

Posudek diplomové práce:

Autor: Bc. Jakub Suský

„Příprava a vlastnosti Er^{3+} dopovaných skel $\text{La}_2\text{O}_3\text{-ZnO-TeO}_2$ “

Bc. Jakub Suský se ve své diplomové práci „Příprava a vlastnosti Er^{3+} dopovaných skel $\text{La}_2\text{O}_3\text{-ZnO-TeO}_2$ “ zabývá přípravou a charakterizací skel systémů $(\text{TeO}_2)_{100-x-y}(\text{ZnO})_x(\text{La}_2\text{O}_3)_y$ dopovaných 0,5 at.% Er^{3+} a skel $(\text{TeO}_2)_{70}(\text{ZnO})_{25}(\text{La}_2\text{O}_3)_5$, $(\text{TeO}_2)_{65}(\text{ZnO})_{30}(\text{La}_2\text{O}_3)_5$, $(\text{TeO}_2)_{65}(\text{ZnO})_{35}$ dopovaných 0; 0,02; 0,1; 0,5; 1 at.% Er^{3+} . Chemické složení skel bylo určeno energiově-disperzní rentgenovou mikroanalýzou, amorfní stav rentgenovou difrakční analýzou a struktura skel Ramanovou spektroskopií. Stanoveny byly některé fyzikálně-chemické vlastnosti v závislosti na chemickém složení jako měrná hmotnost, molární objem, teplota skelné transformace, spektrální závislost absorpčního koeficientu a disperze indexu lomu. Zvýšená pozornost byla věnována fotoluminiscenci skel. Studována byla fotoluminiscenční emise původem z elektronového přechodu $\text{Er}^{3+}: {}^4\text{I}_{13/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$ ($\lambda \approx 1,56 \mu\text{m}$) při excitaci laserem s $\lambda \approx 977 \text{ nm}$. Dále byla pozornost věnována fotonové upkonverzi ve viditelné oblasti spektra, kde byly pozorovány anti-Stokesovy emise pocházející z elektronových přechodů $\text{Er}^{3+}: {}^2\text{H}_{11/2}/{}^4\text{S}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$ ($\lambda \approx 530\text{--}550 \text{ nm}$) a $\text{Er}^{3+}: {}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$ ($\lambda \approx 671 \text{ nm}$).

V teoretické části práce Bc. Jakub Suský nejprve velmi stručně charakterizuje teluričitá skla systému $\text{TeO}_2\text{-ZnO-La}_2\text{O}_3$ a $\text{TeO}_2\text{-ZnO}$ uvádí nejčastěji používané jejich syntézy. Dále stručně popisuje jejich dopování Er^{3+} ionty. Poměrně rozsáhlou část teoretické práce věnuje popisu mechanismů a modelů spektroskopických vlastností Er^{3+} iontů a jejich luminiscenci ve skelné hostitelské matici. Významnou část diplomové práce tvoří popis procesů fotonové upkonverze.

Velmi dobře zpracovaná experimentální část popisuje metody a podmínky přípravy objemových vzorků studovaných skel, metody strukturní a kompoziční charakterizace připravených vzorků a také další experimentální metodiky použité pro materiálovou charakterizaci a určení optických vlastností připravených skel. V práci je diskutován i původ Al ve složení skel. Velmi oceňuji přehledné značení všech připravených skel.

V další části práce jsou uvedeny naměřené experimentální výsledky a diskutovány odlišnosti struktury mezi připravenými skly. Jsou diskutovány stavební jednotky strukturních celků a jejich vazebná koordinace. Na základě rozkladů pásů naměřených Ramanových spekter jsou diskutovány možné strukturní aspekty studovaných objemových skel. Ze změřených absorpčních spekter studovaných skel, získaných UV-Vis-NIR spektrofotometrií, byl potvrzen obsah Er^{3+} iontů pozorováním $4f \rightarrow 4f^*$ absorpčních elektronových přechodů iontů Er^{3+} , jejichž intenzita rostla lineárně s koncentrací Er^{3+} ve sklech. Index lomu vzorků skel byl stanoven z měřených dat spektroskopické elipsometrie s proměnným úhlem. U studovaných skel byla při excitaci $\approx 977 \text{ nm}$ laserem měřena Stokesova emise v blízké infračervené oblasti odpovídající elektronovým přechodům Er^{3+} . Kromě toho byla studována také časová závislost uvedených elektronových přechodů. Za velmi cenné a unikátní považuji, že uvedená skla vykazovala intenzivní upkonverzní fotoluminiscenci ve viditelné oblasti spektra. Cením si i navrženého mechanismus pomocí procesů křížových relaxací CR1 a CR2 a energetického přenosu ETU2

mezi ionty Er^{3+} , což je v souladu s pozorovanými daty luminiscenčních emisních a časově rozlišených spekter.

Závěrem lze konstatovat, že studovaná telluričitá skla $\text{TeO}_2\text{-ZnO-La}_2\text{O}_3$ mají tedy vysokou hodnotu reálné složky indexu lomu, jsou termicky stabilní, lze je dopovat poměrně vysokými koncentracemi iontů vzácných zemin s dosažením intenzivní Stokesovy, ale také upkonverzní fotoluminiscenční emise. Výsledky práce ukazují na slibné vlastnosti studovaných skel pro možné uplatnění v optických aplikacích, jako jsou optická vlákna, bezdrátová telekomunikace nebo detektory.

Předložená diplomová práce obsahuje velké množství velmi cenných poznatků a je dokladem rozsáhlé experimentální práce a pochopení studované problematiky. Je napsaná přehledně a srozumitelně a po odborné i formální stránce je na úrovni odpovídající vysokým standardům kladených na diplomové práce.

Dotazy:


1) Studium fotoluminiscenční emise vzorků skel v závislosti na chemickém složení odhalilo, že na luminiscenční procesy může mít vliv řada faktorů, jaké to mohou být?

2) Co považuje autor dále důležité v této oblasti rozvíjet a studovat při případném pokračování v rámci PhD. studia?

Předložená diplomové práce, která je dokladem toho, že autor vykonal značný objem experimentální práce a prokázal schopnost zhodnotit získané výsledky a porozumět jim.

Práci hodnotím známkou: Výborně

V Pardubicích 13.5.2022


prof. Ing. Tomáš Wágner Dr.Sc.
