

EMISJA POŁOWA Z POWIERZCHNI WARSTW DLC NANIESIONYCH PRZY UŻYCIU METODY RFPCVD NA PODŁOŻA KRZEMOWE

A. KARCZEWSKA*, D. JARZYŃSKA**, M. DŁUŻNIEWSKI***, E. STARYGA***

*INSTYTUT MASZYN PRZEPLYWOWYCH, POLITECHNIKA ŁÓDZKA, ANNAK@P.LODZ.PL

**INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ, POLITECHNIKA ŁÓDZKA, DJAR@P.LODZ.PL

***INSTYTUT FIZYKI, POLITECHNIKA ŁÓDZKA, MDFIZ@P.LODZ.PL, ESTARYGA@P.LODZ.PL

Streszczenie

Zbadano emisję polową elektronów dla cienkich warstw diamentopodobnych (DLC) poprzez pomiar prądu emisji w funkcji przyłożonego makroskopowego pola elektrycznego. Cienkie warstwy diamentopodobne naniesiono na różne podłoża krzemowe przy użyciu techniki RF PCVD. Charakterystyki prądu emisji od napięcia, dla warstw DLC, zmierzono przy użyciu techniki wykorzystującej sondę anodową. Analiza zarejestrowanych wartości prądu emisji elektronów od napięcia dla badanych heterostruktur DLC/Si wskazuje, że w porównaniu z płaskim podłożem Si, podłoże krzemowe zaopatrzone w stożki zwiększa wydajność emisji polowej z powierzchni warstw DLC naniesionych na te podłoża.

Słowa kluczowe: emisja polowa, warstwy diamentopodobne, emiter krzemowy, RF PCVD
[Inżynieria Biomateriałów, 43-44, (2005), 9-13]

Wstęp

Poznanie struktury warstw diamentopodobnych jest ważne dla zastosowań technologicznych tych warstw np. przygotowania ich do wykorzystania w przyrządach elektronicznych. W ostatnich latach zwiększyło się zainteresowanie materiałami węglowymi, między innymi warstwami diamentopodobnymi - DLC, z powodu dobrej zdolności tego materiału do polowej emisji elektronów. Warstwy diamentopodobne charakteryzują się ujemnym powinowactwem elektronowym [1], co sprawia, iż są one obiecującym materiałem mogącym znaleźć zastosowanie w wyświetlaczach FED. W warstwach DLC występuje znaczna przewaga zawartości tetraedrycznych wiązań C-C sp^3 w stosunku do zawartości trygonalnych wiązań C-C sp^2 . Z tego powodu warstwy te odznaczają się dużą twardością i stabilnością chemiczną, wysoką przewodnością termiczną, a także dobrą adhezją do różnorodnych podłoży. Z racji swoich właściwości, warstwy DLC stają się użyteczne w szerokim zakresie zastosowań, szczególnie jako materiał stanowiący pokrycie powierzchni krzemowych emiterów polowych.

Wydajna emisja polowa elektronów z warstw DLC może wynikać z tego, iż powierzchnia diamentu posiada samoistne ujemne lub bardzo małe dodatnie powinowactwo elektronowe [2-5]. Opublikowane dotychczas prace dotyczące modeli emisji z warstw DLC prezentują szereg interesujących wyni-

FIELD EMISSION FROM THE SURFACE OF DLC FILMS DEPOSITED BY RF PCVD METHOD ON SILICON SUBSTRATE

...?...

A. KARCZEWSKA*, D. JARZYŃSKA**, M. DŁUŻNIEWSKI***, E. STARYGA***

*INSTITUTE OF TURBOMACHINERY, TECHNICAL UNIVERSITY OF ŁÓDŹ, ANNAK@P.LODZ.PL

**THE FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING, TECHNICAL UNIVERSITY OF ŁÓDŹ, DJAR@P.LODZ.PL

***INSTITUTE OF PHYSICS, TECHNICAL UNIVERSITY OF ŁÓDŹ, MDFIZ@P.LODZ.PL, ESTARYGA@P.LODZ.PL

Abstract

The electron field-emission properties of diamond-like carbon (DLC) thin films were examined by measuring the field-emission current as a function of applied macroscopic electric field. The thin diamond-like carbon films were deposited on various silicon substrates by using a RF PCVD technique. The field-emission characteristics of DLC coatings were investigated using an anode probe technique. The analysis of the registered values of the electron emission current to the voltage for the examined heterostructures DLC/Si indicates that in comparison with the flat Si substrate, the Si substrate with the pattern of cones contributes to the increase of the emission efficiency from the surface of DLC coatings deposited on these substrates.

