



## Oponentní posudek bakalářské práce

Jméno studenta: **Josef NĚMEC**

Oponent bakalářské práce: **Ing. Lucie PRUŠÁKOVÁ, Ph.D.**

Téma bakalářské práce: **Optimalizace naprašovaných ZnO:Al vrstev pro flexibilní nanogenerátor napětí**

Cílem práce v souladu se zadáním byla optimalizace přípravy tenkých vrstev hliníkem dopovaného oxidu zinečnatého (AZO) pro náhradu oxidu india a cínu (ITO), sloužícího jako transparentní elektroda v nanogenerátoru napětí. Depoziční parametry byly laděny tak, aby vzniklé vrstvy vykazovaly co možná nejnižší hodnotu měrného elektrického odporu, aniž by došlo k degradaci optických vlastností.

V úvodu práce autor popisuje flexibilní nanogenerátor napětí v současnosti vyvíjený ve spolupráci s vědeckým týmem J. Briscoe ze „School of Engineering and Material Science, Queen Mary University of London, UK“. V práci se hlouběji zaměřuje na transparentní vodivé vrstvy (TCO) s důrazem na jejich elektrické vlastnosti. Autor zde správně vyzdvihuje dvě hlavní přednosti TCO, tedy nízkou rezistivitu a vysokou propustnost ve viditelné a blízké infračervené oblasti. Zároveň výborně postřehl důvody přechodu od ITO k AZO vrstvám, u kterých se zaměřil i na strukturu a vliv dopantů, morfologie povrchu a tloušťky. Pátá kapitola je věnována technologii přípravy TCO.

V experimentální části bakalářské práce zvolil autor dva různé technologické postupy pro zlepšení vodivosti ZnO/AZO vrstev. Nejprve ověřoval předpoklad vlivu epitaxního růstu AZO na vrstvě nedopovaného ZnO na čtyřech vzorcích o celkové tloušťce systému 100 nm. V druhé části experimentu pak ověřoval teorii, podle níž vede snížení koncentrace kyslíku k vyššímu počtu aktivovaných atomů příměsí, kdy tohoto efektu dosahoval současným naprašováním z keramického a kovového terče při čtyřech různých výkonech přivedených na DC zdroj. V experimentální části nejsou vždy uvedeny odkazy na grafy a tabulky výsledků, které jsou prokládané popisem experimentálních metod a teorií výpočtů, což odvádí pozornost od samotných výsledků, jejichž přehledné uspořádání mi v práci chybí. Ke zpřehlednění celé práce by přispělo důslednější oddělení popisu měření, resp. výpočtů a výsledků experimentu. Samotné grafy i tabulky jsou úhledné a dobře popsány, popis experimentů je jasný a celková grafická úprava bakalářské práce je velmi pěkná.

Odbornost této práce je velmi vysoká, zabývá se aktuálním tématem a přispívá k vývoji dostupného materiálu pro široké využití na poli flexibilní elektroniky. Autor dosáhl jednoznačného snížení rezistivity vyvíjených tenkých vrstev při zachování dobrých optických vlastností u vrstev dostatečně tenkých pro aplikaci na pružné substráty.

Bakalářskou práci doporučuji k obhajobě a hodnotím ji výborně. Prosím autora o zodpovězení následujících otázek.



## Otázky

1. Co způsobuje změnu napětí na terči při změně DC výkonu, kdy při  $4 \text{ W} > U_t = -399 \text{ V}$  a při  $6 \text{ W} > U_t = -467 \text{ V}$  (strana 35, kapitola 6.3, tabulka 4) ?
2. Z čeho jste usuzoval, že mezivrstva ZnO zlepšuje elektrické vlastnosti následně rostlé AZO vrstvy?
3. Napadá Vás, jak by měl experiment pokračovat? Jakou další změnu technologie byste navrhl pro optimalizaci opto-elektrických vlastností takto tenkých AZO vrstev pro aplikaci v nanogenerátoru napětí?

V Plzni dne 15.června 2017

.....  
podpis