

Studentská Vědecká Konference 2011

Magnetronová pulsní depozice vrstev Zr-B-C

Bc. Pavel Mareš¹, Ing. Petr Steidl², Ing. Jiří Kohout³

1 ÚVOD:

Vrstvy Zr-B-C se vyznačují dobrými mechanickými vlastnostmi. Hlavně vysokou tvrdostí a dobrými elasto-plastickými vlastnostmi, a to i za vysokých teplot. Zirkoniové systémy vychází ze ZrN, jak ukazuje Parlebas (2004), které má velmi kvalitní optické a elektrické vlastnosti. Dále jsou, podle článku Barinov (2006), známy neprůhledné, ale tvrdé materiály typu ZrC, nebo i ternární systémy Zr-C-N zmiňované v článku Caldeorn (2010). Materiály Zr-B-C zatím příliš zkoumány nebyly.

Na katedře fyziky při Západočeské univerzitě se připravují tenké vrstvy Zr-B-C pomocí pulsního magnetronového naprašování. Hustota plazmatu před magnetronem roste s rostoucím výkonem zdroje. U klasického DC magnetronu není možné překročit určitý maximální výkon z důvodu přehřívání terče. Pulz vytvoří na krátký čas vysoký výkon (husté plazma) a mezi pulzy je terč chlazen. Protože tepelné vlastnosti terče jsou ovlivňovány průměrným výkonem, je použití pulzů ideálním řešením pro získání velmi hustého plazmatu.

2 PARAMETRY EXPERIMENTU

Vrstvy Zr-B-C byly naprašeny pulsní magnetronovou depozicí na depoziční aparatuře Balzers BAS 450 PM s modifikovaným držákem substrátů umožňující výhřev substrátů až do teplot 650 °C. Terč byl tvořen materiálem Zr-B₄C, za nímž byl umístěn nevyvážený DC pulsní magnetron. Tlak v průběhu depozice byl pro všechny vzorky 0,5 Pa. Vzorky byly čištěny acetonem 20 minut v ultrazvukové čističce. Pro obě série A (závislost na teplotě) i B (závislost na množství Zr v erozní zóně terče) byl duty cycle (poměr pulz/pauza) 20/80 μs.

Měření mechanických vlastností probíhalo na mikroindentačním přístroji Fisherscope H100 a na profilometru Dektrak 8. Difraktogramy byly získané pomocí multifunkčního rentgenového difraktometru X'Pert PRO MPD Panalytical.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

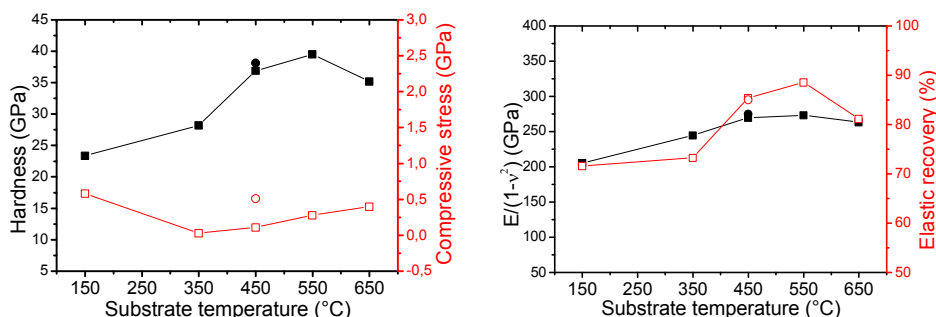
Pro vrstvy série A, kde byla hodnocena závislost mechanických vlastností na teplotě substrátu (150, 350, 450, 550, 650 °C), bylo použito napětí na magnetronu 650 V, proud 0,75 A a depoziční rychlost byla kolem 1 μm.h⁻¹. Pro sérii B, kde byla hodnocena závislost mechanických vlastností na množství zirkonu (0, 5, 10, 15, 20, 25 a 45 %) v erozní zóně terče, klesalo napětí na magnetronu z 700 V (při 0 % Zr) na 470 V (při 45% Zr), proud vzrostl z 0,68 A (0% Zr) na 1,1 A (45 % Zr) a depoziční rychlost rostla z 0,4 na 2,2 μm.h⁻¹.