Keywords: field emission, diamond-like carbon, silicon emitter, RF PCVD
[Engineering of Biomaterials, 43-44, (2005), 9-13]

Introduction

The understanding of diamond-like carbon structure is important for their further technological applications, for instance for the fabrication of diamond-based electronic devices. During the last decade a number of carbon-based materials, including diamond-like carbon, have attracted the attention of the researchers for their excellent electron emission properties. Diamond and diamond-like carbon coatings show a negative electron affinity [1] and so DLC is the promising material for the field emission displays (FED) applications. Diamond-like carbon films are known to have a high ratio of tetrahedral C-C sp^3 bonds to trigonal C-C sp^2 bonds. As a result, they have extreme physical hardness, high resistivity, good adhesion to different substrates and are chemically inert. These properties make DLC the useful material for a wide variety of applications, especially as the coating material for the field emitters.

The significant electron emission from DLC coatings can be caused by the diamond surface low positive or negative electron affinity [2-5]. The papers concerning the field emission from DLC coatings, published so far, show many interesting results. However, the mechanism of electron emission from diamond films and diamond-like carbon films is still not entirely clear. Robertson [6] and Carey [7] indicate

ków. Mechanizm emisji elektronów z warstw węglowych pozostaje jednakże ciągle niewyjaśniony. Robertson [6] i Carey [7] wskazują, że emisja elektronów jest zależna zarówno od koncentracji wiązań sp^2 i sp^3 , jak również od rodzaju stosowanych domieszek. Istnieje kilka modeli, które rozważają emisję elektronów z nanokrystalicznego diamentu [8] lub z materiału węglowego na granicy ziaren [9-11], które to modele wskazują, że inkluzje grafitowe w warstwie DLC mogą odgrywać istotną rolę w tworzeniu kanałów przewodzących elektrony.

Badania właściwości warstw DLC w płynach ustrojowych, wskazują że materiał implantu pokryty taką warstwą wykazuje zwiększoną odporność na korozję [12]. Zbadanie stanu powierzchni warstw DLC pod względem zdolności do emisji elektronów oraz określenie pracy wyjścia z tego materiału ma istotne znaczenie dla zastosowań tego materiału w mikroelektronice próżniowej jak również w medycynie [13].

Część eksperymentalna

Warstwy diamentopodobne zostały wytworzone metodą RF PCVD (Radio Frequency Plasma Chemical Vapour Deposition) w wyniku rozkładu metanu (CH_4) w plazmie w.c.z. o częstotliwości 13,56 MHz. Proces nakładania warstw DLC na podłoża krzemowe odbywał się w dwóch etapach: 1) trawienie jonowe podłoża i 2) nanoszenie warstwy. Trawienie jonowe przeprowadzono przy potencjale autopolaryzacji -600V w ciągu 3 minut, w celu oczyszczenia powierzchni podłoża Si. Nanoszenie warstw odbywało się przy zastosowaniu ujemnego potencjału autopolaryzacji elektrody w.c.z. -300V. Czas osadzenia warstwy DLC o grubości 20 nm wynosił 40 sekund. Ciśnienie gazu w komorze reaktora wynosiło około 26 Pa. Jako podłoża dla warstw DLC zastosowano krzem o parametrach podanych w TABELI 1.

Oznaczenie podłoża a Denotation of substrate	Orientacja Orientation	Typ przewodnictwa Type of conductivity	Rodzaj domieszki Kind of dope	Oporność właściwa Resistivity [Ωcm]	Dodatkowe informacje Additional information
A	<111>	n	P	< 0,002	
B	<100>	n	Sb	0,015 \pm 0,023	
C	<100>	p	B	0,018 \pm 0,020	
D	<100>	p	P	1 \div 3	
E		n	Sb	0,020	Na powierzchni Si wytworzone stożki przy użyciu litografii The cones fabricated by the method of Island Lithography on the Si surface

TABELA 1. Opis zastosowanych podłoży krzemowych.

TABLE 1. Specification of applied silicon substrates.

