

Tenké vrstvy, jak i málo dokáže hodně změnit

V. Kotyza*, M. Studeník**

Gymnázium dr. A. Hrdličky, Humpolec*,

Gymnázium Matyáše Lercha, Brno**

vaclavkotyza@icloud.com*, xstudenik@gml.cz**

Abstrakt:

Práce se zaměřuje na přípravu stříbrné tenké vrstvy pomocí Ionized Jet Deposition na mikroskopové sklíčko. Následná analýza pomocí AFM zjistila tloušťku 450 nm a strukturu povrchu nanesené vrstvy. Rentgenová difrakce potvrdila nanesení čisté vrstvy stříbra, která vykazuje preferenční orientaci.

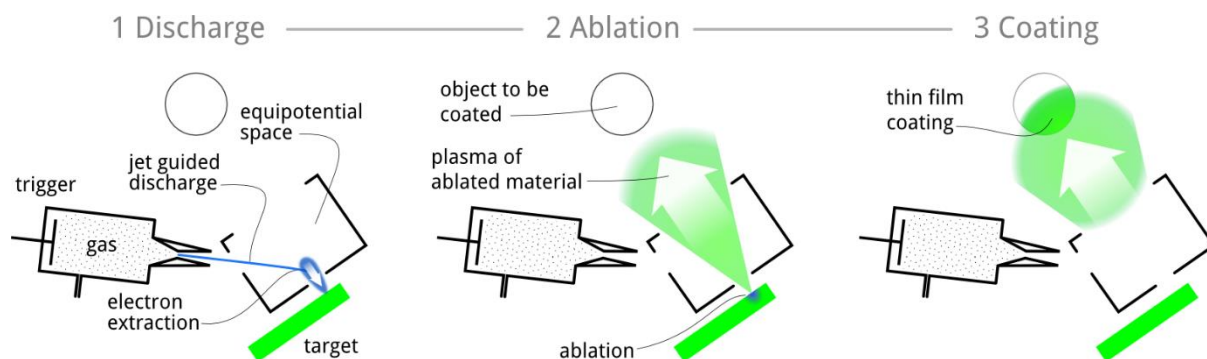
1 Úvod

Tenké vrstvy jsou součástí života každého z nás, pracujeme s nimi každý den. Využívají se v dotykových displejích mobilních telefonů a veškeré elektronice současnosti. Pro jejich vliv na materiály, například zvýšení tvrdosti a tím prodloužení výdrže daného zařízení, jsou nanášeny na povrchy vrtáků či kloubních náhrad. Způsoby jejich přípravy jsou rozmanité, tato práce je zaměřena na metodu Ionized Jet Deposition. Vzorek byl následně podroben analýze tak, aby byly zjištěny vlastnosti vrstvy, jejíž depozice byla prováděna při daných parametrech.

2 Příprava tenké vrstvy

IJD

Ionized Jet Deposition (Ionizovaná trysková depozice) spočívá v krátkých elektrických výbojích na materiál, na který chceme nanášet. Výboj elektronů je směřován do pevného terče což způsobí povrchový výbuch (ablaci) a následnou emisi materiálu ve formě plazmatu. Toto plazma vytvoří vrstvu na jakémkoliv objektu, který se nachází v jeho cestě. [1]



Obrázek 1: princip ionizované tryskové depozice [2]

Příprava substrátu a depozice

Mikroskopové sklíčko bylo očištěno mýdlem a vodou, následně střídavě oplachováno acetonem, izopropylalkoholem a destilovanou vodou, dokud voda nestékala po sklíčku bez odporu. Poté bylo v acetonu ponořeno na 5 minut do ultrazvukové čističky.

Vyčištěné sklíčko bylo upevněno na držák a zasunuto do držáku substrátu v depozičním systému. Dále byl připevněn stříbrný terč na držák. Před substrát byla umístěna clona. Systém byl vypumpován na požadované vakuum a byla spuštěna depozice se začleněným substrátem, aby se předešlo znečištění substrátu. Po 3 minutách byla clona odkloněna a samotná depozice probíhala 45 minut. Po skončení depozice byl systém napuštěn na atmosférický tlak a substrát byl vyndán.

