

nej pracy zawodowej i rekreacji. Wymagania takie spełniają jedynie implantowalne protezy serca. Jest to urządzenie wszczepiane całkowicie (wraz z napędem i baterią) do ciała pacjenta. W przypadku materiałów kontaktujących się z krwią niezbędne jest zagwarantowanie odpowiedniego stopnia chropowatości powierzchni. Jest to konieczne dla formowania się naturalnej warstwy proteinowej, czyli akceptacji biomateriału przez organizm. Z dotychczasowych prac i uzyskanego doświadczenia wynika, że metoda PLD umożliwia sterowanie chropowatością powierzchni i jej zoptymalizowania.

Podziękowanie

Praca finansowana w ramach projektu badawczego: PBZ-KBN-082/T08/2002/

Piśmiennictwo

- [1] E. Czarnowska, T. Wierzchoń, et al.: J of Mat. Sci.: Materials in medicine 11 (2000) 73.
 [2] B. Major, R. Ebner, T. Wierzchoń, W. Mroz, W. Waldhauser, R. Major, M. Wozniak; Thin layers of TiN fabricated on metallic titanium and polyurethane by pulsed laser deposition; Anals of Transplantation; in press.

patient close to normal existence. Such requirements are covered by the implantable heart prostheses. When blood comes in contact with biomaterial surface it is necessary to guarantee a degree of the roughness. It is necessary to form natural biolayer formed by blood proteins. The summary that the PLD method allows to control the surface roughness follows from the current experience and achieved results.

Acknowledgement

The work was supported by the State Committee for Scientific Research of Poland under Project: PBZ-KBN-082/T08/2002/

References

- [3] J.M. Lackner, W. Waldhauser, W. Lenz, R. Ebner, B. Major, T. Schöberl; Structural and tribological characterization of pulsed laser deposited TiN thin films; Thin Solid Films xx(2003)xxx; preprint.

WIELOWARSTWOWE POWŁOKI TRIBOLOGICZ- NE TYPU Ti/TiN ORAZ Cr/CrN WYTWORZONE NA DRODZE ABLACJI LASE- ROWEJ DO ZASTOSO- WAŃ WE WSPOMAGAJĄ- CEJ APARATURZE MEDYCZNEJ

ŁUKASZ MAJOR*, JÜRGEN M.LACKNER**, JERZY MORGIEL*,
ROMAN KUSTOSZ***, TADEUSZ WIERZCHOŃ****,
BOGUSŁAW MAJOR*

*INSTYTUT METALURGII I INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
PAN W KRAKOWIE

**JOANNEUM RESEARCH FORSCHUNGSGESELLSCHAFT MBH,
LASER CENTER LOEBEN, LOEBEN, AUSTRIA

***FUNDACJA ROZWOJU KARDIOCHIRURGII W ZABRZU

****WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

[Inżynieria Biomateriałów, 38-43, (2004), 68-70]

Perspektywę rozwoju powłok tribologicznych nowej generacji stanowią gradientowe materiały funkcjonalne. W pojedynczych warstwach tribologicznych generowane są zazwyczaj wysokie naprężenia własne prowadzące niejednokrotnie do pojawiania się mikropęknięć. Jednym ze sposobów uniknięcia tego bardzo niekorzystnego zjawiska jest redukcja naprężeń poprzez zastosowanie warstw pośred-

TRIBOLOGICAL MULTILAYERS OF Ti/TiN AND Cr/CrN TYPE PRODUCED BY LASER ABLATION FOR APPLICATION IN ASSISTED MEDICAL EQUIPMENT

