

Oponentský posudek k bakalářské práci „Vysokorychlostní naprašování vrstev SiZrO“ Martina Vonáška

Předkládaná práce se zabývá AC pulsním reaktivním magnetronovým naprašováním vrstev SiZrO v depoziční aparatuře s duálním magnetronem a zejména zkoumá vliv parciálního tlaku kyslíku na výsledek depozice. Jedná se o aktuální téma spojující studium oxidů přechodových prvků se studiem nových vlastností vyplývajících z nanokompozitní struktury v matici amorfního oxidu křemíku. Práce je napsána přehledně a srozumitelně až na občasné překlepy nebo drobné stylistické chyby, jejichž seznam pro přehlednost uvádím jako přílohu k posudku. Zde jen uvedu opakující se záměnu mezi slovy „jenž“ a „jež“ a nejednotný typ písma pro proměnné a jednotky (doporučuji konzistentně označovat proměnné kurzívou a jednotky základním písmem).

Práce má požadovanou strukturu danou třemi vytyčenými cíly, které byly splněny. Tyto cíle byly:

1. Prostudovat současný stav problematiky reaktivního magnetronového naprašování oxidových tenkých vrstev materiálů a vyšetření jejich mechanických vlastností. Tento cíl byl splněn v kapitole 2 práce, která vychází z úvodu, v němž je popsána potřeba povrchových úprav materiálů a magnetronové naprašování jako možná technika nanášení tenkých vrstev na povrchy. V samotné kapitole 2 je pak v logické posloupnosti popsáno plazma s jeho základními vlastnostmi, plazmové naprašování a jeho zlepšení použitím magnetronů (a s tím související různé konfigurace magnetického pole), reaktivní naprašování a s ním spojené nové jevy (hystereze, oblouky) a vlastnosti tenkých vrstev, zejména pokud mají nanokompozitní strukturu. Kapitola 2 ukazuje, že pisatel rozumí širším souvislostem svého projektu.

Doplňující otázky a komentáře:

- Jaké jsou jednotky na pravé straně rovnice (2.1)?
- Proč jsou v rovnicích (2.1) a (2.2) dvě teploty, T a T_e ?
- Na str. 6, proč nemají malé toky iontů ve vyváženém magnetronu vliv na strukturu vznikající vrstvy?
- Na str. 12 se píše, že nanokrystalická struktura může vést ke zlepšení některých vlastností. Jak mohou malá zrna zlepšit konkrétně elektrickou vodivost?

2. Seznámit se s procesem reaktivního magnetronového naprašování a příslušnými analýzami tenkých vrstev. Tento cíl byl splněn v kapitole 4 práce, která nejprve popisuje experimentální zařízení užitá k depozici a pak analytické metody užitá ke zkoumání vlastností deponovaných vrstev. Kapitola 4 ukazuje, že pisatel rozumí jak depozičnímu procesu tak i principu měření vlastností vzniklých vrstev.

Doplňující otázky a komentáře:

- Čemu byl roven duty cycle definovaný na str. 16?
- Prosím o slovní komentář k diagramu terčů na str. 16.
- Rovnice (4.4) není definicí pnutí, nýbrž vztahem mezi pnutím a deformací pro dostatečně malé hodnoty obou (Hookeovým zákonem).
- Jaký je vztah mezi délkou úhlopříčky u v rovnici (4.8) a hloubkami proniknutí na Obr. 4.6?

3. Vyhodnotit vliv depozičních podmínek na mechanické vlastnosti, strukturu a chemické složení nanokompozitních vrstev Zr-Si-O připravených pomocí reaktivního magnetronového naprašování. Tento cíl byl splněn v kapitole 5 práce, která prezentuje a diskutuje výsledky depozice a měření vlastností vrstev technikami popsány v předcházející kapitole. Hlavní pozornost je věnována vlivu parciálního tlaku kyslíku. Kapitola 5 ukazuje, že pisatel rozumí mechanismu depozice i vlastnostem vzniklých vrstev a jejich změnám při zvyšování parciálního tlaku kyslíku: pokles depoziční rychlosti, zvýšení tvrdosti a elastické vratnosti, přítomnost nanokrystalického t-ZrO₂ ve vrstvách, prvkové složení a rostoucí optická transmitance.

Doplňující otázky a komentáře:

- Mezi depozičními parametry v Tab. 5.2 vystupuje i výbojové napětí U_{da} , které ale na rozdíl od ostatních položek není dále diskutováno. Proč?
- Pro určení změny poklesu depoziční rychlosti mezi kovovým a přechodovým módem by bylo potřeba provést depozici i pro menší parciální tlak kyslíku než 0,03 Pa. Proč to nebylo provedeno?
- O kolik byla tvrdost zde vyšší než u vrstev Si₃₁Zr₅O₆₄ zmíněných na str. 30?
- Proč má efektivní Youngův modul maximum na Obr. 5.3?
- Prosím o rozvedení argumentu o vztahu mezi vnitřním pnutím a tepelnou roztažností.
- Prvkové složení 27%Zr, 6%Si, 67%O znamená, že všechny oxidy jsou dioxidy. Jaká je přesnost měření?
- Proč byla optická transmitance změřená jen pro vzorky 2 a 3?

Celkově předkládaná práce splňuje obsahové i formální požadavky kladené na bakalářskou práci, a proto ji doporučuji k obhajobě a navrhuji známku výborně.

V Plzni, 19.6.2012

Šimon Kos

Šimon Kos

Seznam nalezených překlepů a drobných stylistických chyb:

- str. 5, ve větě „...odvětvích přes např. ve strojírenství...“ nemá být slovo „přes“
- str. 5, místo „vysokovýkonných“ má být „vysokovýkonových“
- str. 5, ve větě „...z materiálu, jež před procesem tvořil (katodu).“ má být „jež“
- str. 5, ve větě „...bombardován ionty generované v doutnavém výboji plazmatu.“ má být „generovanými“
- str. 6, ve větě „...způsobu tvorby tenkých vrstev, jež v roce 1970 vedlo...“ má být „jež“
- str. 6, místo „enrgií“ má být „energií“
- str. 6, místo „prstence magnetů zesíleny v ohledu na centrální pól.“ má být „prstence magnetů zesíleny ve srovnání s centrálním pólem.“
- str. 8, ve větě „Hlavní přednosti této metody je...“ má být „předností“
- str. 8, ve větě „...vrstvy, jež by byly pro konvenční způsob výroby příliš nákladné...“ má být „jež“
- str. 8, ve větě „...otrávení terče, jež má za následek...“ má být „jež“
- str. 11, je potřeba definovat zkratky PACVD a MSPLD, tak jako byla výše definována zkratka PVD.
- str. 12, ve větě „...kde cn- znamená nanokrystalová fáze...“ má být „nc“
- str. 13, ve větě „...silně závislé na chemické složení...“ má být „chemickém“
- str. 14, ve větě „...složení nanokompozitních vrstev Zr-Si-O připravené pomocí...“ má být „připravených“
- str. 17, místo „plyny s atmosféry“ má být „plyny z atmosféry“
- str. 17, místo „...vývěvou, jež během provozu musí být přečerpávána.“ má být „jež“
- str. 19, místo „izotopické“ má být „izotropní“
- str. 20, ve větě „...Stoneyho formule, jež je nezávislá...“ má být „jež“
- str. 24, místo „standarty“ má být „standardy“
- str. 27, místo „v systému popsaném kapitolou“ má být „v systému popsaném v kapitole“
- str. 33, ve větě „...obsahu oxidů Zr a Si, jež mají...“ má být „jež“