Na powierzchni podłoża Si (oznaczonego symbolem E) wytworzono przy użyciu litografii stożki o wysokości 200÷300 nm i średnicy podstawy 150÷200 nm (zdjęcie podłoża z warstwą DLC zamieszczono na RYS. 1). Podłoża krzemowe, przed nałożeniem warstwy DLC, dodatkowo oczyszczano przez 30s, w 10 % roztworze kwasu fluorowodorowego.

Charakterystyki emisyjne badano w układzie zapewniającym próżnię rzędu $5 \cdot 10^{-5}$ Pa. Anodę stanowiła kulka ze stali nierdzewnej o średnicy 5 mm, a katodę stanowiła próbka. Odległość między anodą i katodą wynosiła 15 μm . Podczas badania emisji pomiędzy elektrodami przykładano napięcia z zakresu 100-3800 V.

Wyniki i dyskusja

Zjawisko emisji polowej elektronów z powierzchni opisuje teoria Fowlera - Nordheima (FN) [14]. Model FN zakłada tunelowanie elektronów z poziomu Fermiego przez trój-

that the electron emission depends on both; the concentration of the bonds sp^2 and sp^3 and the kind of used donors. Several models have been proposed that consider the emission from diamond nanocrystals [8] or from non-diamond carbon material at the grain boundaries [9-11]. The models pointed out that the graphite inclusions embedded in the diamond-like carbon might play an important role for the contribution of electron conduction channels.

Examinations of DLC coatings properties in the body fluids indicate that DLC coated implant material shows the higher corrosion resistivity [12]. The examination of DLC coatings surface state with respect to the electron emission ability and the determination of the material's work function, is significant for applications of this material in vacuum microelectronics and also in medicine. [13].

Experimental part

Diamond-like carbon coatings were manufactured by RF PCVD (Radio Frequency Plasma Chemical Vapour Deposition) method by the decomposition of methane in high-frequency plasma of 13,56 MHz under lowered pressure. The process of coatings deposition took place with two stages: 1) the ion etching of the substrate and 2) the coating deposition. The ion etching was carried out with the potential -600V within 3 minutes, with the aim of the cleaning of the Si substrate. The coating deposition took place with the negative bias voltage of RF electrode of -300V. The time of deposition of 20 nm thick DLC coating was 40 seconds. The gas pressure in the reactor chamber amounted to about 26 Pa. As the substrate for DLC coatings, the silicon with the parameters shown in the TABLE 1 was applied.

On the Si substrates surface (represented with symbol E) the cones with the height of 200÷300 nm and the base diameter of 150÷200 nm were fabricated by the method of Island Lithography (the picture of substrate with DLC film on FIG. 1). The silicon substrates, before the DLC coating deposition, were etched within 30s, in the 10% solution of hydrofluoric acid (HF).

Emission current measurements were carried out in the system providing the vacuum of order of $5 \cdot 10^{-5}$ Pa. The field-emission properties of DLC films were investigated using a "sphere-to-plane" electrode configuration with a 5 mm diameter stainless-steel ball anode, with the distance of 15 μm from the surface of investigated films (cathode). During the emission measurements, the voltage of the range of 100-3800 V was applied between the electrodes.

Results and discussion

A classical explanation for electron field emission from surface is the Fowler-Nordheim (FN) [14] tunneling. The

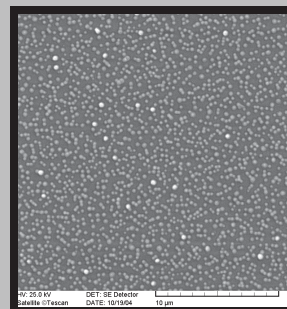
kątną barierę potencjału do próżni. Natężenie prądu emisji elektronów może być wyrażone uproszczonym równaniem FN:

$$I = \frac{aA\beta^2 E^2}{\phi} \exp\left(\frac{-b\phi^{3/2}}{\beta E}\right) \quad (1)$$

gdzie: I - natężenie prądu emisji, A - powierzchnia emitująca, ϕ - efektywna praca wyjścia, a, b - stałe: $a = 1,54 \cdot 10^{-6} \text{ eV} \cdot \text{A} \cdot \text{V}^{-2}$, $b = 6,83 \cdot 10^9 \text{ eV}^{-3/2} \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$, E - natężenie pola elektrycznego, β - współczynnik kształtu elektrod.

RYS. 1. Zdjęcie powierzchni warstwy DLC o grubości 20 nm naniesionej na stożki wytworzone przy użyciu litografii na podłożu krzemowym (podłoże oznaczone symbolem E).