Materiál substrátu	sklo	Tlak při depozici [mbar]	$7,9 \times 10^{-4}$
Materiál terčiku	stříbro	Conditioning terčiku [min]	3
Vzdálenost terčik – substrát [mm]	110	Depoziční doba [min]	45
Vzdálenost terčik – tryska [mm]	3	Urychlovací napětí [kV]	18
Teplota substrátu [K]	pokojevá	Frekvence pulzů [Hz]	30
Tlak před depozicí [mbar]	$3,9 \times 10^{-5}$	Pracovní plyn	Varigon

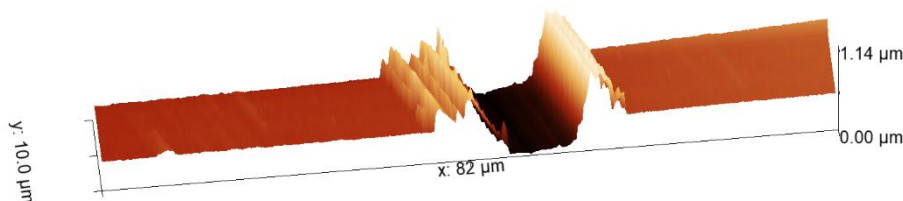
Tabulka 1: depoziční parametry

3 Analýza tenké vrstvy

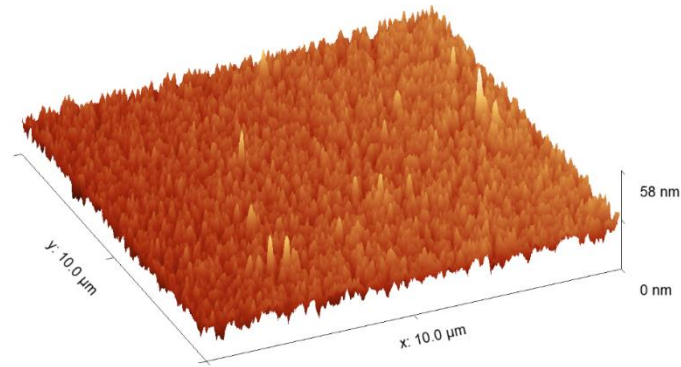
AFM

Atomic Force Microscopy (mikroskopie atomárních sil) je technika využívající meziatomové přitažlivosti. Během měření se po vzorku pohybuje velmi ostrý hrot, který se v našem případě vzorku nedotýká a měří se velikost amplitudy jeho kmitání. Jelikož velikost amplitudy závisí na vzdálenosti mezi hrotem a vzorkem lze sledováním změn sestavit obraz povrchu vzorku. [3]

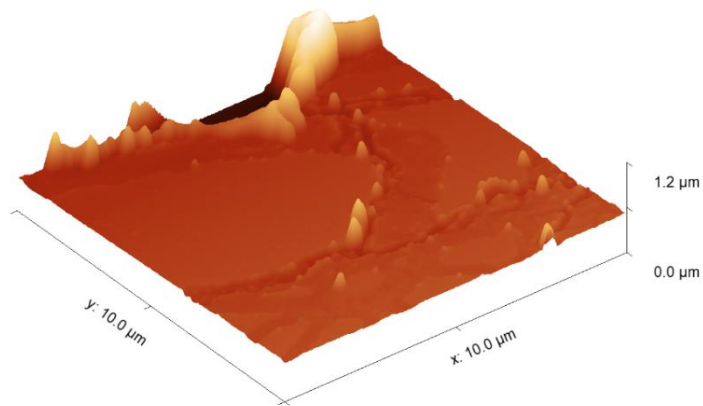
Pomocí AFM LiteScope od společnosti NenoVision se sondou Akiyama byla zkoumána tloušťka pomocí uměle vytvořené rýhy (viz obrázek 2) ve vrstvě. Zjištěná tloušťka deponované vrstvy je 450 nm. Dalším skenováním se zjistila struktura povrchu, která je hladká (viz obrázek 3) a dále povrchu, na kterém jsou „pavučiny“ způsobené elektrickými výboji (viz obrázek 4), které procházely vzorkem během depozice.



