELŻBIETA CZERWOSZ¹, dr inż. MIROSŁAW KOZŁOWSKI¹, dr MIHAI DANILA²

¹ Instytut Tele- i Radiotechniczny, Warszawa

² National Institute for Research and Development in Microtechnologies, Bucharest, Romania

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania wodorem jako źródłem nowej energii, która może zastąpić paliwa kopalne. Obecnie w ogniach paliwowych wodor wykorzystuje się do przekształcania energii chemicznej w elektryczną. Zaletą takiego rozwiązania jest wydajność oraz niewielkie zanieczyszczenie środowiska. Problemem jednak jest sposób magazynowania wodoru i zapewnienie bezpieczeństwa. Rośnie zapotrzebowanie na materiały czułe na H₂, które zostaną wykorzystane do monitorowania instalacji przemysłowych w celu zapobiegania wyciekom wodoru. Znane są obecnie detektory wodoru bazujące na nanostrukturach, ale wciąż brakuje czujników selektywnych o wysokiej czułości i szybkim czasie reakcji.

Pallad, a szczególnie jego nanokrystality są jednym z najlepszych absorbentów wodoru. Ostatnie badania dowiodły, że ilość zaabsorbowanego wodoru jest wyższa w nanokrystalicznych Pd w porównaniu z cienką warstwą palladu. Wielkość luk między atomami Pd w sieci krystalograficznej nanoziaren palladu sprzyja wnikiwaniu wodoru do wnętrza sieci powodując zwiększenie objętości ziaren [2]. Dzieje się tak, gdy wodor cząsteczkowy (H₂) lub wodor będący składnikiem cząsteczek chemicznych dysocjuje i w postaci atomowej wnika w nanoziarna Pd umieszczone w węglowej matrycy [3]. W wyniku opisanego zjawiska w funkcji rosnącego stężenia wodoru początkowo powstaje roztwór stały (Pd, H), a następnie wodorek palladu o różnej stechiometrii PdH_x.

Nanoziarna palladu mają strukturę krystalograficzną typu fcc o stałej sieci $a = 0,3891\text{ nm}$. Wodor wchłaniany jest w ziarnach palladu w postaci atomowej i w zależności od jego zawartości w sieci Pd tworzy się najpierw roztwór stały a następnie faza α lub faza β wodoru metalu. Faza α wg danych z pracy [4] ma wartość stałej sieci 0,3893 nm. Przekroczenie granicznej koncentracji powoduje tworzenie się drugiej fazy β ze stałą sieci 0,4025 Å. Obie fazy mogą występować jednocześnie do momentu powstania PdH_{0,58}, kiedy α -faza zanika [4, 5].

W Instytucie Tele- i Radiotechnicznym trwają prace nad opracowaniem technologii otrzymywania czujnika wodoru na bazie nanowarstw węglowo-palladowych realizowane w trakcie prac nad projektem pt. *Opracowanie technologii nowej generacji czujnika wodoru i jego związków dla zastosowań w warunkach ponadnormatywnych (UDA-POIG.01.03.01-14-071/08-07)*. Celem tych prac jest wytworzenie nowego typu czujnika wodoru pracującego w warunkach ponadnormatywnych, a jednocześnie wypełniającego wszystkie wymagania dotyczące parametrów czujnika (szybkość reakcji, selektywność, czułość). Czujniki te powstają przy wykorzystaniu nanowarstw węglowo-palladowych, których technologia została

opracowana wcześniej w ITR. Warstwy te są zbudowane z matrycy węglowej (o postaci zależnej od parametrów procesu wytwarzania warstwy), w której osadzone są nanokrystality Pd. Nasze badania dotyczą zmian strukturalnych zachodzących w nanoziarnach Pd dla środowiska gazów zawierających wodór. W artykule pokazujemy wyniki badań rentgenowskich przeprowadzone w specjalnie do tego celu skonstruowanym stanowisku pomiarowym pozwalającym śledzić powstawanie wodoru palladu w warstwie.

Cześć doświadczalna

Warstwy C-Pd wytwarzane są metodą fizycznego odparowania w próżni (PVD) z dwóch niezależnych źródeł fullereny C₆₀ i octanu palladu. Proces przeprowadzany jest w warunkach dynamicznej próżni (10⁻⁵ mbar). Warstwy mogą być osadzone na różnych podłożach. W wyniku procesu PVD formuje się warstwa nanokompozytowa złożona z nanoziaren palladu osadzonych w węglowej matrycy o charakterze amorficznym [1]. W zależności od sposobu prowadzenia procesu (np. odległość podłoża od źródeł, rodzaj podłoża, intensywność parowania prekursorów warstwy) otrzymuje się warstwy o różnej strukturze, topografii i morfologii. Czynniki te mają decydujący wpływ na właściwości sorpcyjne warstw C-Pd.

W tabeli 1 przedstawiono zestawienie próbek warstw, dla których przeprowadzono badania metodą dyfrakcji rentgenowskiej, wraz z parametrami procesów w jakich były otrzymywane.

Tab. 1. Parametry technologiczne procesów PVD

Tabl. 1. Technological parameters of PVD process

Nr próbki	I _{C60} [A]	I _{Pd} [A]	t [min]	d [mm]	Podłoże
warstwa 1	2,1	1,2	10	69	Al ₂ O ₃
warstwa 2	2,1	1,3	10	54	kwarc polerowany

W celu modyfikacji wielkości ziaren palladu próbki wygrzewane były przez 5 (warstwa 1) i 15 (warstwa 2) minut w temperaturze 650°C w atmosferze argonu.

Badania metodą GIXD (ślizgowa geometria promieniowania padającego) zostały wykonane w Instytucie IMT (Bukareszt). Podczas tych badań wykorzystano specjalnie zaprojektowaną i wykonaną w ITR komórkę, umożliwiającą pomiary w kontrolowanej atmosferze przepływających gazów (rys. 1). Przepływ gazów N₂ i H₂ regulowano w zewnętrznych przepływomierzach i mieszano przed wlotem do komórki pomiarowej. Prędkość prze-