FIG. 1. A picture of the DLC coating surface 20 nm thick, deposited on the cones fabricated by the method of Island Lithography on the silicon substrate (the substrate is represented by the symbol E).



RYSUNEK 2 przedstawia zależność natężenia prądu emisji od natężenia pola elektrycznego dla warstw DLC naniesionych na różne podłoża krzemowe. Dla warstw DLC naniesionych na gładkie (bez stożków) podłoża (oznaczone symbolami A, B) zauważono wzrost prądu emisji przy natężeniu pola elektrycznego odpowiednio $160 \text{ V}/\mu\text{m}$ i $120 \text{ V}/\mu\text{m}$, zaś dla warstw DLC naniesionych na podłożu z wytworzonymi stożkami (oznaczonym symbolem E), wzrost prądu następuje przy niższej wartości natężenia pola, równej $80 \text{ V}/\mu\text{m}$. Z powierzchni warstw DLC naniesionych na podłoża krzemowe typu p (oznaczone symbolem C) oraz podłoża wysokooporowe typu n (oznaczone symbolem D) nie zarejestrowano emisji polowej elektronów.

Otrzymane wyniki przedstawiono w układzie FN na RYS. 3. Dla wyższych wartości natężenia pola elektrycznego zależności mają charakter liniowy. Z nachylenia prostych, na podstawie wzoru (1) obliczono efektywną pracę wyjścia j dla badanych warstw DLC. W obliczeniach założono, że współczynnik kształtu elektrod β jest równy 1. Dla warstw

electrons tunnel from the Fermi level at the film surface through an approximately triangular potential barrier into the vacuum. An emission current can be described by the simplified FN equation:

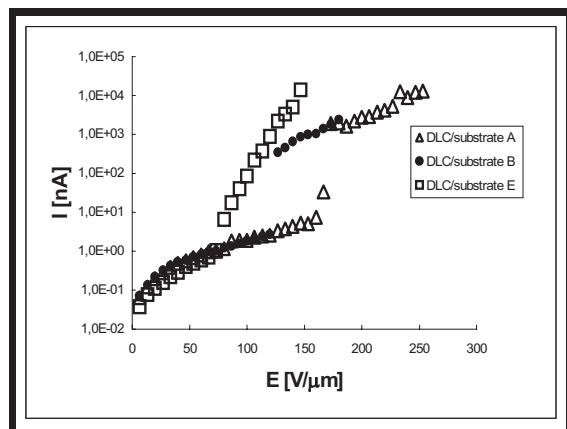
$$I = \frac{aA\beta^2 E^2}{\phi} \exp\left(\frac{-b\phi^{3/2}}{\beta E}\right) \quad (1)$$

where: I - the emission current, A - the emitting area, ϕ - the effective work function of emitting surface, a, b - the constants: $a = 1,54 \cdot 10^{-6} \text{ eV} \cdot \text{A} \cdot \text{V}^{-2}$, $b = 6,83 \cdot 10^9 \text{ eV}^{-3/2} \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$, E -

the applied electric field, β - the geometrical field enhancement factor.

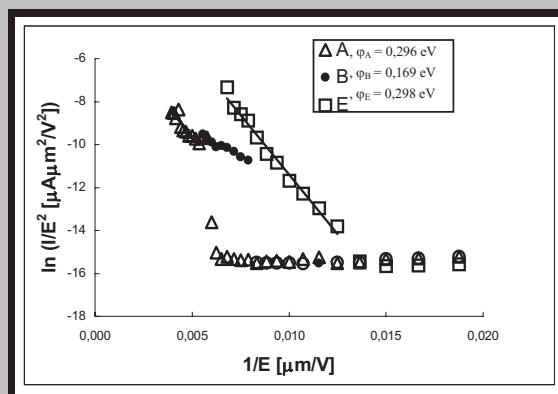
FIGURE 2 shows the dependence of the emission current intensity to the electric field intensity for DLC coatings deposited on various silicon substrates. For the DLC coatings deposited on flat (without cones) substrates, represented by the symbols A, B, the significant increase of emission current with the intensity of electric field correspondingly $160 \text{ V}/\mu\text{m}$ and $120 \text{ V}/\mu\text{m}$, was observed. For DLC coatings deposited on substrates with the fabricated cones (represented by the symbol E), the current increase occurs with the lower field intensity value, equal to $80 \text{ V}/\mu\text{m}$. The electron emission was not obtained from surfaces of DLC coatings deposited on the p-type silicon substrates (represented by the symbol C) and on high resistivity n-type substrates (represented by the symbol D).