Obrázek 2: měření tloušťky deponované vrstvy na AFM pomocí uměle vytvořené rýhy



Obrázek 3: hladký povrch nanosené vrstvy naměřený pomocí AFM

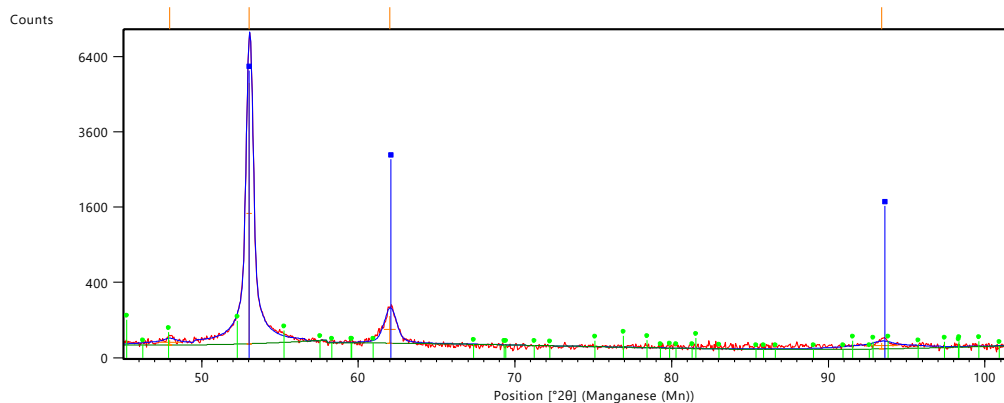


Obrázek 4: povrch nanosené vrstvy rozpraskaný elektrickými výboji, v zadní části je patrné kompletní odlomení vrstvy

Rentgenová difrakce

Vzorek byl zkoumán metodou rentgenové difrakce pomocí stroje Empyrean od firmy PANalytical manganovou rentgenkou s vlnovou délkou 2,103 Ångströmu. Použitým detektorem byl 1Der typ RTMS (polohově citlivý/polovodičový).

Výsledkem zkoumání pomocí této metody bylo zjištění, že vzorek obsahuje stříbro v kubické plošně centrované mřížce. Vrstva obsahuje také velmi malý podíl oxidu stříbra. Struktura byla určena jako polykrystalická a bylo zjištěno, že vrstva je velmi silně preferenčně orientovaná (texturovaná) ve směru tělesové úhlopříčky kolmé na povrch substrátu.



Graf 1: rentgenová difrakce vzorku stříbra

4 Závěr

Na mikroskopové skličko byla úspěšně nanášena vrstva stříbra pomocí metody IJD. Pomocí metody AFM byla naměřena tloušťka 450 nm, část povrchu byla hladká a část byla rozpraskaná. Pomocí rentgenové difrakce bylo zjištěno malé znečištění vrstvy oxidem stříbra a kubická plošně centrovaná mřížka s polykrystalickou strukturou s velmi silnou texturou ve směru tělesové úhlopříčky kolmé na povrch substrátu.

Poděkování

Naše poděkování patří panu Ing. Jakubu Skočdopolevi za vysvětlení a vedení miniprojektu. Také bychom rádi poděkovali panu Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. a celému týmu za organizaci TV@J a také FJFI ČVUT a sponzorům.

Reference

- [1] J. Skočdopole. IJD deposition of ultra-hard thin layers onto substrates of high-alloy steels an application in medicine study. ČVUT v Praze, diplomová práce, 2017
- [2] princip depozice IJD, <https://noivion.com/technology/>, přejato 20. 06. 2023
- [3] Metody analýzy povrchů: iontové, sondové a speciální metody, kol. autorů, Praha, Academia 2002