



Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.  
Chaberská 57, 182 51 Praha 8-Kobylisy  
tel.: 266 773 409, fax: 284 680 222  
e-mail: ufe@ufe.cz, www.ufe.cz

## Oponentský posudek

### **diplomové práce Bc. Veroniky Weissové „Příprava tenkých vrstev chalkogenidů s použitím organokovových prekurzorů metodou rotačního nanášení”.**

Studium chalkogenidových skel s důrazem na jejich využití ve fotonice představuje aktuální problematiku řešenou v řadě renomovaných laboratoří. Chalkogenidová skla mají velký aplikační potenciál v důsledku transparentnosti v infračervené oblasti spektra, vysokým indexům lomu a nelineárním optickým vlastnostem. Studované tenké vrstvy sulfidových a selenidových skel jsou transparentní v široké spektrální oblasti. Tenké sulfidové vrstvy připravené pomocí rotačního nanášení a dotované ionty erbia s využitím komerčních organokovových prekurzorů Er a tenké vrstvy dotované ionty terbia získané pomocí syntetizovaného prekurzoru  $TbL_3$ , dále podstatným způsobem rozšiřují aplikační využití studovaných chalkogenidových tenkých vrstev. Vyhledávání vhodných způsobů dotování tenkých vrstev chalkogenidů pomocí iontů vzácných zemin s ohledem na jejich efektivní zářivou rekombinaci v rámci 4f-4f elektronových přechodů v těchto materiálech považují za vysoce aktuální a to jak z hlediska základního výzkumu, tak z pohledu možných aplikací.

Práce obsahuje celkem 75 stran, 44 obrázků a cituje 52 prací. Byla vypracována na katedře Obecné a anorganické chemie, Chemicko technologické fakulty Univerzity Pardubice a je uspořádána v obvyklém členění – vedle úvodní a závěrečné části je rozdělena do tří kapitol. Jádrem práce je v experimentální části (kapitola 3.) a části týkající se shrnutí výsledků a jejich diskuze (kapitola 4.). Byly syntetizovány organokovové prekurzory  $LSbS(Se)$ , připraveny vhodné roztoky těchto prekurzorů a následně byly deponovány z těchto roztoků tenké vrstvy  $SbS(Se)$  metodou rotačního nanášení. Tenké vrstvy  $As_{30}S_{70}$  dotované ionty erbia byly připraveny rotačním nanášením ze speciálně připravených roztoků při využití syntézy objemových skel  $As_{30}S_{70}$  a komerčního prekurzoru ErQ. Tenké vrstvy  $As_{30}S_{70}:Er$  jsou kvalitní a byla provedena jejich detailní strukturní a optická charakterizace. Dále byla ověřena příprava nekomerčního prekurzoru obsahujícího terbium –  $TbL_3$  a s jeho využitím byly připraveny tenké vrstvy  $As_{30}S_{70}$  dopované Tb.

V úvodní části (která je vedena jako 1. kapitola) je představen cíl práce a vysvětlena motivace pro studium chalkogenidových skel a skel dotovaných ionty vzácných zemin. Stručně je představena náplň diplomové práce – příprava organokovových prekurzorů jako zdrojů pro přípravu tenkých vrstev chalkogenidových skel a skel dotovaných ionty vzácných zemin pomocí rotačního nanášení z roztoků na skelné substráty.

Ve druhé kapitole (teoretická část) je přehledně shrnuta teorie tvorby chalkogenidových skel, jejich optické vlastnosti, rozpustnost vzácných zemin v chalkogenidových sklech, elektronová struktura iontů  $Er^{3+}$  a  $Tb^{3+}$  a jejich charakterizace pomocí fotoluminiscenční spektroskopie. Dále je představena příprava tenkých vrstev chalkogenidových skel pomocí rotačního nanášení s využitím organokovových prekurzorů. Kapitola je přehledně zpracována a všechny pojmy, které jsou podstatné pro vlastní experimentální práci a pro vyhodnocení připravených tenkých vrstev jsou uvedeny a dostatečně vysvětleny. Mám drobné připomínky. Na straně 26 v souvislosti s diskuzí luminiscenčních vlastností organického felátu erbia (ErQ) není soulad mezi textem, který předchází Obr. 10 a spektry zobrazenými na Obr. 10. V textu se mluví o luminiscenčním přechodu  $^4I_{13/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$  (1530 nm) a na Obr. 10 je demonstrován emisní pás při 550 nm, který odpovídá

přechodu  $^4S_{3/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ . Podobně na str. 27 v textu, který předchází Obr. 12 by mělo být jasně řečeno, že Obr. 12 znázorňuje FL emesní pás iontu  $Er^{3+}$  v oblasti 1530 nm.