The recorded I-V data from DLC specimen were used to generate the typical FN plot shown in FIG. 3. At high voltage the current shows the linear dependence, and the slopes of the curves (equation 1) were found to correspond to effective work function for a field enhancement factor β equal 1. For DLC coatings deposited on the substrates, represented by the symbols A, B and E, the values of the effective work function were determined: $\phi_A = 0,296 \text{ eV}$; $\phi_B = 0,169 \text{ eV}$; $\phi_E = 0,298 \text{ eV}$. The theory indicates that the lower work



RYS. 2. Zależności natężenia prądu emisji od natężenia pola elektrycznego warstw DLC o grubości 20 nm, naniesionych na różne podłoża. Odległość pomiędzy katodą i anodą - $15 \mu\text{m}$. Przyjęto wartość $\beta = 1$, co odpowiada układowi płaskich elektrod.

FIG. 2. Electron field emission I-E characteristics for DLC films of the thickness 20 nm, deposited on various substrates (see TABLE 1). Cathode-anode distance - $15 \mu\text{m}$. The value of $\beta = 1$ was assumed, what corresponds to the flat electrodes configuration.



RYS. 3. Wykres Fowlera-Nordheima wykreślony na podstawie charakterystyk I-V dla warstw DLC o grubości 20 nm.

FIG. 3. The Fowler-Nordheim plot constructed from the I-V characteristic of DLC films.

DLC naniesionych na podłoża oznaczone symbolami A, B i E, otrzymano wartości efektywnej pracy wyjścia: $\phi_A = 0,296$ eV; $\phi_B = 0,169$ eV; $\phi_E = 0,298$ eV. Teoria wskazuje, że im mniejsza jest efektywna praca wyjścia elektronów, tym lepsze właściwości emisyjne posiada materiał. Uzyskane rezultaty trudno jest zinterpretować na obecnym etapie badań.

Przeprowadzone badania wskazują, że emisja elektronów z powierzchni warstw DLC jest zjawiskiem złożonym i zależnym od wielu czynników, m.in. od typu i rodzaju podłoża. Prąd emisji zarejestrowano dla warstw DLC naniesionych na niskooporowe podłoża krzemowe typu n o powierzchni gładkiej i powierzchni pokrytej wytworzonymi stożkami. Na tej podstawie można stwierdzić, iż rodzaj i typ krzemu zastosowanego jako podłoża dla warstwy DLC ma istotne znaczenie dla emisji elektronów z powierzchni warstw DLC.

RYS. 4. Zdjęcie powierzchni warstwy DLC z widocznymi zmianami struktury powierzchni powstałymi w wyniku emisji polowej z warstwy DLC.

FIG. 4. A picture of DLC coating surface with visible structure changes arose as a result of the field emission from DLC coating.

Po przeprowadzeniu badań emisji z warstw DLC zauważono na powierzchni badanych próbek nierówności oraz różnego typu krater, które prawdopodobnie mogły pojawić się w wyniku topienia powierzchni katody. Nierówności znacznie zmodyfikowały powierzchnię próbki, co widoczne jest na RYS. 4.

W kilku przypadkach na powierzchni anody, po pomiarze prądu emisji, zaobserwowano fragmenty materiału wyrwane z powierzchni badanej próbki. Można więc przypuszczać, że zastosowanie wysokich napięć w czasie badania emisji może powodować zniszczenie powierzchni i zmiany strukturalne w warstwie DLC.

Wnioski

Przeprowadzone badania wskazują, że warstwy diamentopodobne, naniesione przy użyciu metody RF PCVD na wybrane i odpowiednio zmodyfikowane podłoża krzemowe, wykazują zdolność do emisji elektronów z powierzchni warstw DLC. Istotne znaczenie dla emisji elektronów ma wybór podłoża półprzewodnikowego, geometria jego powierzchni oraz rodzaj i koncentracja domieszki. Wyniki badań wskazują, że emisja elektronów z warstw DLC naniesionych na podłoża krzemowe charakteryzujące się obecnością stożków następuje przy znacznie niższych wartościach natężenia pola elektrycznego niż emisja z warstw naniesionych na gładkie podłoża krzemowe. Prawdopodobnie proces emisji elektronów do próżni może być kontrolowany także przez właściwości heterozłącza DLC/Si. Nie wielkie wartości wyznaczonej efektywnej pracy wyjścia pozwalają sądzić, że badane warstwy DLC posiadają dobre właściwości emisyjne.

