

# Oponentní posudek k bakalářské práci

## Reaktivní magnetronové naprašování vrstev Ti-Ni-N

Autor: Zuzana Čiperová

Předložená bakalářská práce se zabývá problematikou reaktivního vytváření tenkých vrstev na bázi Ti-Ni-N a charakterizací jejich vlastností. Klade si za cíl se seznámit se současnou problematikou přípravy vrstev na bázi Ti-N a konkrétně pak Ti-Ni-N. Cílem bylo rovněž připravit tři vrstvy Ti-Ni-N při různém parciálním tlaku dusíku a proměřit jejich vlastnosti.

Práce má typickou strukturu požadovanou pro bakalářskou práci, obsahuje všechny nezbytné kapitoly a je celkově velmi přehledná a graficky na velmi dobré úrovni. Za pozitivum této práce mimo jiné pokládám i poměrně rozsáhlou citační část, čímž autorka prokázala dobrou práci s odborným textem. Z tohoto pohledu nicméně postrádám obsáhlejší komentář k současnému stavu poznání vrstev Ti-Ni-N.

Dále pak z formálního, ale i faktického hlediska bych autorku upozornil na některé drobné překlepy a nejednoznačné či chybné formulace, které pravděpodobně vznikly překladem z angličtiny.

Zde je výčet jednotlivých poznámek:

- str.2 – 2.1.2 – obecně neplatí, že vnitřní pnutí vrstev připravených metodou PVD je nižší než u metody CVD. Vnitřní pnutí u metody PVD lze nicméně snadněji ovlivňovat. Stejně tak bych neuváděl jako výhody metody PVD vysokou odolnost vrstev a nízký koeficient tření.
- str.6 – 2.2.1 – symbol pro stupně Kelvina je K, nikoliv °K.
- str. 7 – tab. 2.3 – Tvrdost máte uvedenou v rozsahu 25-40 GPa, ale pro Youngův modul máte pouze jednu hodnotu. Předpokládám, že i ten se pohybuje v určitém rozsahu.
- v obr. 2.2 jsou jednotky uvedeny jako Gpa, správně je GPa.
- na obr. 2.3 jsou uvedeny závislosti pro H i E, ale v popisku obrázku je uvedena pouze tvrdost.
- z obr. 2.4 není zřejmé, zda se jedná o teplotu, při které byly vrstvy připraveny, či o teplotu, při které byla tvrdost měřena. Rovněž není vysvětleno, čím je způsoben rozdíl v tvrdosti pro různé teploty.
- str. 15 – 4.2.3 – je nesprávně uvedeno, že na vnitřní pnutí materiálu má vliv rozdílný koeficient teplotní roztažnosti substrátu a deponovaného povlaku! Ve stejném odstavci je rovněž chybně uvedeno, že tahové pnutí zvyšuje tvrdost, zatímco tlakové ji snižuje! Ve skutečnosti je tomu opačně.
- pro zobrazení hodnot v grafu 5.4 by bylo vhodnější zvolit např. sloupcový typ grafu.
- vzorek č. 2 nesplňuje podmínku drsnosti pro měření tvrdosti s danou zátěží.
- na straně 26 je nedokončená poslední věta!

Na závěr bych rád autorku požádal o zodpovězení následujících dotazů:

- 1) V odstavci 2.2.1 uvádíte, že tyto materiály se vyznačují křehkostí, ale zároveň jsou velmi adhezivní a tažné. Tyto vlastnosti mi do jisté míry přijdou protichůdné. Prosím o Vaše vysvětlení.
- 2) Na str. 9 uvádíte, že se zvyšujícím se obsahem Ti, postupně „srážející“ nanokrystalická struktura Ti-N zpřičiňuje nárůst velikosti pnutí. Prosím o zpřesňující vysvětlení. Co slovo „srážející“ v tomto kontextu znamená?
- 3) Jakým způsobem bylo určeno, že vrstva č.2 ( $p_{N_2}=0,2\text{Pa}$ ) má porézní strukturu (viz str. 26)?
- 4) Popište, prosím, proces leptání vzorku před depozicí. Z jakého důvodu byly při leptání zapnuty magnetrony?

I přes uvedené výhrady je práce na poměrně vysoké úrovni a mohu konstatovat, že cíle práce byly beze zbytku splněny. Bakalářskou práci slečny Zuzany Čiperové proto doporučuji k obhajobě a při úspěšném obhájení práce navrhuji hodnocení: **výborně**.

V Plzni 12.6.2014



doc. Ing. Pavel Baroch, Ph.D.  
oponent bakalářské práce