¹ Bc. Pavel Mareš, student navazujícího studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Aplikovaná fyzika a fyzikální inženýrství, specializace Fyzika technologických procesů, email: pmares@students.zcu.cz

² Ing. Petr Steidl, student doktorandského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Fyzika plazmatu a tenkých vrstev, email: Steidl@kfy.zcu.cz

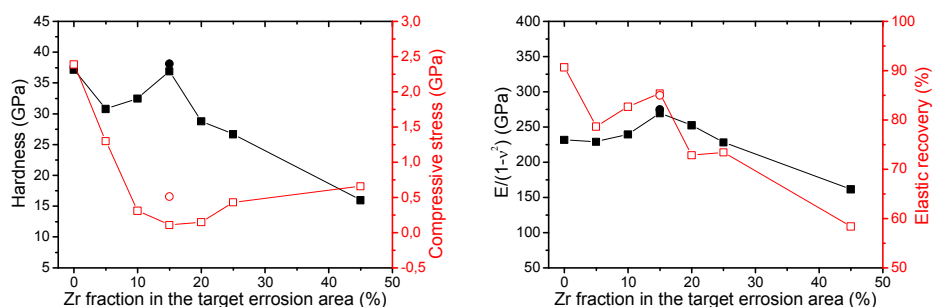
³ Ing. Jiří Kohout, student doktorandského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Fyzika plazmatu a tenkých vrstev, email: Jkohout4@kfy.zcu.cz

Na obrázku 1 je vidět vliv teploty substrátů na mechanické vlastnosti vrstev. Všechny tyto vrstvy byly vytvořeny při obsahu 15 % Zr v erozní zóně terče. Je vidět, že nejvyšší tvrdosti je dosaženo při teplotě substrátu 550 °C, při vyšším zahřátí dojde k poklesu mechanických vlastností. To může být způsobeno desorpcí atomů z vrstvy vznikající na substrátu nebo změnou fázového složení vznikající vrstvy.



Obr. 1: Tvrdost, tlakové pnutí, efektivní Youngův modul pružnosti a elastické zotavení v závislosti na teplotě substrátu.

Na obrázku 2 je vidět závislost mechanických vlastností na zastoupení Zr v erozní zóně terče. Tyto vrstvy byly naprášeny při konstantní teplotě substrátu 450 °C. Maximální hodnoty tvrdosti získáváme pro 0 % zastoupení Zr, kdy jsou vrstvy tvořeny materiálem B₄C, který je obecně velmi tvrdý, a pro 15 % zastoupení Zr v erozní zóně.



Obr. 2: Tvrdost, tlakové pnutí, efektivní Youngův modul pružnosti a elastické zotavení v závislosti na zastoupení Zr v erozní zóně terče.

4 ZÁVĚR

Byly vytvořeny vrstvy Zr-B-C série A s rozdílnou teplotou substrátů (150 – 650 °C) při stálém zastoupení Zr a série B s rozdílným obsahem Zr (0-25 %) při stálé teplotě substrátu. Maximálních hodnot tvrdosti bylo dosaženo při teplotě substrátu 550 °C a při Zr zastoupení v erozní zóně 15 %.

POUŽITÁ LITERATURA

- S. Calderon V., 2010. Structure–property relations in ZrCN coatings for tribological applications. *Surface and Coatings Technology*, Vol. 205. pp 2134-2141
- Barinov S.M., 2006. Vickers and Knoop hardness of electron beam deposited ZrC and HfC thin films on titanium. *Surface and Coatings Technology*, Vol. 200. pp 4701-4707.
- Parlebas J. C., 2004. Optical and electrical properties of sputtered ZrN compounds. *Catalysis Today*, Vol. 89. pp 307-312