Podziękowania

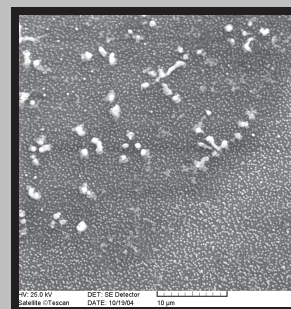
Praca finansowana przez Komitet Badań Naukowych (KBN) - projekt badawczy nr 3 T11B 050 26.

Prof. Mino Greenowi z Imperial College UK dziękujemy za udostępnienie podłoża Si z wytworzonymi przy użyciu litografii stożkami.

function influences the better emission properties of the material. An interpretation of the obtained results is difficult for this stage of investigations.

Carried out investigations indicate that the electron emission from the surface of DLC coatings is the complex phenomenon and depends on many factors, for example on type of substrate. The emission current was registered for DLC coatings deposited on the low-resistivity, n-type silicon substrates with the flat and the cones fabricated surfaces. On this basis it is possible to state that the type of the applied silicon as the substrate for DLC coating has the significant importance for the electron emission from the surface of DLC coatings.

After emission, an examination of the DLC films with SEM showed protrusions and various types of



crater formation which may be due to the melting of the cathode surface. The protrusions greatly modify the surface morphology, as seen in FIG. 4.

In some cases, after the emission current measurement, the fragments of material pulled out from the sample surface were observed. It is possible to assume that the application of the high voltages during the field emission measurements can cause the surface damage and structural changes in the DLC coating.

Conclusion

Carried out investigations indicate that diamond-like carbon coatings deposited by the method of RF PCVD on silicon substrates show an ability to electron emission from the surface of DLC coatings. A choice of the semiconductor substrate, its surface geometry, a type and a dopant concentration have a significant meaning for the electron emission. Results of the investigation indicate that the electron emission from DLC coatings deposited on silicon substrates with the cones, begins the significantly lower values of the electric field intensity that the emission from the coatings deposited on flat silicon substrates. It is possible that the emission process to the vacuum could be controlled by properties of the heterostructure Si/DLC. Not high values of the determined effective work function allow to judge that the investigated DLC coatings possess good emission properties.

Acknowledgments

The work was financed by the Polish State Committee for Scientific Research (KBN) - project no. 3 T11B 050 26.

We would like to thank Prof. Mino Green from Imperial College of Science, Technology and Medicine of London, UK, that he made the Si substrates with the fabricated by Island Litography on their surfaces cones, available to us.

- [1] D.S. Mao, X.H. Liu, X. Wang, "Electron field emission from diamond-like carbon films and a patterned array by using a Ti interfacial layer", *J. Appl. Phys.*, 91 (2002) 3918-3922.
- [2] J.B. Cui, J. Ristein, L. Ley, "Low-threshold electron emission from diamond", *Phys. Rev.* 60 (2000) 16135-16142.
- [3] P.K. Baumann, R. J. Nemanich, "Negative electron affinity effects on H plasma exposed diamond (100) surfaces", *Diamond Relat. Mat.* 4 (1995) 802-805.
- [4] B.B. Pate, "The diamond surface: atomic and electronic structure", *Surf. Sci.*, 165 (1990) 83-142.
- [5] H. Kawarada, "Hydrogen-terminated diamond surfaces and interfaces", *Surf. Sci. Rep.*, 26 (1996) 205-259.
- [6] J. Robertson, "Amorphous carbon cathodes for field emission display", *Thin Solid Films* 296 (1997) 61-65.
- [7] J.D. Carey, R.D. Forrest, R.U.A. Khan, S.R.P. Silva, "Influence of sp² clusters on the field emission properties of amorphous carbon thin films", *Appl. Phys. Lett.*, 77 (2000) 2006-2008.
- [8] J. Robertson, "Mechanism of electron field emission from diamond, diamond-like carbon, and nanostructured carbon", *J. Vac. Sci. Technol.* B17(1999) 659-665.

