

oraz szybki start emisji elektronów. Niebagatelne znaczenie ma również fakt, że w przeciwieństwie do klasycznych lamp fluorescencyjnych (z rtęcią) są one przyjazne dla środowiska.

Autorzy dziękują dr hab. P. Dłużewskiemu oraz dr M. Kozłowskiemu za wykonanie zdjęcia TEM.

Literatura

- [1] Lea C.: J. Phys. D., Appl. Phys. 6 (1973) 1105.
- [2] Huczko A.: Nanorurki węglowe. BEL Studio, Warszawa 2004.
- [3] Amaratunga G. A. J., Silva S. R. P.: Appl. Phys. Lett., 68(1996)2529.
- [4] Geiss W. L., Twichell J. C., Macaulay J., Okano K.: Appl. Phys. Lett., 67(1995)1328.
- [5] Chernozatonskii L. A., Gulayev Y. V., Kosakovskaja Z. J., Shinit-syn N. I., Torgashov G. V., Zakharchenko Y. F., Fedorov E. A., Valchuk V. P.: Chem. Phys. Lett., 233(1995)63.
- [6] Busta H. H.: J. Appl. Phys., 82(1997)5148.
- [7] Baturin A. S., Yeskin I. N., Trifanov A. I., Chadaev N. N., Sheshin E. P., Tchesov R. G.: J. Vac. Sci. & Technol., B21(1) (2003) 354.
- [8] Leshukov M. Yu. et al.: Applied Surface Science 215 (2003) 260.
- [9] Chen J. et al.: Ultramicroscopy 95 (2003) 81.
- [10] Knapp W. et al.: Vacuum 69 (2003) 339.
- [11] Saito Y. et al.: Appl. Phys. A 67(1998) 95.
- [12] Adydan M., Sobański J., Czerwosz E.: Elektronika vol. 2, (2006) 28.
- [13] Czerwosz E.: Elektronika 1 (1998) 17-21.
- [14] Czerwosz E.: Elektronika 11 (1999) 20-24.
- [15] Czerwosz E.: Prace Naukowe Elektronika "Technika Próżni i Technologie Próżniowe", z. 153 (2005) 41.
- [16] Czerwosz E., Waszuk S., Suchańska M., Kęczkowska J.: Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences. vol. 56 (2) (2008) 117.
- [17] Czerwosz E., Kęczkowska J., Różowicz A., Suchańska M.: Przegląd Elektrotechniczny 8 (2008) 203.

Metoda elementów skończonych (MES) w zastosowaniu do nanokrystalicznych warstw węglowo-palladowych otrzymywanych metodą PVD

mgr Joanna RYMARCZYK^{1,2} dr inż. MIROSŁAW KOZŁOWSKI¹, dr hab. ELŻBIETA CZERWOSZ^{1,2}

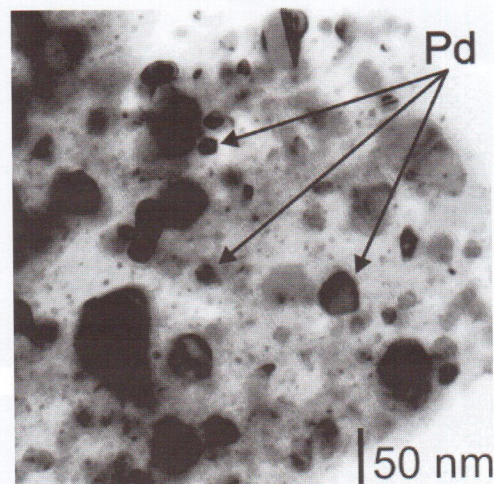
¹Instytut Tele- i Radiotechniczny w Warszawie,
²Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego w Kielcach

Nanostrukturalne warstwy charakteryzują się unikatowymi właściwościami w porównaniu z konwencjonalnymi powłokami. Szczególnie dotyczy to odpowiednich właściwości mechanicznych, termicznych, powierzchniowych, optycznych lub aktywności chemicznej i biologicznej. Dynamiczny rozwój nowych technologii oraz miniaturyzacja powodują wzrost możliwości wytwarzania nowych nanomateriałów, co stwarza nowe możliwości ich zastosowania w różnego typu urządzeniach. Jednym z ciekawych materiałów są kompozytowe warstwy nanostrukturalne węglowo-palladowe. Warstwy takie mogą znaleźć szerokie zastosowanie, na przykład w detektorach służących do wykrywania wodoru i jego związków w stanie gazowym i ciekłym, przy składowaniu wodoru oraz w elementach sensorów biologicznych. Detektory służące do pomiaru stężenia gazów, mają szerokie zastosowanie głównie w technologiach przemysłowych oraz w badaniach skażenia środowiska. Oprócz wysokiej czułości na małe stężenia gazów powinny charakteryzować się odpornością na zmiany warunków otoczenia takie jak temperatura oraz agresywne czynniki chemiczne.

W tym artykule zostały przedstawione wyniki prac związanych z modelowaniem struktury takich kompozytowych nanokrystalicznych warstw węglowo-palladowych oraz ich właściwości termicznych i mechanicznych.

Metoda otrzymywania i właściwości warstw

Technologia otrzymywania nanostrukturalnych warstw węglowo-palladowych została opracowana w Instytucie Tele- i Radiotechnicznym. W zależności od parametrów procesu takich jak temperatura podłoża, temperatury źródeł, odległości źró-



Rys. 1. Zdjęcie TEM warstwy węglowo-palladowej
 Fig. 1 TEM image of carbonaceous-palladium film

deł od podłoża powstaje warstwa złożona z nanokrystalitów metalu umieszczonych w matrycy węglowej [1]. Na rys. 1 przedstawiony jest obraz z elektronowego mikroskopu transmisyjnego (TEM) fragmentu warstwy palladowo-węglowej, którą tworzy matryca węglowa i osadzone w niej nanokrystality palladu.

Modelowanie struktury oraz właściwości

Uzyskiwane warstwy mają właściwości uzależnione od kształtu i rozmiaru nanocząsteczek palladu, sposobu przestrzennego rozmieszczenia ich w węglowej matrycy, powierzchni właściwej oraz energii powierzchniowej. Ze względu