ŁUKASZ MAJOR*, JÜRGEN M.LACKNER**, JERZY MORGIEL*,
ROMAN KUSTOSZ***, TADEUSZ WIERZCHOŃ****,
BOGUSŁAW MAJOR*

*INSTITUTE OF METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE
POLISH ACADEMY OF SCIENCES, CRACOW, POLAND

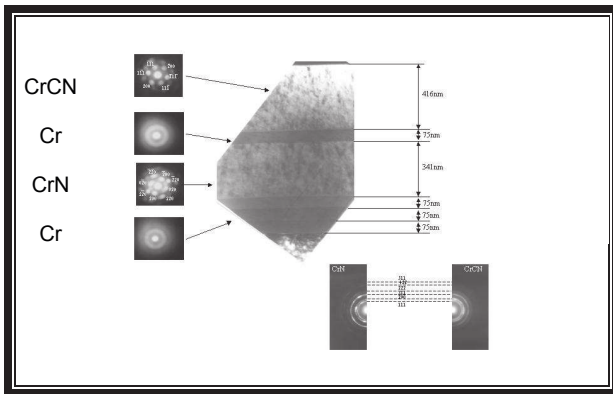
**JOANNEUM RESEARCH FORSCHUNGSGESELLSCHAFT MBH,
LASER CENTER LOEBEN, LOEBEN, AUSTRIA

***FOUNDATION OF CARDIAC SURGICAL DEVELOPMENT,
ZABRZE, POLAND

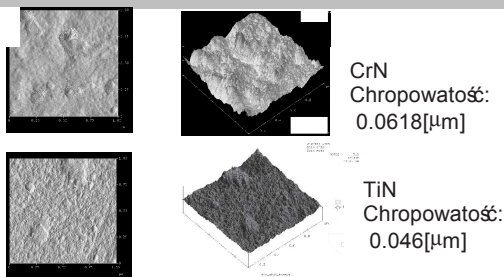
****MATERIALS ENGINEERING FACULTY,
WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, WARSAW, POLAND

[Engineering of Biomaterials, 38-43, (2004), 68-70]

Perspective development of tribological coatings of new generation seems to be expected in functionally gradient materials. Appearing high value of stress in monolayer tribological coatings leads in many cases to micro-cracks formation. One of elimination methods of this disadvantage is expectation in stress reduction due to interlayer application of super-elastic material which separates super-hard layers and could moreover block cracks propagation during



RYS. 1. Mikrostruktura TEM przekroju poprzecznego powłoki Cr/CrN/Cr/CrCN.
FIG. 1. TEM microstructure of the cross-section coating of the Cr/CrN/Cr/CrCN fabricated by means of PLD method.

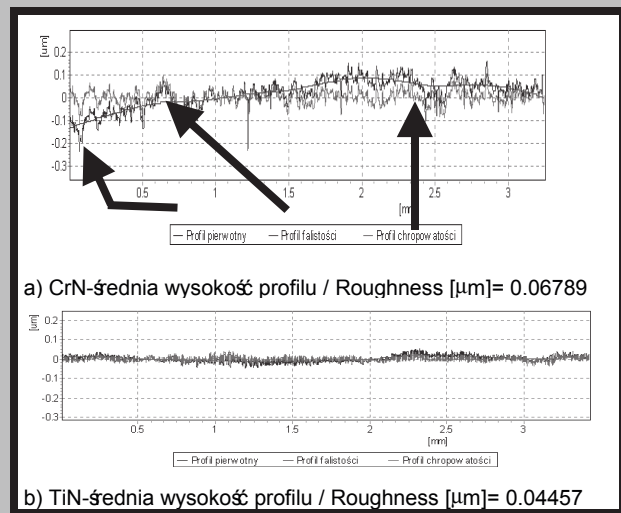


RYS. 2. Morfologia AFM powierzchni powłoki uzyskanej metodą PLD typu: a) CrN; b) TiN.
FIG. 2. AFM morphology of surface coatings produced by PLD: a) CrN; b) TiN.