- [9] R.G. Forbes, "Low-macroscopic-field electron emission from carbon films and other electrically nanostructured heterogeneous materials: hypotheses about emission mechanism", *Soild-State Electronics* 45 (2001) 779-808.
- [10] N.S. Xu, Y. Tzeng, R.V. Latham, "Similarities in the 'cold' electron emission characteristics of diamond coated molybdenum electrodes and polished bulk graphite surfaces", *J. Phys. D: Appl. Phys.* 26 (1993) 1776-1780.
- [11] N.S. Xu, R.V. Latham, Y. Tzeng, "Field dependence of the area-density of 'cold' electron emission sites on broad-area CVD diamond films", *Electron. Lett.*, 29 (1993) 1596-1597.
- [12] S. Mitura, A. Mitura, P. Niedzielski, P. Couvrat, "Nanocrystalline diamond coatings", *Biomaterials: Vol. 17, Issue 6* (1996) pp 587-595.
- [13] R. Hauert, "A review of modified DLC coatings for biological applications", *Diamond Relat. Mat.*, 12 (2003) 583-589.
- [14] R. H. Fowler, L. Nordheim, "Electron emission in intense electric fields", *Proc. Roy. Soc. Lon. Ser. A* Vol. 119, No. 781 (1928), 173-181.

PŁYTKI KRWI W KONTAKCIE ZE STOPEM TYTANU Ti6Al4V I Z JEGO ZMODYFIKOWANYMI POWIERZCHNIAMI

WIESŁAWA OKRÓJ*, LESZEK KLIMEK*, PIOTR KOMOROWSKI*, BOGDAN WALKOWIAK**

*CENTRUM DOSKONAŁOŚCI NANODIAM, POLITECHNIKA ŁÓDZKA W ŁÓDZIU

**ZAKŁAD BIOFIZYKI MOLEKULARNEJ I MEDYCZNEJ, UNIWERSYTET MEDYCZNY W ŁÓDZIU

Słowa kluczowe: adhezja płytek krwi, modyfikacja powierzchni, azotek tytanu, węgloazotek tytanu, mikroskop skaningowy.

[*Inżynieria Biomateriałów, 43-44, (2005), 13-16*]

Wstęp

W ostatnich latach poszukuje się metod poprawienia właściwości materiałów stosowanych do produkcji implantów. Tytan i jego stopy, ze względu na wyjątkowe właściwości fizyko-chemiczne oraz sprawdzoną biogodność, znajdują szerokie zastosowanie w produkcji implantów na potrzeby ortopedii i stomatologii, jak również w wytwarzaniu narzędzi chirurgicznych. Obróbki jarzeniowe, które umożliwiają wytwarzanie warstw TiN i TiCN na gotowych implantach o dowolnym kształcie, wydają się być obiecującymi metodami poprawienia właściwości materiałów tytanowych [1, 2]. Modyfikowanie powierzchni powoduje poprawę wytrzymałości, wzrost odporności na korozję, na zużycie przez tarcie oraz zapobiega przechodzeniu składników stopów do otaczającego środowiska biologicznego [3-5].

Cel

Celem pracy było porównanie oddziaływania płytek krwi z powierzchniami stopu tytanu (Ti6Al4V) i modyfikowanych

BLOOD PLATELETS IN CONTACT WITH TITANIUM ALLOY Ti6Al4V AND WITH ITS MODIFIED SURFACES

WIESŁAWA OKRÓJ*, LESZEK KLIMEK*, PIOTR KOMOROWSKI*, BOGDAN WALKOWIAK**

*CENTRE OF EXCELLENCE NANODIAM, TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ.

**DEPARTMENT OF MOLECULAR AND MEDICAL BIOPHYSICS, MEDICAL UNIVERSITY OF LODZ.

Key words: platelet adhesion, surface modification, titanium nitride, titanium carbonitride, scanning electron microscopy.

[*Engineering of Biomaterials, 43-44, (2005), 13-16*]

Introduction

New methods capable of improving properties of materials used for implant production are currently being searched. Due to their unique physico-chemical properties and excellent biocompatibility, titanium and its alloys are widely used in a manufacture of implants in orthopaedy and dentistry as well as in a production of surgical instruments. Surface processing, such as glow discharge nitriding and carbonitriding, of titanium based materials, which creates TiN or TiCN layers on ready implants of whichever shape, appears to be a very promising method improving their properties [1,2]. Surface modification enhances their durability, improves their corrosion resistance, decreases friction wear and prevents diffusion of alloy components into a biological environment [3-5].

The aim

The aim of the study was to compare an interaction of blood platelets with the surface of titanium alloy (Ti6Al4V)