Ve třetí kapitole (experimentální část) je podán pěkný rozbor přípravy substrátů, syntézy organokovové prekurzorů LSbS(Se), přípravy vhodných roztoků těchto prekurzorů a depozice tenkých vrstev SbS(Se) metodou rotačního nanášení. Dále jsou detailně popsány jednotlivé kroky přípravy tenkých vrstev  $As_{30}S_{70}$  dotovaných ionty  $Er^{3+}$  s využitím komerčního prekurzoru ErQ a syntéza organokovového prekurzoru  $TbL_3$ . Kapitola je zakončena stručným popisem metod využitých pro charakterizaci připravených tenkých vrstev.

Ve čtvrté části (výsledky a diskuze) jsou shrnuty a diskutovány výsledky charakterizace připravených tenkých vrstev SbS(Se) pomocí rentgenové difrakční analýzy a je ověřováno chemické složení vrstev pomocí EDX mikronalýzy. S využitím SEM byla ve vrstvách SbSe zjištěna přítomnost dvou fází. Jedna fáze je velmi blízká stechiometrickému složení  $Sb_{50}Se_{50}$  a druhá vykazuje výrazný nedostatek Se. Optické vlastnosti těchto vrstev byly zkoumány pomocí spektrální elipsometrie a byl určen efektivní index lomu při 1540 nm.

Ve druhé části této kapitoly jsou podrobně charakterizovány tenké vrstvy  $As_{30}S_{70}$  dotované ionty erbia. Je podána detailní charakterizace pomocí rentgenové difrakční analýzy v závislosti na koncentraci ErQ a teplotních podmínkách temperování vrstev. Rovněž chemické složení připravených vrstev bylo velmi pečlivě zkoumáno pomocí EDX mikronalýzy pro tři koncentrace ErQ a různé teploty temperace vrstev. Tuto část výsledků považuji za velmi pěknou. Cenná je rovněž detailní charakterizace pomocí transmisní optické spektroskopie a pozorování posuvu fundamentální absorpční hrany v závislosti na teplotě temperace vrstev. Pomocí spektrální elipsometrie byly stanoveny tloušťky vrstev, průběh indexu lomu v závislosti na vzdálenosti od substrátu a spektrální závislost indexu lomu. Fotoluminiscenční spektroskopie při pokojové teplotě byla využita k proměření emisních pásů  $Er^{3+}$  ( $^4I_{13/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ ,  $\lambda=1540$  nm) a  $Tb^{3+}$  ( $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$ ,  $\lambda=550$  nm).

Práce je zpracována pečlivě ve velmi pěkné grafické úpravě. Drobným nedostatkem je neobvyklé kombinování anglických (např. WAT weak absorption tail - slabý absorpční chvost) a českých (např. KAH – krátkovlnná absorpční hrana) zkratk v *Seznamu použitých symbolů a zkratk*. Tamtéž je chybně uvedena imaginární část komplexního indexu lomu.

Dle mého názoru představuje diplomová práce Bc. V. Weissové velmi zajímavý a kvalitně zpracovaný příspěvek k přípravě tenkých vrstev chalkogenidových skel rotačním nanášením s využitím organokovových prekurzorů. Zadání diplomové práce bylo zcela splněno. Při přípravě vrstev a při jejich charakterizaci autorka prokázala schopnost samostatné experimentální práce, schopnost analyzovat experimentální data a vyvozovat závěry. Prokázala tak předpoklady pro budoucí samostatnou práci.

Doporučuji práci k obhajobě a navrhuji klasifikovat ji stupněm výborně.

V Praze dne 23. 5. 2016

RNDr. Jiří Zavadil, CSc.

Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.