nich z materiału super-sprężystego, rozdzielających warstwy super-twarde. Celem jest wytworzenie formy powłoki wielowarstwowej, w której dojdzie do redukcji naprężeń i blokow

ania propagacji pęknięć w czasie eksploatacji elementu. Wielowarstwowe powłoki na bazie układu Cr/CrN i Ti/TiN wytworzone zostały techniką laserową (Pulsed Laser Deposition-PLD), stosując laser Nd:YAG pracujący w trybie podstawowym 1064 nm, wyposażony w modulator dobroci generujący nanosekundowe impulsy o długości 10 ns i repetycji 50 Hz. RYS. 1 przedstawia mikrostrukturę TEM przekroju poprzecznego wielowarstwowego materiału typu Cr/CrN/Cr/CrCN o grubości około jednego mikrometra uzyskaną z cienkiej folii przygotowanej zaawansowaną metodą preparatyki FIB (Focused Ion Beam). Pierścieniowe dyfrakcje uzyskane za pomocą techniki "selected area diffraction", jak również mikrodyfrakcje uzyskane za pomocą wiązki zbieżnej, wskazują na nanokrystaliczną formę faz typu CrN oraz CrCN stanowiących warstwy twarde w powłoce tribologicznej. Rozmycie pierścieni dyfrakcyjnych w przypadku warstw chromowych, miękkich, sugeruje na ich budowę amorficzną.

Morfologia powierzchni analizowana z wykorzystaniem mikroskopu sił atomowych (AFM), wykazała, tak w przypadku powłoki na bazie CrN jak i TiN charakter jednorodny, o niskiej chropowatości 0.0618[mm] i 0.046[mm], odpowiednio dla warstw bazujących na CrN i na TiN (RYS. 2). Uzyskane wyniki zostały potwierdzone badaniami na profilometrze (RYS. 3). Średnia wysokość nierówności była na poziomie setnych mikrometra, co weryfikuje metodę PLD



RYS. 3. Analiza nierówności powierzchni dla powłok na bazie: a) CrN; b) TiN.
FIG. 3. Profile Measurements Gauge analysis of surface roughness: a) CrN; b) TiN.

exploitation.

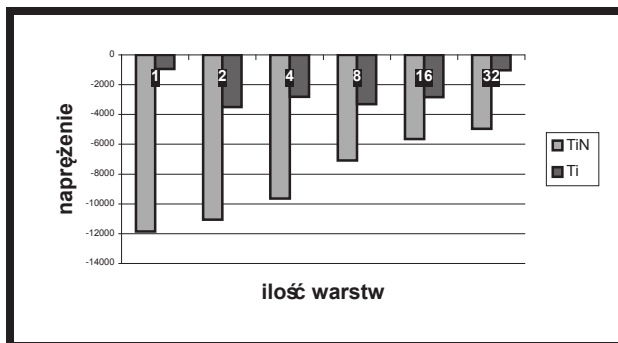
Multilayer coatings basing on the Cr/CrN and Ti/TiN were fabricated using PLD method with application of a Nd:YAG laser working in basic mode 1064nm with Q-switch generating nanosecond pulses of 10ns with 50Hz repetition. Cross-section of the multilayer coating Cr/CrN/Cr/CrCN was investigating by means of transmission electron microscopy (TEM) in order to solve their growth mechanism and microstructure (FIG. 1). The application of the standard preparation technique was impossible for this coating. Thus, the ion cutting with a focused gallium ion beam (FIB) was used. Diffraction rings obtained by selected area diffraction technique as well as micro-diffraction obtained by the focused beam technique informed that CrN and CrCN have nanocrystalline structure. The blurred rings of the Cr layers could make an assumption that they have amorphous character.

The surface morphology, analysed by atomic force microscopy (AFM) of the Cr and Ti based multilayer coatings revealed a high uniformity in both cases (FIG. 2). A mean roughness was in order of hundredths of micrometer which verified the PLD as the method producing high quality surfaces.

Layers produced by pulsed laser deposition technique are characterized by high, compressive residual stress 9 and 4.5 GPa for Ti/TiN/Ti/TiN and Cr/CrN/Cr/CrCN, respectively. The recent results obtained on materials with different numbers of layers based on Ti, presented that residual stress decreases with increasing number of layers (FIG. 4).

The tribological wear tests were performed using the pin-on-disc method with application of 9.81N load and the obtained results showed the friction coefficient of order of 0.2 for Ti/TiN/Ti/TiN system. Moreover, the wearing process of super-hard TiN and compensation Ti layers could be examined by variation of the friction coefficient.

