

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Příprava periodických polí nanotyček ZnO s kontrolovanou morfologií
Jméno autora:	Jan Macháček
Typ práce:	bakalářská práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra fyzikální elektroniky
Oponent práce:	Ing. Robert Král, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Fyzikální ústav

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zvolené zadání této práce, vzhledem k omezenému rozsahu bakalářské práce, bych označil jako náročné i s přihlédnutím, že pro splnění cílů práce bylo nutné použít více experimentálních technik.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Student Jan Macháček projevil, že se důkladně seznámil se zadáním bakalářské práce a všechny uvedené body zadání splnil.	

Zvolený postup řešení	vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Student J. Macháček zvolil správný postup při řešení dané problematiky.	

Odborná úroveň	výborná
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Teoretická část této práce je rozsáhlá zahrnující cca polovinu celé práce. Vzhledem ke komplexnosti problematiky růstu krystalů (z roztoku, taveniny, apod.) je uvedené zpracování dostatečné.	

Formální a jazyková úroveň	výborná
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Formální zápisy, jako rovnice, vzorce, apod. jsou v práci zapsány správně. Ale v práci je řada překlepů, gramatických chyb a formálních nedostatků, ale celkovou úroveň nemají zásadní vliv:	
<ul style="list-style-type: none"> • str. 5 a v celé práci se používá „krystalizační jádro“, vhodnější český termín je „krystalizační zárodek“ • str. 14: „v chemické lázni“ • str. 16: „...hexagony, kterou ...“ • str. 24: „... velikost průtoku, komorou, ...“ • str. 25: v odstavci části 5.1.3 chybí odkaz na Obr. 10. • str. 7, 26, 30, Obr. 1, 10 a 12: popisky v obrázcích jsou uvedeny v Angličtině, ale vhodnější by byl Český jazyk, protože v něm je napsána i samotná práce. • str. 31: „...(Zejména Zn(OH)₂, ...“ • str. 32: „...úměrná objemového toku ...“ • str. 32: „... c/ceq větší což má...“ • str. 42, citace č. 16: „a) Bruchhaus, ...“ 	

Výběr zdrojů, korektnost citací

výborné

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Student J. Macháček využil dostupnou literaturu, kterou dostatečně a řádně v textu citoval. Čerpal z aktuální literatury (článků, knih, ad.) nebo ze zdrojů publikovaných týkající se probírané tematiky.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Dosažené výsledky jsou podpořeny experimenty, viz Obr. 15, 16, 18, 19, které jsou v textu dostatečně popsány a interpretovány. Hlavní výsledek je zobrazen na Obr. 16, ve kterém jsou uvedeny výšky jednotlivých ZnO nanotyček na substrátu zorientovaném v axiálním směru reaktoru. Z těchto výsledků je možné jednoznačně určit optimální podmínky pro růst ZnO nanotyček. Student v podkapitolách 6.3.4 a 6.4 popisuje další vlivu na stabilitu resp. nestabilitu růstu ZnO nanotyček, které by bylo velice zajímavé prozkoumat v navazujícím výzkumu, např. vliv pH, teplotního gradientu resp. teplotního pole uvnitř reaktoru, nebo rychlosti ohřevu vstupního roztoku.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Předmětem bakalářské práce „Příprava periodických polí nanotyček ZnO s kontrolovanou morfologií“ Jana Macháčka je studium a příprava nanokrystalických tyček oxidu zinečnatého (ZnO) na substrátu nitridu galitého (GaN) pro účely využití například ve fotovoltice a transparentní elektronice, v senzorech (např. plynů) a nanopiezogenerátorech. Práce je adekvátně strukturovaná do kapitol a podkapitol o dostatečném rozsahu a podpořená použitou literaturou. Primárním cílem práce je studium růstového procesu nanotyček ZnO, který byl splněn. S ohledem na typ provedených experimentů a jejich náročnost, zahrnující přípravu substrátů, testování průtokového mikro-reaktoru, růst ZnO nanotyček při různých podmínkách, charakterizace analytickými metodami (SEM, ad.) a interpretace získaných výsledků, se jedná o rozsáhlé a výjimečné dílo. Student prokázal schopnost systematické vědecké práce a tvůrčí přístup při řešení zadaných úkolů.

K práci mám následující připomínky a dotazy:

- 1) str. 11, podkapitola 2.3.1, autor uvádí, že chemické reakce závisí na koncentraci eduktů a produktů a teplotě. Jak je to s vlivem tlaku na chemickou reakci? a jak je to s vlivem tlaku na reakce použité při syntéze ZnO? je nutné zahrnout vliv tlaku do reakčního procesu?
- 2) str. 12, podkapitola 2.4, mezi transportní jevy patří kromě difuze i jiné mechanismy, např. konvekce. Může mít konvekce vliv na růst nanotyček ZnO v uvedeném mikro-reaktoru?
- 3) str. 16, podkapitola 3.1, jaké jsou další krystalografické vlastnosti ZnO? jaká je koordinace Zn a O v krystalové mřížce ZnO? jaké tvoří uspořádání a jak se liší od GaN?
- 4) str. 17, v podkapitole 3.3 je uveden jeden ze způsobů přípravy ZnO z roztoku, existují ještě jiné? Pokud ano, jaké?
- 5) str. 26, podkapitola 5.2, Tab. 3, autor uvádí v popisu, že roztok měl koncentraci „5 mM“, o koncentraci jakých látek se jedná? o stejnou jako je uvedena na str. 27 v části 5.2.2? co značí jednotka "mM"? toto není standardní jednotka koncentrace "látkové množství/objem roztoku".
- 6) str. 27, podkapitola 5.2.1, mohl by autor detailněji upřesnit, jak byla pole navržena a připravena pomocí iontové litografie? s jakou velikostí a s jakými rozestupy? z Obr. 11 to pro čtenáře není úplně zřejmé.

- 7) str. 27, podkapitola 5.2.2, věta „Následně byl umístěn do průtokového reaktoru, ...“, o jaké teploty a doby růstu se jedná? stejné jako je uvedeno v Tab. 3? Nebo jiné?
- 8) str. 31, podkapitola 6.3.1, jaké proudění lze v reaktoru očekávat? laminární nebo turbulentní? jaký vliv může mít na samotný růstu? mění se v podélném směru v reaktoru?
- 9) str. 32, podkapitola 6.3.2, jaký je radiální teplotní gradient ve směru průtokového reaktoru? může mít vliv na tvorbu radiálního proudění a tím i na koncentraci v daném místě? pozorovali jste takové jevy při vašich experimentech?
- 10) str. 31, podkapitola 6.3, pozoroval autor na vypěstovaných nanotyčkách tvorbu nějakých defektů? pokud ano, jakých?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Robert Král

Datum: 23.8.2023

Podpis: