

Oponentský posudek na disertační práci RNDr. Martina Hanuše „Preparation and optical properties of scintillation oxide layers (Příprava a optické vlastnosti oxidových scintilačních materiálů)“.

Předložená disertační práce se zaměřuje na studium luminiscenčních a scintilačních vlastností krystalických tenkých vrstev na bázi aluminiových granátů a yttriových orthosilikátů pěstovaných metodou kapalně epitaxie (liquid-phase epitaxy, LPE) a jejich srovnání s monokrystaly připravenými Czochralského metodou. Dále si klade za cíl hledat vhodné složení tavidla pro metodu LPE a studovat jeho vliv na teplotu růstu a výslednou morfologii krystalických vrstev. Studované materiály mohou najít uplatnění ve scintilačních zobrazovacích technikách s vysokým rozlišením. Práce též nastiňuje možnost využití některých studovaných materiálů jako fosforů pro bílé LED diody. Jedná se o velmi aktuální témata s velkým potenciálem pro uplatnění v praxi.

Práce je rozdělena do šesti hlavních kapitol. Po krátkém úvodu (Kapitola 1) následuje přehled fyzikálních jevů ve scintilátorech, včetně luminiscenčních jevů, interakce záření s hmotou a dalších (Kapitola 2). Kapitola 3 shrnuje strukturní charakteristiky aluminiových granátů a orthosilikátů, základní luminiscenční vlastnosti dopantů Ce, Pr a Tb a stručnou charakteristiku techniky LPE a podmínek růstu. Následuje kapitola 4, která by se podle názvu měla soustředit na popis použitých experimentálních technik. Místo toho jsou zde z velké části zcela nesmyslně zařazeny výsledky týkající se struktury a morfologie připravených vrstev. Experimentální techniky jsou popsány jen poměrně stručně a některé z nich, jako například rentgenové difrakční mapování, jsou jen zmíněny. Navíc bych zde očekával popis techniky LPE, která je jen stručně popsána již v kapitole 3. Diskutované vzorky jsou popsány akronymy, které jsou vysvětleny až v tabulce v následující kapitole 5 a na kterou v textu není vůbec žádný odkaz, což je pro čtenáře nanejvýš matoucí. Kapitola 5 se již zaměřuje na vlastní výsledky týkající se luminiscenčních a scintilačních vlastností, kde ovšem již struktura a morfologie, až na drobné vsuvky, dostatečně diskutovány nejsou. Chápu, že při takovém množství připravených vzorků by úplná korelace těchto dvou skupin výsledků byla značně obtížná, ale očekával bych důslednější rozbor souvislostí mezi morfologií a luminiscenčními a scintilačními vlastnostmi. Následuje závěr (kapitola 6), který obsahuje občasné nepřesné či nepřiliš jasné formulace. Nejsou dostatečně zdůrazněny možnosti uplatnění studovaných materiálů v aplikacích uvedených v úvodu. Dále je uveden seznam zkratk, použité literatury a seznam publikací, na kterých se autor podílel.

Cíle práce nejsou nikde jednoznačně a přehledně definovány. Dílčí cíle jsou vymezeny pouze na začátku každé podkapitoly v kapitole 5. Navíc kapitola 5.3.1. se zabývá materiály pro LED diody, ačkoli nikde v úvodu není dostatečně zdůrazněno, že práce se zaměřuje i na tuto problematiku. Další cíle jsou jen tak mimochodem uvedeny v kapitole 3.3.1.

Na druhou stranu je pravdou, že práce prezentuje poměrně významné či zajímavé výsledky, jako například velmi dobré scintilační vlastnosti krystalické vrstvy LuAG:ScPr 3LBS2, které jsou lepší než vlastnosti monokrystalu LuAG:Pr.

V souvislosti s výsledky a diskusí v kapitole 5 bych měl následující připomínky a dotazy:

- 1) Stana 57, poslední odstavec: Píše se zde, že se složení taveniny měnilo pro různé vzorky. Lze detailněji popsat, jak se měnilo a jak bylo vybráno nejvhodnější složení? Proč bylo zvoleno yttrium jako příměs v některých vzorcích?

- 2) Kapitola 5.1.: Proč byla zvolena příměs Ga a Gd v některých vzorcích? Z tabulky 3 toto navíc není zřejmé. Proč nabývají tloušťky některých vzorků záporných hodnot?
- 3) Strana 64, poslední odstavec.: Píše se zde, že Pb^{2+} ovlivňuje emisi Ce^{3+} u 345 nm. Ce^{3+} ale na této vlnové délce žádnou emisi nemá. Autor zřejmě myslí excitační vlnovou délku. Bylo by možné toto objasnit? Lze podrobněji popsat mechanismus vlivu Pb^{2+} na excitační spektrum Ce^{3+} ?
- 4) Kapitola 5.1.4.: Proč byla zvolena pro měření kinetiky luminiscence excitační vlnová délka 340 nm?
- 5) V řadě vzorků byla v radioluminiscenci pozorována emise okolo 320 nm, která by mohla souviset s anti-site defekty, jejichž přítomnost není v krystalických vrstvách očekávána. Přítomnost této emise je vysvětlena průnikem rentgenova záření vrstvou až k samotnému substrátu. Byly provedeny výpočty hloubky průniku daného rentgenova záření do materiálu?
- 6) Obrázek 51.: Jakými křivkami byla naměřená data proložena? (taktéž u obr. 57) Sc zvyšuje intenzitu 4f-4f luminiscence Pr^{3+} . Jaký může být mechanismus tohoto jevu?
- 7) Obrázek 53c: Zkoušel se měřit dosvit luminiscence Pr^{3+} pro tento vzorek? Bylo pozorováno zkrácení v důsledku přenosu energie $Pr^{3+}-Ce^{3+}$?
- 8) Obrázek 58.: Čím lze vysvětlit velmi dobré scintilační parametry vzorku 3LBS2?
- 9) Kapitola 5.3.4.: Bylo by možné více upřesnit, z čeho plynou uvedené závěry, především vhodnost studovaných materiálů pro použití v bílých LED diodách?
- 10) Strana 99, poslední odstavec: Má smysl hovořit o (excitačních, emisních) spektrech Sc, když luminiscence spojená se Sc přísluší rekombinaci excitonu na této příměsi?
- 11) Proč byly vzorky Y_2SiO_5 (YSO) pěstovány pouze z tavidla $PbO-B_2O_3$?
- 12) Kapitola 5.6.1. – úvod: Tato pasáž působí dojmem, že kodopování vzorků YSO:Ce zirkoniem má vylepšit vlastnosti materiálu kompenzací náboje Pb^{2+} , které má na svědomí tvorbu Ce^{4+} . Není zřejmá analogie s kodopováním Ca^{2+} a Mg^{2+} v podobných orthosilikátech, kterou autor zmiňuje. Citovaná práce [78] navíc předkládá i jiné možné důvody pro vylepšení vlastností v důsledku kodopování ionty Ca^{2+} a Mg^{2+} , než autor, který uvádí snížení koncentrace mělkých pastí v důsledku kodopace. Lze toto blíže diskutovat a objasnit?
- 13) Strana 115, poslední odstavec: Vzorky byly též žíhány ve vodíkové atmosféře, aby byl redukován oxidační stav dopujících iontů. Předpokládám, že autor myslí Ce. Proč bylo toto prováděno? Je to v rozporu s citovanou prací [78], která ukazuje na pozitivní vliv Ce^{4+} , tedy vyššího oxidačního stavu.
- 14) Čím lze vysvětlit pozitivní vliv Zr na scintilační vlastnosti vrstev YSO:Ce?
- 15) Je možné diskutovat možnosti uplatnění studovaných materiálů s optimalizovanými parametry v praxi?

Závěrem lze říci, že práce má řadu nedostatků jak po vědecké, tak formální stránce. Navrhují udělit RNDr. Martinu Hanušovi titul PhD pouze po podrobném a pokud možno správném zodpovězení výše uvedených otázek.