A goal of the performed research examinations of the multilayer tribological materials of new generation has been a search for materials which could be used in miniature elements of medical equipment. Fulfilling a non-failure service of elements at difficult exploitation conditions makes a new challenge for research workers. Application of the PLD method for fabrication of the multilayer tribological system seems to be helpful.



RYS. 4. Zależność ilości warstw w powłoce od naprężeń własnych.

FIG. 4. Residual stress dependence on the number of layers.

jako dającą dobrą jakość powierzchni.

Warstwy nakładane metodą laserową cechują się wysokimi, ściskającymi naprężeniami własnymi 9 and 4.5 GPa odpowiednio dla Ti/TiN/Ti/TiN i Cr/CrN/Cr/CrCN. Aktualnie przeprowadzone pomiary dla układów z większą ilością warstw bazujących na tytanie, pokazały tendencję zmniejszania się naprężeń wraz ze wzrostem ilości warstw (RYS. 4).

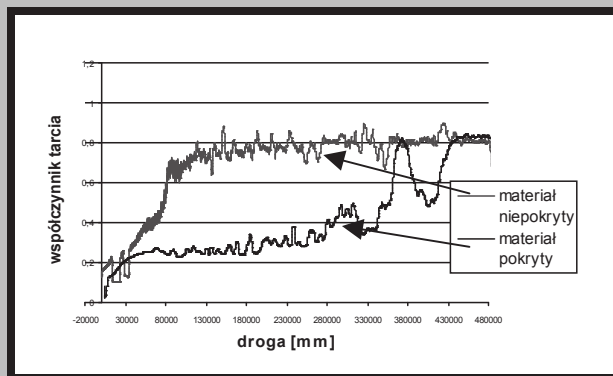
Przeprowadzone testy zużycia wielowarstwowego materiału Ti/TiN/Ti/TiN z wykorzystaniem metody pin-on-disc pod obciążeniem 9.81 N wykazały wartość współczynnika tarcia na poziomie 0.2. Charakterystyczne skoki współczynnika tarcia dla materiału pokrytego świadczą o zużyciu się kolejnych warstw (RYS. 5).

Celem prowadzenia prac w zakresie materiałów tribologicznych nowej generacji opartych o układy wielowarstwowe jest potrzeba uzyskanie materiału do wykorzystania w zminiaturyzowanych elementach aparatury medycznej. Zapewnienie niezawodności pracy w zadanych trudnych warunkach eksploatacyjnych, stanowi nowe wyzwanie dla badaczy.

W oparciu o prowadzone prace wydaje się, że wykorzystywana metoda PLD do uzyskiwania gradientowych materiałów funkcjonalnych jest w tym celu bardzo pomocną.

Podziękowanie

Praca realizowana była przy wsparciu finansowym projektu PBZ-KBN-082/T08/2002, 4T08C 02823 oraz projektu Eureka E! decyzja Nr 62 E-88/SPB/Eureka/T-08DZ 348/2002-2004.



RYS. 5. Wyniki pomiarów zużycia trybologicznego wielowarstwową powłoką na bazie Ti.

Acknowledgement

The parts of the work were supported by the State Committee for Scientific Research of Poland (KBN) under contract PBZ-KBN-082/T08/2002, 4T08C 02823 and Eureka, decision Nr62 E-88/SPB/Eureka/T-08DZ 348/2002-2004

Piśmiennictwo

References

- [1] B. Major, Ablacja i osadzanie laserem impulsowym, Wyd.Naukowe AKAPIT, Kraków (2002).
- [2] B. Major, W. Mróz T. Wierchoń, W. Waldhauser, J.M. Lackner, R. Ebner, Pulsed laser deposition of advanced titanium nitride thin layers, Surface and Coatings Technology, 180-181 (2004) 580-584.
- [3] J.M. Lackner, W. Waldhauser, R. Ebner, B. Major, T. Schöberl, Pulsed laser deposition of titanium oxide coatings at room temperature - structural, mechanical and tribological properties, Surface and Coatings technology 180-181 (2004) 585-590.