

Posudek oponenta na doktorskou disertační práci

Mariye Chichiny

High Frequency Discharges and their Applications

Předložená doktorská disertační práce se zabývá problematikou charakterizace plazmového mikrohořáku a jeho využití k depozicím tenkých vrstev oxidů kovů. Ke generaci plazmatu je využíváno převážně RF zdroje, přičemž vlastní hořák je tvořen tenkou dielektrickou trubičkou. Tato konfigurace tedy představuje jistou speciální formu dielektrického bariérového výboje. Systém byl realizován a testován nejen samostatně, ale i ve čtyřtryskovém uspořádání. Pro charakterizaci výboje bylo využito celé řady dostupných metod. Jednak byla prováděna měření výboje v pulsním režimu s využitím digitální kamery, kdy se pomocí vhodné volby vzorkovací a opakovací frekvence výboje podařilo dosáhnout velmi dobrého časového rozlišení průběhu generovaného výboje. Tato vizuální měření pak byla doplněna o časově nerozlišenou spektroskopii výboje jejíž pomocí byly stanoveny rotační a vibrační teploty generovaného plazmatu. Další část měření se pak přímo věnuje depozici tenkých vrstev ZnO a TiO₂. V této části doktorandka prokázala možnost využití tohoto typu plazmatu k jejich vytváření. Výsledky charakterizace vrstev pomocí AFM spektrometrie pak prokázaly poměrně dobrou homogenitu vytvořených vrstev.

Po formální stránce je práce členěna přehledně do šesti kapitol. Nejrozsáhlejší je úvodní část, v níž doktorandka podává velmi podrobný přehled o dielektrických výbojích, jejich generaci, vlastnostech, charakterizaci i o jejich využití. Tato část je podle mého soudu až zbytečně rozsáhlá, i když není samoučelná. Další část se pak stručně zabývá tenkými vrstvami ZnO a TiO₂ a jejich využitím. Jsou uvedeny i techniky jejich analýzy a přípravy. Další kapitola je zaměřena na popis vlastního experimentálního zařízení a pak již přicházejí výsledky vlastní práce. Poslední kapitolou je závěrečné shrnutí dosažených výsledků a nástín perspektiv pro další výzkum. Vlastní práce je vypracována vcelku pečlivě, i když se autorka nevyvarovala některých nedostatků a jazykových chyb (viz částečný výčet níže). K odborné stránce práce mám následující připomínky:

- Str. 81 Jak se přesně dávkuje monomer? Ze schématu to není zřejmé a způsob dávkování monomeru, zejména za vyšší teploty, může hrát velmi podstatnou roli.
- Str. 81 O jakou keramiku se jedná?
- Str. 84 Proč byl zvolen právě uvedený odpor?
- Str. 82/84 Z jakého důvodu byl pokaždé použit jiný duty cycle? Do jaké míry lze potom výsledky mezi sebou porovnávat?
- Str. 85 Teplota polymerního substrátu rovná 250 °C je příliš vysoká, při této teplotě je naprostá většina polymerů v kapalném stavu. Jak se za této teploty chová voda v chladiči substrátu?
- Str. 86 Radikál OH vykazuje dvojí rotační rozdělení. Je nutné přesně uvést, ze kterých rotačních čar byla teplota počítána.
- Str. 87 Jak se změni údaje v tabulkách 4.3 a 4.4 v souvislosti s přidáním reakčních prekurzorů a ve kterém místě výboje bylo co měřeno?
- Str. 92-94 Které údaje jsou při vlastní depozici a jakých vrstev? Lze očekávat, že na tom budou alespoň částečně výsledky záviset.
- Od str. 106 Opakovaně se objevuje termín molekulární čára. Spektra molekul mají zásadně pásovou strukturu, o čarách lze hovořit pouze v případě rotačních čar, nikoli u elektronově-vibračně-rotačních přechodu.

Při výpočtech ze spekter vzhledem k přesnosti výsledných hodnot stačilo použít intenzity hlav jednotlivých pásů ze stejné sekvence. Navíc si nejsem jist kvalitou rozlišení spektrometru pro tato detailní měření (viz spektra v obr. 5.13-5.18).

- Str. 108 + 112 Rozdíl by mohl být způsoben i metastabilními molekulami dusíku (vibr. excitovaný základní stav), pro jejichž dostatečné populování stačí cca 3 ms.
- Str. 117 Proč se v obr. 5.23 jeden bod tak výrazně liší? Nejedná se jen o náhodnou chybu měření?
- Str. 120-121 + 124-125 Za jakých podmínek byly vrstvy vytvořeny?

Formální připomínky:

- Str. 65 Ve vztahu chybí rychlost světla.
- Str. 87 Přesnost měření a zaokrouhlování veličin s nejistotou.
- Str. 87 Vibrační teplotu nelze počítat z přechodů z téže hladiny. V dalším textu je výpočet správně.
- Str. 92 V obrázku 5.1 by asi mělo být napětí spíš v kV (alespoň podle teorie, kde se uvádělo, že pro generaci DBD výbojů je zapotřebí napětí řádu kV), proč je plocha pod křivkou napětí šrafována?
- Str. 98 Popis náhradního schématu elektrického obvodu by bylo vhodné doplnit o vlastní schéma, aby se čtenář snáze orientoval.
- Str. 106 Záměna prvního pozitivního a prvního negativního systému dusíku.
- Str. 107 Tabulka 5.2 má podle textu obsahovat údaje pro různé prekuzory, podle údaje pod tabulkou jde ale o různé substráty.
- Obr. 5.13-15 a 5.16-18 Asi by bylo lepší nechat jeden obrázek v poloze na šířku (landscape) a zřejmě se dalo dát obě spektra do stejného grafu pro lepší porovnání (byla-li snímána za jinak stejných podmínek). V obr. 5.13 mám totiž dojem, že je vidět spíš než čáry titanu pásu CN, které se mi jeví i pravděpodobnější, ale nejsem stavu toto zcela korektně posoudit.
- Str. 113 V tabulce 5.3 jsou teploty uspořádány náhodně.
- Str. 114 Potenciálové křivky molekuly C_2 jsou vcelku zbytečné a nemají žádnou podstatnou vazbu na text. Proč se ze spekter C_2 nestanovily také parametry plazmatu?
- Str. 118 Tabulka 5.4 je ve své podstatě ve výsledcích zbytečná a logicky se hodila spíš do teoretické části. Navíc v tabulce dochází k nelogickým přechodům ve formátu písma.

Experimentální výsledky práce se staly základem pro 3 články v časopisech, které jsou k práci přiloženy, a sedmi příspěvků na konferencích. Celkově považuji práci za odpovídající podmínkám kladeným na doktorské disertační práce a doporučuji ji k obhajobě.

V Brně dne 9. 6. 2007

